ARIANNE Phosphate

Projet de mine d'apatite du lac à Paul
Étude d'impact sur l'environnement

Volume 3
Annexes (suite)

N/Réf : 121-24005-00

GENIVAR

Juin 2013

Projet de mine d'apatite du lac à Paul

Étude d'impact sur l'environnement

Liste des Annexes

Annexe 5 : Plan d'aménagement général

Annexe 6 : Design de la fosse du lac à Paul

Annexe 7 : Chargement des camions

Annexe 8 : Rapport préliminaire - Géochimie

Annexe 9 : Étude de stabilité de la halde

Annexe 10 : Plans de bâtiments

Annexe 11 : Compte-rendu des consultations – Phase 1

Annexe 12 : Compte-rendu des consultations – Phase 2

Annexe 13 : Rapport sur les rencontres thématiques : Transport – route régionale

Annexe 14 : Cartes d'inventaire du milieu humain

Annexe 15 : Mesures d'atténuation générales

Annexe 16 : Rapport hydrogéologique

Annexe 17 : Hydrologie

Annexe 18 : Milieu biologique – Milieux humides et couples nicheurs

Annexe 19 : Étude des retombées économiques

Annexe 20 : Modélisation sonore

Annexe 21 : Fiches signalétiques des produits dangereux

Annexe 22 : Plan des mesures d'urgence – Exploration

Annexe 5 :
Plan d'aménagement général

ARIANNE Phosphate

Projet de mine de phosphate du lac à Paul
- Étude d'impact sur l'environnement -

Plan d'aménagement général

Sources :
BDTQ, 1/20 000, MRNF Québec, 2010

Cartographie et inventaires : GENIVAR
Fichier : 121-24005-00_geb_Ann5_composantes_130620.mxd

Échelle 1 : 20 000
0 200 400 600 m
MTM, fuseau 7, NAD83

Juin 2013

GENIVAR

Composantes du projet
- Fosse Paul
- Zone d'exclusion de 600 m
- Bassin de sédimentation
- Bassin de polissage
- Parc à résidus miniers
- Halde à stériles
- Halde de minerai de basse teneur
- Empilement de dépôts meubles
- Banc d'emprunt
- Lieu d'enfouissement en tranchées (LEET)
- Lien hydrique
- Eau douce
- Eau et résidus (vers parc à résidus)
- Eau recirculée (retour au procédé)
- Égout sanitaire
- Fossé de drainage
- Ligne électrique haute tension
- Ligne électrique moyenne tension
- Pompe
- Campement permanent
- Tour de télécommunications
- Usine de béton
- Émissaire

Infrastructures existantes
- Ancien dépotoir
- Dépotoir existant
- Campement existant

Caractéristiques du terrain
- Sens d'écoulement des eaux
- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent

Limites
- Limite du bail minier
- Pourvoirie du Lac-Paul

Lac de la Rose-des-Vents
Bassin E
Rivière Mine
Bassin D
Puits, réservoir et station de pompage d'eau potable
Unité de traitement des eaux usées sanitaires
Rivière Manouane
Campement permanent
Bassin A
Halde à stériles
Halde de minerai de faible teneur
Lac B
Bassin C
Lac du Remous
Station météorologique
Secteur usine
Station de pompage égout sanitaire
Cours d'eau à excaver
Dépôt de neiges usées
Tour de télécommunication
Bassin B
Lac D
Lac du Coyote
Lac de l'Ours Polaire
Lac du Kodiak
Station de pompage égout sanitaire
Secteur concasseur
LEET
Lac A
Station de mesurage et échantillonnage égout pluvial
Bassin de récupération et station de pompage
Fosse Paul
Zone d'exclusion 600 m
Station de mesurage et échantillonnage égout pluvial
Lac Loup
Lac de la Merveille
Campement existant (2012)
Gravière
Lac Lynx
Route principale - Chemin forestier R0251
Site de préparation des explosifs
Prise d'eau et station de pompage
Chalet et quai Pourvoirie du Lac-Paul
Site d'entreposage des matières explosives
Lac Naja
Lac de l'Ourson
Rivière Nigog
Bassin de récupération et station de pompage
Station de pompage - surpression
Lac à Paul
Chalet Pourvoirie du Lac-Paul
Lac Épinette
Exutoire
Puits d'eau potable
Lac du Grizzli
Lac Siamois
Bassin de polissage
Lac G
Cours d'eau à excaver
Cours d'eau à excaver
Lac H
Épaississeur et station de pompage
Carrière
Pourvoirie du Lac-Paul
Parc à résidus miniers
Lac F
Lac du Portage
Lac I

A

Entreposage intérieur pile d'urgence (concentrés humide et sec)
Sous-station électrique
Véhicules routiers
Réactifs / amidon Dépoussiéreur
Deux sechoirs - Dépoussiéreurs
Site d'entreposage recouvert avec dépoussiéreur
Entreposage intérieur (dôme) du concentré sec
Transfert du minerai Puits de décharge au convoyeur
Silos d'entreposage intérieur (dôme) du concentré
Concasseur - dépoussiéreur
Poste de carburant
Entreposage extérieur du minerai
Convoyeur
Véhicules routiers
Entreposage de sel et de sable
Garage - Véhicules lourds
Station de mesurage et échantillonnage égout pluvial
Entreposage extérieur du minerai
Bassin de récupération et station de pompage
0 90 180 270 m

Annexe 6 :
Design de la fosse du lac à Paul

Lac a Paul
Engineered Phase Designs

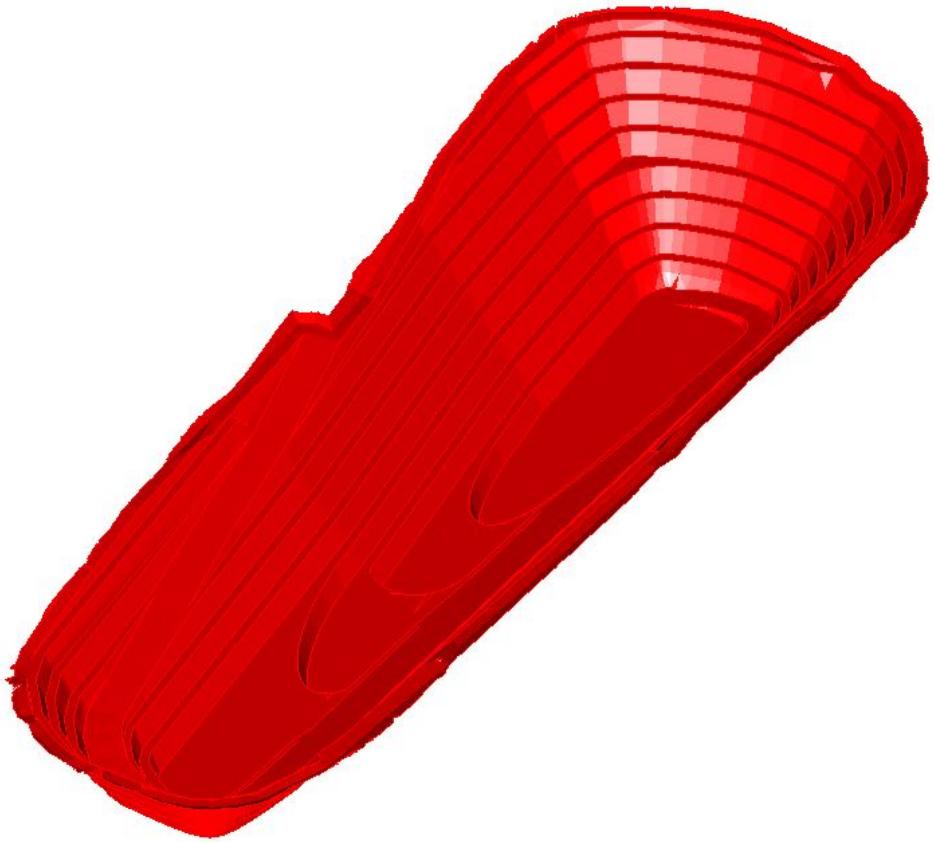
Summary of Assumptions and Results

June 2nd , 2013

Pit Design Parameters

LAC À PAUL PIT DESIGN PARAMETERS- FS			
Parameters		Unit	Values
Pit Characteristics			
	Inter-Ramp Angle	Degrees	54
	Bench Face Angle	Degrees	70
	Berm Width	m	7.25
	Bench Height (Berm to Berm)	m	20.00
	Benching Configuration		Double (10m x 2)
	Double-Lane Haulage Road Width	m	30.00
	Single-Lane Haulage Ramp Width*	m	20.00
	Ramp gradient	%	10.00
	Surface Limitations from Creek AND lakes	m	60
Additional			
	Overburden Slope	Degrees	22
	Constant berm of 10m placed at bedrock-overburden interface		
	One 15m secuirty berm placed on North Wall (Phase 3 and Final Pit Design)		
	One 15m secuirty berm placed on South Wall (Final Pit Design)		

PHASE 1

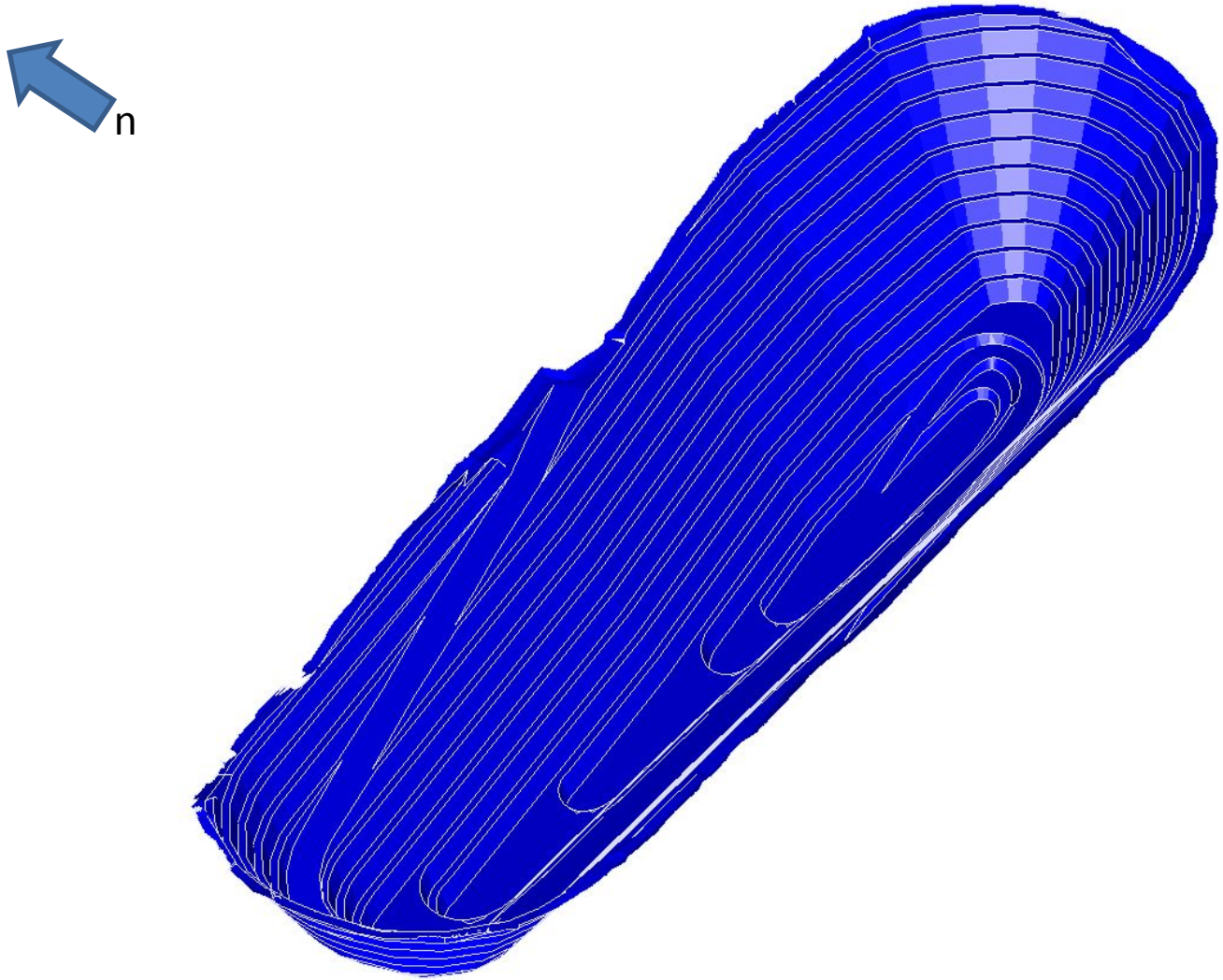


PHASE 1 (PRELIM) RESULTS

PHASE 1 (**AFTER** DILN and ORE LOSS)			
2% Dilution, 6% Ore loss (i.e. 94% Mine Recovery)			
PHASE 1 PIT			
PRELIM In-Pit Resource Estimate			
COG P2O5≥3.6%			
	Tonnage	P2O5	WREC
	(Mt)	(%)	(%)
Measured	51.80	7.41	17.27
Indicated	7.46	7.40	17.26
M+Ind	59.27	7.41	17.27
LOM	3.3		
Inferred			
Waste Rock	27.03		
Overburden	1.95		
Total Waste Rock	28.98		
SR	0.49		

Note that ovb slopes and security berms have bee incorporated.

PHASE 2

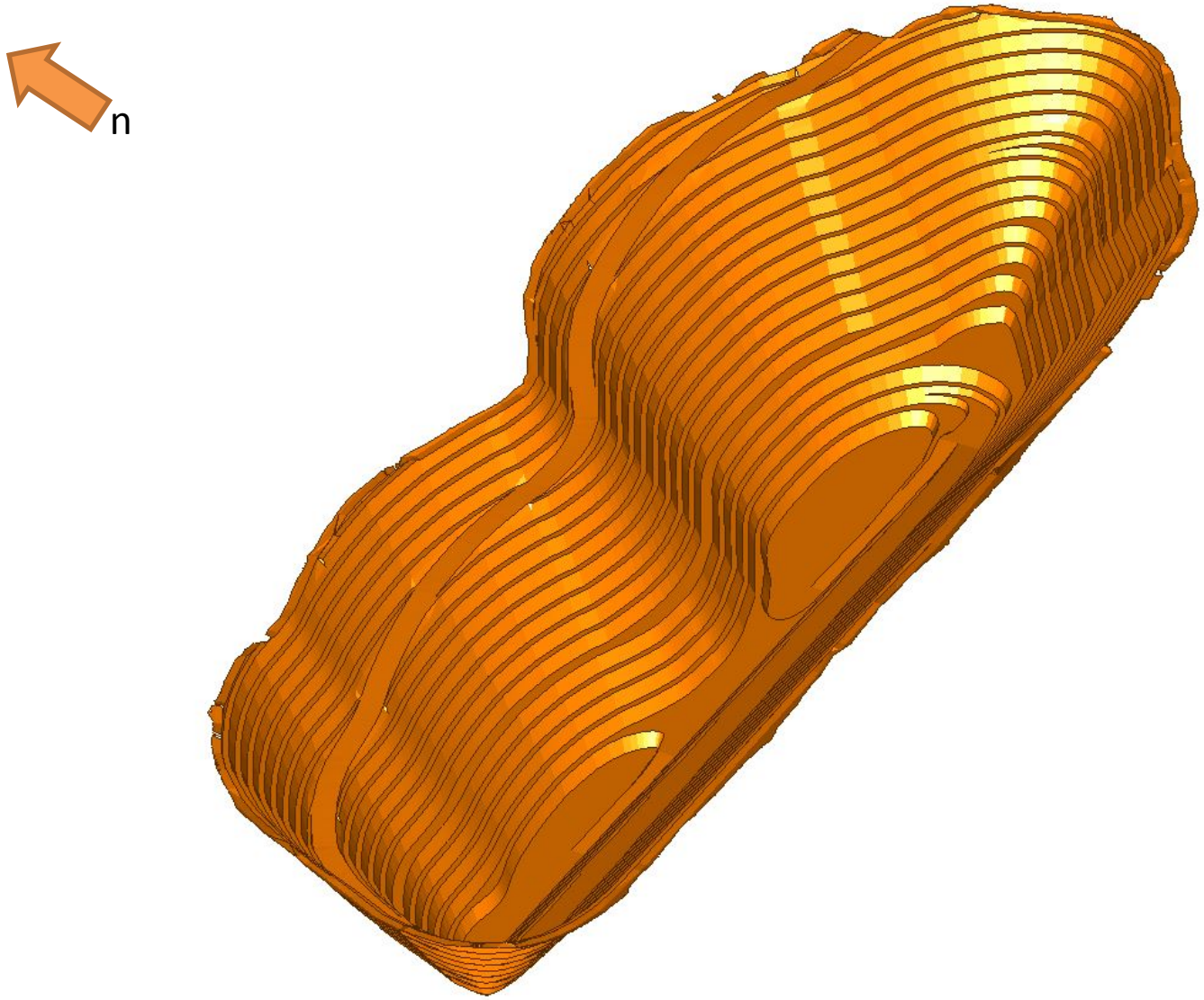


PHASE 2 (PRELIM) RESULTS

PHASE 2 (**AFTER** DILN and ORE LOSS)			
2% Dilution, 6% Ore loss (i.e. 94% Mine Recovery)			
PHASE 2 PIT			
PRELIM In-Pit Resource Estimate			
COG P2O5≥3.6%			
	Tonnage	P2O5	WREC
	(Mt)	(%)	(%)
Measured	118.07	7.03	16.40
Indicated	14.01	7.04	16.41
M+Ind	132.08	7.03	16.40
LOM	7.3		
Inferred			
Waste Rock	70.51		
Overburden	2.98		
Total Waste Rock	73.49		
SR	0.56		

Note that ovb slopes and security berms have bee incorporated

PHASE 3

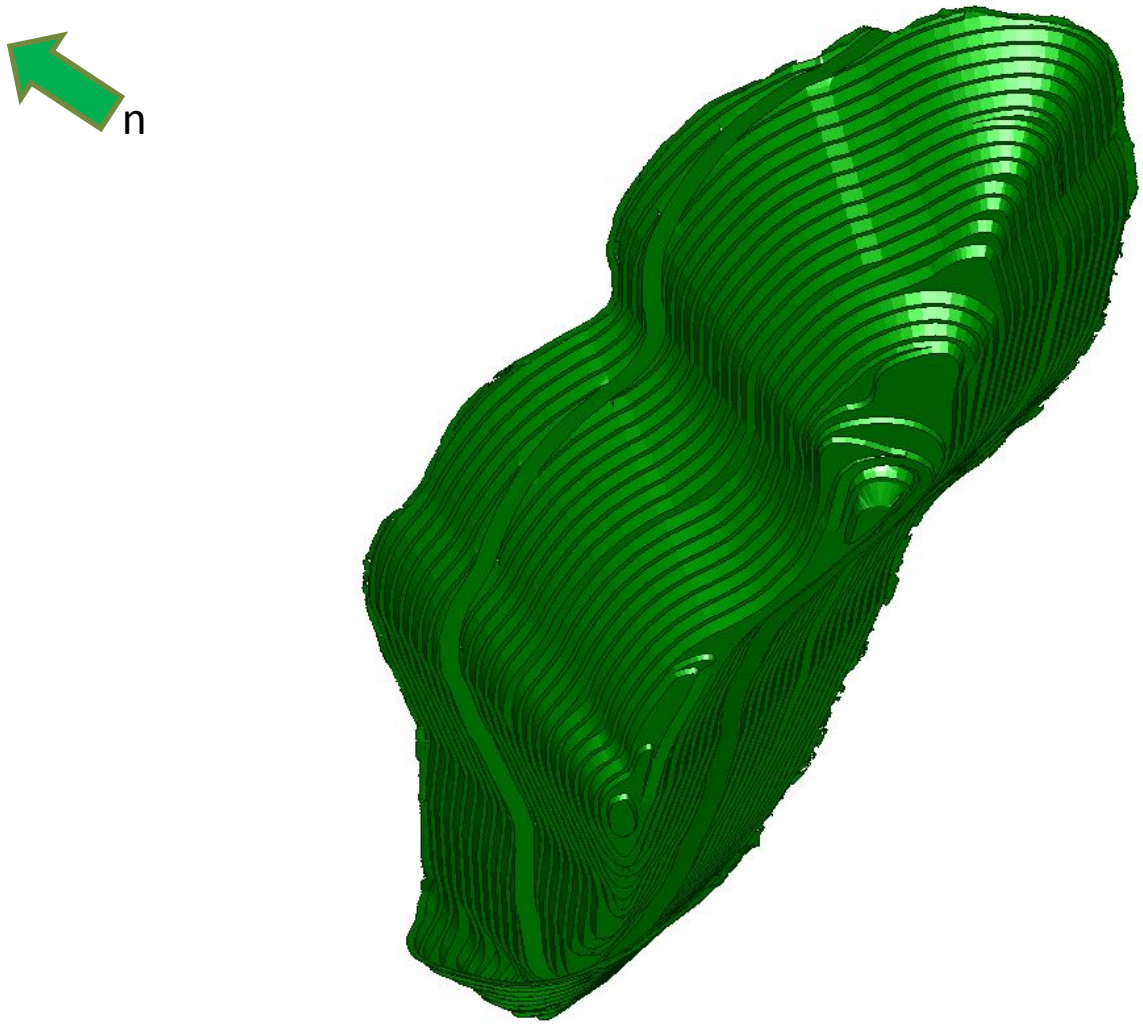


PHASE 3 (PRELIM)RESULTS

PHASE 3 (**AFTER** DILN and ORE LOSS)			
2% Dilution, 6% Ore loss (i.e. 94% Mine Recovery)			
PHASE 3 PIT			
PRELIM In-Pit Resource Estimate			
COG P2O5≥3.6%			
	Tonnage	P2O5	WREC
	(Mt)	(%)	(%)
Measured	224.87	7.08	16.52
Indicated	68.72	7.24	16.88
M+Ind	293.59	7.12	16.60
LOM	16.3		
Inferred			
Waste Rock	324.12		
Overburden	6.08		
Total Waste Rock	330.20		
SR	1.12		

Note that ovb slopes and security berms have bee incorporated.

PHASE 4 (FINAL PIT DESIGN)

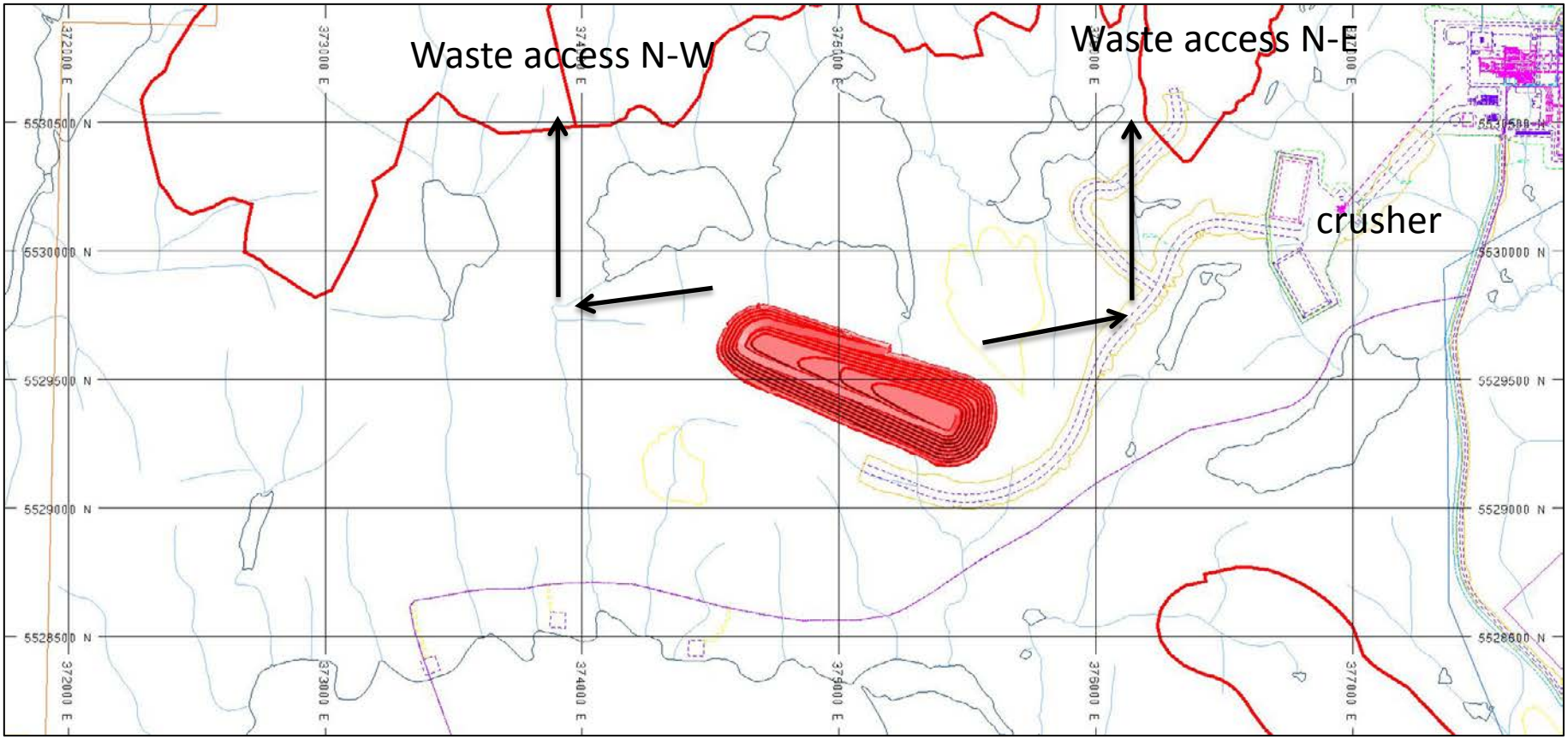


PHASE 4 (PRELIM) RESULTS

PHASE 4 (**AFTER** DILN and ORE LOSS)			
2% Dilution, 6% Ore loss (i.e. 94% Mine Recovery)			
PHASE 4 PIT			
PRELIM In-Pit Resource Estimate			
COG P2O5≥3.6%			
	Tonnage	P2O5	WREC
	(Mt)	(%)	(%)
Measured	300.71	6.95	16.21
Indicated	151.19	6.85	15.97
M+Ind	451.90	6.92	16.13
LOM	25.1		
Inferred			
Waste Rock	543.93		
Overburden	8.99		
Total Waste Rock	552.92		
SR	1.22		

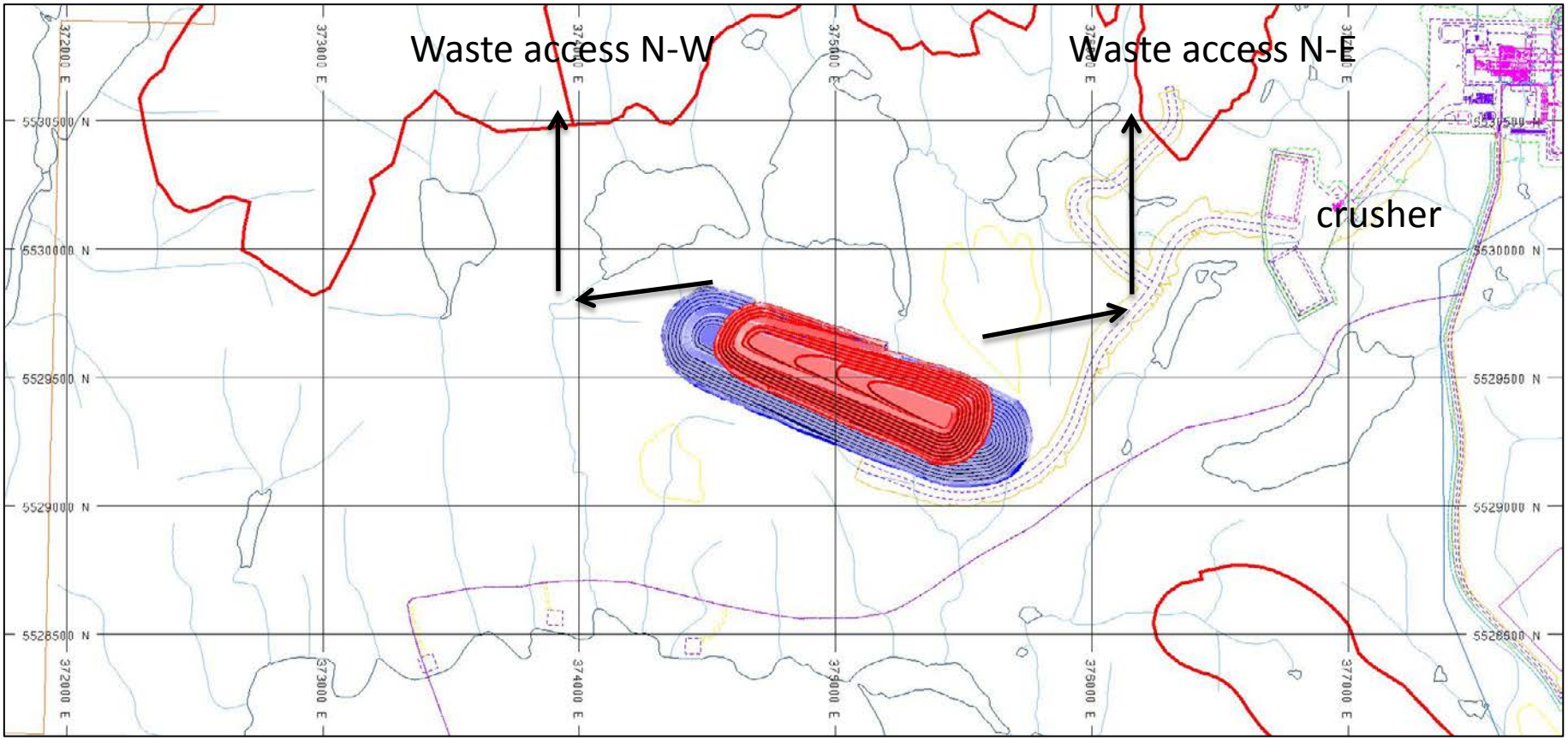
Note that ovb slopes and security berms have bee incorporated.

PHASE PROGRESSION- Phase 1



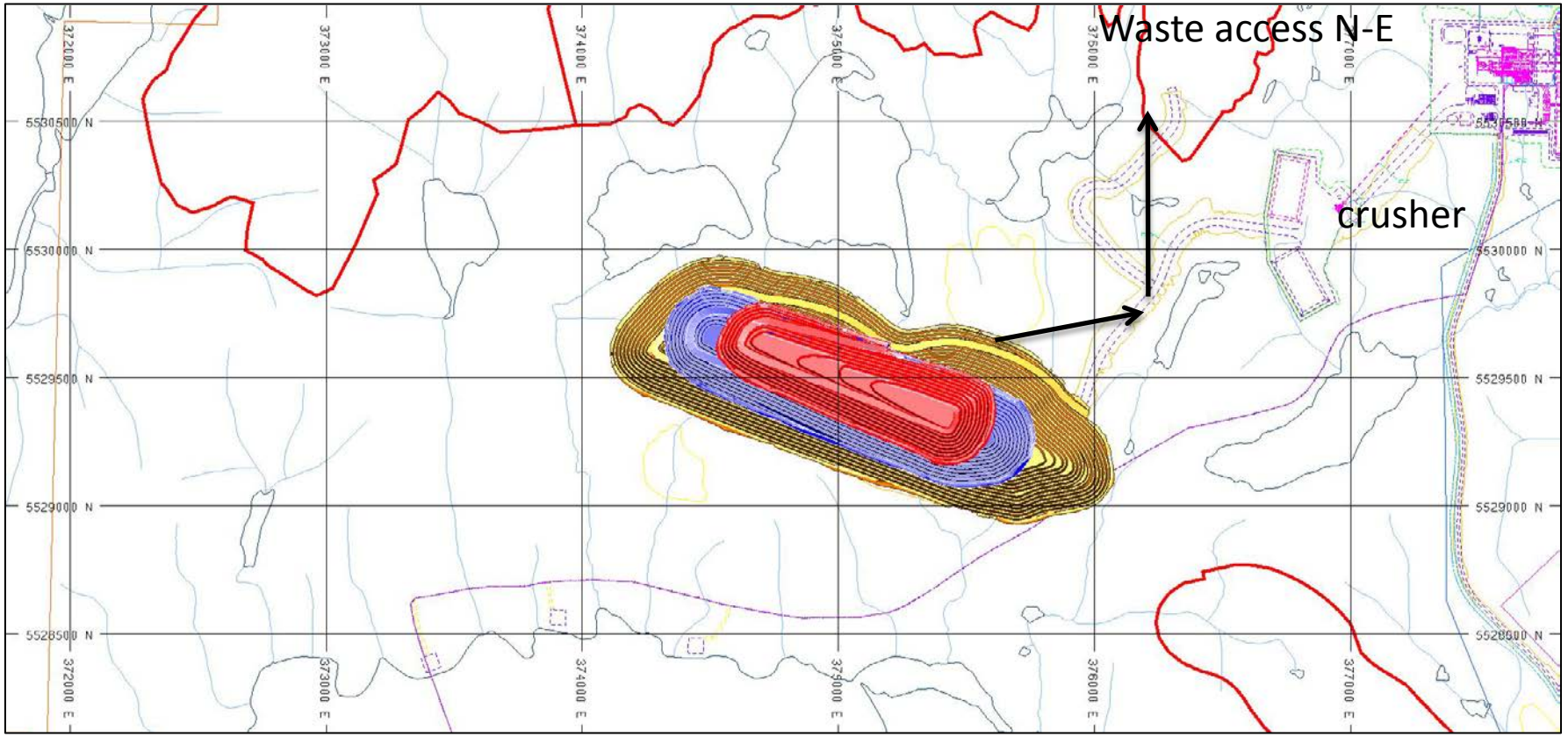
Note: Site plan infrastructure shown may not be most recent.

PHASE PROGRESSION- Phase 2



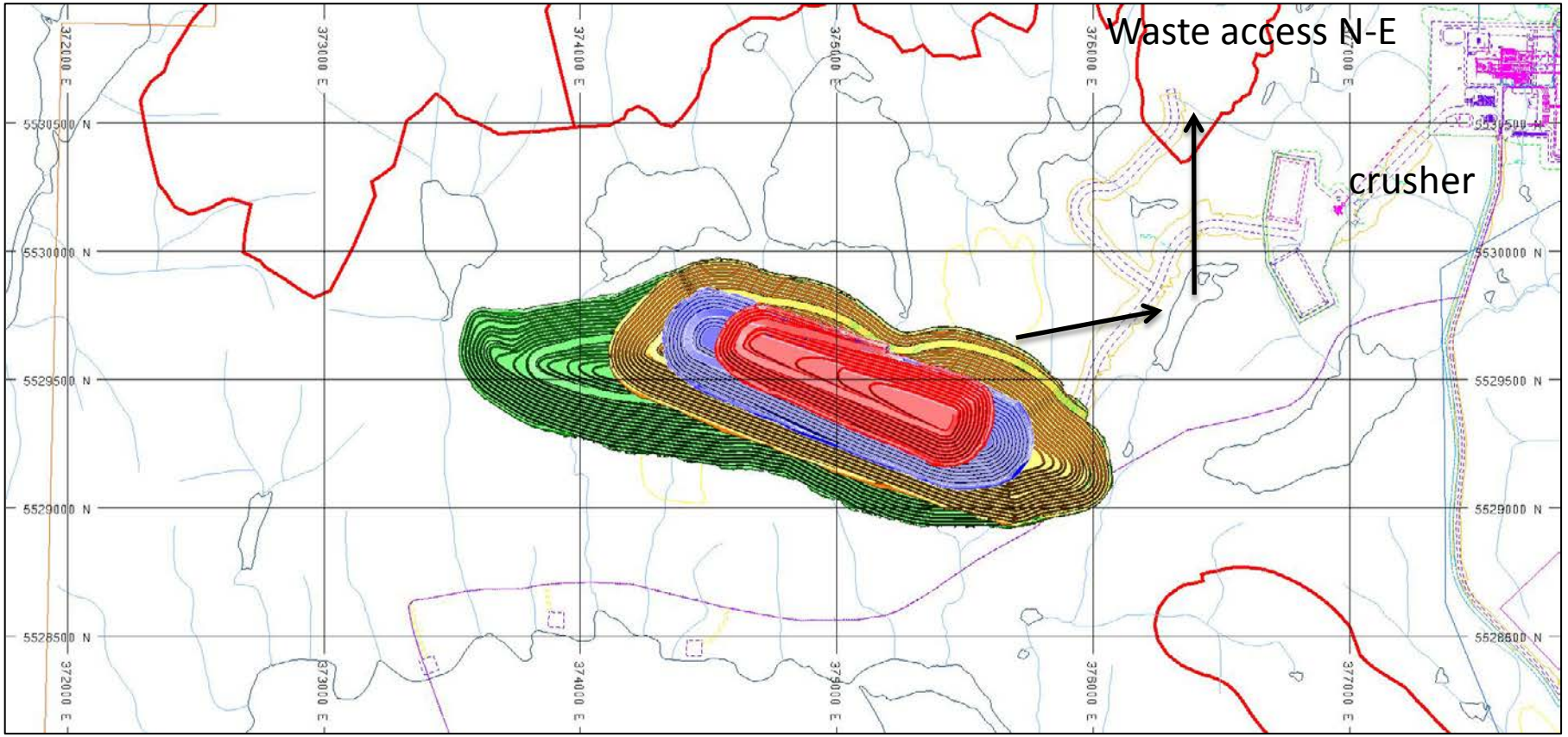
Note: Site plan infrastructure shown may not be most recent.

PHASE PROGRESSION- Phase 3



Note: Site plan infrastructure shown may not be most recent.

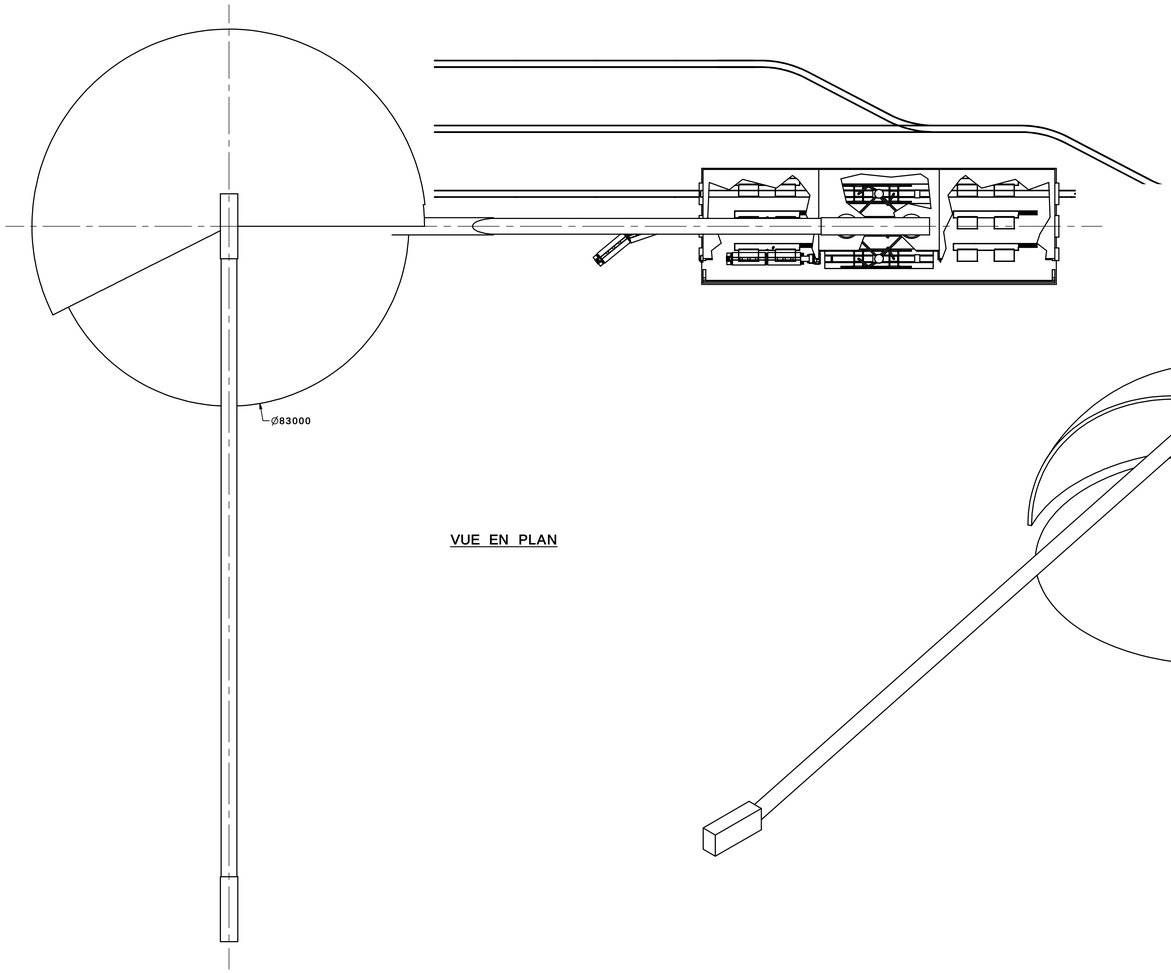
PHASE PROGRESSION- Phase 4



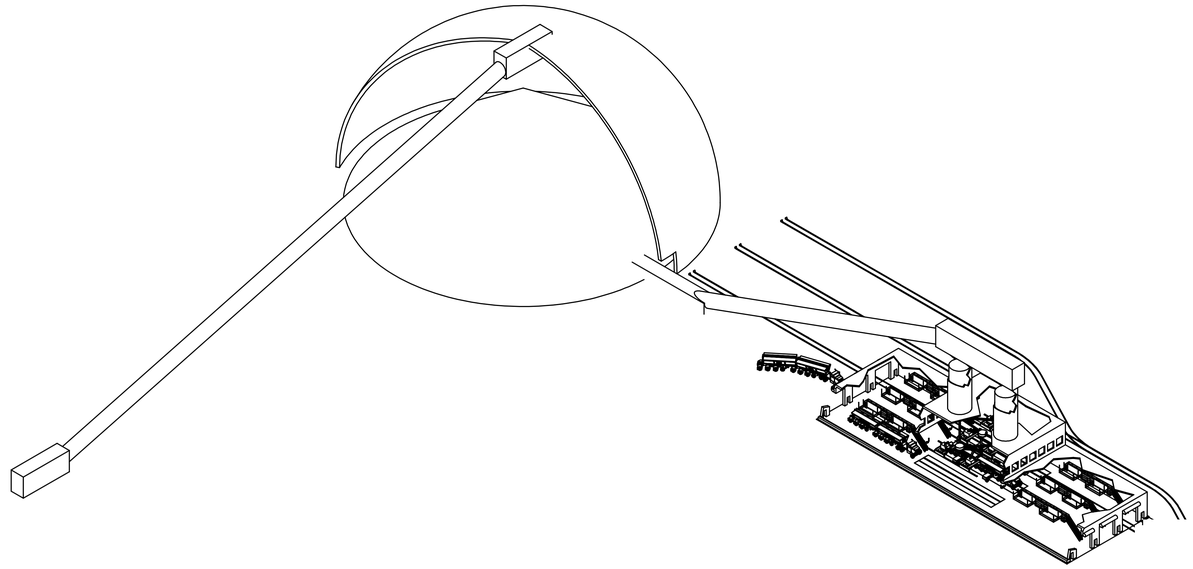
Note: Site plan infrastructure shown may not be most recent.

Annexe 7 :
Chargement des camions

N

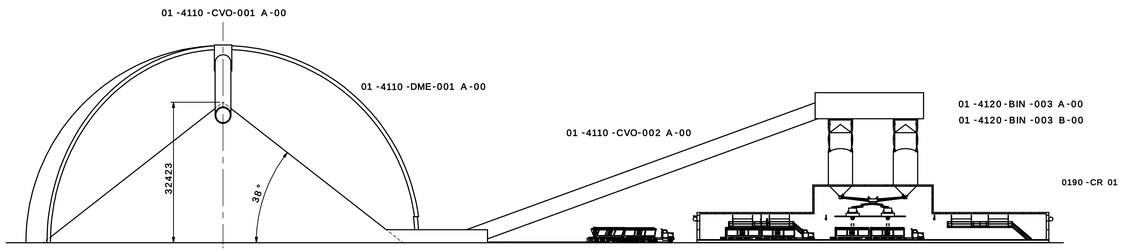


VUE EN PLAN



VUE EN ISOMETRIE (AREA / SUBAREA 4100)

ECH.: AUCUNE



COUPE A -
ECH.1:500

NOTES:

EN PRÉPARATION SEULEMENT
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

Client
RESSOURCES D'ARIANNE INC.
PROJET APATITE LAC A PAUL
USINE DE TRAITEMENT DU MINERAI 50000 tpj
CHARGEMENT DES CAMIONS ARRANGEMENT

Ressources d'ARIANNE

Projet
ETUDES DE FAISABILILITE
PROJET LAC A PAUL
ARIANNE

Cegertec WorleyParsons

Spécialité MECANIQUE

Titre
APATITE LAC A PAUL
CHARGEMENT DES CAMOINS
ARRANGEMENT

No	Rév.	Description	Date
1	A	POUR COMMENTAIRES	2012-12-05

REGISTRE D'ÉMISSION

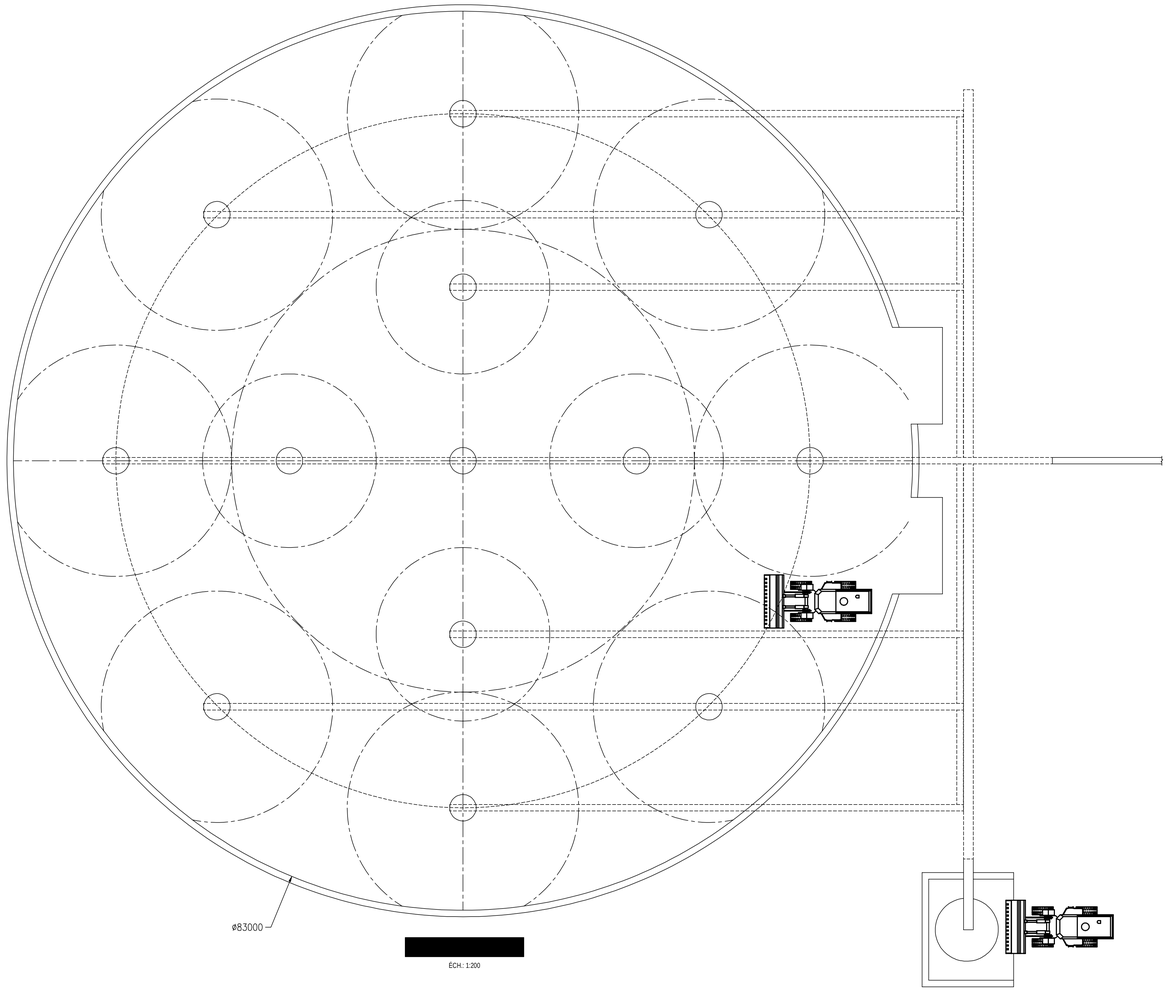
No	Description	Date	Ingénieur	No OIQ
A	CONCEPTION INITIALE	2012-11-15	PIERRE DEMERS	101662

RÉVISION

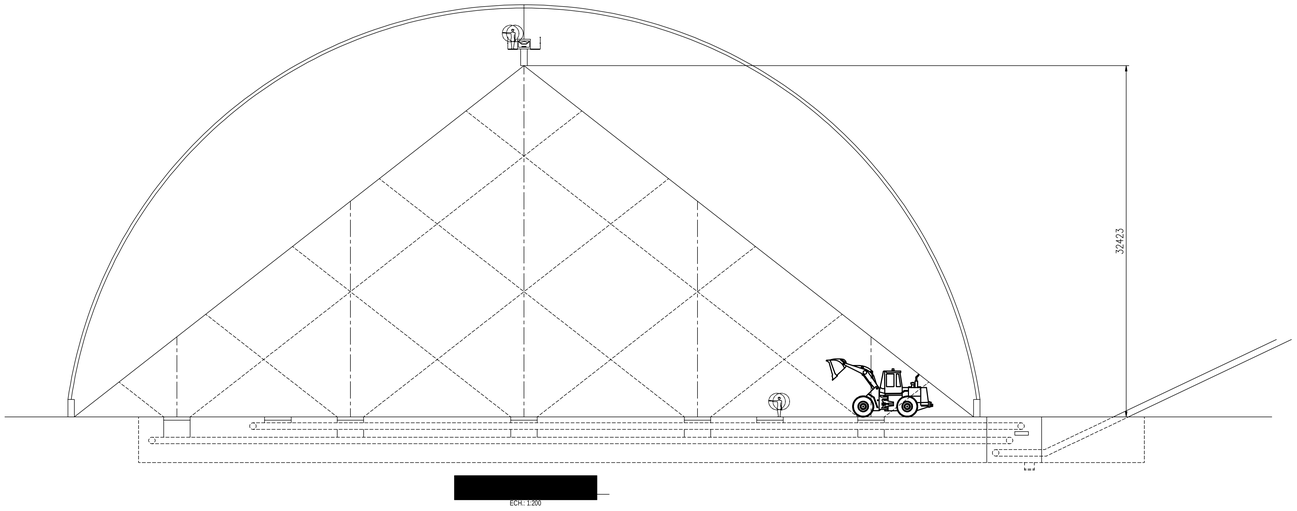
Sceau(x)	Concepteur	Dessinateur
	P. DEMERS / R.COTE	ROGER COTE
	Échelle: INDIQUEE	Date: 2012-11-15

Approuvé Date

Projet	Lot	Format	Échelle	Disc.	Séq.	Rév.
19468	11	A0	1:500	MI	001	A



ÉCH.: 1:200



ÉCH.: 1:200

NOTES:

EN PRÉPARATION SEULEMENT
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

Architecte

Client
RESSOURCES D'ARIANNE
LAC A PAUL APATITE PROJET
USINE DE TRAITEMENT DE MINERAI 50000 tpj
CHARGEMENT DES CAMIONS ARRANGEMENT

Projet
ETUDE DE FAISABILITE
PROJET LAC A PAUL
ARIANNE

Cegertec WorleyParsons

Spécialité MECANIQUE

Titre
APATITE LAC A PAUL
CHARGEMENT DES CAMIONS
ARRANGEMENT

Sceau(x)

Concepteur (trice)	Dessinateur (trice)
ROGER COTE	ROGER COTE
Echelle: INDIQUÉE	Date: 2012-12-05

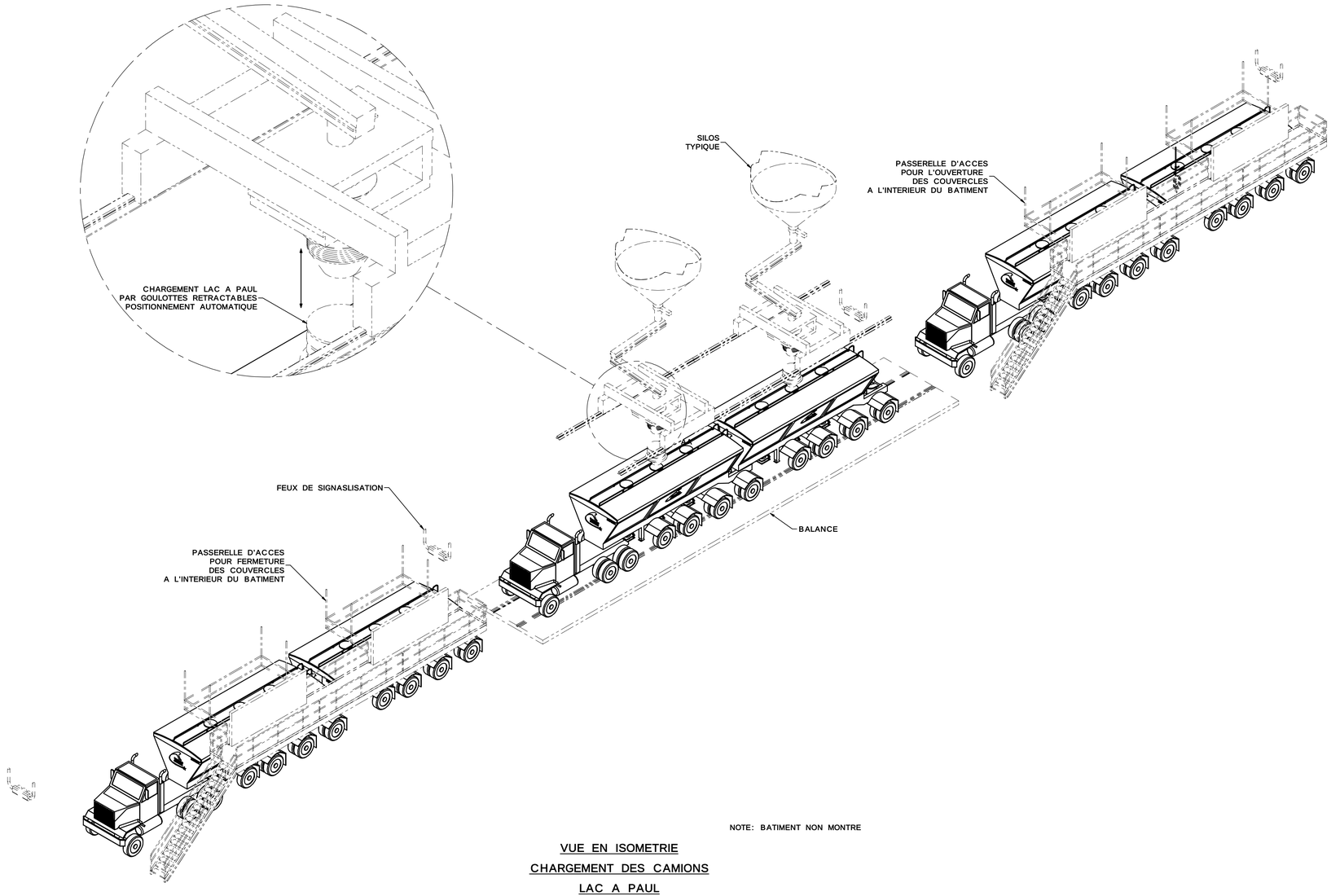
Projet	Lot	Format	Echelle	Disc.	Séq.	Rév.
19468	11	A0	1:200	M	002	A

REGISTRE D'ÉMISSION

No	Rév.	Description	Date
1	A	POUR COMMENTAIRES	2012-12-05

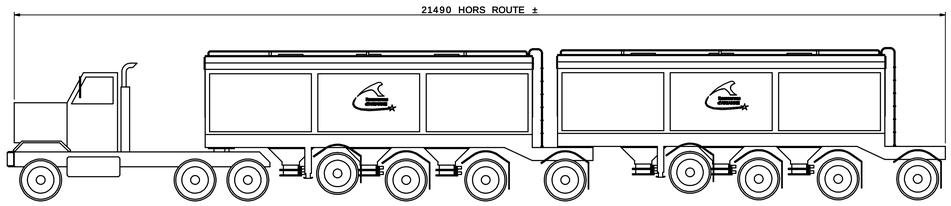
RÉVISION

No	Description	Date	Ingénieur	No OIQ
A	CONCEPTION INITIALE	2012-12-005	PIERRE DEMERS	101862

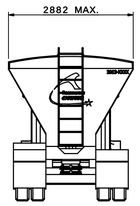


NOTE: BATIMENT NON MONTRE

VUE EN ISOMETRIE
CHARGEMENT DES CAMIONS
LAC A PAUL
ECH.: AUCUNE



VUE EN ELEVATION



VUE ARRIERE

ARRANGEMENT
TRAIN DOUBLE TYPE B
POUR LE TRANSPORT LAC A PAUL
SITE DE TRANSFERT SAITE - MONIQUE
ECH.: 1:50

NOTES:

EN PRÉPARATION SEULEMENT
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

Client
RESSOURCES D'ARIANNE INC.
LAC A PAUL APATITE PROJET
USINE DE TRAITEMENT DE MINERAI 50000 tjp
CHARGEMENT DES CCAMIONS ARRANGEMENT

Projet
ETUDE FAISABILITE
PROJET LAC A PAUL
ARIANNE

Cegertec WorleyParsons

Spécialité MECANIQUE

Titre
APATITE LAC A PAUL
CHARGEMENT DES CAMIONS
ARRANGEMENT

No	Rév.	Description	Date
1	A	POUR COMMENTAIRES	2013-01-11

REGISTRE D'ÉMISSION

No	Description	Date	Ingénieur	No OIQ
A	CONCEPTION INITIALE	2013-01-11	P. DEMERS	101862

RÉVISION

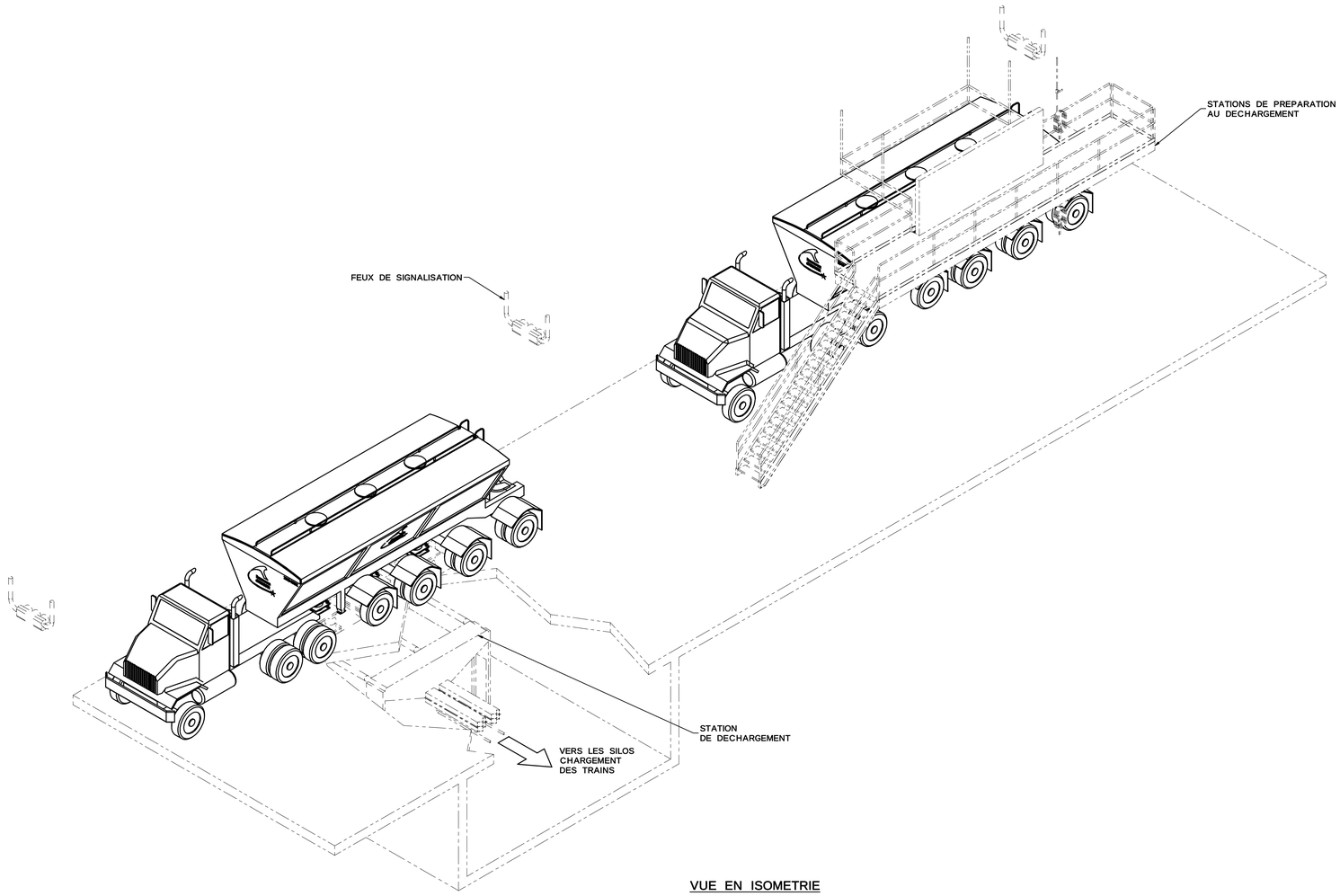
Sceau(x)

Approuvé Date

Concepteur	Dessinateur
P. DEMERS / R. COTE	ROGER COTE
Échelle	Date
INDIQUEE	2013-01-11

Projet	Lot	Format	Échelle	Disc.	Séq.	Rév.
19468	11	A0	A0	1:50	003	A

NOTES:

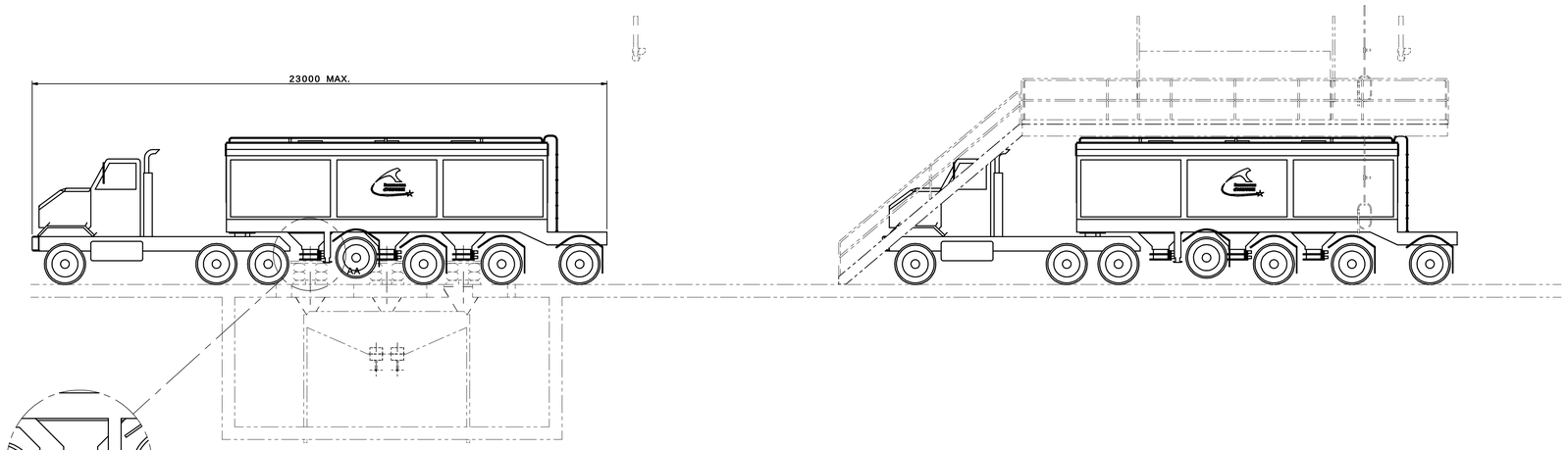


VUE EN ISOMETRIE

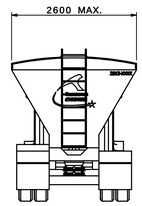
DECHARGEMENT DES CAMIONS

A HEBERTVILLE (BATIMENT NON MONTRE)

ECH.: AUCUNE



VUE EN ELEVATION



VUE EN ARRIERE

ARRANGEMENT

TRACTEUR SEMIE - REMORQUE A 7 ESSIEUX

TRANSPORT DE SAINTE - MONIQUE A HEBERTVILLE

ECH.: 1:50

No	Rév.	Description	Date
1	A	POUR COMMENTAIRES	2012-01-11

REGISTRE D'ÉMISSION

No	Description	Date	Ingénieur	No OIQ
A	CONCEPTION INITIALE	2012-01-11	P. DEMERS	CWP

RÉVISION

EN PRÉPARATION SEULEMENT
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

Client
RESSOURCES D'ARIANNE
LAC A PAUL APATITE PROJET
USINE DE TRAITEMENT DU MINERAI 50000 tpj
STATION DE DECHARGEMNT DES CAMIONS

Ressources d'ARIANNE

Projet
ETUDE DE FAISABILITE
PROJET LAC A PAUL
ARIANNE

Cegertec WorleyParsons

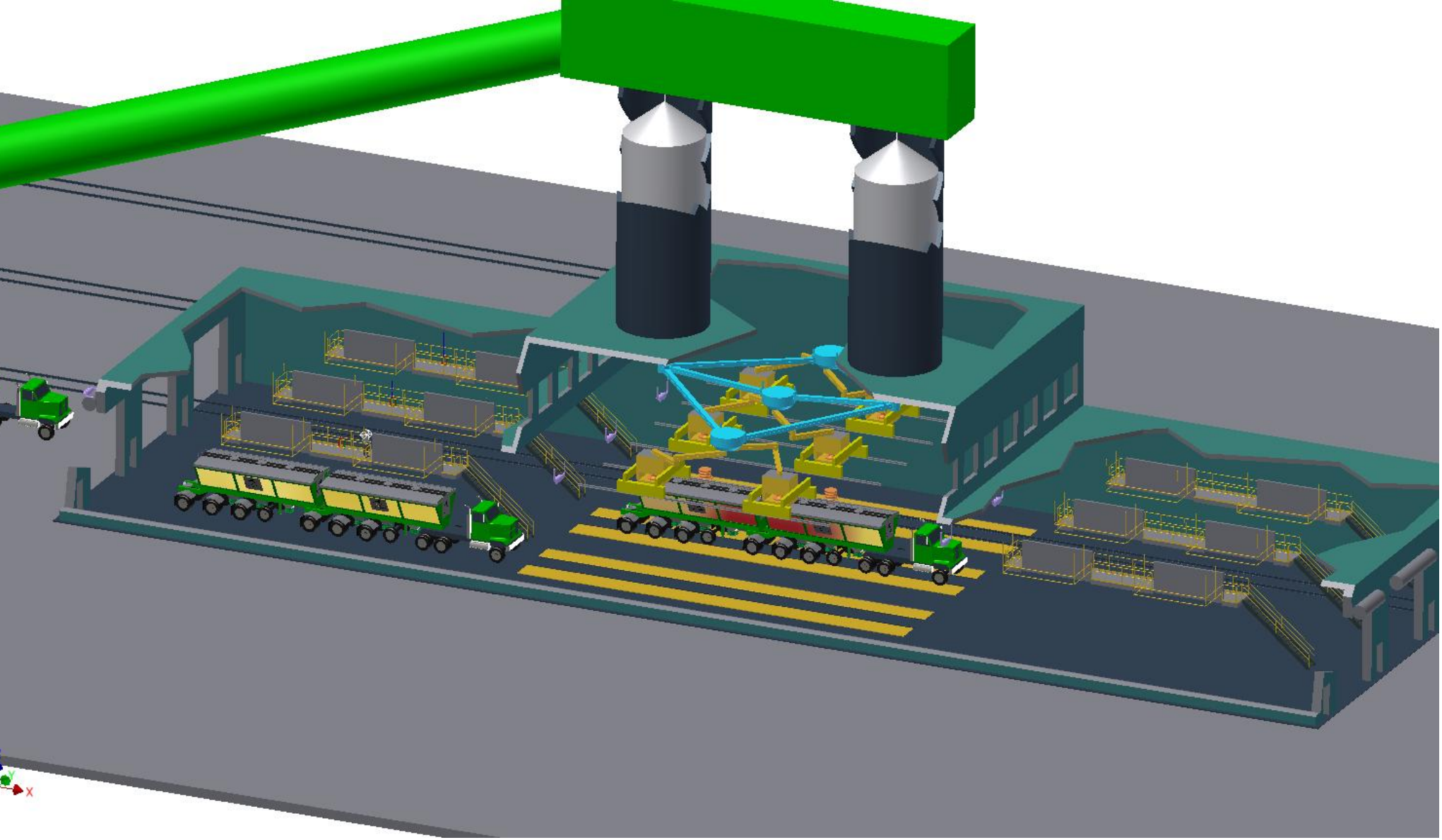
Spécialité MECANIQUE

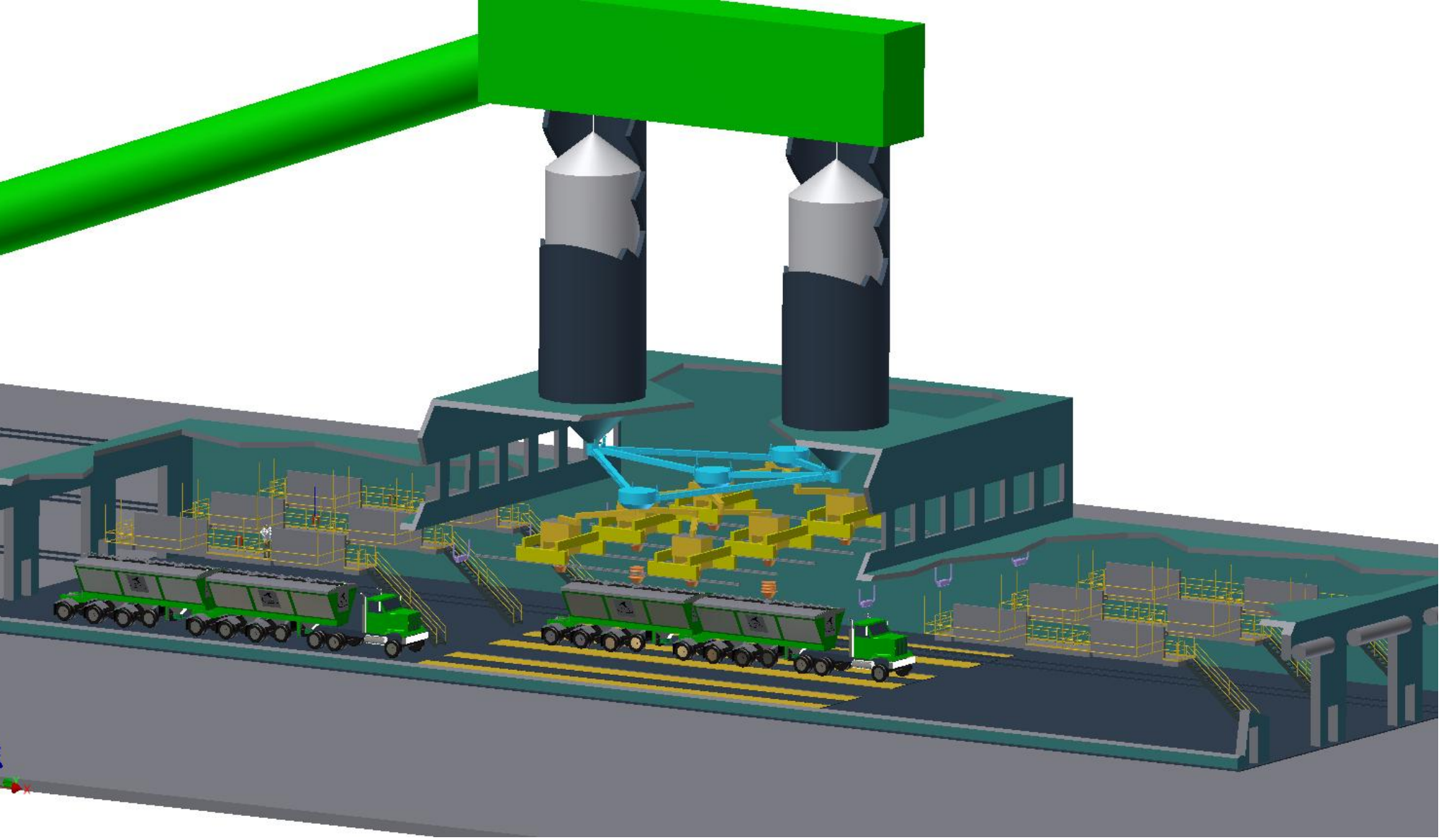
Titre
APATITE LAC A PAUL
STATION DE DECHARGEMENT DES CAMIONS
ARRANGEMENT

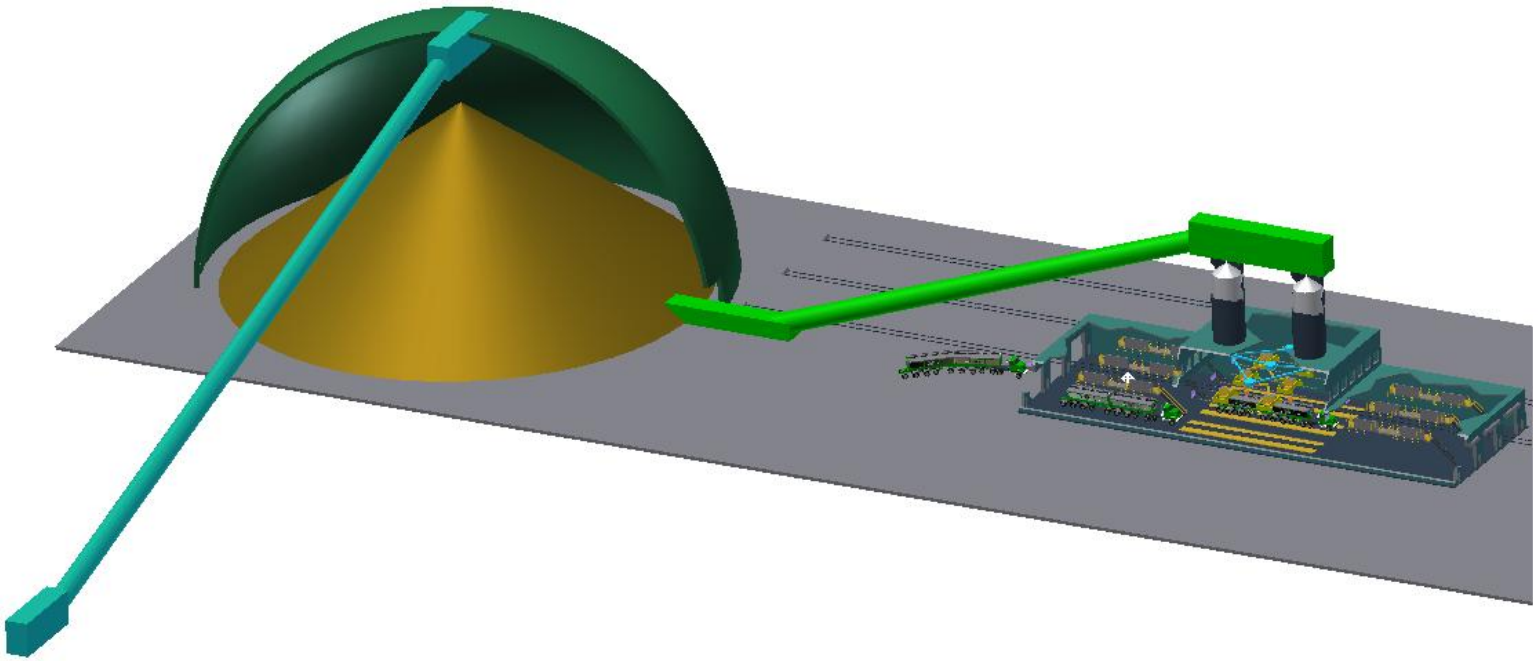
Sceau(x)	Concepteur	Dessinateur
	P. DEMERS / R. COTE	ROGER COTE
	Echelle: INDIQUEE	Date: 2013-01-11

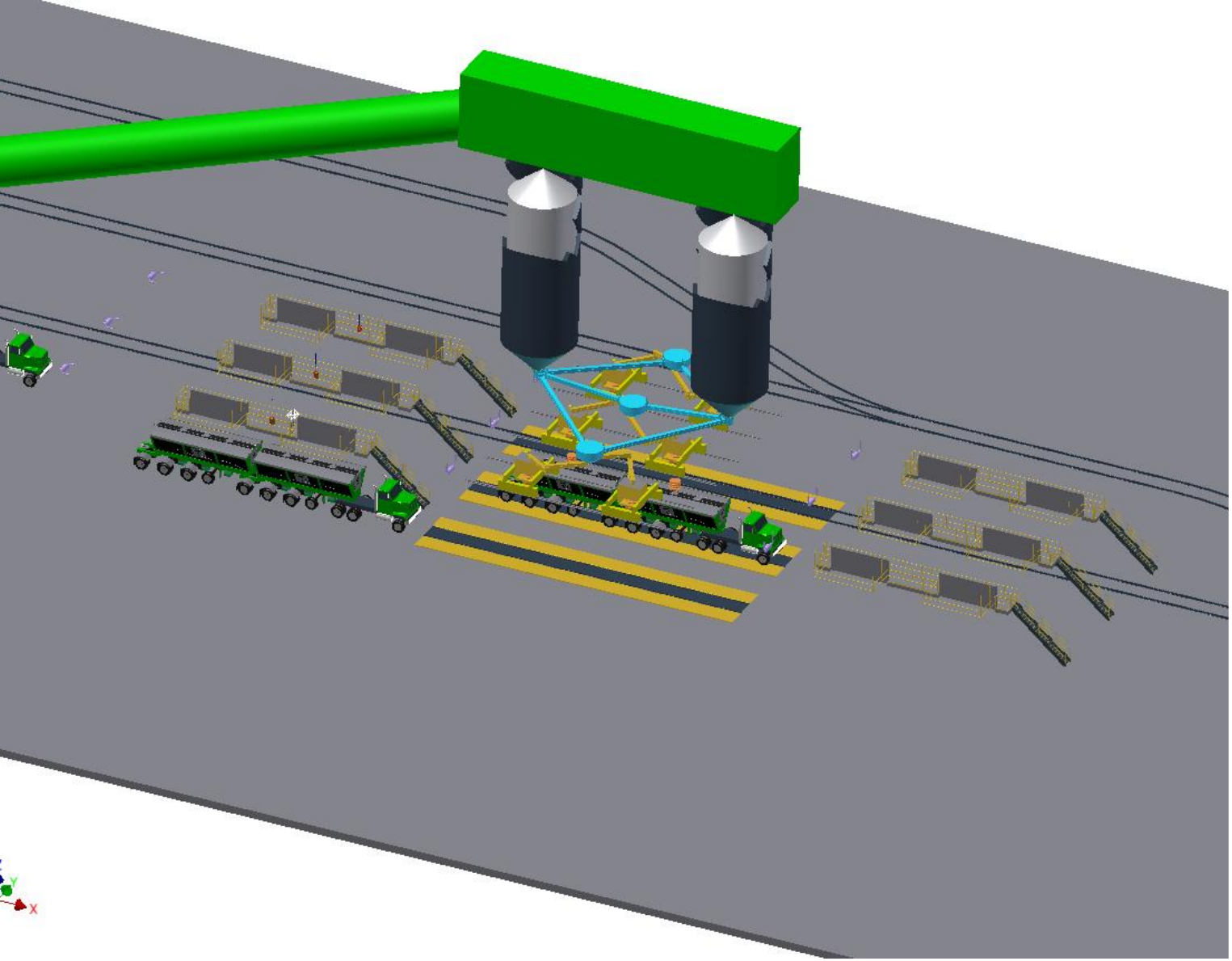
Approuvé Date

Projet	Lot	Format	Échelle	Disc.	Séq.	Rév.
19468	11	A0	A0	1:50	004	A









Annexe 8 :
Rapport préliminaire – Géochimie

Rapport intermédiaire
PU-2012-06-724

Évaluation du comportement géochimique des résidus de concentrateur, du minerai et des stériles du projet Lac-à-Paul

Pour :

M. Jean-Sébastien David
Vice-président opérations
Ressources d'Arianne inc.
30, rue Racine Est, bureau 160
Chicoutimi (Québec) G7H 1P5

Par :
Isabelle Demers, ing. Ph.D.
Benoît Plante, Ph.D.

URSTM

Unité de recherche et de service en technologie minérale
445, boul. de l'Université, Rouyn-Noranda (Québec) J9X 5E4
Téléphone : 819-762-0971, poste 2558 | Télécopieur : 819-797-6672

MAI 2013

Table des matières

Page
1. Introduction 1
2. Rappel du mandat 1
3. Méthodes 1
   3.1 Échantillonnage 1
   3.2 Caractérisations initiales des matériaux 1
   3.3 Essais cinétiques en colonnes 2
      3.3.1 Procédure des essais – rejets de concentrateur 2
      3.3.2 Procédure des essais – stériles et minerai 2
   3.4 Lixiviations MA.100-Lix.com (TCLP, SPLP, CTEU-9) 3
   3.5 Essais de sorption 3
4. Caractérisation des matériaux 3
   4.1 Caractérisations physiques 3
   4.4 Composition minéralogique par DRX 8
   4.5 Composition minéralogique par microscopie 9
   4.6 Résultats des lixiviations 16
5. Résultats des essais en colonnes 20
   5.1 Paramètres géochimiques 20
   5.2 Paramètres hydrogéologiques 26
6. Interprétation préliminaire 28
   6.1 Potentiel de génération d'acide à long terme 28
   6.2 Potentiel de génération de drainage contaminé 31
7. Sommaire 31
8. Suite des travaux 32
9. Références 33

Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramètres granulométriques des échantillons 6
Tableau 2 : Densité relative (D_r) des grains des échantillons 6
Tableau 3 : Composition chimique des échantillons 7
Tableau 4 : Analyse des oxydes principaux 7
Tableau 5 : Résultats des essais statiques de prédiction du DMA 8
Tableau 6 : Composition minéralogique par DRX 9
Tableau 7 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 6* 11

Tableau 8 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 7* 12
Tableau 9 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 8* 14
Tableau 10 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 9* 14
Tableau 11 : Résultats des lixiviations TCLP 17
Tableau 12 : Résultats des lixiviations SPLP 18
Tableau 13 : Résultats des lixiviations CTEU-9 19
Tableau 14 : Composition initiale en sulfates dans les matériaux testés 26

Liste des figures

Figure 1 : Distribution granulométrique de l'échantillon de rejets de concentrateur (granulomètre laser) 4
Figure 2 : Distribution granulométrique de l'échantillon stérile #1 (granulomètre laser + tamis) 4
Figure 3 : Distribution granulométrique de l'échantillon stérile #2 (granulomètre laser + tamis) 5
Figure 4 : Distribution granulométrique de l'échantillon Nelsonite (granulomètre laser + tamis) 5
Figure 5 : Distribution du Ni dans la pyrrhotite, la pyrite et l'horomanite 10
Figure 6 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon stériles #1 11
Figure 7 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon stériles #2 12
Figure 8 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon nelsonite 13
Figure 9 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon rejets de concentrateur 15
Figure 10 : Évolution du pH dans les eaux de rinçage issues des essais en colonnes 20
Figure 11 : Évolution de la conductivité dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 21
Figure 12 : Évolution des concentrations en Cu dans les eaux de rinçage des ssais en colonnes 22
Figure 13 : Évolution des concentrations en Ni dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 22
Figure 14 : Évolution des concentrations en Pb dans les eaux de rinçage des ssais en colonnes 23

Figure 15 : Évolution des concentrations en Zn dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 23
Figure 16 : Évolution des concentrations en P dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 24
Figure 17 : Évolution des concentrations en Al dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 24
Figure 18 : Évolution des concentrations en calcium dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 25
Figure 19 : Évolution des concentrations en magnésium dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 25
Figure 20 : Évolution des concentrations en sulfates dans les eaux de rinçage des essais en colonnes 26
Figure 21 : Teneurs en eau volumiques mesurées dans les colonnes de rejets 27
Figure 22 : Succion mesurée dans les colonnes rejet #1 et rejet #2 28
Figure 23 : Évolution des charges cumulées en Ca et Mg en fonction des charges cumulées en sulfates, pour les matériaux grossiers 29
Figure 24 : Évolution des charges cumulées en Ca et Mg en fonction des charges cumulées en sulfates, pour les rejets de concentrateur 29
Figure 25 : Projection de la courbe d'oxydation / neutralisation, pour les colonnes de stériles #1 et #2 30
Figure 26 : Projection de la courbe d'oxydation / neutralisation, pour les colonnes de Nelsonite et de rejet de concentrateur 30

1. Introduction

M. Jean-Sébastien David, de la compagnie Ressources d'Arianne, a mandaté l'équipe de l'Unité de recherche et de service en technologie minérale de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (URSTM-UQAT), pour la réalisation d'une étude visant à évaluer le comportement géochimique des rejets miniers et du minerai éventuels du projet Lac-à-Paul.

Ce rapport intermédiaire présente les résultats de la caractérisation des matériaux, les résultats partiels des essais en colonnes ainsi qu'une interprétation préliminaire et partielle des résultats.

2. Rappel du mandat

Les travaux en cours visent à évaluer le comportement géochimique à long terme des résidus, stériles et minerais du projet Lac-à-Paul. Ces travaux incluent une caractérisation chimique et minéralogique des matériaux du gisement Lac-à-Paul. Pour répondre aux préoccupations du client, le potentiel de drainage neutre contaminé (DNC) est exploré grâce à une caractérisation avec emphase sur les traces de sulfures et de nickel présents, de façon à cibler les risques potentiels. De plus, des tests de prédiction cinétique géochimique des différents matériaux du Lac-à-Paul (stériles, minerai et rejets de concentrateur) à l'aide d'essais en colonne sont réalisés, dans le but d'interpréter le comportement géochimique à long terme des différents matériaux.

Le présent rapport expose d'abord les méthodes utilisées durant les travaux de laboratoire. Par la suite, les résultats de la caractérisation détaillée des matériaux soumis à l'étude sont présentés, suivis des résultats partiels des essais cinétiques en colonnes.

3. Méthodes

3.1 Échantillonnage

Les échantillons de minerai, de stériles et de rejets de concentrateur ont été prélevés par le client. Les rejets de concentrateurs sont issus du pilotage réalisé par COREM; les informations sur l'échantillonnage et la provenance des échantillons sont présentées en annexe. Les échantillons de stériles ont été prélevés dans les intersections de stériles. Le client est responsable de la représentativité des échantillons.

3.2 Caractérisations initiales des matériaux

Les échantillons de stériles, de minerai et de rejets de concentrateur ont été soumis à différentes caractérisations :

- Granulométrie (tamis et laser), pour obtenir la distribution de la taille des particules dans les échantillons testés en colonne;
- Densité relative des grains (pycnomètre à l'hélium), nécessaire pour la mise en place des rejets de concentrateur dans les colonnes à une porosité visée;

- Analyse chimique des solides (laboratoire sous-traitant, MA.200-Mét 1.2), pour connaître la composition initiale des matériaux et pour comparer avec les critères en vigueur;
- Essais statiques complets (laboratoire sous-traitant, MA.110 – ACISOL 1.0), pour estimer le potentiel de génération d'acide; les résultats sont interprétés selon le critère du potentiel net de neutralisation (PNN, Miller *et al.*, 1991) et le critère du ratio PN/PA (Adam *et al.*, 1997);
- Microscopie optique et électronique à balayage, pour identifier les minéraux potentiellement contaminants;
- Composition minéralogique par DRX, pour identifier les principaux minéraux de gangue.

3.3 Essais cinétiques en colonnes

Un essai en colonne permet de simuler l'altération des matériaux, afin d'en étudier le comportement géochimique. Cet essai permet d'évaluer la réactivité des différents minéraux constituant le matériel et, ainsi, d'en prédire le comportement géochimique lors de l'entreposage des rejets sur le site.

3.3.1 Procédure des essais – rejets de concentrateur

Cet essai est réalisé dans une colonne de plexiglas spécialement conçue, de 14 cm de diamètre par environ 50 cm de hauteur. Environ 30 cm de matériel est mis en place par pompage de la pulpe, à la même teneur en eau que lors de la déposition en cellule de terrain ou encore par déposition par couches successives, à la porosité et à la teneur en eau anticipées sur le terrain. Les rinçages de l'essai en colonne sont réalisés avec 2 L d'eau déminéralisée, à tous les mois, et les lixiviats sont analysés pour un ensemble de paramètres géochimiques. De plus, la teneur en eau et la succion sont mesurées à l'intérieur du rejet : la teneur en eau, à toutes les 12 heures, et la succion, une fois par cycle. La durée des essais est d'une année (12 rinçages mensuels), avec possibilité de poursuivre davantage, si le comportement géochimique continue d'évoluer de façon significative. Une colonne duplicata a été installée pour valider les résultats obtenus, même s'il a été démontré dans la littérature que l'essai en colonne tel que celui utilisé dans cette étude est reproductible (voir Demers *et al.*, 2011). Le lixiviat de la colonne duplicata (appelée Rejet #2) n'a pas été analysé à tous les mois.

3.3.2 Procédure des essais – stériles et minerai

Les colonnes de stériles ont une hauteur de 80 cm et un diamètre interne de 14 cm. En raison de la quantité limitée des matériaux, nous avons opté pour l'utilisation de la même masse dans chacune des colonnes, soit 14 kg, ce qui ne correspond pas au même volume pour chacun des matériaux, en raison de leur densité différente (hauteur de 60 cm pour les stériles et 45 cm pour le Nelsonite). Cependant, cette méthode permet de comparer les matériaux sur une basse massique. Chaque cycle débute par un mouillage (ou une lixiviation) à l'eau déionisée, par le haut de la colonne, pour ennoyer complètement les matériaux (4 L pour les colonnes de stériles, 3 L pour la colonne de Nelsonite).

L'eau reste ensuite en contact avec les stériles, pour une durée de 4 heures. Ensuite, la colonne est vidée (avec un temps de vidange d'environ 20 minutes) et les analyses sont réalisées. Après la lixiviation, les colonnes sont laissées à l'air libre, à la température de la pièce, jusqu'au prochain mouillage, qui sera effectué 2 semaines plus tard. Un total de 24 cycles, soit environ deux fois par mois pendant un an, est souvent retenu. Les mesures de teneurs en eau et de succion n'étant pas faites dans les colonnes de matériaux grossiers en raison de la grande porosité, le contact entre les sondes et les particules de matériau n'est donc pas aussi uniforme que dans le cas de matériaux fins, comme les rejets de concentrateur.

3.4 Lixiviations MA.100-Lix.com (TCLP, SPLP, CTEU-9)

La série complète des lixiviations de la méthode MA.100-Lix.com du CEAEQ a été réalisée. Ces essais incluent les lixiviations avec un acide (TCLP et SPLP) et à l'eau (pH neutre CTEU-9). Suite à chacune des lixiviations, les solutions ont été analysées pour en déterminer le pH final ainsi que les concentrations en métaux et en ions. Les essais ont été réalisés dans un laboratoire sous-traitant.

3.5 Essais de sorption

Des essais de sorption sont prévus, mais n'ont pas encore été réalisés. La pertinence de tels essais sera évaluée lorsque plus de résultats seront disponibles.

L'objectif des essais de sorption est d'estimer le potentiel des matériaux à retenir les différents contaminants potentiels sous des conditions données. Les essais de sorption consistent à mettre en contact les matériaux avec des solutions artificiellement enrichies en métaux, pour lesquels on soupçonne un potentiel de contamination des eaux de drainage. Cela permet d'étudier le potentiel de rétention intrinsèque (par des phénomènes de sorption) des matériaux et d'estimer, par conséquent, leur capacité de sorption dans différentes conditions. Comme ces tests impliquent des mesures à différents temps, ils permettent d'étudier les cinétiques de rétention naturelle des métaux (emphase sur le Ni, à valider avec les caractérisations initiales) des matériaux étudiés. Cette capacité de sorption, capitale quand il s'agit de drainage neutre, est prise en compte lors de l'interprétation des essais de lixiviation en colonne.

4. Caractérisation des matériaux

4.1 Caractérisations physiques

Les *figures 1* à *4* ainsi que le *tableau 1* présentent les résultats de la caractérisation granulométrique des échantillons.

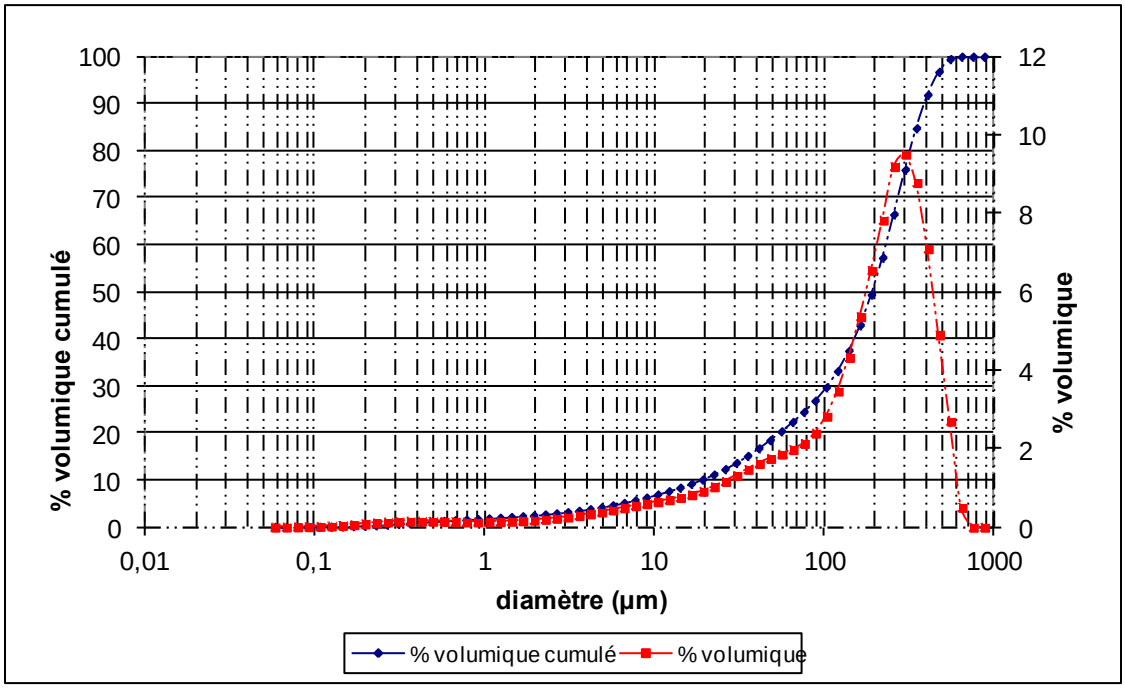


Figure 1 : Distribution granulométrique de l'échantillon de rejets de concentrateur (granulomètre laser)

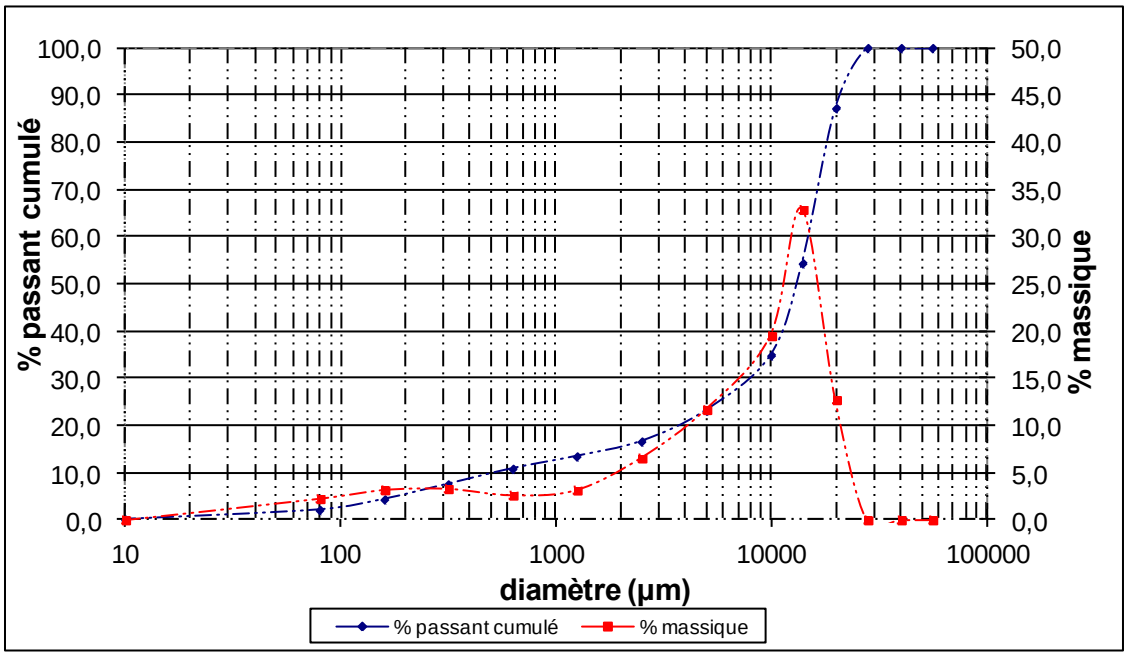


Figure 2 : Distribution granulométrique de l'échantillon stérile #1 (granulomètre laser + tamis)

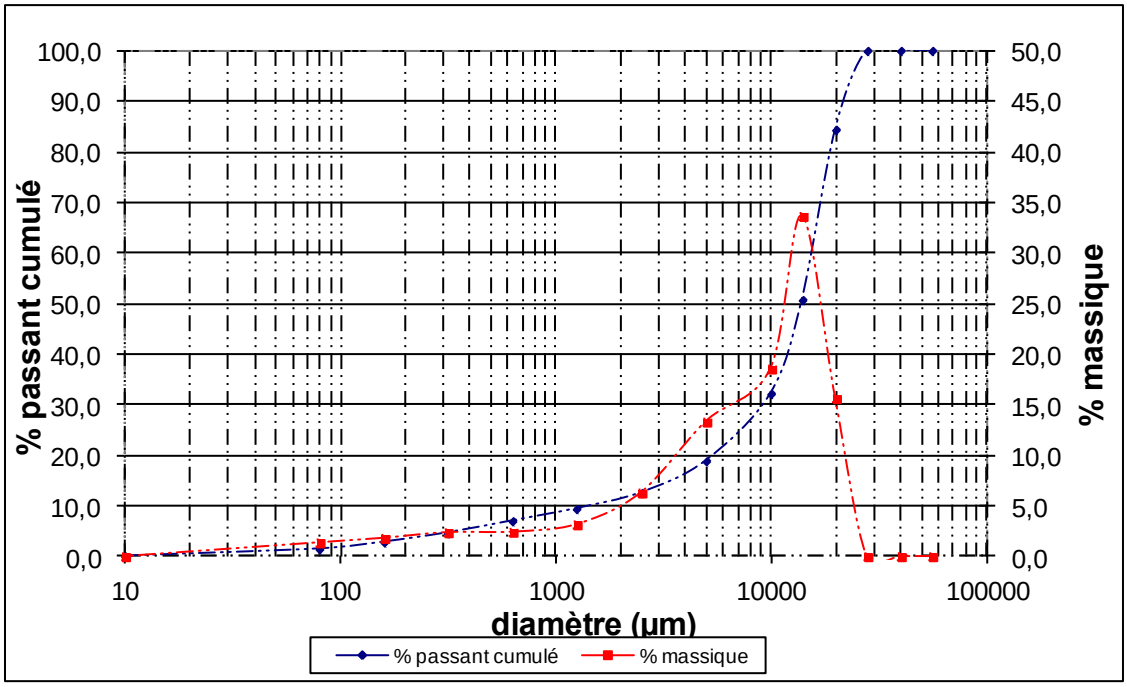


Figure 3 : Distribution granulométrique de l'échantillon stérile #2 (granulomètre laser + tamis)

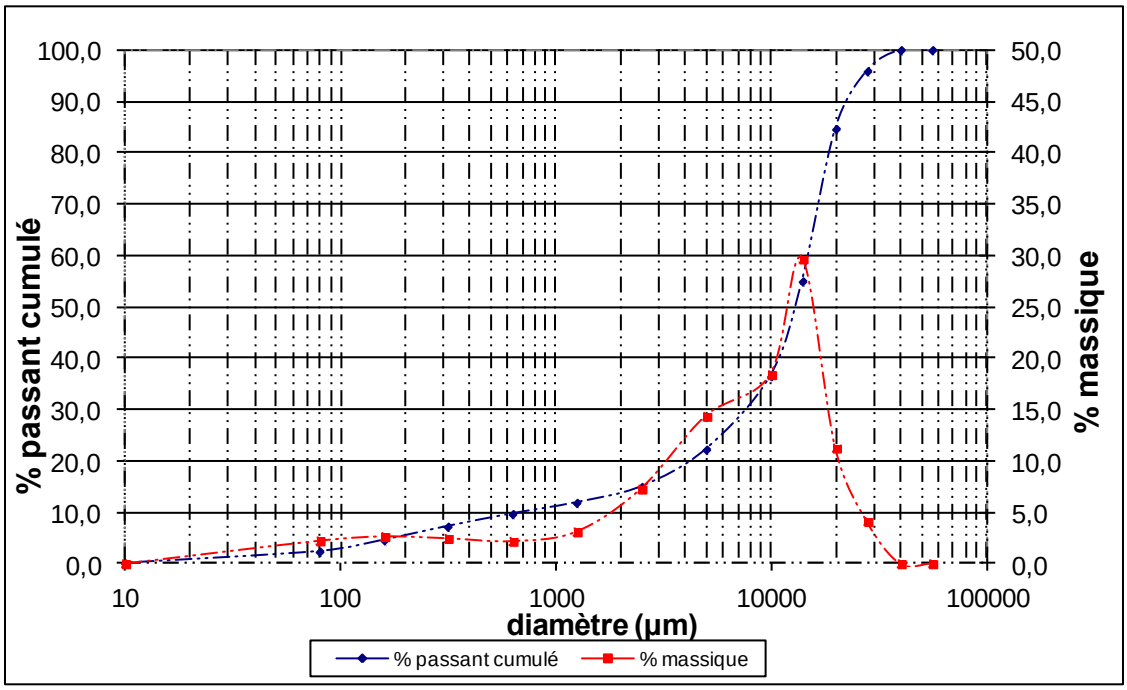


Figure 4 : Distribution granulométrique de l'échantillon Nelsonite (granulomètre laser + tamis)

Tableau 1 : Paramètres granulométriques des échantillons

Paramètre	Unités	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejet
$Cu = D_{60}/D_{10}$	(-)	30,0	10,4	18,8	12,3
$Cc = D_{30}^2/(D_{60}*D_{10})$	(-)	8,53	3,78	5,20	2,49
$U = (D_{90}-D_{10})/D_{50}$	(-)	1,55	1,46	1,66	1,94
D_{10}	(mm)	0,5	1,5	0,8	19,0
D_{20}	(mm)	3,6	5,5	4,2	54,7
D_{30}	(mm)	8,0	9,4	7,9	105
D_{40}	(mm)	11,2	11,9	11,8	151
D_{50}	(mm)	13,2	13,9	13,0	193
D_{60}	(mm)	15,0	15,6	15,0	233
D_{70}	(mm)	16,6	17,1	16,8	275
D_{80}	(mm)	18,2	19,0	18,7	324
D_{90}	(mm)	21,0	21,8	22,4	394

La densité relative des grains des échantillons est présentée au *tableau 2*.

Tableau 2 : Densité relative (D_r) des grains des échantillons

Échantillon	Dr
Stériles #1	2,992
Stériles #2	2,995
Nelsonite	3,497
Rejet de concentrateur	3,370

4.2 Composition chimique des matériaux

La composition chimique des échantillons est présentée au *tableau 3*. Les principaux éléments présents sont le calcium, le fer, l'aluminium, le magnésium et le potassium. Les stériles sont plus riches en aluminium et en potassium, tandis que le Nelsonite l'est plus en calcium et en fer, mais contient moins d'aluminium et de potassium. Le rejet a une composition chimique intermédiaire entre les stériles et le Nelsonite, mais un peu plus près de ce dernier.

Les résultats sont comparés aux critères A, B et C de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. On observe quelques dépassements du critère A (Ba, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Se pour certains échantillons). Tous les échantillons ont au moins un dépassement du critère B : les stériles #1 et #2 dépassent celui-ci pour le Cr et le Ni; le Nelsonite le dépasse pour le Co, le Mn, le Ni et le Se; le rejet, quant à lui, le dépasse pour le Co et le Mn.

Tableau 3 : Composition chimique des échantillons

Paramètre	Unité	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejet de conc	Critère A	Critère B	Critère C
Argent (Ag)	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	20	40
Arsenic (As)	mg/kg	<5	<5	<5	<5	6	30	50
Baryum (Ba)	mg/kg	420	180	56	140	200	500	2000
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,5	5	20
Cobalt (Co)	mg/kg	20	21	87	67	15	50	300
Chrome (Cr)	mg/kg	290	380	150	5	85	250	800
Cuivre (Cu)	mg/kg	19	25	72	51	40	100	500
Etain (Sn)	mg/kg	<4	<4	<4	<4	5	50	300
Manganèse (Mn)	mg/kg	200	170	1200	840	770	1000	2200
Molybdène (Mo)	mg/kg	3	4	2	<1	2	10	40
Nickel (Ni)	mg/kg	130	200	150	66	50	100	500
Plomb (Pb)	mg/kg	<5	<5	<5	<5	40	500	1000
Sélénium (Se)	mg/kg	2	<1	10	3	1	3	10
Zinc (Zn)	mg/kg	49	26	49	43	110	500	1500
Aluminium (Al)	mg/kg	14000	11000	4300	5100			
Antimoine (Sb)	mg/kg	<2	<2	<2	<2			
Béryllium (Be)	mg/kg	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
Calcium (Ca)	mg/kg	28000	15000	93000	32000			
Fer (Fe)	mg/kg	26000	22000	120000	76000			
Magnésium (Mg)	mg/kg	12000	8700	57000	47000			
Potassium (K)	mg/kg	9100	5200	1800	3200			
Sodium (Na)	mg/kg	680	1100	560	450			
Strontium (Sr)	mg/kg	39	39	140	60			
Titane (Ti)	mg/kg	880	900	660	650			
Bismuth (Bi)	mg/kg	<7	<7	<7	<7			
Vanadium (V)	mg/kg	78	63	200	24			
Tellure (Te)	mg/kg	<20	<20	<20	<20			

L'analyse des oxydes « whole rock » est présentée au *tableau 4*.

Tableau 4 : Analyse des oxydes principaux

Paramètre	Unité	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejet
LOI	%	0,47	0,43	-1,06	-0,95
SiO2	%	45,6	47,2	17,2	30,9
Fe2O3	%	11,06	11,68	35,02	27,93
Al2O3	%	18,27	16,94	2,53	7,67
CaO	%	9,2	8,98	13,76	6,69
MgO	%	3,95	5,97	12,33	11,89
Na2O	%	3,93	3,32	0,24	1,53
K2O	%	1,37	1,04	0,21	0,57
MnO	%	0,12	0,14	0,3	0,31
TiO2	%	3,18	3,12	10,33	10,93
P2O5	%	2,55	1,01	9,89	3,35
Cr2O3	%	0,048	0,086	0,035	0,007
V2O5	%	0,03	0,033	0,107	0,035

4.3 Résultats des essais statiques de prédiction du PGA

Les résultats des essais statiques présentés au *tableau 5* démontrent que les stériles testés ne sont pas générateurs de drainage minier acide (%S < 0,3 % et PNN > 20 kg $CaCO_3$/t). Les échantillons de Nelsonite et de rejet de concentrateur sont classés comme incertains, en raison de leur PNN < 20 kg $CaCO_3$/t et de leur ratio PN/PA < 3.

Tableau 5 : Résultats des essais statiques de prédiction du DMA

Paramètre	Unité	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejet de conc
Soufre (S)	%	0,08	0,12	0,39	0,35
Potentiel d'acidité maximal (PA)	kg CaCO3/t	2,6	3,7	12,3	10,9
Potentiel neutralisation brut (PN)	kg CaCO3/t	25	25	25	24
Potentiel neutralisation net (PNN)	kg CaCO3/t	22,4	21,2	12,4	13,5
Sulfates (SO4)	mg/kg	8	8	25	270
Ratio PN/PA		9,6	6,8	2,0	2,2
Carbone total C	mg/kg	830	960	720	560
Carbone organique total	mg/kg	ND	ND	500	ND
Carbone inorganique total	mg/kg	830	960	ND	560

4.4 Composition minéralogique par DRX

Le *tableau 6* présente la composition minéralogique déterminée par DRX. À noter que les logiciels utilisés, ainsi que les bases de données minérales, permettent d'identifier les principales phases minérales des échantillons et, ensuite, d'en évaluer les concentrations massiques approximatives par modélisation Rietveld (1993). Cette technique ne détecte que les minéraux bien cristallisés et de concentrations supérieures à environ 0,5 % massique. La DRX semi-quantitative comporte aussi une incertitude absolue d'environ ± 0,5 % massique.

Certains pics de l'apatite ne sont pas bien modélisés par la méthode Reitveld, car il se peut que la fiche de structure de l'apatite fournie avec le logiciel ne corresponde pas exactement à celle de l'échantillon.

On observe que la labradorite et l'hornblende sont abondants dans les stériles, et un peu moins dans le rejet. Le Nelsonite comporte plus de 40 % de forsterite. L'ilménite est présente de façon significative, surtout dans le Nelsonite et le rejet. Les minéraux sulfureux identifiés sont la pyrite et la pyrrhotite, à des valeurs frôlant les limites de détection de l'appareil. Ces valeurs sont cependant dans le même ordre de grandeur que la quantification des sulfures selon l'analyse chimique (%S), considérant qu'il n'est pas possible seulement avec l'analyse chimique de départager la pyrite de la pyrrhotite.

Tableau 6 : Composition minéralogique par DRX

Minéral	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejet
Quartz	4,6	3,8	1,8	3,7
Biotite	6,9	2,9	3,6	4,9
Muscovite	2,7	2,2	3,7	2,4
Labradorite	60,7	55,8	1,5	26,7
Hornblende	17,1	26,1	7,9	15,7
Ilménite	3,9	2,9	19	13,1
Pyrite	0,2	0,2	1,1	0,4
Pyrrhotite	0,9	0,6	0,5	1,5
Rutile	0,5	0,6		0,1
Apatite	2,5	2,4	10,3	5,1
Magnetite		1	6,4	0,4
Forsterite			44,2	22,4
Dolomite		1,5		3,6

4.5 Composition minéralogique par microscopie

Les échantillons ont été moulés en sections polies pour l'observation aux microscopes optique (MO) et électronique à balayage (MEB). L'objectif de la microscopie est d'identifier les minéraux ayant un potentiel de contamination des eaux. En effet, des éléments, comme le Ni, peuvent se retrouver en inclusions ou en solution dans les minéraux sulfureux et, ainsi, être relâchés lors de l'oxydation des sulfures par l'oxygène de l'air. Les observations au microscope optique ont montré que les minéraux sulfurés sont présents sous forme de traces dans les quatre échantillons étudiés. Il s'agit principalement de la pyrrhotite avec des traces de pyrite, d'horomanite et de chalcopyrite. Un seul grain de cubanite a été observé dans l'échantillon Nelsonite. L'horomanite est associée à la pyrrhotite et toujours sous forme d'inclusion. Certains minéraux ont fait l'objet d'une microanalyse chimique élémentaire au microscope électronique à l'aide d'un spectromètre à dispersion d'énergie, afin de mieux les identifier et de connaître leur composition chimique.

Le Ni est essentiellement présent sous forme d'horomanite, dont la valeur varie de 18 à 37 % (massique), comme le montre la *figure 5*. Les horomanites contiennent du Co et du Cu, selon la formule chimique $(Fe,Ni,Co,Cu)_9S_8$. La teneur en Co varie de 5 à 15 % massique. Les analyses chimiques ponctuelles de toutes les horomanites observées et analysées sont présentes dans les *tableaux 7* à *10*, avec leurs distributions dans chacun des échantillons étudiés.

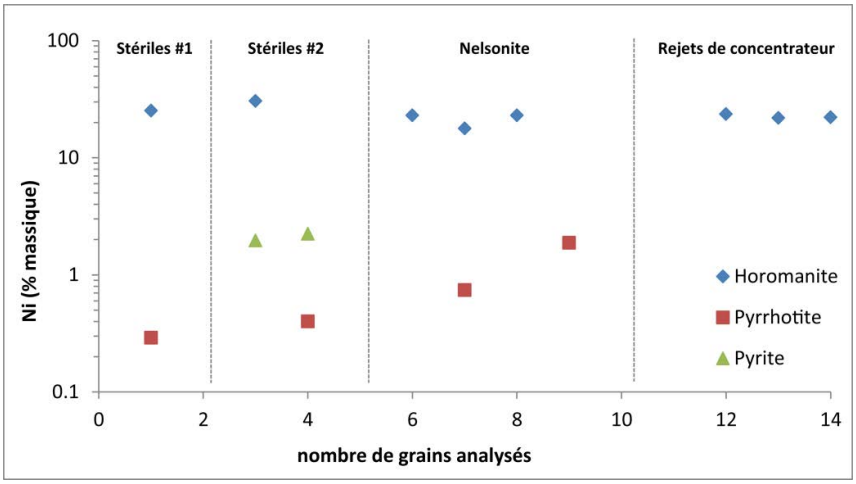


Figure 5 : Distribution du Ni dans la pyrrhotite, la pyrite et l'horomanite

Le Ni est également associé à la pyrrhotite et à la pyrite sous forme de trace. Sur les 14 pyrrhotites analysées, seuls 4 grains en contiennent, avec une teneur qui varie de 0,3 à 1,9 % (massique). Trois pyrites ont été analysées et deux d'entre elles contiennent du Ni, avec une valeur de 2 % (massique). La pyrite a été observée uniquement dans les stériles #1 et #2.

Tous les minéraux sulfurés observés avec leurs identifications et leurs analyses chimiques ponctuelles sont présentés dans les *figures 6* à *9* et les *tableaux 7* à *10*.

22693 : Stériles #1

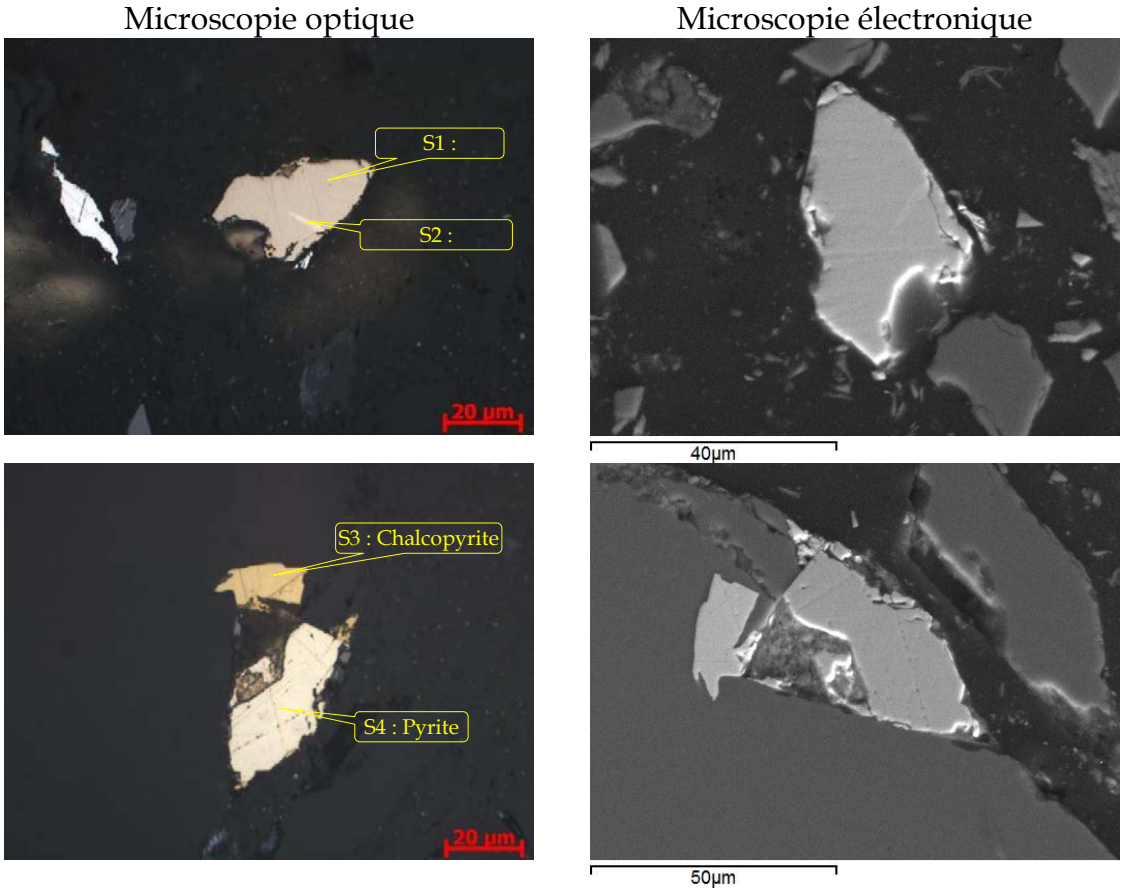


Figure 6 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon stériles #1

Tableau 7 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 6*

	S	Fe	Ni	Cu	Total
S1: Pyrrhotite-Ni	42,14	57,58	0,29		100
S2: Horomanite	38,82	35,86	25,31		100
S3: Chalcopyrite	38,61	28,98		32,41	100
S4 : Pyrite	56,46	43,54			100

22694 : Stériles #2

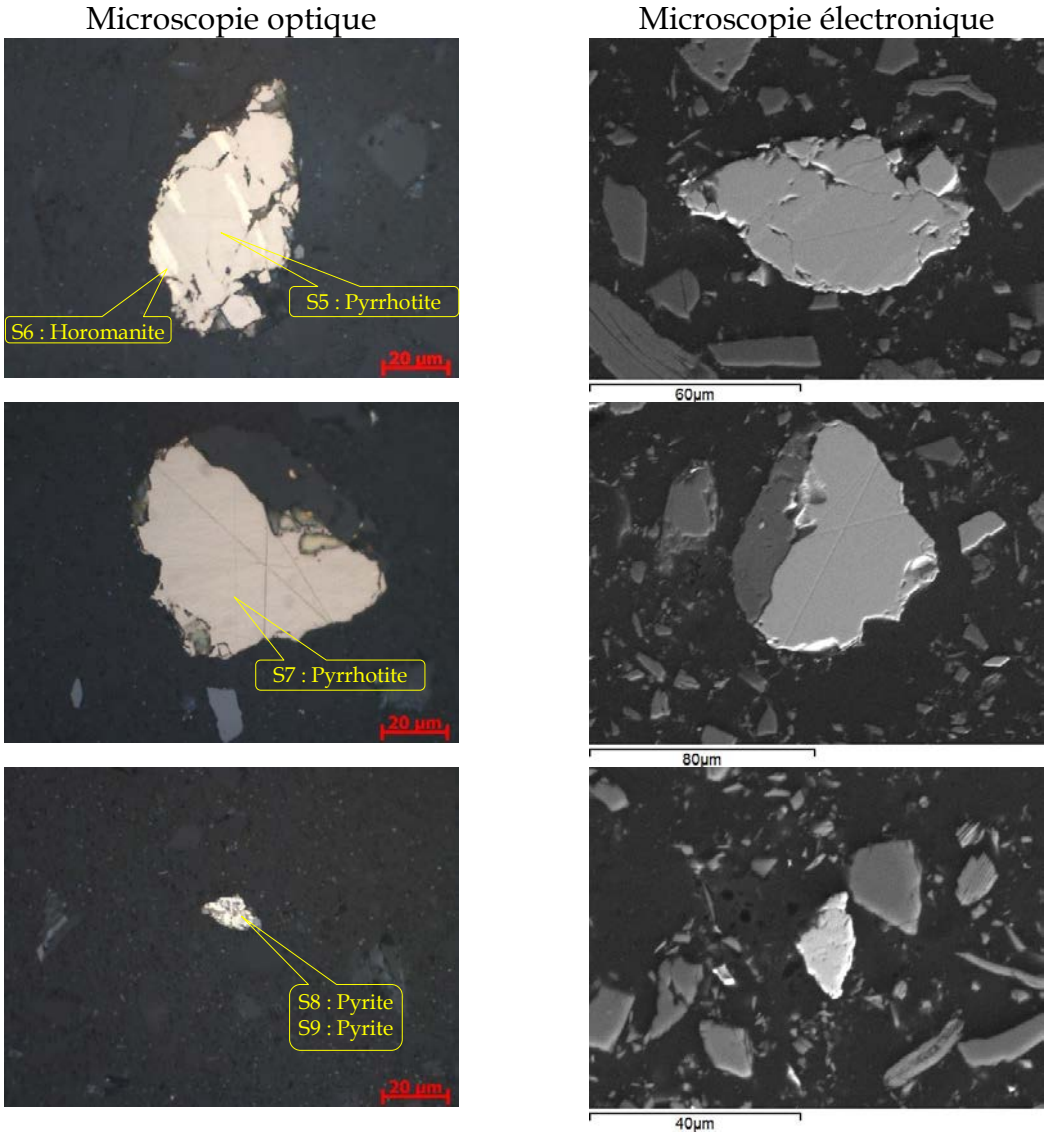


Figure 7 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon stériles #2

Tableau 8 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 7*

	S	Fe	Co	Ni	Cu	Total
S5 : Pyrrhotite	42,97	57,03				100
S6 : Horomanite	36,54	27,38	5,52	30,57		100
S7 : Pyrrhotite	41,99	57,61		0,40		100
S8 : Pyrite	52,73	45,01		1,97	0,29	100
S9 : Pyrite	56,24	41,52		2,24		100

22695 : Nelsonite

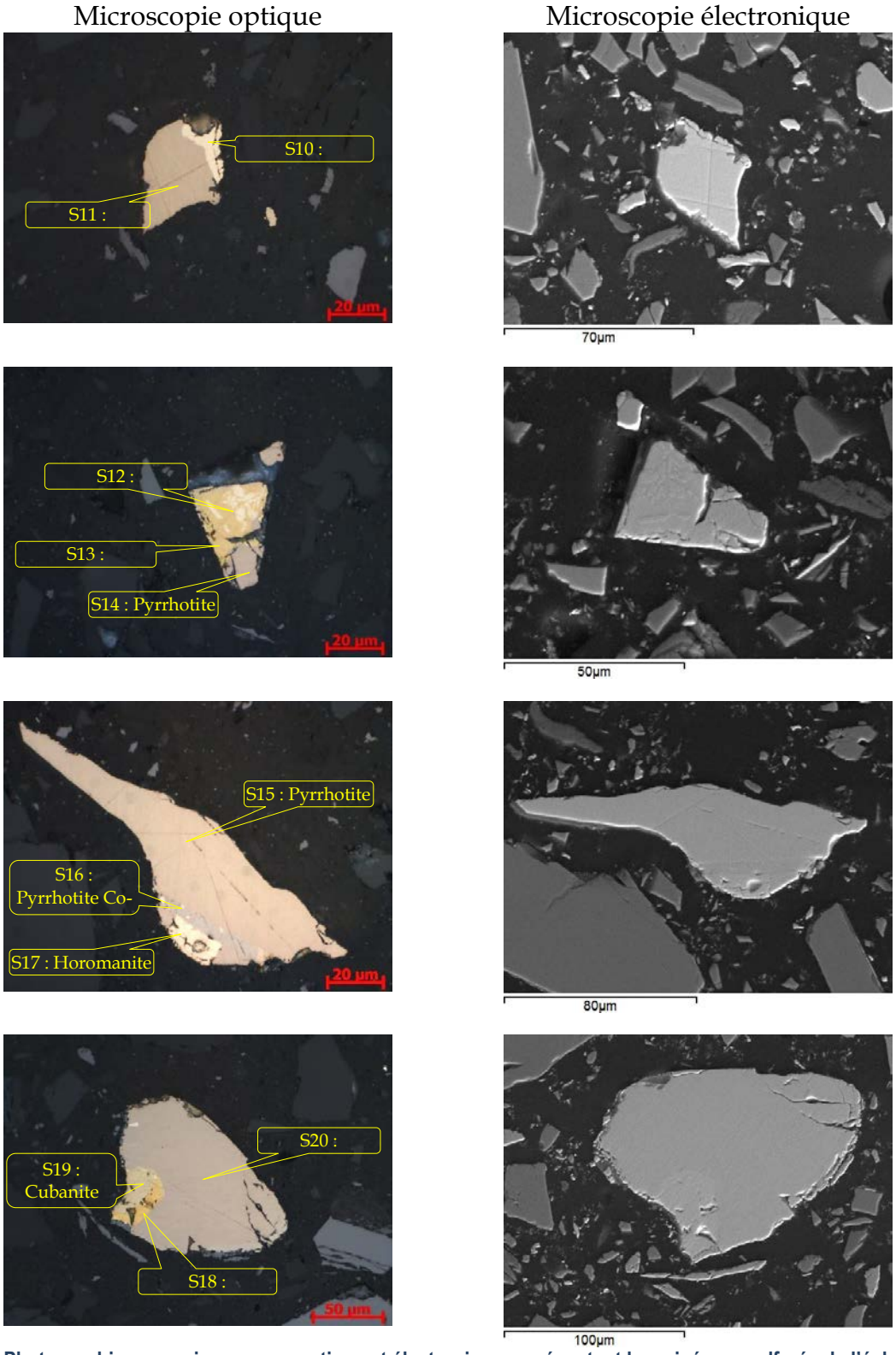


Figure 8 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon nelsonite

Tableau 9 : Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 8*

	S	Fe	Co	Ni	Cu	Total
S10 : Horomanite	36,41	31,25	9,34	23,00		100
S11 : Pyrrhotite	39,38	60,62				100
S12 : Horomanite	36,80	31,36	5,89	17,83	8,12	100
S13 : Chalcopyrite	38,71	29,64			31,65	100
S14 : Pyrrhotite-Cu-Ni	39,94	52,61		0,74	6,70	100
S15 : Pyrrhotite	39,27	60,59			0,14	100
S16 : Pyrrhotite Co-Ni	39,36	55,06	3,70	1,88		100
S17 : Horomanite	36,22	34,04	6,69	23,05		100
S18 : Chalcopyrite	38,17	29,99			31,84	100
S19 : Cubanite	38,45	39,82			21,73	100
S20 : Pyrrhotite	39,47	60,39			0,14	100

Tableau 10: Analyses chimiques élémentaires au MEB des minéraux sulfurés représentés à la *figure 9*

	O	Mg	S	Ti	Fe	Co	Ni	Cu	Total
S21 : Pyrrhotite			39,47		60,53				100
S22 : Ilménite	37,35	0,82		28,69	33,13				100
S23 : Horomanite			36,18		25,91	14,27	23,64		100
S24 : Pyrrhotite			39,59		60,41				100
S25 : Chalcopyrite			37,66		36,25			26,09	100
S26 : Pyrrhotite			39,52		60,48				100
S27 : Pyrrhotite			41,64		58,36				100
S28 : Pyrrhotite			39,96		60,04				100
S29 : Pyrrhotite			39,68		60,32				100
S30 : Pyrrhotite			39,61		60,39				100
S31 : Horomanite			35,84		27,15	15,09	21,93		100
S32 : Pyrrhotite			39,65		60,35				100
S33 : Pyrrhotite-Cu			39,47		60,46			0,07	100
S34 : Horomanite			36,55		32,98	7,17	22,17	1,14	100
S35 : Chalcopyrite			38,84		39,67			21,49	100
S36: Pyrrhotite			39,55		60,45				100

22970 : Rejets de concentrateur

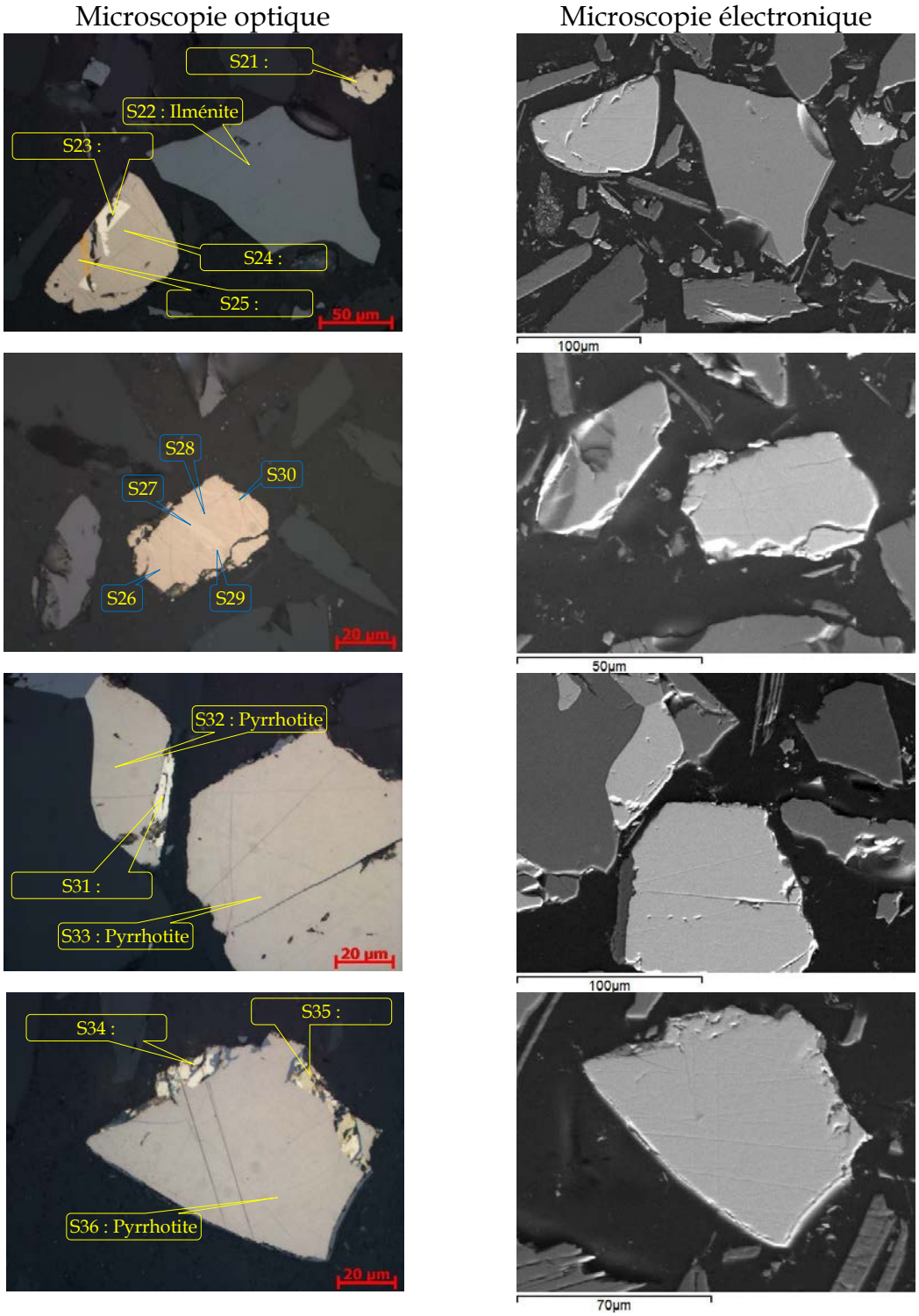


Figure 9 : Photographies aux microscopes optique et électronique représentant les minéraux sulfurés de l'échantillon rejets de concentrateur

4.6 Résultats des lixiviations

La série complète des lixiviations de la méthode MA. 100 - Lix.com. 1.0 du CEAEQ a été réalisée. Les résultats sont présentés aux *tableaux 11* à *13,* avec la comparaison avec les critères de la *Directive 019*.

Les extractions TCLP (*tableau 11*), réalisées avec un tampon d'acide acétique, montrent que, de façon générale, les éléments ayant les concentrations les plus élevées dans les lixiviats sont Ca, Mg, K et Si. Il est probable que la solution d'extraction acide (tampon pH ~4,9) ait conduit à la neutralisation (les pH finaux sont plus élevés) par des silicates neutralisants contenant Ca, Mg, K et Si. Le Fe est présent dans les lixiviats et provient probablement de la mise en solution du fer, qui est augmentée par le pH acide de l'essai. On observe au *tableau 11* que les échantillons Stérile #1, Stérile #2 et Rejet présentent un dépassement du critère pour l'Ag, mais comme la teneur en Ag dans les matériaux est inférieure au critère A (voir tableau 3), les matériaux sont considérés comme « résidus miniers à faible risque ». Le Mn dépasse le *critère de l'eau souterraine aux fins de consommation* pour les quatre échantillons, mais cet élément n'est pas contrôlé par la *Directive 019* ni la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Cependant, vu les concentrations obtenues durant l'essai, cet élément sera suivi de près pendant les essais en colonnes. De plus, les concentrations en Al sont également près du critère « lixiviable » ce qui nécessitera un suivi étroit de cet élément durant les essais en colonnes. Aucun échantillon n'a mené à un lixiviat dépassant les critères du Tableau 1 de l'Annexe 2 de la *Directive 019*. Donc, aucun des échantillons n'est considéré comme « Résidu minier à risques élevés ».

Bien que la *Directive 019* mentionne l'essai TCLP dans les définitions des résidus miniers à l'Annexe 2, les résultats des essais SPLP et CTEU-9 seront aussi comparés aux mêmes critères, à titre comparatif.

Les résultats des extractions SPLP, simulant les pluies acides, sont résumés au *tableau 12*. On observe que les concentrations en éléments dans les lixiviats SPLP sont moins élevées que dans les lixiviats TCLP. La solution d'extraction SPLP à pH initial ~4,2 n'étant pas un tampon, sa neutralisation (les pH finaux sont d'environ 9) requiert donc une moins grande quantité de silicates neutralisants, ce qui mène à une dissolution moindre de Ca, Mg, K et Si. Le seul élément ayant dépassé un critère étant l'Ag, les échantillons se qualifieraient comme « Résidus miniers à faible risque », si nous utilisions les résultats SPLP dans les définitions de l'Annexe 2 de la *Directive 019*.

Les résultats des extractions CTEU-9, réalisées à l'eau déminéralisée ajustée au départ à pH 7 avec un temps total de brassage de 7 jours, sont présentés au *tableau 13*. On observe, bien que le pH initial soit près de la neutralité, que le pH après 7 jours se situe entre 8,8 et 9,3. Si les résultats des essais CTEU-9 étaient comparés aux définitions de l'Annexe 2 de la *Directive 019*, nous obtiendrions que tous les échantillons seraient classés « Résidus miniers à faible risque ». On observe des dépassements en Ag, et les

Stérile #1 et Stérile #2 présentent aussi un dépassement en Al et Cu, mais ces éléments sont inférieurs au Critère A. Selon cet essai, le Mn et le Ni demeurent des éléments à surveiller.

Tableau 11 : Résultats des lixiviations TCLP

Paramètre	Unités	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejets	Eau potable	Lixiviable	Risque élevé
Mercure (Hg)	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,00013	0,1
Uranium (U)	mg/L	0,0009	0,0007	<0,0006	0,0018			
Aluminium (Al)	mg/L	0,70	0,54	0,26	0,54	-	0,75	-
Antimoine (Sb)	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	-	-
Argent (Ag)	mg/L	0,0008	0,0017	0,0005	0,0014	0,1	0,0006	-
Arsenic (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	0,34	5,0
Baryum (Ba)	mg/L	0,99	0,43	0,19	0,70	1	5,3	100
Cadmium (Cd)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,0021	0,5
Chrome (Cr)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	-	5,0
Cobalt (Co)	mg/L	<0,03	<0,03	0,06	0,14	-	0,5	-
Cuivre (Cu)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	1	0,0073	-
Plomb (Pb)	mg/L	<0,001	0,003	<0,001	0,001	0,01	0,034	5,0
Manganèse (Mn)	mg/L	1,1	0,68	0,67	1,2	0,05	-	-
Molybdène (Mo)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	2	-
Nickel (Ni)	mg/L	<0,002	0,11	0,04	0,12	0,02	0,26	-
Sélénium (Se)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,02	1,0
Sodium (Na)	mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A	200	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0,023	<0,005	0,029	<0,005	5	0,067	-
Bore (B)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	500
Fer (Fe)	mg/L	5,6	6,9	19	7,4			
Magnésium (Mg)	mg/L	3,2	4,0	15	14			
Lithium (Li)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Potassium (K)	mg/L	32	20	11	34			
Strontium (Sr)	mg/L	0,09	0,09	<0,05	0,16			
Etain (Sn)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Titane (Ti)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Vanadium (V)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Béryllium (Be)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002			
Bismuth (Bi)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Calcium (Ca)	mg/L	77	39	13	50			
Silicium (Si)(soluble dans HNO3)	mg/L	1,2	1,7	6,4	4,9			
Thallium (Tl)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Phosphore total (P)	mg/L	0,2	0,1	1,2	0,2			
Orthophosphate (P)	mg/L	0,3	0,2	1,3	0,3			
Conductivité	mS/cm	4,9	4,8	4,9	4,9			
Conductivité fluide de lixiviation	mS/cm	4,7	4,7	4,7	4,7			
Fluorure (F)	mg/L	<1	<1	<1	<1			
Nitrates (N-NO3-)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Nitrites (N-NO2-)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Bromure (Br-)	mg/L	<1	<1	<1	<1			
Chlorures (Cl)	mg/L	<0,5	<0,5	4,2	<0,5			
Sulfates (SO4)	mg/L	<5	<5	<5	22			
pH final du lixiviat	n/a	5,03	4,99	4,99	5,01			

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée

Tableau 12 : Résultats des lixiviations SPLP

Paramètre	Unités	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejets	Eau potable	Lixiviable	Risque élevé
Mercure (Hg)	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,00013	0,1
Uranium (U)	mg/L	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006			
Aluminium (Al)	mg/L	0,70	0,62	0,09	0,09	-	0,75	-
Antimoine (Sb)	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	-	-
Argent (Ag)	mg/L	0,0007	0,0008	0,0011	0,0046	0,1	0,0006	-
Arsenic (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	0,34	5,0
Baryum (Ba)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1	5,3	100
Cadmium (Cd)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,0021	0,5
Chrome (Cr)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	-	5,0
Cobalt (Co)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	0,5	-
Cuivre (Cu)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	1	0,0073	-
Plomb (Pb)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,034	5,0
Manganèse (Mn)	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	0,05	-	-
Molybdène (Mo)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	2	-
Nickel (Ni)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,02	0,26	-
Sélénium (Se)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,02	1,0
Sodium (Na)	mg/L	0,7	0,7	1,4	0,8	200	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	5	0,067	-
Bore (B)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	500
Fer (Fe)	mg/L	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06			
Magnésium (Mg)	mg/L	0,5	0,6	1,5	2,4			
Lithium (Li)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Potassium (K)	mg/L	8,5	5,8	4,8	13			
Strontium (Sr)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Etain (Sn)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Titane (Ti)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Vanadium (V)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Béryllium (Be)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002			
Bismuth (Bi)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Calcium (Ca)	mg/L	4,4	5,2	2,9	8,1			
Silicium (Si)(soluble dans HNO3)	mg/L	1,4	1,8	1,5	1,4			
Thallium (Tl)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Phosphore total (P)	mg/L	0,2	0,1	0,4	<0,1			
Orthophosphate (P)	mg/L	0,3	0,3	0,7	0,2			
Conductivité	mS/cm	0,055	0,048	0,043	0,089			
Conductivité fluide de lixiviation	mS/cm	0,030	0,030	0,030	0,030			
Fluorure (F)	mg/L	1	<1	<1	<1			
Nitrates (N-NO3-)	mg/L	<0,2	<0,2	0,2	<0,2			
Nitrites (N-NO2-)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Bromure (Br-)	mg/L	<1	<1	<1	<1			
Chlorures (Cl)	mg/L	<0,5	<0,5	0,9	<0,5			
Sulfates (SO4)	mg/L	<5	<5	<5	19			
pH après 18 heures de mélange	n/a	9,4	9,3	9,2	8,6			
pH initial	n/a	4,2	4,2	4,2	4,2			

ND = inférieur à la limite de détection rapportée

N/A = Non Applicable

LDR = Limite de détection rapportée

Tableau 13 : Résultats des lixiviations CTEU-9

Paramètre	Unités	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejets	Eau potable	Lixiviable	Risque élevé
Mercure (Hg)	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001	0,00013	0,1
Uranium (U)	mg/L	0,0038	0,0029	<0,0006	<0,0006			
Aluminium (Al)	mg/L	7,7	4,3	0,081	0,10	-	0,75	-
Antimoine (Sb)	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,006	-	-
Argent (Ag)	mg/L	0,0074	0,0013	0,0024	0,0021	0,1	0,0006	-
Arsenic (As)	mg/L	0,004	0,003	<0,001	<0,001	0,025	0,34	5,0
Baryum (Ba)	mg/L	0,09	0,04	<0,03	<0,03	1	5,3	100
Cadmium (Cd)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,0021	0,5
Chrome (Cr)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	-	5,0
Cobalt (Co)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	0,5	-
Cuivre (Cu)	mg/L	0,017	0,052	<0,002	<0,002	1	0,0073	-
Plomb (Pb)	mg/L	0,005	0,004	<0,001	<0,001	0,01	0,034	5,0
Manganèse (Mn)	mg/L	0,070	0,083	<0,003	0,004	0,05	-	-
Molybdène (Mo)	mg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	2	-
Nickel (Ni)	mg/L	0,011	0,026	<0,002	<0,002	0,02	0,26	-
Sélénium (Se)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,02	1,0
Sodium (Na)	mg/L	N/A	N/A	N/A	N/A	200	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0,038	0,031	0,009	<0,005	5	0,067	-
Bore (B)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	500
Fer (Fe)	mg/L	13	7,4	<0,06	0,15			
Magnésium (Mg)	mg/L	7,6	5,6	9,5	8,5			
Lithium (Li)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
Potassium (K)	mg/L	33	19	14	17			
Strontium (Sr)	mg/L	0,07	0,07	<0,05	<0,05			
Etain (Sn)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Titane (Ti)	mg/L	0,62	0,29	<0,05	<0,05			
Vanadium (V)	mg/L	0,03	0,03	<0,01	<0,01			
Béryllium (Be)	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002			
Bismuth (Bi)	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Calcium (Ca)	mg/L	11	9,5	6,8	14			
Silicium (Si)(soluble dans HNO3)	mg/L	18	12	5,8	5,5			
Thallium (Tl)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Phosphore total (P)	mg/L	1,4	0,7	0,5	0,2			
Conductivité	mS/cm	0,15	0,14	0,21	0,21			
Conductivité fluide de lixiviation	mS/cm	0,004	0,004	0,004	0,004			
Fluorure (F)	mg/L	<1	<1	1	<1			
Nitrates (N-NO3-)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Nitrites (N-NO2-)	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Orthophosphate (P)	mg/L	1,0	<0,5	<0,5	<0,5			
Bromure (Br-)	mg/L	<1	<1	<1	<1			
Chlorures (Cl)	mg/L	2,7	2,4	12	<0,5			
Sulfates (SO4)	mg/L	7	<5	10	54			
pH après 7 jours de mélange	n/a	8,8	9,0	9,3	8,9			
pH initial	n/a	7,0	7,0	7,0	7,0			

ND = inférieur à la limite de détection rapportée

N/A = Non Applicable

LDR = Limite de détection rapportée

5. Résultats des essais en colonnes

Les résultats géochimiques des essais en colonnes sont d'abord présentés, suivis des mesures de succion et de teneur en eau volumique prises dans les colonnes de rejets.

5.1 Paramètres géochimiques

Pour les essais en colonnes, lorsque les concentrations lues sont sous les limites de détection des méthodes analytiques (LDM), la demie de la limite est rapportée. Il s'agit là d'une approche conservatrice, mais qui peut créer de faux-positifs lors de l'évaluation des taux de réaction ou des charges cumulées.

Les mesures de pH et de conductivité sont présentées dans les *figures 10* et *11*. On observe d'abord que le pH (*figure 10*) est au-dessus de la neutralité, qu'il semble avoir augmenté durant les 60 à 75 premiers jours, et qu'il a une légère tendance à diminuer. La suite des essais pourra indiquer si le pH a réellement tendance à diminuer ou s'il s'agit simplement de variations autour du pH 8. Les colonnes de stériles et de Nelsonite ont des valeurs de pH semblables; les colonnes de rejets semblent présenter des valeurs de pH stables autour de 8. La conductivité (*figure 11*) est relativement stable depuis le 50e jour d'essais environ. Les rejets présentent des conductivités plus élevées que les matériaux grossiers, avec des valeurs d'environ 500 µS/cm. Les stériles maintiennent les valeurs de conductivité sous 100 µS/cm, tandis que le Nelsonite présente des valeurs intermédiaires, soit de 130 µS/cm. Les conductivités plus élevées observées dans les lixiviats des colonnes de rejet peuvent être attribuables au volume plus faible d'eau de rinçage utilisé et, ainsi, on observe moins de dilution des minéraux dissous que dans le cas des colonnes de matériaux grossiers.

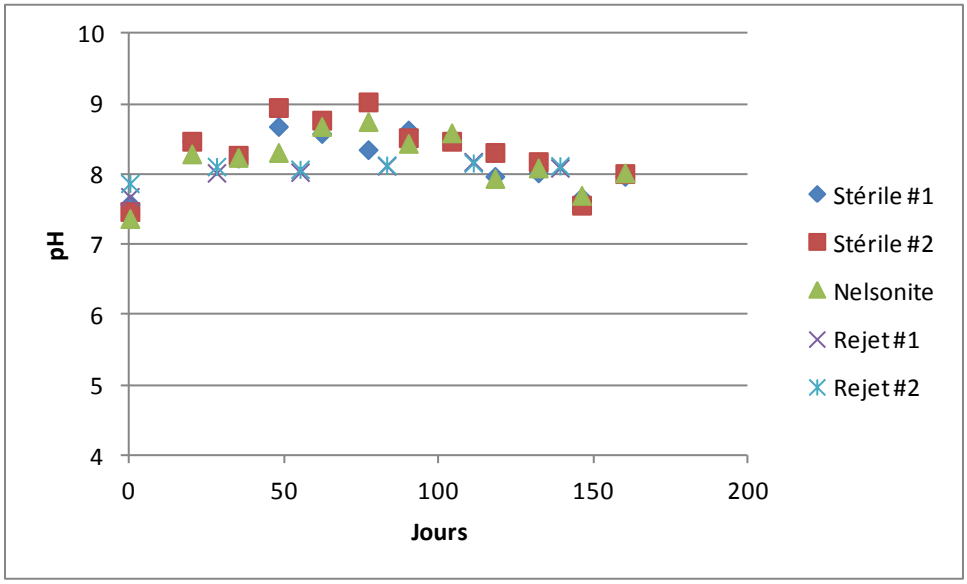


Figure 10 : Évolution du pH dans les eaux de rinçage issues des essais en colonnes

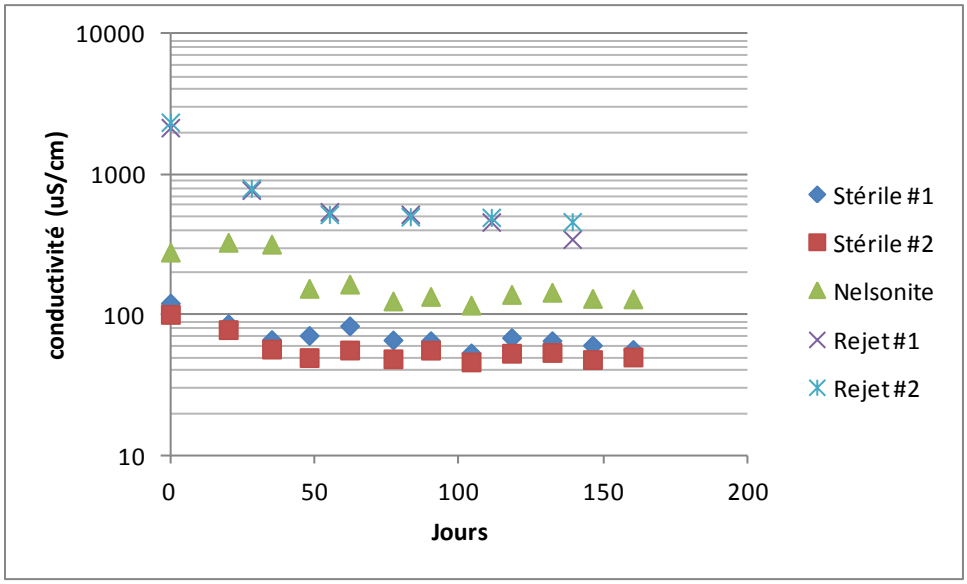


Figure 11 : Évolution de la conductivité dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

Les essais en colonne permettent de suivre l'évolution des métaux dissous dans les lixiviats. Les métaux d'intérêt sont principalement ceux mentionnés dans la *Directive 019* : l'arsenic, le cuivre, le fer, le nickel, le plomb et le zinc. Tel qu'observé aux *figures 12* à *15*, les concentrations obtenues dans les lixiviats des colonnes sont faibles et bien en-dessous des limites dictées dans la *Directive 019*. La majorité des concentrations en Cu dans les lixiviats (*figure 12*) des colonnes de stériles et Nelsonite sont sous la limite de détection de la méthode d'analyse (LDM : 0,5 µg/L), et les quelques valeurs supérieures à la LDM sont inférieures à la limite de quantification (LQM : 1,7 µg/L). Dans le cas de la colonne de rejet #1, les concentrations de Cu dans les lixiviats varient entre 6 et 8 µg/L, tandis que le rejet #2 présente des valeurs plus faibles. Par contre, les concentrations obtenues dans les lixiviats de la colonne de rejet #1 sont très près du critère de résurgence des eaux de surface de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, qui est de 7,3 µg/L Cu pour une dureté de 50 mg/L.

Les concentrations en Ni, présentées à la *figure 13*, sont aussi souvent inférieures à la LDM (1 µg/L), et presque toutes inférieures à la LQM (3,3 µg/L) pour les colonnes de matériaux grossiers. Les rejets présentent des valeurs qui semblent se stabiliser entre 3 et 6 µg/L, ce qui est bien en-dessous de la limite de la *Directive 019* à 0,5 mg/L et de la RESIE à 260 µg/L (pour une dureté de 50 mg/L).

Les concentrations en Pb (*figure 14*) sont inférieures à la LDM (0,1 µg/L) et à la LQM (0,33 µg/L) dans les lixiviats des colonnes de matériaux grossiers, et se maintiennent autour de 2 µg/L dans les lixiviats de la colonne de rejet #1. Le critère RESIE se situe à 34 µg/L (pour une dureté de 50 mg/L). La colonne de rejet #2 présente des concentrations en Pb plus faibles que dans la colonne de rejet #1.

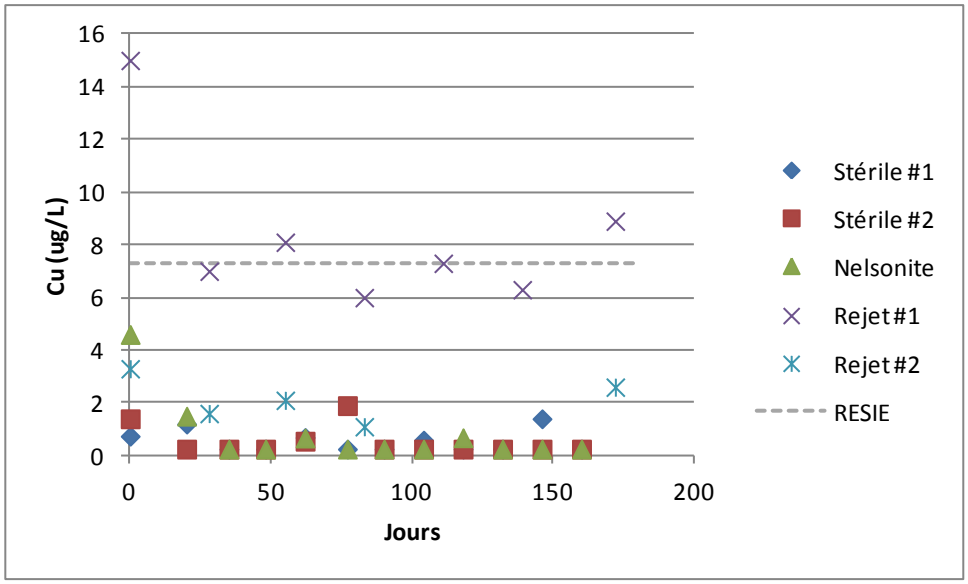


Figure 12 : Évolution des concentrations en Cu dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

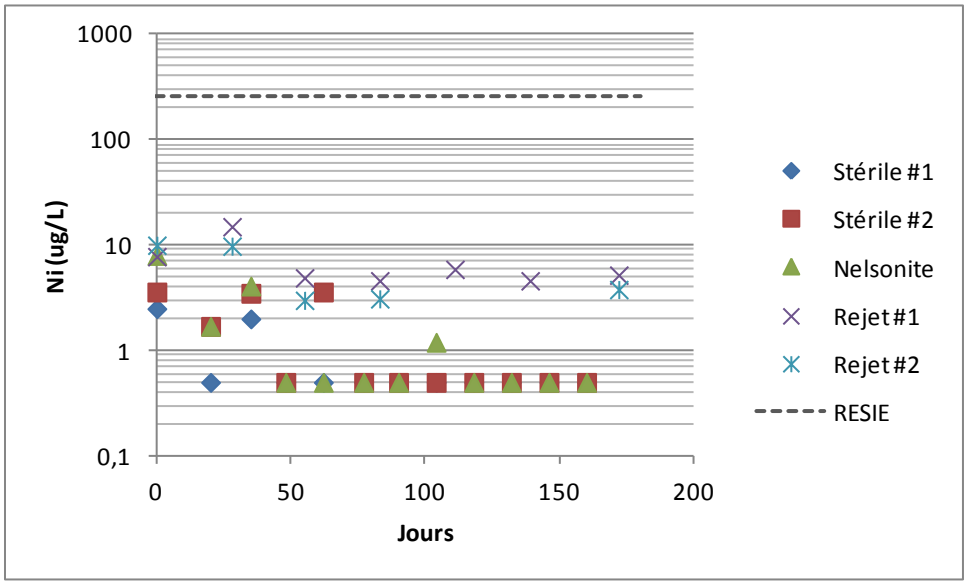


Figure 13 : Évolution des concentrations en Ni dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

La *figure 15* présente les concentrations en Zn. Les valeurs obtenues dans les lixiviats des colonnes de matériaux grossiers sont aussi inférieures à la LDM (5 µg/L) et à la LQM (16,7 µg/L), à l'exception des trois premiers rinçages environ. Les concentrations en Zn dans les lixiviats de la colonne de rejet #1 diminuent pendant les premiers 75 jours environ, pour se stabiliser entre 80 et 100 µg/L. Ces valeurs sont en-dessous de la limite de 0,5 mg/L requise par la *Directive 019*, mais dépassent le critère de résurgence des eaux de surface de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (67 µg/L Zn pour une dureté de 50 mg/L). On observe aussi un écart entre les concentrations mesurées dans les lixiviats de la colonne de rejet #1 et celles de rejet #2. Il

est possible que les différences de concentrations en métaux dans les colonnes de rejets soient en partie influencées par la succion et la teneur en eau, tel que présenté à la section 5.2, ou bien par des variations dans la composition chimique initiale (effet pépite). Cependant, compte tenu des faibles valeurs mesurées, on considère la différence observée comme peu significative.

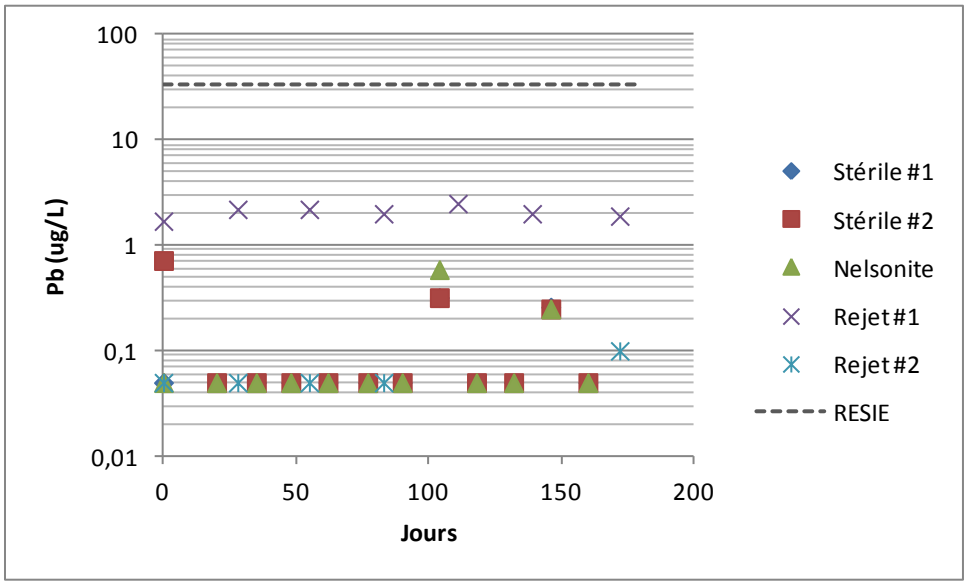


Figure 14 : Évolution des concentrations en Pb dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

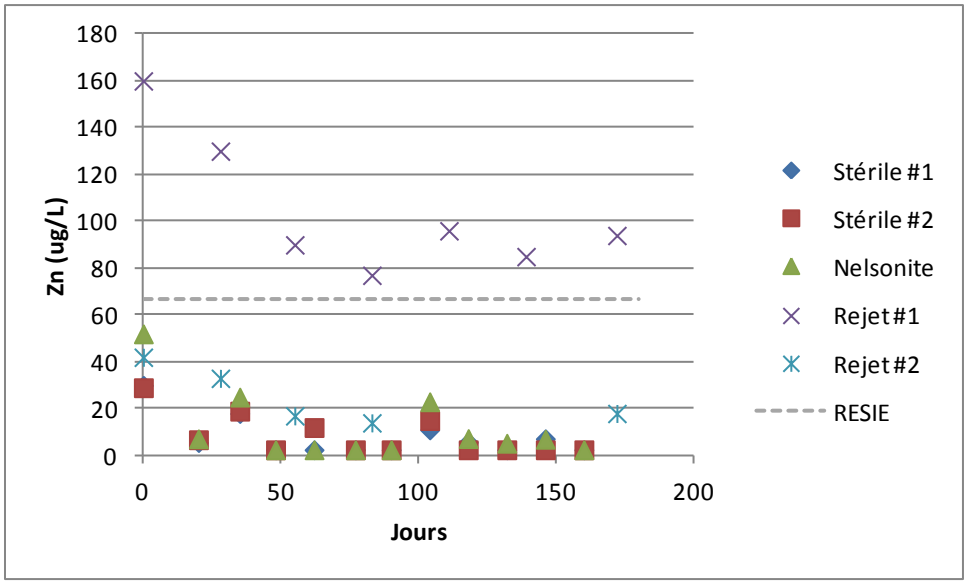


Figure 15 : Évolution des concentrations en Zn dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

Deux autres éléments peuvent être intéressants à suivre, en raison de la composition des matériaux. Il s'agit du phosphore total (figure 16) et de l'aluminium (figure 17). Les concentrations en P sont stables autour de 0,02 mg/L, et ce, pour toutes les colonnes.

Des valeurs plus élevées ont été enregistrées lors du premier rinçage pour le stérile #1 et pour le Nelsonite.

Dans le cas de l'Al, les stériles #1 et #2 présentent des concentrations plus élevées (100 à 250 µg/L) dans leurs lixiviats que les autres matériaux (< 50 µg/L), possiblement puisqu'ils contiennent de deux à trois fois plus d'Al que le Nelsonite et le rejet. Le critère RESIE est toutefois respecté, puisqu'il se situe à 750 µg/L. Les concentrations sont à la baisse dans les lixiviats des colonnes de rejets et de Nelsonite.

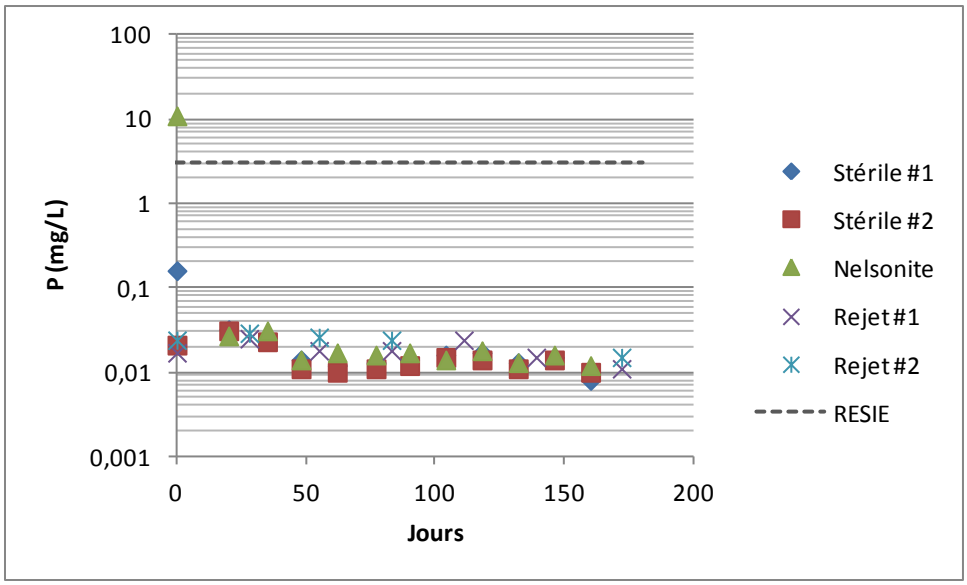


Figure 16 : Évolution des concentrations en P dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

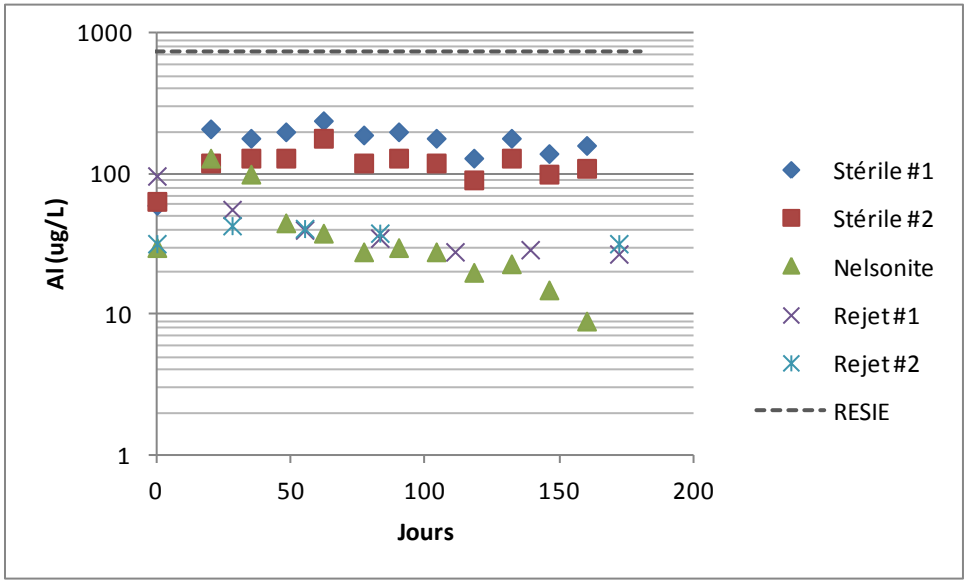


Figure 17 : Évolution des concentrations en Al dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

D'autres éléments peuvent offrir des indications sur les processus géochimiques dans les colonnes. Il s'agit du calcium, du magnésium et du soufre. Ces éléments sont associés aux minéraux neutralisants (calcium et magnésium) et acidifiants (soufre) possiblement présents dans les matériaux. Les concentrations en calcium, présentées à la *figure 18*, semblent relativement stables depuis environ 50 jours. Les lixiviats des colonnes de rejets comportent plus de Ca que les stériles, alors que ceux de la colonne de Nelsonite présentent les plus faibles concentrations (près de 2 mg/L). Les concentrations en Mg, présentées à la *figure 19*, sont plus faibles dans les lixiviats des colonnes de stériles, avec des valeurs d'environ 1 mg/L, tandis que la colonne de Nelsonite présente des valeurs d'environ 10 mg/L. Les colonnes de rejets ont des concentrations semblables, entre 20 et 30 mg/L.

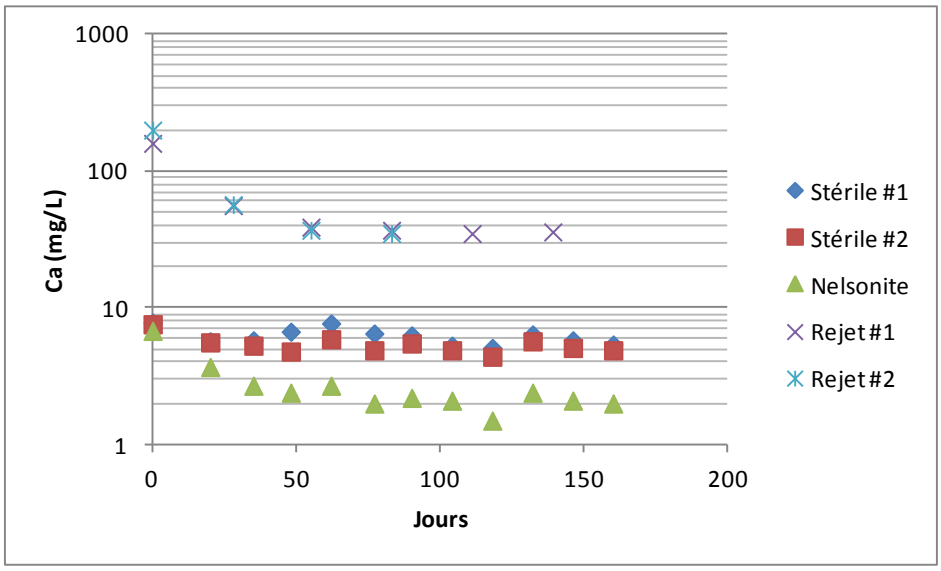


Figure 18 : Évolution des concentrations en calcium dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

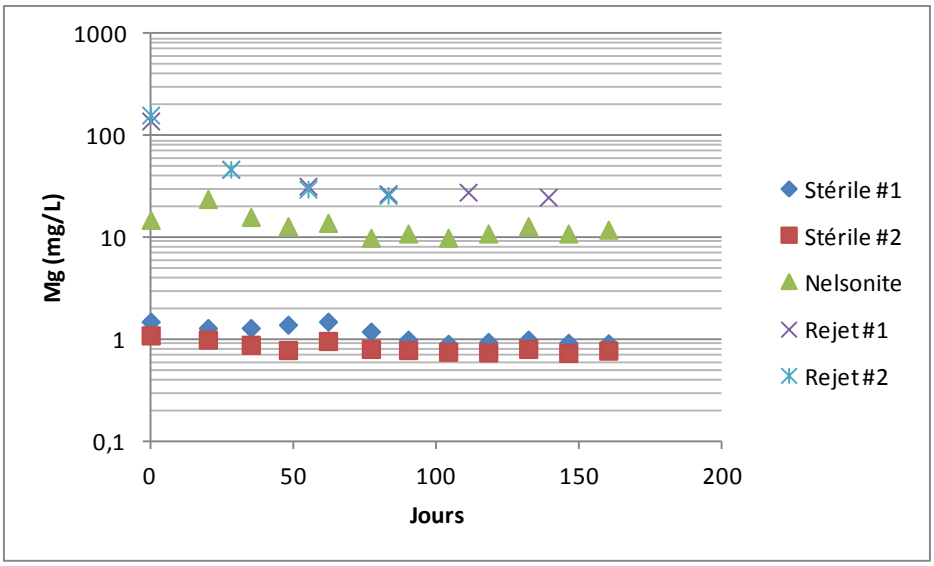


Figure 19 : Évolution des concentrations en magnésium dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

Les concentrations en sulfates sont présentées à la *figure 20*. On observe que l'évolution des concentrations en sulfates est assez stable, avec les valeurs les plus faibles pour les colonnes de stériles (4 à 8 mg/L) et les valeurs les plus élevées pour les colonnes de rejets (150 mg/L). La colonne de Nelsonite se situe entre les deux, à environ 25 mg/L. Ces résultats semblent indiquer que le comportement géochimique est stable; cependant, la source des sulfates n'est pas connue pour l'instant. Les analyses de soufre sulfates faites sur les matériaux initiaux démontrent qu'une partie du soufre était déjà présent sous forme de sulfates, tel que présenté au *tableau 14*. Ces sulfates peuvent être solubles et expliquer les concentrations obtenues dans les lixiviats, tout comme l'oxydation des sulfures peut contribuer à la présence de sulfates dans les lixiviats.

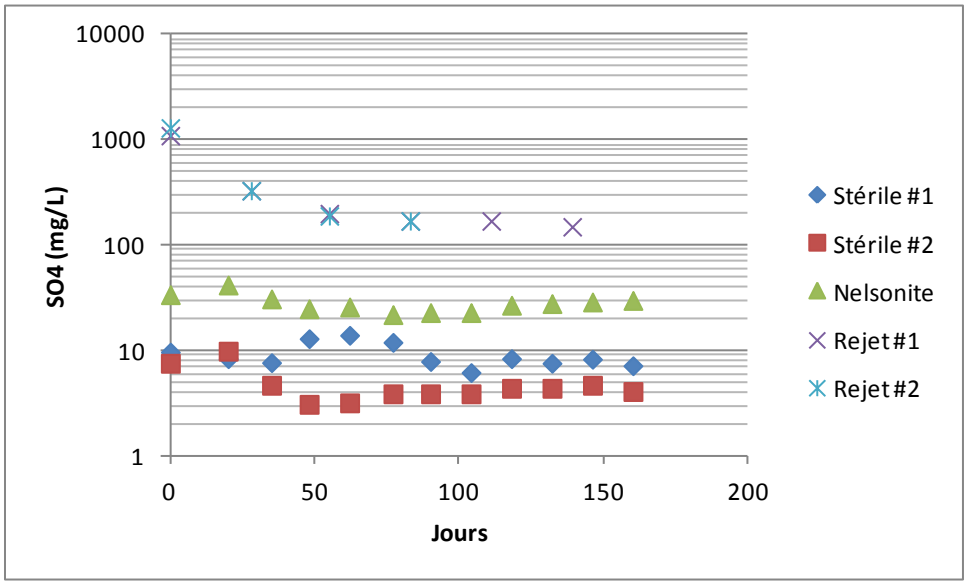


Figure 20 : Évolution des concentrations en sulfates dans les eaux de rinçage des essais en colonnes

Tableau 14 : Composition initiale en sulfates dans les matériaux testés

Paramètre	Unité	Stérile #1	Stérile #2	Nelsonite	Rejet de conc
Sulfates (SO4)	mg/kg	8	8	25	270

5.2 Paramètres hydrogéologiques

Des mesures de la teneur en eau volumique et de la succion ont été prises dans les deux colonnes de rejets, à 20 cm de la base de la colonne, soit à 10 cm de la surface. Les teneurs en eau volumiques, enregistrées toutes les 12 heures, sont présentées à la *figure 21*. Les deux colonnes de rejets ont des teneurs en eau volumiques au début du cycle d'environ 30 %, ce qui correspond à un degré de saturation d'environ 64 % (porosité de 0,47); la teneur en eau diminue graduellement, pour ensuite remonter lors des rinçages (une fois par mois environ). La colonne de rejet #1 atteint parfois des teneurs en eau un peu plus faibles que la colonne de rejet #2. Une teneur en eau de 20 % correspond à un degré de saturation d'environ 43 %. Les deux colonnes de rejets maintiennent leur degré

de saturation à des valeurs où l'oxydation des sulfures est favorisée; alors, l'essai peut représenter une situation défavorable en termes de génération de drainage contaminé. En effet, la réactivité des sulfures est à son maximum à des degrés de saturation généralement entre 20 et 80 % (Bouzahzah *et al.*, 2012). Par contre, il y a peu de minéraux sulfureux dans les rejets, et les concentrations en éléments potentiellement contaminants sont faibles dans les lixiviats, ce qui laisse supposer que l'oxydation des sulfures n'entraîne pas de concentration au-delà des limites dictées par la *Directive 019*. La suite des essais fournira des données pour appuyer ou infirmer cette hypothèse. De plus, les teneurs en eau seront validées par des mesures directes lors du démantèlement des colonnes.

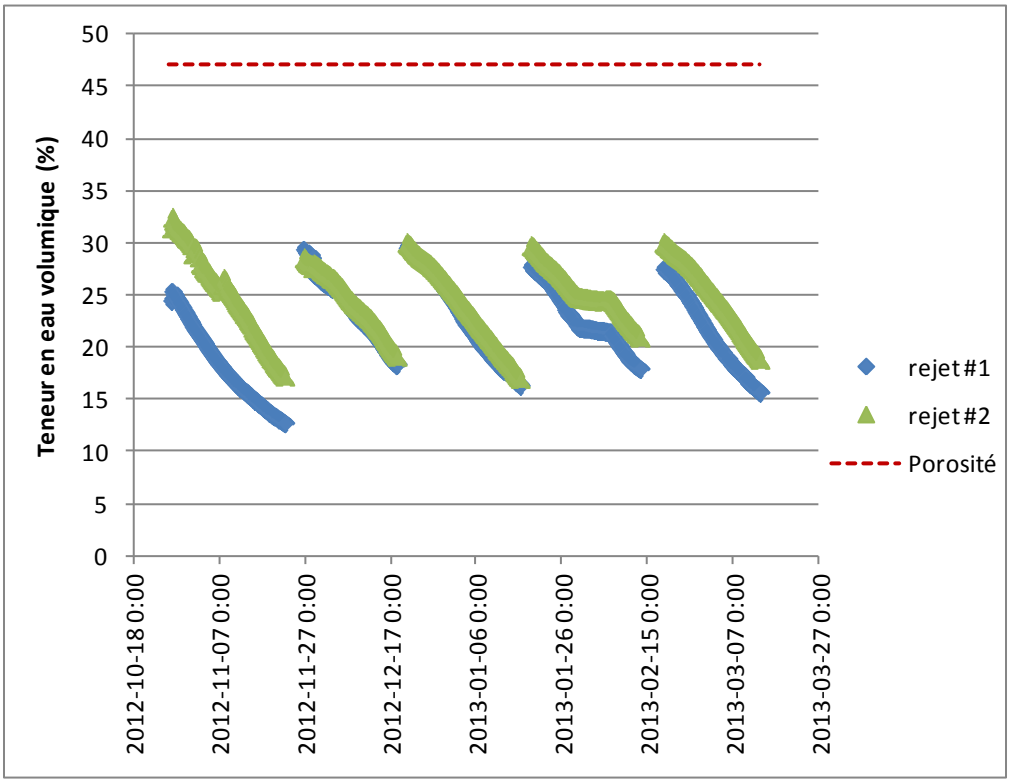


Figure 21 : Teneurs en eau volumiques mesurées dans les colonnes de rejets

La succion est mesurée une fois par cycle dans chacune des colonnes de rejets, à 10 cm sous la surface de ceux-ci, à la même élévation que les mesures de teneur en eau volumique. Les mesures de succion et les mesures de teneur en eau volumique permettent d'évaluer le comportement hydrogéologique des matériaux. On observe à la *figure 22* que la succion est plus faible dans la colonne de rejet #2 que dans la colonne de rejet #1, à l'exception de deux mesures où les valeurs sont plus près. Comme les succions sont mesurées vers la fin du cycle, l'écart entre les valeurs mesurées dans les colonnes peut correspondre à l'écart de teneurs en eau observé à la *figure 21*. Cependant, compte tenu des degrés de saturation des matériaux, il est peu probable que l'écart de succion et de teneur en eau affecte les processus géochimiques de façon significative. De plus, comme les rejets sont relativement grossiers, ces valeurs de succions sont

possiblement au-delà de leur pression à l'entrée d'air. Ainsi, les teneurs en eau en fin de cycle correspondant aux mesures de succion sont assez faibles.

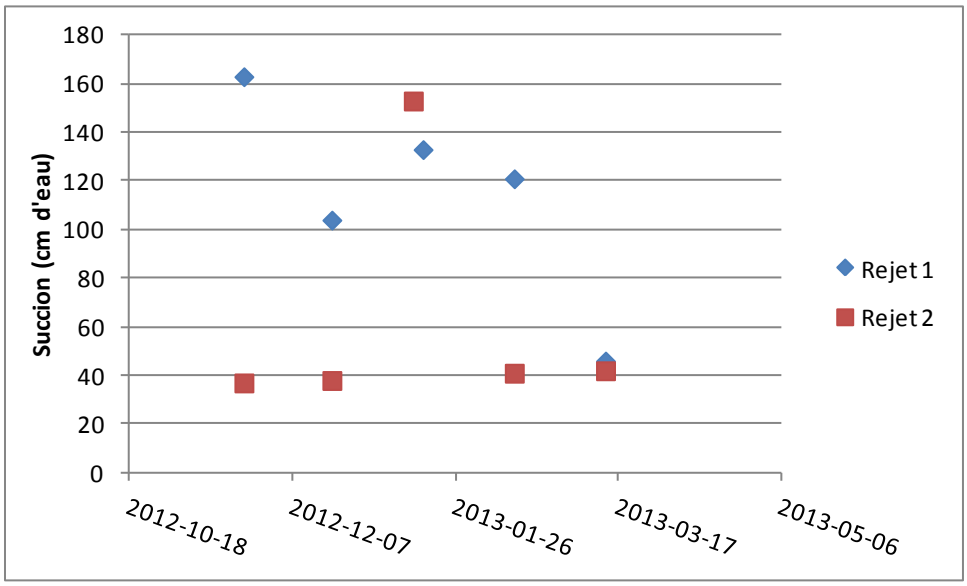


Figure 22 : Succion mesurée dans les colonnes rejet #1 et rejet #2

6. Interprétation préliminaire

Les interprétations présentées dans cette section sont basées sur des résultats partiels et doivent donc être considérées comme préliminaires. Lors du dépôt du rapport final, il est possible que certaines interprétations soient modifiées à la lumière des résultats complets. Dans ce cas, les interprétations finales auront préséance sur les interprétations préliminaires.

6.1 Potentiel de génération d'acide à long terme

Les essais en colonnes suggèrent qu'à court terme, les matériaux testés ne sont pas générateurs d'acide, bien que le Nelsonite et le rejet de concentrateur aient été identifiés comme « incertains » selon l'essai statique de prédiction du DMA. Pour évaluer le potentiel de génération d'acide à long terme, on doit d'abord vérifier si la libération des minéraux neutralisants est bien liée à la neutralisation de l'acidité générée par l'oxydation des minéraux neutralisants dans les essais en colonne. Pour ce faire, il convient d'utiliser les courbes d'oxydation/neutralisation. Il s'agit alors de tracer un graphique qui place, en abscisse, les charges cumulées en sulfates et, en ordonnée, les charges cumulées en Ca+Mg. De tels graphiques ont été utilisés dans la littérature (e.g. Benzaazoua *et al.*, 2004; Villeneuve, 2004) pour évaluer le potentiel de génération d'acide à long terme. Si la dissolution du calcium provient bien de la neutralisation de l'acidité par les minéraux neutralisants contenant le Ca et le Mg, nous obtenons sur ces graphiques une droite. Les *figures 23* et *24* présentent les courbes d'oxydation/neutralisation pour les matériaux à l'étude. On observe que la corrélation est pratiquement linéaire.

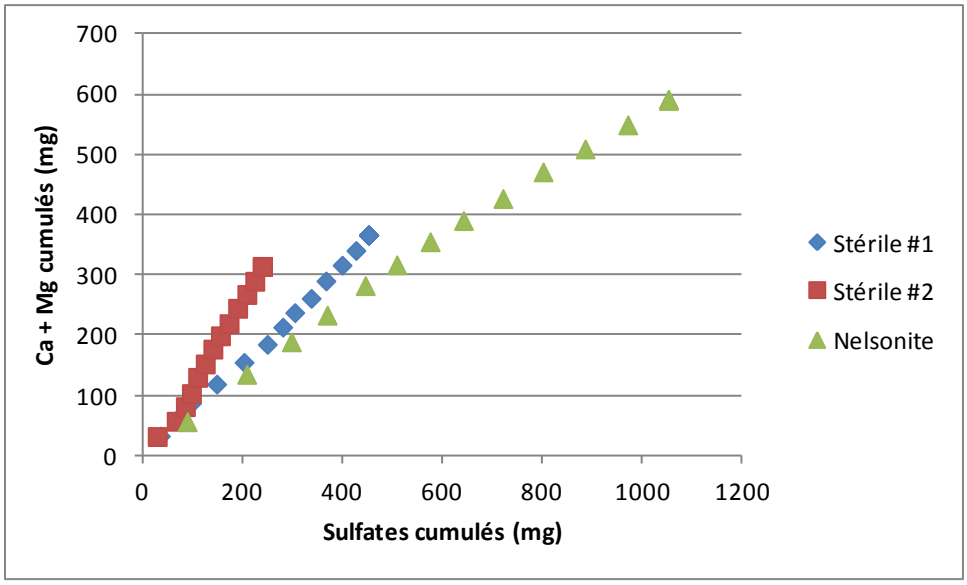


Figure 23 : Évolution des charges cumulées en Ca et Mg en fonction des charges cumulées en sulfates, pour les matériaux grossiers

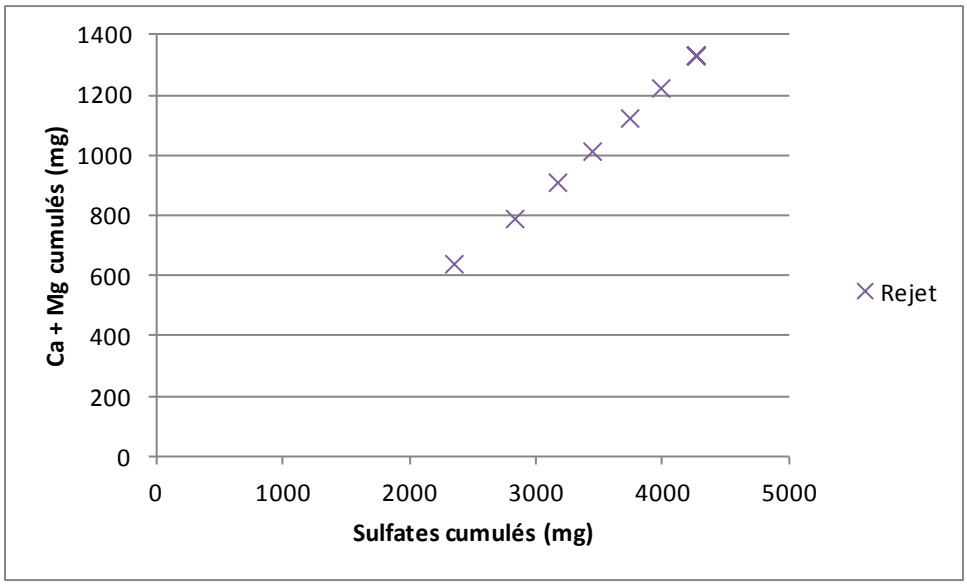


Figure 24 : Évolution des charges cumulées en Ca et Mg en fonction des charges cumulées en sulfates, pour les rejets de concentrateur

En outre, il est possible d'estimer le potentiel de génération d'acide à long terme, à l'aide des courbes d'oxydation/neutralisation, en projetant la courbe et en plaçant sur le graphique la composition initiale en Ca+Mg et en sulfates (soufre total converti en sulfates). Cette approche est basée sur les hypothèses que les taux de réaction sont constants dans le temps et que la génération de Ca+Mg est directement liée à l'oxydation des sulfures et ne provient pas d'une autre source. Les *figures 25* et *26* présentent la projection des courbes. Un matériau dont la composition initiale se situe au-dessus de la courbe épuisera son contenu en soufre avant d'épuiser son contenu en

minéraux neutralisants, si l'on considère que les cinétiques de réaction restent constantes. Il est donc considéré non générateur d'acide. C'est le cas de tous les échantillons testés qui ont leur composition initiale au-dessus de la courbe projetée.

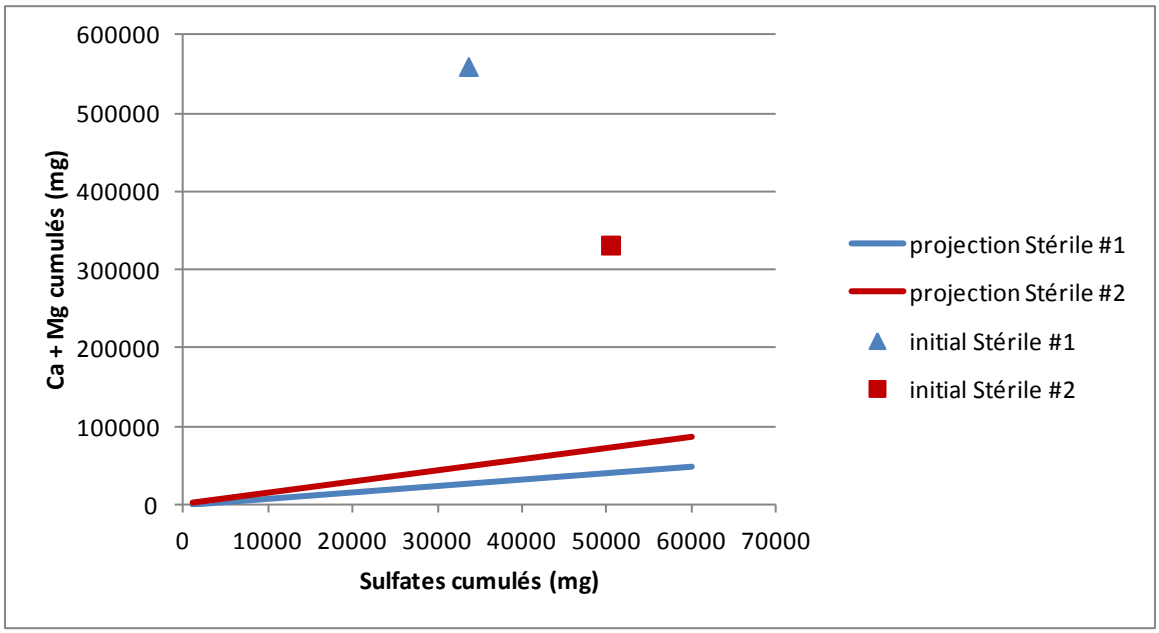


Figure 25 : Projection de la courbe d'oxydation / neutralisation, pour les colonnes de stériles #1 et #2

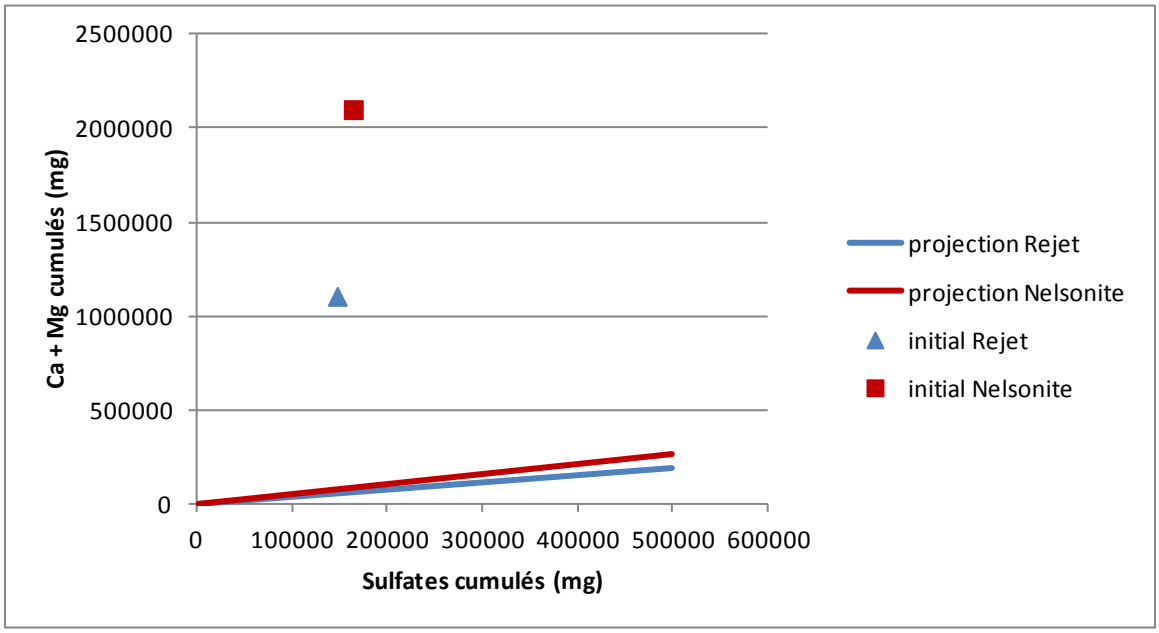


Figure 26 : Projection de la courbe d'oxydation / neutralisation, pour les colonnes de Nelsonite et de rejet de concentrateur

6.2 Potentiel de génération de drainage contaminé

Même si les matériaux testés sont considérés comme non générateurs d'acide, il est important d'évaluer leur potentiel à générer un drainage neutre contaminé (DNC) en métaux. En effet, certains métaux, dont le nickel et le zinc, sont solubles à pH neutre et peuvent se retrouver en concentrations supérieures aux normes même sans la présence d'un drainage acide. Comme les outils d'évaluation du DNC sont peu développés, nous basons donc l'interprétation sur les résultats des essais en colonnes et sur la minéralogie.

La pyrrhotite et la pyrite ont été identifiées comme minéraux sulfureux par la DRX, de même que l'horomanite par microscopie. Certains de ces minéraux contiennent des éléments potentiellement contaminants, comme le Ni, qui pourraient être relargués lors de leur oxydation. Cependant, les essais en colonnes ont démontré que les concentrations en métaux sont très faibles, particulièrement pour les colonnes de matériaux grossiers (stériles et Nelsonite). Donc, pour l'instant, le potentiel de génération de DNC semble faible.

Un aspect qui n'a pas encore été étudié dans le cadre de ce projet est l'influence de la sorption sur la qualité des lixiviats. Il est prévu se pencher sur le cas de la sorption du nickel, phénomène qui implique que le Ni produit lors de l'oxydation des sulfures est retenu sur les surfaces des minéraux à l'intérieur de la colonne. La sorption du Ni se produit jusqu'à la saturation des sites de sorption disponibles, après quoi la concentration en Ni dans le lixiviat est gérée par la génération de Ni par l'oxydation des sulfures. Pour l'instant, les concentrations en sulfates dans les lixiviats sont faibles, ce qui laisse supposer que l'oxydation n'est pas très importante dans ces essais, et que possiblement la génération de Ni serait faible. Les essais de sorption pourront indiquer si les matériaux ont un potentiel de sorption qui empêche que le Ni produit soit relargué avec le lixiviat lors des rinçages.

Si les matériaux ont effectivement un potentiel de sorption et qu'éventuellement les essais suggèreraient un potentiel de génération de Ni, il demeure que ce phénomène prend du temps à s'établir, et qu'il s'établit de façon graduelle. Ceci permet donc à l'entreprise de bien évaluer la situation et les solutions possibles grâce à un suivi adéquat, et ce, bien avant que la génération de Ni n'atteigne un niveau problématique.

7. Sommaire

Les observations suivantes peuvent être tirées des travaux de caractérisation et des résultats préliminaires des essais en colonnes :

- Les stériles sont plus riches en aluminium et en potassium, tandis que le Nelsonite est plus riche en calcium et en fer, mais contient moins d'aluminium et de potassium. Le rejet a une composition chimique intermédiaire entre les stériles et le Nelsonite.
- On observe quelques dépassements du critère A de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (Ba, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Se pour certains

échantillons). Tous les échantillons ont au moins un dépassement du critère B : les stériles #1 et #2 le dépassent pour le Cr et le Ni, le Nelsonite, pour le Co, le Mn, le Ni, et le Se, et le rejet, pour le Co et le Mn.

- Les éléments identifiés comme dépassant le critère A ne présentent aucun dépassement lors de l'essai de lixiviation (TCLP); donc, les échantillons testés sont considérés comme « résidus miniers à faible risque ».
- Selon les résultats des essais statiques, les stériles testés ne sont pas générateurs de drainage minier acide. Les échantillons de Nelsonite et de rejet de concentrateur sont classés comme incertains. Par contre, les résultats partiels des essais en colonnes via les courbes d'oxydation/neutralisation indiquent que le Nelsonite et le rejet de concentrateur ne sont pas générateurs de DMA à long terme. Cette hypothèse sera réévaluée lorsque tous les résultats des essais en colonne seront disponibles.
- Les minéraux sulfurés sont présents sous forme de traces dans les quatre échantillons étudiés. Il s'agit principalement de la pyrrhotite avec des traces de pyrite, d'horomanite et de chalcopyrite. Le Ni est essentiellement présent sous forme d'horomanite, dont la valeur varie de 18 à 37 % (massique), de même qu'en traces dans la pyrite et la pyrrhotite.
- Les paramètres géochimiques présentés sont stables depuis le 50^{e} jour d'essai environ, ce qui suggère un comportement géochimique stable.
- Les concentrations d'As, de Cu, de Fe, de Ni, de Pb et de Zn obtenues dans les lixiviats des colonnes sont faibles et bien en-dessous des limites dictées dans la *Directive 019*. Seuls le rejet #1 présente des dépassements du critère RESIE en Cu et Zn.
- Les concentrations en P sont stables autour de 0,02 mg/L pour toutes les colonnes.
- Les lixiviats des colonnes de rejets comportent plus de Ca que les stériles, et les lixiviats de la colonne de Nelsonite présentent les plus faibles concentrations.
- Les concentrations en Mg sont plus faibles dans les lixiviats des colonnes de stériles, avec des valeurs d'environ 1 mg/L, tandis que la colonne de Nelsonite présente des valeurs d'environ 10 mg/L. Les colonnes de rejets ont des concentrations semblables, entre 20 et 30 mg/L.
- Les concentrations en sulfates sont les plus faibles pour les colonnes de stériles (4 à 8 mg/L) et les valeurs les plus élevées sont observées dans les colonnes de rejets (150 mg/L). La colonne de Nelsonite se situe entre les deux, à environ 25 mg/L.
- Les deux colonnes de rejets maintiennent leur degré de saturation à des valeurs favorisant l'oxydation des sulfures, alors l'essai peut représenter des conditions favorables à l'oxydation des minéraux sulfureux qui est habituellement la source de contamination des eaux de drainage. Malgré cela, on n'observe pas de génération de DMA ou de DNC pour l'instant.

8. Suite des travaux

Tel que prévu à l'offre de service, les sulfures des stériles et rejets ont été concentrés, afin de mieux les observer sous microscope pour évaluer leur possible contamination par des

éléments potentiellement impliqués dans la génération de drainage contaminé. Les observations seront faites prochainement. En parallèle, les essais en colonnes se poursuivent pour les prochains six mois. Les essais de sorption seront aussi réalisés durant les prochains mois.

9. Références

ADAM, K., KOURTIS,A., GAZEA, B., KONTOPOULOS, A. (1997). *Evaluation of static tests used to predict the potential for acid drainage generation at sulphide mine sites.* Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy Section a-Mining Industry, 106: A1-A8.

BENZAAZOUA, M., BUSSIÈRE, B., DAGENAIS, A.-M. AND ARCHAMBAULT, M. (2004). Kinetic tests comparison and interpretation for prediction of the Joutel tailings acid generation potential. *Environmental Geology*, 46:1086–1101.

BOUZAHZAH, H., BENZAAZOUA, M., BUSSIÈRE, B. (2012). Modification and automation of the humidity cell test protocol to favor tailings reactivity. Proc. 9th International Conference on Acid Rock Drainage, Ottawa, ON

DEMERS, I., BUSSIÈRE, B., AACHIB, M., AUBERTIN, M. (2011). Repeatability evaluation of instrumented column tests in cover efficiency evaluation for the prevention of acid mine drainage. *Water, Air and Soil Pollution*, 219: 113-128.

MILLER, S.D., JEFFERY, J.J., WONG, J.W.C. (1991). *Use and misuse of the acid-base account for "AMD" prediction.* 2nd International Conference on the Abatement of Acidic Drainage, Montréal, Canada, 3: 289-306.

RIETVELD, H.M. (1993). *The Rietveld Method.* Ed. R.A. Young (Oxford University Press).

VILLENEUVE, M. (2004). *Évaluation du comportement géochimique à long terme de rejets miniers à faible potentiel de génération d'acide à l'aide d'essais cinétiques.* Mémoire de maîtrise en génie minéral, École Polytechnique de Montréal.

Annexe

Provenance des échantillons de rejets de concentrateur

(informations fournies par le client)

Traitement du minerai du Lac à Paul en usine pilote – COREM-2011

Les premiers tests de traitement de minerai par COREM en 2011, ont été réalisés à partir d'un échantillon en vrac d'environ 8 tonnes constitué des rejets des échantillons de carottes des forages Pau-09-14 à 22 et de Pau-09-24 à 31, effectués sur la Zone Paul, soit 952 échantillons (voir localisation et la liste des forages données ici-bas).

Ces rejets avaient été concassés jusqu'à environ ¾ po, mais non broyés. Ils totalisaient 6,4 tonnes métriques. Pour compléter l'échantillon jusqu'à 8 tonnes métriques, un sautage a été effectué sur un affleurement décapé, localisé juste au sud-est du forage Pau-09-18 et adjacent à celui-ci. Environ 1,6 tonnes de roches provenant de ce sautage a de plus été concassée afin d'atteindre 8 tonnes de minerai. La localisation de ce décapage n'est pas montrée sur la figure suivante.

La teneur moyenne de cet échantillon de 1,5 t était de 10.286% P_2O_5 (min: 9.175, max: 10.435). Celle des rejets d'échantillons de carotte de forage : 7,01% P_2O_5. La teneur du 8 tonnes est évaluée à 7.53 % P_2O_5.

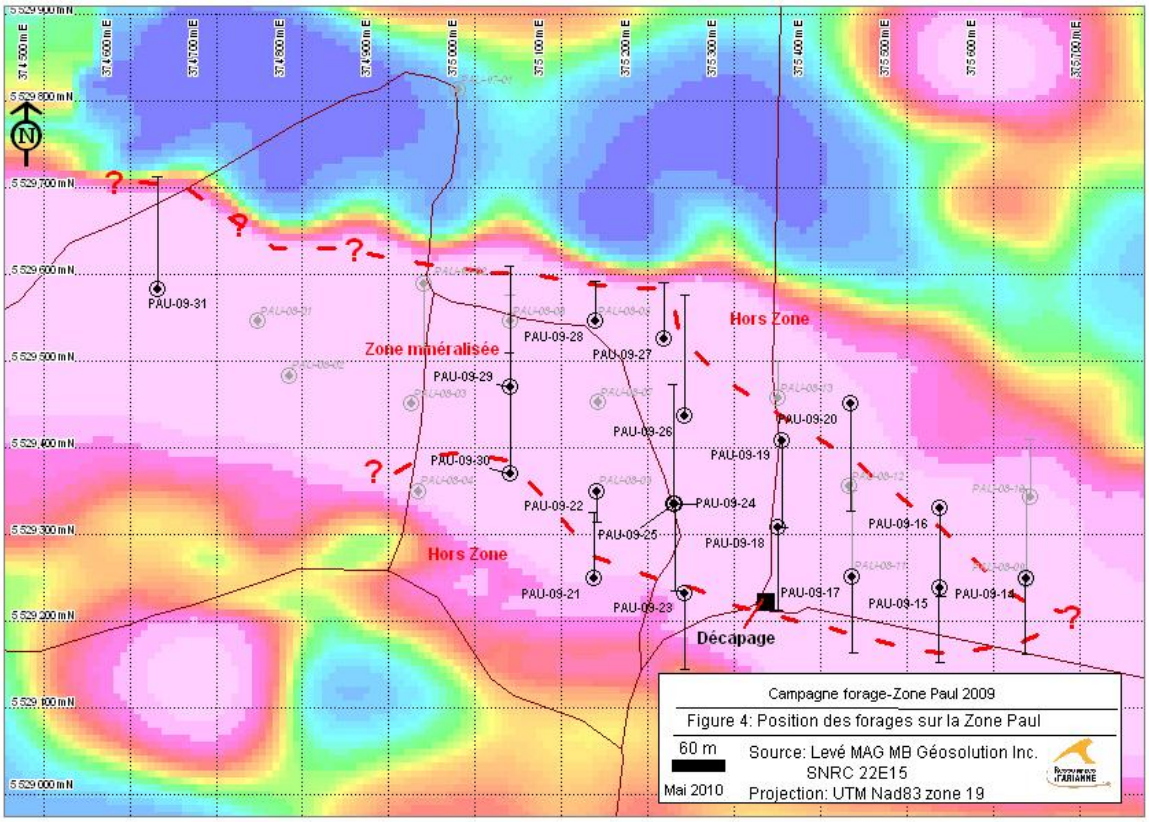


Figure 27- Position of diamond drill holes used for the Met bulk sample - Paul

Pau-09-14 : H853518 à 3541	moins 3530 qui est un standard	(23 éch.)
Pau-09-15 : H853554 à 3590	moins 3565, 3580 et 3590	(33 éch.)
Pau-09-16 : H853626 à 3684	moins 3630, 3650 et 3672	(56 éch.)
Pau-09-17 : H853690 à 3725	moins 3692 et 3710	(34 éch.)

Pau-09-18 : H853749 à 3822 moins 3751, 3770, 3791 et 3810 (70 éch.)
Pau-09-19 : H853825 à 3900 moins 3832, 3850, 3871 et 3891 (72 éch.)
Pau-09-20 : H853942 à 3982 moins 3951 et 3971 (39 éch.)
Pau-09-21 : H853997 à 4032 moins 4001, 4011 et 4031 (33 éch.)
Pau-09-22 : H854041 à 4059 moins 4050 (18 éch.)
Pau-o0-23 : Aucun échantillon
Pau-09-24 : H854106 à 4179 moins 4113, 4134 et 4153 (71 éch.)
Pau-09-25 : H854183 à 4291 moins 4193, 4212, 4224,4247,4270 et 4290 (106 éch.)
Pau-09-26 : H854295 à 4363 moins 4311, 4322 et 4351 (66 éch.)
Pau-09-27 : H854400 à 4436 moins 4412 et 4432 (35 éch.)
Pau-09-28 : H854446 à 4476 moins 4450 et 4471 (29 éch.)
Pau-09-29 : H854483 à 4578 moins 4492, 4512, 4533, 4551 et 4573 (91 éch.)
Pau-09-30 : H854589 à 4689 moins 4593, 4613, 4652 et 4673 (97 éch.)
Pau-09-31 : H854697 à 4779 moins 4713, 4734, 4753 et 4772 (79 éch.)

FORAGE	Longueur forée inc. mort-terrain	Teneurs		Longueur de l'intersection (m.) le long du forage
		P_2O_5	TiO_2	
PAU-09-14	171 m.	**8.74%**	8.33%	sur **64.45 m.** (de 48.55 à 113m.)
PAU-09-15	174 m.	**5.64%**	6.55%	sur **96 m.** (de 3 à 99 m.)
PAU-09-16	201 m.	**7.06%**	7.38%	sur **151.5 m.** (de 42 à 193.5 m.)
PAU-09-17	174 m.	**6.67%**	5.59%	sur **84 m.** (de 3 à 87 m.)
PAU-09-18	192 m.	**5.19%**	6.01%	sur **189 m.** (du début à 192 m.)
PAU-09-19	201 m.	**8.39%**	8.66%	sur **195 m.** (de 6 à 201.0 m.)
PAU-09-20	249 m.	**8.19%**	9.45%	sur **117 m.** (de 132 à 249 m.)
PAU-09-21	183 m.	**4.90%**	4.96%	sur **89.8 m.** (de 80.7 à 170.5 m.)
PAU-09-22	69 m.	**6.53%**	6.41%	*sur **61 m.** (de 8 à 69 m.)*
PAU-09-23	177 m.	**1.54%**	1.65%	Hors Zone
PAU-09-24	198 m.	**5.26%**	4.58%	sur **192 m.** (totalité du forage)
PAU-09-25	279 m.	**7.44%**	7.23%	*sur **273 m.** (de 6 à 279 m.)*
PAU-09-26	279 m.	**8.29%**	8.37%	*sur **180 m.** (de 12 à 192 m.)*
PAU-09-27	132 m.	**6.91%**	11.26%	*sur **105m.** (de 12à 117 m.)*
PAU-09-28	92 m.	**6.35%**	9.87%	*sur **83 m.** (de 9 à 92 m.)*
PAU-09-29	279 m.	**7.53%**	9.58%	*sur **231 m.** (de 30.6 à 261.6 m.)*
PAU-09-30	279 m.	**5.87%**	6.91%	*sur **99.7m.** (de 11 à 110.7 m.)*
		6.06%	8.64%	*sur **157.6 m.** (de 121.4 à 279 m.)*
PAU-09-31	261 m.	**8.76%**	11.01%	*sur **231.1 m**. (de 14.9 à 246 m.)*
Total:	**3590 m.**			
Teneur moyenne:		**7.01** % P_2O_5		
sur 2608 m. le long des forages (soit 73% du métrage)				

Liste d'échantillons 2010-197		
# trou	**Échantillon**	**Poids (g) retant**
Pau-09-14	853518	6255
Pau-09-14	853519	7685
Pau-09-14	853520	8130
Pau-09-14	853521	8395
Pau-09-14	853522	8730
Pau-09-14	853523	7750
Pau-09-14	853524	8035
Pau-09-14	853525	7665
Pau-09-14	853526	7575
Pau-09-14	853527	7770
Pau-09-14	853528	8045
Pau-09-14	853529	8380
Pau-09-14	853530	standard
Pau-09-14	853531	8075
Pau-09-14	853532	4045
Pau-09-14	853533	6005
Pau-09-14	853534	4625
Pau-09-14	853535	7895
Pau-09-14	853536	8235
Pau-09-14	853537	7425
Pau-09-14	853538	8480
Pau-09-14	853539	7770
Pau-09-14	853540	7290
Pau-09-14	853541	4665
Pau-09-15	853554	6110
Pau-09-15	853555	7580
Pau-09-15	853556	6870
Pau-09-15	853557	6865
Pau-09-15	853558	5270
Pau-09-15	853559	6810
Pau-09-15	853560	5555
Pau-09-15	853561	5110
Pau-09-15	853562	5510
Pau-09-15	853563	7705
Pau-09-15	853564	7575
Pau-09-15	853565	standard
Pau-09-15	853566	6590
Pau-09-15	853567	7465
Pau-09-15	853568	7315

Pau-09-15	853569	8740
Pau-09-15	853570	8275
Pau-09-15	853571	9350
Pau-09-15	853572	7345
Pau-09-15	853573	6710
Pau-09-15	853574	6800
Pau-09-15	853575	7595
Pau-09-15	853576	6655
Pau-09-15	853577	7585
Pau-09-15	853578	7750
Pau-09-15	853579	7575
Pau-09-15	853580	standard
Pau-09-15	853581	7745
Pau-09-15	853582	6370
Pau-09-15	853584	7195
Pau-09-15	853585	3905
Pau-09-15	853586	3650
Pau-09-15	853587	7640
Pau-09-15	853588	8005
Pau-09-15	853589	7220
Pau-09-15	853590	standard
Pau-09-16	853626	7230
Pau-09-16	853627	7110
Pau-09-16	853628	6795
Pau-09-16	853629	6925
Pau-09-16	853630	standard
Pau-09-16	853631	6790
Pau-09-16	853632	5870
Pau-09-16	853633	6355
Pau-09-16	853634	5965
Pau-09-16	853635	2425
Pau-09-16	853636	3750
Pau-09-16	853637	6625
Pau-09-16	853638	7855
Pau-09-16	853639	8965
Pau-09-16	853640	8750
Pau-09-16	853641	7185
Pau-09-16	853642	7195
Pau-09-16	853643	6980
Pau-09-16	853644	7025
Pau-09-16	853645	6735
Pau-09-16	853646	7005

Pau-09-16	853647	4410
Pau-09-16	853648	4245
Pau-09-16	853649	4310
Pau-09-16	853650	standard
Pau-09-16	853651	6605
Pau-09-16	853652	6150
Pau-09-16	853653	6205
Pau-09-16	853654	5205
Pau-09-16	853655	6605
Pau-09-16	853656	7185
Pau-09-16	853657	7065
Pau-09-16	853658	5205
Pau-09-16	853659	2580
Pau-09-16	853660	3515
Pau-09-16	853661	6130
Pau-09-16	853662	2680
Pau-09-16	853663	3535
Pau-09-16	853664	7090
Pau-09-16	853665	6570
Pau-09-16	853666	6175
Pau-09-16	853667	4820
Pau-09-16	853668	5105
Pau-09-16	853669	4165
Pau-09-16	853670	7115
Pau-09-16	853671	8010
Pau-09-16	853672	standard
Pau-09-16	853673	8510
Pau-09-16	853674	7335
Pau-09-16	853675	6665
Pau-09-16	853676	6680
Pau-09-16	853677	7200
Pau-09-16	853678	6895
Pau-09-16	853679	5555
Pau-09-16	853680	7265
Pau-09-16	853681	7395
Pau-09-16	853682	6785
Pau-09-16	853683	7365
Pau-09-16	853684	3040
Pau-09-17	853690	5570
Pau-09-17	853691	7430
Pau-09-17	853692	standard
Pau-09-17	853693	7275

Pau-09-17	853694	7410
Pau-09-17	853695	7830
Pau-09-17	853696	5110
Pau-09-17	853697	4880
Pau-09-17	853698	4520
Pau-09-17	853699	7010
Pau-09-17	853700	7220
Pau-09-17	853701	7025
Pau-09-17	853702	6785
Pau-09-17	853703	6590
Pau-09-17	853704	6235
Pau-09-17	853705	6340
Pau-09-17	853706	5880
Pau-09-17	853707	4395
Pau-09-17	853708	5030
Pau-09-17	853709	4705
Pau-09-17	853710	standard
Pau-09-17	853711	5005
Pau-09-17	853712	4500
Pau-09-17	853713	6660
Pau-09-17	853714	5655
Pau-09-17	853715	4060
Pau-09-17	853716	4620
Pau-09-17	853717	6265
Pau-09-17	853718	7580
Pau-09-17	853719	5555
Pau-09-17	853720	4140
Pau-09-17	853721	5130
Pau-09-17	853722	4655
Pau-09-17	853723	3825
Pau-09-17	853724	4965
Pau-09-17	853725	6565
Pau-09-18	853749	4630
Pau-09-18	853750	8050
Pau-09-18	853751	standard
Pau-09-18	853752	8050
Pau-09-18	853753	7170
Pau-09-18	853754	7840
Pau-09-18	853755	4230
Pau-09-18	853756	5250
Pau-09-18	853757	4840
Pau-09-18	853758	4160

Pau-09-18	853759	2390
Pau-09-18	853760	6715
Pau-09-18	853761	5870
Pau-09-18	853762	7040
Pau-09-18	853763	6915
Pau-09-18	853764	5475
Pau-09-18	853765	3405
Pau-09-18	853766	2665
Pau-09-18	853767	6325
Pau-09-18	853768	6335
Pau-09-18	853769	3040
Pau-09-18	853770	standard
Pau-09-18	853771	7025
Pau-09-18	853772	8225
Pau-09-18	853773	8130
Pau-09-18	853774	7520
Pau-09-18	853775	5255
Pau-09-18	853776	3325
Pau-09-18	853777	4915
Pau-09-18	853778	4350
Pau-09-18	853779	2510
Pau-09-18	853780	7375
Pau-09-18	853781	7700
Pau-09-18	853782	6000
Pau-09-18	853783	7240
Pau-09-18	853784	7390
Pau-09-18	853785	7230
Pau-09-18	853786	5320
Pau-09-18	853787	5970
Pau-09-18	853788	4245
Pau-09-18	853789	6835
Pau-09-18	853790	6765
Pau-09-18	853791	standard
Pau-09-18	853792	6495
Pau-09-18	853793	6175
Pau-09-18	853794	6820
Pau-09-18	853795	6410
Pau-09-18	853796	6285
Pau-09-18	853797	6580
Pau-09-18	853798	3010
Pau-09-18	853799	4645
Pau-09-18	853800	6910

Pau-09-18	853801	7125
Pau-09-18	853802	8170
Pau-09-18	853803	8790
Pau-09-18	853804	7700
Pau-09-18	853805	7070
Pau-09-18	853806	7380
Pau-09-18	853807	7550
Pau-09-18	853808	3270
Pau-09-18	853809	3365
Pau-09-18	853810	standard
Pau-09-18	853811	6745
Pau-09-18	853812	6465
Pau-09-18	853813	7855
Pau-09-18	853814	7080
Pau-09-18	853815	6815
Pau-09-18	853816	3755
Pau-09-18	853817	4385
Pau-09-18	853818	6360
Pau-09-18	853819	7185
Pau-09-18	853820	6420
Pau-09-18	853821	8075
Pau-09-18	853822	7835
Pau-09-19	853825	4495
Pau-09-19	853826	6970
Pau-09-19	853827	2575
Pau-09-19	853828	3240
Pau-09-19	853829	4940
Pau-09-19	853830	6650
Pau-09-19	853831	6410
Pau-09-19	853832	standard
Pau-09-19	853833	7460
Pau-09-19	853834	7520
Pau-09-19	853835	6545
Pau-09-19	853836	7300
Pau-09-19	853837	7475
Pau-09-19	853838	8150
Pau-09-19	853839	8135
Pau-09-19	853840	7615
Pau-09-19	853841	7445
Pau-09-19	853842	8490
Pau-09-19	853843	7525
Pau-09-19	853844	7485

Pau-09-19	853845	7375
Pau-09-19	853846	6985
Pau-09-19	853847	7190
Pau-09-19	853848	7305
Pau-09-19	853849	7085
Pau-09-19	853850	standard
Pau-09-19	853851	7005
Pau-09-19	853852	7315
Pau-09-19	853853	7100
Pau-09-19	853854	7565
Pau-09-19	853855	6555
Pau-09-19	853856	4340
Pau-09-19	853857	4805
Pau-09-19	853858	7715
Pau-09-19	853859	6970
Pau-09-19	853860	6310
Pau-09-19	853861	6105
Pau-09-19	853862	7990
Pau-09-19	853863	6835
Pau-09-19	853864	6350
Pau-09-19	853865	7220
Pau-09-19	853866	7710
Pau-09-19	853867	8270
Pau-09-19	853868	7235
Pau-09-19	853869	4570
Pau-09-19	853870	5160
Pau-09-19	853871	standard
Pau-09-19	853872	5080
Pau-09-19	853873	7630
Pau-09-19	853874	5885
Pau-09-19	853875	7275
Pau-09-19	853876	3070
Pau-09-19	853877	2675
Pau-09-19	853878	3265
Pau-09-19	853879	4465
Pau-09-19	853880	3295
Pau-09-19	853881	4070
Pau-09-19	853882	4050
Pau-09-19	853883	6830
Pau-09-19	853884	7175
Pau-09-19	853885	7395
Pau-09-19	853886	7600

Pau-09-19	853887	7325
Pau-09-19	853888	6515
Pau-09-19	853889	6825
Pau-09-19	853890	8230
Pau-09-19	853891	standard
Pau-09-19	853892	7740
Pau-09-19	853893	7535
Pau-09-19	853894	7775
Pau-09-19	853895	6970
Pau-09-19	853896	7010
Pau-09-19	853897	7190
Pau-09-19	853898	7925
Pau-09-19	853899	3520
Pau-09-19	853900	2730
Pau-09-20	853942	8020
Pau-09-20	853943	6890
Pau-09-20	853944	7620
Pau-09-20	853945	6300
Pau-09-20	853946	5565
Pau-09-20	853947	7360
Pau-09-20	853948	7365
Pau-09-20	853949	7445
Pau-09-20	853950	7070
Pau-09-20	853951	standard
Pau-09-20	853952	8370
Pau-09-20	853953	7405
Pau-09-20	853954	7965
Pau-09-20	853955	8875
Pau-09-20	853956	8550
Pau-09-20	853957	8625
Pau-09-20	853958	7005
Pau-09-20	853959	6430
Pau-09-20	853960	7185
Pau-09-20	853961	6190
Pau-09-20	853962	7070
Pau-09-20	853963	6985
Pau-09-20	853964	8000
Pau-09-20	853965	7525
Pau-09-20	853966	7120
Pau-09-20	853967	7290
Pau-09-20	853968	7240
Pau-09-20	853969	7385

Pau-09-20	853970	8370
Pau-09-20	853971	standard
Pau-09-20	853972	8080
Pau-09-20	853973	8345
Pau-09-20	853974	8865
Pau-09-20	853975	7710
Pau-09-20	853976	8040
Pau-09-20	853977	8170
Pau-09-20	853978	8115
Pau-09-20	853979	7345
Pau-09-20	853980	8405
Pau-09-20	853981	7655
Pau-09-20	853982	8350
Pau-09-21	853997	3000
Pau-09-21	853998	5060
Pau-09-21	853999	5290
Pau-09-21	854000	4750
Pau-09-21	854001	standard
Pau-09-21	854002	4335
Pau-09-21	854003	4770
Pau-09-21	854004	3750
Pau-09-21	854005	3985
Pau-09-21	854006	7430
Pau-09-21	854007	7125
Pau-09-21	854008	6900
Pau-09-21	854009	6940
Pau-09-21	854010	7075
Pau-09-21	854011	standard
Pau-09-21	854012	7520
Pau-09-21	854013	7220
Pau-09-21	854014	7235
Pau-09-21	854015	7580
Pau-09-21	854016	7145
Pau-09-21	854017	8475
Pau-09-21	854018	7645
Pau-09-21	854019	7125
Pau-09-21	854020	6275
Pau-09-21	854021	6965
Pau-09-21	854022	7320
Pau-09-21	854023	6760
Pau-09-21	854024	7185
Pau-09-21	854025	6485

Pau-09-21	854026	6640
Pau-09-21	854027	6530
Pau-09-21	854028	7875
Pau-09-21	854029	8500
Pau-09-21	854030	7365
Pau-09-21	854031	standard
Pau-09-21	854032	6190
Pau-09-22	854041	3245
Pau-09-22	854042	1805
Pau-09-22	854043	6385
Pau-09-22	854044	6670
Pau-09-22	854045	8390
Pau-09-22	854046	6625
Pau-09-22	854047	7300
Pau-09-22	854048	7300
Pau-09-22	854049	7335
Pau-09-22	854050	standard
Pau-09-22	854051	6655
Pau-09-22	854052	6030
Pau-09-22	854053	6730
Pau-09-22	854054	6360
Pau-09-22	854055	6690
Pau-09-22	854056	6470
Pau-09-22	854057	7305
Pau-09-22	854058	7225
Pau-09-22	854059	7300
Pau-09-24	854106	5480
Pau-09-24	854107	7360
Pau-09-24	854108	7375
Pau-09-24	854109	7445
Pau-09-24	854110	3210
Pau-09-24	854111	3610
Pau-09-24	854112	6530
Pau-09-24	854113	standard
Pau-09-24	854114	6565
Pau-09-24	854115	6430
Pau-09-24	854116	4700
Pau-09-24	854117	2405
Pau-09-24	854118	3990
Pau-09-24	854119	6030
Pau-09-24	854120	5905
Pau-09-24	854121	6405

Pau-09-24	854122	6535
Pau-09-24	854123	3735
Pau-09-24	854124	2500
Pau-09-24	854125	7950
Pau-09-24	854126	6600
Pau-09-24	854127	3590
Pau-09-24	854128	6805
Pau-09-24	854129	6455
Pau-09-24	854130	6735
Pau-09-24	854131	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 6240
Pau-09-24	854132	4760
Pau-09-24	854133	4305
Pau-09-24	854134	standard
Pau-09-24	854135	3135
Pau-09-24	854136	3435
Pau-09-24	854137	6640
Pau-09-24	854138	7550
Pau-09-24	854139	8115
Pau-09-24	854140	7750
Pau-09-24	854141	5165
Pau-09-24	854142	4530
Pau-09-24	854143	6715
Pau-09-24	854144	7540
Pau-09-24	854145	4120
Pau-09-24	854146	2500
Pau-09-24	854147	matériel tout traité pour 1 kg d'apatite
Pau-09-24	854148	5950
Pau-09-24	854149	4020
Pau-09-24	854150	4525
Pau-09-24	854151	3120
Pau-09-24	854152	2985
Pau-09-24	854153	standard
Pau-09-24	854154	3980
Pau-09-24	854155	6170
Pau-09-24	854156	6415
Pau-09-24	854157	6615
Pau-09-24	854158	5430
Pau-09-24	854159	4950
Pau-09-24	854160	5215
Pau-09-24	854161	matériel tout traité pour 1 kg d'apatite
Pau-09-24	854162	3700
Pau-09-24	854163	5240

Pau-09-24	854164	4060
Pau-09-24	854165	3770
Pau-09-24	854166	6545
Pau-09-24	854167	6170
Pau-09-24	854168	7055
Pau-09-24	854169	6750
Pau-09-24	854170	7140
Pau-09-24	854171	7360
Pau-09-24	854172	5240
Pau-09-24	854173	3660
Pau-09-24	854174	4125
Pau-09-24	854175	3415
Pau-09-24	854176	1890
Pau-09-24	854177	7510
Pau-09-24	854178	6815
Pau-09-24	854179	matériel tout traité pour 1 kg d'apatite
Pau-09-25	854183	4765
Pau-09-25	854184	6450
Pau-09-25	854185	7300
Pau-09-25	854186	8695
Pau-09-25	854187	7845
Pau-09-25	854188	7630
Pau-09-25	854189	8920
Pau-09-25	854190	5855
Pau-09-25	854191	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 6156
Pau-09-25	854192	6245
Pau-09-25	854193	standard
Pau-09-25	854194	7715
Pau-09-25	854195	7375
Pau-09-25	854196	6660
Pau-09-25	854197	5910
Pau-09-25	854198	3690
Pau-09-25	854199	6825
Pau-09-25	854200	6190
Pau-09-25	854201	5580
Pau-09-25	854202	7205
Pau-09-25	854203	matériel tout traité pour 1 kg d'apatite
Pau-09-25	854204	8195
Pau-09-25	854205	7740
Pau-09-25	854206	8105
Pau-09-25	854207	8070
Pau-09-25	854208	7925

Pau-09-25	854209	7650
Pau-09-25	854210	8015
Pau-09-25	854211	8450
Pau-09-25	854212	standard
Pau-09-25	854213	4025
Pau-09-25	854214	5230
Pau-09-25	854215	4455
Pau-09-25	854216	6695
Pau-09-25	854217	6910
Pau-09-25	854218	6905
Pau-09-25	854219	7245
Pau-09-25	854220	7035
Pau-09-25	854221	8320
Pau-09-25	854222	8660
Pau-09-25	854223	9045
Pau-09-25	854224	standard
Pau-09-25	854225	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 7301
Pau-09-25	854226	8620
Pau-09-25	854227	2975
Pau-09-25	854228	4435
Pau-09-25	854229	5955
Pau-09-25	854230	5835
Pau-09-25	854231	4675
Pau-09-25	854232	3360
Pau-09-25	854233	3170
Pau-09-25	854234	4190
Pau-09-25	854235	6690
Pau-09-25	854236	6750
Pau-09-25	854237	4490
Pau-09-25	854238	2190
Pau-09-25	854239	5155
Pau-09-25	854240	1725
Pau-09-25	854241	3995
Pau-09-25	854242	7535
Pau-09-25	854243	6920
Pau-09-25	854244	6295
Pau-09-25	854245	3840
Pau-09-25	854246	5645
Pau-09-25	854247	standard
Pau-09-25	854248	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 6764
Pau-09-25	854249	7955
Pau-09-25	854250	7455

Pau-09-25	854251	7065
Pau-09-25	854252	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 5555
Pau-09-25	854253	7415
Pau-09-25	854254	7625
Pau-09-25	854255	3915
Pau-09-25	854256	3290
Pau-09-25	854257	7570
Pau-09-25	854258	7405
Pau-09-25	854259	7705
Pau-09-25	854260	7140
Pau-09-25	854261	7515
Pau-09-25	854262	8185
Pau-09-25	854263	8350
Pau-09-25	854264	9200
Pau-09-25	854265	8315
Pau-09-25	854266	8245
Pau-09-25	854267	7735
Pau-09-25	854268	8755
Pau-09-25	854269	8820
Pau-09-25	854270	standard
Pau-09-25	854271	7920
Pau-09-25	854272	7270
Pau-09-25	854273	7445
Pau-09-25	854274	7670
Pau-09-25	854275	7385
Pau-09-25	854276	6720
Pau-09-25	854277	6795
Pau-09-25	854278	6990
Pau-09-25	854279	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 3455
Pau-09-25	854280	5575
Pau-09-25	854281	4215
Pau-09-25	854282	5960
Pau-09-25	854283	3410
Pau-09-25	854284	4140
Pau-09-25	854285	7205
Pau-09-25	854286	2480
Pau-09-25	854287	3250
Pau-09-25	854288	7840
Pau-09-25	854289	8230
Pau-09-25	854290	standard
Pau-09-25	854291	7455
Pau-09-26	854295	4885

Pau-09-26	854296	7595
Pau-09-26	854297	7165
Pau-09-26	854298	8205
Pau-09-26	854299	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 6878
Pau-09-26	854300	8160
Pau-09-26	854301	7160
Pau-09-26	854302	7240
Pau-09-26	854303	7625
Pau-09-26	854304	7045
Pau-09-26	854305	7135
Pau-09-26	854306	7460
Pau-09-26	854307	8070
Pau-09-26	854308	7390
Pau-09-26	854309	6730
Pau-09-26	854310	6080
Pau-09-26	854311	standard
Pau-09-26	854312	4510
Pau-09-26	854313	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 3031
Pau-09-26	854314	3875
Pau-09-26	854315	5680
Pau-09-26	854316	4335
Pau-09-26	854317	4955
Pau-09-26	854318	5710
Pau-09-26	854319	7700
Pau-09-26	854320	2555
Pau-09-26	854321	4850
Pau-09-26	854322	standard
Pau-09-26	854323	8285
Pau-09-26	854324	8945
Pau-09-26	854325	8915
Pau-09-26	854326	9020
Pau-09-26	854327	8330
Pau-09-26	854328	8815
Pau-09-26	854329	8155
Pau-09-26	854330	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 6167
Pau-09-26	854331	5680
Pau-09-26	854332	3900
Pau-09-26	854333	5260
Pau-09-26	854334	8300
Pau-09-26	854335	7950
Pau-09-26	854336	7965
Pau-09-26	854337	8800

Pau-09-26	854338	9225
Pau-09-26	854339	8660
Pau-09-26	854340	4955
Pau-09-26	854341	8835
Pau-09-26	854342	8115
Pau-09-26	854343	8665
Pau-09-26	854344	8090
Pau-09-26	854345	8020
Pau-09-26	854346	8230
Pau-09-26	854347	8570
Pau-09-26	854348	8300
Pau-09-26	854349	pulvérisé et une partie utilisée pour le traitement reste 6928
Pau-09-26	854350	8620
Pau-09-26	854351	standard
Pau-09-26	854352	5880
Pau-09-26	854353	4800
Pau-09-26	854354	1985
Pau-09-26	854355	4940
Pau-09-26	854356	6075
Pau-09-26	854357	6530
Pau-09-26	854358	6970
Pau-09-26	854359	5805
Pau-09-26	854360	6795
Pau-09-26	854361	7160
Pau-09-26	854362	8090
Pau-09-26	854363	8120
Pau-09-27	854400	5825
Pau-09-27	854401	6540
Pau-09-27	854402	7835
Pau-09-27	854403	8910
Pau-09-27	854404	8965
Pau-09-27	854405	8200
Pau-09-27	854406	8375
Pau-09-27	854407	9945
Pau-09-27	854408	8735
Pau-09-27	854409	9070
Pau-09-27	854410	7300
Pau-09-27	854411	7025
Pau-09-27	854412	standard
Pau-09-27	854413	7145
Pau-09-27	854414	7635
Pau-09-27	854415	7530

Pau-09-27	854416	8855
Pau-09-27	854417	9430
Pau-09-27	854418	9575
Pau-09-27	854419	9325
Pau-09-27	854420	8520
Pau-09-27	854421	7870
Pau-09-27	854422	8970
Pau-09-27	854423	8465
Pau-09-27	854424	8305
Pau-09-27	854425	7870
Pau-09-27	854426	9220
Pau-09-27	854427	9335
Pau-09-27	854428	8265
Pau-09-27	854429	8695
Pau-09-27	854430	8790
Pau-09-27	854431	8050
Pau-09-27	854432	standard
Pau-09-27	854433	8420
Pau-09-27	854434	8500
Pau-09-27	854435	7365
Pau-09-27	854436	7845
Pau-09-28	854446	1940
Pau-09-28	854447	6720
Pau-09-28	854448	7225
Pau-09-28	854449	7760
Pau-09-28	854450	standard
Pau-09-28	854451	8350
Pau-09-28	854452	8340
Pau-09-28	854453	8990
Pau-09-28	854454	7740
Pau-09-28	854455	3290
Pau-09-28	854456	1665
Pau-09-28	854457	1235
Pau-09-28	854458	4085
Pau-09-28	854459	4320
Pau-09-28	854460	8330
Pau-09-28	854461	7395
Pau-09-28	854462	6445
Pau-09-28	854463	7185
Pau-09-28	854464	4485
Pau-09-28	854465	1730
Pau-09-28	854466	4215

Pau-09-28	854467	7720
Pau-09-28	854468	7295
Pau-09-28	854469	7670
Pau-09-28	854470	7915
Pau-09-28	854471	standard
Pau-09-28	854472	9090
Pau-09-28	854473	8315
Pau-09-28	854474	8440
Pau-09-28	854475	7215
Pau-09-28	854476	2840
Pau-09-29	854483	4760
Pau-09-29	854484	7910
Pau-09-29	854485	6155
Pau-09-29	854486	2615
Pau-09-29	854487	3475
Pau-09-29	854488	4400
Pau-09-29	854489	3145
Pau-09-29	854490	2965
Pau-09-29	854491	6095
Pau-09-29	854492	standard
Pau-09-29	854493	8705
Pau-09-29	854494	8580
Pau-09-29	854495	9250
Pau-09-29	854496	8675
Pau-09-29	854497	7090
Pau-09-29	854498	8435
Pau-09-29	854499	7935
Pau-09-29	854500	4940
Pau-09-29	854501	5150
Pau-09-29	854502	5675
Pau-09-29	854503	7900
Pau-09-29	854504	8175
Pau-09-29	854505	9135
Pau-09-29	854506	9525
Pau-09-29	854507	8870
Pau-09-29	854508	8645
Pau-09-29	854509	8605
Pau-09-29	854510	8890
Pau-09-29	854511	7460
Pau-09-29	854512	standard
Pau-09-29	854513	9080
Pau-09-29	854514	8330

Pau-09-29	854515	8770
Pau-09-29	854516	9010
Pau-09-29	854517	8860
Pau-09-29	854518	8880
Pau-09-29	854519	9610
Pau-09-29	854520	9125
Pau-09-29	854521	9220
Pau-09-29	854522	8185
Pau-09-29	854523	9300
Pau-09-29	854524	9250
Pau-09-29	854525	8790
Pau-09-29	854526	8350
Pau-09-29	854527	8435
Pau-09-29	854528	9025
Pau-09-29	854529	8470
Pau-09-29	854530	9285
Pau-09-29	854531	8265
Pau-09-29	854532	6535
Pau-09-29	854533	standard
Pau-09-29	854534	8755
Pau-09-29	854535	8635
Pau-09-29	854536	8750
Pau-09-29	854537	7935
Pau-09-29	854538	6945
Pau-09-29	854539	5765
Pau-09-29	854540	4440
Pau-09-29	854541	5695
Pau-09-29	854542	8210
Pau-09-29	854543	7275
Pau-09-29	854544	6190
Pau-09-29	854545	4740
Pau-09-29	854546	4900
Pau-09-29	854547	6140
Pau-09-29	854548	4625
Pau-09-29	854549	5750
Pau-09-29	854550	8190
Pau-09-29	854551	standard
Pau-09-29	854552	8545
Pau-09-29	854553	9170
Pau-09-29	854554	8720
Pau-09-29	854555	9215
Pau-09-29	854556	4100

Pau-09-29	854557	6505
Pau-09-29	854558	8915
Pau-09-29	854559	5510
Pau-09-29	854560	7130
Pau-09-29	854561	6965
Pau-09-29	854562	8045
Pau-09-29	854563	8555
Pau-09-29	854564	8385
Pau-09-29	854565	8095
Pau-09-29	854566	8570
Pau-09-29	854567	8280
Pau-09-29	854568	8365
Pau-09-29	854569	5930
Pau-09-29	854570	7890
Pau-09-29	854571	7440
Pau-09-29	854572	7410
Pau-09-29	854573	standard
Pau-09-29	854574	7000
Pau-09-29	854575	6965
Pau-09-29	854576	6975
Pau-09-29	854577	4835
Pau-09-29	854578	3590
Pau-09-30	854589	4685
Pau-09-30	854590	4735
Pau-09-30	854591	8015
Pau-09-30	854592	8030
Pau-09-30	854593	standard
Pau-09-30	854594	5405
Pau-09-30	854595	3465
Pau-09-30	854596	6180
Pau-09-30	854597	6345
Pau-09-30	854598	7375
Pau-09-30	854599	7270
Pau-09-30	854600	5535
Pau-09-30	854601	2645
Pau-09-30	854602	3865
Pau-09-30	854603	7735
Pau-09-30	854604	8035
Pau-09-30	854605	7485
Pau-09-30	854606	7335
Pau-09-30	854607	7725
Pau-09-30	854608	8095

Pau-09-30	854609	8070
Pau-09-30	854610	4760
Pau-09-30	854611	3210
Pau-09-30	854612	6620
Pau-09-30	854613	standard
Pau-09-30	854614	7645
Pau-09-30	854615	4520
Pau-09-30	854616	7020
Pau-09-30	854617	7340
Pau-09-30	854618	6775
Pau-09-30	854619	7220
Pau-09-30	854620	7035
Pau-09-30	854621	7565
Pau-09-30	854622	6825
Pau-09-30	854623	9465
Pau-09-30	854624	8460
Pau-09-30	854625	9950
Pau-09-30	854626	6160
Pau-09-30	854627	5025
Pau-09-30	854628	4300
Pau-09-30	854629	5875
Pau-09-30	854630	2195
Pau-09-30	854631	2855
Pau-09-30	854632	3695
Pau-09-30	854633	standard
Pau-09-30	854634	7645
Pau-09-30	854635	7095
Pau-09-30	854636	7470
Pau-09-30	854637	7600
Pau-09-30	854638	7035
Pau-09-30	854639	7565
Pau-09-30	854640	8225
Pau-09-30	854641	7680
Pau-09-30	854642	7560
Pau-09-30	854643	7745
Pau-09-30	854644	4305
Pau-09-30	854645	2565
Pau-09-30	854646	6845
Pau-09-30	854647	5180
Pau-09-30	854648	3085
Pau-09-30	854649	4755
Pau-09-30	854650	7470

Pau-09-30	854651	7660
Pau-09-30	854652	standard
Pau-09-30	854653	6425
Pau-09-30	854654	8870
Pau-09-30	854655	9115
Pau-09-30	854656	8600
Pau-09-30	854657	8695
Pau-09-30	854658	8540
Pau-09-30	854659	9395
Pau-09-30	854660	9280
Pau-09-30	854661	8215
Pau-09-30	854662	6345
Pau-09-30	854663	6625
Pau-09-30	854664	5915
Pau-09-30	854665	6000
Pau-09-30	854666	6100
Pau-09-30	854667	7715
Pau-09-30	854668	7905
Pau-09-30	854669	7705
Pau-09-30	854670	7955
Pau-09-30	854671	8010
Pau-09-30	854672	9685
Pau-09-30	854673	standard
Pau-09-30	854674	9040
Pau-09-30	854675	9255
Pau-09-30	854676	9260
Pau-09-30	854677	9540
Pau-09-30	854678	9615
Pau-09-30	854679	9555
Pau-09-30	854680	9700
Pau-09-30	854681	10040
Pau-09-30	854682	9825
Pau-09-30	854683	9350
Pau-09-30	854684	9465
Pau-09-30	854685	9430
Pau-09-30	854686	9045
Pau-09-30	854687	9770
Pau-09-30	854688	9455
Pau-09-30	854689	8870
Pau-09-31	854697	6530
Pau-09-31	854698	7715
Pau-09-31	854699	6750

Pau-09-31	854700	8160
Pau-09-31	854701	8300
Pau-09-31	854702	7480
Pau-09-31	854703	7520
Pau-09-31	854704	7365
Pau-09-31	854705	8275
Pau-09-31	854706	8715
Pau-09-31	854707	8405
Pau-09-31	854708	8805
Pau-09-31	854709	5925
Pau-09-31	854710	7840
Pau-09-31	854711	7125
Pau-09-31	854712	8240
Pau-09-31	854713	standard
Pau-09-31	854714	7410
Pau-09-31	854715	7515
Pau-09-31	854716	8835
Pau-09-31	854717	8800
Pau-09-31	854718	9125
Pau-09-31	854719	8900
Pau-09-31	854720	9670
Pau-09-31	854721	5800
Pau-09-31	854722	4960
Pau-09-31	854723	5565
Pau-09-31	854724	7560
Pau-09-31	854725	8070
Pau-09-31	854726	8650
Pau-09-31	854727	8125
Pau-09-31	854728	9315
Pau-09-31	854729	8405
Pau-09-31	854730	7395
Pau-09-31	854731	7005
Pau-09-31	854732	7115
Pau-09-31	854733	6055
Pau-09-31	854734	standard
Pau-09-31	854735	6185
Pau-09-31	854736	6100
Pau-09-31	854737	7000
Pau-09-31	854738	7150
Pau-09-31	854739	6910
Pau-09-31	854740	6100
Pau-09-31	854741	8270

Pau-09-31	854742	8500
Pau-09-31	854743	8725
Pau-09-31	854744	8115
Pau-09-31	854745	7280
Pau-09-31	854746	8255
Pau-09-31	854747	8280
Pau-09-31	854748	8455
Pau-09-31	854749	8145
Pau-09-31	854750	5695
Pau-09-31	854751	6020
Pau-09-31	854752	6570
Pau-09-31	854753	standard
Pau-09-31	854754	5890
Pau-09-31	854755	6000
Pau-09-31	854756	6540
Pau-09-31	854757	5685
Pau-09-31	854758	6815
Pau-09-31	854759	6245
Pau-09-31	854760	7250
Pau-09-31	854761	6105
Pau-09-31	854762	2980
Pau-09-31	854763	4880
Pau-09-31	854764	6855
Pau-09-31	854765	8640
Pau-09-31	854766	8970
Pau-09-31	854767	8695
Pau-09-31	854768	8870
Pau-09-31	854769	8860
Pau-09-31	854770	9060
Pau-09-31	854771	8805
Pau-09-31	854772	standard
Pau-09-31	854773	8045
Pau-09-31	854774	7900
Pau-09-31	854775	8635
Pau-09-31	854776	8520
Pau-09-31	854777	8770
Pau-09-31	854778	10995
Pau-09-31	854779	8120
		6304405
		6362880 g, 6362,880 Kg, 14030,15 lbs, 6,36 tonnes métriques
		6,36 tonnes métriques

Annexe 9 :
Étude de stabilité de la halde

GENIVAR

740 Syndicate Avenue S., Thunder Bay, ON P7E 1E9
Telephone: 807-625-6700 ~ Fax: 807-623-4491 ~ www.genivar.com

MEMO

TO:	SIMON LATULIPPE	**DATE:**	**May 13, 2013**
FROM:	**GENIVAR THUNDER BAY**		131-13429-00
SUBJECT:	RESSOURCES D'ARIANNE WASTE ROCK STOCKPILE CONCEPTUAL STABILITY ASSESSMENT, REV. 0		

Introduction

The Ressources d'Arianne Project (Project) is located in northern Quebec, Canada. The Project, when in operation, will be an open pit phosphate mine. The project is currently in the conceptual design phases. Waste rock generated from the open pit will require storage within the mine site limits. GENIVAR was requested to complete a preliminary design for the waste rock stockpile. The preliminary design required identification of a location for waste rock storage, preliminary filling sequencing and preliminary stability assessments of the final waste rock stockpile arrangement. This memo presents the results of the preliminary identification of the waste rock stockpile location and the preliminary stability assessments of the final stockpile arrangement. The analysis has been completed at a preliminary or conceptual level to support the planning for the future mine. Additional site investigations, data collection and analysis will be required as the project is advanced to subsequent levels of design to confirm or revise the current assumptions used at this level of analysis.

Stockpile Site Selection

Two (2) potential locations for the waste rock storage were initially considered prior to proceeding with stability assessments that are noted as the North and South Sites. The North Site is located north of the proposed open pit and generally consists of topography with varying degrees of sloping ground that will require placement of waste rock against existing natural ground slopes. The North Site also crosses two (2) individual catchment areas that will require consideration for runoff and water management. The Manouane River is located at the northern extent while there are several smaller lakes or water bodies that are located south of the North Site. The South Site is located to the southeast of the proposed open pit and generally consists of flat topography as compared to the North Site. The Naja River and Naja Lake are also within the potential footprint area of the South Site and would require a bridge structure to be built for access during waste rock placement.

Preliminary layouts of the North and South Sites were provided to Resource d'Arianne representatives for review and consideration. The North Site was selected as the preferred option for waste rock storage to avoid potential future mine expansion.

Stockpile Layout and Selection of Cross Sections

The layout extents (footprint) of the waste rock stockpile in the North Site was developed over several iterations to ensure compliance with the required set-backs from water bodies and water courses, to ensure that it provides the required volume for waste rock storage while considering the natural topography, and the ultimate height of the benches and overall stockpile height. Preliminary stability analysis were also completed during the development of the waste rock stockpile footprint to identify stable slope arrangements and corresponding toe locations to ensure the stockpile footprint was in compliance with the water body constraints.

Two (2) cross-sections of the final arrangement for the stockpile were selected for completion of stability assessments and are identified as Section B-B and Section E-E. Selection of the cross sections was based on the original ground topography. Section B-B is located along the southern extent of the waste rock pile where the general topography in the area is moderately sloping in a south-north direction with varying depths of overburden. This condition is generally consistent along the southern extent of the waste rock stockpile. Section E-E is located on the northern extent of the waste rock stockpile where the general topography of the area consists of steep slopes. This condition is similar that along the western extent of the waste rock stockpile. The total footprint of the proposed waste rock stockpile is large and therefore completion of additional stability sections is recommended as the project is advanced to subsequent levels of design.

Foundation Profile and Material Parameters

Foundation information for the North Site waste rock storage area is very limited and generally consists of some geotechnical boreholes with limited or sporadic in situ Standard Penetration Tests (SPT), blow counts (N) and soil descriptions. Indications of water table levels were also limited. Laboratory index or strength testing was also not available for use in the analysis. Site investigation boreholes were present in the general area of Section B-B and are concentrated in the eastern extent of the proposed waste rock stockpile footprint. However, no site investigation data is available in the western extent of the proposed waste rock stockpile as well as in the area of Section E-E. Foundation profiles have therefore been estimated based on the limited information available. In situ material strength parameters were estimated based on typical geotechnical parameters from the limited soil descriptions and SPT-N counts. Completion of additional site investigations and also geotechnical laboratory testing for index and strength parameters is recommended for the proposed waste rock storage area to support the design as the project is advanced to subsequent levels of design.

The assumed foundation profiles for the area generally consist of sandy silt that is underlain by a glacial till. The depth to bedrock for each of the two sections used in assessing stability was assigned based on the closest boreholes to the section. The depths assigned were 4.5 m depth for Section B-B and 4.0 m for Section E-E. The following foundation profiles have been used to complete the stability assessments:

Soil Description	Depth	Density, γ	Strength, ϕ	Cohesion, c_u
	m	kN/m^3	degrees	kPa
Section B-B				
Upper Sand and Silt	0 m to 2 m	18.1	28	-
Lower Sand and Silt	2 m to 4 m	19.6	33	-
Till	4 m to 4.5 m	20.6	38	-
Section E-E				
Upper Sand and Silt	0 m to 4 m	18.1	28	-

The waste rock parameters were assigned based on information that was provided by others and have been set as having a bulk density of 25.5 kN/m^3 and $\phi = 45^o$.

Stability Analysis

The stability analyses were completed using the program SLOPE/W©, which is a limited equilibrium computer software program developed by Geo-Slope International Ltd. Bishops Simplified Method of Slices was used to analyze potential failure surfaces through the embankment slopes and underlying foundations. The circular failure mode and the composite (block) failure modes were used for assessing potential sliding of the overburden on the underlying bedrock. Pseudo-static analysis was also completed to address earthquake conditions as part of the stability assessment.

The stability analysis was completed to determine stable slopes for the final stockpile arrangement consisting of the stockpile slopes and final heights. Stability models were developed based on available topographic information and the waste rock layout provided by GENIVAR, Quebec. The target Factor of Safety (FoS) for the waste rock pile has been assigned at 1.3 for static conditions and at 1.0 for pseudo-static conditions and is based on information presented in the the "Mined Rock and Overburden Piles – Investigation and Design Manual, Interim Guidelines" (British Columbia Mine Waste Rock Pile Research Committee, May 1991). Quebec directive 019 for mining industries proposes FoS for water retain infrastructures only, which is not the case for this waste rock stockpile.

The analysis was completed by assessing the stability of the proposed final slopes of the waste rock stockpile. This assessment showed that resultant FoS were below the prescribed minimums, as presented above. Stability improvements were incorporated for the final waste rock stockpile slopes through the inclusion of stabilizing buttress berms. The buttress berm for Section E-E would be constructed of waste rock with a minimum surface EL. of 416.0 m, 10 m bench length and downstream slope of 2.5H:1V.

The buttress berm for Section B-B would also be constructed of waste rock to a minimum surface El. 469.0 m, 10 m bench length and downstream slope of about 3H:1V. he proposed geometry of the buttress berm will need to be maintained and extended over areas of significant sloping ground to ensure stability of the waste rock storage area slopes is maintained. Also stability results were provided with the toe of the waste rock stockpile relocated 30 m inward, for information, and the results are provided below. The results show that buttress berms would not be required to maintain stability above the minimum required FoS by moving the crest and toe inward 30 m at Section B-B. This result is based on the slope of the natural ground in this are being relatively flat. It is recommended that waste rock toe areas that are located on sloping ground include a stabilizing buttress berm.

Pseudo-static stability assessments were completed by applying a peak horizontal ground acceleration resulting from the 1 in 476 year return period. This return period was selected based on information presented in the BC "Mined Rock and Overburden Piles – Investigation and Design Manual, Interim Guidelines." A value for the peak horizontal ground acceleration of 0.039 g was obtained from the National Building Code Seismic Hazard Calculation for the site and was applied to the stability sections. Quebec directive 019 for mining industries does not propose criteria for period of return.

The following Table provides a summary of the results for the waste rock stockpile stability assessment.

Embankment Section	Failure Mode	Factor of Safety	
		Static	Pseudo-Static
Section B-B	Circular	1.46	1.28
	Composite	1.61	1.47
Section B-B, toe relocated 30 m north	Circular	1.33	1.21
	Composite	1.55	1.41
Section E-E	Circular	1.48	1.33
	Composite	1.52	1.34

The FoS resulting from the inclusion of the downstream toe stabilizing buttress berms were above the minimum required for both the static and pseudo-static conditions. Figures showing the stability models and results are attached.

Recommendations

The stability assessment for the waste rock stockpile located within the North Site has been completed at a very preliminary or pre-feasibility level. The analysis and results are based on the limited site information that is currently available. The following recommendations are provided in order to confirm/update site information and to optimize the design of the waste rock stockpile as the project is advanced in subsequent levels of design.

Additional site investigations, data collection and analysis will be required as the project is advanced to subsequent levels of design to confirm or revise the current assumptions used for the stability analysis.

1. The site investigation data that was available was limited and did not cover the entire extents of the proposed waste rock stockpile location. Further geotechnical information would be required to confirm the material parameters used and to update the stability analysis results. Drilling, particularly along the western extents of the site, along with geotechnical laboratory testing for index and in situ material strength parameters would be recommended to determine more accurate foundation profiles. Stability models should be updated with the findings and results of the site investigation activities.

2. The seismic parameters used for stability modeling should be reviewed for the site location prior to further modeling.

3. Stockpile toes that are located on areas of sloping topography should include a stabilizing buttress berm to ensure stable slopes.

4. Stability models should be completed for interim stockpile layout and slopes as well as the final arrangements to ensure that the stockpile is stable during the operations. The planned sequencing for developing and filling the waste rock stockpile can also be used for scheduling of additional required field investigations.

Closure

We trust the information provided above meets the current requirements for the waste rock stockpile preliminary stability assessment. Stability models can be updated as required if changes are required to the proposed stockpile layout and or when additional soil parameter data becomes available.

Attachments:

- Figure 1 – Section B-B, Circular - Static
- Figure 2 – Section B-B, Circular - Pseudo-Static
- Figure 3 – Section B-B, Composite - Static
- Figure 4 – Section B-B, Composite - Pseudo-Static
- Figure 5 – Section B-B With Relocated Toe, Circular - Static
- Figure 6 – Section B-B With Relocated Toe, Circular - Pseudo-Static
- Figure 7 – Section B-B With Relocated Toe, Composite - Static
- Figure 8 – Section B-B With Relocated Toe, Composite - Pseudo-Static
- Figure 9 – Section E-E, Circular - Static
- Figure 10 – Section E-E, Circular-Pseudo-Static
- Figure 11 – Section E-E, Composite - Static
- Figure 12 – Section E-E, Composite - Pseudo-Static

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section B-B
Circular - Static

Buttress Berm Details:
- El. 469 m
- Bench Width 10 m
- Slope 3H:1V

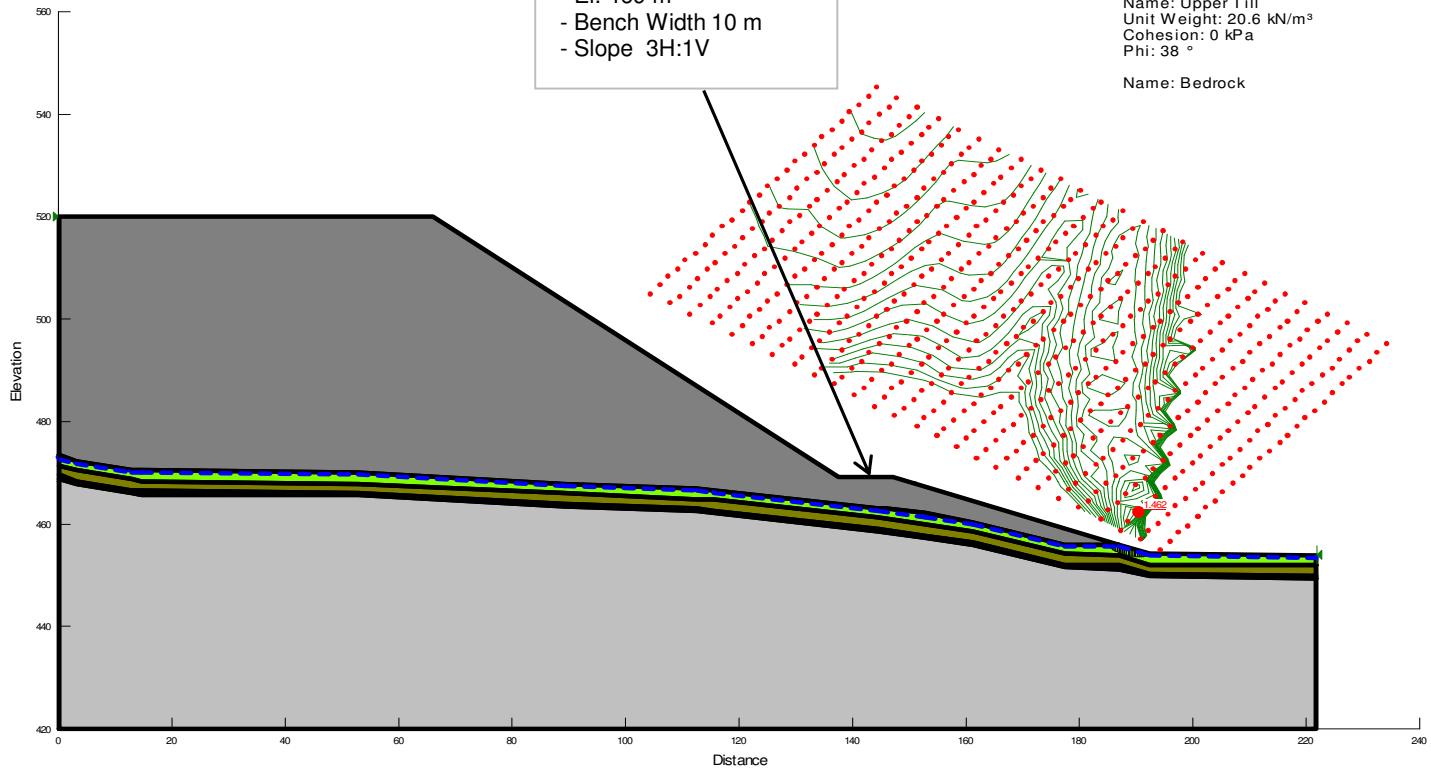
Name: Waste Rock
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Upper Sand/silt
Unit Weight: 18.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °

Name: Lower Sand/Silt
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °

Name: Upper Till
Unit Weight: 20.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °

Name: Bedrock



Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B - CIRCULAR STATIC

FIGURE 1	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section B-B
Circular - Pseudo-Static

Buttress Berm Details:
- El. 469 m
- Bench Width 10 m
- Slope 3H:1V

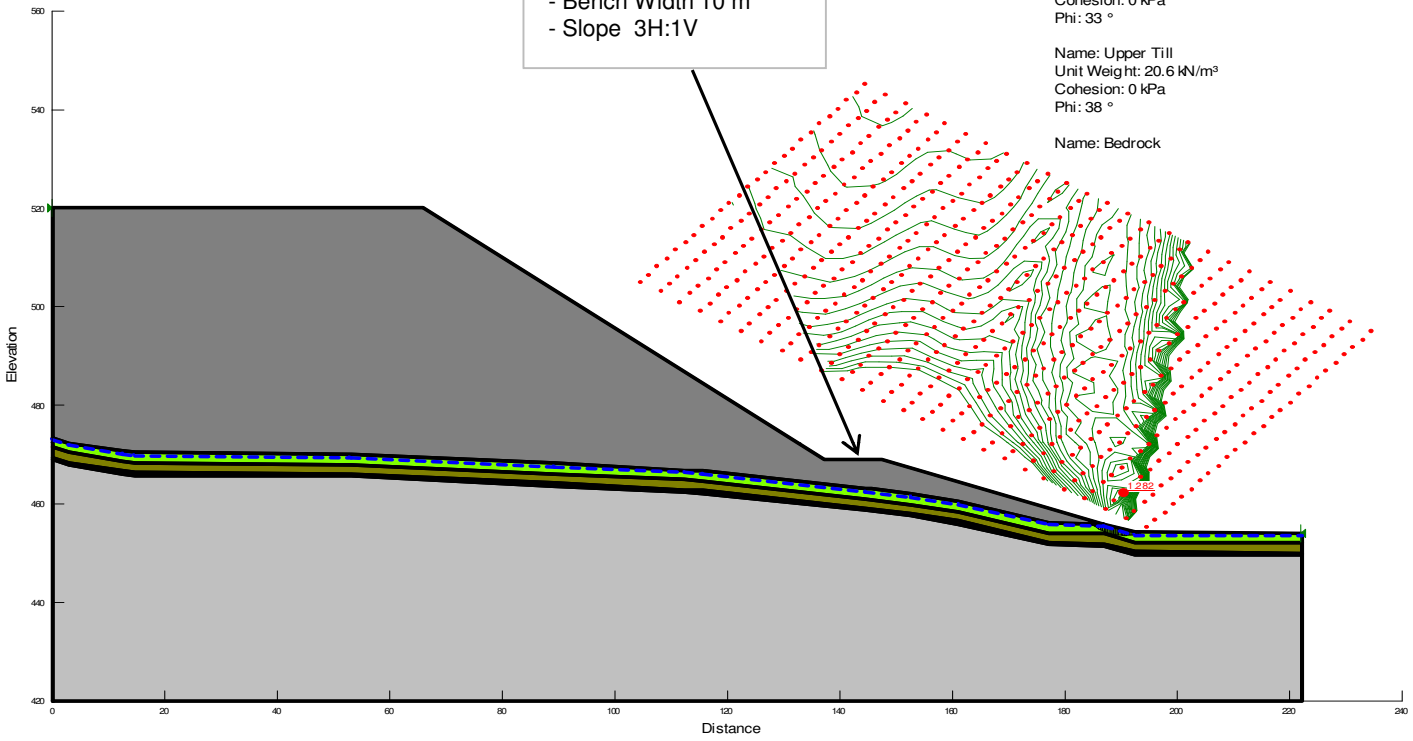
Name: Waste Rock
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Upper Sand/silt
Unit Weight: 18.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °

Name: Lower Sand/Silt
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °

Name: Upper Till
Unit Weight: 20.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °

Name: Bedrock



Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

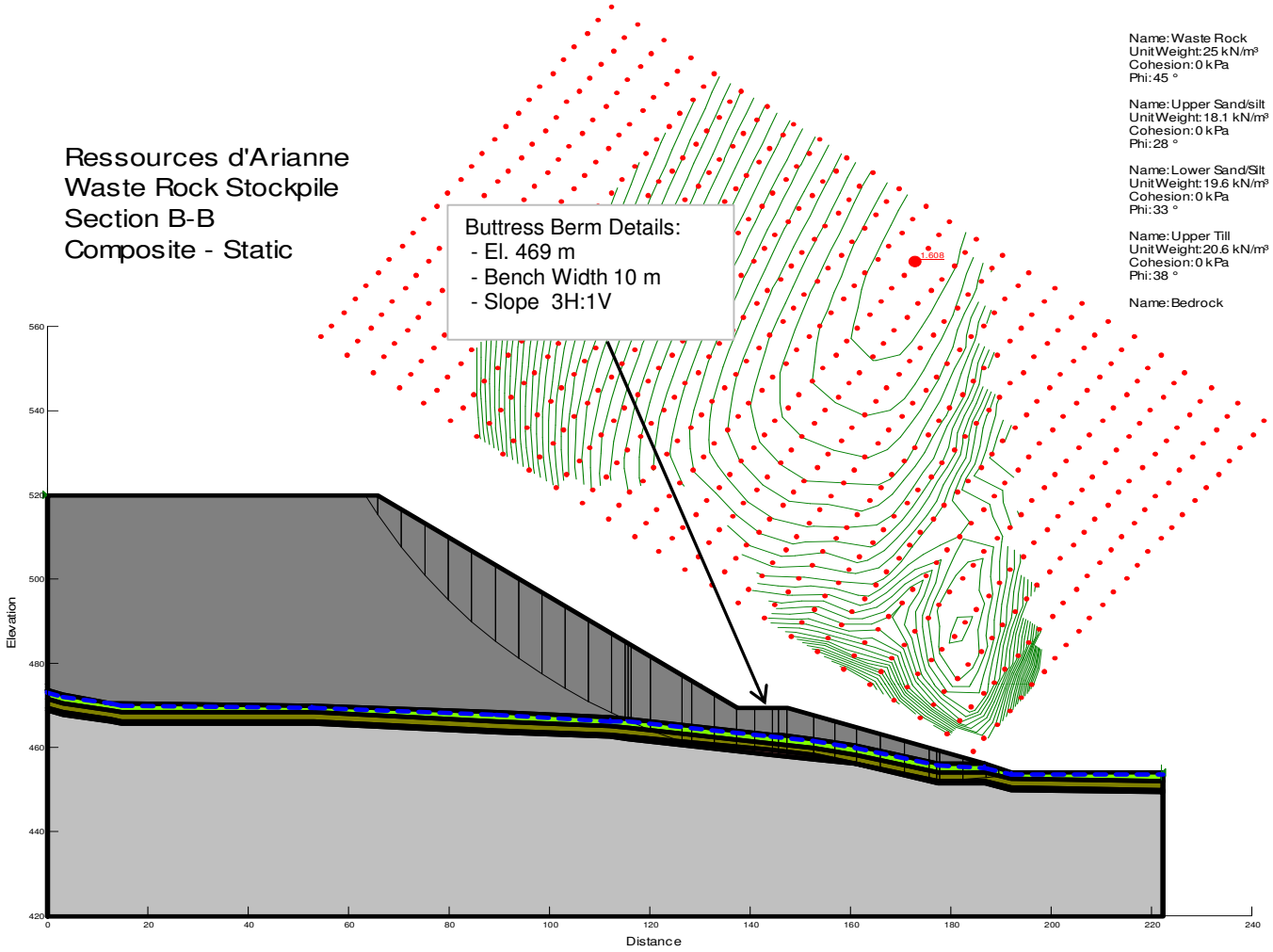
GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B - CIRCULAR PSEUDO-STATIC

FIGURE 2	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0



Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

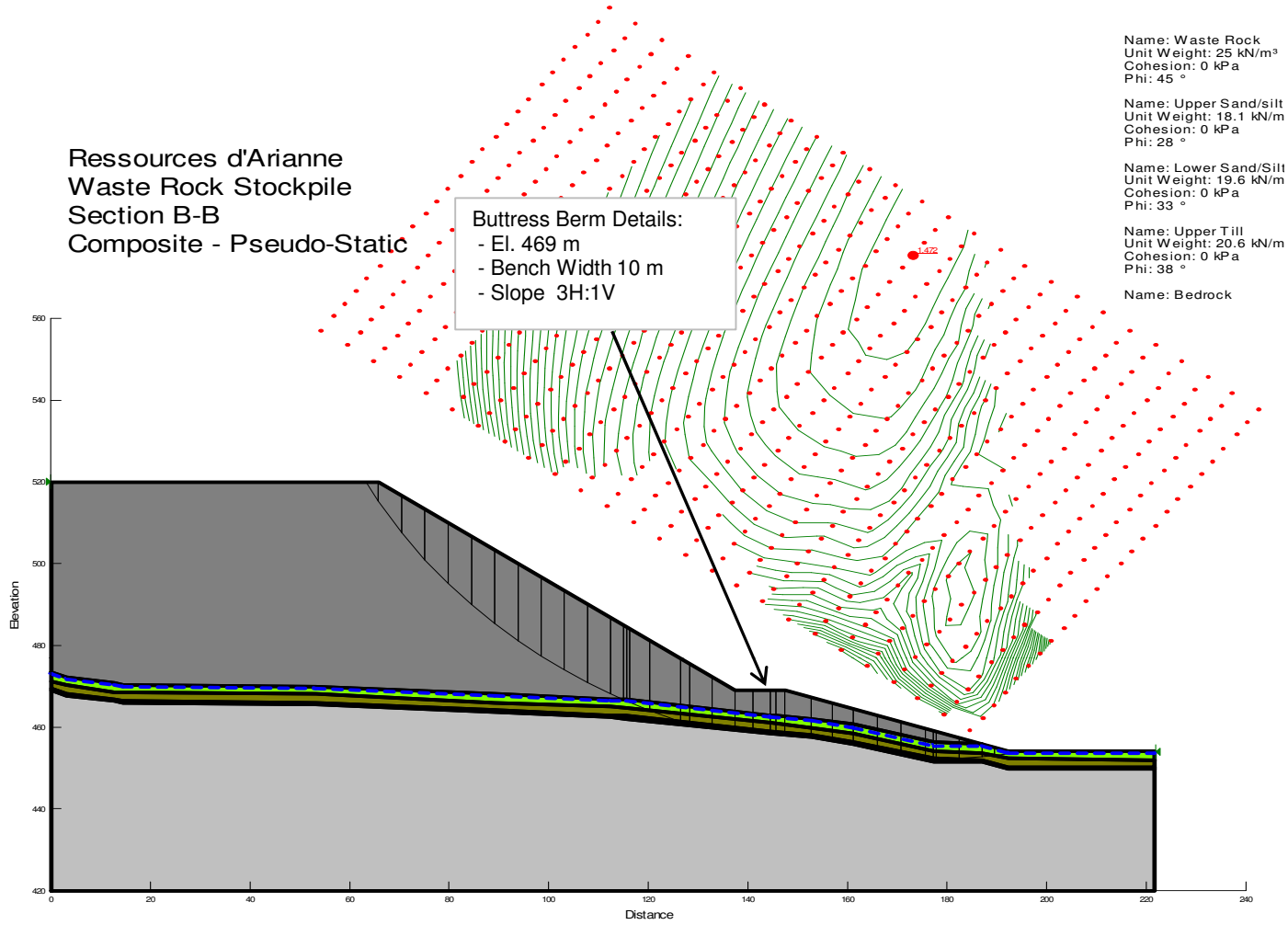
GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B - COMPOSITE STATIC

FIGURE 3	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0



Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

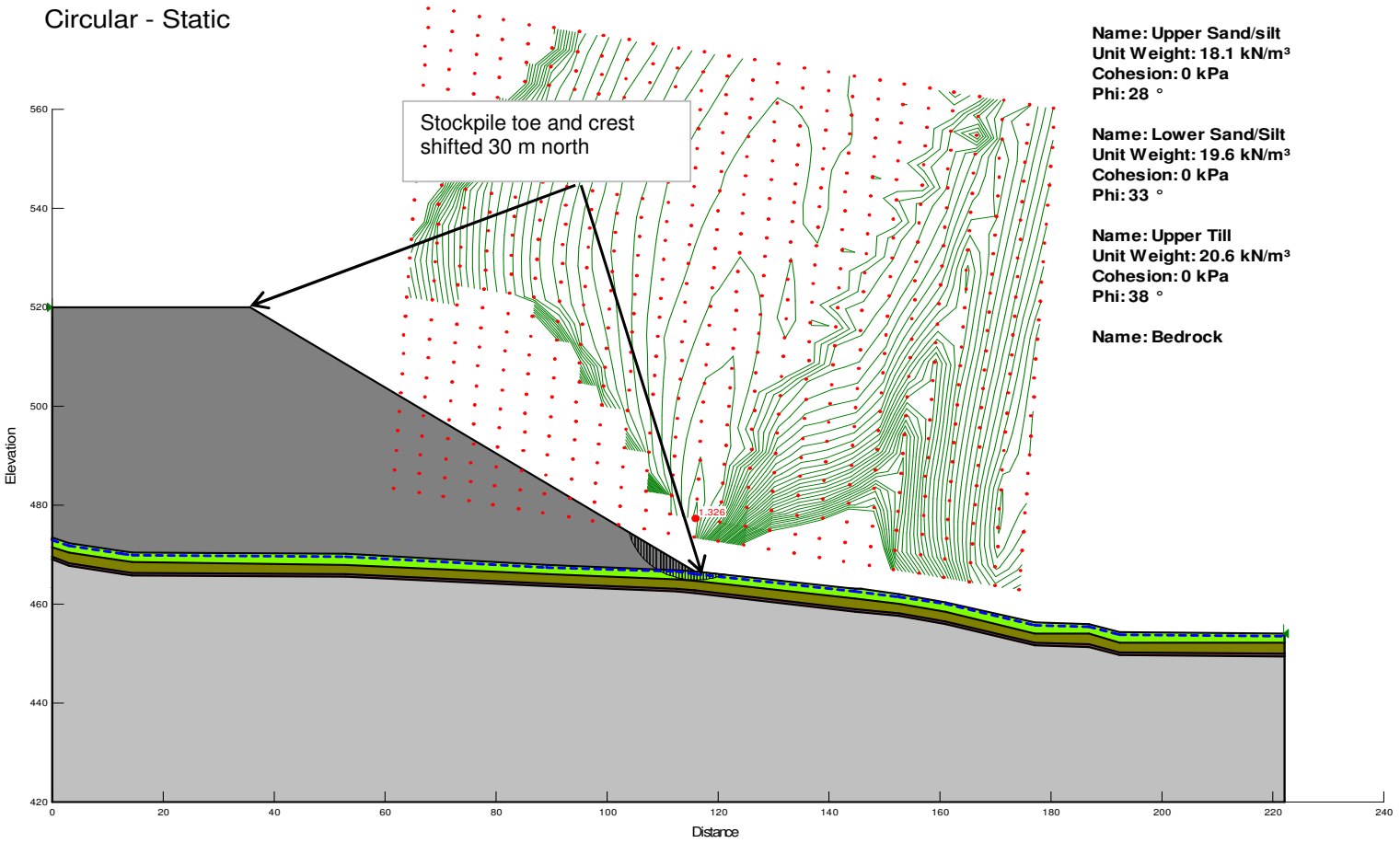
RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B - COMPOSITE PSEUDO-STATIC

FIGURE 4	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section B-B with toe shifted 30 m north
Circular - Static



Name: Waste Rock
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Upper Sand/silt
Unit Weight: 18.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °

Name: Lower Sand/Silt
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °

Name: Upper Till
Unit Weight: 20.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °

Name: Bedrock

Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec with toe relocated 30 m north (inward).

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

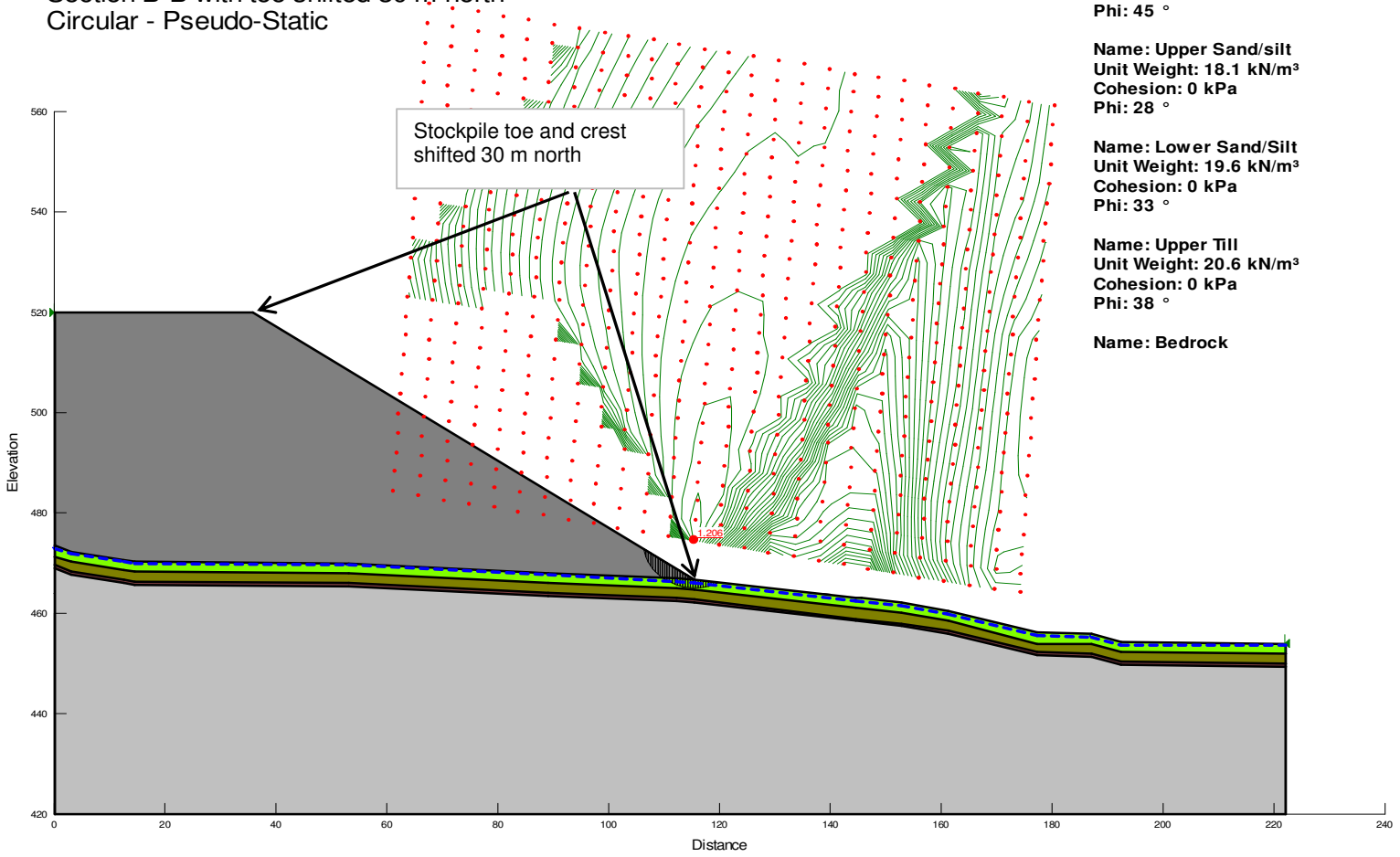
RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B WITH RELOCATED TOE - CIRCULAR STATIC

FIGURE 5	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section B-B with toe shifted 30 m north
Circular - Pseudo-Static



Name: Waste Rock
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Upper Sand/silt
Unit Weight: 18.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °

Name: Lower Sand/Silt
Unit Weight: 19.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °

Name: Upper Till
Unit Weight: 20.6 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 38 °

Name: Bedrock

Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec with toe relocated 30 m north (inward).

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

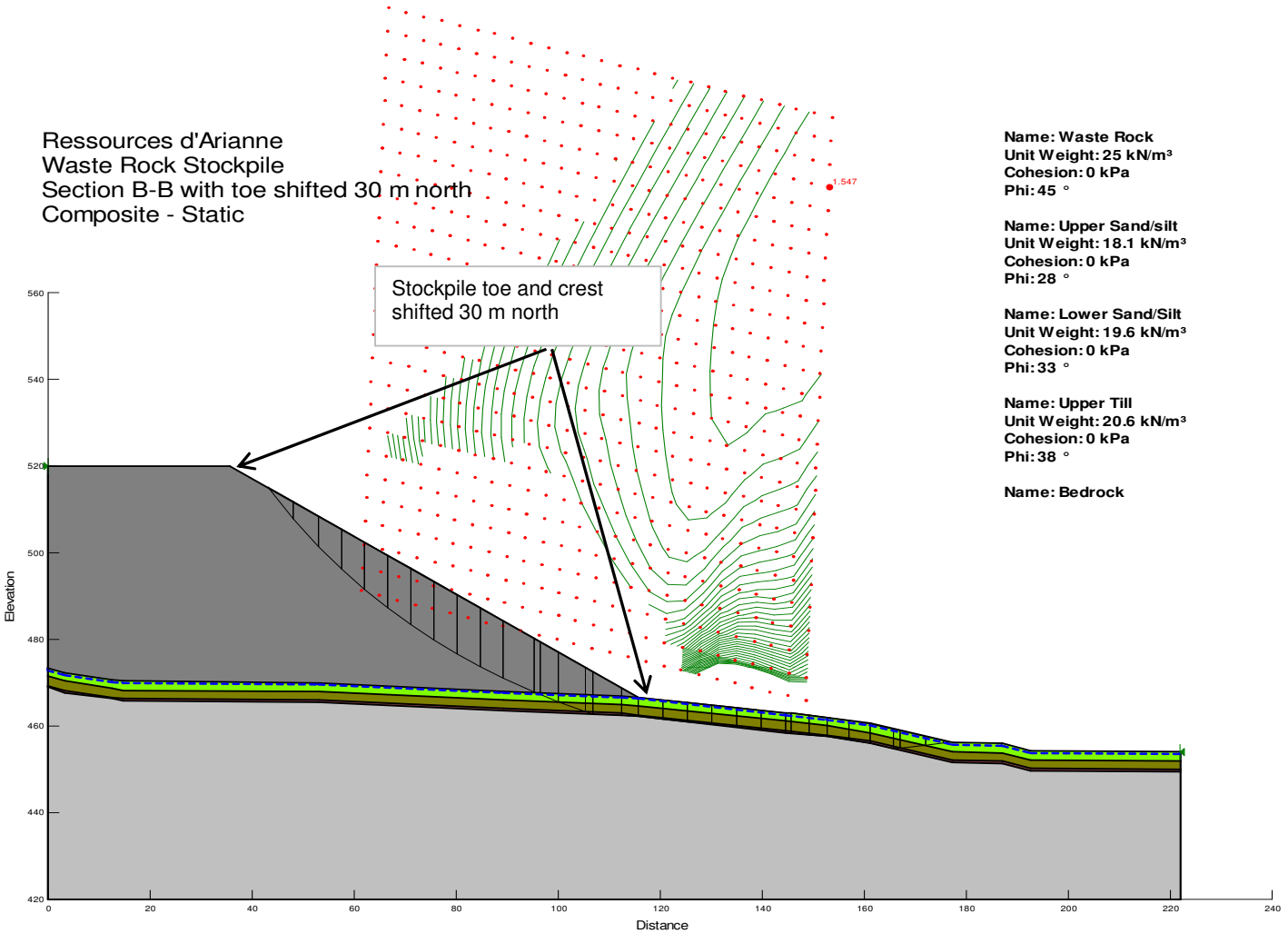
GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B WITH RELOCATED TOE - CIRCULAR PSEUDO-

FIGURE 6	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0



Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec with toe relocated 30 m north (inward).

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

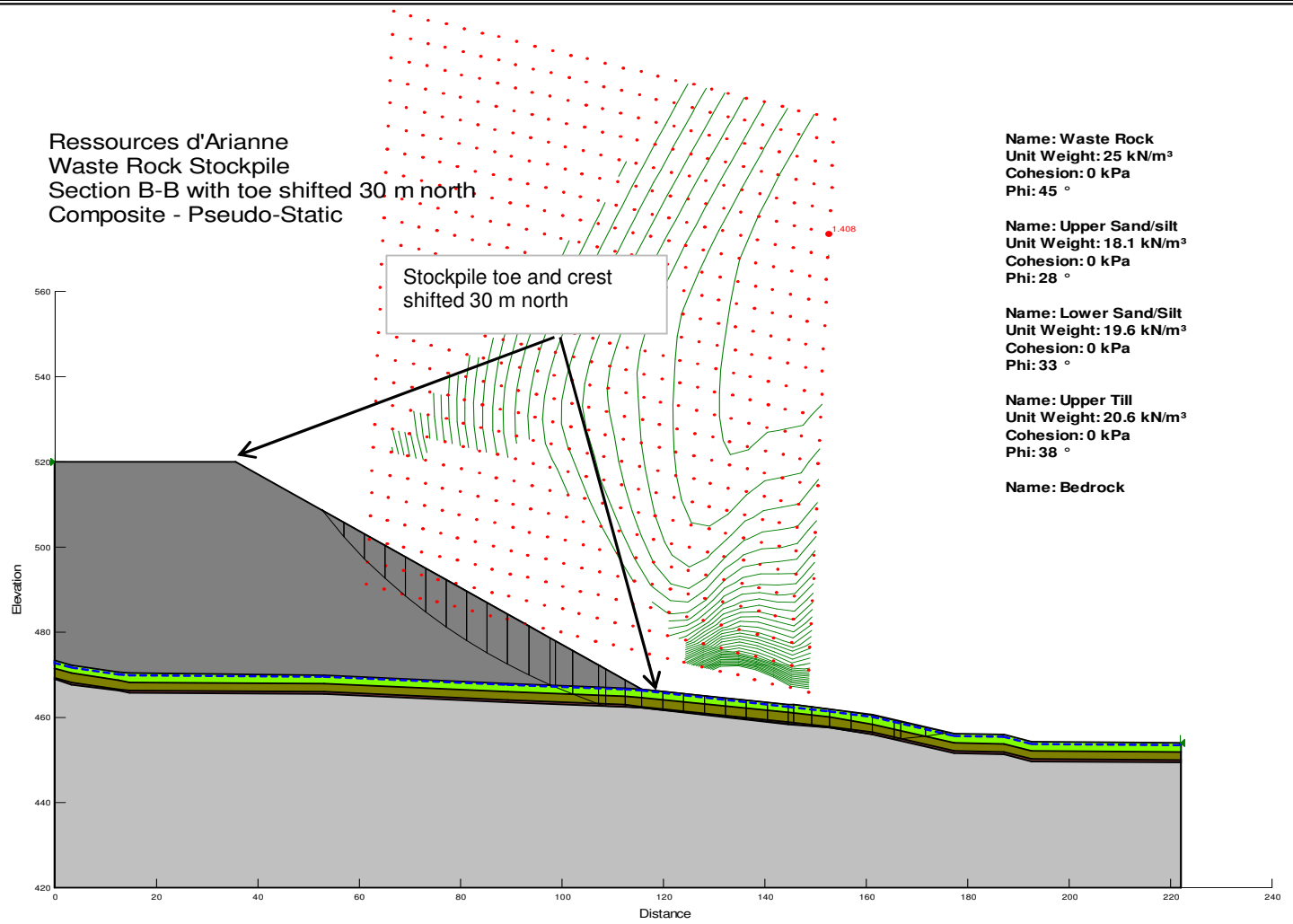
GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B WITH RELOCATED TOE - COMPOSITE STATIC

FIGURE 7	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0



Notes:

1. Section B-B from layout provided by GENIVAR, Quebec with toe relocated 30 m north (inward).

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION B-B WITH RELOCATED TOE - COMPOSITE PSEUDO -

FIGURE 8	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

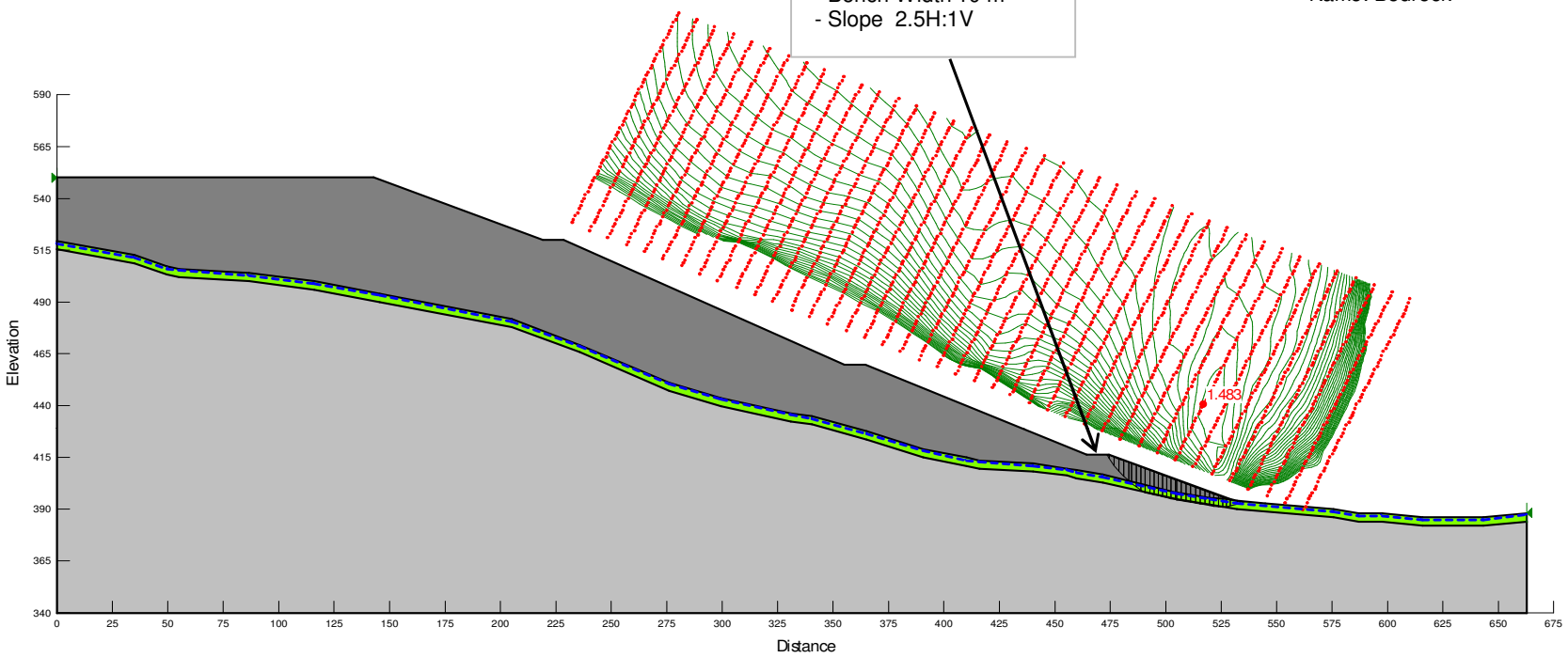
Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section E-E
Circular - Static

Name: Waste Rock
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Upper Sand/silt
Unit Weight: 18.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °

Name: Bedrock

Buttress Berm Details:
- El. 416 m
- Bench Width 10 m
- Slope 2.5H:1V



Notes:

1. Section E-E from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION E-E - CIRCULAR STATIC

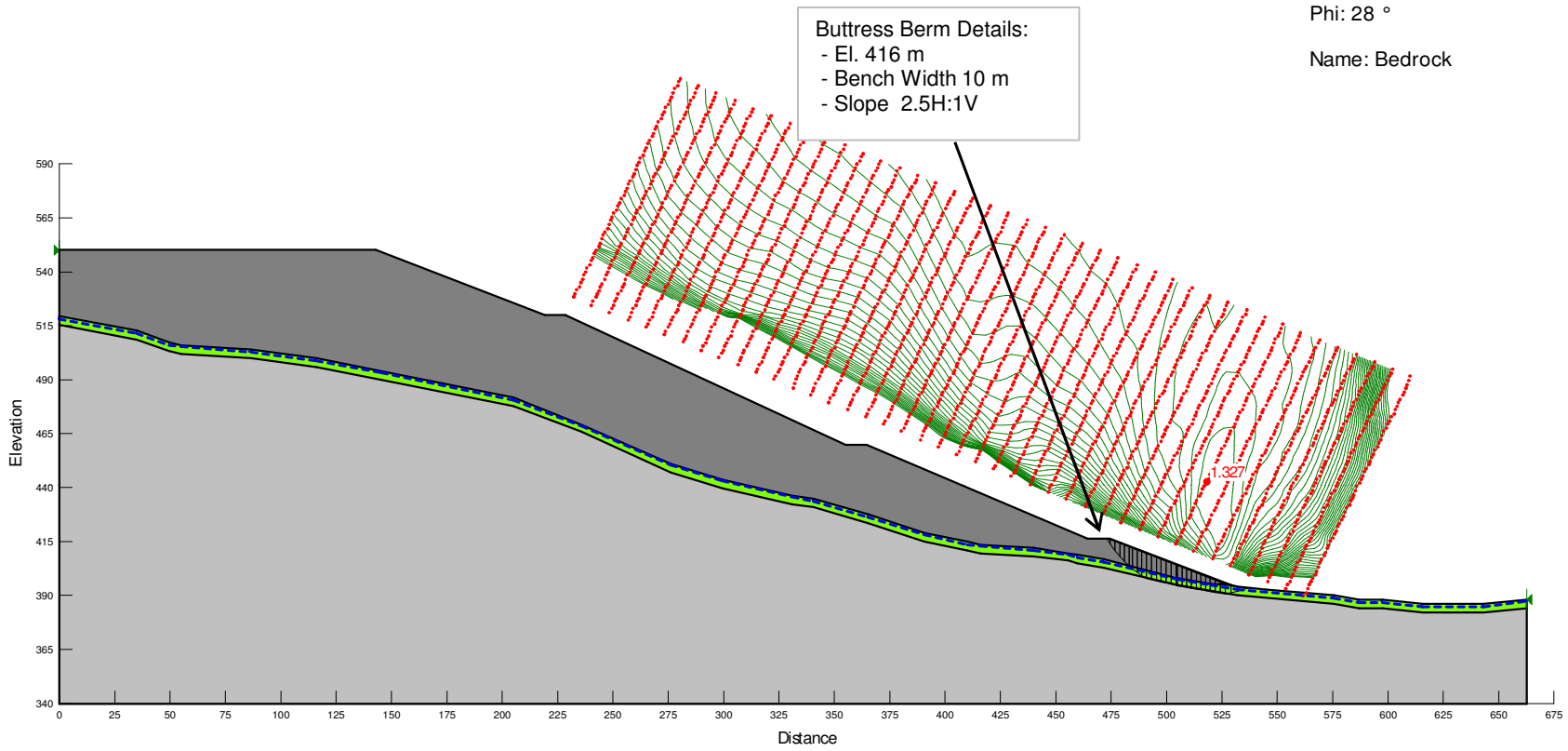
FIGURE 9	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section E-E
Circular - Pseudo-Static

Name: Waste Rock
Unit Weight: 25 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Upper Sand/silt
Unit Weight: 18.1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 28 °

Name: Bedrock



Notes:

1. Section E-E from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

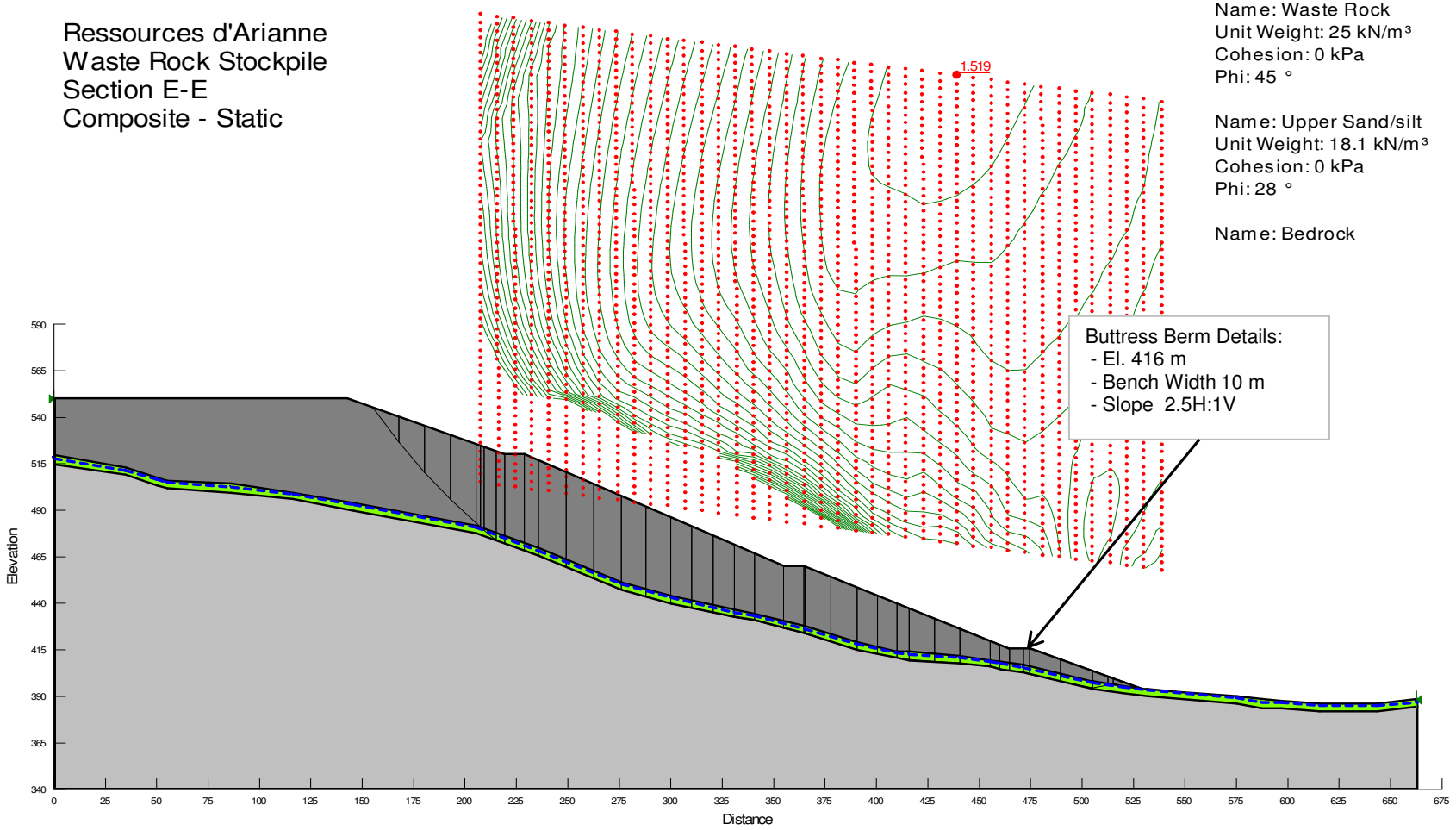
RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION E-E - CIRCULAR PSEUDO-STATIC

FIGURE 10	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section E-E
Composite - Static



Notes:

1. Section E-E from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

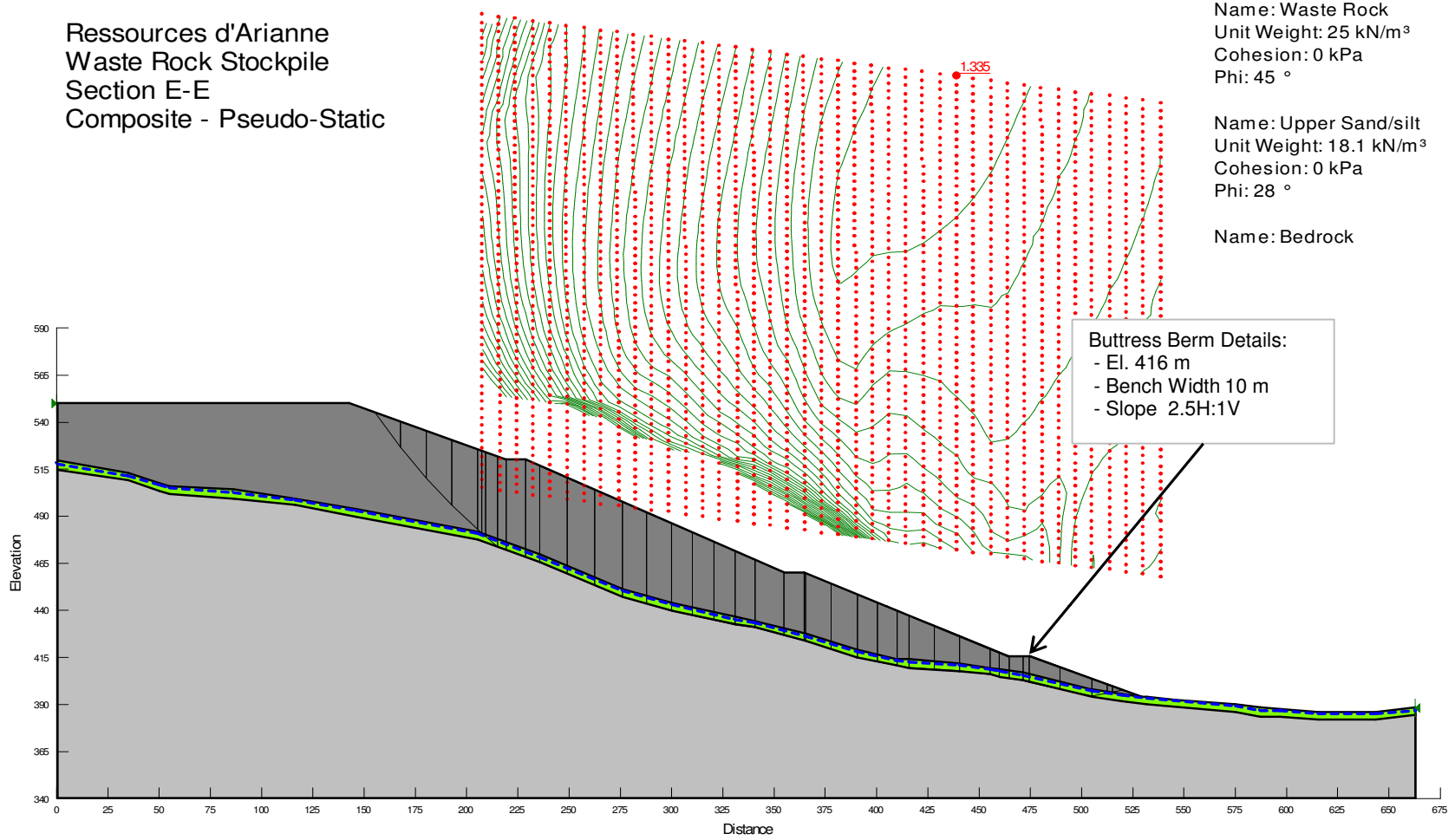
RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT
SECTION E-E - COMPOSITE STATIC

FIGU1E 11	Project No.: 131-13429-00	Ref. No.: 0

Ressources d'Arianne
Waste Rock Stockpile
Section E-E
Composite - Pseudo-Static



Notes:

1. Section E-E from layout provided by GENIVAR, Quebec.

Prepared By:	MLA	Checked By:	BRP	Approved By:	HDW

Ressources d'ARIANNE

GENIVAR

RESSOURCES D'ARIANNE

PROJECT LAC A PAUL

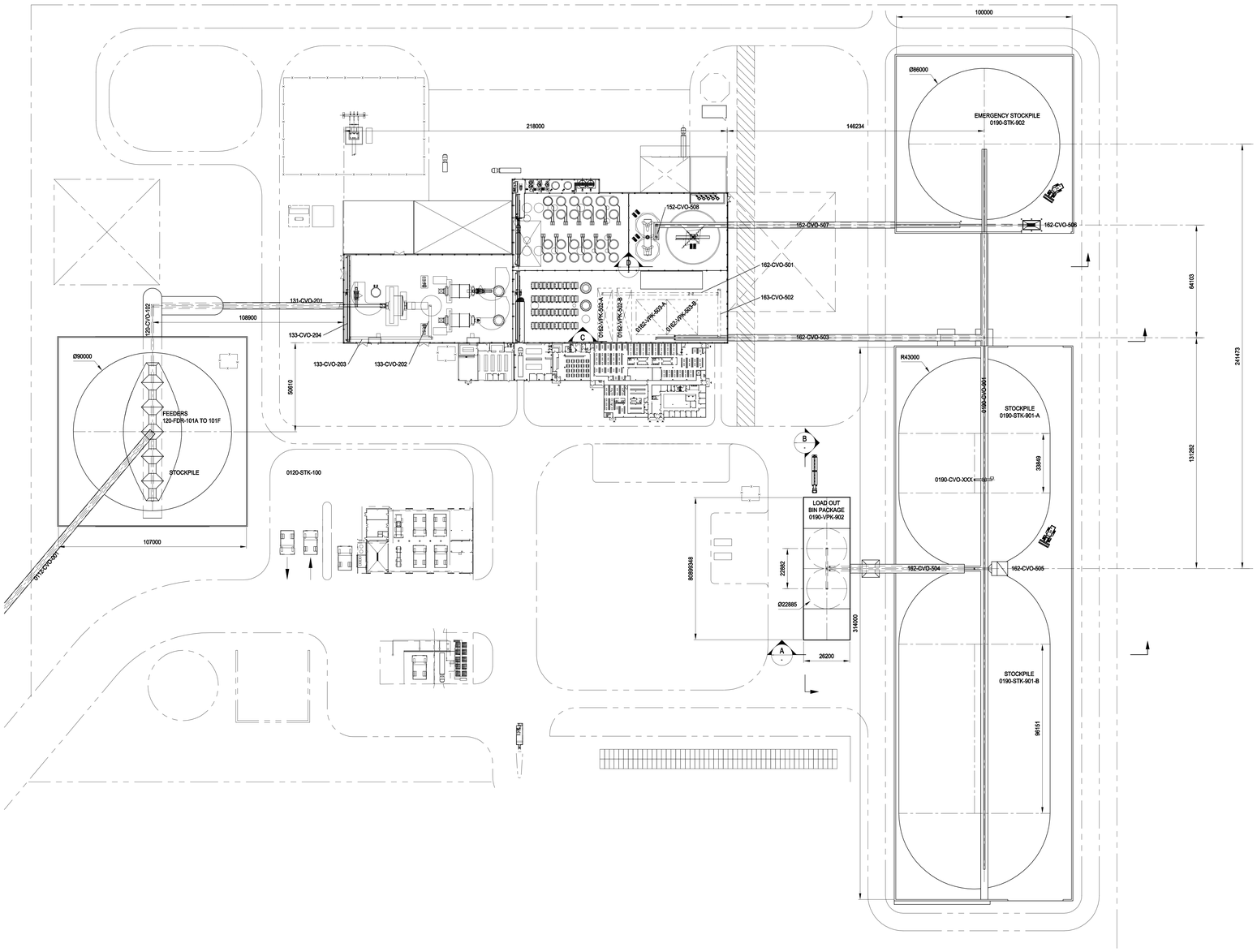
WASTE ROCK STOCKPILE
PRELIMINARY STABILITY ASSESSMENT

FIGURE 12

Project No.: 131-13429-00

Ref. No.: 0

Annexe 10 :
Plans de bâtiments



VUE EN PLAN
ECH.: 1:1000

FOR COMMENTS
NOT FOR CONSTRUCTION

POUR PRÉLIMINAIRE SEULEMENT
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

DOCUMENTS DE REFERENCE		REGISTRE D'ÉMISSION								RÉVISION								
No	Description	No	Rév.	Description	Date	Ing.	Vérif. Ing.	Dessin.	Vérif. For.	No	Description	Date	Ing.	No OIQ	Vérif. Ing.	Dessin.	Vérif. For.
X	X	1	A	FOR COMMENTS	2013-04-11	P. DEMERS	G. HARVEY	R. CÔTÉ	S. BLAIS	A	FOR COMMENTS	2013-04-11	P. DEMERS	101862	G. HARVEY	R. CÔTÉ	S. BLAIS

Client
Ressources d'ARIANNE

Projet
PROJET APATITE LAC A PAUL
ÉTUDE DE FAISABILITÉ BANCABLE
207090-19468

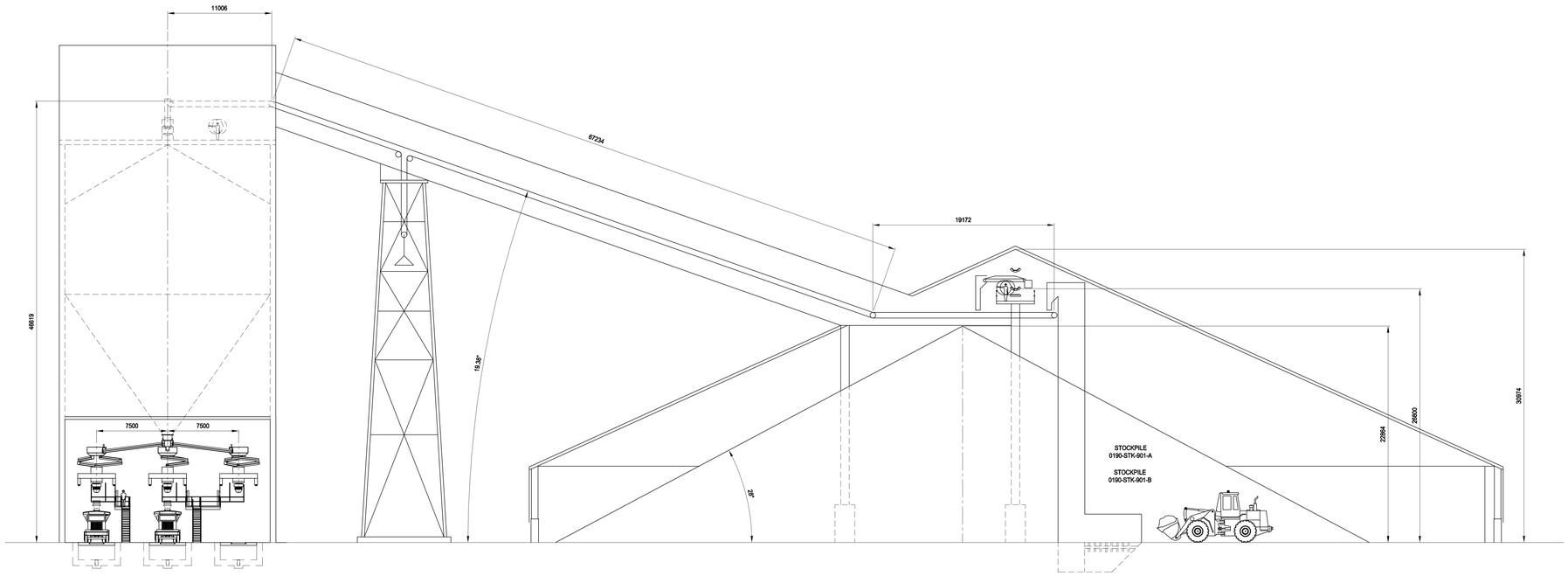
Cegertec WorleyParsons

SPÉCIALITÉ = MÉCANIQUE

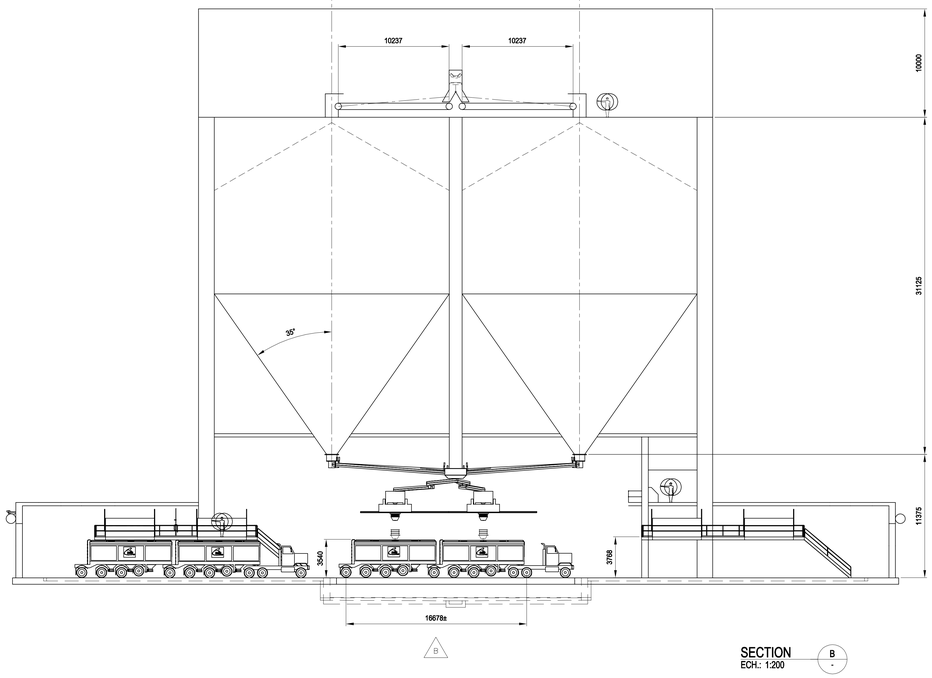
TITRE
AREA 0100: MILL SITE STOCKPILES AND CONVEYORS GENERAL ARRANGEMENT

SCEAU

CONCEPTEUR	DESSINATEUR
P.D. / G.H. / S.B. / R.C.	ROGER CÔTÉ
ÉCHELLE	DATE
INDICATE	2013-03-26
APPROUVÉ DATE	NO. DESSIN: 207090-19468-0100-ME-DAL-0001 — RÉV.: A



SECTION A
ECH.: 1:200



SECTION B
ECH.: 1:200

FOR COMMENTS
NOT FOR CONSTRUCTION

POUR PRÉLIMINAIRE SEULEMENT
NE PAS UTILISER POUR CONSTRUCTION

DOCUMENTS DE REFERENCE		REGISTRE D'ÉMISSION								RÉVISION								
No	Description	No	Rév.	Description	Date	Ing.	Vérif. Ing.	Dessin.	Vérif. For.	No	Description	Date	Ing.	No OIQ	Vérif. Ing.	Dessin.	Vérif. For.
X	X	1	A	FOR COMMENTS / POUR COMMENTAIRES	2013-04-12	P. DEMERS	G. HARVEY	R. CÔTÉ	S. BLAIS	A	FOR COMMENTS / POUR COMMENTAIRES	2013-04-12	P. DEMERS	101862	G. HARVEY	R. CÔTÉ	S. BLAIS
										B	COTATION REV. FOR COMMENTS / POUR COMMENTAIRES	2013-04-12	P. DEMERS	101862	G. HARVEY	R. CÔTÉ	S. BLAIS

SCEAU

APPROUVÉ DATE

CONCEPTEUR	DESSINATEUR
P.D. / G.H. / S.B. / R.C.	ROGER CÔTÉ
ÉCHELLE	DATE
INDICATE	2013-04-11
NO. DESSIN	RÉV.
207090-19468-0100-ME-DAL-0002	B

Client

Ressources d'ARIANNE

Projet

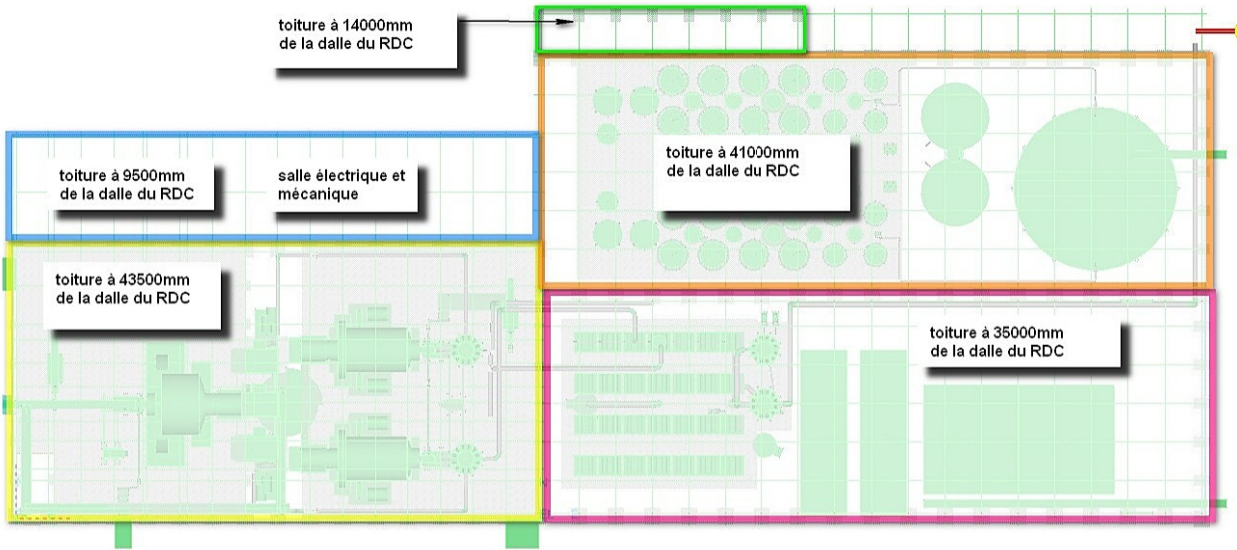
PROJET APATITE LAC A PAUL
ÉTUDE DE FAISABILITÉ BANCABLE
207090-19468

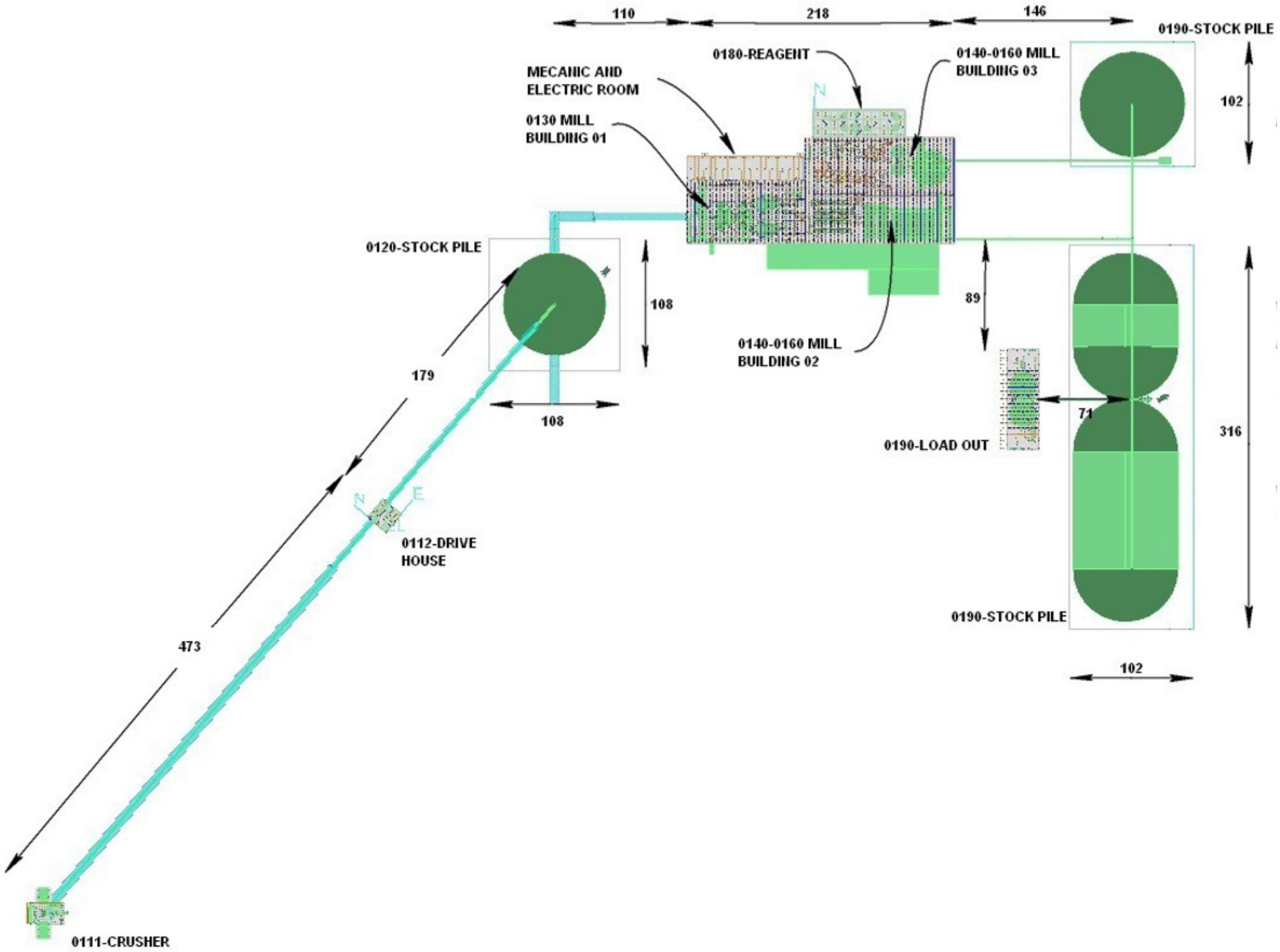
Cegertec WorleyParsons

SPÉCIALITÉ = MÉCANIQUE

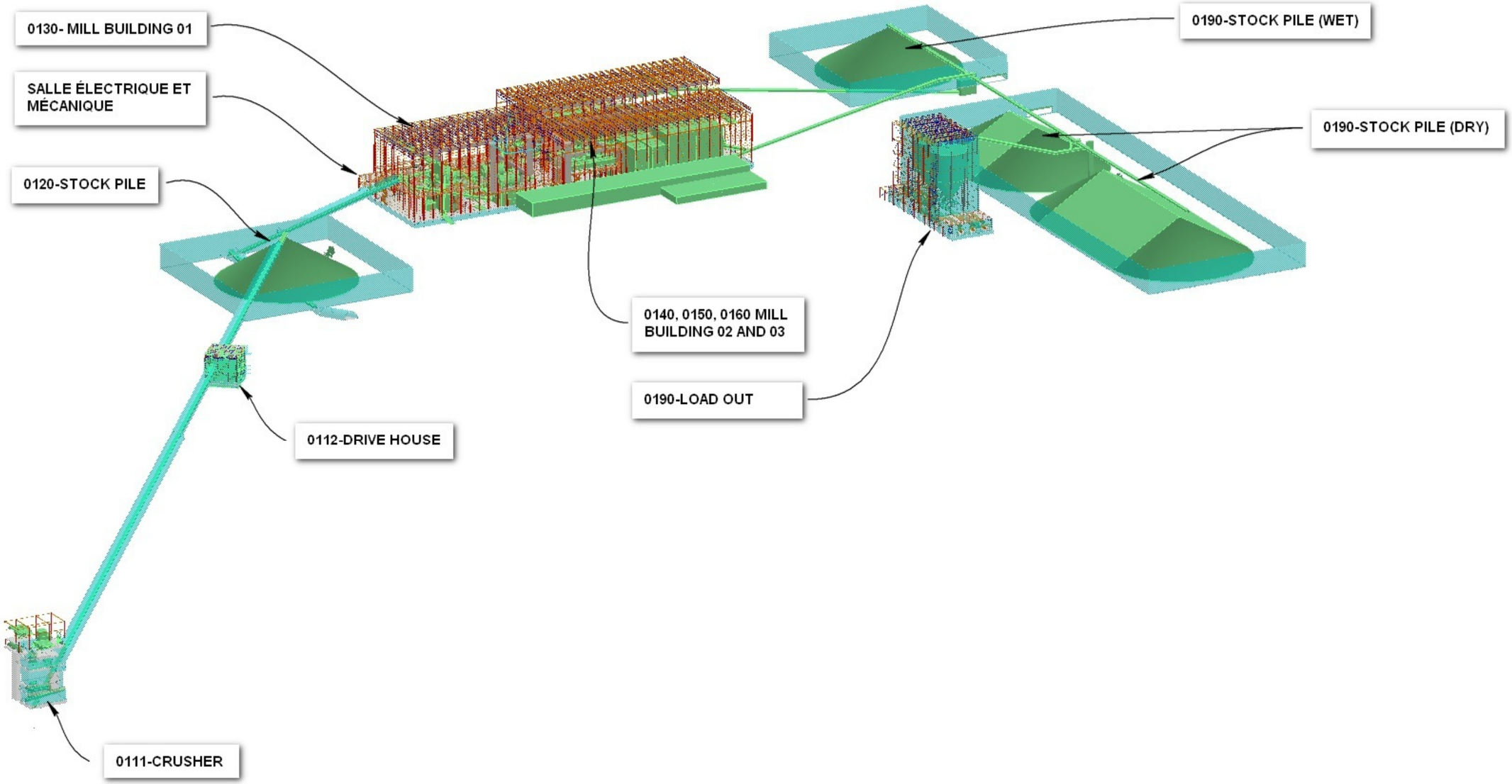
TITRE

AREA 0100: MILL SITE STOCKPILES AND LOAD-OUT BINS GENERAL ARRANGEMENT

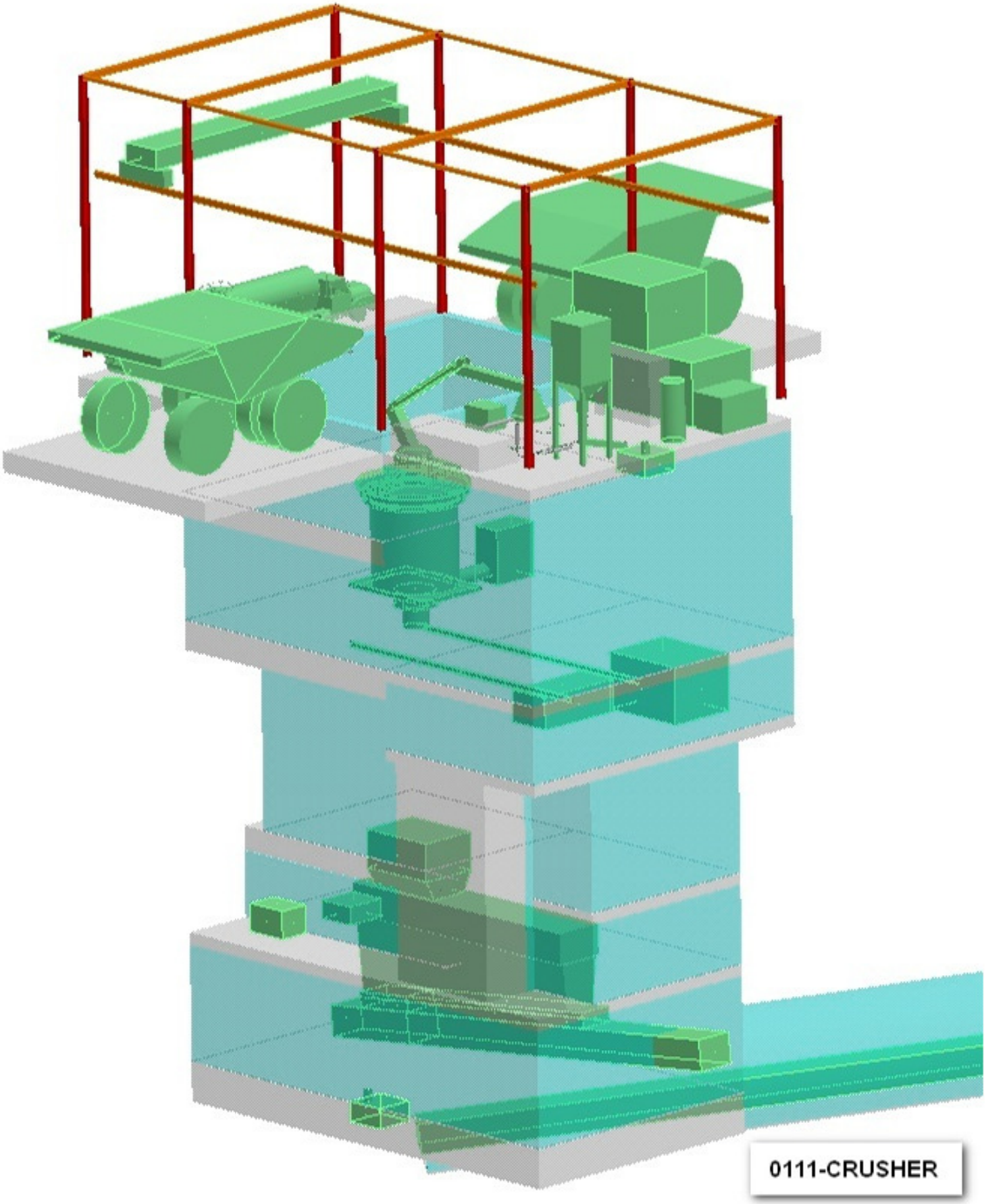

toiture à 14000mm
de la dalle du RDC
toiture à 9500mm
de la dalle du RDC
salle électrique et
mécanique
toiture à 41000mm
de la dalle du RDC
toiture à 43500mm
de la dalle du RDC
toiture à 35000mm
de la dalle du RDC

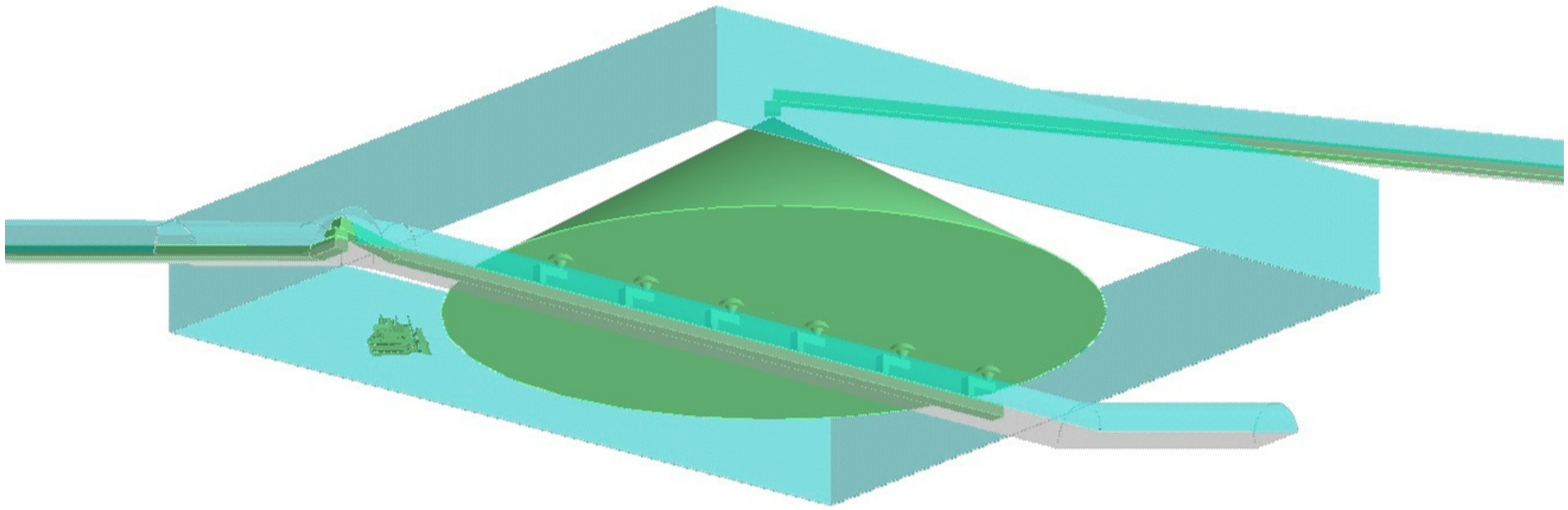


VUE EN PLAN - USINE GÉNÉRALE

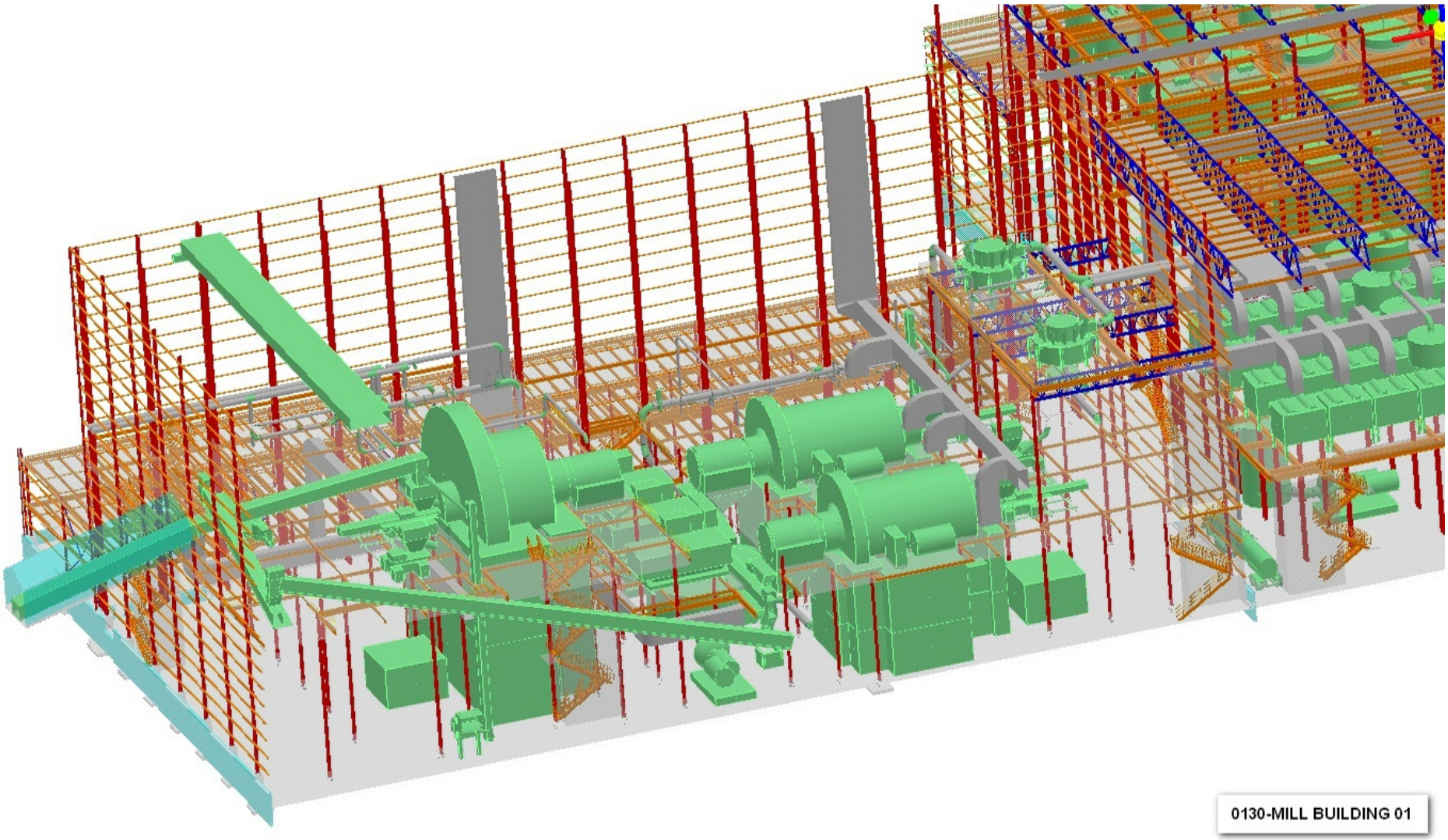


USINE GÉNÉRALE

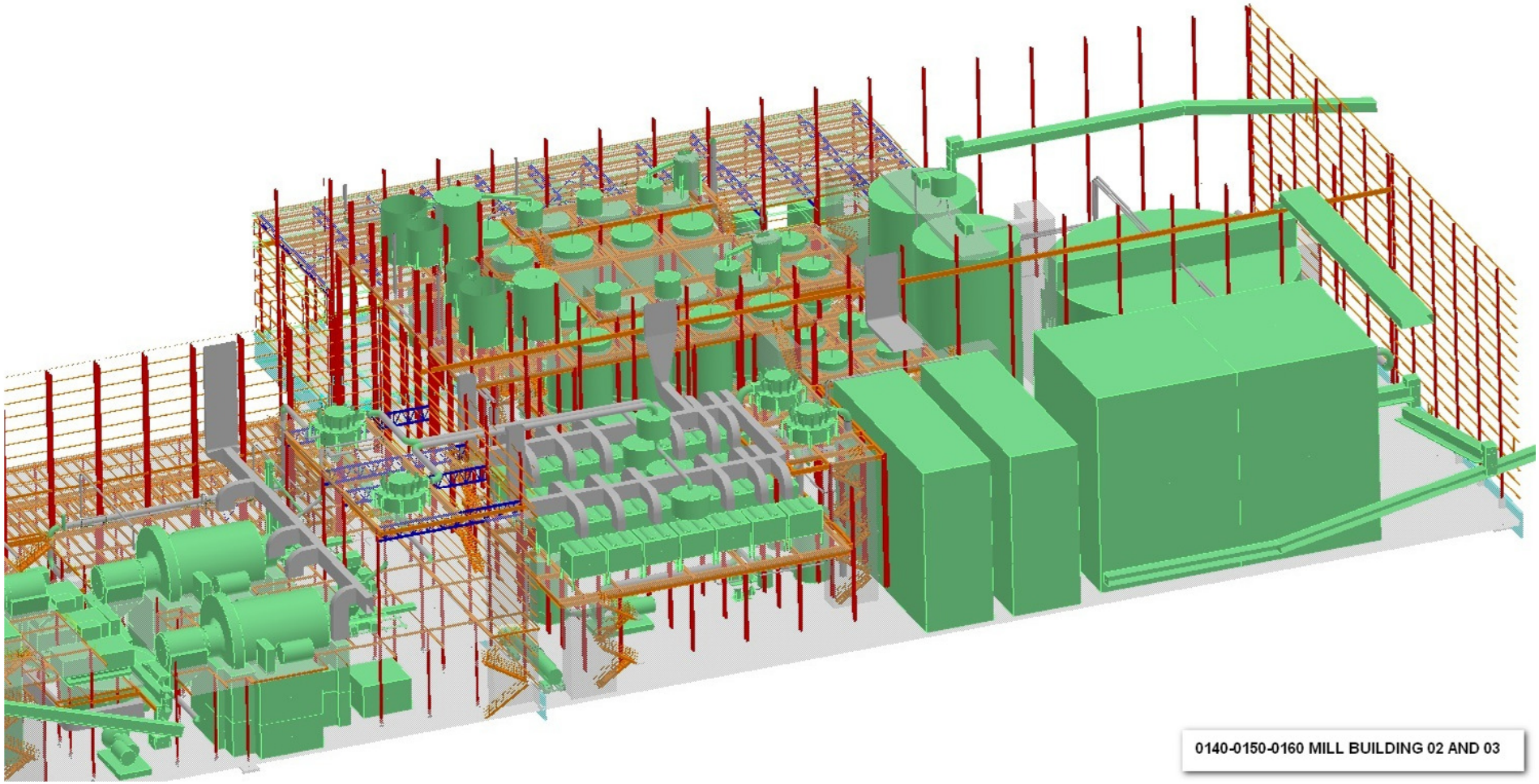

0111-CRUSHER



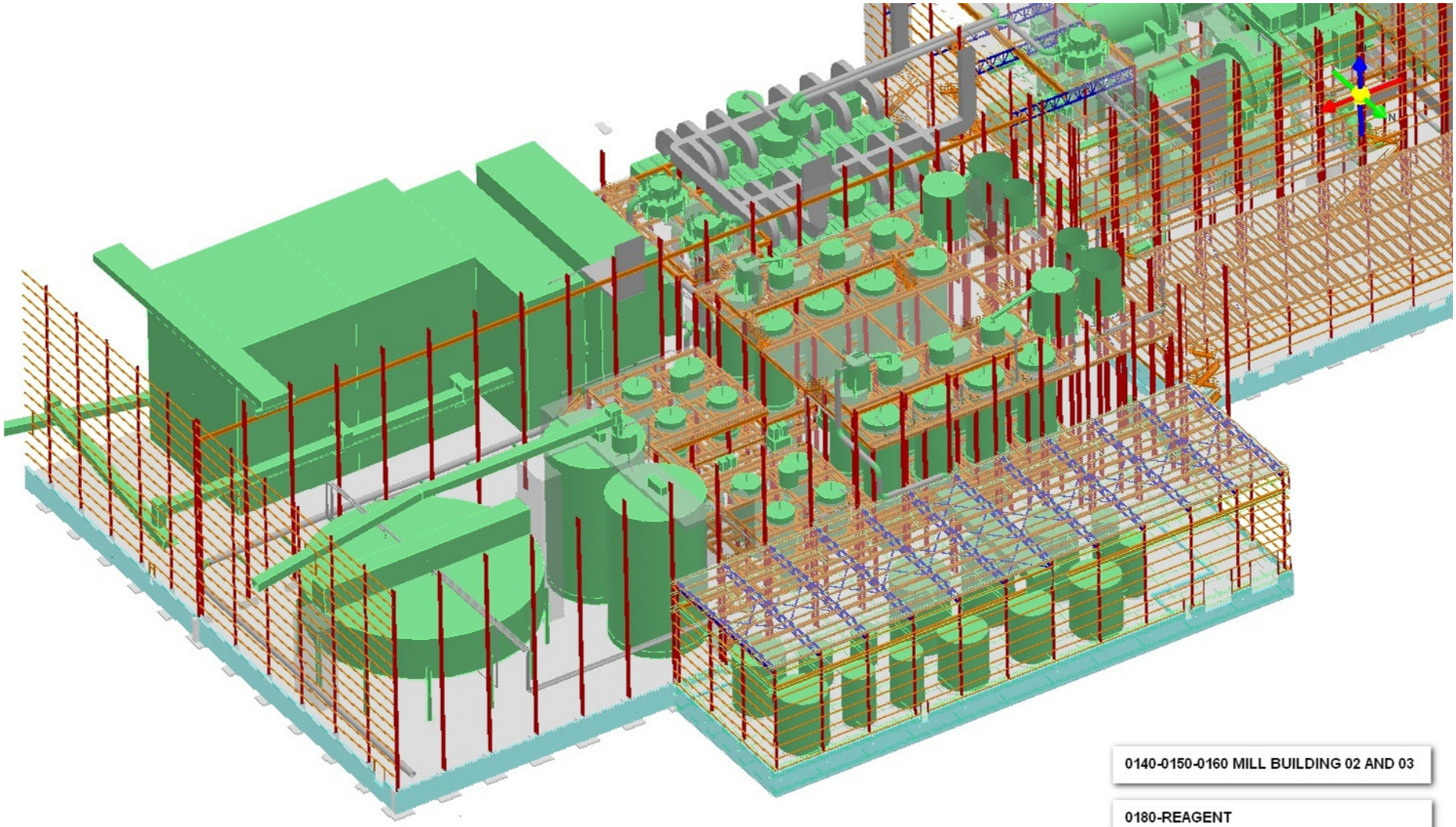
0120-STOCK PILE

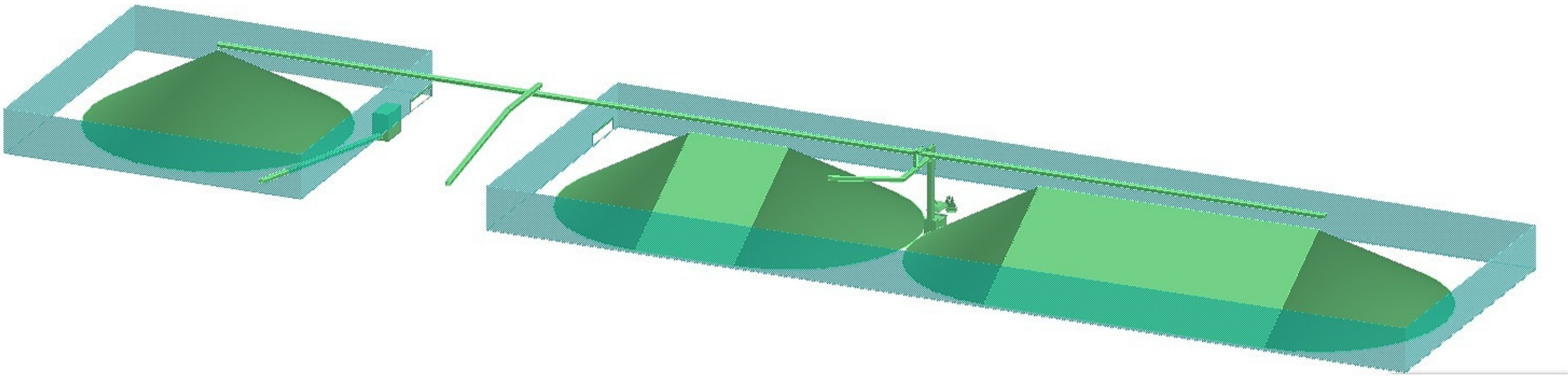


0130-MILL BUILDING 01

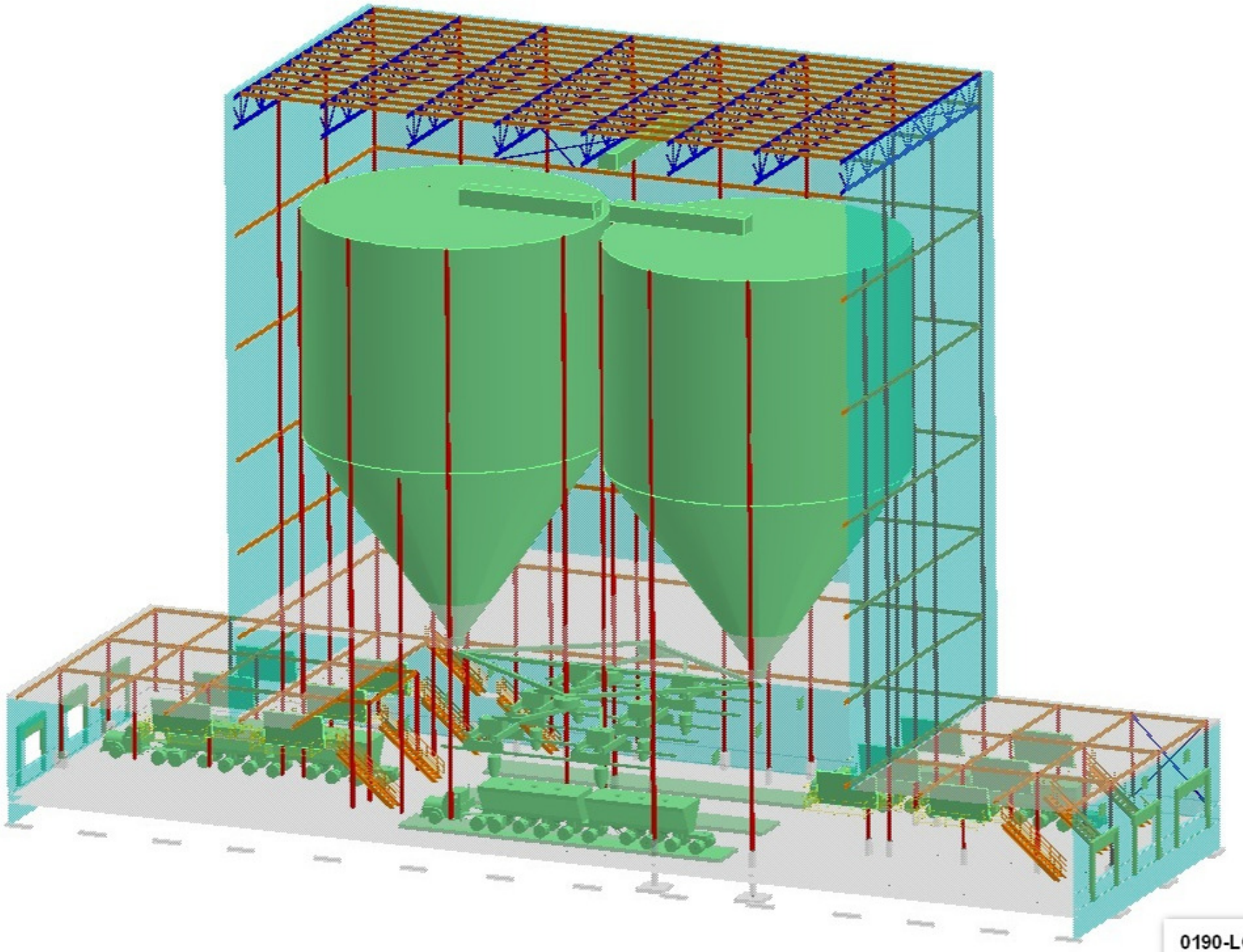


0140-0150-0160 MILL BUILDING 02 AND 03


0140-0150-0160 MILL BUILDING 02 AND 03
0180-REAGENT



0190-STOCK PILE



0190-LOAD OUT

Annexe 11 :
Compte-rendu des consultations – Phase 1

Université du Québec à Chicoutimi
Chaire de recherche et d'intervention en Éco-Conseil

Compte rendu

Dialogues publics tenus les 8 et 9 juin 2011

Le projet d'exploitation minière du lac à Paul

Par

Ian Segers, B.Sc, éco-conseiller diplômé©, professionnel de recherche

David Tremblay, B. Sc., éco-conseiller diplômé©, professionnel de recherche

Pierre-Luc Dessureault, B.Sc., éco-conseiller diplômé©, chargé de projet

Sous la supervision de :

Claude Villeneuve, Biologiste, professeur titulaire, Directeur

Document présenté à

Ressources d'Arianne inc.

28 juillet 2011

Avant-propos

La Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil a été créée en 2003 et a pour mission de formaliser les savoirs issus des pratiques des éco-conseillers et de réaliser des recherches pour enrichir leur formation par l'ajout et l'actualisation des connaissances sur le développement durable et ses applications. Dans ce cadre, nous réalisons, de notre propre chef ou à la demande de partenaires du milieu, des projets de recherche et d'intervention qui permettent d'innover dans le domaine du développement durable.

Ainsi, l'équipe de la Chaire a développé une expertise importante dans les approches et les outils d'application du développement durable et intervenant avec diverses entreprises et organisations.

L'objectif de ce document est de présenter à Ressources d'Arianne inc. un résumé des discussions des rencontres participatives et une réflexion de la Chaire sur le processus et les résultats obtenus.

Table des matières

Avant-propos i
Introduction 1
Partie I- Mise en contexte 1
1.1 Contexte de recherche 1
1.2 Les Ressources d'Arianne inc 2
1.3 Objectif de la recherche 3
Partie 2- Le processus de participation 4
2.1 Le dialogue public 4
2.2 Déroulement des soirées 5
2.3 Synthèse des dialogues publics 5
Conclusion 9
Annexe 1- Cartes Heuristiques 11
Annexe 2 : Dialogue en action 13

Introduction

Le 8 juin 2011 à Dolbeau et le 9 juin 2011 à Jonquière, les Ressources d'Arianne et la Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil, ont organisé deux soirées de dialogues publics concernant le projet d'exploration et d'exploitation du dépôt de phosphore du Lac à Paul.

Ce document constitue le compte rendu de ces deux soirées ainsi qu'une brève présentation du projet de recherche qui y est associé.

Le compte rendu est divisé en deux sections.

1- La première section décrit le contexte dans lequel s'inscrivent la recherche et la tenue de ces deux rencontres;

2- La deuxième section est une analyse des rencontres suivies de quelques réflexions concernant la suite du processus.

Partie I- Mise en contexte

1.1 Contexte de recherche

Le premier ministre du Québec a annoncé en mai 2011 des investissements majeurs dans le Nord-du-Québec pour le développement minier et hydroélectrique (Plan Nord). Récemment, la Fédération québécoise des municipalités a précisé que la réussite de la réforme du régime minier doit nécessairement intégrer les préoccupations de développement durable et la prise en compte des aspirations des communautés rurales et de la société en général (Journal Le Nord, 5 mai 2011).

Cette position s'accorde avec la Loi sur le développement durable qui définit le principe de participation et engagement comme suit :

> « La participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique ».

Actuellement, l'industrie minière n'est pas encore visée par la loi et par

conséquent, ce principe de développement durable est rarement pris en compte. Les projets d'exploitation minière ne sont donc pas tenus de consulter la population dans la phase de préfaisabilité du projet. La consultation devient obligatoire lors des consultations publiques du bureau d'audience publique en environnement (BAPE).

Ce manque d'encadrement devrait être corrigé dans la prochaine mouture de la Loi sur les mines. Depuis au moins 2003 et la crise concernant la construction d'une centrale thermique au gaz naturel du Suroît, on assiste à des mobilisations citoyennes importantes (Batelier et Sauvé, 2010). Il est manifeste que l'opinion publique est concernée par les projets qui touchent l'environnement. Cependant, le manque de transparence dans l'information, l'absence de concertation et le sentiment que seul le critère économique prime ont vite fait passer un projet de développement à une controverse socio-environnementale.

Comme les ressources minérales font partie des éléments nécessaires à la satisfaction des besoins humains, il est impératif de trouver de nouvelles façons de faire compatibles avec le développement durable. La construction de lieux de concertation où s'établit un dialogue authentique permettant un échange transparent d'information et de prise de décisions communes est en phase avec les préoccupations citoyennes et avec le développement durable.

Le Québec a donc besoin, pour la réussite de projets comme le Plan Nord, d'exemples de dossiers miniers qui s'inscrivent dans un nouveau contexte, celui de la Loi sur le développement durable dès le stade de l'exploration. Ces nouvelles pratiques seront peut-être utiles pour minimiser les dérapages comme les récents dossiers de la mine Osisco à Malartic et de l'exploration des gaz de schiste dans les plaines du Saint-Laurent.

1.2 Les Ressources d'Arianne inc.

C'est dans ce contexte que la Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil collabore depuis 2009 avec la compagnie d'exploration minière « Les Ressources d'Arianne inc. ». Cette PME régionale développe actuellement un projet lié à l'exploration et l'exploitation d'un dépôt de phosphore. Le dépôt du lac à Paul est localisé à 200 km au nord de la ville de Saguenay dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. La propriété comprend 451 claims désignés et couvre une surface d'environ 25 000 hectares ou 250 km².

La chaire de recherche et d'intervention en Éco-Conseil assiste cette PME dans une démarche volontaire de développement durable. Dans ce cadre, l'entreprise a mis en place :

1- Un inventaire des gaz à effet de serre de la phase exploration du gisement du lac à Paul et a adopté des outils nécessaires pour tenir à jour son inventaire d'émissions.

2- Un bilan exploratoire des émissions de gaz à effet de serre pour différentes options pour l'exploitation de la mine de phosphore.

3- Une politique de développement durable.

Afin d'agir en cohérence avec ses valeurs et sa *Politique de développement durable*, Ressources d'Arianne a demandé un encadrement à la Chaire pour réaliser une séance de dialogue avec le public. Cette rencontre permettant de recueillir les préoccupations des citoyens en amont des études d'impact et d'en discuter, constitue une suite logique pour le projet du lac à Paul dans une perspective de développement durable.

Dans ce contexte, la Chaire a proposé d'organiser un processus participatif permettant la concertation publique.

1.3 Objectif de la recherche

Comme nous l'avons mentionné, lors d'un projet d'exploitation minière, il est relativement rare d'engager un dialogue public sur une base volontaire. De plus, la Chaire a la possibilité d'intervenir tôt dans l'étude de préfaisabilité ce qui donne l'occasion d'évaluer si l'apport des processus participatifs peut bonifier de tels projets.

L'analyse d'une étude de cas comme le projet du lac à Paul est une très bonne occasion de tirer des enseignements utiles à la refonte de la loi sur les mines.

Le projet de recherche vise à appliquer des principes de développement durable dans le design et l'animation d'un processus de participation pour la mise en place d'une mine à ciel ouvert et à évaluer l'apport des processus participatifs, dès l'étude de préfaisabilité d'un projet d'exploitation minier, pour bonifier de tels projets afin d'en assurer la durabilité sur les plans environnemental, social, économique et éthique.

Partie 2- Le processus de participation

2.1 Le dialogue public

Traditionnellement, lorsqu'une organisation décide de faire la promotion de ces activités ou encore d'organiser une soirée de présentation d'un projet spécifique, les responsables optent souvent pour une formule d'information descendante. Il s'agit d'un processus conventionnel de transmission d'informations où les promoteurs s'adressent de manière formelle à une audience. Dans ce contexte, l'organisation a le contrôle sur le type d'information donnée, l'ordre de présentation et la période de questions. L'audience est donc le plus souvent en mode écoute et doit attendre la fin de l'exposé pour poser des questions. Bien que ce type de rencontre ait son utilité, nous pensons que dans certaines occasions, il est bénéfique d'organiser d'autres formes de rencontres, basées sur le dialogue.

Selon notre définition, un processus de participation est un processus de dialogue permettant l'élargissement de tous les savoirs pour que chaque acteur puisse devenir décideur. C'est donc sur la base de cette définition qu'il a été entendu de tenir deux rencontres participatives, la première à Dolbeau et la seconde à Saguenay.

Les objectifs des rencontres étaient les suivants :

- Développer une attitude de dialogue et de transparence pour permettre l'émergence d'une capacité de « voir ensemble ».
- Recueillir des informations du public concernant leur perception sur l'activité minière en général et plus particulièrement sur le projet du lac à Paul.
- Débuter une collecte d'information concernant la démarche particulière des Ressources d'Arianne. Dans un contexte minier très peu réglementé, comment se positionner afin d'agir en cohérence avec ses valeurs et sa Politique de développement durable.
- Favoriser une vision collective pour faire émerger des solutions communes en tenant compte des situations difficiles.
- Développer une compréhension commune des enjeux afin de bonifier

l'étude d'impact.

2.2 Déroulement des soirées

Les dialogues publics se sont déroulés en deux étapes.

1- Une première étape d'information descendante où :

- La Chaire de recherche a présenté son rôle et le cadre de sa recherche, le mode de fonctionnement de la rencontre et les objectifs attendus.
- Le président des Ressources d'Arianne inc. a présenté la compagnie, sa politique de développement durable, le projet d'exploitation minière du lac à Paul et a répondu aux questions.

2- Une deuxième étape basée sur le dialogue :

- Les rencontres étaient organisées sous la forme d'un café de conversation (World Café). Elles avaient comme objectif de stimuler un dialogue entre les participants, et étaient axées sur les trois questions suivantes :
    1. Que pensez-vous du secteur minier en général ?
    2. De quelles informations avez-vous besoin pour bien comprendre le projet minier du lac à Paul?
    3. Quelles seraient les pratiques souhaitables pour un développement harmonieux du projet minier du lac à Paul?
- Les participants ont été divisés en petits groupes de quatre à cinq personnes rassemblées autour d'une table afin de discuter, entre eux et avec les dirigeants et employés de la compagnie, quinze minutes à propos d'une des trois questions. Au bout de quinze minutes, les conversations étaient arrêtées, les participants changeaient de table et de question puis discutaient pour une deuxième ronde de quinze minutes, et ainsi de suite pour les trois questions.
- Une discussion collective et une synthèse faite par l'animateur avec les participants ont terminé le processus.

2.3 Synthèse des dialogues publics

Les soirées de dialogue public du projet minier du lac à Paul ont été un succès. Il

y a eu 39 personnes qui se sont présentées à Dolbeau-Mistassini et 45 à Saguenay. Au total, il y a eu 84 participants pour les deux rencontres avec trois représentants de la Chaire et trois de représentants de Ressouces d'Arianne à chaque réunion.

On peut distinguer quatre types de participants à la rencontre

1. Les entrepreneurs : il y avait deux types d'entrepreneurs, ceux dont les activités économiques vont être perturbées et ceux qui veulent profiter du projet pour faire des affaires. Dans les deux cas, ils cherchent à établir des contacts pour maintenir ou améliorer leurs acquis par rapport aux changements potentiels.
2. Les investisseurs : ces participants ont pour objectif de se réconforter dans leur investissement. Ils espèrent y trouver l'approbation des participants.
3. Les MRC, ministères, villes : ces intervenants ont un objectif de planification stratégique. Ils s'informent sur les retombées locales et sur l'échéancier de mise en œuvre.
4. Les Villégiateurs et retraités : ces participants ont assisté pour s'informer au sujet des dommages causés par l'exploitation de la mine. Ceux-ci étaient surtout concernés par les impacts sociaux et environnementaux (transport, poussière, bruit, paysage, emplois).

En termes de contenu, la synthèse présentée ici permet un recadrage des propos tenus par les participants en fonction des trois questions (voir en annexe les cartes heuristiques des deux rencontres).

Question 1- Que pensez-vous du secteur minier en général?

1. Le secteur minier a mauvaise image à cause de ses actions passées. Son image est donc à améliorer.
2. C'est un secteur qui est créateur d'emplois et qui permettra la diversification de l'économie du Saguenay-Lac-Saint-Jean.
3. Les projets provenant du secteur minier sont éphémères, car leur viabilité de la fluctuation des marchés.
4. La région dispose de peu de connaissances du monde minier.

Question 2- De quelles informations avez-vous besoin pour bien comprendre le projet minier du lac à Paul?

1. Est-il possible d'avoir un ou des investisseurs locaux?
2. Quelles seront les retombées pour la région? Comment est-il possible de les maximiser?
3. Quelles sont les limites du marché? À quel niveau n'est-il plus rentable d'exploiter le gisement? Y-a-t-il d'autres marchés? Qu'arrivera-t-il avec le titane? Devons-nous craindre les capitaux étrangers?
4. Y-a-t-il un plan de sécurité et de gestion de la route? Combien de camions? Quels seront les horaires? Sur quelle distance s'étendront les poussières et le bruit? Quelles seront les routes choisies? Comment va se passer la cohabitation avec les utilisateurs du territoire? Combien coûtera l'entretien des routes et qui payera?
5. Est-il possible de construire un pont pour atteindre le train à Dolbeau-Mistassini?
6. Comment les communautés autochtones s'intègrent-elles dans ce projet?
7. Le plan d'aménagement sera-t-il disponible? Quelles sont les infrastructures nécessaires? Quelle sera la nature du traitement pour le minerai et ses impacts? Quelle sera la distance entre la mine et les lacs et rivières à proximité? Quelle sera l'étendue de la mine à ciel ouvert?
8. Quels seront les types d'emplois directs et indirects qui seront créés? Quelles seront les formations nécessaires?
9. Y a-t-il une assurance qu'il y aura des acheteurs à long terme pour le produit?
10. Quel sera le plan de réhabilitation, remise en état des lacs, de la forêt, de la faune?
11. Comment va se passer la gestion des eaux usées?

Question 3- Quelles seraient les pratiques souhaitables pour un développement harmonieux du projet minier du lac à Paul?

1. Continuer une démarche respectueuse et transparente et la traduire dans les pratiques.

2. Prioriser l'investissement, la main-d'œuvre, les fournisseurs locaux.
3. Essayer de développer la seconde transformation dans la région afin de conserver la richesse au Québec.
4. Prioriser plusieurs options pour le transport du minerai.
5. Constituer une table de concertation multi-acteurs durant toute la durée de la mine.
6. Élaborer un système de redevance pour les MRC concernées et maximiser les retombées économiques.
7. Favoriser un projet sécuritaire au maximum.
8. Faire un arrimage avec le Plan Nord.
9. Faire une concertation plus large que régionale.
10. S'il y a vente de la mine, ajouter une clause au contrat concernant l'obligation de poursuivre les engagements de DD afin de protéger le modèle d'affaires du promoteur.
11. Développer une formation régionale spécialisée dans les mines et le transport.
12. Favoriser des emplois pour les jeunes de la région.
13. Minimiser l'impact du transport, s'assurer d'un bon entretien des routes et respecter les normes de sécurité.
14. Réparation immédiate des dégâts et bonne gestion des résidus.
15. Permettre une visualisation du site après 5-10-20 ans.

Suite à l'analyse des contenus des rencontres, nous pouvons émettre l'hypothèse que quatre enjeux semblent prépondérants :

Une information transparente. Un grand besoin d'information s'est fait ressentir concernant cette industrie, qui a mauvaise presse. C'est un nouveau type d'industrie dans la région qui est fortement différente de la forêt et l'aluminium.

L'enjeu du transport. Quel sera le volume des transports, la fréquence du passage des camions et les différents itinéraires possibles?

Maximisation des retombées locales. Il faudrait explorer des solutions

novatrices pour maximiser les retombées dans la région en termes de :

a. Formation de la main-d'œuvre;
b. D'emplois;
c. D'investissement local;
d. De retombées économiques.

L'enjeu de la propriété. Plusieurs préoccupations ont été émises sur un éventuel rachat de la compagnie et les manières de procéder afin de conserver la démarche de développement durable et de participation citoyenne. Cette réaction s'explique en partie par l'histoire du développement régional qui s'est fait le plus souvent par des capitaux étrangers dans le but d'exploiter les ressources locales pour satisfaire des marchés extérieurs.

Conclusion

De manière générale, nous pensons, en raison des commentaires recueillis, que les participants ont apprécié les rencontres. La démarche était transparente, innovatrice et permettait la participation du public dans un projet de développement régional.

Durant la rencontre à Dolbeau-Mistassini, la majorité de l'assistance a participé aux discussions en équipe. Du côté de Jonquière, par contre, environ une dizaine de participants ont quitté après la présentation du projet du lac à Paul et quelques autres durant les discussions en équipe. Il s'agit bien sûr d'un processus novateur, ce qui peut à la fois plaire et déplaire.

De plus, les discussions se sont poursuivies par le biais d'Internet avec le site http://synapse.uqac.ca/category/ressources-darianne/. Sur ce site, la Chaire y a déposé des articles, des vidéos et un compte rendu de la rencontre. Il y a eu sept commentaires pour une centaine de visites. Pour y stimuler le dialogue, la Chaire a transmis, par le biais de courriel, un compte rendu aux participants.

Dans l'ensemble, les participants ont apprécié la démarche qui, selon eux, était un exemple de transparence et de développement régional durable.

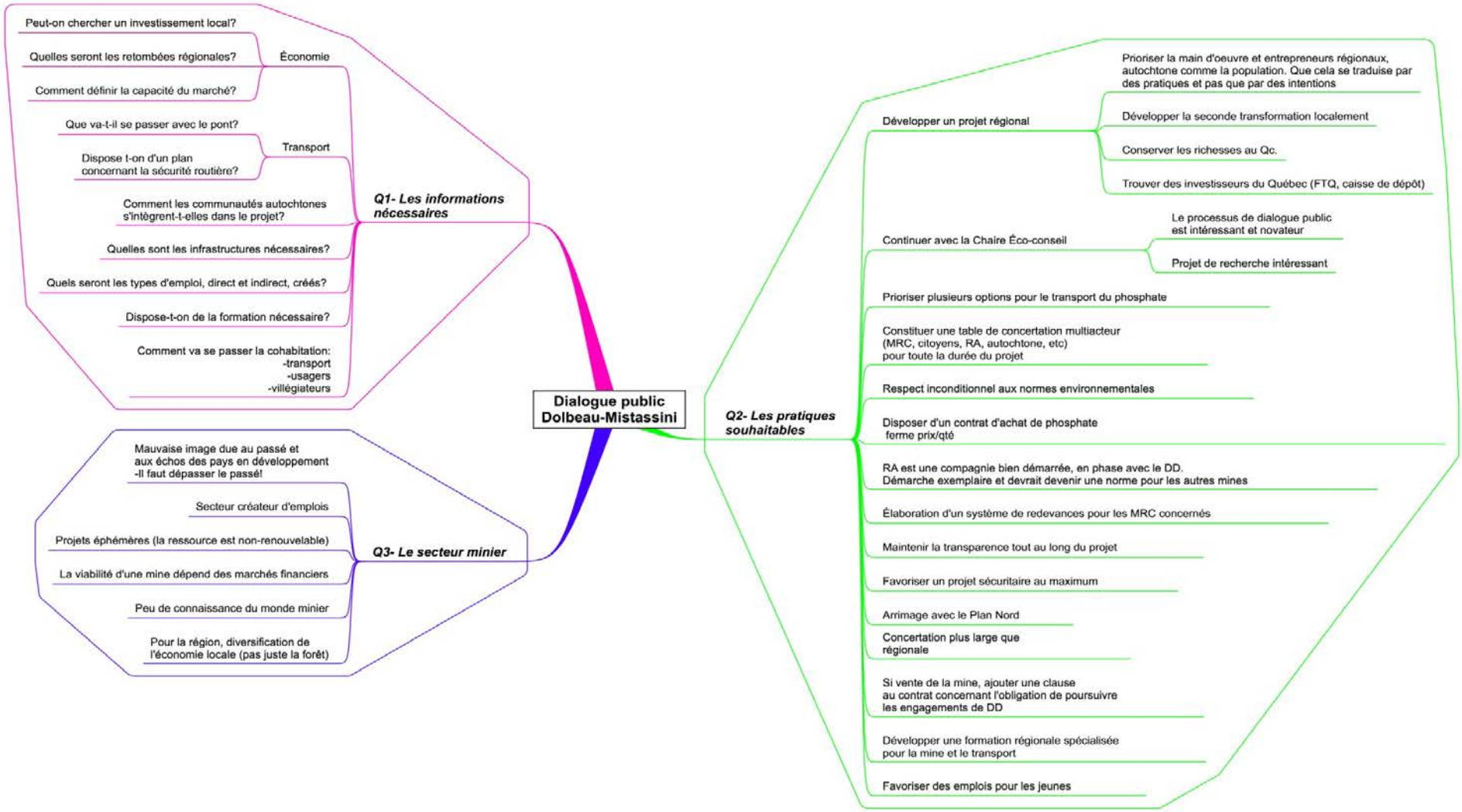
De plus, l'entreprise dispose maintenant d'informations sur les enjeux importants à prendre en compte dans ce projet. La prochaine étape sera de déterminer la manière appropriée de tenir compte de ces informations et de les traduire en

actions.

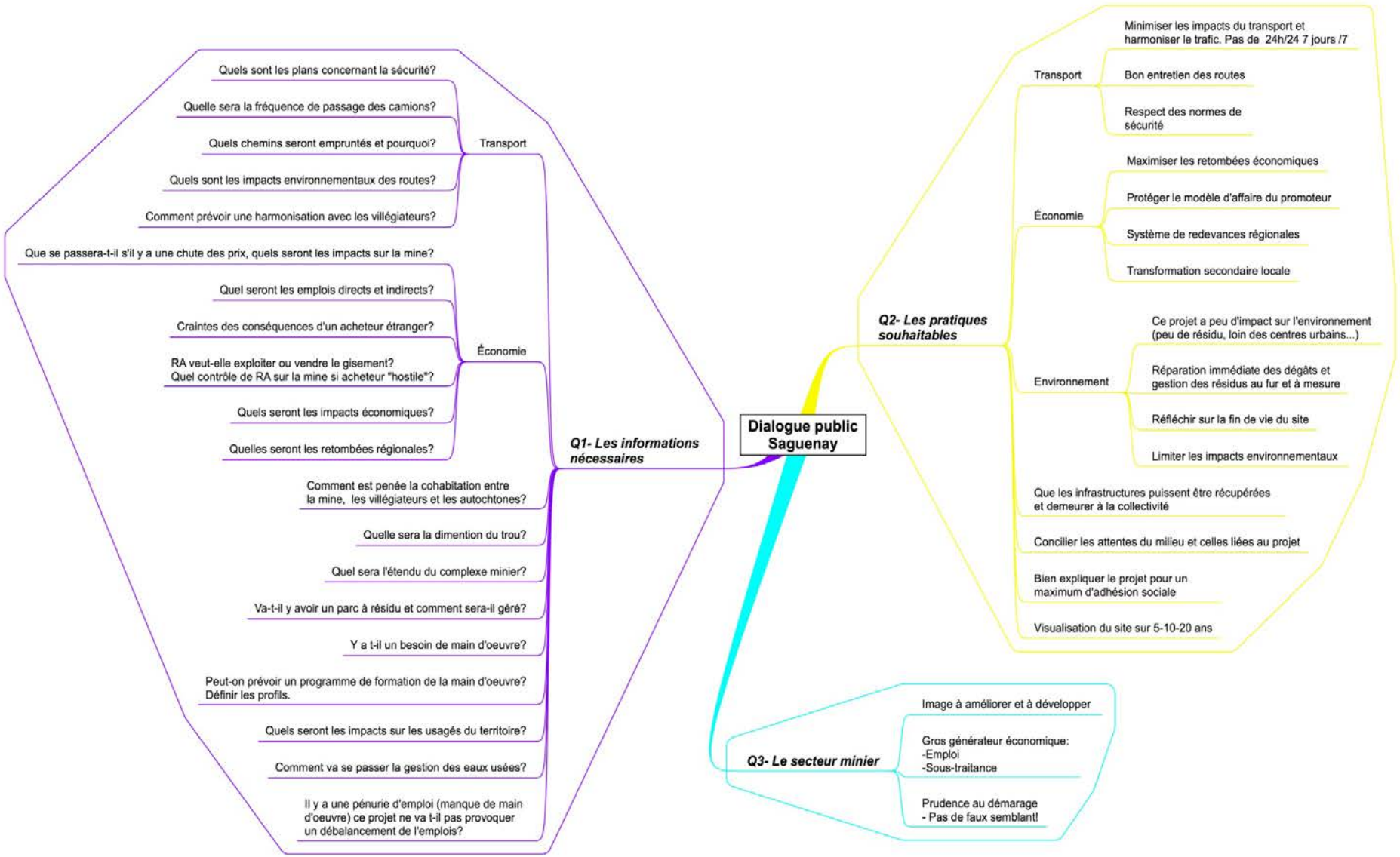
Tout le processus tient sur cette idée : comment des citoyens impliqués peuvent-ils intervenir dans un projet minier? Comment leurs idées, leurs craintes et leurs réflexions vont-elles influencer le projet final? Comme il s'agit d'un processus de participation, Ressources d'Arianne devra tenir compte du contenu de ces deux rencontres dans ses prochaines présentations du projet, dans les directives données au mandataire de l'étude d'impact et elle devra pouvoir démontrer en tout temps comment elle répond aux préoccupations exprimées. À cet effet, l'animation du site Synapse et l'analyse des interventions du public qui y seront consignées fourniront du matériel intéressant pour la suite du processus.

Annexe 1- Cartes Heuristiques

Rencontre à Dolbeau-Mistassini



Rencontre à Saguenay



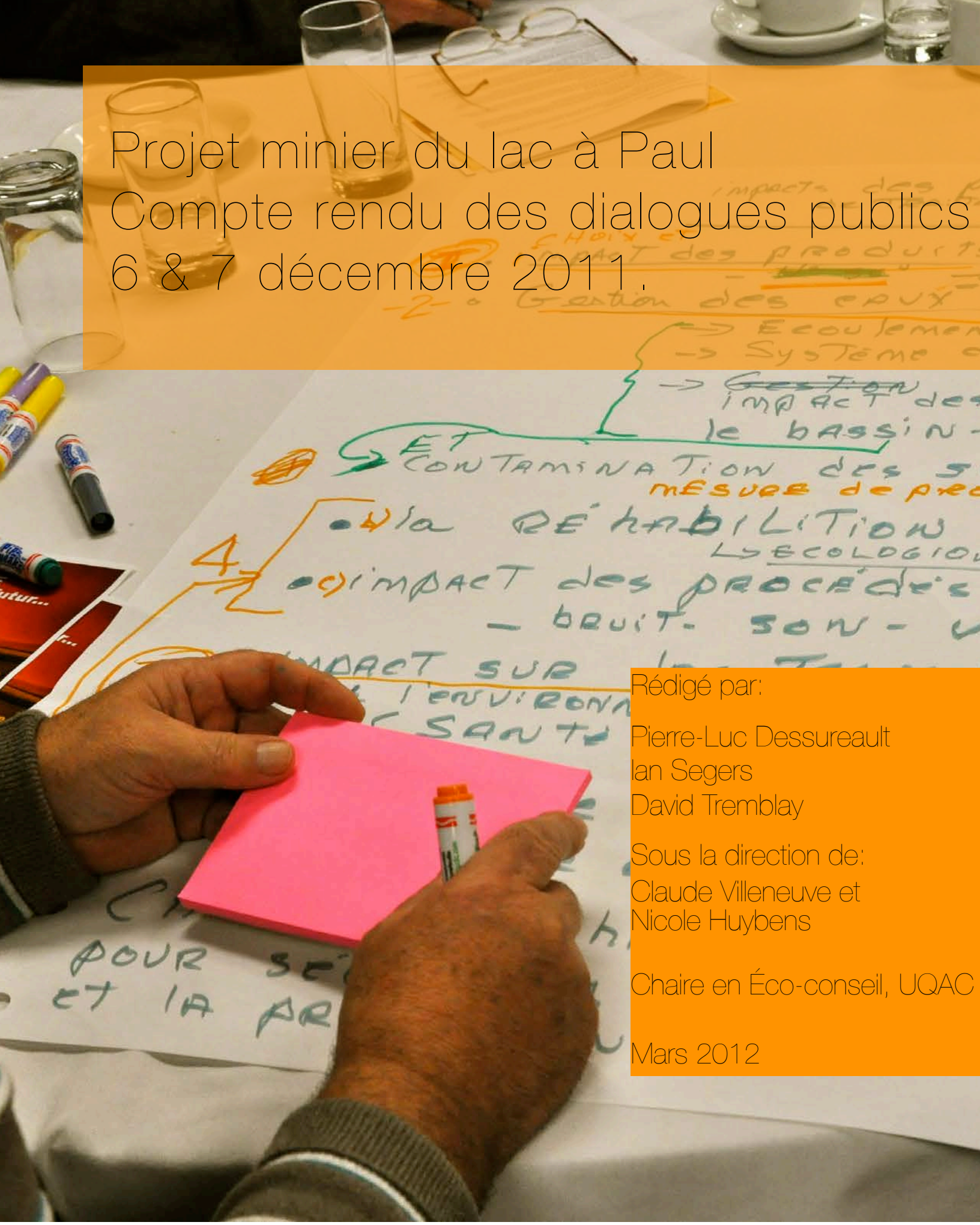
Annexe 2 : Dialogue en action

18h
Accueil et inscription
18h30
Présentation de la soirée
19h00
19h30
Pause
20h00
Café de conversation
21h00
Synthèse par les groupes
21h20
Synthèse
21h30
Fin de la soirée

Chaire de recherche en Éco-conseil

Annexe 12 :
Compte-rendu des consultations – Phase 2

Projet minier du lac à Paul
Compte rendu des dialogues publics 6 & 7 décembre 2011.



Rédigé par:

Pierre-Luc Dessureault
Ian Segers
David Tremblay

Sous la direction de:
Claude Villeneuve et
Nicole Huybens

Chaire en Éco-conseil, UQAC

Mars 2012

Avant-propos

La Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil a été créée en 2003 et a pour mission de formaliser les savoirs issus des pratiques des éco-conseillers et de réaliser des recherches pour enrichir leur formation par l'ajout et l'actualisation des connaissances sur le développement durable et ses applications. Dans ce cadre, nous réalisons, de notre propre chef ou à la demande de partenaires du milieu, des projets de recherche et d'intervention qui permettent d'innover dans le domaine du développement durable.

Ainsi, l'équipe de la Chaire a développé une expertise importante dans les approches et les outils d'application du développement durable et intervenant avec diverses entreprises et organisations.

L'objectif de ce document est de présenter un compte rendu des dialogues public et une réflexion de la Chaire sur leur contenu.

éco=conseil
CHAIRE DE RECHERCHE ET D'INTERVENTION
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

Introduction

Le contexte actuel associé au monde minier et plus particulièrement au Plan Nord, embrasse tous les éléments propices au développement d'une controverse socio-environnementale; informations incomplètes et contradictoires, contexte règlementaire contesté, soupçon de collusion entre l'État et certaines compagnies minières, doute sur la pertinence du financement public, débat concernant la formule des redevances, impacts sociaux-environnementaux perçus ou réels, tensions sociales causées par l'empiétement de sites miniers sur des territoires autochtones, etc.

Dans ces conditions, ignorer le débat public ne semble pas la solution idéale. Par contre, imaginer et développer des solutions construites avec le public, les compagnies, les groupes de pression, les villégiateurs, les actionnaires, bref avec les gens, semble une stratégie plus adaptée, mais moins empruntée.

Afin d'accompagner les Ressources d'Arianne dans sa volonté d'entretenir un dialogue avec le public, la Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil a organisé une deuxième série de dialogues publiques pour discuter du projet d'exploration et d'exploitation du dépôt de phosphore du lac à Paul. Ces rencontres se sont tenues les 6 décembre 2011 à Dolbeau et le 7 décembre 2011 à Jonquière. Ces rencontres donnaient suite à celles réalisées en juin 2011.

L'idée à la base de ces rencontres était d'inclure certains enjeux citoyens en matière de développement durable directement dans l'étude d'impact. Pour y parvenir, nous avons élaboré un processus participatif en amont du Bureau d'audience publique sur environnement (BAPE) afin de « **Bonifier la partie développement durable de l'étude d'impact avec les intérêts et préoccupations des citoyens, et ce, en fonction de leur vision du développement durable** ».

Le présent document a comme objectifs de regrouper de manière concise, agréable et visuelle les principaux enjeux discutés lors de ces rencontres participatives. Il permettra aussi à ceux et celles qui n'étaient pas présents de prendre connaissance du contenu de cette rencontre.

Bonne lecture!

Une collaboration

La Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil collabore depuis 2009 avec la compagnie d'exploration minière « Les Ressources d'Arianne inc. ». Cette PME régionale développe actuellement un projet lié à l'exploration et l'exploitation d'un dépôt de phosphore. Le dépôt du lac à Paul est localisé à 200 km au nord de la ville de Saguenay dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. La propriété comprend 451 claims désignés et couvre une surface d'environ 25 000 hectares ou 250 km².

La Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil assiste cette PME dans une démarche volontaire de développement durable. Dans ce cadre, l'entreprise a mis en place :

1- Un inventaire des gaz à effet de serre de la phase exploration du gisement du lac à Paul et a adopté des outils nécessaires pour tenir à jour son inventaire d'émissions.

2- Un bilan exploratoire des émissions de gaz à effet de serre pour différentes options pour l'exploitation de la mine de phosphore.

3- Une politique de développement durable.

4- Une série de dialogues publics visant à bonifier le projet minier, en amont du BAPE

Afin d'agir en cohérence avec ses valeurs et sa Politique de développement durable, Ressources d'Arianne a demandé un encadrement à la Chaire pour réaliser une série de dialogues avec le public. Ces rencontres ont comme objectif de mettre en dialogue, en amont du BAPE, les différents avis concernant le projet et d'inclure certaines de ces réflexions dans l'étude d'impact.

Dans ce contexte, la Chaire a proposé d'organiser un processus participatif permettant la concertation publique. Ce projet servira aussi d'expérience pilote pour une recherche avec le Ministère des ressources naturelles et de la faune (MNRF).

Déroulement, objectifs et rôles

Déroulement des soirées

Les deux rencontres, celle de Dolbeau-Mistassini et celles de Jonquière ont été organisées selon la même procédure. Elles étaient divisées en deux temps :

1- Période d'information

- Moment nécessaire pour expliquer les procédures de la soirée, les rôles de chacun ainsi que les attentes;

- Présentation sur le développement durable et les liens avec l'étude d'impact;

- Période d'information et de réponse aux questions consacrée au projet minier du lac à Paul. Lors des premiers dialogues, nous avions posé la question « De quelles informations avez-vous besoin pour bien comprendre le projet minier du lac à Paul? »

2- Le forum ouvert

Cette formule donne l'occasion aux participants de proposer un sujet de discussion en lien avec le thème de la soirée. Cela permet aux membres de l'assistance de construire collectivement un ordre du jour. Une fois cette étape réalisée, le groupe se divise et se recompose librement en sous-groupe autour des thèmes proposés. Comme les discussions ne sont pas encadrées, les participants ont la possibilité de discuter librement.

Objectifs des soirées

1- Donner des informations sur l'état d'avancement du projet;

2- Récolter l'avis des participants pour aider Ressource d'Arianne à développer sa réflexion sur le développement durable et l'inclure dans l'étude d'impact;

3- Utiliser le pouvoir d'intervention collective pour bonifier la réalisation de l'étude d'impact.

Rôles des participants

- Penser, dialoguer, écouter avec intelligence et avec cœur;

- Aide à la décision pour Ressources d'Arianne et la firme de génie-conseil qui va réaliser l'étude d'impact.

Rôles de la Chaire en éco-conseil

- Accompagner un dialogue permettant de réfléchir le projet minier dans le cadre du DD;

- Écrire un compte rendu public de la soirée;

- Mettre toutes les informations sur le site Internet SYNAPSE http://synapse.uqac.ca.

Portrait des participants (1)

Les dialogues publics ont attiré 84 personnes. Le nombre de participants était équivalent dans les deux rencontres. Le nombre de participants présent aux premières rencontres était de 19 % à Saguenay et 26 % à Dolbeau. De plus, la représentativité des femmes aux rencontres était de 26 % à Saguenay et de 5 % à Dolbeau.

À Saguenay, 76 % des participants étaient âgés de plus de 46 ans : 26 % avaient plus de 65 ans, 26 % avaient plus de 55 ans et 24 % avaient plus de 45 ans (figure 1). La classe d'âge de 26-35 ans suivait avec 14 % (figure 1).

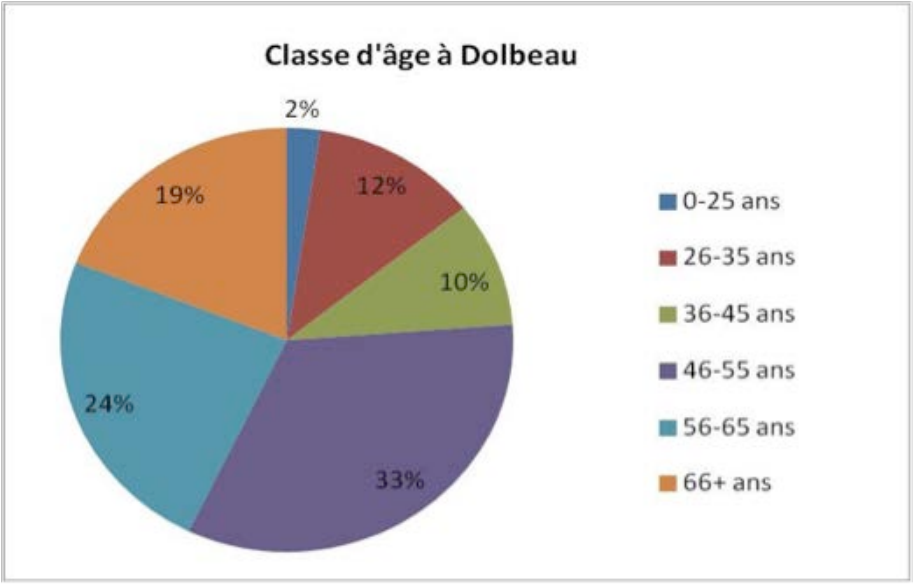


Figure 1 : Distribution des classes d'âge chez les participants au dialogue public à Saguenay le 8 décembre 2012

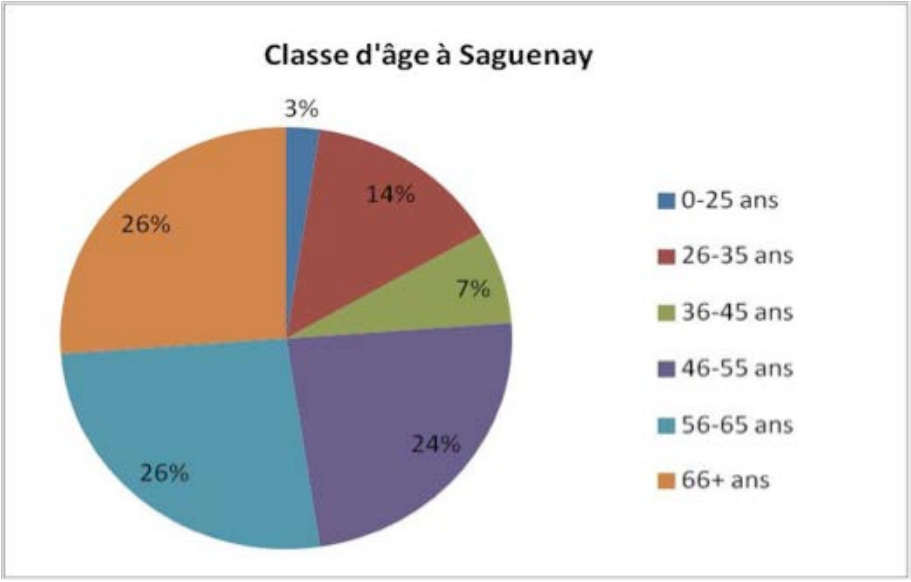


Figure 2 : Distribution des classes d'âge chez les participants au dialogue public à Dolbeau le 7 décembre 2012

Portrait des participants (2)

À Saguenay, les participants étaient majoritairement des retraités à 33 %. Les actionnaires (19 %), les travailleurs (19 %) et la catégorie autres (17 %) suivaient de loin. Les entrepreneurs représentaient (12 %). (figure 3).

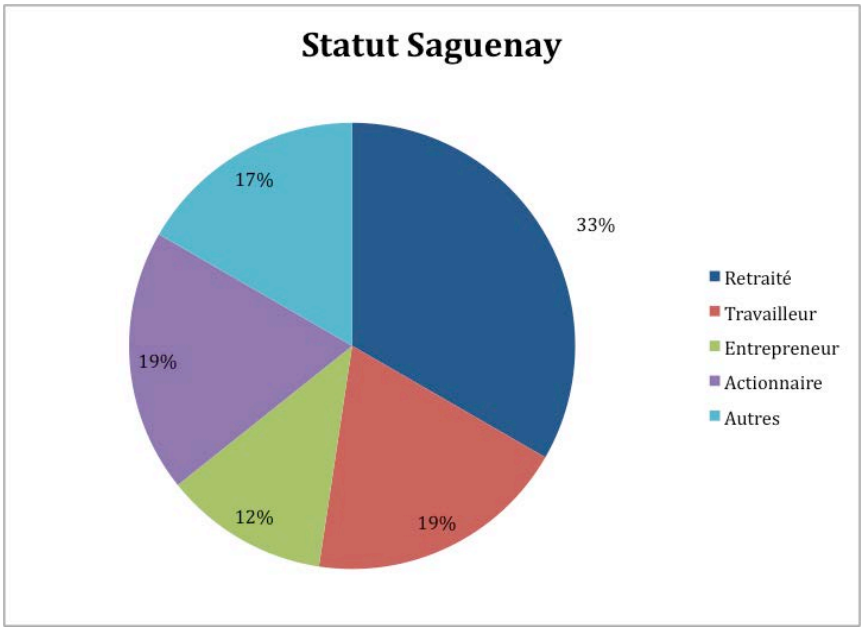


Figure 3 : Distribution des statuts chez les participants au dialogue public à Saguenay le 8 décembre 2012

À Dolbeau, le portrait était tout autre. La majorité des participants était des entrepreneurs (29 %). Les retraités (22 %) et des travailleurs (21 %) étaient aussi bien représentés. Le reste des participants était des actionnaires (10 %), fonctionnaires (2 %), des chômeurs (2 %) et la catégorie autres (14 %) (figure 4).

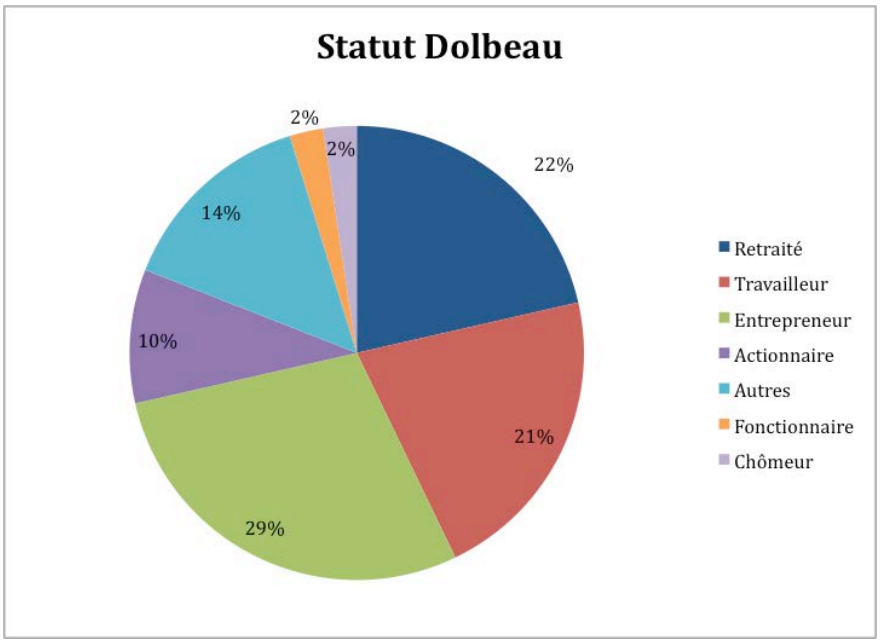


Figure 4 : Distribution des statuts chez les participants au dialogue public à Dolbeau le 7 décembre 2012

Portrait des participants (3)

À Saguenay, la principale raison qui a poussé les gens à participer était qu'il voulait obtenir de l'information sur le projet minier (43 %) (figure 5). Autrement, c'était des actionnaires qui veillaient à leurs actions (19 %), des propriétaires de chalet qui résident dans la zone impactée, des participants qui étaient là pour une réflexion du projet dans une perspective de développement durable (12 %), des entrepreneurs qui étaient à la recherche de contrat (5 %) ou pour autres choses (2 %) (figure 5).

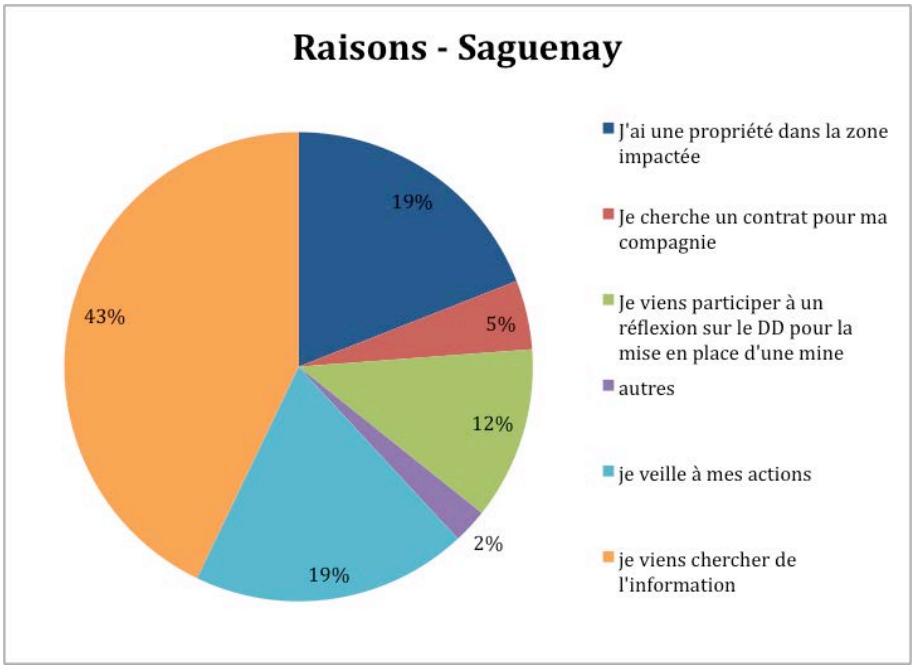


Figure 5 : Distribution des raisons de la participation pour les participants au dialogue public à Saguenay le 8 décembre 2012

Concernant Dolbeau (figure 6), les raisons de participation se partageaient entre le besoin d'information (33 %) et la recherche de contrat (28 %). Autrement, il y avait des actionnaires qui veillaient à leurs actions (17 %), des participants qui cherchaient un emploi (5 %), qui avaient une propriété dans la zone impactée (5 %), qui voulaient participer à une réflexion sur le développement durable (7 %) ou pour autres choses (5 %).

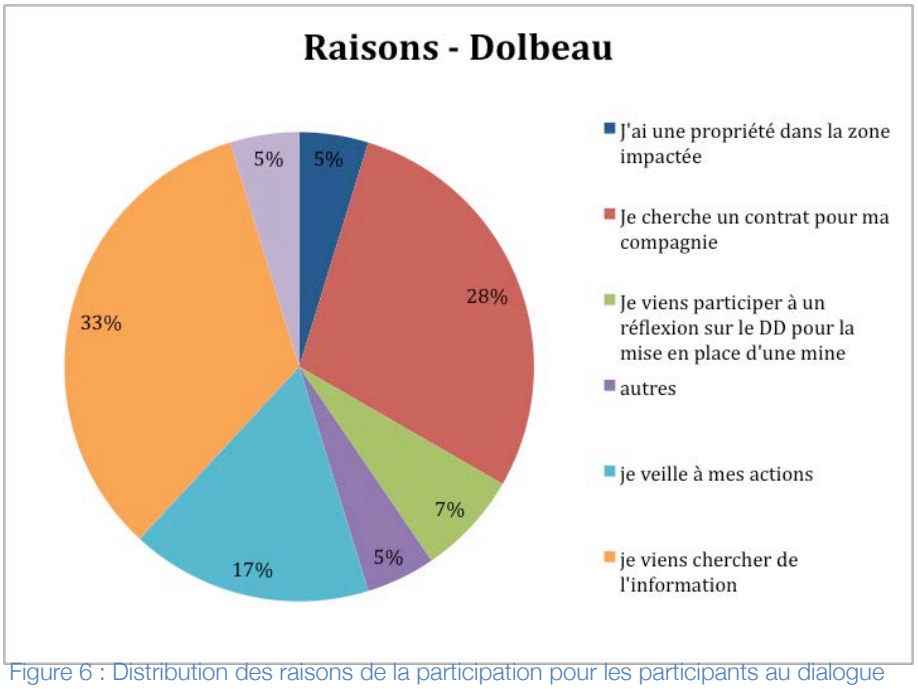


Figure 6 : Distribution des raisons de la participation pour les participants au dialogue public à Dolbeau le 7 décembre 2012

Analyse des dialogues publics

Cette section du rapport se concentre sur les aspects méthodologiques de la cueillette et du traitement des données recueillies lors des deux dialogues publics.

Les processus de participation sont des techniques qui favorisent la pratique du dialogue et permettent la récolte des différents avis présents dans la salle, des préoccupations autant que des pistes de solutions. À la différence du débat ou de l'argumentation, le dialogue permet une rencontre responsable avec l'autre. Il nécessite une certaine ouverture d'esprit, beaucoup d'écoute et de l'empathie. Un dialogue réussi permet l'élargissement des représentations et des savoirs et l'ouverture des positions dogmatiques. En sortant de la logique binaire bien/mal, bons/mauvais, les processus participatifs permettent de maximiser le potentiel de construction collective d'un projet. Par le biais de la co-construction issue du dialogue, les processus participatifs constituent un moyen pour que chaque personne présente contribue à élaborer un contenu collectif.

Panoramication

Le forum ouvert est un moment de dialogue où des gens de tout horizon sont invités à prendre part. La liberté du choix des thèmes de discussion, la liberté d'aller et venir autour des tables et l'attitude dans laquelle se déroulent les dialogues permettent aux groupes d'échanger sans trop de contraintes.

Cette atmosphère d'accueil et de bienveillance est nécessaire, car elle permet d'ouvrir les discussions à de multiples dimensions, par exemple :

1- se rendre compte qu'il existe différentes représentations possibles pour un même sujet;

2- identifier certaines préoccupations et certaines craintes;

3- chercher ensemble des pistes de solutions.

La diversité des points de vue exprimés nous donne l'occasion d'analyser les discours et de colliger les données sans toutefois les hiérarchiser, les réduire, les juger ou tenter de faire rentrer un discours dans la logique d'un autre. Cette manière d'observer le plus largement possible un problème, ce que nous appelons « panoramiquer », permet de rechercher activement les lieux communs, les avis marginaux et les contradictions. Cela favorise une conception du projet du lac à Paul dans ses dimensions multiples, avec des acteurs multiples et sans juger à partir de nos propres certitudes. Cette procédure permet une vision complexe, c'est-à-dire diverse, ambiguë et contradictoire. Il s'agit alors de comprendre que les vérités de tous les acteurs sont nécessaires et indispensables, car elles constituent les nombreuses facettes du projet minier du lac à Paul.

Pour ne pas perdre le fil des idées, nous insistons pour que les gens écrivent, dessinent et fassent des liens sur les grandes nappes en papier disposées sur les tables. Cette prise de notes est très importante car les nappes deviennent le reflet des discussions et constituent une des matières premières pour l'analyse de contenu.

Les thèmes des forums ouverts

Thèmes du forum ouvert de Dolbeau :

1- Quels sont les impacts du transport? Comment faire cohabiter le transport du minerai et l'utilisation des infrastructures par les citoyens?

2- Ressources humaines : Types d'emplois, formation, impacts sur l'industrie actuelle;

3- Comment maximiser l'extraction de la ressource, comment développer le secteur de la 2e et 3e transformation?

4- Quels sont les impacts environnementaux du projet;

5- Entrepreneurs locaux : comment maximiser les retombées économiques locales?

Thèmes du forum ouvert de Jonquière :

1- Comment réfléchir la cohabitation entre la mine et les activités de chasse et pêche?

2- Routes : sécurité et cohabitation entre les multi-utilisateurs;

3- Identifier les impacts sur le caribou forestier;

4- Peut-on faire un accord entre l'exploitation de la mine et l'utilisation du phosphore par les agriculteurs régionaux;

5- Quels sont les impacts des procédés de traitement sur l'environnement;

6- Quels sont les impacts sur les activités traditionnelles autochtones?

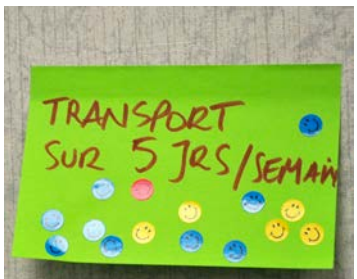
7- Main-d'œuvre régionale : transition potentielle pour les travailleurs forestiers.

Priorisation participative

La conclusion du forum ouvert s'est effectuée par une priorisation participative. Suite aux discussions, les membres de chaque table disposaient de 10 minutes pour rédiger sur des post-its une synthèse des éléments les plus importants de leurs échanges. Chaque post-it devait contenir idée. Ensuite, un représentant de la table devait lire le contenu des post-its puis les coller bien en évidence sur un mur. Une fois les lectures terminées et les post-its collés, chaque participant devaient se diriger vers le mur et disposer sur les post-its qu'il jugeait les plus importants des petits auto-collants, distribué au préalable. Une fois comptabilisées, les post-its ayant le plus de votes (auto-collants) devenaient les enjeux prioritaires suggérés par le groupe. Les 5 enjeux prioritaires issu de la priorisation participative sont illustrés dans les tableaux suivants. La totalité des enjeux est illustrée dans l'annexe 2

Enjeux prioritaires Dolbeau	Nb. de vote
Maximiser la participation des entrepreneurs locaux	25
Santé, sécurité, formation, rigueur,plaisir et bon salaire	14
Compagnonnage et mentorat	13
Recrutement de personnel régional	10
Transparence, dialogue, cohabitation et connaissance des cultures	10

Enjeux prioritaires Jonquière	Nb. de vote
Prioriser la route Bowater, santé-sécurité et transport	24
Évaluer les possibilités de transformation du produit localement	20
Transport 5 jours semaine	19
Densifier le trafic sous forme de train routier	17
Protection des eaux et des sols	16



Articulation

Le forum ouvert a permis aux participants de s'exprimer et de mettre en dialogue leurs préoccupations concernant le projet du Lac à Paul. L'articulation est une étape d'analyse qui permet d'organiser et de lier les discussions avec l'objectif du dialogue public, soit développer la section développement durable de l'étude d'impact. Cette section présente l'organisation des éléments qui ont été mentionnés par les participants lors des échanges. Voici comment nous avons articulé l'information :

1- Nous avons dressé un inventaire de tout ce qui a été écrit sur les nappes.

2- Suite à l'inventaire, nous avons identifié des thèmes intégrateurs (figure 7) et nous avons classé l'inventaire de contenu en fonction de ces thèmes. Les thèmes intégrateurs ont été pensé en fonction de leur association à un des pôles du développement durable

3- Dans les contenus écrits, nous avons distingué ce qui était de l'ordre des préoccupations de ce qui était de l'ordre des pistes de bonification du projet (Annexe 1).

Thèmes
Impacts environnementaux
Sécurité/santé
Cohabitation en les mines et les autres activités humaines
Formation/Main d'œuvre
Retombés locales
Équité entre autochtone et non-autochtone

Figure 7: Thèmes

Les thèmes ne sont pas des sujets ou des catégories d'enjeux directement mentionnés par les participants. Par exemple, l'enjeu « route », souvent mentionné dans les discussions et sur les nappes, ne figure pas comme un thème. Par contre, à chaque fois que l'enjeu « route » fut mentionné, nous l'avons classé dans l'un ou l'autre des thèmes, qui eux-mêmes se rattachent à un des pôles du développement durable.

Ainsi, l'enjeu «route» sera classé dans le pôle environnemental si la préoccupation concerne la circulation du caribou forestier, dans le pôle social s'il est question de sécurité ou dans le pôle économique s'il est question des emplois.

Une fois cette classification effectuée, il était pertinent de séparer les préoccupations des pistes de bonification. Lorsqu'ils discutaient, les participants ne dissociaient pas automatiquement ces deux types de propos. Or, toujours en lien avec les objectifs des soirées, il est essentiel de faire cette dichotomie puisque les préoccupations et les solutions ne seront pas traitées de la même façon lors de la phase de l'étude d'impact. L'Annexe 1 présente l'organisation des données recueillies lors des forums ouverts.

Résultats

Si l'inventaire des discussions (panoramication) du forum ouvert ne comporte pas de jugement ni de hiérarchisation, ce n'est pas le cas de la priorisation participative. Cet exercice a justement comme objectif de faire ressortir les enjeux prioritaires aux yeux des participants présents lors des dialogues publics. Cette section présente les résultats du traitement de la priorisation participative.

Lors de la priorisation participative, ce ne sont pas tous les éléments discutés qui ont été pris en compte (contrairement à l'inventaire des discussions). Chaque table ayant la responsabilité de sélectionner les éléments les plus importants qui ressortaient de leurs échanges, il est établi que la priorisation ne s'est pas fait sur la totalité des préoccupations/solutions relevées en Annexe 1. Toutefois, afin de conserver un fil conducteur, les mêmes thèmes ont été repris.

Répartition des votes de la priorisation participative

En compilant la répartition des votes des deux dialogues publics, tous les thèmes ont reçu des votes. De plus, il est intéressant de souligner que les quatre pôles du développement durable ont été considérés lors des deux soirées. Au chapitre des répartitions, le thème « Retombées locales » avec 29 % ainsi que celui « Environnement » avec 27 % sont ceux qui se démarquent le plus tandis que le thème « Formation de la main-d'œuvre » et le thème « Équité entre autochtones et non-autochtones » sont ceux qui ont reçu le moins de votes

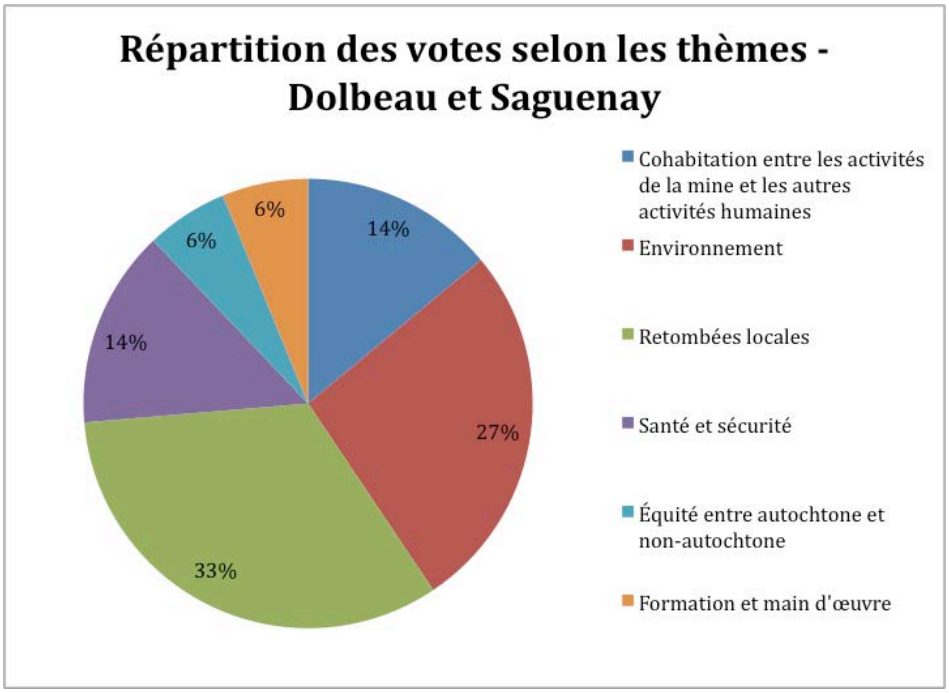


Figure 8 : Répartition des votes de la priorisation participative pour les 2 dialogues publics.

À Dolbeau, tous les thèmes, donc tous les pôles du développement durable ont reçu des votes. Le thème « Retombées locales » se démarque avec 43 % des votes. À ce sujet, la priorité No 1 fut « Maximiser la participation des entrepreneurs locaux » qui a reçu 25 votes (voir Annexe 2).

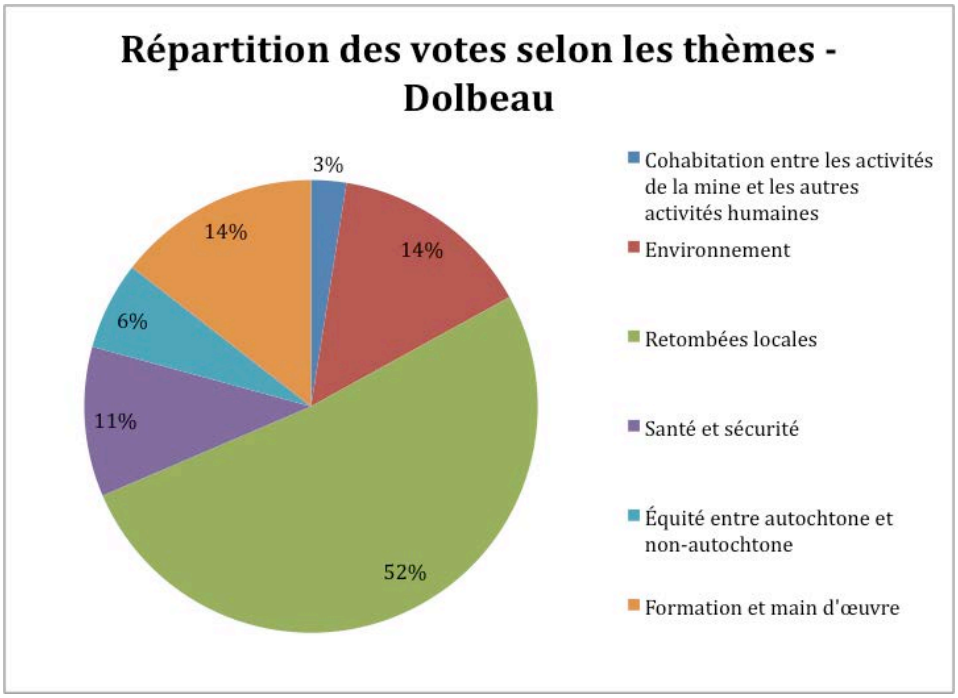


Figure 9 : Répartition des votes de la priorisation participative à Dolbeau.

À Saguenay, le thème « Formation de la main-d'œuvre » n'est pas représenté dans le vote. Les thèmes « Environnement » et « Cohabitation entre les activités de la mine et les autres activités humaines » sont ceux qui ressortent le plus. Cependant, c'est l'énoncé « Prioriser la route Bowater, santé-sécurité transport » classé dans le thème « Santé et sécurité » qui s'est vu octroyé le plus de vote (voir Annexe 2) avec 24.

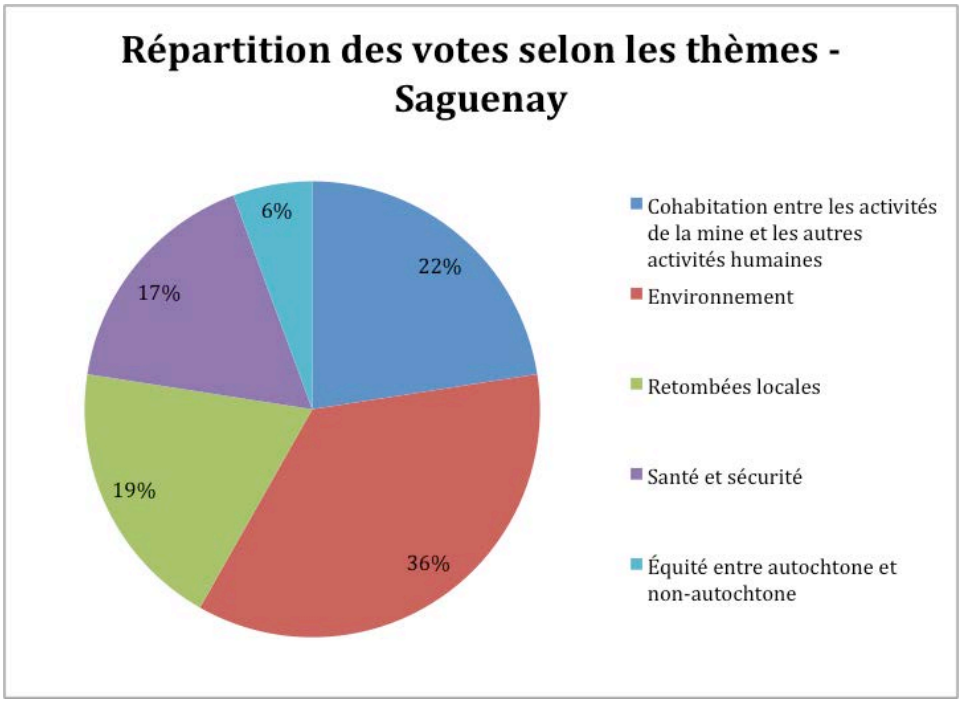


Figure 10 : Répartition des votes de la priorisation participative à Saguenay.

Recommandations

À la lumière des deux séries de rencontre et du processus entrepris par ressources d'Arianne depuis 2009, la Chaire de recherche en éco-conseil recommande les éléments suivants:

1- Indiquer, dans le chapitre voué au développement durable de l'étude d'impact, la démarche générale de Ressources d'Arianne qui inclut la gestion des GES, l'adoption d'une politique de DD et le processus de dialogue public;

2- Ne pas limiter le développement durable au seuls chapitres 3 et 4 de l'étude d'impact mais plutôt intégrer de façon transversale et en fonction des chapitres appropriés, les préoccupations et les solutions citoyennes issues des dialogues publics;

3- Faire une analyse participative de l'étude d'impact avec la grille d'analyse de développement durable de la Chaire en éco-conseil : cela donnerait un portrait de l'an 0 du projet donc un point de départ pour le suivi de la démarche de développement durable du projet minier. Aussi, l'analyse du projet avec la grille permettrait de bonifier le projet et de toucher des éléments qui n'ont pas été abordés lors des dialogues publics (ex. : la répartition des richesses);

4- Que la firme chargée de produire l'étude d'impact tienne compte des différents avis émis par les citoyens et donne des éléments de réponse quant à la faisabilité des solutions proposées par ces derniers.

Annexe 1

Pôle environnemental

Pôle environnemental

Impacts environnementaux	
Préoccupations	**Pistes de bonification**
Eaux usées, gestion des matières résiduelles, Les rejets?	Élargir la zone d'étude de l'évaluation environnementale
Évaluation des sources d'eau potable en surface	Avoir de la vision au-delà des normes
Dynamitage vs gibier-tranquillité	Formation d'un comité de suivi
Éclairage de la mine de nuit vs grandes migrations des oiseaux	Revégétaliser le site lors de la fermeture
Poussières de la mine	Investir dans l'OBV de la communauté, les projets qui luttent
Circulation des camions vs caribous forestiers et orignaux	Pisciculture pour remplacer si trop d'impacts sur les frayères de poissons
Fosse à la fermeture	Se servir de la première fosse comme témoin ou expérience pour réhabiliter
Impacts des produits, niveaux de toxicité	Vérifier les impacts de la mine sur le caribou forestier.
Eaux de surface, rejets dans le bassin versant	Documenter l'occupation et l'utilisation du territoire du caribou forestier.
Contamination des sols	Identifier les sites d'intérêt du caribou forestier
Impacts sur les travailleurs : environnement de travail, santé et sécurité.	Que la firme étudie la question du caribou forestier en fonction des savoirs et connaissances existants, scientifiques et traditionnels.
Impacts des procédés d'extraction : bruit, son, visuel	Mesure des émissions de GES et méthode de compensation
	Choix des technologies disponibles pour sécuriser le traitement et la production
	Choix des produits, caractériser impacts,
	Récupération des eaux
	Gestion des eaux de surface, analyse de l'écoulement des eaux, système de filtration et impacts
	Mesures de protection, réhabilitation écologique du site

Pôle économique

Retombées locales

Préoccupations	Piste de bonification
	Prioriser les entrepreneurs locaux par la maximisation des connaissances
	Des investissements aussi importants que ceux de l'exploitation de la mine.
	Des mesures incitatives, liste de fournisseurs locaux, % de fournisseurs à fixer.
	Support aux entrepreneurs pour dépôt de soumissions
	Morcellement des contrats
	Maximiser la participation des entrepreneurs locaux dans tous les secteurs d'activité

Formation et main d'œuvre

Préoccupations	Pistes de bonification
Pérennité des emplois	
Bon salaire	

Pôle éthique

Pôle éthique	Équité entre autochtones et non-autochtones	
	Préoccupations	**Solutions**
	Confidentialité (négociation) des deux parties qui est source de tension	Proposer et mettre en œuvre des mesures d'harmonisation ou, en dernier recours, de l'argent parce que possibilité d'impacts sur les activités traditionnelles autochtones.
	Emplois non-autochtones	Avoir un fonds pour la restauration
		Partage des savoirs et partage des préoccupations
		Apprentissage du dialogue
		Connaissance d'un environnement culturel des deux communautés
		Emplois autochtones et non-autochtones

Pôle social

Pôle social

Santé et sécurité

Préoccupations	Solutions
Santé pulmonaire	Largeur des chemins, communication sur la route (radio)
Vitesses des usagers	Plus de polices
Poussière	Calcium
Santé et sécurité des travailleurs	Chemin double: un à l'aller et un autre au retour
Gros camions	Conduite responsable
	Évaluer les options voies ferrées et pipeline
	Train routier : correction de la route (courbes à améliorer), CB (dispositif de sécurité en auto)
	Routes sens-unique (Abitibi), asphaltage, arrêt en période de dégel,
	Dans l'étude d'impact, analyser le scénario de faire passer les camions par le chemin Bowater (le plus sécuritaire) et avoir des clôtures pour protéger le caribou forestier.

Cohabitation entre les activités de la mine e les autres activités humaines

Préoccupations	Solutions
Qu'est-ce qui va arriver aux propriétaires de chalets lorsque 60 voyages/jour? À quel endroit passeront-ils?	Transport 5 jours/semaine.
Cueilleurs de bleuets	Diminution des activités de la mine pendant la chasse à l'orignal
Intensité de l'usage : nuisance (chalet et baisse de la valeur immobilière, bruit, poussière et pollution lumineuse	

Formation et main d'œuvre

Préoccupations	Solutions
Plaisir en travaillant	Recrutement des jeunes et compagnonnage
Avons-nous le savoir-faire pour transformer la ressource, sinon, est-ce possible d'amener l'industrie ici	Implication des centres de formation professionnel, Cégeps et universités et formation spécifique au projet
La formation	

Annexe 2

Ville	Thème	Énoncé du post-it	Votes
Dolbeau	Retombées locales	Maximiser la participation des entrepreneurs locaux	25
Dolbeau	Santé et sécurité	Santé, sécurité, formation, rigueur, plaisir et bon salaire	14
Dolbeau	Formation et main d'œuvre	Santé, sécurité, formation, rigueur, plaisir et bon salaire	14
Dolbeau	Retombées locales	Compagnonnage et mentorat	13
Dolbeau	Retombées locales	Prioriser la population locale pour le recrutement	10
Dolbeau	Équité entre autochtone et non-autochtone	Transparence, dialogue, cohabitation, connaissance des cultures	10
Dolbeau	Retombées locales	Investir pour la transformation locale de la ressource	9
Dolbeau	Formation et main d'œuvre	Formation spécifique aux projets (CFP, Cégep, Université)	9
Dolbeau	Environnement	Investir dans un programme des compensations des problématiques du phosphore (OBV)	9
Dolbeau	Retombées locales	Morceler les contrats	8
Dolbeau	Retombées locales	Prioriser les entrepreneurs locaux par la maximisation des connaissances de l'industrie	8
Dolbeau	Retombées locales	Supporter les entrepreneurs locaux pour les soumissions	6
Dolbeau	Environnement	Élargir la zone d'étude d'impact	5
Dolbeau	Environnement	Créer un fonds de restauration du site	4
Dolbeau	Cohabitation entre les activités de la mine et les autres activités humaines	Chemin pour aller et chemin pour retour différent	4
Dolbeau	Retombées locales	Amener l'industrie de transformation ici	3
Dolbeau	Environnement	Gestion des eaux usées	3
Dolbeau	Santé et sécurité	Sécurité dans le transport	3
Dolbeau	Environnement	Compensation GES	2
Ville	Thème	Énoncé du post-it	Votes
Saguenay	Santé et sécurité	Prioriser la route Bowater, santé-sécurité transport	24
Saguenay	Retombées locales	Évaluer les possibilités de transformation du produit localement	20
Saguenay	Cohabitation entre les activités de la mine et les autres activités humaines	Transport 5 jours semaines	19
Saguenay	Cohabitation entre les activités de la mine et les autres activités humaines	Densifier le trafic sous forme de train routier	17
Saguenay	Environnement	Protéger les eaux et les sols	16
Saguenay	Environnement	Documenter l'occupation et l'utilisation du territoire par les autochtones identifier les sites d'intérêt du caribou forestier, évaluer les impacts sur le caribou forestier, proposer des mesures d'harmonisation ou des compensations	12
Saguenay	Équité entre autochtone et non-autochtone	Documenter l'occupation et l'utilisation du territoire par les autochtones identifier les sites d'intérêt du caribou forestier, évaluer les impacts sur le caribou forestier, proposer des mesures d'harmonisation ou des compensations	12
Saguenay	Cohabitation entre les activités de la mine et les autres activités humaines	Dynamiter et éclairer de nuit durant les périodes de reproduction et de chasse	12
Saguenay	Environnement	Se servir de la première zone de forage comme témoin pour la réhabilitation du site… le 2e trou va être en activité durant le premier.	12
Saguenay	Retombées locales	Privilégier les agriculteurs locaux pour les produits finis d'engrais (bloc patrimonial)	11
Saguenay	Environnement	Mettre en place des mesures de compensation écologique	11
Saguenay	Environnement	Étudier le caribou forestier avec les savoirs autochtones et scientifiques	11
Saguenay	Retombées locales	Réaliser une recherche sur l'utilisation du titan en partenariat avec les chercheurs de l'UQAC	10
Saguenay	Santé et sécurité	Améliorer la signalisation de la route et améliorer les courbes	8
Saguenay	Environnement	Choisir les technologies les moins impactantes (machinerie et procédés)	7
Saguenay	Environnement	Analyser et compenser les poussières sur les frayères	7
Saguenay	Santé et sécurité	Santé, sécurité formation, rigueur, plaisir et bon salaire	4

Annexe 13 :
Rapport sur les rencontres thématiques :
Transport – route régionale

ARIANNE Phosphate

Rapport sur les rencontres thématiques :
Transport — route régionale

Par Élise Girard-Gagnon, coordonnatrice développement durable

à

25 mars 2013 — Saint-Ludger-de-Milot
2 avril 2013 — Sainte-Monique-de-Honfleur
8 avril 2013 — Saint-Cœur-de-Marie
10 avril 2013 — Alma
2 mai 2013 — L'Ascension

TABLE DES MATIÈRES

FAITS SAILLANTS **2**

INTRODUCTION **4**

DEMARCHE DE CONCERTATION 4

CHOIX DE LA THEMATIQUE « TRANSPORT » 5

INTERVENANTS - INFORMATION - CONSULTATION **6**

SCENARIOS A L'ETUDE 6

FORMATS DE DIFFUSION DE L'INFORMATION 7

RESULTATS ..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

SAINT-LUDGER-DE-MILOT 8

SAINTE-MONIQUE-DE-HONFLEUR 10

SAINT-CŒUR-DE-MARIE 12

ALMA 14

L'ASCENSION 16

TOTAL 18

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

FAITS SAILLANTS

Arianne Phosphate a tenu cinq rencontres thématiques de concertation sur le volet « transport » de son projet de mine du Lac à Paul. Elles ont eu lieu le 25 mars à Saint-Ludger-de-Milot, le 2 avril à Sainte-Monique-de-Honfleur, le 8 avril à Saint-Cœur-de-Marie, le 10 avril à Alma et le 2 mai à L'Ascension-de-Notre-Seigneur.

Chacune de ces rencontres comportait une partie d'information descendante (information sur les scénarios de transport et période de questions) et une activité d'information ascendante (échange sur les préoccupations et les pistes de bonification du public).

Pour un bon nombre de participants, la construction par Arianne Phosphate d'une route alternative pour contourner la municipalité de l'Ascension pourrait s'avérer la solution de moindre impact à moyen terme. Aucune opposition majeure n'a été exprimée à l'utilisation temporaire de la route régionale 169 durant le démarrage de la mine.

Principales préoccupations

Les préoccupations soulevées par les quelque 379 participants à ces cinq rencontres de concertation concernent principalement l'impact du transport sur le milieu humain.

Concernant le chemin des Passes, on s'inquiète :

- de la sécurité et de l'entretien de la route
- de l'augmentation du camionnage lourd,
- de l'accentuation du bruit,
- des horaires pour le camionnage,
- de la poussière, et
- que ces inconvénients entrainent une dévaluation des propriétés.

En milieu municipalisé, on se préoccupe également :

- de l'accélération de la détérioration du pavé,
- de la pression sur la route régionale par l'augmentation des effets cumulatifs,
- du bruit (particulièrement la nuit) et
- de la poussière.

Principales propositions

Pour les utilisateurs du territoire des Passes Dangereuses, il apparait essentiel :

- de développer un système de communication sécuritaire et standardisé, et
- d'ajuster les horaires du transport afin d'éviter le camionnage durant les week-ends et les congés fériés;

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Les municipalités à proximité du territoire des Passes Dangereuses souhaitent :

- la mise en place d'une forme de dédommagement financier pour compenser l'accélération de l'usure des infrastructures routières municipales, et
- une route alternative pour contourner les petites municipalités.

Plusieurs intervenants souhaitent que le promoteur élabore davantage sur l'ensemble des retombées économiques du projet pour la région du Saguenay—Lac-Saint-Jean :

- en fractionnant des contrats pour qu'ils soient accessibles à un maximum d'entrepreneurs locaux,
- en structurant l'attribution des contrats liés au camionnage de façon flexible pour avantager les petites entreprises de camionnage locales, et
- en évaluant la possibilité d'ajouter à son projet l'implantation d'une usine de transformation du concentré phosphaté dans la région. Dans ce dossier, le problème de l'approvisionnement en acide sulfurique a été expliqué par le promoteur.

La réalisation de la voie de contournement d'Isle Maligne demeure une composante essentielle.

Groupe de travail sur le transport

Le promoteur du projet a fait savoir lors de cette séquence de rencontres de concertation qu'il a l'intention de former un groupe de travail, composé de citoyens(es), d'experts(es) et de représentants de la minière Arianne Phosphate, spécifique au volet transport du projet du Lac à Paul, dont les modalités restent à déterminer. Au total, 49 personnes se sont portées candidates pour faire partie du comité.

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

INTRODUCTION

Arianne Phosphate est une compagnie d'exploration minière québécoise dont le siège social se situe à Chicoutimi, et ce, depuis sa création. Ses activités sont concentrées sur le développement du projet de mine de phosphore du Lac à Paul. Il s'agit d'un projet de mine à ciel ouvert situé à environ 200 km au nord de la ville de Saguenay. La construction de cette mine est prévue pour 2014 et la mise en production pour 2016.

À sa pleine capacité, la mine du Lac à Paul produira 3 millions de tonnes de concentré phosphaté par année. Le transport de ce produit jusqu'au client représente un défi majeur pour la réalisation et la rentabilité du projet.

Arianne Phosphate a fait ses devoirs et étudié diverses options. De nombreux scénarios ont été éliminés. Avant d'inclure un choix final dans l'étude de faisabilité, la Société a choisi de consulter la population concernée. Cette décision est motivée par deux raisons. D'abord, cette démarche permet d'évaluer l'acceptabilité sociale du trajet. Elle donne ensuite l'occasion de prendre connaissance des suggestions des citoyens qui connaissent le territoire mieux que quiconque et permettre ainsi à Arianne de bonifier son projet.

DÉMARCHE DE CONCERTATION

Arianne Phosphate a entrepris une démarche de concertation en 2011. Elle a fait appel aux services de la Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil de l'UQAC pour planifier et réaliser les rencontres avec la population. Les chercheurs de cette Chaire se spécialisent dans l'application des principes du développement durable et dans le design et l'animation du processus participatif.

La première phase de ces rencontres s'est déroulée le 8 juin 2011 à Dolbeau-Mistassini et le 9 juin 2011 à Saguenay avant la fin de l'étude de préfaisabilité afin d'y inclure certains commentaires ou suggestions de la population. Les participants ont pris connaissance des différentes composantes du projet. Ensuite, des représentants de la Chaire en éco-conseil ont animé un « café de discussion » (World café) afin d'obtenir et documenter les préoccupations des personnes présentes ainsi que leur compréhension des enjeux.

La deuxième ronde de rencontres de concertation s'est également tenue à Dolbeau-Mistassini et Saguenay les 6 et 7 décembre 2011. Ressources d'Arianne y a présenté les

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

faits saillants de l'étude de préfaisabilité. Un exercice de priorisation participative des préoccupations a soulevé plusieurs enjeux : **le transport du concentré phosphaté de la mine jusqu'au réseau ferroviaire, les emplois, les retombées économiques pour la région et les impacts sur l'environnement.**

Les 3 et 4 juillet 2012, Ressources d'Arianne a organisé des rencontres à Saint-Ludger-de-Milot et à Saguenay. Le but était de faire une rétroaction et de présenter à la population la façon dont leurs préoccupations allaient être incluses dans l'étude d'impacts et l'étude de faisabilité.

Arianne s'est engagée à poursuivre sa démarche de concertation en demandant l'avis de la population sur les enjeux les plus importants.

CHOIX DE LA THÉMATIQUE « TRANSPORT »

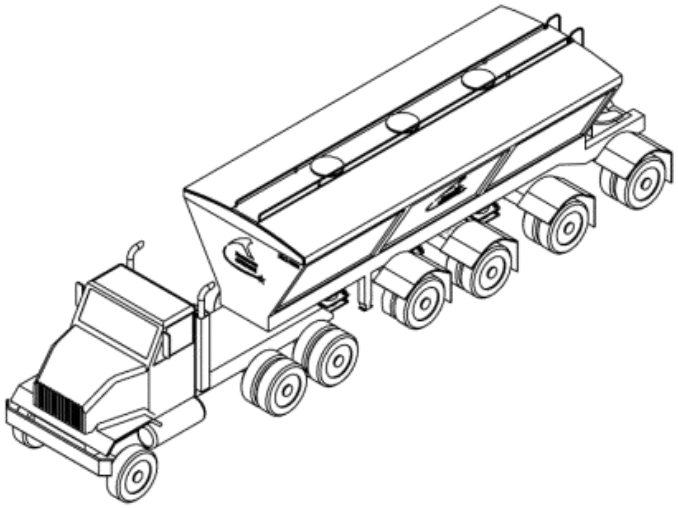
Lors des rencontres précédentes, le transport a été identifié comme l'une des principales préoccupations de la population. Ainsi, ce thème était tout indiqué pour amorcer les rencontres thématiques de concertation.

À l'automne 2012, Arianne Phosphate a embauché monsieur Dany St-Pierre, un spécialiste du transport et de la logistique. Depuis son entrée en fonction, la planification des trajets a énormément avancé.

Au printemps 2013, les scénarios de transport d'Arianne Phosphate étaient suffisamment avancés pour être présentés à la communauté, tout en étant encore flexibles.

AUTRES GROUPES RENCONTRES

En préparation de ces rencontres de concertation, Arianne Phosphate a rencontré quelque groupes intéressés par le transport du concentré. Ainsi, les municipalités d'Alma et de Saint-Ludger-de-Milot ont été consultées sur l'implantation des centres de transfert et de transbordement qui y sont prévus. Des représentants d'Arianne Phosphate ont rencontré le Comité des citoyens de l'Isle Maligne pour échanger sur l'importance de la construction de la voie de contournement de l'Isle Maligne. Le comité du Chemin des Passes a été consulté.



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

INTERVENANTS — INFORMATION — CONSULTATION

La première partie des rencontres a été consacrée à informer les participants.

Les intervenants pour Arianne Phosphate : Jean-Sébastien David, vice-président opérations ; Élise Girard-Gagnon, coordonnatrice développement durable ; Dany St-Pierre, directeur de la logistique et du transport. Le chef de la direction d'Arianne Phosphate, Bernard Lapointe et le vice-président Exploration, Daniel Boulianne, ont également pris part à quelques rencontres.

Michel Desmeules, consultant à la société Martel Munger & associés a assuré l'animation des soirées. Stéphanie Lavaure, géologue chez Arianne Phosphate, assurait le support technique.

La seconde partie des rencontres a permis à l'équipe de projet d'Arianne Phosphate de recevoir les suggestions des participants afin d'améliorer le volet Transport en tenant compte des critères suivants : **Environnement**, **Social** et **Économique**.

Arianne Phosphate s'est engagée au terme de ces rencontres à créer un **Groupe de travail sur le transport** dont les modalités sont à définir.

Le Groupe de travail sera formé de représentants(es) des municipalités touchées, de citoyens(es), d'experts(es) invités(es) et d'Arianne Phosphate.

SCÉNARIOS À L'ÉTUDE

Le transport

L'an 1

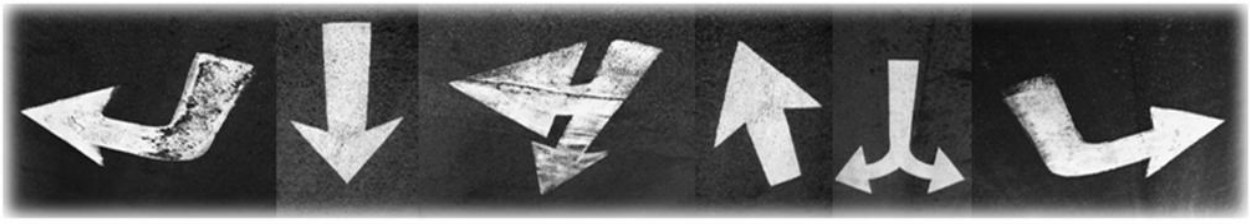
Au tout début de la production et en attendant la fin de la construction de la route décrite aux scénarios 2 ou 3, les camions vont passer sur la route régionale aller-retour. Ils seront alors peu nombreux.

Scénario 1 — Dolbeau-Mistassini

Le transport vers Dolbeau-Mistassini a été écarté dans les conditions actuelles.

Scénario 2 — Boucle

Circuit en boucle envisagé : les camions de concentré prennent la route d'Arbec (Uniforêt) reliée à la Grande Ligne par une route construite entre les deux. Puis, les camions vides remontent par la route régionale.



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Scénario 3 — Route alternative

Possibilité qu'une route privée soit construite entre la route d'Arbec (Uniforêt) et la voie de contournement de l'Isle Maligne, sans passer par la Grande-Ligne.

Voie de contournement de l'Isle Maligne

Arianne Phosphate fait des représentations auprès du gouvernement pour avancer le projet.

Centre de transfert

Dans les scénarios présentés, il est prévu que le centre de transfert du transport hors norme au transport normé pour le dédoublement des camions serait implanté à St-Ludger-de-Milot.

Également, le centre d'entretien mécanique et le stationnement des véhicules des travailleurs seraient installés dans cette municipalité.

Centre de transbordement

Le centre de transbordement se trouverait de préférence dans le nord du parc industriel. Il existe des solutions de rechange. Les meilleures technologies seront utilisées pour réduire les impacts.

Transport ferroviaire et maritime

Le concentré sera expédié sur le réseau ferroviaire nord-américain et/ou vers les ports. Environ un vraquier par semaine sera rempli.

FORMATS DE DIFFUSION DE L'INFORMATION

Chaque participant s'est vu remettre un dépliant sur lequel se trouvaient les éléments à retenir. La présentation était sous forme de Prezi, ce qui la rend facilement accessible en ligne.

Liens:

- Dépliant
- Prezi

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

RÉSULTATS

SAINT-LUDGER-DE-MILOT

Priorités identifiées

Le Tableau 1 présente les préoccupations exprimées par les participants et le nombre de personnes ayant identifié ces thèmes comme une préoccupation.

Tableau 1: Préoccupations à Milot

Social	nb	Environnemental	nb	Économique	nb
Sécurité du transport	7	Poussière (Calcium)	3	Optimisation du Chemin des Passes	1
Formation	3	Protection des orignaux	2	Contrats accessibles aux entrepreneurs locaux	6
Respect des règles, surveillance routière	3	Optimisation du Chemin des Passes	1	Rentabilité	*
Bruit de nuit	1				
Travailler avec les communautés	*				

***Ces préoccupations sont écrites sur une note, mais n'ont pas été citées en assemblée**

Bonification

Voici les pistes de bonification proposées lors de la consultation à Saint-Ludger-de-Milot :

- Surveillance routière accrue
- Abat-Poussière
- Asphalte jusqu'au km 3
- Système de communication plus adéquat, panneaux indicateurs
- Efforts de sécurité plus importants le jeudi soir et vendredi matin
- Installation d'une lumière clignotante à l'intersection du chemin Bowater
- Réduction de la vitesse pour le bruit
- Entretien en hiver
- Ne pas contourner à tout prix les villages
- Gestion de la pourvoirie par les autochtones
- Fractionnement des contrats
- Durée des contrats suffisamment longue pour rentabiliser l'investissement
- Travailleurs autonomes au niveau T3

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Portrait du public

Lors de cette soirée, 78 personnes ont été comptées dans la salle, mais seulement 58 d'entre elles ont répondu aux questions à l'entrée. L'équipe d'Arianne, ses accompagnateurs et les médias n'ont pas été comptabilisés dans les statistiques. Les Figures 1 à 3 présentent un portait statistique des participants.

Figure 1 : Répartition des participants selon le sexe

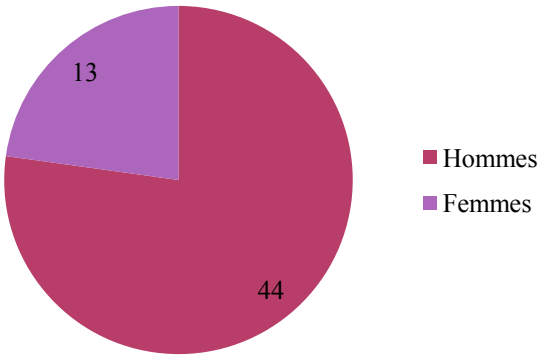


Figure 2 : Répartition des participants selon l'âge (ans)

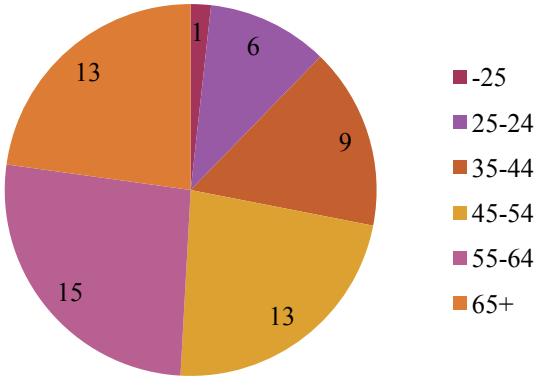
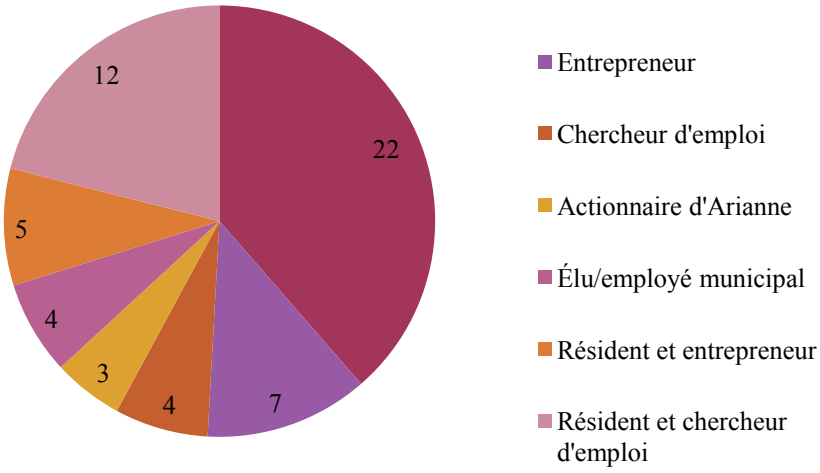


Figure 3 : Répartition des participants par catégorie



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

SAINTE-MONIQUE-DE-HONFLEUR

Priorités identifiées

Le Tableau 2 présente les préoccupations exprimées par les participants et le nombre de personnes ayant « appuyé » cette préoccupation.

Tableau 2 : Préoccupations à Sainte-Monique

Environnement	nb	Social	nb	Économique	nb
Poussière dans les centres urbains, à l'usine (santé)	4	Avenir des camionneurs si train		Train à l'Ascension	10
Tenue des horaires malgré la météo	2	Beaucoup de camions, (entretien, coût, bruit)	16	Impact de la politique sur le projet (Redevances)	
		Étudier à nouveau le transport à Mistassini	2	Fractionnement des contrats	6
		Pouvoir du T1 (choix des sous et tarifs)	1	Drainage des bons employés forestiers (ententes de non-sollicitation)	
		Formation			

Bonification

Voici les pistes de bonification proposées lors de la consultation à Sainte-Monique :

- Mettre en place une coopératives de camionnage
- Débuter les formations rapidement
- Créer un garage de conception mécanique
- Chemin de fer jusqu'à l'Ascension réglerait bien des problèmes
- Étude d'impact sur le bruit — aller au-delà de l'impact absolu et des statistiques
- Camions fermés
- Camions lavés avant de prendre la route régionale
- Emplois directs
- Étudier à nouveau le scénario de Dolbeau, pipeline, etc.
- Considérer les pertes d'emplois dans le scénario du train
- Cahier des charges
- Laisser les camionneurs décider de la meilleure façon de transporter le concentré
- Former des chauffeurs de camion
- Fournir des données rapidement pour permettre aux camionneurs de faire leur étude économique
- Sablage des routes
- Prendre en compte les heures de pointe dans les horaires du transport
- Ententes de non-sollicitation pour protéger l'industrie forestière
- S'assurer que la Compagnie paie pour les dommages aux infrastructures qui sont dues à ses activités

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Portrait du public

Lors de cette soirée, 65 personnes se sont inscrites à l'entrée. Ce nombre semble correspondre à celui compté dans la salle. L'équipe d'Arianne et ses accompagnateurs n'ont pas été comptabilisés dans les statistiques. Les Figures 4 à 6 présentent un portait statistique des participants.

Figure 5 : Répartition des participants selon le sexe

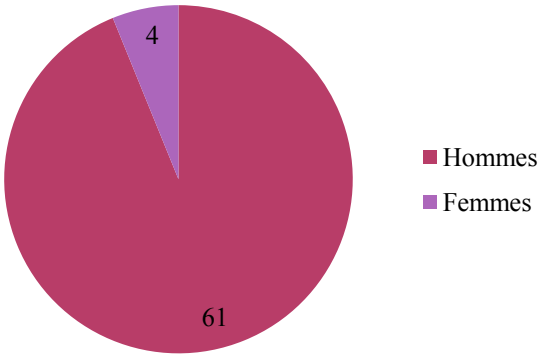


Figure 4 : Répartition des participants selon l'âge (ans)

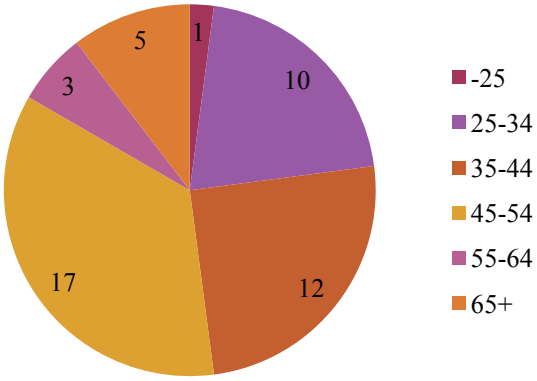
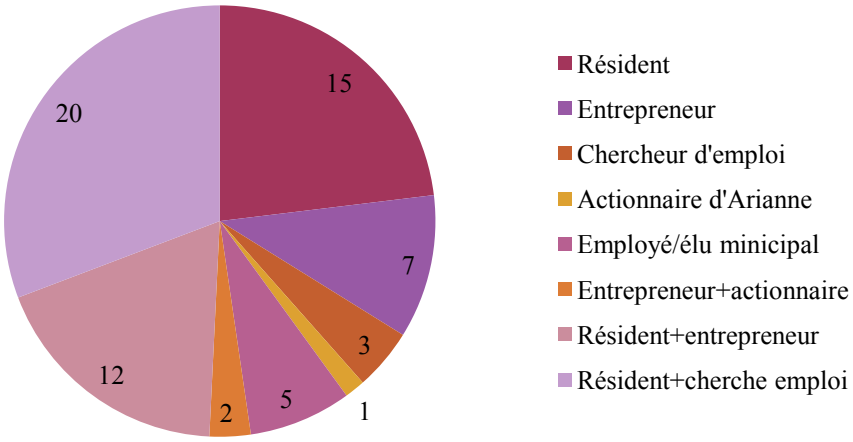


Figure 6 : Répartition des participants par catégorie



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

SAINT-CŒUR-DE-MARIE

Priorités identifiées

Le Tableau 3 présente les préoccupations exprimées par les participants et le nombre de personnes ayant « appuyé » cette préoccupation.

Tableau 3 : Préoccupations à Saint-Coeur-de-Marie

Environnement	nb	Social	nb	Économique	nb
Asphalter le chemin des Passes (poussière, bruit, sécurité)		La Grande Ligne existante aller-retour (épargner la route régionale)	20	Étude sur l'impact économique d'une voie de contournement	
Effet du camionnage cumulatif		Route alternative pour éviter Grande Ligne	11	Dédommagement des municipalités pour usure des infrastructures	Tous
Mesures de compensations environnementales (étude d'impacts)		Voie ferroviaire de préférence	16	Chiffrer voie alternative vs chemin de fer	
		Plan B si on n'a pas la voie Isle-Maligne		Valoriser le titane	
		Pressions politiques pour la voie de contournement		Coûts de la voie ferrée, impact du transport sur prix/tonne	
		Annoncer publiquement la décision finale		Expropriations, achats, préoccupation à ce sujet	

Bonification

Voici les pistes de bonification proposées lors de la consultation à Saint-Cœur-de-Marie :

- Emprunter l'ancien tracé du train pour la voie ferroviaire
- Regrouper les acteurs économiques du secteur pour une voie ferrée à l'Ascension
- Passer par Onatchiway (regarder le scénario)
- Préparer la route alternative de façon à pouvoir y construire une voie ferroviaire plus tard
- Faire la route "comme du monde" puisqu'elle est là pour longtemps

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Portrait du public

Lors de cette soirée, 80 personnes se sont inscrites à l'entrée. Cependant, environ 100 personnes ont été comptées dans la salle. L'équipe d'Arianne, ses accompagnateurs et les médias n'ont pas été comptabilisés dans les statistiques. Les Figures 7 à 9 présentent un portait statistique des participants.

Figure 8 : Répartition des participants selon le sexe

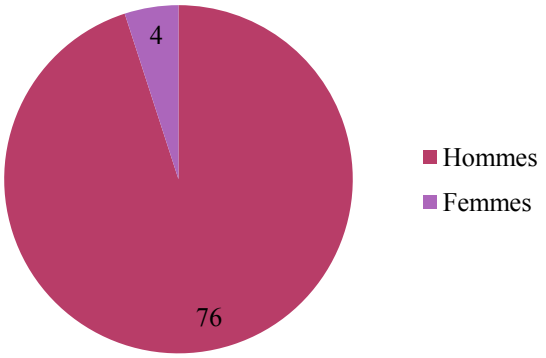


Figure 7 : Répartition des participants selon l'âge (ans)

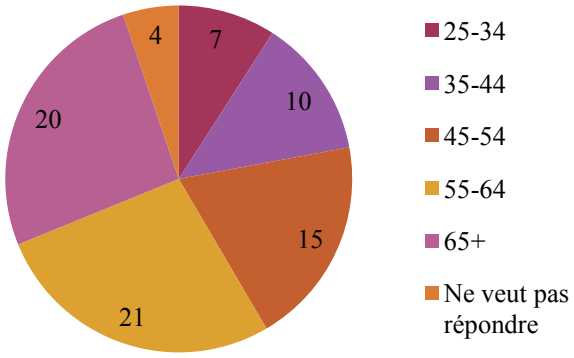
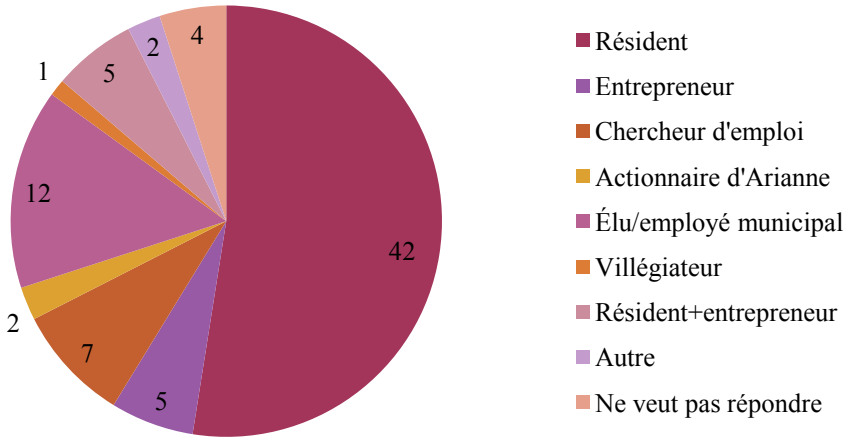


Figure 9 : Répartition des participants par catégorie



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

ALMA

Priorités identifiées

Le Tableau 4 présente les préoccupations exprimées par les participants. Aucune priorisation n'a été faite par les participants à cette rencontre. Toutefois, le tableau suivant représente assez bien les principales préoccupations dégagées par tous les participants à la rencontre d'Alma.

Tableau 4 : Préoccupations à Alma

Environnement	Social/cohabitation	Économique
Mesures si accidents	Moyens de communication	2e transformation dans la région
Abat-poussière	Sécurité	Valeur des chalets
	Bruit	Redevances
	Si pas de voie de contournement	Quantifier emplois indirects
	Horaire transport	

Bonification

Voici les pistes de bonification proposées lors de la consultation à Alma :

- Couverture cellulaire
- Chemin Onatchiway
- Utilisation des moyens de communication par TOUT LE MONDE
- Mesure de ce qui a bien fonctionné (diagnostic)
- Pas de transport lors des congés fériés
- Vitesse réduite dans les secteurs les plus habités
- Autobus obligatoire pour employés/direction
- Identification des camions/unités
- Système de lumières
- Zec des Passes
- Information/consultation pour le transport ferroviaire (Larouche)
- Train à l'Ascension

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Portrait du public

Lors de cette soirée, 134 personnes se sont inscrites à l'entrée. Cependant, toutes les personnes dans la salle n'ont pas été comptabilisées. Les Figures 10 à 12 présentent un portait statistique des participants.

Figure 10 : Répartition des participants selon le sexe

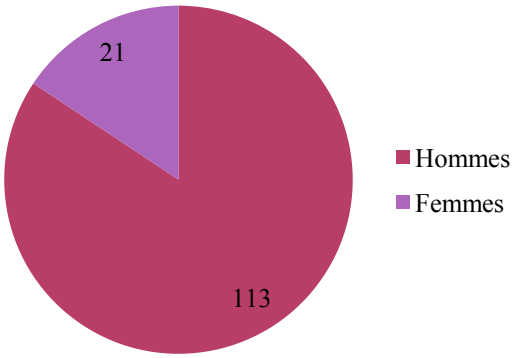


Figure 11 : Répartition des participants selon l'âge (ans)

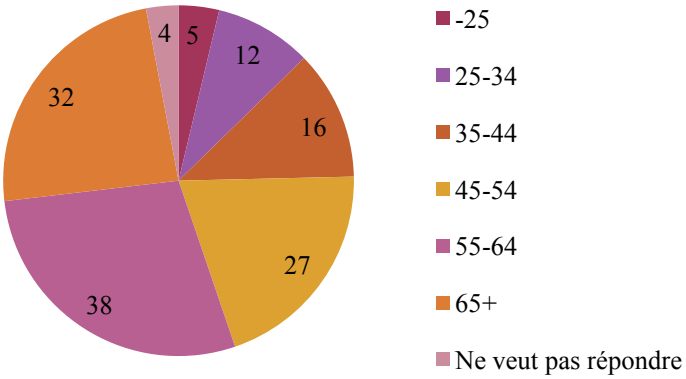
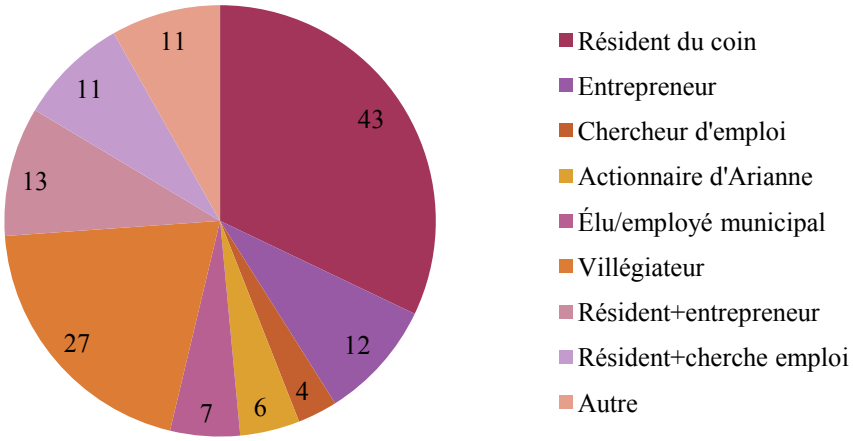


Figure 12 : Répartition des participants par catégorie



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

L'ASCENSION

Priorités identifiées

Le Tableau 5 présente les préoccupations exprimées par les participants. Aucune priorisation n'a été faite par les participants, car la même méthodologie qu'à Alma a été utilisée.

Tableau 5 : Préoccupations à Alma

Environnement		Social/cohabitation		Économique	
Poussière		Impact sur la Grande-Ligne — scénario moins acceptable pour la ville		Étudier les impacts économiques sur l'Ascension d'une autre route	
Utilisation de l'eau		Privilégier voie alternative — boulonnière		Favoriser la main-d'œuvre locale	
		Bruit Baie Moreau — détourner Uniforêt		Formation	
		Route de bonne qualité		Situation politique — retard sur le projet	
		Vitesse sur le chemin des Passes		Augmentation de la population	
		Accès au camp de vacances			

Bonification

Voici les pistes de bonification proposées lors de la consultation à L'Ascension :

- Baie Moreau — détourner Uniforêt ou asphalter, mettre en place des mesures pour amenuiser le bruit
- Route alternative, prendre le chemin de la boulonnière
- Contacter la succession Paul Levasseur — lots rachetés de la Boulonnière
- Regarder les avantages de passer sur la Grande-Ligne (route neuve pour tout le monde vs nouvelle route privée) et balancer avec les désavantages
- Faire une route pour la transformer en rail
- Pipeline
- 2 représentants par ville sur le groupe de travail
- Utiliser la piste de motoneige pour le tracé, pour faciliter l'accès au camp de vacances

30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Portrait du public

Lors de cette soirée, 43 personnes se sont inscrites à l'entrée. Cependant, 48 personnes ont été comptées dans la salle. Les Figures 13 à 15 présentent un portait statistique des participants.

Figure 13 : Répartition des participants selon le sexe

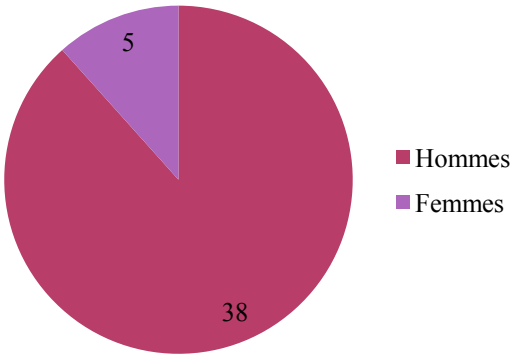


Figure 14 : Répartition des participants selon l'âge (ans)

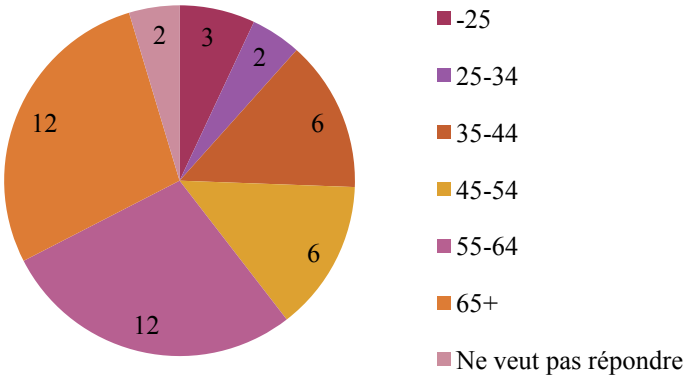
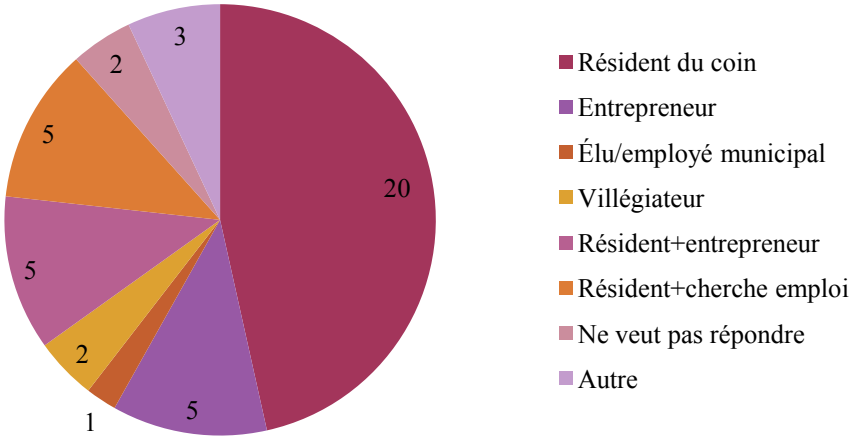


Figure 15 : Répartition des participants par catégorie



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

TOTAL

Priorités identifiées

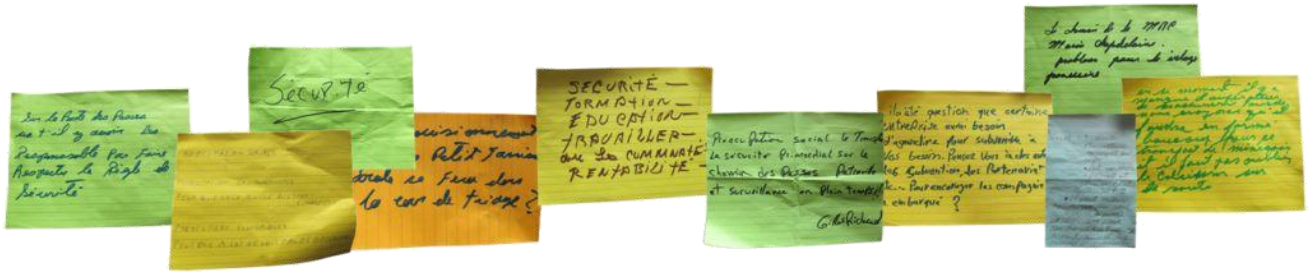
Il est possible de regrouper les préoccupations exprimées dans les cinq rencontres en trois grandes catégories : l'effet sur la santé et la sécurité, la cohabitation entre la minière et les autres entités de la région et l'impact économique et politique du projet. Cependant, puisque le vote ne s'est pas tenu également partout, il n'est pas possible de les prioriser.

Santé-sécurité	Cohabitation	Économie / Politique
Impact du bruit	Payer pour les dommages aux infrastructures	Effet de l'augmentation des redevances sur le projet
Gestion de la poussière et abat-poussière	Créer des avantages pour les personnes impactées	Documenter davantage les impacts économiques positifs et négatifs
Horaires du transport	Compensations environnementales	Plan B s'il n'y a pas de voie de contournement
Sécurité routière	Achat des terrains pour la route alternative	Structure de la sous-traitance du camionnage
Surveillance sur la route	Cohabiter avec la chasse et la pêche	Division des contrats pour les entrepreneurs locaux
Communication	Drainage des bons employés forestiers	Contrats qui permettent de rentabiliser les investissements
Effet cumulatif du camionnage	Formation	2e transformation dans la région
	Équité entre autochtones et allochtones	

Bonification

Les pistes de bonification étaient très diversifiées. Il est toutefois possible de les regrouper. Voici les pistes prioritaires, dans un ordre approximatif :

1. Faire tout ce qui est possible pour favoriser la sécurité
2. Réduire les impacts négatifs
3. Construire une voie ferroviaire jusqu'à l'Ascension le plus rapidement possible
4. Régler les problèmes de communication sur le chemin des Passes
5. Aménager les contrats de façon à favoriser les petits joueurs et les indépendants
6. Concevoir des horaires de transport réalistes pour éviter les périodes d'achalandages
7. Regarder à nouveau les autres scénarios de transport rejetés (Dolbeau-Mistassini, chemin Onatchiway, pipeline, etc.)
8. Étudier davantage l'impact économique du projet



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Portrait du public

Les Figures 16 à 18 présentent le portrait total des participants aux quatre séances de consultation. La répartition des participants est toutefois exprimée en pourcentage.

Figure 16 : Répartition des participants selon le sexe

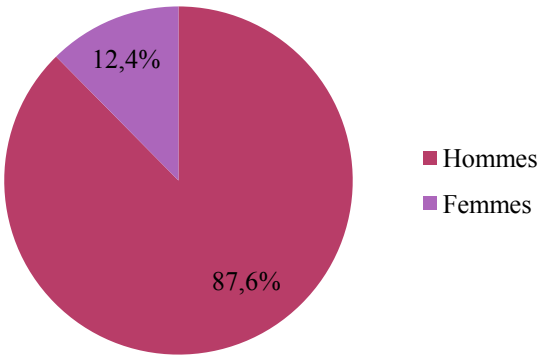


Figure 17 : Répartition des participants selon l'âge (ans)

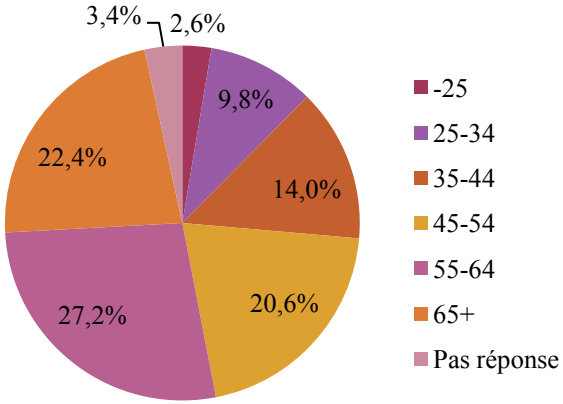
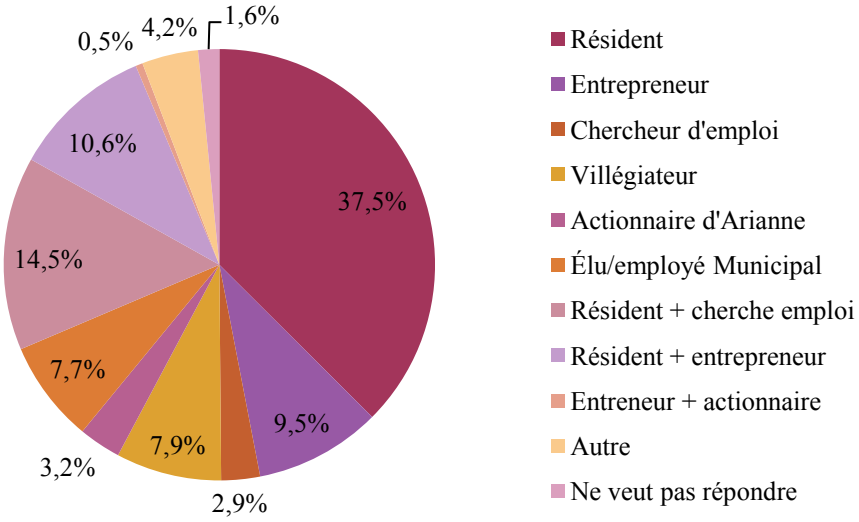
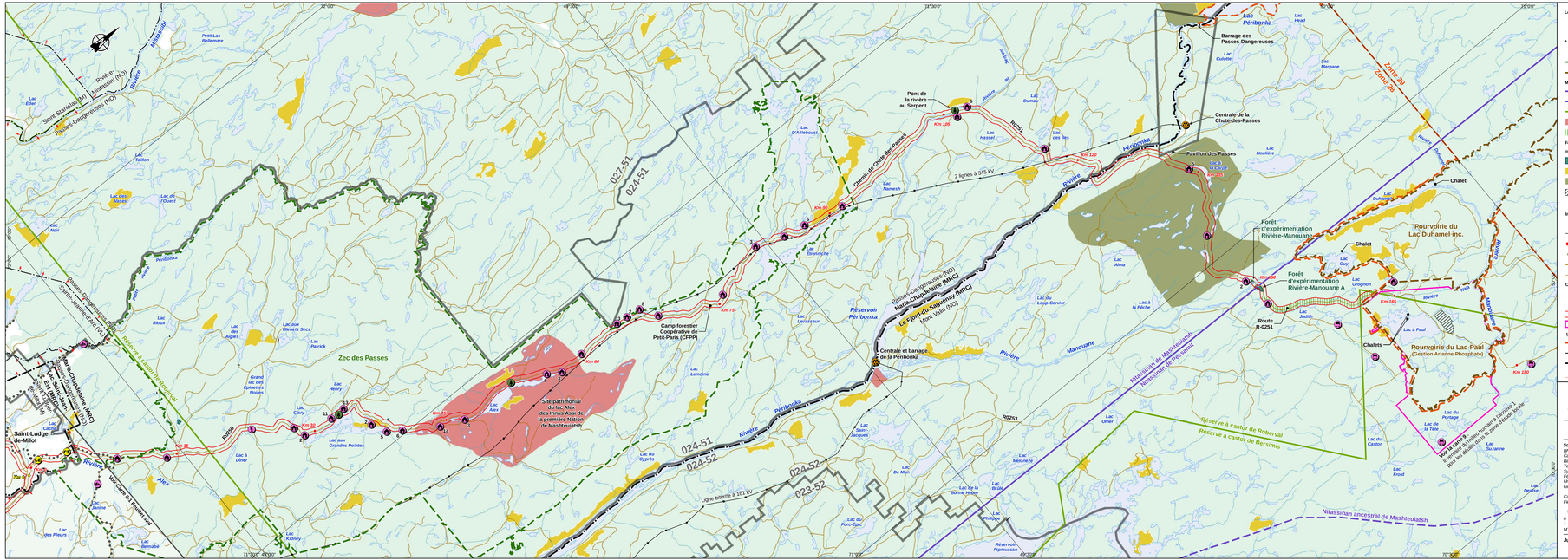


Figure 18 : Répartition des participants par catégorie



30 rue Racine Est, suite 160, Chicoutimi (Québec) G7H 1P5 Tél. : 418-549-7316 Fax : 418-549-5750 Courriel : info@arianne-inc.com www.arianne-inc.com

Annexe 14 :
Cartes d'inventaire du milieu humain


Saint-Ludger-de-Milot
Saint-Gédéon (MRC Lac-Saint-Jean-Est)
Saint-Gédéon
Rivière Mistassini (NO)
Saint-Stanislas (NO)
Rivière Ashuapmushuan (NO)
Rivière Ashuapmushuan (NO)
Réserve faunique Ashuapmushuan (SAMCTIC)
Réserve à castor de Roberval
Réserve à castor de Roberval
Réserve à castor de Bersimis
Réserve à castor de Bersimis
Zec des Passes
Site patrimonial du lac Alex des Innus Assi de la première Nation de Mashteuiatsh
Camp forestier Coopérative de Petit-Paris (CFPP)
Pont de la rivière au Serpent
Barrage des Passes-Dangereuses
Centrale de la Chute-des-Passes
Pavillon des Passes
Centrale et barrage de la Péribonka
Le Fjord-du-Saguenay (MRC)
Passes-Dangereuses (NO)
Marie-Chapdelaine (MRC)
Mont-Valin (NO)
Forêt d'expérimentation Rivière-Manouane
Forêt d'expérimentation Rivière-Manouane A
Pourvoirie du Lac Duhamel inc.
Pourvoirie du Lac-Paul
(Gestion Arianne Phosphate)
Chalet
Chalets
Route R-0251
Rivière Péribonka
Rivière Manouane
Rivière Mistassini
Rivière Ouiatchouan
Rivière Alex
Rivière Ouiatchouan
Rivière Ashuapmushuan
Rivière Ashuapmushuan
Rivière Ashuapmushu

Projet de mine d'apatite du lac à Paul

- Étude d'impact sur l'environnement -

Inventaire du milieu humain dans les zones d'étude du trajet des camions

Sources :
CanVec, 1 : 50 000, RNCan, 2010
Baux de villégiature, MRN Québec, janvier 2013
Territoires récréatifs du Québec (TRQ), MRNF Québec, 2007
Système de découpage administratifs (SDA), MRNF Québec, 2010
Fédération québécoise de motoneige du Québec (FQCQ), 2012
Unités d'aménagement forestier (UAF), 2010
Gestim, MRN, 6 mai 2013
Commission de protection du territoire agricole du Québec, CPTAQ

Cartographie : GENIVAR
Fichier : 121-24005-00_cA14sud_MHUM_get002_130619.mxd

Échelle : 1: 60 000
0 600 1 200 m
MTM, Fuseau 7, NAD83

Annexe 14
Feuillet sud

Juin 2013

GENIVAR

Milieu bâti
- Résidentiel, commercial et institutionel
- Habitat dispersé
- Garderie
- École
- Industriel
- Zone de concentration de villégiature

Loisirs, tourisme et villégiature
- Bail de villégiature (nombre de baux)
- Abri sommaire
- Centre de villégiature ou base de plein air
- Sentier de motoneige Trans-Québec
- Sentier de motoneige régional ou local
- Sentier de quad
- Véloroute des Bleuets
- Sentier cyclable projeté
- Site de motocross
- Projet récréotouristique
  - **A :** Projet de camping rustique
  - **B :** Projet de développement récréatif (camping, plage municipale, etc.)
  - **C :** Projet de développement de villégiature (70 unités)
  - **D :** Projet de développement (camping, chalets)
- Zone d'exploitation contrôlée (zec)

Agriculture
- Bleuetière

Forêt et mine
- Limite d'unité d'aménagement forestier (UAF)
- Forêt d'expérimentation
- Refuge biologique
- Bail d'exploitation de tourbière

Infrastructures
- Site de disposition des déchets et ressourcerie
  - **1 :** Site de matières dangereuses résiduelles
  - **2 :** Lieu d'élimination des résidus ligneux
  - **3 :** Lieu d'enfouissement sanitaire
  - **4 :** Site de dépôt en tranchée
  - **5 :** Ancien dépotoir
  - **6 :** Cimetière d'automobile
  - **7 :** Lieu d'enfouissement technique
  - **8 :** Ressourcerie
- Centrale électrique
- Ligne de transport
- Voie de contournement projetée (MTQ)
- Sablière et carrière en exploitation
- Prise d'eau
- Tour de télécommunication
- Borne kilométrique (chemin de Chute-des-Passes)
- Borne kilométrique (route Uniforêt)
- Route principale
- Route secondaire ou chemin
- Voie ferrée

Composantes du projet
- Centre de transfert
- Centre d'entretien
- Centre de transbordement
- Route projetée
- Zone d'étude du trajet des camoins

Limites
- Municipalité
- MRC
- Territoire agricole protégé (CPTAQ)
- Terre publique intramunicipale (TPI)
- Terre publique

Annexe 15 :
Mesures d'atténuation générales

Annexe 15 : Mesures d'atténuation générales

Généralités

G1 Au tout début des travaux, une réunion de chantier sera organisée avec le personnel affecté au projet afin de l'informer des exigences contractuelles en matière d'environnement et de sécurité. Lors de l'exécution des travaux, les entrepreneurs respecteront les exigences des contrats relatives à la protection de l'environnement, notamment celles relevant de la LQE (L.R.Q., c. Q-2) et des règlements afférents.

G2 Avant les travaux, la population sera avisée du début des travaux. Un plan de communication sera mis en place afin d'informer la population du déroulement des travaux.

G3 Un surveillant de chantier sera présent en tout temps afin de veiller au respect des exigences environnementales et au respect de l'application des mesures d'atténuation.

Aménagement des accès

A1 La circulation sur les chemins et routes publiques sera maintenue durant les travaux et une signalisation routière adéquate sera prévue, au besoin.

A2 Au moyen de géotextiles, des bassins de sédimentation ou des barrières à sédiments seront installés dans les fossés des accès temporaires.

Utilisation de la machinerie

M1 La circulation de la machinerie et des camions sera limitée à l'emprise des chemins d'accès et des aires de travail.

M2 Les aires de stationnement, de lavage et d'entretien de la machinerie ainsi que d'entreposage des équipements seront situées à au moins 60 m d'un cours d'eau. Le ravitaillement de la machinerie en hydrocarbures sera effectué sous surveillance constante et à une distance d'au moins 60 m d'un cours d'eau.

M3 Les équipements et la machinerie utilisés seront en bon état de fonctionnement (système antipollution, filtres à sac, etc.). Leurs systèmes d'échappement et antipollution seront également inspectés et réparés, au besoin, afin de limiter le plus possible l'émission de bruits. Les systèmes d'échappement seront conformes aux normes d'émissions sur les véhicules routiers et hors route d'Environnement Canada. Le fonctionnement de tout engin de chantier non utilisé durant un certain laps de temps sera interrompu, sauf en période hivernale pour la machinerie fonctionnant au diesel.

M4 Une inspection régulière de la machinerie et des camions utilisés sera effectuée afin de s'assurer qu'ils sont en bon état, propres et exempts de toute fuite d'hydrocarbures.

M5 Des trousses d'urgence de récupération des produits pétroliers et des matières dangereuses complètes, et facilement accessibles en tout temps, seront présentes sur le chantier. Elles comprendront une provision suffisante de matières absorbantes ainsi que des récipients étanches bien identifiés, destinés à recevoir les résidus pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses. Chaque engin de chantier contiendra également une quantité suffisante d'absorbants afin de pouvoir intervenir rapidement. Les sols souillés, résidus pétroliers et autres matières résiduelles dangereuses seront éliminés conformément aux lois et règlements en vigueur.

M6 Tout déversement accidentel sera rapporté immédiatement au responsable du plan d'urgence du projet, qui aura été élaboré et approuvé préalablement aux travaux. Advenant un déversement d'hydrocarbure ou de toute autre substance nocive, le réseau d'alerte d'Environnement Canada (1 866 283-2333) et du MDDEFP (1 866 694-5454) devra être avisé sans délai. La zone touchée devra être immédiatement circonscrite, et nettoyée sans délai. Le sol contaminé devra être retiré et éliminé dans un lieu autorisé et une caractérisation devra être effectuée selon les modalités de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP).

M7 Le surveillant de chantier s'assurera du bon entretien de l'équipement bruyant et verra au bon état des silencieux et des catalyseurs de la machinerie (système antipollution).

M8 Avant de pénétrer dans l'eau, la machinerie devra être inspectée et nettoyée pour éviter la contamination de l'eau par les huiles, graisses ou autres matières. L'aire de nettoyage devra être située à plus de 60 m de tout plan d'eau.

Parc à carburant

H1 Les exigences de la *Loi sur les produits pétroliers et les équipements pétroliers* et du *Règlement sur les produits pétroliers* pour la gestion du matériel et des produits pétroliers devront être suivies.

H2 Les mesures nécessaires seront prises afin que les contenants, les réservoirs portatifs et les réservoirs mobiles soient conformes aux normes de fabrication spécifiées dans le *Règlement sur les produits pétroliers*. Les normes de localisation et d'installation pour les réservoirs hors sol et souterrains seront respectées.

H3 Les équipements pétroliers seront vérifiés par un vérificateur agrée lors de l'installation, du remplacement ou de l'enlèvement de ceux-ci. Les équipements pétroliers seront vérifiés selon la fréquence et les modalités indiquées dans le *Règlements sur les produits pétroliers*.

H4 L'entrepreneur devra être titulaire d'un permis d'utilisation d'un équipement pétrolier à risque élevé, s'il installe ou utilise un réservoir hors sol de 10 000 litres ou plus de carburant diesel ou un réservoir de 2 500 litres ou plus d'essence. Dans le cas d'un réservoir souterrain, dont l'une ou plusieurs des composantes

est partiellement ou complètement enfouie dans le sol, ce permis sera requis pour un réservoir de 500 litres ou plus de carburant diesel ou d'essence.

H5 Pour les réservoirs hors sol dont le volume totalise 5 000 litres, une digue étanche formant une cuvette de rétention autour du ou des réservoirs devra être installée. Si la cuvette de rétention ne protège qu'un seul réservoir, elle devra être d'une capacité suffisante pour contenir un volume d'au moins 10 % supérieur à la capacité du réservoir. Si la cuvette de rétention protège plusieurs réservoirs, elle devra être d'une capacité suffisante pour contenir un volume de liquides au moins égal à la plus grande des valeurs suivantes : la capacité du plus gros réservoir plus 10 % de la capacité totale de tous les autres réservoirs, ou la capacité du plus gros réservoir augmentée de 10 %.

H6 Les produits pétroliers seront manipulés de façon à prévenir et à maîtriser les fuites et les déversements. Des produits absorbants les hydrocarbures seront gardés en tout temps sur les lieux d'entreposage ou d'utilisation de produits pétroliers. Lors d'un déversement de contaminants, le plan d'intervention en cas de déversement en vigueur sera immédiatement appliqué.

H7 Les produits pétroliers des classes 1 ou 2 ou les substances imprégnées de ces produits devront être stockés dans des contenants hermétiques. Une pièce servant au stockage d'un produit pétrolier de la classe 1 devra être chauffée au moyen d'appareils qui ne représentent pas de source d'inflammation. Une pièce abritant une pompe ou des dispositifs d'entrée électrique ne devra pas servir au stockage de produits pétroliers des classes 1 ou 2.

Dynamitage

DY1 Sauf dans des circonstances exceptionnelles il y aura un sautage par jour, soit à 11 h 50 ou à 16 h 30.

DY2 Toutes les activités de dynamitage seront réalisées en conformité avec les lois régissant l'utilisation d'explosifs.

Excavation et terrassement

E1 Aucun fossé ne devra être aménagé dans la bande de 20 m, de part et d'autre d'un cours d'eau. Au-delà de cette bande, l'eau des fossés devra être détournée vers une zone de végétation située à l'extérieur de l'emprise. Si requise, la vitesse d'écoulement de l'eau devra être réduite en bloquant le courant (techniques de dissipation de l'énergie) tout en filtrant les sédiments. Au besoin, un bassin de sédimentation sera aménagé à l'extérieur de cette bande afin de capter les eaux de ruissellement et les sédiments transportés. Celui-ci devra être dimensionné en fonction du débit à recevoir et à évacuer.

E2 Lors des travaux de terrassement dans les zones de fortes pentes, il faudra prévenir les problèmes d'érosion en stabilisant au fur et à mesure le fond des fossés par recouvrement avec des matériaux granulaires bien drainés, et procéder à de l'empierrement. Au besoin, une série de butées sera aménagée à la base des fossés.

E3 L'emprise au-delà des fossés sera réégalisée et aucun sol ou débris n'y sera entassé. La terre végétale du terrassement sera empilée temporairement sur une hauteur maximale de 1,5 m en vue d'une réutilisation ultérieure pour le réaménagement de l'emprise. Le décapage de cette terre sera fait de manière à éviter de la contaminer par des matériaux sous-jacents de composition différente.

E4 Les pentes des déblais et remblais seront stabilisées au moyen de techniques s'harmonisant le plus possible avec le cadre naturel du milieu, et ce, à tout endroit où l'érosion est susceptible de créer un apport de sédiments dans un cours d'eau (pente adoucie à 1,5 H : 1 V, plus autres techniques disponibles). Le long des pentes fortes bordant l'emprise, on utilisera, au besoin, des barrières à sédiments (géotextile, pailles, etc.) au pied des talus pour réduire le volume de sédiments transportés. Des aménagements protecteurs (pailles, copeaux, matelas) pourront également être utilisés directement sur la pente. On évitera de mettre des déblais sur les pentes fortes. Les remblais seront compactés de façon adéquate. Pour les remblais de plus de 60 cm, il sera préférable de remblayer en plusieurs couches minces plutôt qu'en une seule couche afin d'assurer une meilleure compaction.

E5 La superficie et le volume excavés ainsi que la localisation des travaux devront être conformes à ce qui est indiqué dans les plans et devis.

E6 Les déblais d'excavation devront être disposés dans un site situé à un minimum de 20 m à l'extérieur de la ligne naturelle des hautes eaux.

E7 Lorsque l'enlèvement ou l'ajout de matières granulaires ou autres seront faites dans l'eau, les travaux devront être effectués de façon à minimiser la contamination du cours d'eau par la remise en suspension des matériaux.

E8 Les terres de découverte et les déblais devront être entreposés à l'extérieur de la bande riveraine.

E9 Les travaux d'excavation et de reprofilage seront réalisés avec parcimonie et surveillance parallèle étroite du haut du talus afin de déceler toute possibilité de décrochement et de pouvoir ajuster, au besoin, les techniques de travail.

E10 Des volumes supplémentaires de matériaux d'excavation seront entreposés temporairement pour une réutilisation dans le projet.

E11 Le décapage, le déblaiement, l'excavation, le remblayage et le nivellement des aires de travail seront limités au strict minimum afin de respecter la topographie naturelle et de prévenir l'érosion.

E12 Les aires de services ainsi que les aires d'entreposage des matériaux de déblai et de remblai seront décapés et la couche de sol organique sera mise de côté afin de la remettre en place lors de la remise en état des lieux.

E13 À la fin des travaux, les aires de services et d'entreposage des déblais seront nivelées selon la topographie du milieu environnant.

E14 La qualité des eaux de ruissellement ou des eaux pompées hors des excavations sera contrôlée par filtration, décantation, traitement ou par toute autre méthode.

Drainage

DR1 Lors des travaux, le drainage naturel du milieu sera respecté et toutes les mesures appropriées seront prises afin de permettre l'écoulement normal des eaux.

DR2 Lors de l'aménagement de fossés temporaires, on devra réduire, au besoin, la pente du fossé en y installant, à intervalles réguliers, des obstacles qui permettront d'éviter l'érosion (sacs de sable, ballots de paille, etc.).

DR3 Lorsque le drainage de surface risquera d'entraîner des sédiments dans des cours d'eau, des mesures seront appliquées pour contenir les sédiments ou les détourner afin qu'ils n'atteignent pas les cours d'eau.

Transport et circulation

T1 La circulation de la machinerie devra se limiter aux aires de travail.

T2 Dans l'emprise, aucun véhicule ou engin de chantier ne devra circuler sans motif à moins de 20 m d'un cours d'eau permanent, ni à moins de 5 m d'un cours d'eau intermittent. Si requis, l'eau s'écoulant dans les ornières devra être détournée vers une zone de végétation localisée à au moins 20 m d'un cours d'eau.

T3 Lors des travaux, on évitera de manipuler les matériaux granulaires par grand vent et on épandra, au besoin, des abat-poussières (chlorure de calcium ou eau) sur les surfaces où la circulation risque de causer le soulèvement des poussières. L'abat-poussière utilisé devra être conforme à la norme NQ 2410-300 ou être approuvé par le ministère des Transports (MTQ) et le MDDEFP.

T4 Lorsque des abat-poussières à base de chlorure de calcium seront utilisés, on ne devra pas se départir du produit ni rincer l'équipement dans ou près d'un fossé, un cours d'eau ou sur la végétation. Le surplus ou l'eau de rinçage sera épandu sur une surface déjà traitée.

T5 Les mesures nécessaires seront prises pour minimiser la circulation de la machinerie dans la bande riveraine.

T6 Les chemins d'accès au chantier, les aires de stationnement et d'entreposage ou les autres aménagements temporaires devront être situés à l'extérieur de la bande riveraine, de façon à éviter sa détérioration ou sa contamination.

T7 Les émissions de poussière provenant des voies d'accès et de circulation, ainsi que de la manipulation des agrégats, devront être contrôlées, conformément au *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* (R.R.Q., chap. Q-2, r. 20).

T8 Toute traverse à gué sera interdite à moins d'avoir obtenu les autorisations requises auprès des ministères concernés.

Gestion des déchets et des matières résiduelles

MR1 Les matières résiduelles seront disposées dans des contenants prévus à cette fin. Le responsable de chantier veillera à ce que les résidus soient récupérés et déposés dans des sites autorisés.

MR2 Les résidus secs ou humides seront confinés dans des contenants étanches et les conteneurs seront recouverts afin de prévenir toute émission de résidus dans l'air.

MR3 À mesure de l'avancement des travaux, tous les rebuts de construction, les résidus et les matériaux en surplus devront être retirés du chantier et éliminés conformément à la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Le surplus de béton ou bitume et les eaux ayant servi au nettoyage des bétonnières, des véhicules et du matériel devront être mis au rebut dans une aire prévue à cette fin et de manière à éviter toute contamination du milieu.

MR4 Aucun matériaux de rebut ou débris ne sera déchargé dans les cours d'eau.

MR5 Les débris de démolition et les déchets solides générés sur le site devront être éliminés conformément au *Règlement sur les déchets solides* (R.R.Q., chap. Q-2, r. 3.2).

MR6 Les déchets de coupe de végétation ou de décapage du terrain ne devront pas être rejetés dans les cours d'eau et lacs.

MR7 Il sera interdit d'évacuer des matériaux de rebuts ou des matériaux volatils, tels les essences minérales et les diluants pour l'huile ou la peinture, en les déversant dans des cours d'eau, des égouts pluviaux ou des égouts sanitaires.

MR8 Les déchets seront entreposés temporairement dans un endroit unique.

MR9 Les rebuts provenant du nettoyage préalable des aires de travail seront disposés dans des conteneurs prévus à cette fin et ceux-ci seront transportés subséquemment dans un site d'enfouissement autorisé. Si les quantités sont réduites, les matériaux secs (béton, etc.) pourront être utilisés comme remblai et ainsi enfouis directement derrière l'ouvrage de protection. Le bois et les débris végétaux pourraient l'être dans le talus immédiatement au-dessus de l'ouvrage.

MR10 Les matériaux excédentaires seront transportés vers un lieu de disposition autorisé.

MR11 Les diverses catégories de matières résiduelles seront gérées séparément, impliquant une récupération et un transport quotidien des matières résiduelles domestiques par les travailleurs du chantier ainsi qu'une gestion adéquate des matières dangereuses par l'entrepreneur qui en disposera selon les normes en vigueur.

Gestion des matières dangereuses

MD1 Les matières dangereuses devront être gérés conformément au *Règlement sur les matières dangereuses* (L.R.Q., c. Q-2, r. 15.2).

MD2 Du matériel d'intervention sera disponible sur place, et en tout temps, en cas de déversement de contaminants. Tout déversement de contaminants devra faire l'objet de mesures immédiates d'intervention pour confiner et récupérer les produits.

MD3 Le MDDEPF sera avisé sans délai dans le cas d'un déversement accidentel de contaminants.

MD4 Aucune matière dangereuse ne pas sera émise, déposée, dégagée ou rejetée dans l'environnement ou dans un réseau d'égout.

MD5 Toutes les matières dangereuses devront être entreposées dans un lieu désigné à cet effet. Le lieu d'entreposage des matières dangereuses devra être éloigné de la circulation des véhicules et situé à une distance raisonnable des fossés de drainage ou des puisards ainsi que de tout autre élément sensible.

MD6 Les matières dangereuses résiduelles devront être entreposées dans une zone de récupération délimitée et identifiée. Les matières dangereuses résiduelles devront être protégées des intempéries par une bâche étanche, en attente de leur chargement et de leur transport. En hiver, il est suggéré de déposer les contenants sur des palettes ou des tables d'entreposage. Si le temps de rétention est supérieur à 30 jours, la zone aménagée devra comprendre un abri étanche possédant au moins trois côtés, un toit et un plancher étanche formant une cuvette dont la capacité de rétention devra répondre au plus élevé des volumes suivants : 125 % du plus gros contenant ou 25 % du volume total de tous les contenants pleins de liquides.

MD7 Lors du transport des matières dangereuses, le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* sera respecté.

Patrimoine archéologique

PA1 Si, au cours des travaux, des vestiges d'intérêt historique ou archéologique sont découverts, le responsable de chantier sera avisé immédiatement et des dispositions seront prises afin de protéger le site. En vertu de la *Loi sur le patrimoine culturel*, il est interdit d'enlever quoi que ce soit et de déplacer les objets et les vestiges. Les travaux seront suspendus dans la zone jusqu'à ce que le Ministère de la Culture et des Communications (MCC) donne l'autorisation de les poursuivre.

Déboisement

D1 La *Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier* sera respectée, de même que l'ensemble des règlements relatifs à cette loi, notamment le *Règlement sur les normes d'intervention dans les Forêts du domaine de l'État* et le *Règlement sur la protection des forêts*. Les mesures nécessaires seront prises afin que les

activités de déboisement soient conformes aux exigences qui y sont mentionnées.

D2 Préalablement au déboisement, les limites des aires de travail (emprise, dépôt, etc.) ainsi que celles du dégagement à effectuer autour de ces aires (branches interférentes à élaguer) seront clairement identifiées de façon à permettre leur vérification efficace en tout temps durant les travaux. L'autorisation du surveillant sera obtenue avant d'entreprendre l'abattage des arbres.

D3 Tous les arbres et arbustes, mais uniquement ceux-ci, seront enlevés par coupe à ras du sol sur les talus des remblais. Leur système radiculaire sera conservé. Une bande de protection végétale d'au moins 30 m de largeur sera conservée en bordure des rives.

D4 Les produits de coupe pouront être déchiquetés selon le cas et répandus en paillis sur les zones d'intervention, à une distance d'au moins 60 m des cours d'eau. Les résidus ne devront pas entraver l'écoulement des eaux de ruissellement.

D5 Lors du déboisement, une attention spéciale sera portée à la végétation à la limite des aires de travail afin de ne pas l'endommager. La chute des arbres à l'extérieur des limites du déboisement et dans les cours d'eau sera évitée. Si accidentellement des arbres chutent, ils seront retirés en prenant soin de ne pas perturber le milieu. Près des limites des aires de travail, on n'arrachera pas, ni ne déracinera les arbres avec un engin de chantier à moins d'atteindre à la santé et sécurité des travailleurs. Le long de ces limites, on conservera une zone de transition déboisée non essouchée de 3 m de largeur et on y préservera la strate arbustive. On s'assurera que les zones déboisées, laissées à nu et exposées aux agents atmosphériques, seront limitées au strict minimum.

D6 Dans la bande de 30 m bordant un cours d'eau, le couvert végétal sera maintenu et il sera interdit d'y entasser la matière organique provenant du décapage de la surface du sol. Il sera également interdit d'y amonceler des déchets et débris ligneux. Les eaux de ruissellement seront détournées vers une zone de végétation à au moins 20 m du cours d'eau ou encore interceptées au moyen de barrières à sédiments ou d'un bassin de sédimentation.

D7 Le détenteur d'un permis d'intervention récoltera tous les arbres dont le diamètre est égal ou supérieur à celui mentionné dans son permis. Il coupera les arbres à une hauteur ne dépassant pas 30 cm au-dessus du niveau le plus élevé du sol. Aux endroits nécessaires, il enlèvera les souches jusqu'à une profondeur minimale de 30 cm au-dessous de la surface du sol. Dans les zones de fortes pentes et aux endroits où des remblais de plus de 1 m sont prévus, une coupe à ras de terre (hauteur maximale de 15 cm) sans essouchement sera aussi réalisée. Dans la zone de transition de 3 m, les arbres seront aussi coupés à ras de terre, et les souches laissées en place, pour assurer une reprise rapide de la strate arbustive et protéger le système racinaire des arbres situés à l'extérieur des aires de travail. Les racines endommagées de 10 mm et plus des arbres à conserver seront coupées de façon nette.

D8 Les bois de valeur marchande seront récupérés, tronçonnés en longueur commerciale et empilés conformément au permis de coupe émis à cet effet. Il en sera de même des arbres encroués, renversés ou endommagés par les intempéries, le feu, les insectes ou la maladie. Dès la fin des opérations de déboisement, un avis de disposition du bois abattu, prêt à être chargé et transporté, et pouvant nuire à l'exécution de la suite des travaux, sera acheminé à l'intervenant concerné. Celui-ci disposera d'un délai de trois semaines pour procéder au déplacement de ce bois.

D9 Lors des opérations de déboisement, les déchets et débris ligneux pourront être éliminés dans un lieu autorisé ou encore être déchiquetés. S'ils sont déchiquetés, les matériaux seront réutilisés, au besoin, pour la stabilisation temporaire et l'engraissement des sols.

Carrière et sablière

C1 Les normes d'exploitation des carrières et sablières seront respectées et on réduira au minimum le nombre d'emprunts. Arianne Phosphate, dans la mesure du possible, prévilégiera le double usage des sites sélectionnés.

C2 Les matériaux granulaires utilisés pour la construction des ouvrages ne pourront pas provenir du lit d'un plan d'eau ni de ses berges, ni d'aucune source située à moins de 75 m du milieu aquatique.

C3 Le déboisement et le décapage des carrières ou sablières sera effectué de façon progressive afin d'éviter de perturber plus de surface de terrain qu'il n'est nécessaire.

C4 Pendant l'exploitation, on devra réduire l'érosion due au ruissellement et éviter que les sédiments n'atteignent un lac ou un cours d'eau.

C5 Pour les nouvelles zones d'emprunt, un seul accès sera aménagé et la largeur de cet accès ne devra pas excéder 2,5 fois celle du plus gros véhicule servant au transport des matériaux. Son tracé (en courbe, en diagonal, etc.) devra permettre, autant que possible, de masquer la présence de l'exploitation.

C6 Une bande de terrain sera conservée sur le pourtour du site afin d'y accumuler la terre organique décapée qui servira à recouvrir la surface exploitée de la carrière ou de la sablière lors de la remise en état des lieux.

C7 À la fin des travaux d'exploitation, la surface de la carrière ou de la sablière devra être libre de tout débris, déchet, matériel inutilisable, pièce de machinerie ou autre élément qui ne se trouvait pas sur le site avant les travaux. La surface exploitée devra ensuite être recouverte par la terre organique décapée et accumulée.

C8 Dans le cas d'une sablière, les pentes de la surface exploitée devront être d'au plus 30 degrés de l'horizontale, afin de prévenir l'érosion et les affaissements de terrain.

C9 Les eaux rejetées dans l'environnement par l'exploitation d'une carrière ou d'une sablière ou par un procédé de concassage ou de tamisage ne devront pas contenir une concentration de contaminants supérieure à 15 mg/l d'huiles, graisses ou goudrons d'origine minérale, ou 25 mg/l de matières en suspension et le pH de ces eaux devra être compris entre 5,5 et 9,5.

C10 Les concasseurs, séchoirs, tamis, convoyeurs, élévateurs et trémies installés dans une carrière ainsi que tout point d'alimentation et de déversement d'agrégats provenant d'une carrière ne devront pas faire l'objet d'une activité ou constituer un état de chose ayant pour effet l'émission dans l'atmosphère de poussières qui soient visibles à plus de 2 m de la source d'émission. Lorsque les sources d'émission sont reliées à un système d'aspiration des matières particulaires, ces matières ne devront pas être émises en concentration supérieure à 50 mg/m³.

C11 Dans le cas où une carrière est située sur le flanc d'une colline, d'une montagne, d'une falaise ou d'un coteau, la coupe verticale finale ne devra jamais excéder 10 m. L'exploitant pourra aménager plusieurs coupes verticales superposées de 10 m au moins à condition que celles-ci soient entrecoupées par des paliers horizontaux d'au moins 4 m de largeur.

Restauration du milieu

R1 À la fin des travaux, les aires de travail seront débarrassées des équipements, pièces de machinerie, matériaux, installations provisoires, déchets, rebuts, décombres et déblais provenant des travaux. Ces aires de travail seront réaménagées et restaurées de manière à ce qu'elles s'intègrent le mieux possible dans le paysage naturel (régaler et ameublir le sol, adoucir les pentes). Les segments de routes ou chemins abandonnés seront scarifiés. La terre végétale entreposée sera utilisée pour le recouvrement des aires. Les pentes des talus de l'emprise seront ensemencées afin de les stabiliser rapidement. Toutes les zones qui ne seront pas utiles pour la phase d'exploitation seront revégétalisées.

R2 Les rives altérées feront l'objet d'une restauration comprenant la stabilisation des pentes et la revégétalisation des surfaces.

R3 La bande riveraine détériorée par les travaux sera restaurée au fur et à mesure de l'avancement de ceux-ci, de manière à reproduire la rive naturelle du cours d'eau ou du lac.

R4 Après l'achèvement des travaux, on devra retirer du site des travaux, tous les outils, équipements, véhicules, ouvrages temporaires ou parties d'ouvrages qui aura été utilisés afin de construire ou mettre en place l'infrastructure.

R5 La terre végétale mise de côté sera épandue sur toute la surface du site de travail ou d'entreposage si le volume est suffisant, sinon sous forme d'îlots.

R6 Les arbres endommagés lors des travaux seront abattus. Ces arbres devront être ébranchés et tronçonnés en longueur de 1,2 m. Si le bois a une valeur

commerciale, il sera empilé en bordure de l'emprise. Si les arbres n'ont pas de valeur commerciale ou autre valeur, ils seront laissés sur le sol dans l'emprise.

R7 Les ponts et ponceaux temporaires ainsi que les protections des berges seront retirés. Le profil d'origine du lit et des berges des cours d'eau sera restauré.

R8 Le drainage naturel sera restauré et, au besoin, des fossés seront creusés pour assurer un bon drainage du terrain.

R9 Dans le but de réduire les risques d'érosion sur les terrains en pente, des méthodes telles que l'implantation de talus de retenue, de rigoles ou de fossés de dérivation perpendiculaires à la pente ou d'autres méthodes, seront utilisées.

R10 Les travaux de restauration par revégétalisation devront être complétés dans un délai d'un an après la date de la cessation de l'exploitation de la sablière ou de la carrière.

Déneigement

N1 Les mesures nécessaires seront prises afin de ne pas décaper le sol lors du déneigement.

N2 On procédera au déneigement avant d'entreprendre des travaux de remblayage et d'utiliser les aires de travail et d'entreposage.

N3 On ne pas déchargera pas la neige dans un cours d'eau ni dans la bande de 30 m d'un cours d'eau.

N4 La localisation des aires d'entreposage de la neige devra être approuvée par la Direction régionale du MDDEFP. Ces aires devront être situées à une distance minimale de 30 m de tous cours d'eau et de toute source d'approvisionnement en eau potable, de manière à éviter toute contamination de l'eau ou de la nappe phréatique.

N5 Lorsque la neige devra être transportée par camion, on devra s'assurer de l'éliminer dans un site autorisé par le MDDEFP.

Émission de poussières

AIR1 Pour minimiser le soulèvement de poussières durant les travaux de décapage ou de nivelage, les sols asséchés seront arrosés au besoin afin de maintenir la surface humide.

AIR2 Pour limiter la dispersion de poussières sur les routes non pavées, ces dernières seront arrosées avec de l'eau et des abat-poussières.

AIR3 Les travaux de manipulation des matériaux granulaires ne seront pas réalisés par grand vent ou lorsque le vent souffle en direction du voisinage le plus près; sinon des abat-poussières seront utilisés pour minimiser le soulèvement de poussières.

AIR4 Une inspection préalable et régulière de la machinerie afin d'en assurer le bon état et le bon fonctionnement, notamment les systèmes d'échappement et antipollution, sera effectuée.

AIR5 Pour diminuer la consommation de carburant, l'élimination de la marche au ralenti et l'utilisation de chauffe-moteurs seront considérées.

AIR6 Pour limiter la dispersion de résidus miniers dans l'environnement, les digues du parc à résidus seront arrosées aussi souvent que requis pour maintenir la surface humide jusqu'au développement d'une croûte minérale permettant de réduire l'érosion éolienne.

AIR7 La circulation et les perturbations physiques sur les digues seront soigneusement contrôlées et modulées lors des journées propices au soulèvement et à la propagation des poussières.

AIR8 Des convoyeurs fermés seront utilisés pour la manutention du minerai et du concentré d'apatite.

AIR9 Les installations de traitements du minerai n'émettront pas dans l'atmosphère des particules en concentration supérieure à 30 mg/m³ pour chacun de leurs points d'émission.

AIR10 Les équipements dédiés à supprimer la poussière devront être inspectés régulièrement et les défectuosités devront être réparées dans les plus brefs délais.

AIR11 Les poussières récupérées par les dépoussiéreurs devront être manipulées et transportées de façon à ce qu'il n'y ait aucune perte de poussière dans l'atmosphère qui soit visible à plus de 2 mètres de la source d'émission. Dans le cas où elles ne seront pas recyclées, elles devront être entreposées, déposées ou éliminées sur le sol à condition que l'on prenne les mesures requises pour prévenir tout dégagement de poussières dans l'atmosphère qui soit visible à plus de 2 mètres de la source d'émission.

Forage et dynamitage

F1 La *Loi sur les explosifs* et son règlement d'application, soit le *Règlement d'application de la Loi sur les explosifs*, seront respectés et les mesures nécessaires seront prises afin que les activités soient conformes aux exigences qui y sont mentionnées. L'entrepreneur devra également se conformer aux *Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadienne*s.

F2 Le roc dynamité (stériles) devrait être utilisé comme remblai.

F3 Il sera interdit d'utiliser du nitrate d'ammonium et du fuel-oil à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche en raison de la production de sous-produits toxiques (ammoniaque).

F4 Tous les tubes à choc et les câbles de détonation devront être récupérés et enlevés après chaque explosion.

F5 Il sera interdit de faire détoner dans un habitat du poisson ou à proximité des explosifs qui produisent ou peuvent produire un changement de pression instantané supérieur à 100 kPa dans une vessie natatoire d'un poisson.

F6 Il sera interdit de faire détoner des explosifs qui produisent ou risque de produire une vitesse de crête des particules supérieure à 13 mm/s dans une frayère pendant la période d'incubation des œufs.

F7 Pour d'éventuels travaux à proximité de cours d'eau ou de plans d'eau, une minute avant la mise à feu de la charge principale, de petites charges d'effarouchement (amorces ou cordeaux détonants de faible longueur) seront déclenchées afin d'éloigner les poissons.

F8 Un matelas de sautage sera installé afin de retenir les particules dans l'aire des travaux.

F9 Les émissions de poussière provenant du forage devront être contrôlées.

F10 Si les travaux de forage atteignent la nappe phréatique, au moment de l'abandon du site, le trou sera rempli avec du gravier ou du sable propre dans la région de la nappe phréatique et les mesures nécessaires seront prises afin de créer un bouchon de matériau imperméable en surface du trou pour empêcher l'infiltration de contaminants dans celui-ci.

F11 L'aire de rejet des boues de forage sera confinée et les mesures nécessaires seront prises afin que l'eau de ruissellement se dissipe dans le sol ou qu'elle soit filtrée avant d'atteindre un élément de drainage.

Eaux de procédés et effluents

W1 Il sera interdit de rejeter aux points des l'effluents finaux une eau dont le pH est inférieur à 6,0 ou supérieur à 9,5. Il sera également interdit de rejeter une eau dont la toxicité est supérieure au niveau létale aigue selon les tests de truite arc-en-ciel (*Onchorhynchus mykiss*) et de daphnies (*Daphnia magna*).

W2 Les eaux de lavage et de traitement du minerai devront être captées et acheminées au procédé ou à un système de traitement des eaux usées minières.

W3 L'échantillonnage des effluents sera fait conformément aux modalités prévues dans la version la plus récente du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale* publié par le MDDEFP.

Annexe 16 :
Rapport hydrogéologique

SERVICES PROFESSIONNELS- ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE

LES RESSOURCES D'ARIANNE

RAPPORT TECHNIQUE – DOSSIER PR12-117

PRESENTÉ À :

M JEAN-SEBASTIEN DAVID, VP OPÉRATION

LES RESSOURCES D'ARIANNE

30 RUE RACINE EST, SUITE 160

CHICOUTIMI, QC, G7H 1P5

PAR :

HYDRO-RESSOURCES INC,

79 RUE DE CRESPIEUL

CHICOUTIMI, QC, G7H 7M3, CANADA

JUIN 2013

Table des matières

1 INTRODUCTION 4

1.1 contexte ET OBJECTIFS 4

2 DESCRIPTION DU SITE 5

2.1 Géologie 5

3 DESCRIPTION DES TRAVAUX 5

3.1 Analyse de données disponibleS 6
3.2 Réalisation des forages 6
3.3 Réalisation des essais avec obturateurs 8
3.4 Essais de choc hydraulique 10
3.5 Arpentage 11
3.6 Construction du puits de pompage PP-1 14
3.6.1 ESSAI PAR PALIERs 15
3.6.2 ESSAI LONGUE DURÉE 16

1) D'OBSERVER L'EFFET DU POMPAGE (BAISSE DU NIVEAU D'EAU) DANS LES DÉPÔTS MEUBLES 16

2) D'OBSERVER LE RABATTEMENT DANS LE SOCLE ROCHEUX CRISTALLIN 16

3) CONNAÎTRE LES PROPRIÉTÉS HYDROGÉOLOGIQUES DU MILIEU 16

3.7 Essais de traÇage en rivière et calcul du débit 17
3.8 Prélèvement et analyse d'échantillon d'eau et de sol 19
3.9 simulation numérique 19

4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS 21

4.1 analyse des donnés disponibles 21
4.2 forageS et piézométrie 22
4.3 essais d'obsturateurs 24
4.4 essais de CHOC hydraulique 25
4.5 cONSTRUCTION D'UN PUITS pP-1 27
4.5.1 Essais de pompage par paliers 28
4.5.2 Essais de pompage longue durée 29
4.5.3 Propriétés hydrogéologiques 30
4.5.3.1 transmissivité 30
4.5.3.3 essai de recouvrement 32
4.5.4 Essai de traçage en rivière et calcul du débit 32
4.5.5 Résultats des analyses chimiques 33
4.5.5.1 analyses chimiques au puits 33
4.5.5.2 analyses chimiques d'échantillons de sols 36
4.5.5.2 CLASSE DE L'AQUIFÈRE 39

5 MODÉLISATION NUMÉRIQUE 39

5.1 modéle conceptuel 39
5.2 géométrie et topographie 39
5.3 stratigraphie 40
5.4 Piézomètres et forages utilisés pour le calage du modèle 41
5.5 Condition aux limites 41
5.6 recharge par infiltration verticale 42
5.7 BALANCE DE MASSE et autres aspects 42
6 RÉSULTATS DE SIMULATION 43
6.1 lE CALAGE 43
6.2 lES SCÉNARIOS SIMULÉS 45
6.3 ANALYSE DE sensibilité 48
6.4 ANALYSE DES IMPACTS potentiels SUR L'ENVIRONNEMENT 49
7 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS 51
8 CONCLUSION 54

1 INTRODUCTION

La firme Hydro-ressources a été mandatée par la compagnie Les Ressources d'Arianne (RA) afin d'effectuer une étude hydrogéologique complète du secteur prévu pour la construction d'une mine à ciel ouvert, située à environ 200km au nord de la ville de Saguenay dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean, au Québec. La zone couvre une superficie de plus de 27000 hectares soit plus de 270 km^2 (figure 1; annexe 1). Le mandat régissant la réalisation de la présente étude a été défini suivant les termes de la proposition de travail PR12-123.

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

La compagnie RA travaille sur un projet de développement d'une mine de phosphore à ciel ouvert, soit le projet du lac à Paul. Ce dépôt est principalement composé de phosphore et de titane et est situé à proximité de la centrale Chute des Passes de Rio Tinto Alcan.

Une récente étude de préfaisabilité, réalisé par METCHEM en 2011, indique que le dépôt à Paul, situé près du lac à Paul, possède un potentiel d'exploitation important. En parallèle à l'étude hydrogéologique, diverses études sont en cours, dont l'étude de faisabilité, l'étude d'impact environnementale et les analyses géotechniques.

Le projet vise actuellement à développer le dépôt du Lac à Paul, mais il faut noter que d'autres dépôts se trouvent également sur le site, tel que celui de la Manouane, qui pourrait être exploités éventuellement (Ressources Arianne, communication personnelle).

L'objectif principal de cette étude est de construire un modèle numérique pour évaluer l'impact potentiel des installations futures (la future fosse, le futur parc à résidus, etc) et également d'obtenir des réponses aux questions suivantes:

1) Quelle quantité d'eau sera pompée lorsque la mine sera en exploitation ?
2) Quel sera l'impact du dénoyage sur l'écoulement souterrain ?
3) Quel sera l'impact du dénoyage sur le niveau des lacs et les débits des cours d'eau ?
4) Quel est le contexte hydrogéologique dans les secteurs avec activité plus importante (parc à résidus, haldes à stériles, un concentrateur et un entrepôt d'explosifs).

Les résultats de l'étude hydrogéologique permettront de planifier le dénoyage de la future mine et d'évaluer l'impact potentiel du pompage sur l'environnement et ainsi répondre au volet de la

directive 019 du Ministère du Développement Durable, Environnement, Faune et Parc du Québec (MDDEFP).

2 DESCRIPTION DU SITE

2.1 GÉOLOGIE

Les roches naturellement enrichies en phosphore sont classées en deux groupes en fonction de leurs caractéristiques géologiques : les roches ignées et les roches sédimentaires . Les dépôts du Lac à Paul sont constitués uniquement de roches ignées. Les dépôts ignés proviennent de roches d'origine volcanique, généralement des carbonatites ou des roches mafiques à ultramafiques. La figure 2 de l'annexe 1 montre la géologie de la zone à l'étude (Ressources d'Arianne - site internet).

Le site à l'étude est localisé dans la Suite Anorthositique du Lac-Saint-Jean qui appartient à la province géologique du Grenville. Le métamorphisme régional est généralement élevé et se situe au faciès supérieur des amphibolites jusqu'à celui des granulites. Les roches présentes sur la propriété du Lac à Paul font parties d'une séquence mafique à ultramafique composées d'anorthosite, de leuconorite, de norite, de gabbronorite, de gabbro à olivine, de pyroxénite et localement de nelsonite, de péridotite, de dunite et de magnétitite.

3 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Les travaux de terrain reliés à l'étude hydrogéologique ont été réalisés par la firme Hydro-Ressources du 11 juillet 2012 au 11 janvier 2013. Ils étaient les suivants :

1) Collecte et analyse des données disponibles et du modèle géologique de Ressources d'Arianne
2) La réalisation de forages au roc et sur les dépôts meubles,
3) La réalisation d'essais avec des obturateurs
4) La réalisation d'essais de choc hydraulique (essais de perméabilité)
5) La construction d'un puits de pompage et la réalisation d'essais de pompage (pallier et longue durée) sur le puits
6) Essai de traçage pour l'estimation du débit de certains rivière dans la zone d'étude

7) Prélèvement et analyse d'échantillon d'eau et de sols du site
8) La création d'un modèle numérique sur FEFLOW et simulations diverses

3.1 ANALYSE DE DONNÉES DISPONIBLES

Dans le cadre du présent projet, plusieurs données étaient disponibles avant de débuter les travaux de terrain, tels que les rapports de forages, les données topographiques, les boites de carottes, le relevé magnétique et diverses études.

Une quantité d'information a été recueillie par la firme Hydro-Ressources. Entre autres, les données de forages ont été particulièrement utiles car les forages existants ont été utilisés par Hydro-ressources pour effectuer certains essais et mesurer le niveau d'eau dans le socle rocheux.

3.2 RÉALISATION DES FORAGES

Généralement, la conductivité hydraulique d'un massif rocheux fracturé est plus élevée sur les premiers 100m supérieurs. Par conséquent, des forages au roc ont été effectués à une profondeur inférieure à 150m. Aussi, des forages dans les dépôts meubles ont été effectués afin de connaître la stratigraphie des dépôts sur le site.

Ainsi, 26 forages ont été réalisés dans les dépôts meubles autour de la future fosse ; des piézomètres ont été installés dans chaque trou de forage. Ces forages avaient pour objectif de connaître l'épaisseur de dépôts autour de la fosse ainsi que leur composition, dans le but de mieux simuler l'écoulement dans ce dépôt. Les piézomètres, qui portent l'identifiant PZD-1 a PZD-26, ont aussi permis de mesurer les niveau d'eau, de prélever des échantillons d'eau et d'effectuer un certains nombre d'essais, notamment des essais de perméabilité à l'aide de la méthode développée par Hvorslev (1951).

Six autres forages (PZR-27 a PZR-32) ont été effectués dans le roc, à des positions stratégiques, afin d'accroitre les informations et couvrir l'ensemble du site. Ces forages ont une profondeur de l'ordre de 100 à 150m et ont permis de caractériser le milieu dans la zone potentiellement la plus perméable.

En parallèle, RA a réalisé 31 forages au roc dans le but d'éliminer certains secteurs et s'assurer que les principales installations pouvaient y être installées (forages de condamnation CDN-12-01 à CDN-12-31). Ces zones consistent notamment aux haldes à stérile, au futur parc a résidus et à l'emplacement du concentrateur. Pour ces forages, les dépôts meubles n'ont pas été décrits car aucune cuillère fendue n'a été utilisée étant donné que le but des ses forages est de s'assurer qu'il n'ya pas de minéralisation au roc sous ses futures installations. Par contre, le roc a été décrit en continu sur le site même de forage. Chaque trou de forage a un diamètre d'environ 75mm (NQ) et une profondeur allant de 51 a 93m, selon l'épaisseur des dépôts meubles observée.

L'ensemble de ces forages réalisés au roc et dans les dépôts meubles a permis de mieux comprendre le contexte hydrogéologique dans ces secteurs, ainsi que de vérifier la qualité environnementale de base de l'eau souterraine avant le développement des infrastructures sur le site. Ces données sont à la base de la réalisation du modèle numérique de l'écoulement souterrain.

Ces travaux ont été exécutés sous la supervision d'un géologue de la firme Hydro-Ressources. Ce dernier a donc effectué 1) la surveillance, 2) la description du roc observé, 3) le répertoire de l'ensemble des fractures constatées, 4) l'observation des venues d'eau particulières, 5) la description stratigraphique, 6) le calcul de récupération des échantillons et 7) la mesure de l'indice de pénétration standard dans les dépôts meubles.

Au site de forage, les calculs de l'indice de la qualité du roc a été effectué (RQD en %). Cet indice représente le rapport de la somme de la longueur des morceaux supérieurs à 10cm, sur la longueur de 1,5m de la carotte. De plus, l'indice de fracturation du roc, qui représente le rapport du nombre de fracture sur 1,5 m de carotte, a été calculé en continu. Ces deux indices ont été utilisés pour la planification des mesures ultérieures, notamment les essais avec les obturateurs.

Pour ce qui est des forages dans les dépôts (série PZD), les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une cuillère fendue de calibre B avec échantillonnage en continu.

L'annexe II illustre l'ensemble de rapports de forages décrit par la firme Hydro-Ressources dans le cadre de ce mandat, alors que la figure 3 (annexe I) montre la position de l'ensemble des forages considérés pour l'analyse (incluant certains forages d'exploration).

3.3 RÉALISATION DES ESSAIS AVEC OBTURATEURS

Lors du forage, certaines fractures ont été observées. Comme la porosité de fracture contrôle l'écoulement dans le socle rocheux, il s'agit du principal aspect hydrogéologique à prendre en compte.

Le forage permet d'observer les venues d'eau principales lors de la descente des tiges, Par contre, il ne permet pas d'estimer les propriétés hydrogéologiques du milieu, comme la conductivité hydraulique. La valeur de conductivité est essentielle à la bonne compréhension de l'écoulement souterrain et est le paramètre d'entrée le plus important dans un modèle numérique. Les essais à l'aide d'obturateurs permettent d'effectuer une diagraphie de la conductivité hydraulique dans un trou de forage. Ainsi, il est possible d'évaluer la tendance des valeurs de conductivité en fonction de la profondeur sur un massif rocheux.

Il existe deux principales méthodes permettant d'effectuer des essais avec des obturateurs. D'abord à l'aide d'un seul ballon ou à l'aide de deux ballons. L'utilisation d'un seul ballon consiste à sceller le ballon juste au-dessus de la base du trou de forage pour connaître la valeur de conductivité entre le ballon et la base du trou. La méthode est efficace, mais pour obtenir une diagraphie adéquate il est nécessaire d'effectuer les essais durant le forage. Ce qui nécessite un temps de réalisation plus long et une logistique (utilisation d'une foreuse) plus complexe, cette méthode est donc plus couteuse.

L'autre méthode consiste à utiliser deux ballons qui permettent d'effectuer une diagraphie efficace lorsque le forage est complètement terminé. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser une foreuse. La deuxième méthode, tout aussi représentative et efficace a été choisie étant donné son efficacité et ses moindres coûts. L'utilisation de la méthode avec deux ballons a un avantage marqué par rapport à la méthode avec un seul ballon. Elle permet de bien cibler les fractures et d'avoir une valeur de perméabilité sur une longueur relativement petite 3m (distance entre les deux ballons) donc plus réaliste. Le schéma de réalisation des essais aux obturateurs est présenté à la figure 4 (annexe 1).

Les essais par obturateurs ont été effectués selon la méthode de Lugeon (Royle, 2005). Il s'agit d'analyser le débit circulant à travers la formation géologique sur une longueur donnée (la distance entre les ballons - 3m dans notre cas). Par conséquent, de l'eau est injectée sous une pression connue jusqu'à l'atteinte d'un débit constant. Pour une valeur plus précise, un certain nombre (deux a trois) de paliers de pressions d'injection ont été effectués à chaque niveau. L'analyse des résultats est faite à l'aide de l'équation de Thiem et al. (1906).

$$T = \frac{Q * \ln\left(\frac{R}{rb}\right)}{2\pi * Pi} \qquad (1)$$

Où :

T : transmissivité
Q: débit d'injection
R: rayon d'influence
rb: rayon du trou de forage
P_i : pression d'injection

L'équation 1 est simple et elle intègre le débit mesuré lors de l'injection, la pression d'injection et le rayon du trou de forage. Évidemment, quoique utilisé pour des milieux rocheux fracturés, cette équation considère un milieu homogène entre les ballons. La réalisation de plusieurs essais dans un seul trou permet donc d'apprécier la variation de la conductivité hydraulique et donc du degré de fracturation du milieu (l'hétérogénéité). Pour les calculs, le rayon d'influence a été considéré constant et d'une valeur de 5m, ce qui est plutôt local, mais recommandé par certains auteurs (Royle, 2005).

Les ballons doivent être gonflés à une pression donnée, qualifiée de pression de travail, afin d'assurer une bonne étanchéité. Cette pression est normalement de l'ordre de 250 psi, mais dépend de la profondeur. En fait, la pression hydrostatique (pression de la colonne d'eau sus-jacente) doit être prise en compte dans le choix de la pression de gonflement.

Un total de 12 forages a été utilisés pour effectuer les essais, générant ainsi un total de 87 intervalles mesurés. Pour ces essais, des profondeurs de 1 à 105m ont été testées. Les forages testés sont les suivants:

PZR-27	CDN-12-04	TF-12-04
PZR-28	CDN-12-06	TF-12-06
PZR-29	CDN-12-07	PZR-30
CDN-12-29	CDN-12-14	PZR-32

ou:

- PZR: piézomètres aménagés au roc
- CDN: forages de condamnation

- TF: forages géotechniques ouverts au roc

La localisation des forages et piézomètres testés est montrée à la figure 5 (annexe 1)

3.4 ESSAIS DE CHOC HYDRAULIQUE

Des essais de perméabilité in situ ont été réalisés dans plusieurs forages et piézomètres afin de déterminer la conductivité hydraulique des unités géologiques présentes en surface et en profondeur. Les essais ont été effectués par retrait d'eau à l'aide d'une pompe. Le principe des essais de perméabilité est de créer une variation de niveau instantanée et de laisser l'eau revenir à son état initial avec le temps. La prise de données des niveaux d'eau a été réalisée par un géologue de la firme hydro-Ressources et représente la position du niveau piézométrique par rapport au niveau de référence que constitue le haut du tubage de l'ouvrage. Durant les essais, la fréquence d'enregistrement des données était fixée à une minute pour les dix premières minutes et à cinq minutes, pour les dix dernières minutes.

Les données relevées ont été interprétées par la méthode d'analyse de Hvorslev (1951) et au total, 34 forages ont été testés. Le choix des trous de forage dépend de l'information recherchée. Dans le cadre de cette étude, la position des piézomètres et leur accessibilité ont restreint l'analyse pour certains des forages. Les piézomètres et forages ci dessous ont été testés

PZD-1	**PZD-15**	**CDN-12-01**
PZD-2	PZD-16	CDN-12-07
PZD-3	PZD-18	CDN-12-14
PZD-4	PZD-20	CDN-12-16
PZD-5	PZD-21	CDN-12-17
PZD-6	PZD-22	CDN-12-20
PZD-7	PZD-23	CDN-12-27
PZD-8	PZD-24	TF-12-01
PZD-10	PZD-26	TF-12-03
PZD-11	PZR-27	TF-12-05
PZD-12	PZR-29	
PZD-14	PZR-30	

La figure 6 (annexe I) montre leur position et l'annexe 3 montre le détail des calculs.

3.5 ARPENTAGE

L'ensemble des forages effectués ont été arpentés par RA et par la firme Hydro-Ressources afin de géréférencer ces données dans l'espace; il s'agit d'un aspect essentiel pour la réalisation du modèle numérique. Le relevé des élévations, incluant le sommet des tubages d'acier et de chlorure de polyvinyle (CPV) ainsi que la surface du sol à proximité des ouvrages, se réfère à l'élévation moyenne de la mer. Le tableau 1 montre les principales informations concernant la localisation des sondages utilisés dans l'analyse et la figure 7 illustre l'ensemble de ces piézomètres ou forages ouvert au roc.

Tableau 1 : Sommaire des informations reliées aux sondages

Identification	Coordonnées		Élévation sol	Élévation Tube	Élévation Nappe	Élévation roc
	X	Y	(m)	(m)	(m)	(m)
PZD-1	287782,46	5530837,00	446,90	447,88	445,65	442,70
PZD-2	287815,52	5530478,00	446,26	446,54	444,32	443,86
PZD-3	287840,59	5530218,80	446,76	447,40	444,32	436,95
PZD-4	287839,75	5529735,45	440,52	441,63	439,51	438,72
PZD-5	287841,58	5529456,91	433,90	434,80	433,99	431,20
PZD-6	288128,61	5529443,37	446,44	446,92	444,49	444,94
PZD-7	287968,55	5528757,21	409,74	410,40	406,16	404,34
PZD-8	287586,57	5529760,10	446,96	447,47	445,73	442,16
PZD-10	287254,36	5529986,81	447,18	448,32	446,08	446,45
PZD-11	286434,58	5530340,33	449,15	449,70	446,36	441,65
PZD-12	286456,97	5530039,00	437,98	438,70	437,42	434,98
PZD-13	286531,71	5529832,70	449,31	450,11	447,58	447,21
PZD-14	286558,08	5529508,74	442,93	443,62	442,35	439,12
PZD-15	286773,60	5529232,97	436,35	437,42	436,01	422,38
PZD-16	286608,07	5529165,00	429,08	430,80	428,25	425,68
PZD-18	286392,98	5529750,09	433,36	434,10	433,36	427,16
PZD-19	285310,77	5528576,78	402,19	402,80	401,88	386,19
PZD-20	287812,33	5528865,65	416,18	416,90	410,61	408,78
PZD-21	288483,96	5529311,30	435,30	436,10	429,30	431,30
PZD-22	289507,99	5529975,25	432,03	432,81	430,58	419,83
PZD-23	290283,57	5530212,87	425,43	424,50	421,86	419,43
PZD-24	288225,18	5528483,50	411,96	413,12	405,85	393,96

PZD-25	288570,57	5528559,74	416,93	417,99	413,36	407,93
PZD-26	288312,17	5527978,36	412,68	413,41	408,19	406,08
TF-201-12	289166,05	5526125,19	407,80	0,00	0,00	399,20
TF-202-12	286902,56	5525564,38	418,79	419,51	418,00	397,09
TF-203-12	289310,45	5526108,08	407,30	0,00	0,00	391,50
TF-204-12	289702,66	5525503,99	410,06	410,42	406,35	378,55
TF-206-12	289536,15	5525077,27	407,60	0,00	405,03	395,30
TF-208-12	290756,30	5525238,74	410,60	0,00	0,00	398,60
TF-209-12	289364,14	5524862,69	409,77	409,77	408,90	397,77
TF-210-12	290037,22	5524782,20	411,10	0,00	0,00	404,00
TF-211-12	290603,29	5524787,53	410,90	0,00	0,00	389,70
TF-212-12	291024,66	5524775,96	412,60	0,00	0,00	395,70
TF-213-12	289738,07	5524535,14	426,50	0,00	0,00	417,50
TF-214-12	290467,73	5524413,71	431,20	0,00	0,00	428,40
TF-215-12	291547,01	5524666,38	418,00	0,00	0,00	415,50
TF-216-12	291372,68	5525380,12	410,70	0,00	0,00	361,90
TF-217-12	291312,27	5526099,15	407,90	0,00	405,73	373,90
TF-218-12	292397,97	5525781,78	408,40	0,00	407,66	374,40
TF-220-12	292062,05	5524472,62	422,30	0,00	421,97	420,30
TF-221-12	290786,30	5524089,98	425,70	0,00	422,05	411,20
TF-222-12	291559,69	5524982,74	411,10	0,00	0,00	369,10
TF-224-12	291884,96	5524375,06	426,60	0,00	0,00	421,40
TF-225-12	292310,04	5524477,59	429,70	0,00	426,82	427,70
TF-238-12	288993,11	5524393,95	410,91	411,66	407,86	406,71
TF-240-12	289074,69	5525243,09	409,30	0,00	406,88	405,24
TF-242-12	287575,21	5525155,41	411,20	412,10	410,81	407,99
TF-243-12	289776,53	5524790,09	417,27	417,47	415,48	411,37
TF-402-12	288251,22	5531895,70	443,20	0,00	442,60	431,10
TF-403-12	289031,07	5531316,14	439,10	0,00	431,27	419,60
TF-404-12	288617,34	5530996,74	454,60	0,00	456,73	450,60
TF-501-12	288799,67	5528885,73	420,60	0,00	420,40	415,40
TF-502-12	289079,34	5528707,27	421,90	0,00	421,40	415,70
TF-503-12	289092,86	5528481,47	434,20	0,00	432,90	429,60
CDN-12-01	288278,81	5529830,62	457,67	458,41	457,31	456,17
CDN-12-02	288892,57	5528642,52	436,84	0,00	0,00	435,80
CDN-12-03	289569,61	5528584,39	445,98	446,08	434,08	444,98
CDN-12-04	290031,98	5527891,09	432,78	432,93	432,32	431,43
CDN-12-06	290826,04	5529022,85	416,90	0,00	416,90	384,90
CDN-12-07	290035,27	5529669,38	436,62	436,86	435,88	432,62
CDN-12-08	290075,06	5530601,08	450,56	450,56	446,30	450,06
CDN-12-09	289905,35	5530544,17	435,73	435,93	434,72	431,73
CDN-12-10	289724,00	5530631,80	455,16	0,00	0,00	452,16

CDN-12-11	289593,59	5530750,22	458,23	0,00	0,00	455,23
CDN-12-12	289889,16	5530654,33	451,60	451,84	443,79	448,60
CDN-12-13	289899,19	5530746,36	459,61	459,61	458,06	458,11
CDN-12-14	290321,96	5530613,92	445,24	445,56	443,92	442,24
CDN-12-15	292402,53	5529787,92	429,64	429,96	426,28	414,64
CDN-12-16	291896,48	5529301,64	414,32	414,48	412,90	372,31
CDN-12-17	292679,13	5528930,17	451,31	451,31	441,59	450,31
CDN-12-18	293092,89	5529273,11	424,46	424,55	421,54	418,46
CDN-12-19	293199,60	5528385,85	450,80	0,00	450,80	438,80
CDN-12-20	293760,13	5528077,37	436,93	437,19	433,56	424,90
CDN-12-21	293682,23	5528871,30	447,17	447,65	447,15	441,17
CDN-12-22	288877,94	5526376,51	409,51	409,74	408,06	400,74
CDN-12-23	288938,65	5527090,95	438,08	438,25	432,85	431,25
CDN-12-24	289415,57	5526902,44	435,14	435,34	432,54	429,30
CDN-12-25	289445,45	5526331,33	405,48	405,67	405,38	398,48
CDN-12-26	287091,99	5531832,07	482,32	482,53	481,80	479,31
CDN-12-27	287519,71	5531942,77	482,39	482,54	480,18	479,38
CDN-12-28	287323,54	5531162,58	458,01	458,17	443,22	455,00
CDN-12-29	288052,61	5531434,33	469,43	469,64	468,54	460,40
CDN-12-30	288510,54	5531069,17	456,00	456,13	455,66	450,00
CDN-12-31	289062,98	5531882,54	429,90	430,03	429,74	426,90
TF-12-01	287445,26	5529528,34	451,80	452,47	447,74	450,28
TF-12-02	287457,20	5529861,70	456,99	457,06	445,03	453,93
TF-12-03	286972,30	5529843,66	462,40	462,82	461,78	459,40
TF-12-05	288044,42	5529600,17	449,18	449,80	448,98	449,00
PAU-10-33	287431,38	5529685,54	452,62	452,62	449,71	449,62
PAU-10-35	287440,93	5529584,67	450,36	450,36	447,66	446,96
PAU-10-41	287221,59	5529724,74	461,13	461,13	449,74	459,13
PAU-11-53	287048,22	5529689,72	470,51	470,51	441,71	467,71
PAU-11-58	286755,95	5529723,14	454,69	454,69	449,49	449,19
PAU-11-60	286655,83	5529759,60	456,10	456,10	447,87	455,40
PAU-11-62	286494,62	5529700,12	439,99	439,99	439,99	437,69
PAU-11-66	287648,07	5529596,90	438,70	438,70	434,77	433,50
PAU-12-67	287854,25	5529691,05	440,35	440,35	440,15	431,35
PAU-12-71	287939,15	5529597,72	444,70	444,70	444,35	439,80
PAU-12-73	288146,29	5529493,84	453,40	453,40	452,97	449,40
PAU-12-81	287750,67	5529468,91	432,85	432,85	427,27	429,25
PAU-12-83	286554,73	5529597,00	446,32	446,32	444,41	441,32
PAU-12-97	286873,33	5529671,40	458,96	458,96	454,81	456,46
PAU-12-80	287697,18	5529392,81	434,72	434,72	433,63	431,12
PAU-12-82	287855,35	5529486,01	440,00	440,00	438,84	336,50
PAU-12-104	286651,30	5529669,96	450,80	450,80	447,84	445,30

NIC-11-19	290793,76	5528713,60	435,00	435,00	419,70	433,20
NIC-11-04	289733,94	5529261,67	458,90	458,90	455,70	455,90
MAN-09-03	293764,10	5527495,68	422,00	422,00	422,00	394,00
MAN-11-22	293870,46	5527549,82	418,20	418,20	417,95	397,20
MAN-11-17	293768,94	5527713,86	421,13	421,13	0,00	411,43
MAN-11-15	293647,95	5527676,41	421,80	421,80	0,00	400,80
MAN-11-26	294004,85	5527722,18	421,60	421,60	0,00	393,80
MAN-11-27	294046,25	5527632,98	421,60	421,60	0,00	388,10
MAN-11-20	293791,50	5527396,30	419,20	419,20	0,00	401,20
MAN-11-46	293597,04	5527546,25	423,86	423,86	0,00	412,46
MAN-11-43	293582,15	5527411,02	425,70	425,70	0,00	419,10
MAN-11-35	294253,33	5527727,26	420,80	420,80	0,00	404,90
LUC-12-01	294985,79	5526282,74	423,70	423,70	421,49	402,50
LUC-12-03	294989,79	5526082,75	416,20	416,20	413,90	407,20
LUC-12-06	294995,82	5525282,61	420,20	420,20	417,81	411,80
PZR-27	287470,66	5526018,23	416,21	416,13	411,15	413,21
PZR-28	290250,64	5527012,19	409,56	409,36	405,47	399,06
PZR-29	284171,16	5528589,95	430,65	430,53	428,12	430,15
PZR-30	291054,47	5531128,61	414,00	414,50	404,32	399,50
PZR-32	288187,84	5523222,70	422,60	0,00	418,71	420,60

La nomenclature des forages et piézomètres est la suivante:

- CDN : Forages de condamnation au roc
- PZD: Piézomètres aménagés dans les dépôts meubles
- PZR: Forages ouverts dans le roc
- PAU, MAN, LUC et NIC: Forages d'exploration au roc
- TF-12: Forages géotechniques au roc
- TF-: Forages géotechniques dans les dépôts

Toutes les coordonnées sont en MTM NAD 83 Zone 7.

3.6 CONSTRUCTION DU PUITS DE POMPAGE PP-1

La caractérisation d'un milieu géologique à l'aide de forages et d'essais par obturateurs est nécessaire pour produire un modèle numérique efficace. Par contre, ces travaux donnent de l'information plutôt locale et ne permettent pas de tout simuler avec une bonne précision. Pour cette raison la construction d'un puits de captage a été réalisée. Ce puits a servi à effectuer des

essais de pompage par paliers et de longue durée, mais aussi d'observer l'effet du pompage tout autour du puits.

La construction du puits, nommé PP-1, s'est déroulée du 8 au 16 novembre 2012. Elle a été effectuée à l'aide d'une foreuse rotative destructive avec récupération des copeaux de forage en continu. Cette foreuse était opérée par Les Forages LBM.

La séquence de construction du puits a c ommencé par l'enfoncement d'un tube d'acier d'environ 2,6 mètres de longueur et de 200mm de diamètre, soit jusqu'à l'atteinte du roc. Par la suite, le forage s'est poursuivi à trou ouvert, jusqu'à une profondeur de 292.9m. Le débit a été mesuré, par injection d'air, à chaque fois qu'une zone de fracturation était observée. Ces arrivées d'eau ont donc été notées, mais la méthode utilisée pour mesurer ce débit est plutôt imprécise car le régime d'écoulement n'est pas nécessairement laminaire dans ces conditions. Toutefois, cette procédure permet de mieux caractériser l'aquifère, ce qui est le but recherché.

À la suite de la réalisation du forage, le puits a été développé pendant 2h afin de nettoyer le trou des particules fines présentes au fond du trou de forage. Après cette phase de développent, une pompe de 150 mm de diamètre a été installée à une profondeur de 150m afin de pouvoir réaliser les essais de pompage. Ces essais devaient permettre de générer un rabattement significatif. La figure 7 montre la position du puits de pompage PP-1 et des forages suivis lors de l'essai. Le tableau 2 montre les caractéristiques et/ou composantes du puits PP-1.

Tableau 2 : Caractéristiques et propriétés du puits PP-1

COMPOSANTES OU CARACTÉRISTIQUES	**PUITS PP-1**
Profondeur (m)	292.9
Diamètre du tube en acier (mm)	200
Profondeur du roc (m)	2.6
Margelle du tubage protecteur (m)	0.89
Profondeur de la nappe niveau naturel p/r au tube (m)	15.23

3.6.1 ESSAI PAR PALIERS

Le premier essai réalisé sur le puits PP-1 a été l'essai par paliers qui permet notamment de déterminer la capacité spécifique du puits, le pourcentage de perte de charge attribué à

l'écoulement laminaire et de sélectionner le débit de pompage pour l'essai de longue durée. Cet essai consiste à pomper le puits à différents débits jusqu'à ce que le rabattement se stabilise. Le premier débit pompé est le plus petit et il augmente au fur et à mesure de l'avancement de l'essai. L'ajustement du débit a été fait à l'aide d'une vanne. Pour chaque palier de 125, 217, 340 et 454 L/min, le débit est noté et le rabattement généré par le pompage au cours du temps a été mesuré.

L'essai a été réalisé le 17 novembre 2013, à quatre (4) débits différents, soit 125, 217, 340 et 454 L/min. Chaque palier a été pompé pendant une durée de 60 minutes, L'eau captée a été rejetée dans un ruisseau situé à environ 300m du puits. Les résultats de l'essai de pompage sont illustrés à l'annexe 4.

3.6.2 ESSAI LONGUE DURÉE

À la suite de la réalisation de l'essai par paliers, un essai de longue durée (5 jours) a été effectué en PP-1 à partir du 18 novembre 2013. Cet essai, réalisé à un débit de pompage de 227 L/min, avait pour but :

1) d'observer l'effet du pompage (baisse du niveau d'eau) dans les dépôts meubles
2) d'observer le rabattement dans le socle rocheux cristallin
3) connaître les propriétés hydrogéologiques du milieu.

Durant l'essai de pompage, le rabattement a été mesuré dans le puits principal ainsi que dans tous les puits et piézomètres environnant afin de définir les propriétés hydrogéologiques régionales et ainsi mieux définir le modèle numérique (figure 7; annexe 1).

Au cours de l'essai de pompage longue durée, un certain nombre de forages (piézomètres) situés dans un rayon de l'ordre de 1.5 km autour du puits de pompage on été suivi. La figure 7 (Annexe 1) présente la localisation du puits de pompage, des trous de forage et piézomètres suivis ainsi que ceux qui ont réagit au pompage.

À la suite à l'essai de longue durée, la remontée a été mesurée dans le puits de captage mais aussi dans les forages et piézomètres environnants.

Durant l'essai de pompage, des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés à deux reprises (72h et 120h). Les échantillons obtenus ont été soumis aux analyses correspondant aux

principaux paramètres analysés dans le cadre d'un projet en eau potable. Ceux-ci recoupent les principaux paramètres reliés aux critères de rejet spécifiques aux cours d'eau récepteurs (MDDEP - site internet). Comme l'étude de préfaisabilité produite par METCHEM mentionne qu'il ne semble pas y avoir de problématique reliée aux éléments radioactifs, rien n'a été fait à cet effet. Il est évident que l'eau de dénoyage ne servira pas à l'alimentation en eau potable. Cependant comparer les résultats aux paramètres généralement utilisés dans les critères de qualité de l'eau de surface au Québec (MDDEFP, 2001) est un exercice qui permet de vérifier les concentrations de ces paramètres par rapport à des normes plus strictes.

Les échantillons d'eau recueillis ont été prélevés et conservés dans des conditions et températures adéquates selon le guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales de 2001 (Échantillonnage des eaux souterraines, cahier 3) du MDDEFP. Toutes les analyses chimiques demandées lors de ce projet ont été effectuées par le laboratoire externe accrédité Maxxam Analytique, situé à 737 boulevard Barrette, Chicoutimi (Qc). L'annexe 5 montre les graphiques de l'essai longue durée, l'annexe 6 les graphiques de la remontée de la nappe et l'annexe 7, les certificats d'analyses chimiques.

3.7 ESSAIS DE TRAÇAGE EN RIVIÈRE ET CALCUL DU DÉBIT

Des mesures de débit des principaux ruisseaux et rivières (figure 8) ont été réalisées. Diverses méthodes existent pour effectuer ces mesures, mais celle utilisée dans cette étude consiste à l'injection de traceurs.

Les débitmètres à hélice sont généralement utilisés pour déterminer le débit des cours d'eau, Il s'agit simplement d'effectuer une discrétisation des vitesses normales à la direction de l'écoulement de surface et d'en faire le rapport de surface pour obtenir le débit. Cette méthode est assez efficace mais entraîne une incertitude de +/- 10 %,

Lorsque le cours d'eau est plus petit (ruisseau jusqu'à 5m de largeur environ), l'utilisation de traceurs est plus précise (+/- 1%). C'est pourquoi cette méthode a été choisie. Il s'agit d'injecter un traceur à débit et concentration constante dans le cours d'eau et à mesurer sa concentration plus loin en aval dans le cours d'eau. Le principe de dilution permet facilement d'estimer le débit avec une grande précision. L'équation mathématique qui permet l'estimation du débit d'un cours d'eau est la suivante (Field, communication personnelle):

$$Qr * Cr = Qi * Ci \qquad (2)$$

ou:

Qr: le débit de la rivière (L^3T^{-1})
Cr: la concentration mesurée dans la rivière (ML^{-3})
Qi: le débit d'injection de la solution traçante (L^3T^{-1})
Ci: la concentration de la solution traçante (ML^{-3}).

La fluorescéine de sodium, communément appelée uranine et faisant partie de la famille des xanthènes, est le traceur qui a été utilisé pour ces essais. Sa limite de détection très basse, sa solubilité et son faible degré de sorption en font un bon traceur (Field et al. 1995). Selon plusieurs travaux antérieurs dont Davis et al. (1985), Field et al. (1995) et Käss (1998), l'uranine est inoffensive pour l'environnement et les humains lorsque la concentration dans l'eau n'excède pas 1mg/L pendant 24 heures. La limite de détection très faible sur la plupart des appareils (0.01µg/L) permet une utilisation sécuritaire puisqu'une concentration maximale de 10µg/L est amplement suffisante pour réaliser des essais quantitatifs utiles. L'absence d'uranine dans l'eau à l'état naturel constitue aussi une des raisons motivant son utilisation.

Les mesures de débits de rivières, corroborées aux précipitations, servent à la définition du modèle numérique et donc, à l'analyse des impacts potentiels du dénoyage sur l'eau de surface. Afin d'effectuer un bon calage, des sondes d'acquisition de niveaux d'eau ont été installées dans certains cours d'eau stratégiques. Le sommaire des paramètres utilisés lors de l'essai sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3: sommaire des données d'injection

	ruisseau 1	Ruisseau 2	ruisseau3	ruisseau 4	ruisseau 5	ruisseau 6
Cinj (µg/l)	8125	2500	3600	3750	750	250
Qinj (L/min)	13.88	7.26	12.28	14.5	13.3	12.3
D(m)	3	15	20	10	8	
Fluoresence (V)	1.15	0.014	0.61	0.5	0.17	2.2
Date d'injection	18 oct2012	17oct2012	18 oct2012	18 oct2012	18 oct2012	18 oct2012
Cinj = Concentration d'injection **Qinj = Débit d'injection** **D = distance entre le point d'injection et le point de mesure**						

3.8 PRÉLÈVEMENT ET ANALYSE D'ÉCHANTILLON D'EAU ET DE SOL

Un certain nombre d'échantillons de sol et d'eau ont été prélevés dans la zone d'étude. Des analyses chimiques ont été effectuées par le laboratoire externe accrédité MAXXAM Analytique. Les échantillons d'eau et de sol recueillis ont été prélevés et conservés dans des conditions et températures adéquates selon le guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales de 2001 (Échantillonnage des eaux souterraines, cahier 3, Échantillonnage des sols cahier 5) du MDDEFP. Les résultats de ces analyses ont pour but principal d'obtenir une empreinte environnementale de base avant la mise en place des installations.

Les échantillons de sol analysés correspondent à la cuillère fendue à une profondeur de 0.6 à 1.2m. Ils ont été prélevés par la firme externe LVM et les procédures normales d'échantillonnage ont été suivies (nettoyage à l'eau, à l'acétone et à l'hexane).

Pour ce qui est de prélèvements de l'eau souterraine, l'échantillonnage a été effectué par pompage à faible débit. Lorsque l'eau devenait claire, pour éviter la présence de matières en suspension qui pourraient fausser la concentration de certains éléments dans l'eau, et que le pH et la conductivité électrique étaient stables, l'échantillon d'eau était prélevé. Ces échantillons d'eau ont été prélevés par la firme Hydro-Ressources. Voici la liste des échantillons prélevés.

Échantillons d'eau	Échantillons de sol	
PZR-27	TF-240	TF-105
PZD-06	TF-239	TF-243
PZD-07	TF-238	TF-219
PZD-24	TF-241	TF-504
PZD-26	TF-242	TF-503
TF-242	TF-502	TF-220
TF-213	TF-501	TF-405

3.9 SIMULATION NUMÉRIQUE

Les travaux de terrains ont permis de préparer un modèle numérique fiable. La modélisation numérique est la méthode d'analyse la plus appropriée pour planifier le dénoyage d'une mine et aussi pour évaluer l'impact potentiel du pompage sur l'environnement. Elle consiste à reproduire le milieu géologique à l'aide d'un logiciel spécialisé (Feflow standard version 6.0 et

MIKE SHE/MIKE 11) qui permet de simuler notamment, l'écoulement souterrain et le transport de composés en solution. Une fois le modèle en place, il est possible de simuler une quantité infinie de scénarios prévisionnels, autant en régime permanent qu'en régime transitoire.

Il existe deux concepts en matière de simulation numérique de l'écoulement souterrain et du transport de contaminants. Il s'agit des différences et des éléments finis. Le principe des différences finies a été exploité à l'aide du code MODFLOW développé par le United State Geological Survey (USGS) en 1988. Vers le début des années 2000, les éléments finis ont commencé à prendre une part du marché. Bien que toujours moins populaires que MODFLOW, les codes qui utilisent les éléments finis sont beaucoup plus performants et efficaces. Les équations mathématiques sont similaires et ultimement, pour un cas simulé à partir des deux différents codes, le résultat devrait être le même. Par contre, les éléments finis permettent une plus grande flexibilité par rapport à la géométrie, une convergence plus facile, mais surtout, la simulation de fractures représentées par des éléments discrets.

Pour les raisons énumérées précédemment, le logiciel Feflow standard version 6.0 utilisant le principe des éléments finis, a été choisi pour effectuer les simulations sur ce projet. Ce logiciel a été développé par Wasy, une compagnie allemande qui appartient maintenant à DHI. La principale équation mathématique pour l'écoulement souterrain est la suivante :

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(Kxx\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(Kyy\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(Kzz\frac{\partial h}{\partial z}\right)-W=S_s\frac{\partial h}{\partial t}$$

où :

Kxx, Kyy et Kzz : la conductivité hydraulique dans l'espace suivant les axes x, y et z
h : la charge hydraulique
W : le flux volumétrique par unité de volume qui représente la source d'eau
Ss : le coefficient d'emmagasinement spécifique
T : le temps

L'approche des éléments finis utilisée par FEFLOW (version 6.0) consiste en une quantité de mailles localisées dans l'espace où les solutions approchées de l'équation aux dérivées partielles sont calculées. Les mailles correspondent à des prismes triangulaires dont tous les côtés peuvent être de longueurs différentes. Ce concept facilite la construction de la géométrie du modèle numérique. En effet, même si les couches horizontales doivent être constantes sur tout le modèle, elles peuvent être d'épaisseur très faible (10cm) et donc avoir un effet négligeable sur le résultat.

Des valeurs des caractéristiques hydrogéologiques sont attribuées à chaque élément (prisme triangulaire). Comme il y a de nombreux éléments sur le modèle, l'hétérogénéité peut être représentée. Sur différents nœuds, il est possible d'attribuer des conditions aux limites et de représenter, par exemple, une rivière ou un lac, une fosse.

La simulation permet notamment d'analyser l'effet du dénoyage de la mine et d'estimer l'impact potentiel du futur parc à résidus sur l'écoulement souterrain. Comme les résidus ne sont pas générateurs d'acide, il n'est pas nécessaire de simuler le transport de composés en solution provenant du parc à résidus.

En complément et pour mieux caractériser l'impact du dénoyage sur les cours d'eau de surface, des simulations ont aussi été effectuées en régime transitoire à l'aide du logiciel MIKE SHE. Ce dernier est un code qui utilise les différences finies et qui permet de simuler l'écoulement de surface. Par conséquent, une fois le modèle calé en régime permanent sur FEFLOW, les données ont été exportées sur MIKE SHE afin d'effectuer les simulation en régime transitoire. MIKE SHE permet de bien incorporer les valeurs de recharges ainsi que les aspects liés à la végétation. Par conséquent, la recharge peut être estimée avec davantage de précision.

4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

4.1 ANALYSE DES DONNÉS DISPONIBLES

L'analyse des données disponibles, tels que les rapports de forages, ont permis d'identifier certains paramètres, comme la qualité du roc (RQD), et l'épaisseur des dépôts meubles. Par contre, les rapports de forages existants, provenant des forages d'exploration ont une utilité restreinte car la valeur du RQD était calculée de façon très sommaire. Aussi, certaines boites de carottes de forage ont été analysées, mais comme les analyses géochimiques avaient déjà été effectuées, les carottes étaient complètement détruites. Par conséquent, la fracturation du roc était un aspect particulièrement difficile à analyser dans ces trous de forage déjà existants en début de mandat.

Ces données ont toutefois permis de remarquer que les dépôts sont constitués principalement de sable fin, de silt et de traces de gravier et que l'épaisseur des dépôts meubles dans la zone Paul était plutôt faible.

Comme les trous de forages étaient quasiment tous existants, l'ensemble de ces donnés a tout de même permis de minimiser la quantité de forages additionnels nécessaire dans le cadre de l'étude hydrogéologique. Entre autres, des forages exploratoires existant ont été utilisés pour effectuer des essais avec des obturateurs et des essais de choc hydraulique.

4.2 FORAGES ET PIÉZOMÉTRIE

Lors de l'analyse des données pour la création du modèle numérique, des forages réalisés par la firme LVM (nommés TF) ont été intégrés. La majorité des forages effectués par LVM sont implantés à l'endroit du future parc à résidus et de la future fosse.

La figure 9 (annexe 1) montre l'épaisseur de dépôts meubles sur l'ensemble de la zone d'étude évaluée à partir des données de forage. Cette figure a été générée par soustraction de maille, c'est-à-dire en soustrayant la maille de la topographie de surface à celle de la topographie du socle rocheux. Les trois cartes proviennent d'un résultat d'interpolation, les valeurs ne sont donc pas absolues. Cependant, les informations considérées pour cette analyse apportent une précision relativement élevée.

L'épaisseur de dépôts meubles est relativement faible sur l'ensemble du site. Pour ce qui est des secteurs d'intérêts, soit le site de la future fosse et l'endroit du futur parc à résidus, l'épaisseur est par contre très différente. En effet, autour et au-dessus de la future fosse, les dépôts possèdent une épaisseur généralement inférieure à 5m. Certains endroits, plutôt limités, montrent toutefois une épaisseur pouvant atteindre une dizaine de mètres. Dans le secteur du futur parc à résidus, l'épaisseur des dépôts peut atteindre 47m. La figure 9 montre bien la localisation de cette zone.

Dans la majorité des forages, la stratigraphie consiste en une alternance de sable fin à grossier avec des passages de silt et des traces de gravier. Dans le secteur du futur parc à résidus, certains forages effectués par la firme LVM indiquent la présence de sable moyen à grossier plus en profondeur. Ce dépôt, beaucoup plus perméable, semble être d'origine différente, c'est-à-dire possiblement d'origine fluviatile ou fluvioglaciaire qui serait antérieur à la dernière glaciation.

La figure 10 montre la topographie du socle rocheux. Cette figure illustre aussi très bien la dépression située au *sud-est* du terrain à l'étude. Les affleurements rocheux cartographiés sur la carte ont été définis à l'aide du relevé LIDAR, mais aussi à l'aide des données de forages.

Toutefois, la qualité du relevé topographique permet facilement d'identifier ces affleurements rocheux.

La fracturation observée au niveau du socle rocheux cristallin est particulièrement faible. Mis à part en PZR-28, aucune zone anormalement fracturée n'a été identifiée. Les valeurs de conductivité hydraulique présentées plus bas corroborent cet aspect. En général, le socle rocheux est davantage fracturé sur les 5 à 10 mètres supérieurs. C'est d'ailleurs pour cette raison que des essais avec les obturateurs ont souvent été effectués près de la surface du roc. L'annexe 2 présente en détails les descriptions.

Les figures 11 et 12 montrent respectivement l'écoulement souterrain interpolé dans les dépôts et dans le roc. Une carte piézométrique est le résultat d'une interpolation, donc une estimation de l'écoulement souterrain. Lorsqu'il y a plusieurs forages disponibles, différentes méthodes d'interpolation permettent d'obtenir des résultats plus ou moins efficace. Dans ce cas-ci, un total de 102 valeurs de niveaux d'eau sont disponibles. Par conséquent, la méthode d'interpolation des voisins naturels demeure la façon la plus efficace d'estimer l'écoulement souterrain. En effet, cette méthode intègre bien une distribution anisotrope des points et honore la valeur de chaque point. Mentionnons que l'écoulement souterrain se fait de façon normale aux courbes équipotentielles, sauf si le milieu est anisotrope, ce qui n'a pas été défini au cours de ce projet. Précisons aussi qu'un écoulement en milieu isotrope n'implique pas un milieu homogène. L'anisotropie et l'hétérogénéité sont deux concepts différents, et dans cette étude, l'hétérogénéité du milieu a été intégré à l'analyse.

L'écoulement souterrain dans les dépôts meubles montre globalement une convergence vers le lac à Paul et vers la rivière Naja. En effet, cette rivière semble influencer considérablement l'écoulement souterrain. Comme les données obtenues dans les dépôts meubles sont plutôt limitées dans l'espace (dans la mesure où il n'y a pas assez de données de forage dans cette zone), l'interpolation n'est pas très bonne plus au nord, soit vers la rivière Manouane. A l'endroit de la future fosse, l'écoulement se fait clairement vers le lac à Paul.

Pour ce qui est de l'écoulement dans le socle rocheux, la couverture est beaucoup plus importante et le résultat est donc plus complet. Le résultat montre bien l'effet de la rivière Manouane plus au nord. En effet, l'écoulement souterrain à proximité de cette rivière converge vers la rivière Manouane. La rivière Naja semble avoir une influence moins importante au niveau du roc, quoiqu'une certaine convergence est observable à l'embouchure de la rivière. Pour ce qui est de l'écoulement dans le secteur de la future fosse et à l'ouest de celle-ci, il se fait vers le sud, soit vers le lac à Paul.

4.3 ESSAIS D'OBSTURATEURS

Le tableau 4 montre l'ensemble des résultats obtenus avec les essais d'obturateurs.

Tableau 4: Résultats des essais aux obturateurs.

ID	Profondeur testée (m)	K(m/min)
PZR-28	10,5	**1,78E-04**
	13,5	**2,2057E-06**
	16	**4,19E-05**
	17,5	**1,7693E-05**
	19,5	**4,7566E-06**
	29,5	**8,8229E-07**
	33,5	**9,8655E-07**
	61	**4,9327E-07**
	65	0
	83	0
	88	0
PZR-32	8	**2,7969E-06**
	18,50	0
	31	**6,18E-05**
	35	**6,712E-05**
	43	**1,5525E-06**
	48,50	0
	66,50	0
CDN-12-04	1	**1,4132E-06**
	4,00	**7,066E-07**
	7,00	0
	10,00	**3,0351E-06**
	18,00	0
	40,00	0
CDN-12-07	1,73	**6,5387E-07**
	5,20	0
	9,54	**9,21E-05**
	13,01	**9,52E-05**
	18,22	**3,2952E-05**

	28,62	**9,52E-05**
	36,43	**4,69E-05**
CDN-12-14	3,47	**1,36E-04**
	8,67	0
	10,41	**1,11E-04**
	15,61	**2,8318E-06**
	29,49	0
	32,96	0
	39,03	0
CDN-12-29	11,28	**4,8037E-06**
	14,31	**1,0019E-05**
	15,61	**1,0444E-06**
	36,00	**1,1661E-06**
	37,30	**3,6308E-07**
	39,90	**0**
TF-12-04	70,46	**2,1553E-06**
	76,37	**2,5656E-05**
	78,34	**5,4552E-06**
	103,47	**1,31E-04**
TF-12-06	4,52	**2,7139E-05**
	10,85	0
	24,41	**5,0962E-07**
	39,79	**5,3207E-07**
	38,89	**5,171E-07**
	75,97	**1,26E-05**
	81,39	0

L'analyse des résultats indique qu'en général, la conductivité hydraulique ne varie pas en fonction de la profondeur (figure 13). Les résultats du PZR-28 présentent une certaine exception. En effet, la conductivité hydraulique en surface est beaucoup élevée que celle en profondeur dans ce même trou de forage. Aussi, ces valeurs sont plus élevées que l'ensemble des autres valeurs calculées sur le site, qui oscillent surtout entre 1e-6 à 1e-7 m/min.

4.4 ESSAIS DE CHOC HYDRAULIQUE

Le tableau 5 montre l'ensemble des résultats obtenus avec les essais de choc hydraulique effectués. Rappelons que les détails des calculs sont illustrés à l'annexe 3.

Tableau 5: Sommaire des résultats des essais de choc hydraulique.

Piézomètre et/ou forage	Conductivité hydraulique (m/min)
PZD-1	2,21E-05
PZD-2	7,25E-04
PZD-3	1,37E-05
PZD-4	2,02E-04
PZR-5	5,90E-05
PZD-7	6,88E-05
PZD-8	1,30E-04
PZD-10	1,05E-04
PZD-11	1,66E-04
PZD-12	8,85E-05
PZD-14	5,19E-05
PZD-15	3,64E-05
PZD-16	5,46E-05
PZD-18	6,25E-05
PZD-20	1,24E-04
PZD-21	1,22E-04
PZD-22	3,06E-05
PZD-23	1,63E-05
PZD-24	2,71E-04
PZD-25	1,26E-05
PZD-26	8,94E-05
TF-12-01	3,24E-07
TF12-03	1,29E-07
TF-12-05	3,87E-07
TF-242-12	7.75E-09
PZR-27	1,69E-06
PZR-29	2,91E-06
PZR-30	1,5793E-04
CDN-12-01	9,23E-06
CDN-12-07	6,08E-06
CDN-12-14	6,6889E-06
CDN-12-16	1,33E-06
CDN-12-17	1,72E-06
CDN-12-20	4,15E-06
CDN-12-27	5,06E-06
Traverse 11-01	1.59e-06

Traverse 11-06	5.81E-07
Lize 11-04	2.16E-06
Lize 11-06	1.45E-06
Lize 11-07	1.43E-06
Lucie 12-01	8.70E-07
Lucie 12-03	7.40E-07
Lucie 12-06	1.08E-06
Paul 12-80	6.07E-07
Paul 12-82	2.00E-06
Paul 11-77	7.13E-07
Paul 11-79	1.18E-06
Paul 12-104	6.71E-07
Bleu = forage et/ou piézomètres aménagés dans les dépôts meubles	
Rouge = forage et/ou piézomètres aménagés au roc	

Dans ce tableau, le contraste entre la conductivité hydraulique calculée dans les dépôts meubles et dans le roc est assez évident. En effet, dans les dépôts, la conductivité hydraulique varie autour de 1E-05 à 1E-04 m/min. Il s'agit de valeurs tout à fait représentatives de ce genre de dépôts.

Pour ce qui est du roc, les valeurs de conductivité sont particulièrement homogènes et varient autour de 1E-07 à 1E-06 m/min. L'ensemble de ces valeurs est aussi similaire aux résultats obtenus à l'aide des obturateurs.

Il faut toutefois noter une exception à l'endroit de TF-242-12 avec une valeur de conductivité de 7.75E-09. Cette valeur semble cependant irréaliste et d'ailleurs l'essai a été effectué en hiver, ce qui a compliqué considérablement le processus d'essai. Entre autres, la pompe utilisée gelait constamment ce qui empêchait de réaliser un pompage en continu. Les données stratigraphiques présentées dans le rapport de LVM suggèrent plutôt une conductivité hydraulique de l'ordre de 1E-05 à 1E-04 m/min dans ce secteur, soit une valeur similaire au reste des essais effectués dans les dépôts meubles.

4.5 CONSTRUCTION D'UN PUITS PP-1

Comme le forage du puits a été effectué par une méthode destructive, la stratigraphie et la nature de la roche sont particulièrement complexes à décrire. Les copaux de forage montraient

une alternance de roche à texture micro-grenue (mafique), a grenue (felsique), avec des passages quartzo-feldspathique.

Lors du forage, des zones fracturées ont été identifiées par des venues d'eau. Par conséquent, des mesures de débit ont été effectuées par injection d'air sous haute pression. Les débits les plus importants mesurés lors du forage et les profondeurs correspondantes sont :

Profondeur (m)	Débit mesuré (m^3/min)
85.34	0.07
103.63	0.13
213.36	0.29
234.84	0.32

Ces valeurs montrent bien l'augmentation du débit avec la profondeur, indiquant le lien progressif d'un certain nombre de fractures. Selon l'expérience du personnel d'Hydro-Ressources, il s'agit de valeurs de débits relativement élevés pour une roche cristalline de la province du Grenville.

4.5.1 ESSAIS DE POMPAGE PAR PALIERS

La capacité spécifique du puits a été déterminée pour chacun des paliers effectués. La capacité spécifique correspond au rapport du débit sur le rabattement. Les données de rabattement décrites ci-dessous correspondent aux valeurs de rabattement observées à la fin de chaque palier, une fois le niveau piézométrique quasi-stabilisé. Les principaux résultats des essais par paliers effectués en PP-1 sont:

Débit (m^3/min)	Rabattement (m)	Capacité spécifique (m^2/min)
0.125	2.56	0.048
0.234	6.73	0.034
0.34	8.5	0.04
0.454	11.61	0.039

La capacité spécifique du puits reste relativement constante pour l'ensemble des paliers, montrant un écoulement plutôt laminaire.

Avec ces données, il est possible d'estimer le pourcentage de perte de charge attribuable à l'écoulement laminaire par rapport à la perte de charge totale du puits en pourcentage (Lp). À partir du raisonnement de Jacob (1946), (Lp) s'exprime comme suit :

$$Lp = \frac{BQ}{BQ + CQ^2} \times 100$$

Où : BQ : perte de charge linéaire;
CQ^2 : perte de charge quadratique.

B et C sont obtenus à partir de la courbe du rabattement spécifique (s/Q) en fonction du débit. Ce graphique est présenté à l'annexe 4.

Pour un débit de 227 l/min, qui correspond environ au débit pompé lors de l'essai longue durée, le pourcentage d'écoulement laminaire est de 89.5 %, ce qui est assez bon. Cependant, cette valeur provient d'une relation analytique simple, développée pour un milieu isotrope et homogène, ce qui n'est pas le cas de cette formation. Par contre, les résultats semblent assez réalistes.

4.5.2 ESSAIS DE POMPAGE LONGUE DURÉE

Les mesures de rabattement en fonction du temps dans un puits permettent de mesurer différents paramètres hydrogéologiques dont la transmissivité **(T)** et la conductivité hydraulique **(K)**. Aussi, la tendance des rabattements sur les graphiques semi-logarithmique permet d'évaluer le débit captable par un puits de pompage à plus long terme. Le tableau 6 montre certains paramètres mesurés pendant l'essai de pompage.

Tableau 6: Sommaire des données de pompage au puits

Débit de pompage(m^3/min)	Niveau initial(m)	Niveau final(m)	Rabattement final (m)	Temps de pompage (min)
0.227	15.23	60.69	45.46	5760

L'essai de pompage a été effectué à un débit de 227 l/min. Le rabattement maximal, mesuré au terme de l'essai de pompage (5 jours), était de 45.46m, ce qui implique une capacité spécifique en fin d'essai de 0.004 m^2/min.

Durant l'essai un certain nombre de forages au roc et dans les dépôts ont été suivis. Seuls quelques trous de forage au roc ont réagit au pompage. Quant aux forage dans les dépôts meubles, aucun rabattement n'a été mesuré.

Tableau 7: Principales observations de rabattement

Piézomètres	Niveau initial	Niveau final	Rabattement final	Distance par rapport au puits	Temps final
	(m)	(m)	(m)	(m)	(min)
PAU-12-80	13.6	38	24.4	9.7	5680
PAU-12-81	9.57	11.17	1.6	85	5640
PAU-12-65	2.34	4.33	1.99	92	5648
PAU-12-24	4.16	7.2	3.04	168	5685
TF-12-01	4.35	6.57	2.22	280	5680
TF-12-06	16.38	30.68	14.3	140	5645

Évidemment, les niveaux d'eau dans les forages les plus proches du puits de captage montrent un rabattement plus important. L'aire d'influence causée par le pompage s'étend principalement vers l'est. Toutefois, le nombre de piézomètres ayant réagit au pompage est plutôt limité et il est assez complexe de définir avec précision l'aire d'influence du puits.

4.5.3 PROPRIÉTÉS HYDROGÉOLOGIQUES

4.5.3.1 TRANSMISSIVITÉ

La transmissivité (T) représente le volume d'eau qui s'écoule à travers une coupe verticale de largeur unitaire. Selon la méthode d'analyse de Cooper-Jacob (1946), pour le pompage d'une nappe libre, la transmissivité (T) se calcule selon la relation suivante :

$$T = \frac{2{,}3Q}{4\pi\Delta s'} \qquad (1)$$

Où Q: débit de pompage en régime transitoire appliqué lors de l'essai (m^3/min);
Δs': rabattement corrigé pour une nappe libre (m).
$\Delta s' = s - (s^2/2D)$
s : rabattement sur un cycle logarithmique (m)
D : Épaisseur saturée de l'aquifère (m)

La valeur de la conductivité hydraulique (K) est fonction de la transmissivité (T) calculée à partir de l'essai de pompage et de l'épaisseur saturée de la formation aquifère. La conductivité hydraulique s'estime à l'aide de la relation suivante :

$$K = \frac{T}{b} \quad (2)$$

Où T : transmissivité de la formation aquifère (m^2/min);
b : épaisseur saturée de la formation aquifère (m).

Les résultats obtenus pour le puits PP-1 et les autres forages sont présentées dans le tableau 8.

Tableau 8: Sommaire des propriétés hydrogéologiques.

Piézomètres	Niveau initial	Niveau final	Rabattement final	T	K
	(m)	(m)	(m)	(m^2/min)	(m/min)
PP-1	15.23	60.69	45.46	2.97E-03	1.07E-05
PAU-12-80	13.6	38	24.4	4.56E-03	1.24E-05
PAU-12-81	9.57	11.17	1.6	1.06E-01	2.41E-04
PAU-12-120	2.34	4.33	1.99	2.59E-02	9.04E-05
PAU-12-139	4.16	7.2	3.04	1.91E-02	7.66E-05
TF-12-01	4.35	6.57	2.22	3.73E-02	1.45E-04
TF-12-06	16.38	30.68	14.3	7.96E-03	3.67E-05

Ce tableau montre des résultats différents des autres essais effectués. En effet, les essais de choc hydraulique ainsi que les essais avec obturateurs montraient des valeurs de l'ordre de 1E-07 à 1E-06 m/min. Ces résultats, provenant de l'essai de pompage, montrent des valeurs plutôt situées autour de 1E-05 m/min. Cet ordre de grandeur de différence est fréquemment observé. En fait, un essai de pompage sollicite l'écoulement sur une partie plus importante de la formation géologique, ce qui est possiblement plus représentatif de la réalité. Toutefois, il est possible, voir probable, que le pompage modifie l'écoulement sur des épaisseurs supérieures à

celles des trous de forage. Par conséquent, le fait d'utiliser la valeur de profondeur du trou de forage peut générer une variance de la conductivité hydraulique. Cet aspect demeure toutefois particulièrement difficile à valider.

4.5.3.3 ESSAI DE RECOUVREMENT

La prise de mesures de la remontée de la nappe permet aussi de calculer les valeurs de transmissivité et de conductivité hydraulique. Le principe du calcul est similaire à celui de la descente. Cependant, il est considèré, pour les besoins mathématiques, une injection dans le puits équivalente à celle du débit de pompage.

L'ensemble des résultats sont présenté dans le tableau 9 alors que les courbes d'analyse sont jointes à l'annexe 6.

Tableau 9: Sommaire des valeurs dérivées de la remontée

Piézomètres	Épaisseur saturée	Rabattement final (m)	T	K
	(m)	(m)	(m^2/min)	(m/min)
PP-1	276.77	45.46	4.19-03	1.51E-05
PAU-12-80	367.4	24.4	4.89E-03	1.33E-05
PAU-12-81	440.46	1.6	2.97E-01	6.74E-04
PAU-12-120	286.4	1.99	3.46E-01	1.21E-03
PAU-12-139	248.5	3.04	4.15E-02	1.67E-04
TF-12-01	258.04	2.22	2.37E-02	9.2E-05
TF-12-06	216.65	14.3	5.19E-03	2.39E-05

Tel qu'attendu, ces valeurs sont relativement similaires à celles obtenues lors du pompage. Par conséquent, elles sont supérieures aux valeurs provenant des essais de choc hydrauliques et des essais avec obturateurs.

4.5.4 ESSAI DE TRAÇAGE EN RIVIÈRE ET CALCUL DU DÉBIT

Les débits calculés dans les cours d'eau testés sont les suivants;

Ruisseau 1 : 4159 l/min

Ruisseau 2 : 44383.52 l/min
Ruisseau 3 : 2947.2 l/min
Ruisseau 4 : 4595.39 l/min
Ruisseau 5 : 2466.54 l/min
Ruisseau 6 : 58.96 l/min

Le débit de la rivière Naja (no 2) est particulièrement important. D'ailleurs ce cours d'eau est le principal effluent du lac à Paul. Les débits des autres ruisseaux, quoique beaucoup plus faibles, sont toutefois significatifs. Le débit du ruisseau no 6 est très faible. Avec un tel débit, il est fort probable que ce cours d'eau soit intermittent.

4.5.5 RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES

4.5.5.1 ANALYSES CHIMIQUES AU PUITS

L'ensemble des résultats des analyses chimiques effectué sur les échantillons d'eau prélevés pendant les essais de pompage (72-et 120h) est présenté au tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10: sommaire des résultats d'analyse chimique en PP-1

Paramètre	Unité	72 hrs	120 hrs	CMA (mg/L)
Antimoine	mg/l	ND	ND	---
Calcium	mg/l	18	18	---
Cuivre (cu)	mg/l	0,013	0,0031	**0.0073**
Dureté	mg/l	80	77	---
Fer (Fe)	mg/l	0,37	0,13	---
Magnésium (Mg)	mg/l	8,2	8,0	---
Manganèse (Mn)	mg/l	0,04	0,032	---
Mercure (Hg)	mg/l	0,0001	ND	**0.00013**
Sodium (Na)	mg/l	15	16	---
Titane (Ti)	mg/l	ND	ND	---
Uranium (U)	mg/l	0,003	0,0024	---
Zinc (Zn)	mg/l	0,26	0,0050	**0.067**
Arsenic (As)	mg/l	ND	ND	**0.340**
Baryum (Ba)	mg/l	0,046	0,045	**5.3**
Bore (B)	mg/l	ND	ND	---
Cadmium (Cd)	mg/l	ND	ND	**0,002**
Chrome (Cr)	mg/l	ND	ND	**0,016**
Plomb (Pb)	mg/l	0,22	0,0078	**0,034**

Sélénium (Se)	mg/l	ND	ND	**0,020**
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/l	ND	ND	**---**
Carbone organique total	mg/l	---	3,6	**---**
Cyanures totaux	mg/l	ND	ND	**---**
Fluorure (F)	mg/l	0,3	0,3	**4.0**
NTK Azote total kejeldhal	mg/l	ND	ND	**---**
pH	pH	7,95	7,81	**<6.0>9.5**
Anions sulfures	mg/l	0,05	0,03	**---**
Alcalinité	mg/l	110	92	**---**
Bromure	mg/l	ND	0,1	**---**
Bicarbonates	mg/l	110	92	**---**
Chlorures	mg/l	9,6	12	**860**
Nitrates et Nitrites	mg/l	ND	ND	**---**
Sulfates	mg/l	5,8	6,6	**---**
Solides Dissous Totaux	mg/l	130	120	**---**
Solides Totaux	mg/l	120	130	**<500**
Métaux eau souterraine - dissous				
Manganèse (Mn)	mg/l	0,034	0,028	**---**
Fer (Fe)	mg/l	0,1	ND	**--**
CMA: concentration maximale autorisée				
ND: inférieur a la limite de détection rapporté				

Ces résultats sont tous inférieurs aux critères de rejet suggérés dans la politique de protection des terrains contaminés, publiée par le MMDEP. Mentionnons toutefois les valeurs de cuivre, de plomb et de zinc, qui étaient au dessus du critère de rejet au premier échantillon. Pour ce qui est du cuivre et du zinc, il est très rare que l'eau souterraine respecte le critère de rejet, mais dans ce cas-ci, le dernier échantillon laisse supposer que ces valeurs sont adéquates.

Le tableau 11 montre les résultats des autres échantillons d'eau prélevés ailleurs sur le site alors que l'annexe 8 contient les certificats d'analyse de ces échantillons d'eau.

Tableau 11: sommaire des résultats d'analyse chimique des échantillons d'eau prélevés dans les piézomètres.

PARAMETRES	UNITES	ECHANTILLONS							
Métaux dissous		PZR-	TF-	TF-	PZD-	PZD-	PZD-	PZD-	PZD-

(eau souterraine)		27	213	242	06	07	26	24	24 Dup, Lab
Phosphore	mg/l	ND	0,49	0,05	ND	ND	---	---	---
Aluminium	mg/l	0,05	0,70	1,0	0,07	ND	---	---	---
Antimoine	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Argent	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Arsenic	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Baryum	mg/l	0,07	0,07	0,02	0,02	ND	---	---	---
Cadmium	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Chrome	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Cobalt	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Cuivre	mg/l	0,003	0,072	ND	0,028	ND	---	---	---
Plomb	mg/l	ND	0,006	0,001	ND	ND	--	---	---
Manganèse	mg/l	0,083	0,24	1,4	0,057	0,032	---	---	---
Molybdène	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Nickel	mg/l	ND	0,01	ND	ND	ND	---	---	---
Sélénium	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Sodium	mg/l	1,1	3,5	18	0,8	1,5	---	---	---
Zinc	mg/l	0,077	13	0,088	0,12	0,039	---	---	---
Titane	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Calcium	mg/l	6,6	14	7,7	3,5	3,9	---	---	---
Aluminium	mg/l	---	---	---	---	---	16	14	15
Antimoine	mg/l	---	---	---	---	---	ND	ND	ND
Arsenic (As)	mg/l	---	---	---	---	---	ND	ND	ND
Baryum (Ba)	mg/l	---	---	---	---	---	0,74	0,27	0,29
Cadmium	mg/l	---	---	---	---	---	ND	ND	ND
Calcium (Ca)	mg/l	---	---	---	---	---	15	19	20
Chrome (Cr)	mg/l	---	---	---	---	---	0,03	ND	ND
Cobalt (Co)	mg/l	---	---	---	---	---	0,01	ND	ND
Cuivre (Cu)	mg/l	---	---	---	---	---	0,17	0,075	0,079
Plomb (Pb)	mg/l	---	---	---	---	---	0,03	0,02	0,02
Manganèse	mg/l	---	---	---	---	---	0,29	0,2	0,21
Molybdène	mg/l	---	---	---	---	---	ND	0,02	0,02
Nickel (Ni)	mg/l	---	---	---	---	---	0,02	0,01	0,01
Sélénium (Se)	mg/l	---	---	---	---	---	ND	ND	ND
Argent (Ag)	mg/l	---	---	---	---	---	ND	ND	ND
Sodium (Na)	mg/l	---	---	---	---	---	ND	ND	ND
Titane (Ti)	mg/l	---	---	---	---	---	0,85	0,45	0,46
Zinc (Zn)	mg/l	---	---	---	---	---	0,36	0,31	0,32

Cyanures totaux	mg/l	---	ND	---	---	ND	ND	ND	---
Fluorure	mg/l	---	ND	---	---	ND	ND	ND	---
pH	pH	---	6,87	6,62	6,36	6,48	---	---	---
Phosphore total	mg/l	ND	---	23	7,9	---	3,6	0,75	---
Chlorures (Cl)	mg/l	---	2,1	0,64	0,32	0,46	---	---	---
ND = inférieur a la limite de détection rapportée									

Les valeurs sont similaires sur l'ensemble du site à l'étude à l'exception de quelques éléments qui montrent de légères variations, comme le phosphore total et les chlorures.

4.5.5.2 ANALYSES CHIMIQUES D'ÉCHANTILLONS DE SOLS

Les résultats des tests effectués sur les échantillons de sols sont présentés dans les tableaux 12, 13 et 14, alors que les certificats des ces analyses sont présentés à l'annexe 9.

Tableau 12: sommaire des résultats d'analyse chimique des hydrocarbures sur les échantillons de sols

Échantillons	Paramètres
	Hydro-Pétrolier (C10-C50) (mg/kg)
TF-240	ND
TF-239	ND
TF-238	ND
TF-241	ND
TF-242	ND
TF-502	ND
TF-502 Dup, Lab	ND
TF-501	180
TF-105	ND
TF-243	ND
TF-219	ND
TF-504	ND
TF-503	ND
TF-220	ND
TF-405	160
ND = inférieur a la limite de détection rapportée	
A= 300 (critère pour un milieu vierge)	
B= 700 (critère pour un milieu résidentiel)	
C= 3500 (critère pour un milieu industriel)	

Les valeurs sont inférieures au critère A qui correspond à un environnement vierge d'après la politique de protection des terrains du MDDEP.

Tableau 13: Sommaire des résultats d'analyse chimique des métaux sur les échantillons de sols

PARAMETRES	UNITES	ECHANTILLONS							
Métaux dissous (eau souterraine)		A	B	C	TF-240	TF-239	TF-238	TF-241	TF-242
Mercure	mg/kg	0,2	2	10	ND	ND	ND	ND	ND
Phosphore	mg/kg	-	-	-	1100	500	1200	1400	2100
Aluminium	mg/kg	0,05	0,70	1,0	0,07	ND	---	---	---
Antimoine	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	---	---	---
Argent	mg/kg	2	20	40	ND	ND	ND	ND	ND
Arsenic	mg/kg	6	30	50	ND	ND	ND	ND	ND
Baryum	mg/kg	200	500	2000	61	32	160	430	380
Cadmium	mg/kg	1,5	5	20	ND	ND	ND	ND	ND
Chrome	mg/kg	85	250	800	10	7	6	6	5
Cobalt	mg/kg	15	50	300	3	ND	3	6	5
Cuivre	mg/kg	40	100	500	17	4	7	8	6
Plomb	mg/kg	50	500	1000	ND	ND	ND	ND	ND
Manganèse	mg/kg	770	1000	2200	60	17	71	83	88
Molybdène	mg/kg	2	10	40	ND	ND	ND	ND	ND
Nickel	mg/kg	50	100	500	7	2	7	7	7
Sélénium	mg/kg	1	3	10	ND	ND	ND	ND	ND
Sodium	mg/kg	-	-	-	170	73	120	100	94
Zinc	mg/kg	110	500	1500	21	ND	15	28	34
Titane	mg/kg	-	-	-	440	180	520	1400	1200
Calcium	mg/kg	-	-	-	3100	1400	3100	3200	4800
Aluminium	mg/kg	-	-	-	5600	2400	7600	8900	6700
Antimoine	mg/kg	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND
Etain	mg/kg	5	50	300	ND	ND	ND	ND	ND
Bore	mg/kg	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND
Béryllium	mg/kg	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND
Fer	mg/kg	-	-	-	-	4100	1200	8500	12000
Magnésium	mg/kg	-	-	-	2000	430	2000	4200	4700
Potassium	mg/kg	-	-	-	940	190	1100	2300	3400
Vanadium	mg/kg	-	-	-	13	ND	18	33	30
ND = inférieur a la limite de détection rapportée									

Tableau 14: Sommaire des résultats d'analyse chimique des métaux sur les échantillons de sols (suite)

PARAMETRES	UNITES	ECHANTILLONS									
Métaux dissous (eau souterraine)		TF-502	TF-501	TF-105	TF-243	TF-243 Dup,Lab	TF-219	TF-504	TF-503	TF-220	TF-405
Mercure	mg/l	ND	0,1	0,06	ND	ND	ND	ND	0,02	0,03	0,08
Phosphore	mg/l	1600	480	470	870	860	380	5500	780	2500	430
Argent	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Arsenic	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Baryum	mg/l	34	140	43	72	69	14	150	20	150	25
Cadmium	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chrome	mg/l	6	ND	ND	4	4	3	ND	13	12	ND
Cobalt	mg/l	6	ND	ND	4	4	ND	8	4	6	ND
Cuivre	mg/l	14	20	18	11	10	ND	7	7	7	8
Plomb	mg/l	ND	8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15
Manganèse	mg/l	76	100	33	64	58	18	61	85	85	25
Molybdène	mg/l	ND	1	ND	ND	ND	ND	5	ND	ND	ND
Nickel	mg/l	9	9	9	6	6	1	6	6	8	3
Sélénium	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sodium	mg/l	130	78	59	140	140	43	170	42	84	53
Zinc	mg/l	17	33	13	12	10	ND	28	19	38	22
Titane	mg/l	410	34	84	340	300	170	1300	610	1700	9
Calcium	mg/l	3800	4100	1300	2400	2400	540	10000	1100	4200	1600
Aluminium	mg/l	6000	3300	6100	3600	3400	3100	10000	8900	16000	1200
Antimoine	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Etain	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Bore	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Béryllium	mg/l	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fer	mg/l	7600	1400	800	4800	4400	2700	16000	12000	22000	1000
Magnésium	mg/l	2100	660	220	1500	1300	630	5100	1800	5000	260
Potassium	mg/l	810	720	230	820	720	180	2800	570	1400	260
Vanadium	mg/l	14	ND	15	20	9	ND	28	26	46	ND
ND = inférieur a la limite de détection rapportée											

Ces résultats montrent des valeurs normalement observées en teneur de fond. Les résultats obtenus sont toutefois légèrement plus variables que pour l'eau souterraine, ce qui n'est pas inhabituel. Évidemment, le sol en place est exempt de contamination en hydrocarbures.

4.5.5.2 CLASSE DE L'AQUIFÈRE

Tel qu'exigé dans la directive 019 (directive sur l'industrie minière), il est requis de définir la classe de l'aquifère. Deux aquifères sont présents dans le secteur de la fosse à Paul, soit un aquifère sableux sous le futur parc à Résidus et un aquifère rocheux fracturé dans le secteur de la fosse. A priori, il semble évident qu'il serait possible d'alimenter quelques centaines de personnes en eau potable à partir de ces deux aquifères.

Comme il n'y a pas d'utilisateur potentiel, il s'agit donc de deux aquifère de classe II.

5 MODÉLISATION NUMÉRIQUE

5.1 MODÉLE CONCEPTUEL

Le modèle conceptuel représente la base des simulations numériques. Celui-ci consiste en une création virtuelle des différentes strates (sable, argile, socle rocheux, etc.), de la topographie, des puits de pompage et d'observation, des conditions aux limites, de la recharge par infiltration verticale, des rivières, etc.

Ce n'est qu'une fois le modèle conceptuel crée selon les trois dimensions qu'il est possible de réaliser diverses simulations numériques, telles que le dénoyage de la mine à différents stades d'évolution, et aussi pour évaluer l'impact potentiel du futur parc à résidus sur l'écoulement souterrain local.

Mentionnons que le modèle construit sur MIKE SHE possède à toute fin pratique, les mêmes caractéristiques souterraines que le modèle construit sur FEFLOW. Toutefois, des variantes sont présentes en surface, notamment en ce qui concerne l'importance de la végétation et les précipitations. Le modèle monté sur MIKE SHE est décrit en annexe 10.

5.2 GÉOMÉTRIE ET TOPOGRAPHIE

La géométrie du modèle numérique est l'un des points les plus influents sur les résultats des simulations numériques. Le modèle a été construit avec 5 couches numériques. Le modèle en 3 dimensions, regroupe un seul superélément, 154985 éléments et 98664 nœuds. Les mailles

(ou éléments) sont des prismes triangulaires à 6 nœuds. Le maillage est une discrétisation de l'espace (figure 14, annexe1) et la précision d'un modèle numérique par rapport au milieu original est étroitement liée à la distribution du maillage. En effet, un maillage peut être lâche à certains endroits et localement resserré au niveau du secteur de la fosse, pour obtenir une meilleure précision sans ralentir les calculs. Le modèle possède une dimension de 112 km^2.

La topographie dans l'ensemble du territoire simulé est celle provenant des données de relevé laser aéroporté, qui est très précis. Pour alléger le traitement, une maille moins précise a été générée avec des points constamment espacés de 25m, l'un de l'autre. Les élévations de ces points proviennent du relevé LIDAR.

Le modèle est limité a l'ouest par le ruisseau Orvet et a l'est par la rivière Naja. Au nord le modèle est limité par la rivière Manouane, au sud par le lac a Paul. Le modèle contient un certain nombre de lac dont les plus importants sont: le lac lynx, le lac Grizzil, le lac Épinette et le lac loup (figure 14).

5.3 STRATIGRAPHIE

Plusieurs valeurs de conductivité hydraulique représentant des couches stratigraphiques ont été imposées dans le modèle afin de considérer l'hétérogénéité du milieu (figure 15 et 16). Les couches du modèle représentent les unités stratigraphiques suivantes:

Couches 1:	dépôt de till
Couches 2 :	dépôt de sable grossier en dessous du till, dans la zone du parc à résidus.
couche 3 et suivantes:	roc cristallin.

Ces zones ont été déterminées à l'aide de l'information disponible, mais aussi à l'aide du calage du modèle numérique. Aucune anisotropie n'a été attribuée aux matériaux géologiques. Par conséquent, les valeurs de conductivité hydraulique sont les mêmes dans tous les axes.

La couche 1 possède une valeur de conductivité hydraulique quasi constante de l'ordre de 1E-05 m/min. Cette valeur s'est avérée la plus appropriée pour le calage et correspond tout à fait aux différents résultats observés lors de la réalisation d'essais de choc hydraulique.

La couche 2 possède les mêmes valeurs de conductivité hydraulique que la première couche, sauf à l'emplacement du futur parc à résidus. En effet, à cet endroit, il y a une épaisse couche de sable plus grossier sous-jacente. La conductivité hydraulique attribuée est de l'ordre de 5E-03 m/min. Aucun essai de perméabilité n'a été effectué dans cet horizon mais la valeur utilisée correspond aux valeurs habituelles provenant de la littérature et donne un bon résultat pour le calage du modèle. Pour les deux premières couches, le socle rocheux cristallin a été introduit aux endroits appropriés, afin de simuler l'écoulement avec la présence d'affleurement.

Pour les couches de roc, les valeurs de conductivité hydraulique sont les mêmes. Cependant, cette valeur n'est pas constante dans l'espace et elle correspond au résultat de l'interpolation des valeurs obtenues à partir des essais de choc hydraulique et des essais avec des obturateurs. A certains endroits, la conductivité a été modifiée afin d'obtenir un résultat au calage plus réaliste.

5.4 PIÉZOMÈTRES ET FORAGES UTILISÉS POUR LE CALAGE DU MODÈLE

Au total 102 piézomètres ont été intégrés au modèle pour effectuer le calage (figure 3). Par contre, davantage de forages ont été intégrés afin de construire la géométrie. Les piézomètres servent à caler le modèle, c'est-a-dire qu'ils permettent de comparer les élévations de l'eau souterraine mesurées de celles simulées. Lorsque les résultats du calage ne sont pas satisfaisants, des correctifs doivent être apportés pour que ces valeurs soient dans un certain intervalle de confiance. Au cours du processus de calage en régime permanent, plusieurs dizaines d'ajustement peuvent être effectués, et il n'est donc pas adéquat d'en faire la liste.

5.5 CONDITION AUX LIMITES

Les conditions au limites du modèle contrôlent en partie l'écoulement souterrain. Elles doivent être implantées de façon a éviter des variations trop importantes de balance de masse lors des diverses simulations. Divers types de limites permettent de simuler l'écoulement souterrain. Parmi celles-ci, mentionnons:

1) les charges constantes;
2) les flux constants;
3) les limites de transfert;
4) les éléments discrets.

Chaque type de limite s'applique à une situation particulière. Dans le présent modèle, seulement les charges constantes et les éléments discrets ont été utilisés. Les charges constantes ont été implantées sur la presque totalité de la bordure du modèle et pour la plupart des cours d'eau situés a l'intérieur du domaine (figure 17). Les éléments discrets ont été utilisés pour les cours d'eau situés à proximité de la fosse. Cette façon de procéder limite l'effet des conditions aux limites sur le résultat des simulations.

5.6 RECHARGE PAR INFILTRATION VERTICALE

Deux variantes ont été apportées en ce qui concerne la recharge par infiltration verticale. Avec le logiciel FEFLOW, il est nécessaire d'introduire la valeur de recharge directement en soustrayant l'évapotranspiration. En effet, le logiciel ne permet pas d'intégrer une profondeur d'extinction pour la transpiration des végétaux. Les valeurs de recharges attribuées sont les suivantes:

- Dépôts meubles (till): 260mm/an
- Roc: 110 mm/an

Il s'agit des valeurs optimales qui ont servies au calage du modèle. Aussi, ces données proviennent de valeurs généralement adéquates définies dans d'autres projets et sont semblables aux valeurs fournies par Tremblay et Rouleau (2004) dans le secteur de Saint-Honoré, au Saguenay Lac St-Jean. Mentionnons aussi que les résultats obtenus des simulations avec MIKE SHE sont quasiment identique è la recharge utilisée avec FEFLOW, ce qui confirme la validité de ces valeurs.

5.7 BALANCE DE MASSE ET AUTRES ASPECTS

Le logiciel FEFLOW permet d'analyser la balance de masse du modèle numérique complet ou de certains éléments. Par exemple, il est possible de connaitre la capacité de drainage d'une fosse à un temps donné. Il est aussi possible de calculer les variations de balance de masse d'un cours d'eau sous certaines situations.

Les simulations ont été effectuées en régime permanent afin de caler initialement le modèle. Par la suite, certaines simulations ont été effectuées en régime transitoire afin d'évaluer l'évolution du rabattement dans le temps. Toutes les simulations effectuées sur MIKE SHE sont en régime transitoire.

6 RÉSULTATS DE SIMULATION

6.1 LE CALAGE

Le résultat du calage a été effectué selon les conditions actuelles et en régime permanent. Des calculs statistiques permettent notamment d'évaluer si le calage d'un modèle est adéquat. Le principal indicateur est la racine de la moyenne des carrés normalisée (Norm RMS). Le United State Geological Survey (USGS), qui est le concepteur du code MODFLOW, suggère d'obtenir une valeur du Norm RMS inférieure ou proche de 10 % pour considérer que le modèle est calé convenablement (McDonald et Harbaugh, 1988). Selon Hille et Tiedman (2006), il n'y a pas de résultat unique pour évaluer l'efficacité d'un modèle. Effectivement, d'autres paramètres doivent être considérés, dont notamment 1) la balance de masse, 2) l'importance de certaines zones dans le modèle et 3) l'effet du pompage simulé et la sensibilité du modèle au rabattement. Il existe donc une panoplie de méthodes statistiques qui permettent l'analyse de l'efficacité d'un modèle et le jugement demeure un aspect important.

Dans le cas présent, la valeur du Norm RMS est de l'ordre de 11 %, ce qui est légèrement supérieur à la valeur cible de 10 %. Initialement, les cours d'eau étaient tous représenté par des charges constantes et le calage était de l'ordre de 9.5 %. Cependant, la simulation des fosses était trop près de ces charges et le débit d'eau simulé dans les fosses était nécessairement surestimé. Certaines charges constantes ont donc été enlevées et remplacées par des éléments discrets, ce qui cause moins de problème lorsque le point d'intérêt d'une simulation est situé près d'un cours d'eau. Il n'est pas possible d'atteindre le même résultat de calage en condition naturelle avec ce type de condition. En effet, le résultat recherché est beaucoup plus réaliste

avec l'utilisation d'éléments discrets car le modèle ne génère pas une quantité infinie d'eau dans les fosses. Ce calage est donc satisfaisant pour les besoins actuels de ces simulations.

Le résiduel moyen est de -1.5m, c'est à dire que le niveau d'eau moyen simulé de la nappe est 1.5m plus bas que celui mesuré. Le résiduel absolue calculé est de 4.93m. L'écart le plus important entre le résultat simulé et le résultat mesuré est de 15.42m et correspond au piézomètre TF-502-12, un forage situé à environ 1km à l'est de la fosse finale. L'écart le plus bas est de 0.12m et correspond au piézomètre PZD-4, un forage effectué au centre Est de la future fosse finale. Les valeurs simulées sur MIKE SHE sont particulièrement similaires.

Il n'existe aucune solution unique pour caler un modèle. En fait, une diminution de la conductivité hydraulique peut générer le même effet de le rehaussement de la recharge. Il s'agit de trouver la solution la plus plausible, sans trop s'éloigner des valeurs mesurées sur le terrain.

La balance de masse montre un bilan entrant/sortant de 385 000 m^3/jour, ce qui n'est pas anormal pour un modèle de cet ampleur. La limite à charge constante imposée complètement à l'ouest du modèle semble induire un excès d'eau en provenance de cette zone. Par contre son effet est nul sur le résultat des simulations de fosses car cette zone est particulièrement éloigné de la zone d'intérêt. D'ailleurs, le modèle aurait pu être moins étendu vers l'ouest car il y a peu, voir aucune donnée dans ce secteur. Cependant, il est préférable de simuler l'écoulement dans un domaine plus large afin de ne pas causer de contraintes en provenance des conditions aux limites.

Finalement, le rabattement simulé du puits de pompage est quasiment identique à celui du rabattement mesuré sur le terrain lors de l'essai de pompage avec le même débit. En fait, le rabattement simulé est environ 5m supérieur à celui mesuré, mais il constitue un rabattement en régime permanent, ce qui n'est pas le cas de l'essai réalisé sur le terrain. La figure 18 montre le graphique menant au calcul du Norm RMS.

Le graphique montrant le résultat de l'essai de pompage en PP-1 est illustré en annexe 5. Sur le graphique du puits, les résultats de simulation de l'essai de pompage ont été ajouté. Cette simulation a été effectuée en régime transitoire, pour une durée de 5 jours. Ce graphique montre que la tendance du rabattement simulé est similaire au rabattement mesuré. Par contre, le rabattement simulé est encore une fois légèrement supérieur au rabattement mesuré.

Mentionnons que le maillage immédiat autour du puits affecte le résultat. En effet, plus le maillage est serré, plus le rabattement est important.

6.2 LES SCÉNARIOS SIMULÉS

Selon les différentes phases de l'évolution de la future fosse dans le temps, 7 différents scénarios ont été retenus et simulés afin d'évaluer l'impact potentiel de la future fosse sur l'écoulement souterrain et d'estimer le débit qui sera pompé pour dénoyer la future fosse, soit:

1) L'écoulement actuel
2) L'écoulement avec la fosse, 5 ans après le début de l'exploitation
3) L'écoulement avec la fosse, 10 ans après le début de l'exploitation
4) L'écoulement avec la fosse, 15 ans après le début de l'exploitation
5) L'écoulement avec la fosse, 20 ans après le début de l'exploitation
6) L'écoulement avec la fosse, 25 ans après le début de l'exploitation
7) L'écoulement avec la fosse finale et le parc à résidus final

Les figures 19 à 23 de l'annexe 1 montrent la topographie pour chacune de ces situations. Mentionnons que ces données topographiques proviennent de la firme Cegertec Worley Parsons (CWP), soit la firme qui effectue actuellement l'étude de faisabilité.

Toutes ces simulations ont été effectuées en régime permanent alors qu'une analyse de sensibilité a été effectuée en régime transitoire. Par contre, toutes les simulations effectuées sur MIKE SHE ont été effectuées en régime transitoire.

1) Écoulement naturel

La figure 24 de l'annexe 1 montre la maille résultant de la simulation en écoulement naturel, c'est-à-dire l'écoulement actuel, avant que des modifications soient faites. Cet écoulement

correspond à celui des dépôts meubles dans la couche 2 et il est particulièrement similaire à la topographie de surface, ce qui est tout à fait normal. Le résultat de cette figure consiste en une maille d'élévation de la nappe. Comme le milieu est considéré isotrope, l'écoulement se fait selon l'axe de la plus forte pente.

Les cours d'eau et les lacs contrôlent l'écoulement de façon considérable, ce qui est habituel au Québec. En effet, en général, l'eau souterraine s'écoule vers les cours d'eau et les lacs et ceux-ci sont en fait des exutoires de la nappe. Le côté Ouest montre par contre une situation inverse, ce qui déséquilibre légèrement la balance de masse globale. Tel qu'expliqué précédemment, cet endroit est plutôt loin de la zone d'intérêt et ne cause pas de problème significatif pour le reste des simulations. Apporter des correctifs sur cette zone pour changer le sens de l'écoulement par exemple serait donc peu utile.

L'écoulement converge globalement vers le lac à Paul et les cours d'eau tributaires. Au nord de la fosse, le niveau de l'eau souterraine est relativement élevé et diverge à la fois vers le lac à Paul et vers la rivière Manouane.

2) L'écoulement avec la fosse, 5 ans après le début de l'exploitation

La figure 25 montre l'écoulement dans la couche 3, soit la couche supérieure du roc. Cet écoulement est globalement le même que celui en condition naturelle. Cependant, le résultat montre un léger rabattement local de la nappe phréatique, surtout vers le sud-est de la fosse. Ce rabattement significatif (moins de 3m), s'étend sur un peu moins de 0.9km. Du côté NW, le rabattement est quasiment nul. Le débit d'eau qui devrait être pompé de la fosse à ce moment de l'évolution de la mine, est de l'ordre de 3.6 m^3/min, ce qui est relativement élevé déjà à ce stade de l'opération.

3) L'écoulement avec la fosse, 10 ans après le début de l'exploitation

La figure 26 montre l'écoulement dans la couche 4, soit la couche centrale du roc. Cet écoulement est encore une fois globalement le même que celui en condition naturelle. Cependant, le résultat montre un rabattement plus important de la nappe phréatique, surtout vers le sud-est de la fosse. Ce rabattement significatif, s'étend sur un peu moins de 1.8km. Du

côté NW, le rabattement est assez limité alors que vers le sud, l'aire d'influence s'étend jusqu'au Lac à Paul. Le débit d'eau qui devrait être pompé de la fosse à ce moment de l'évolution de la mine est de l'ordre de 5 m^3/min, ce qui est légèrement supérieur au débit anticipé après 5 ans d'opération.

4) L'écoulement avec la fosse, 15 ans après le début de l'exploitation

La figure 27 montre l'écoulement dans la couche 4, soit la couche centrale du roc. L'écoulement est particulièrement similaire à celui observé après 15 ans d'opération. Le rabattement est légèrement plus accentué vers l'ouest, mais de façon non significative. Le rabattement s'étend vers l'est, sur une distance encore une fois, de l'ordre de 1.9km, sans vraiment s'accentuer davantage. Le débit d'eau qui devrait être pompé de la fosse à ce moment de l'évolution de la mine est de l'ordre de 6.8 m^3/min.

5) L'écoulement avec la fosse, 20 ans après le début de l'exploitation

La figure 28 montre l'écoulement dans la couche 4, soit la couche centrale du roc. L'écoulement est particulièrement similaire à celui observé après 20 ans d'opération. L'évolution du rabattement est encore une fois plutôt faible comparativement à la période précédente. Le rabattement s'accentue légèrement vers le SW et vers l'est et le NE. Le débit d'eau qui devrait être pompé de la fosse à ce moment de l'évolution de la mine est de l'ordre de 9 m^3/min.

6) L'écoulement avec la fosse, 25 ans après le début de l'exploitation

Finalement , la figure 29 montre l'écoulement dans la couche 4, soit la couche centrale du roc. Cet écoulement correspond à celui qui devrait être anticipé au terme de l'exploitation. Le rabattement est similaire à celui des périodes d'exploitation de 10, 15 et 20 ans, mais s'étire davantage vers l'ouest, soit sur une distance de l'ordre de 250m de la fosse. Évidemment, le niveau d'eau dans la fosse sera plus bas, soit au fond de la fosse, mais l'étalement de l'aire d'influence n'est pas significative durant les quinze dernières années de simulation. Le débit d'eau qui devrait être pompé de la fosse à ce moment de l'évolution de la mine est de l'ordre de 12 m^3/min.

7) L'écoulement avec le parc à résidus.

Les figures 30 et 31 illustrent la géométrie du parc à résidus ainsi que l'écoulement simulé. Le concept de ce parc a été effectué par la firme LVM. Globalement, une couche numérique a été ajoutée en surface, possédant exactement les mêmes propriétés que la couche no 1 du modèle de base.

La géométrie a donc été modifiée afin d'ajouter l'élévation des résidus. Le parc sera donc composé de résidus de broyage d'une conductivité hydraulique de l'ordre de 4.5e-6 m/s (selon essais réalisés par LVM). Autour du parc, afin d'améliorer la capacité de support des digues, un enrochement sera effectué. Finalement, un fossé de drainage sera construit en pied de digue afin de drainer l'eau qui s'écoulera dans cette digue. Aucun drainage interne n'a été planifié.

Afin de simuler l'enrochement, la conductivité hydraulique a été modifiée sur la demie portion extérieure de la digue. Celle-ci est donc de 10 m/s, ce qui est assez élevé et devrait bien représenter les propriétés de la roche une fois en place. Pour ce qui est de la présence du fossé, une charge constante a été introduite en pieds de digue au pourtour du parc, possédant l'élévation topographique actuelle le long de cette ligne. Les charges qui étaient présentes à l'intérieure du parc ont été retirée afin de simuler la déviation des cours d'eau.

Comme le parc sera drainé au pourtour, l'impact sur l'écoulement environnant est quasiment nul. En effet, la nappe est haute dans ce secteur et le fossé périphérique sera pratiquement à la même hauteur que la nappe. D'ailleurs des précautions devront être prises à cet effet, afin de ne pas retirer l'eau souterraine du milieu géologique naturel du côté nord du parc. Évidemment, l'écoulement souterrain est divergent et s'étend de part et d'autres du parc à résidus.

6.3 ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Diverses simulations ont été effectuées afin d'évaluer la sensibilité du modèle. Entre autres, des simulations ont été réalisées sur Feflow en régime transitoire afin d'évaluer l'augmentation du rabattement dans le temps et s'assurer de ne pas sur estimer le rabattement à chaque phase des fosses. Ces simulations montrent que la stabilisation du rabattement est plutôt rapide. En effet, en supposant que l'exploitation génèrerait une fosse équivalente à celle dans 25 ans de

façon instantanée, le rabattement se stabiliserait en moins de 3 ans. Les simulations effectuées en régime transitoire sur MIKE SHE montrent une correspondance similaire. Par conséquent, les rabattements simulés sur Feflow en régime permanent semblent appropriés

L'analyse des débits de dénoyage montre de toute évidence une certaine variation. Les résultats sont donc un ordre de grandeur des débits attendus et non des valeurs exactes. En effet, l'augmentation de la conductivité hydraulique et l'augmentation de la recharge à certains endroits permet d'obtenir un calage presque aussi bon que celui présenté. En utilisant ces nouvelles valeurs, le débit de dénoyage augmente. A l'inverse une diminution de la conductivité hydraulique (d'un demi ordre de grandeur) n'affecte pas tant le calage, mais génère une diminution du débit entrant.

Il faut par contre considérer une valeur de débit pour chaque phase de minage (5 à 25 ans). Par conséquent, il n'est pas approprié de fournir des intervalles de valeurs, ce qui sèmerait de la confusion. Les débits présentés plus haut sont donc les débits qui apparaissent les plus probables d'être pompés à chaque séquence de minage. Les résultats obtenus sur MIKE SHE en régime transitoire sont particulièrement concordant avec ceux présentés plus haut.

RA devra toutefois ajuster son dénoyage avec le temps. Un calage fréquent du modèle avec les données en opération aidera à planifier le dénoyage a long terme.

6.4 ANALYSE DES IMPACTS POTENTIELS SUR L'ENVIRONNEMENT

- Scénario de fosses

Le rabattement générés par les séquences de fosses laisse présager certains impacts sur les cours d'eau environnant. Il est approprié d'effectuer une discussion sur le dernier scénario, soit celui au terme de l'exploitation 25 ans après le début du développement du site. Il s,agit du pire scénario.

La figure 29 de l'annexe 1 montre l'aire d'influence et le rabattement potentiel causé par le pompage. Du côté nord, l'aire d'influence ne s'étend pas ou peu. Il est possible que ce résultat soit exacte ou aussi qu'il soit causé par la présence de conditions aux limites à proximité de la fosse. Cependant, l'analyse du bilan de masse montre peu de variation à cet endroit entre les conditions actuelles et celles dans 25 ans. Cette indication suggère donc que le rabattement ne

devrait pas s'accentuer vraiment vers le nord, causant ainsi peu, voir aucun impact sur les débits et niveaux des cours d'eau au nord de la fosse.

Le fond de ces cours d'eau est principalement composés de matériaux fins, ce qui limitera les échanges entre l'eau de surface et l'eau souterraine. L'eau qui entrera dans la fosse ne proviendra pas seulement de cet endroit.

Au sud, le rabattement atteindrait potentiellement le lac à Paul et montre une baisse de niveau d'eau à anticiper de l'ordre de 4 à 5m, immédiatement au nord du lac. Ce rabattement devrait s'estomper assez rapidement vers le sud. Il n'est pas rare d'observer de telle situation au pourtour d'un lac, sans que ce lac n'en soit pour autant affecté. Il est évident que le lac à Paul participera à l'alimentation en eau de la fosse, mais le volume du lac, en comparaison avec la surface affectée, suggère que le niveau du lac ne variera pas en fonction du dénoyage de la fosse. Lors des essais de pompage, aucun rabattement n'a été observé dans les dépôts meubles, montrant un lien plutôt faible entre le rabattement causé dans le roc et celui dans les dépôts.

Du côté Est, l'impact potentiel du dénoyage semble être plus important sur le niveau de la nappe mais pas nécessairement sur les niveaux et débits de cours d'eau. En effet, le rabattement englobe une partie de la rivière Naja sur une longueur d'environ 1.5km. Par contre cet aspect n'implique pas un impact significatif sur ce cours d'eau. En effet, le débit mesuré dans cette rivière est de l'ordre de 44 000 l/min alors que le débit total anticipé en provenance de la fosse est de l'ordre de 12 000 l/min. Par conséquent, le débit à pomper de la fosse sera 4 fois moins important que le débit de ce cours d'eau, ce qui implique une baisse du niveau d'eau probablement peu significative dans la rivière et ce, même si ce débit était totalement prélevé directement dans la rivière.

Les simulations effectuées avec le logiciel MIKE SHE avaient pour objectifs de mieux comprendre l'effet du rabattement sur les cours d'eau de surface. Le rapport de l'annexe 10 illustre bien les résultats. Voici les principales observations (figure 32):

- Les lacs situés au nord de la fosse seront reliés entres eux (lac du Coyote au Lac Kodiak). Un seul exutoire demeure, soit celui situé à l'ouest de la fosse (exutoire 2 sur la figure 32). Les simulations effectuées sur MIKE SHE montre que même avec l'exploitation de la fosse dans 25 ans, le débit total circulant à l'exutoire 2 sera beaucoup plus important que le débit actuel. D'ailleurs, le niveau des lacs devrait hausser légèrement (voir annexe 10). Cette hausse du niveau d'eau n'est possiblement pas néfaste pour la faune aquatique, mais pourrais causer de l'érosion additionnelle.

- Le niveau simulé du lac à Paul ne montre aucune variation après 25 ans d'exploitation de la fosse.

- Le débit de la rivière Naja ne semble pas affecté par le dénoyage

Les simulations de l'écoulement de surface ne montre donc aucune baisse de débits de cours d'eau, mais plutôt une hausse du niveau dans l'exutoire ouest de la fosse.

7 DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Voici quelques observations pertinentes reliées aux travaux effectués et aux résultats obtenus.

- Données stratigraphiques

L'épaisseur des dépôts meubles est particulièrement faible autour de la future fosse à Paul. En effet, à certains endroits, le roc affleure pratiquement à la surface alors qu'à d'autres endroits, plutôt locaux, l'épaisseur de dépôts peu atteindre 10m, mais sur une petite portion de la fosse. Advenant des problèmes de stabilité locaux, le dénoyage périphérique serait probablement la solution à envisager, ce qui augmenterait la stabilité des parois au cours de l'excavation. Toutefois, cette situation semble locale et peu problématique. Il n'apparait donc pas requis de planifier un système de dénoyage des dépôts meubles avant le début de l'excavation.

Sous le future parc à résidus, l'épaisseur des dépôts peut dépasser 40m. D'un point de vue hydrogéologique, ce fait n'est pas particulièrement un problème, surtout qu'aucune lixiviation ne devrait provenir des résidus. Advenant un résidus lixiviable, une analyse plus poussée devra être effectuée afin de valider l'écoulement en solution.

- Socle rocheux cristallin

Les valeurs observées au niveau de la conductivité hydraulique dans le socle rocheux sont particulièrement homogènes. Ce fait est valide pour les essais de choc hydraulique et aussi pour les essais réalisés avec des obturateurs. En effet, aucun gradation marquante ne semble présente au niveau des valeurs de la conductivité hydraulique en fonction de la profondeur. Mis à part le PZR-28, qui montre une conductivité hydraulique plus élevée, les valeurs moyennes sont relativement faibles, mais tout de même similaires à ce qui est généralement observées dans la région du Saguenay Lac St-Jean.

Les valeurs de conductivité obtenues à partir d'essais de choc hydraulique ou à partir des obturateurs sont relativement locales. En effet, l'aire d'influence de ce genre d'essai est limitée à quelques mètres autour du forage testé. Il n'est donc pas rare que les résultats soient un ordre de grandeur supérieur ou inférieur à la valeur plus régionale. C'est d'ailleurs pour cette raison que des variations de valeur de conductivité peuvent être acceptable lors du calage du modèle numérique. Les résultats obtenus lors des essais de pompage montre bien la variabilité possible du résultat obtenu en fonction de la méthode utilisée. En effet, les valeurs de conductivité hydraulique estimées à partir de l'essai de pompage sont beaucoup plus hautes que celles avec les essais de choc hydraulique. Le calage du modèle suggère toutefois des valeurs de conductivité plus proches de celles obtenues avec les essais de choc hydraulique et les essais avec obturateurs.

- Essai de pompage

L'essai de pompage montre une aire d'influence étirée vers l'est, ce qui corrobore les résultats obtenus des divers scénarios de simulation numérique. Aussi, la simulation du pompage de ce puits correspond tout à fait avec le rabattement observé sur le terrain.

Il est cependant possible qu'une ou que quelques fractures locales causent des variations de débits importantes en fonction du rabattement généré. En effet, une fois dénoyée, la conductivité hydraulique s'abaisse considérablement et le rabattement peut changer subitement. Cet aspect est particulièrement complexe à simuler, surtout que les simulations sont faites en considérant un milieu poreux équivalent, sans l'ajout d'éléments discret, pour simuler l'écoulement en milieu fracturé.

L'analyse des données et la modélisation numérique sont effectuées en fonction des données mesurées sur le terrain. La présence d'hétérogénéité majeure, non décelée, pourrait affecter les résultats de simulation. En effet, le dénoyage d'une fracture importante pourrait réduire le débit captable dans la fosse ainsi que l'aire du dénoyage. Dans une telle situation, les impacts ne pourraient qu'être moindres. A l'inverse, il est possible qu'une zone de faille majeure soit présente et que le débit d'eau estimé soit plus faible que ce qui sera pompé. Les données disponibles ne laisse toutefois pas entrevoir de surprises majeures.

- Modélisation numérique

Un modèle numérique permet d'effectuer diverses simulations. Malgré tout l'effort mis dans la réalisation du modèle et dans l'acquisition de données, il subsiste toujours une certaine incertitude sur les résultats obtenus. Cette incertitude est particulièrement difficile à quantifier et le Norm RMS n'indique pas un pourcentage d'erreur des résultats obtenus par rapport au résultats réels. Par conséquent, il serait faux d'affirmer que l'erreur associée aux résultats est de l'ordre de 11 %.

La quantité de données disponibles et le résultat du calage suggèrent toutefois un modèle fiable. En effet, le modèle présente une sensibilité réaliste face à des simulations en pompage et des variations de balance de masse réalistes en fonction des différents scénarios. Il serait toutefois illusoire de planifier un programme de dénoyage par puits périphériques à l'aide de ce modèle. En effet, même si ce modèle est efficace pour évaluer les impacts potentiels du dénoyage sur l'environnement, les résultats ne doivent pas être pris aveuglément pour planifier le dénoyage de la fosse. Le dénoyage devra être intégré dans les opérations et optimisé en fonction des observations qui seront faites durant le minage. Ainsi, le modèle pourra être mis à jour et le dénoyage pourra ainsi être optimisé en tout temps pour tous les aspects hydrogéologiques.

- Les résultats de simulation montrent une entrée d'eau plus importante du côté SE de la future fosse, ce qui est normal car c'est l'endroit le plus profond de la fosse. Il est donc possible que du suintement soit observé sur les parois et particulièrement au SE. Ce suintement pourrait affecter la stabilité des parois rocheuses. Diverses alternatives pourront être envisagées, le cas échéant. Notamment l'utilisation de puits de pompage périphérique pourrait réduire ce suintement. Des forages horizontaux dans les murs peuvent aussi permettre de diminuer les pressions mais généralement avec moins d'efficacité. Il est aussi probable qu'à partir d'une certaine profondeur, l'eau souterraine cause des problèmes de minage sur le plancher de la fosse. Diverses solutions devront donc être adressée à ce moment.

- Les simulations suggèrent une hausse du niveau des lacs situés au nord de la fosse, lors du raccord de ces lacs. Une analyse plus approfondie devrait être effectuée afin de s'assurer que les cours d'eau actuels seront en mesure d'acheminer cette eau sans débordement, surtout vers la fosse. Aussi, une augmentation des débits engendrera nécessairement une augmentation de l'érosion. Par conséquent, une analyse topographique et du drainage devra être faite avant de détourner ces cours d'eau.

- Le modèle numérique construit sur Feflow dans le cadre de ce projet n'avait pas pour objectif de simuler précisément l'écoulement dans les digues du parc à résidus. Il demeure cependant

tout à fait adéquat pour simuler la modification de l'écoulement de façon plus globale et ainsi en évaluer l'impact. Toutefois, le concept sans drainage interne du parc semble légèrement risqué. Il n'est pas rare d'observer du suintement sur des parois de digues sans drains internes (observation personnelle à Detour Gold et Mines Aurizon). Il apparait requis de simuler l'écoulement en 3D expressément pour la conception du parc à résidus. Notamment, il faudra prévoir le lessivage de particules fines dans l'enrochement de la digue, ou le colmatage d'une membrane séparant le résidus de l'enrochement.

8 CONCLUSION

La firme Hydro-Ressources a été mandatée par RA afin d'effectuer une étude hydrogéologique sur le projet du Lac à Paul. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact de la future fosse et du parc à résidus sur l'environnement, notamment les niveaux de nappe et les débits de cours d'eau.

Afin d'atteindre ces objectifs, une multitude de travaux de terrain ont été effectués. Pour réaliser l'analyse, diverses modélisations numériques ont été effectuées sur Feflow et sur MIKE SHE.

Les travaux de terrain effectués ont consisté en la réalisation de forage, des essais de choc hydraulique, des essais avec des obturateurs, la construction d'un puits de captage, la réalisation d'essais de pompage et le prélèvement d'échantillons d'eau souterraine et de sol.

Les données montrent une formation rocheuse avec des valeurs de conductivité typiques des roches du Grenville, mais tout de même avec un bon débit d'exploitation. Le dépôts sableux situé en surface, consiste principalement en un till composé de sable avec traces à un peu de silt et gravier par endroit. La conductivité hydraulique de ce till est très uniforme. Dans le secteur sud-est, soit sous le futur parc à résidus, l'aquifère sableux est plus épais et montre un dépôt plus perméable en profondeur.

Les résultats de simulation montre des débits de dénoyage variant entre 3.6 et 12 m^3/min, ce qui semble réaliste pour une fosse de cette ampleur. Le rabattement simulé s'étend surtout vers le sud-est. La simulation sur MIKE SHE suggère que ce rabattement ne génèrera pas de baisse de niveau d'eau significative dans les cours d'eau et lacs environnant.

Diverses précautions devront être prises, notamment, l'anticipation de suintement dans la fosse du côté SE et des venues d'eau plus importantes dans le plancher de la fosse après une certaine

période d'exploitation. Comme les lacs situés au nord de la fosse seront reliés, les niveaux et débits de surface dans ce secteur augmenteront. une analyse plus approfondie permettra de concevoir le cours d'eau de contournement pour éviter l'érosion et le débordement. Finalement, l'analyse du drainage interne du parc, tel que prévu actuellement, devrait être poussée davantage afin d'éviter des problèmes d'érosion interne, de suintement sur les parois et ainsi s'assurer de la stabilité à long terme.

Hydro-Ressources Inc,

Seydou Tane Sow, M.Sc.A.
Hydrogéologue

Michael Verreault, ing., M,Sc,A,
Hydrogéologue - Président

RÉFÉRENCES

Davis S.N., Campbell D.J., Bentley H.W. et Flynn T.J., 1985. *Ground Water Tracers*. National Water Well Association, Oklahoma, 200p.

Field M.S., Wilhelm R.G., Quinlan J.F. et Aley T.J., 1995. An assessment of the potential adverse properties of fluorescent tracer dyes used for groundwater tracing. *Environnemental Monitoring and Assessement*, 38, pp. 75-96.

Hvorslev, M.J. 1951. Time lag and soil permeability in groundwater observations. US Army Corps of engineering Waterways Experimentation Station, bulletin 36, 50p.

Käss W., 1998. *Tracing Technique in Geohydrology*. A.A Balkema, Rotterdam, 581 p.

Lugeon, 1933. Routine interpretation of the Lugeon watr-test. Q.J. Eng. Geol., Vol 9, pp. 303-313.

MDDEP : www.mddefp.gouv.qc.ca

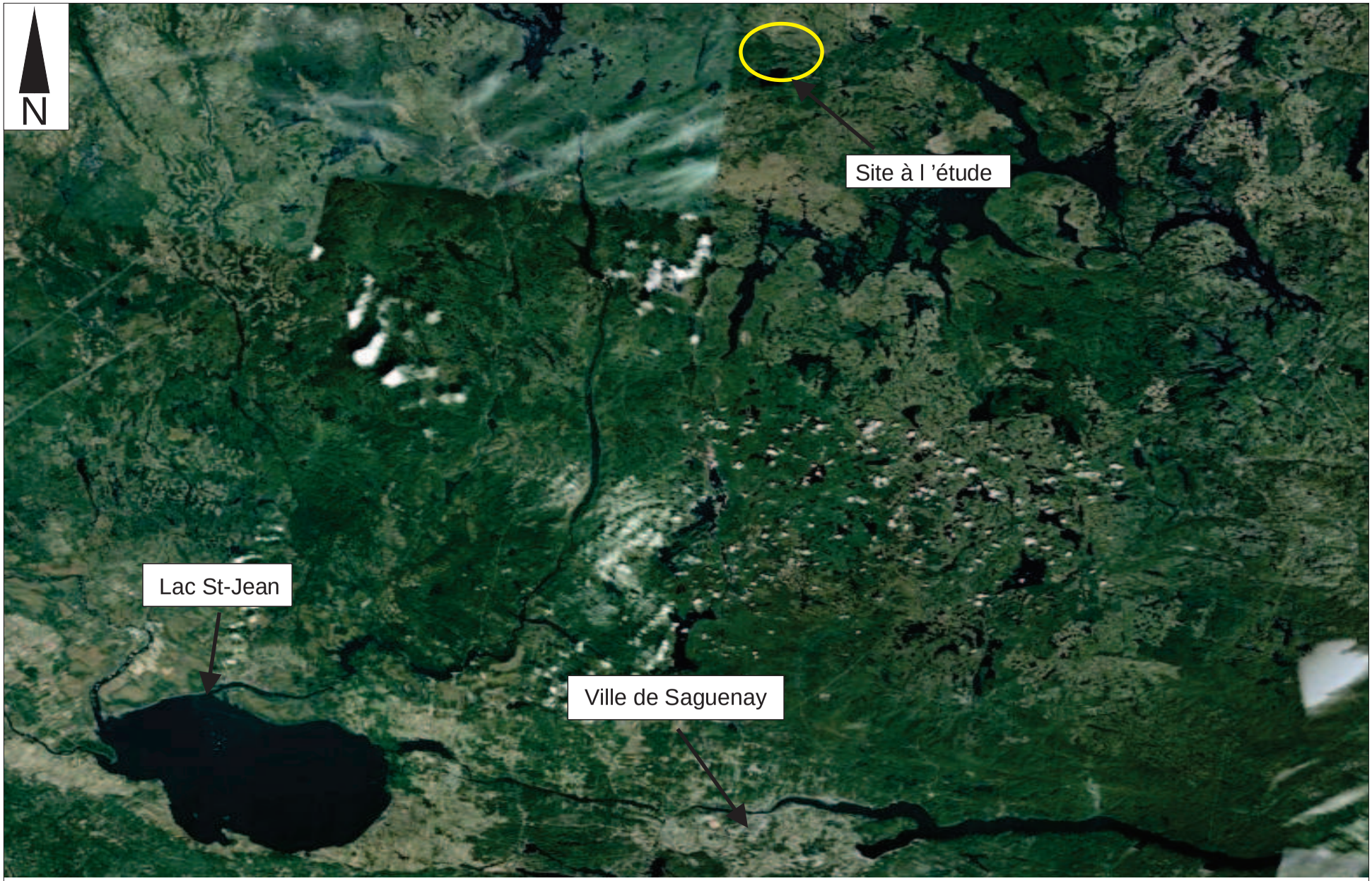
Northwood Technologies inc., 2000. Vertical Mapper: Contour modeling and display software : version 2.6. Northwood Technologies inc.

Ressources d'Arianne: www.arianne-inc.com

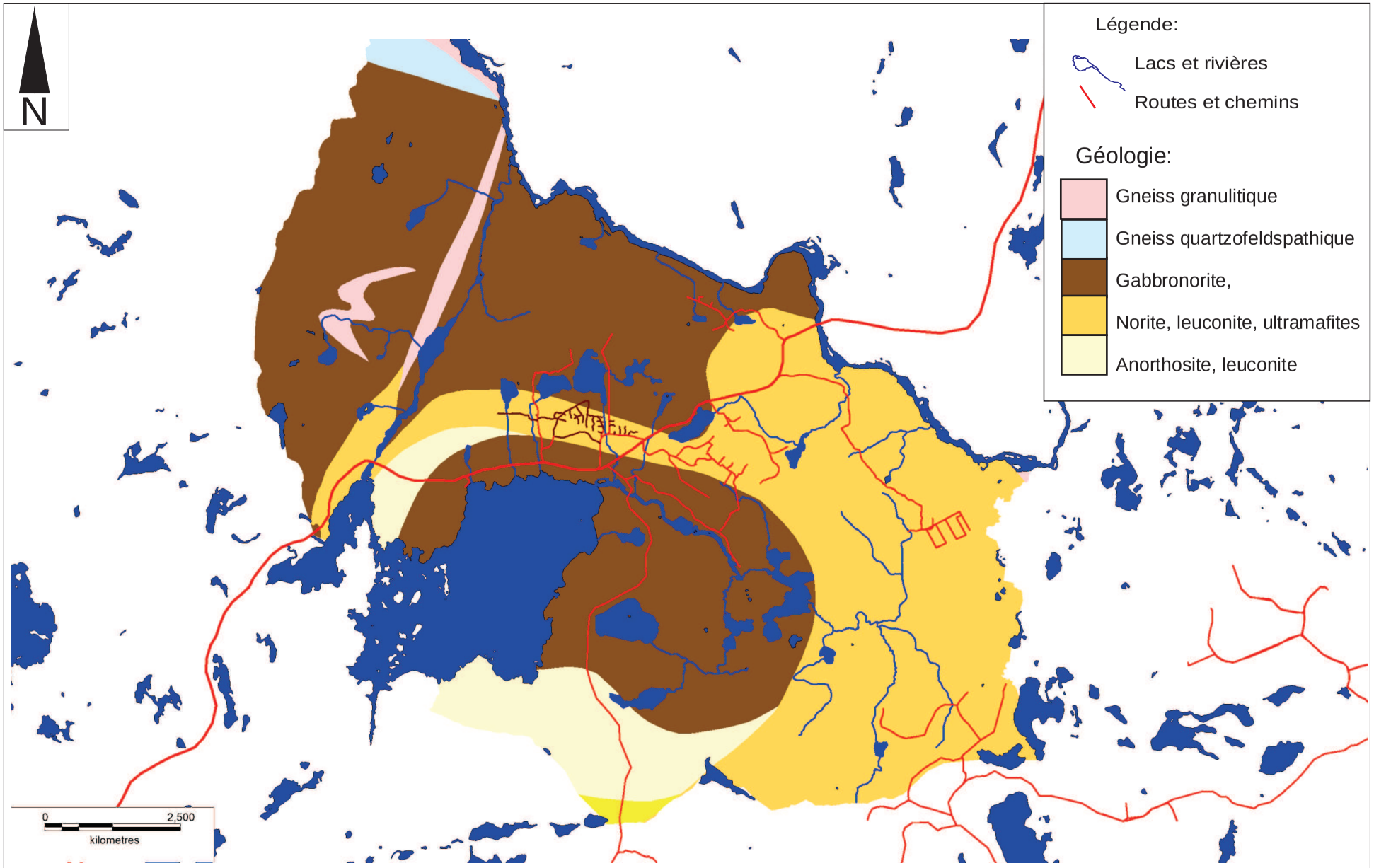
Thiem G., 1906. Hydrologische methoden. Leipzig Gebhardts Verlag, these. 56p.

Tremblay, Philippe. (2005). Étude hydrogéologique de l'aquifère de Saint-Honoré avec emphase sur son bilan hydrique. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi.

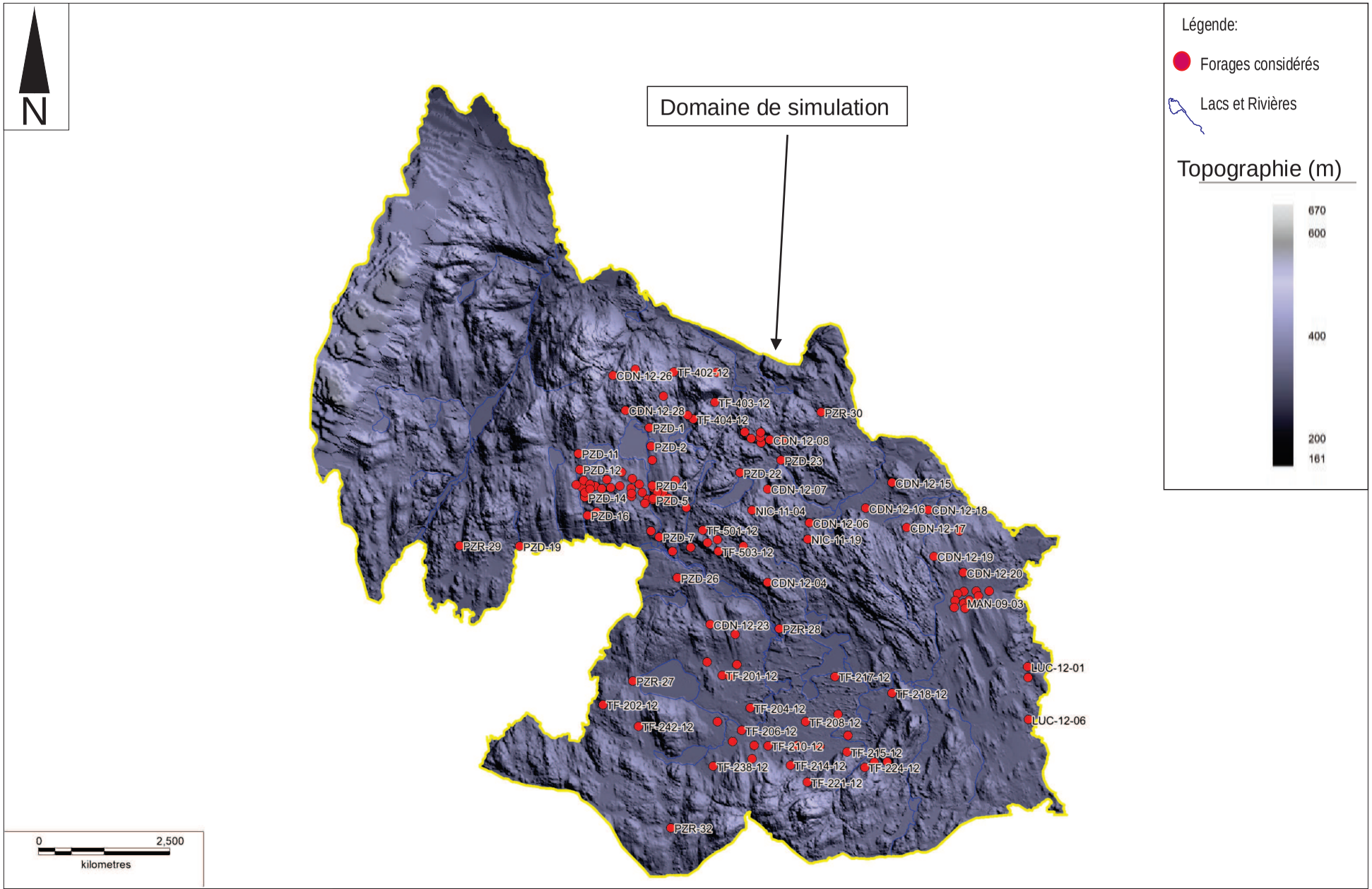
ANNEXE 1
Figures



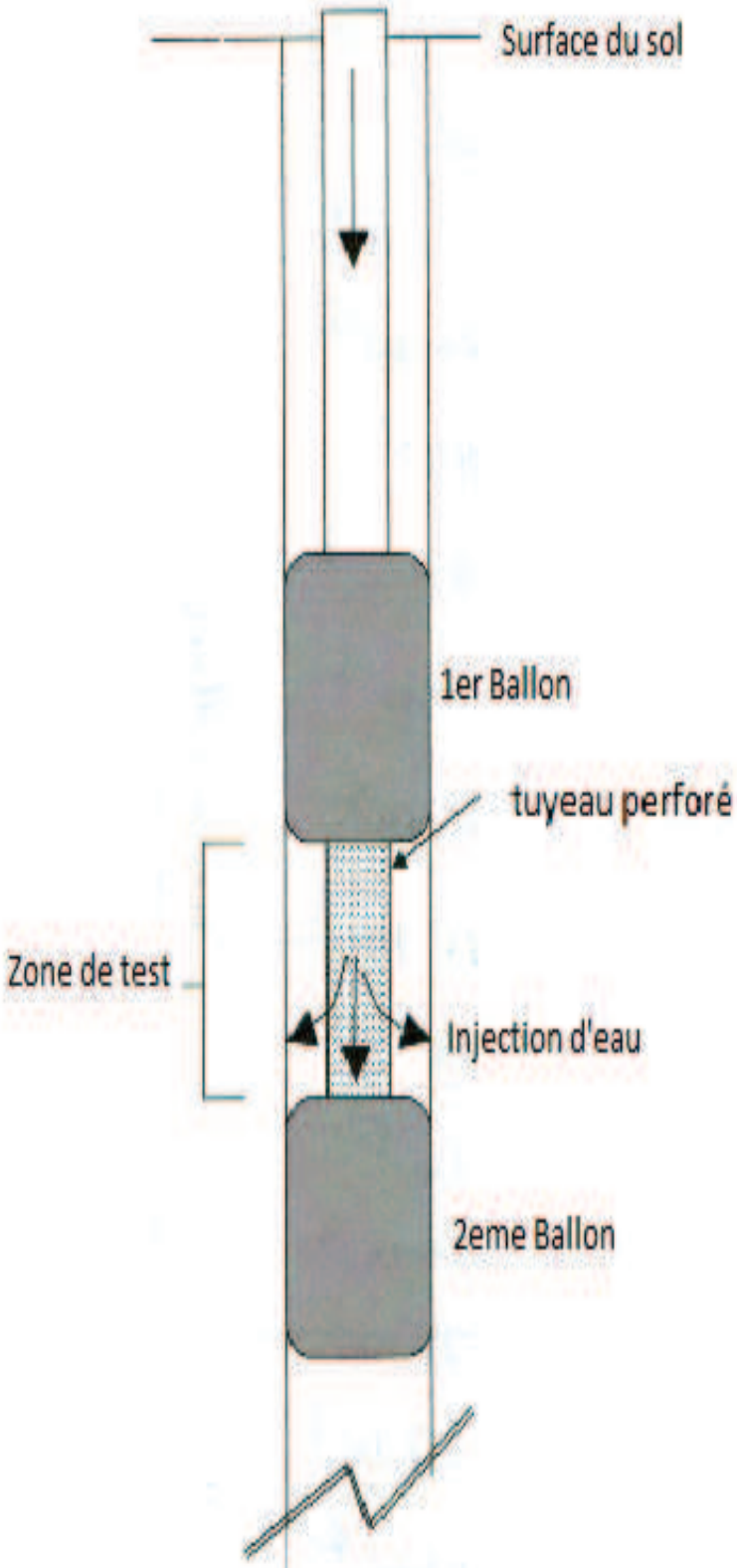
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Traité par : Seydou Sow	Aucune échelle
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 1 : localisation du site a l 'étude



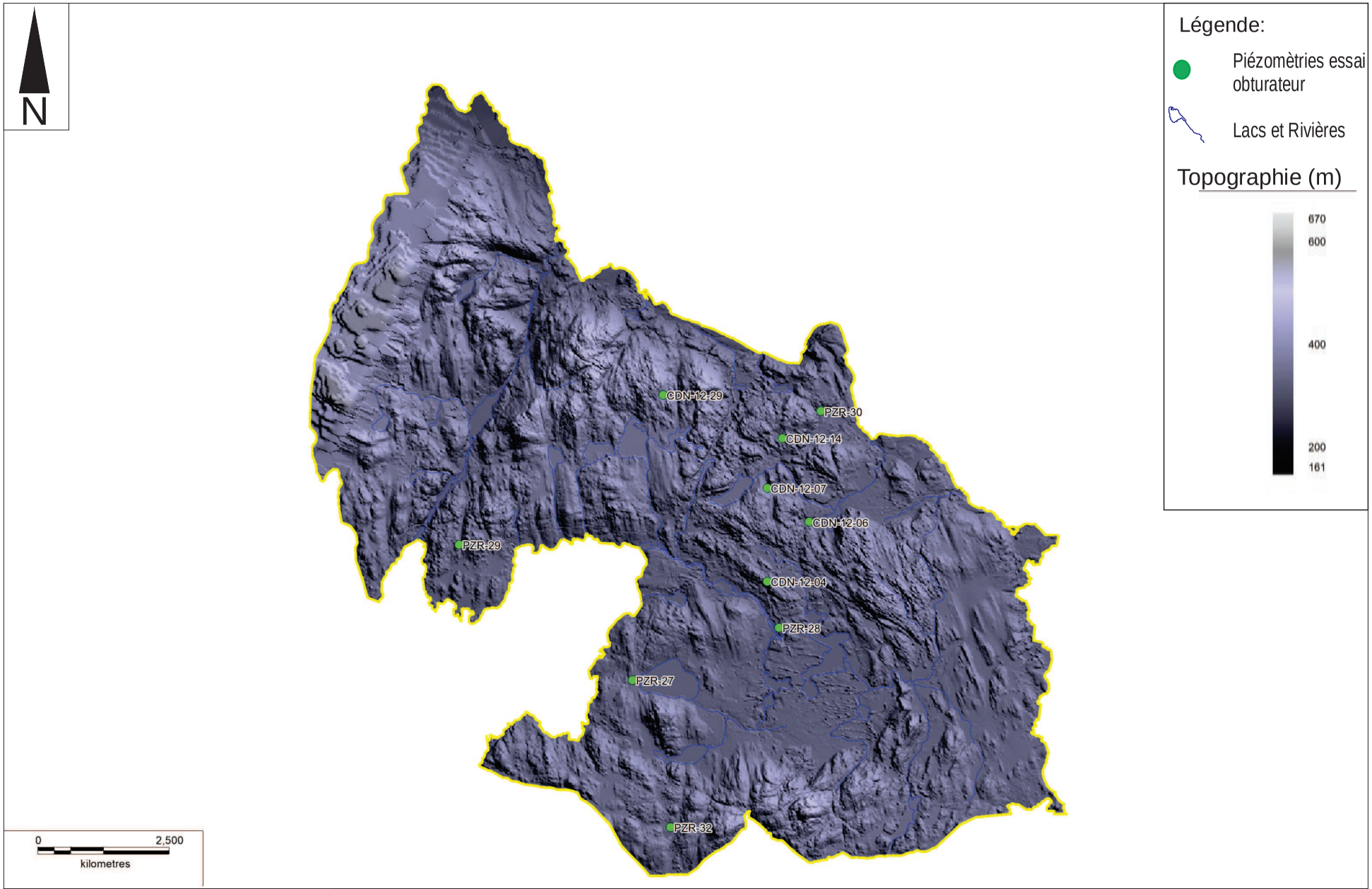
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Traité par : Seydou Sow	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 2 : Géologie du site



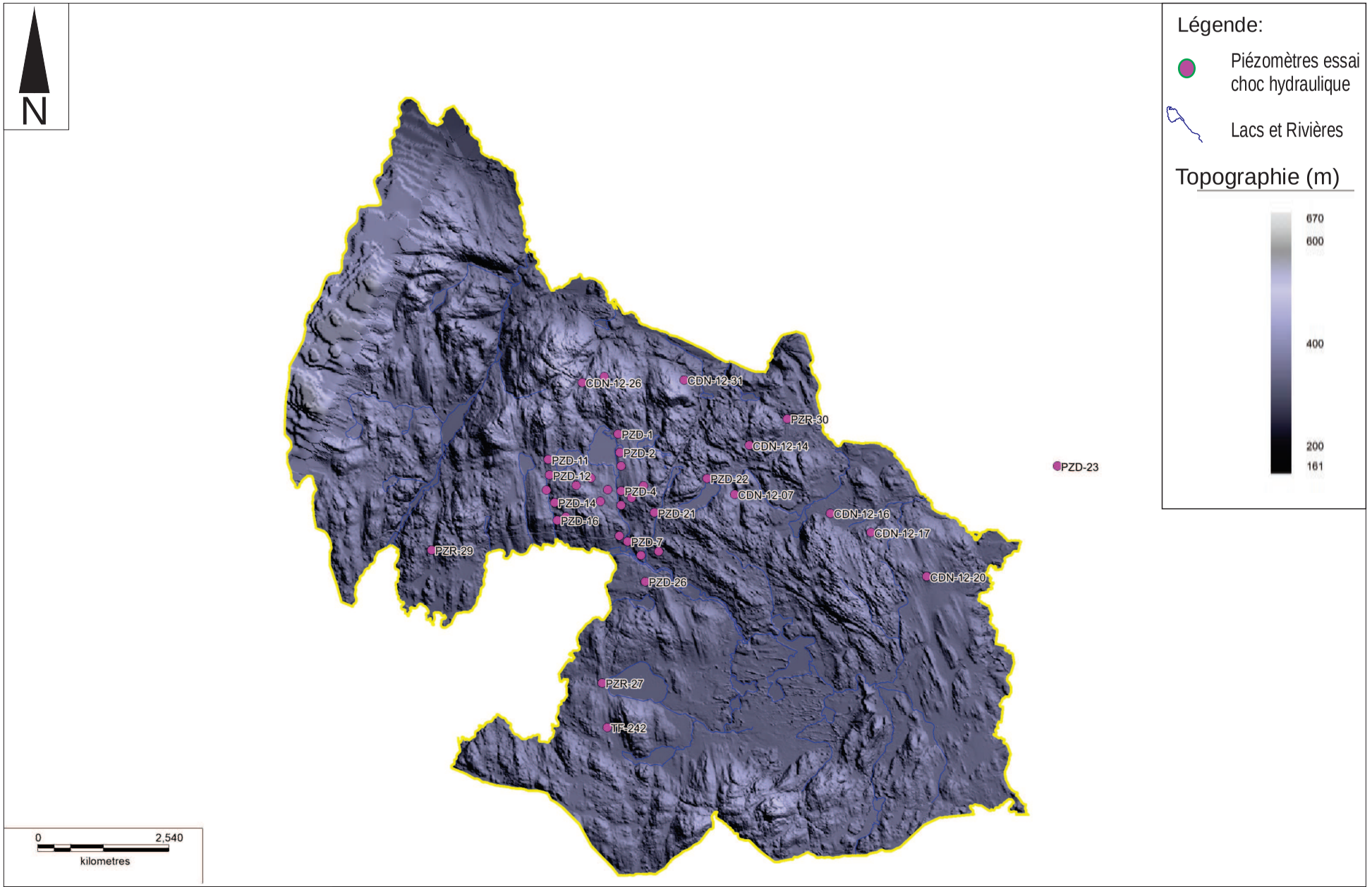
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Traité par : Seydou Sow	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 3 : Piézomètres et forages considérés



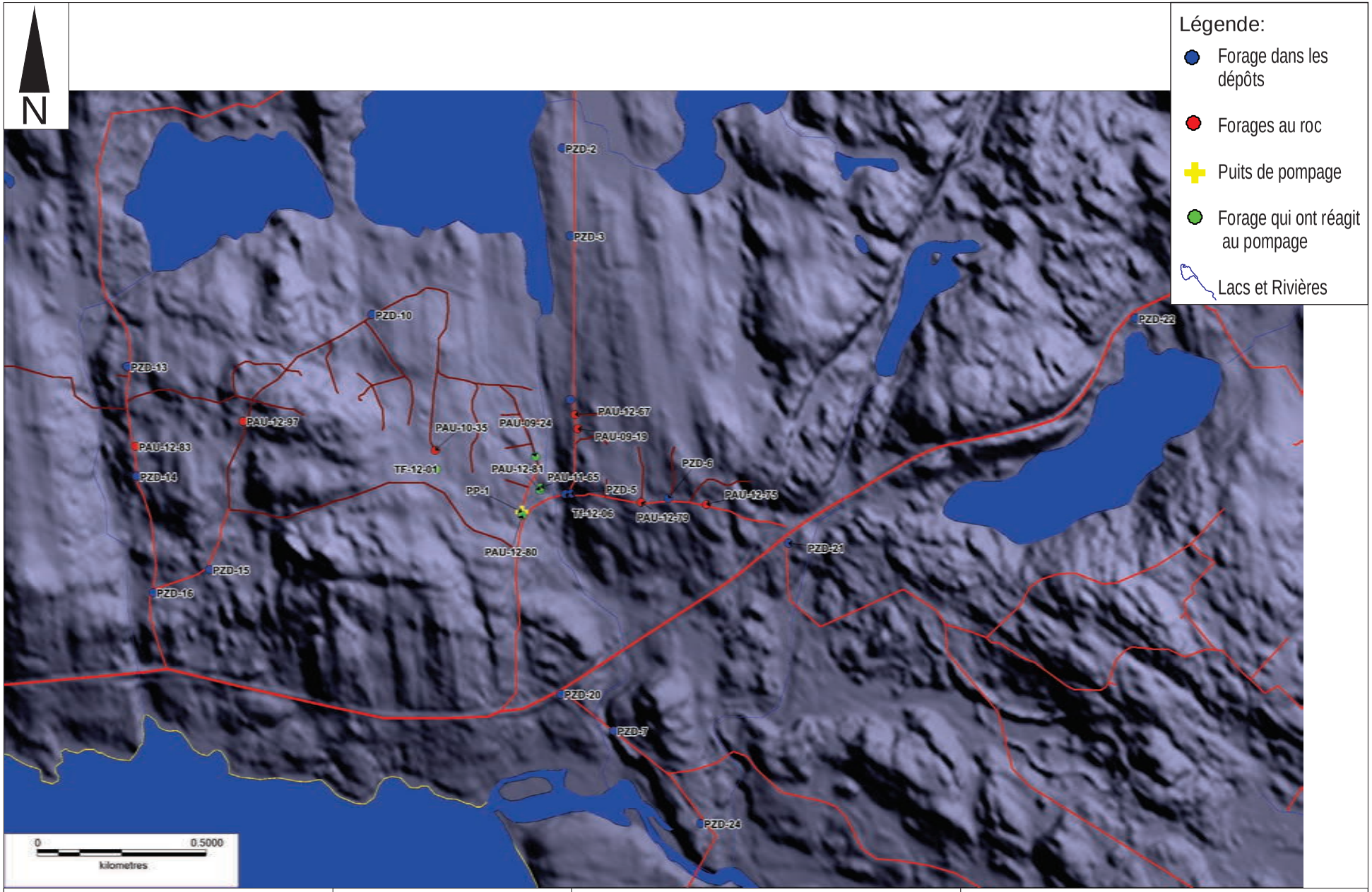
Préparé par: Seydou Tane SOW	Vérifié par: Michael Verreaut	Date: 29-04-2013
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	Échelle: Aucune	Figure: 4
	Dossier: P12-117	Titre: Schéma de l'assemblage des obturateurs



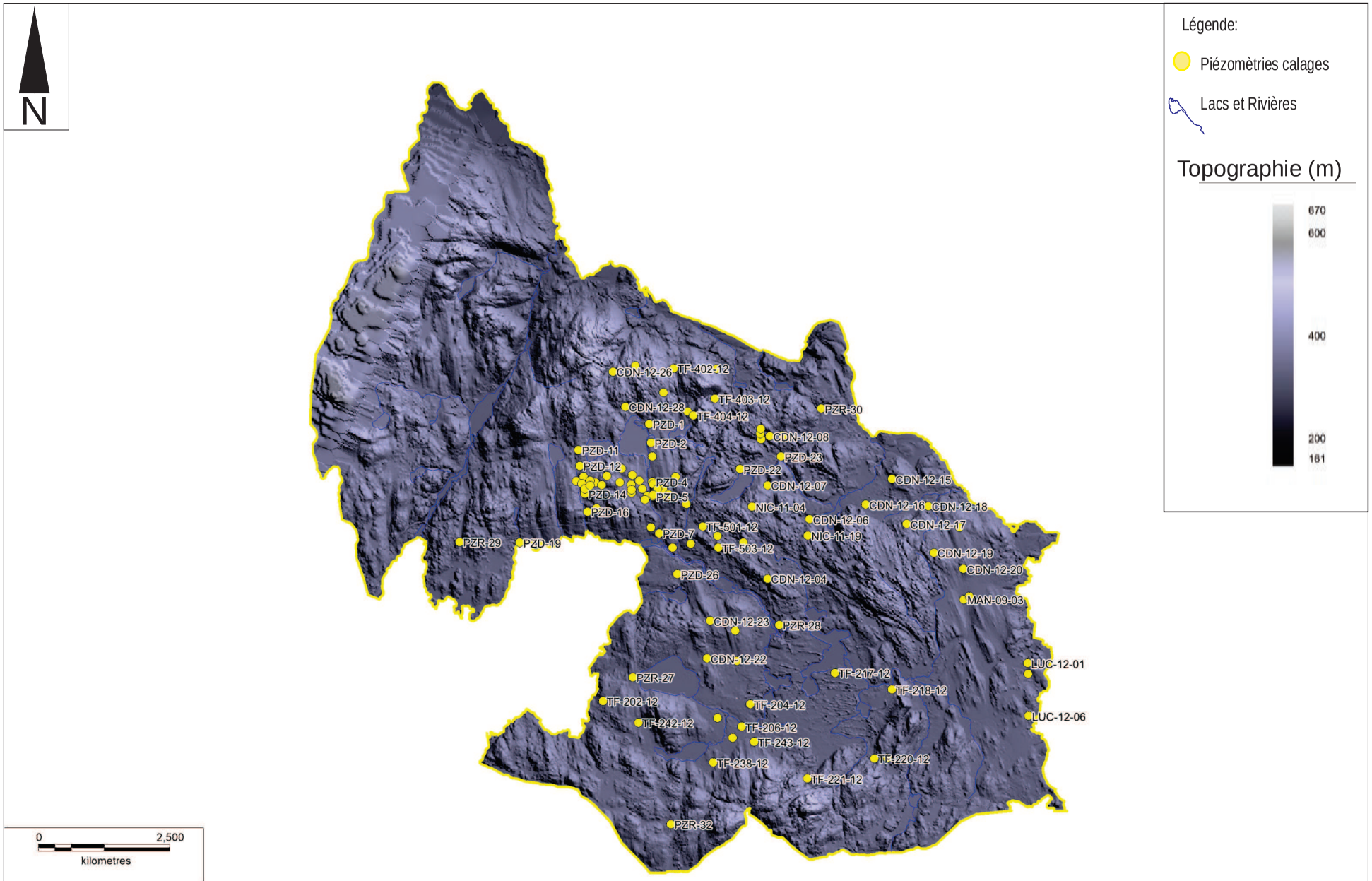
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 5: Piézométries essais Obturateurs



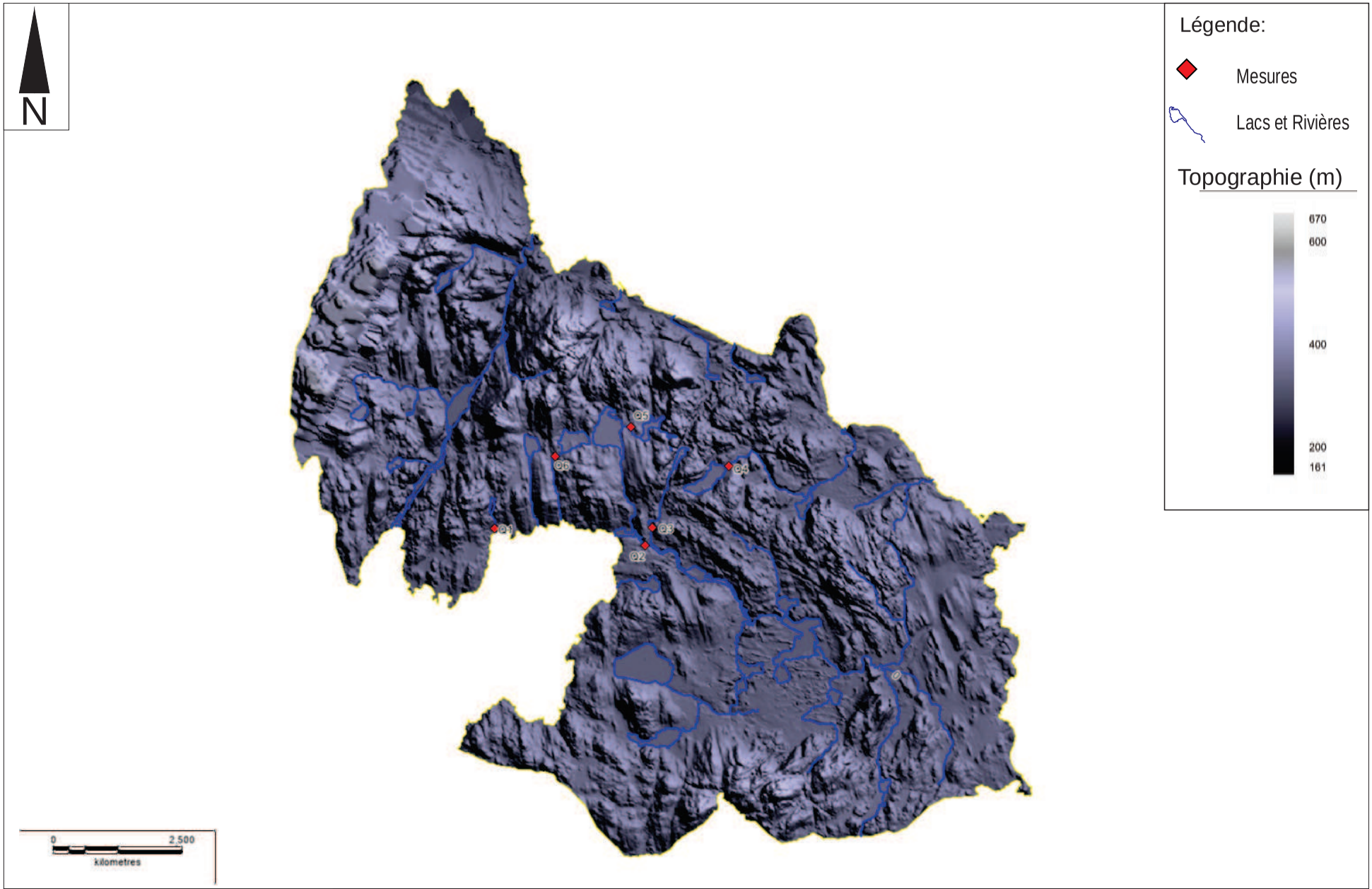
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 6: Piézomètres essai de perméabilité



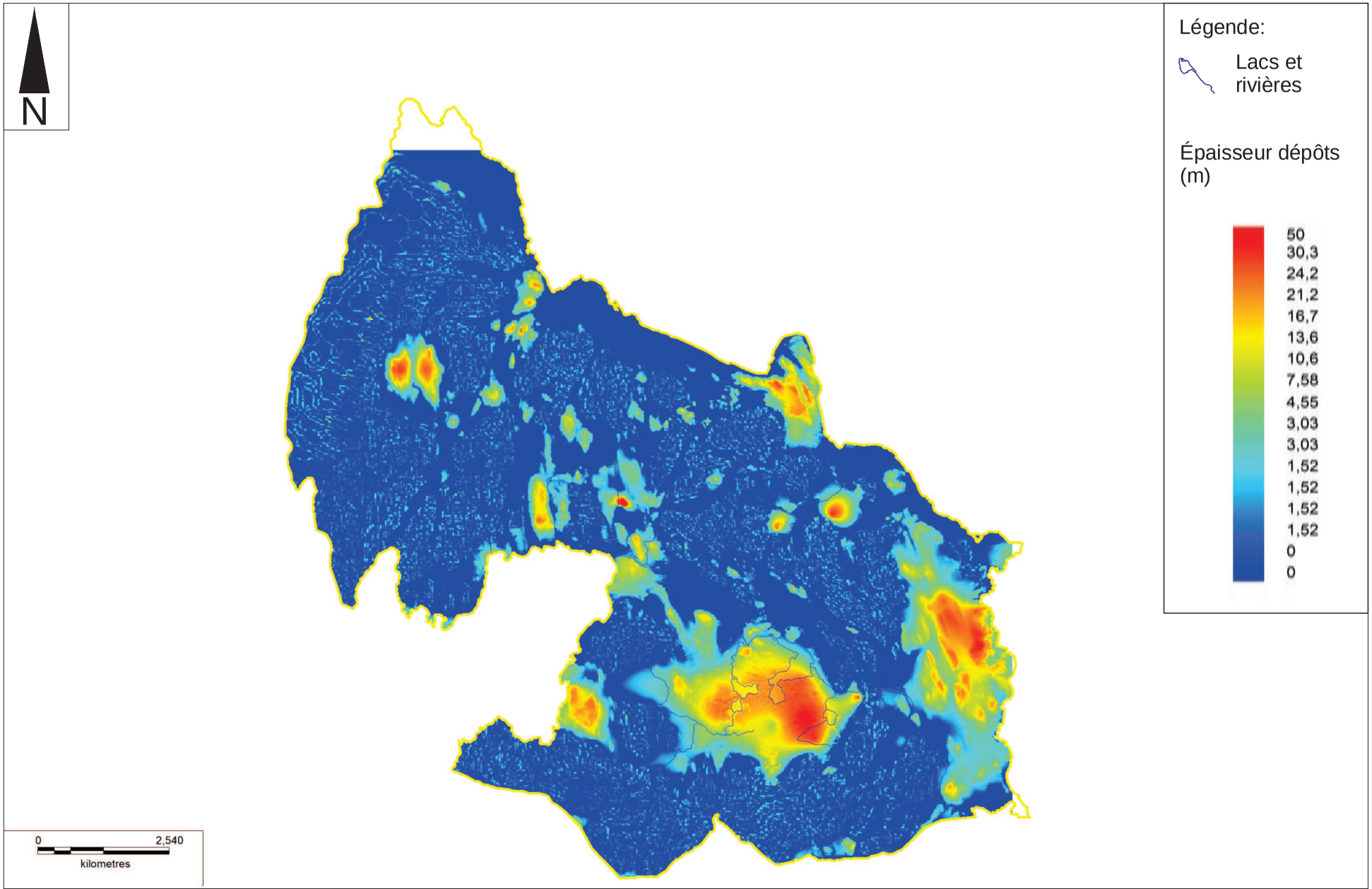
HYDRO-RESSOURCES INC. Hydrogéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 7: Points d 'observation suivis



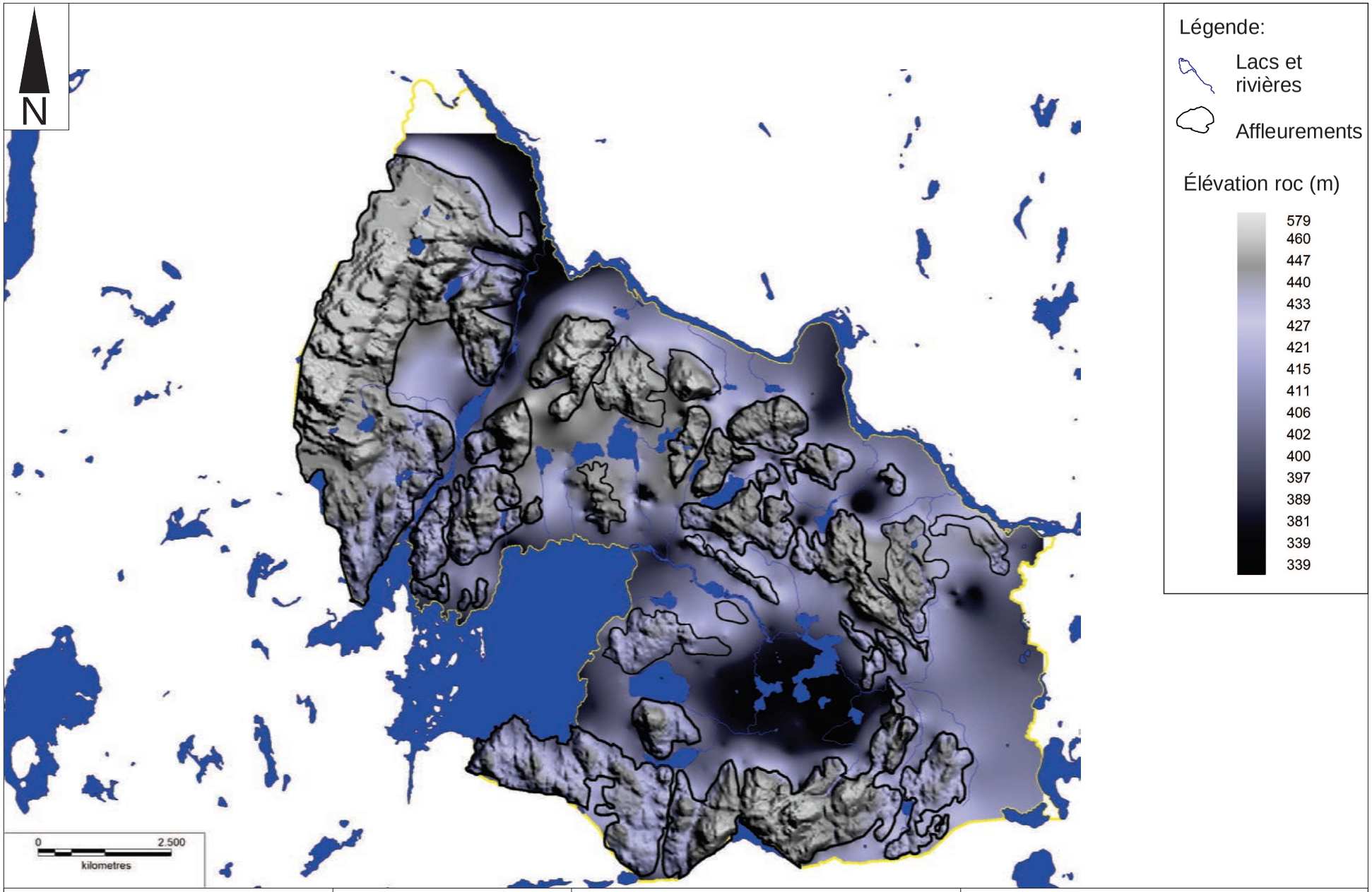
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Traité par : Seydou Sow	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 8 : Piézométrie calage



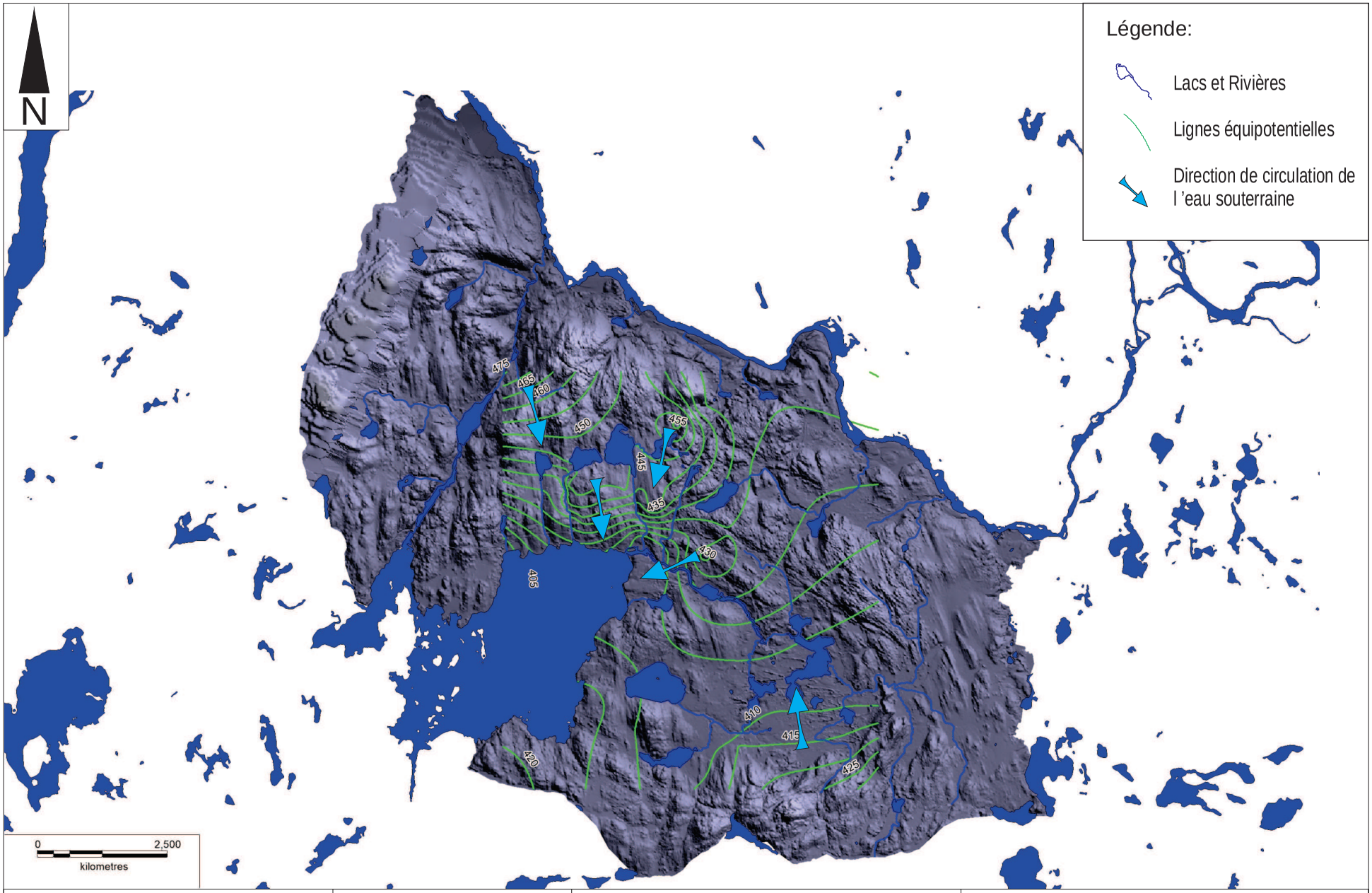
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 9: Position débits ruisseaux



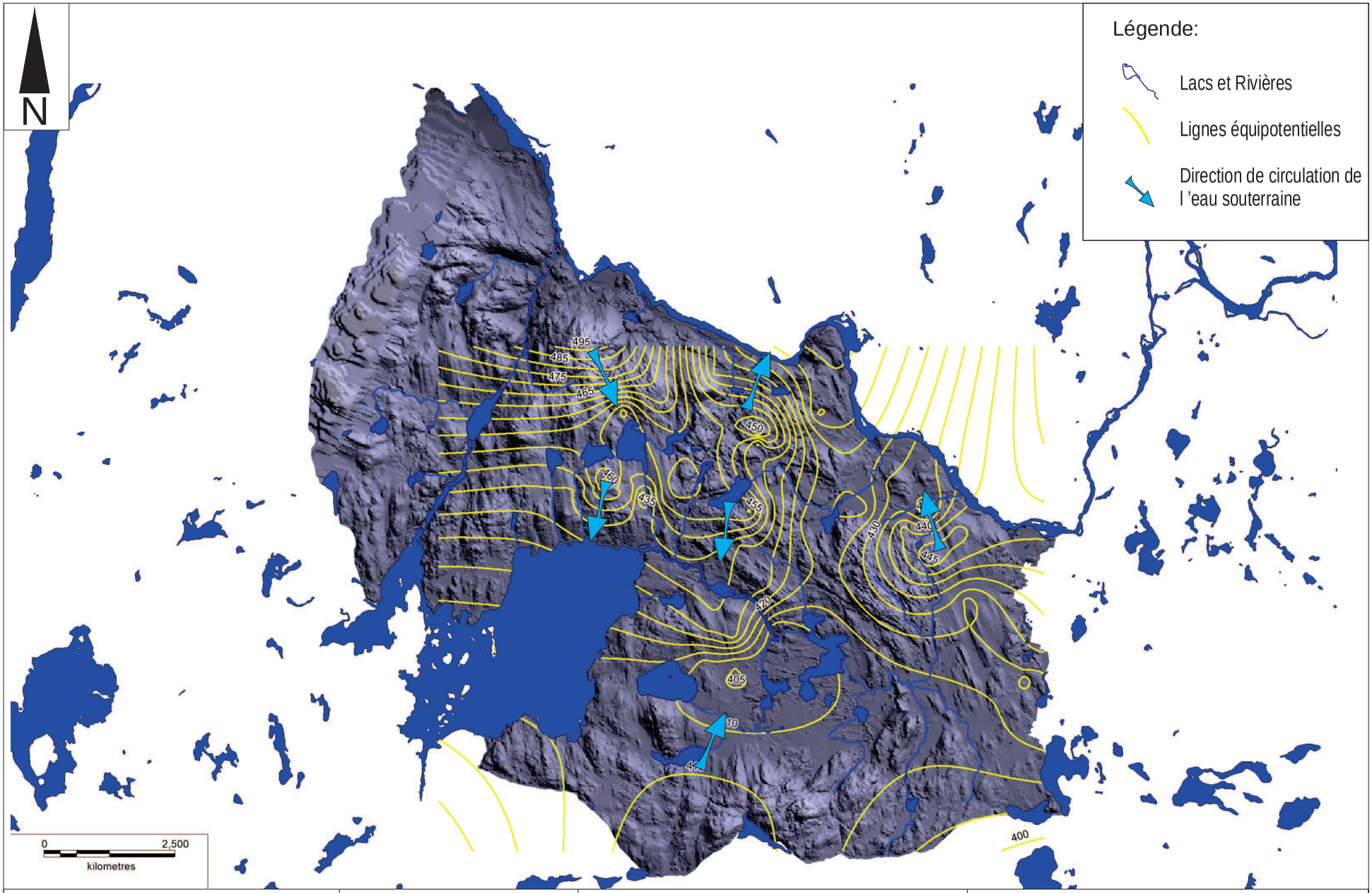
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 10: Epaisseur dépôt meubles



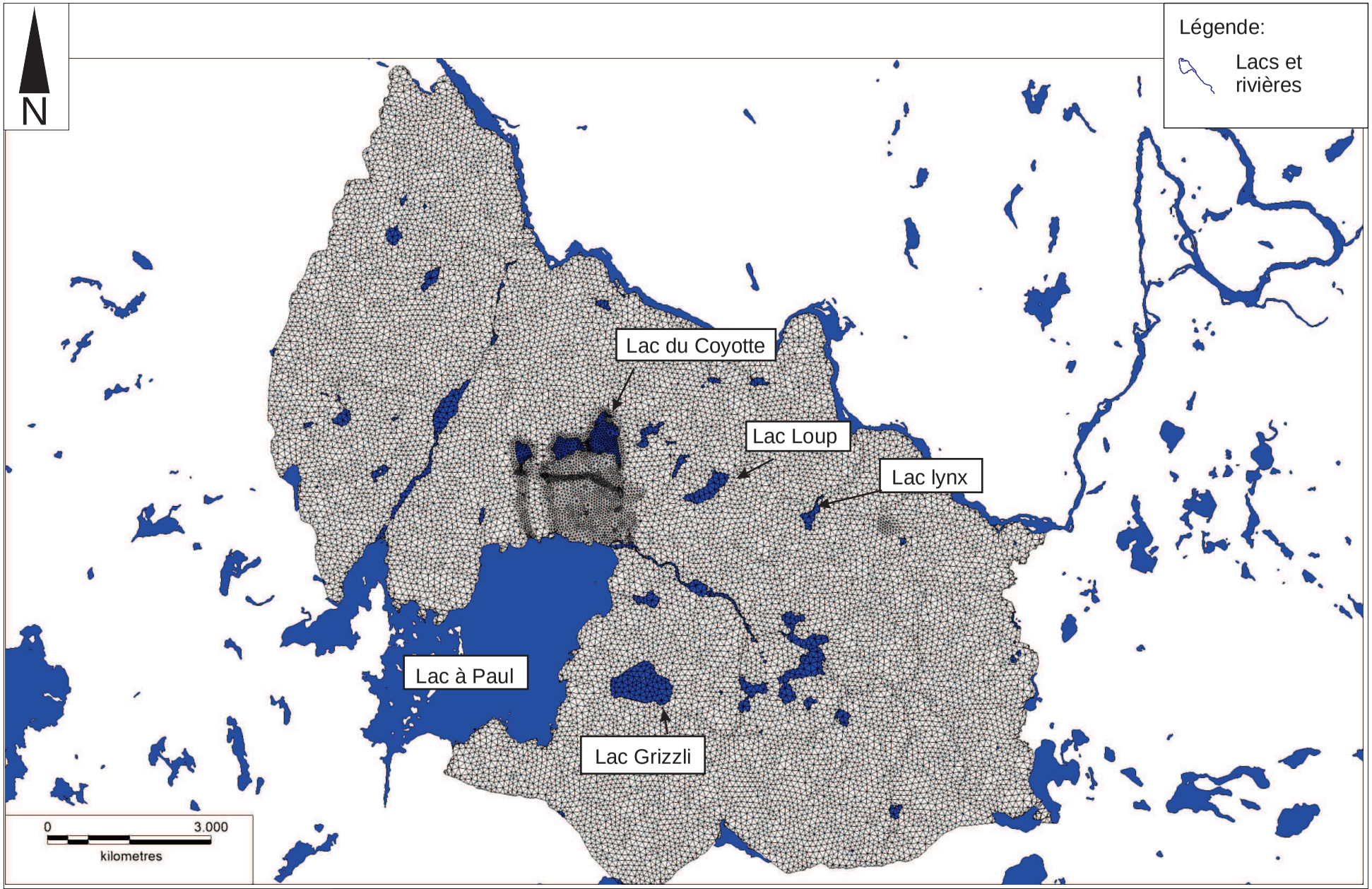
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 11: Affleurement rocheux et topo roc.



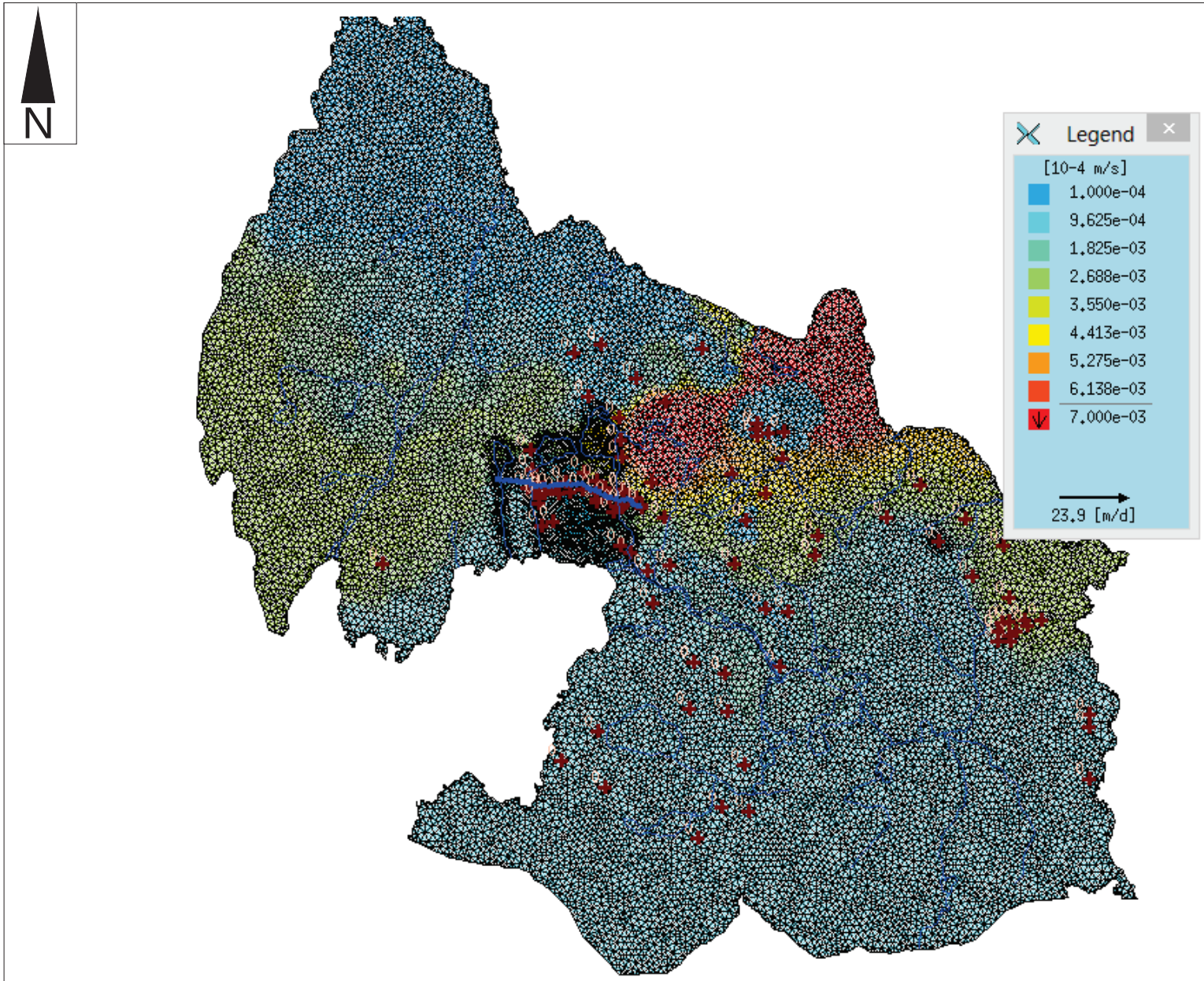
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 12: Écoulement souterrain dans les dépôts meubles



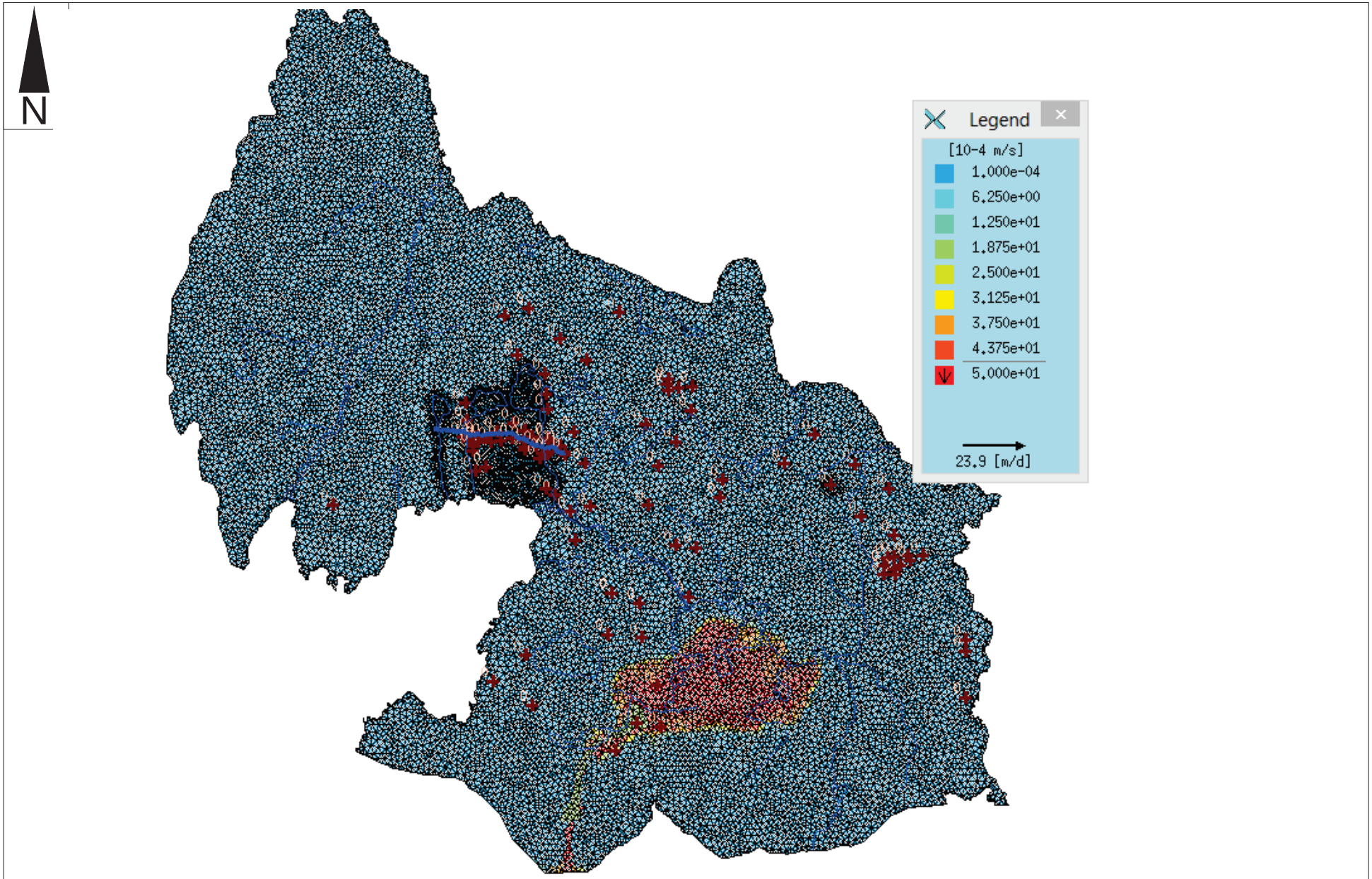
HYDRO-RESSOURCES INC. Hydrogéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 13: Écoulement souterrain dans les dépôts meubles



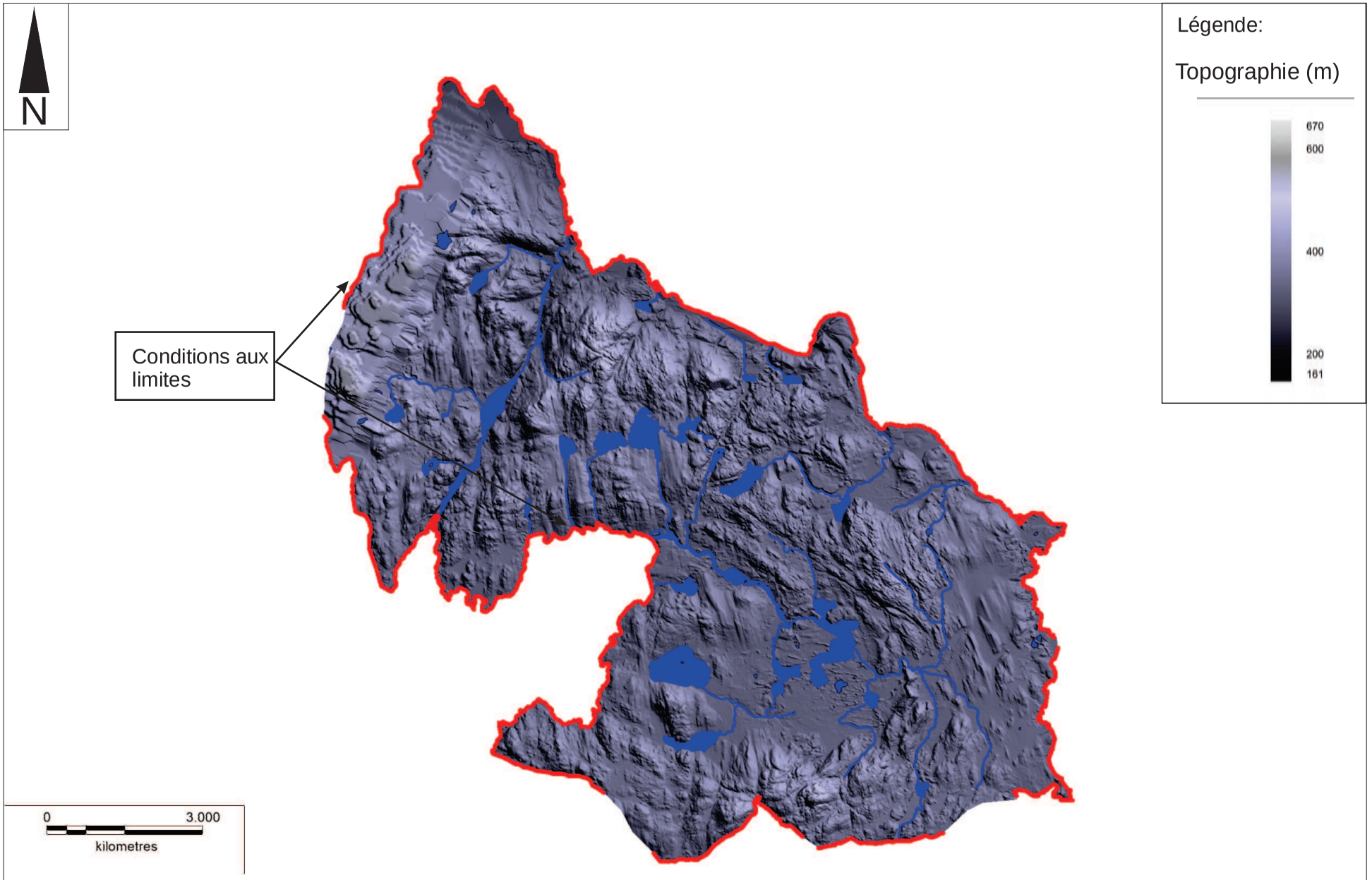
HYDRO-RESSOURCES INC.	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 24-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 14: Domaine et Mesh



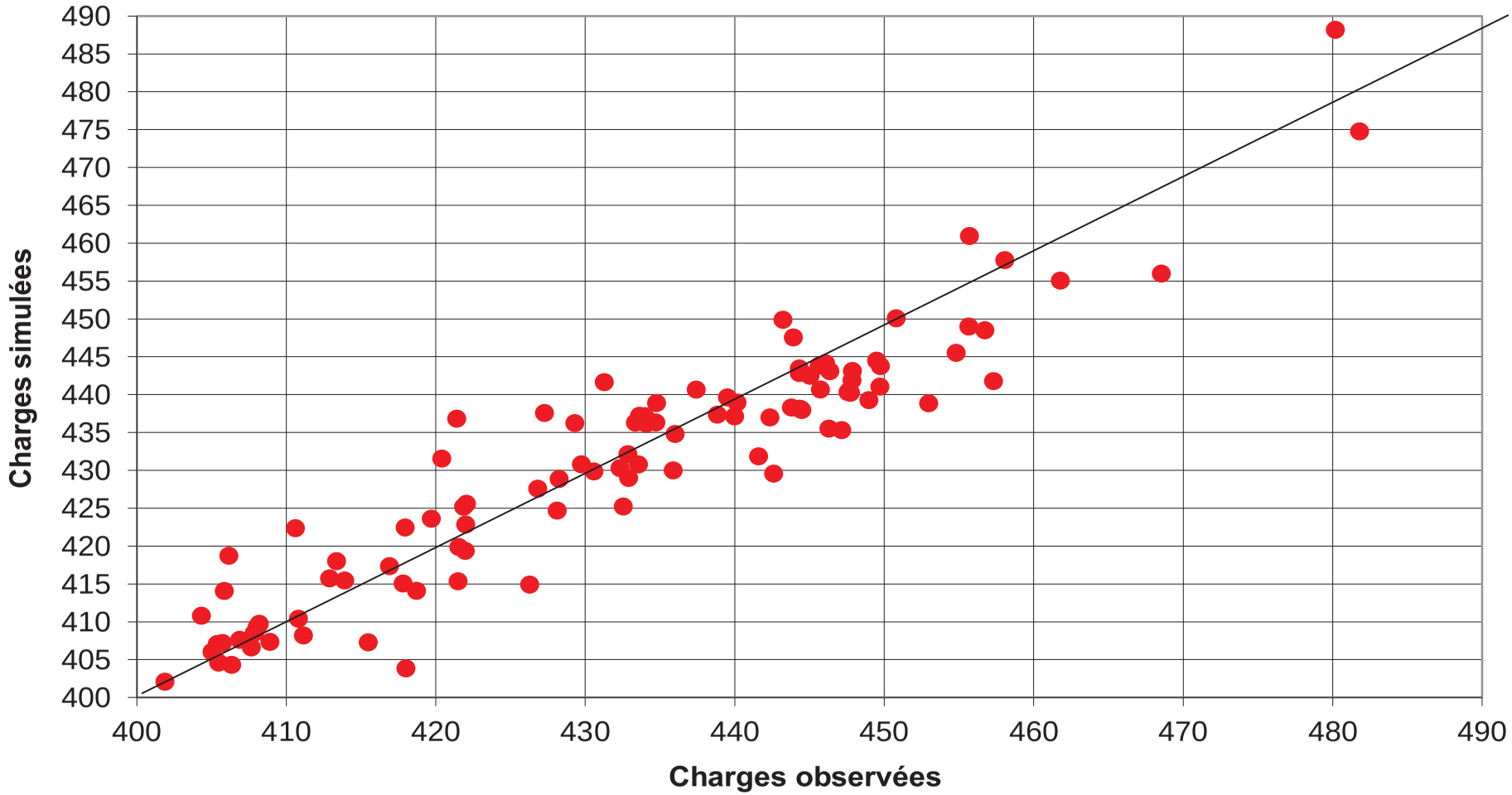
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 15: Conductivité hydraulique imposée dans le roc



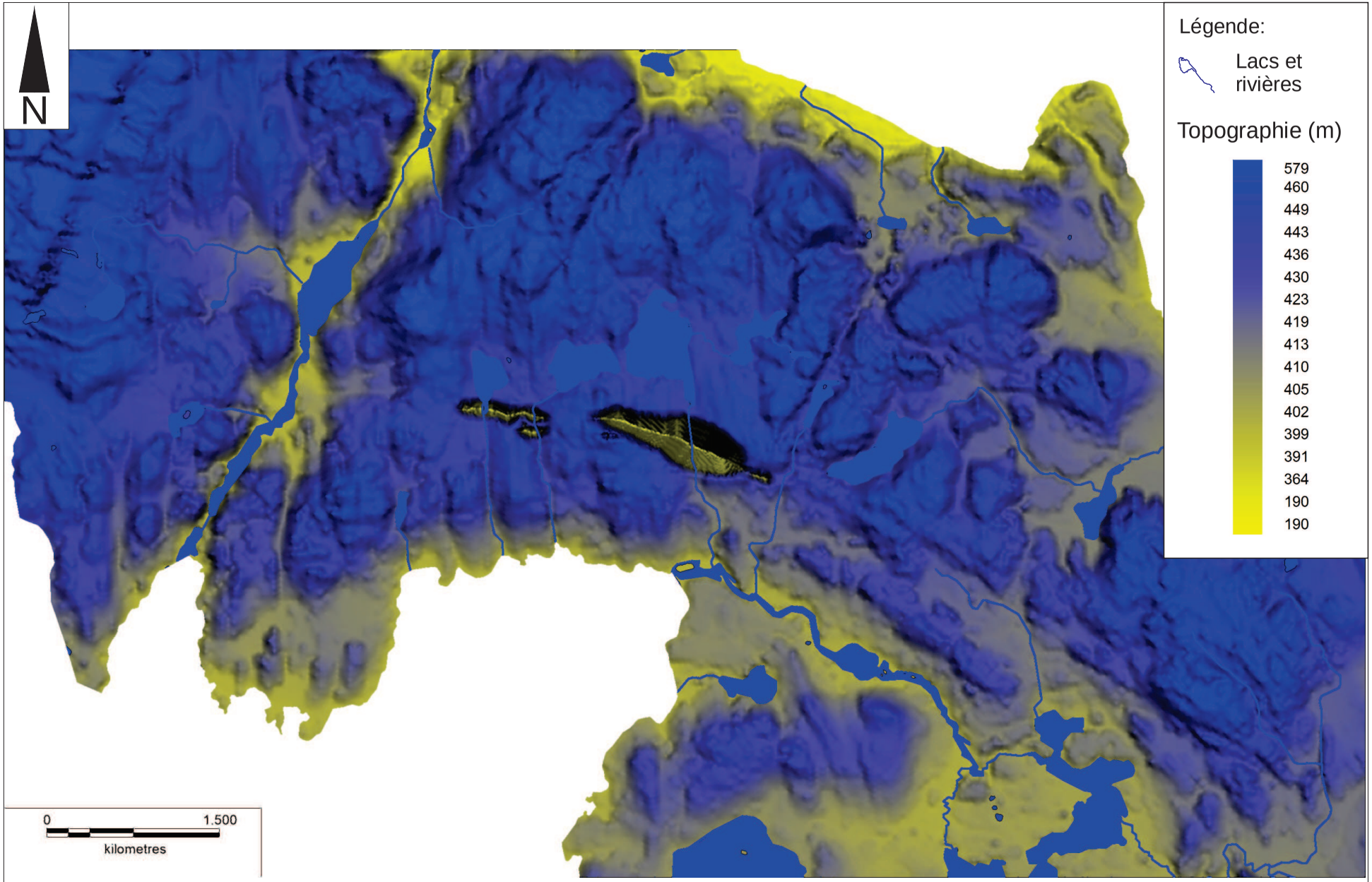
HYDRO-RESSOURCES INC.	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 16:Concuctivité hydraulique imposée dans les dépôts - couche 2



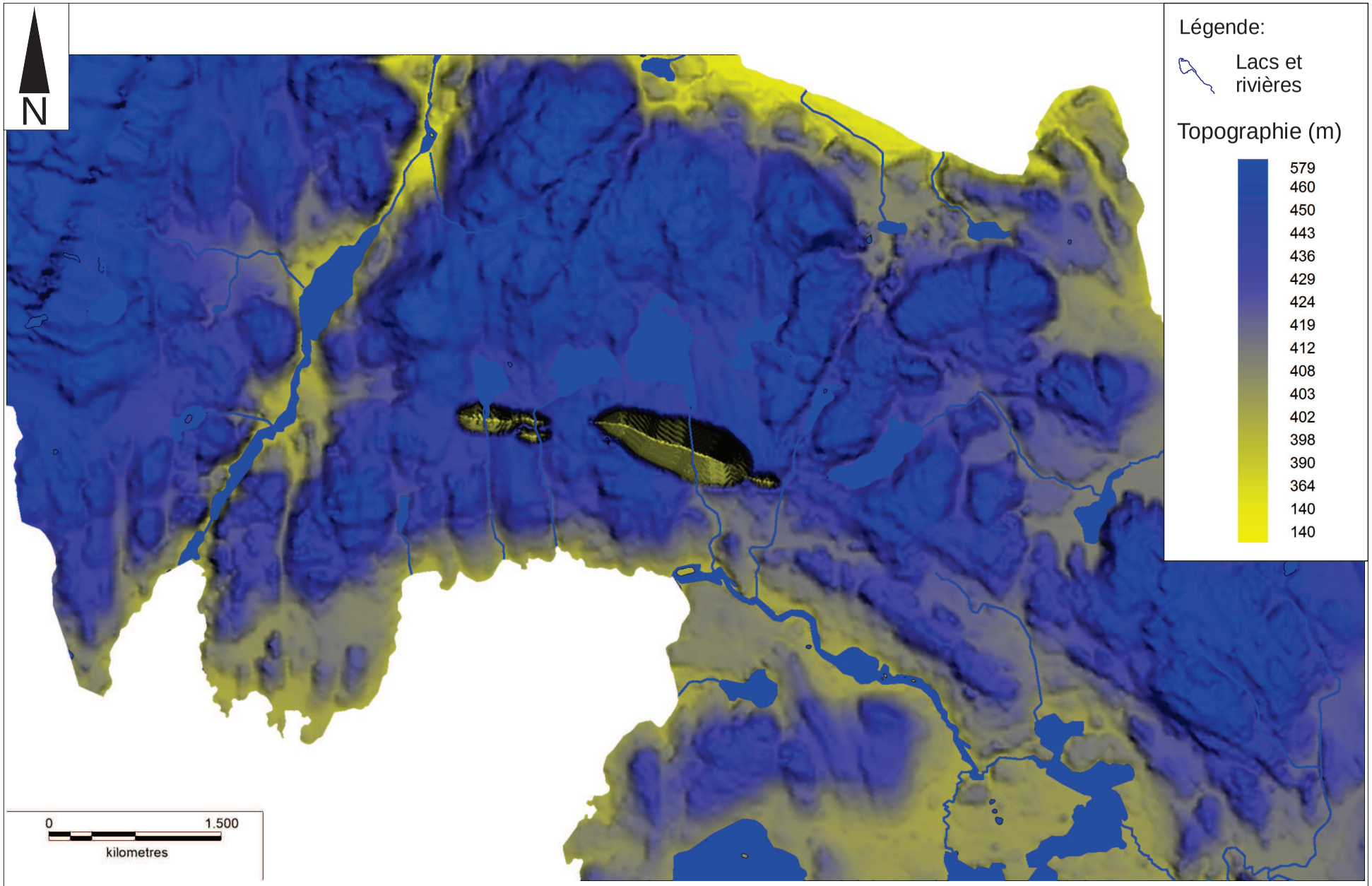
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 17: limites de charge constante



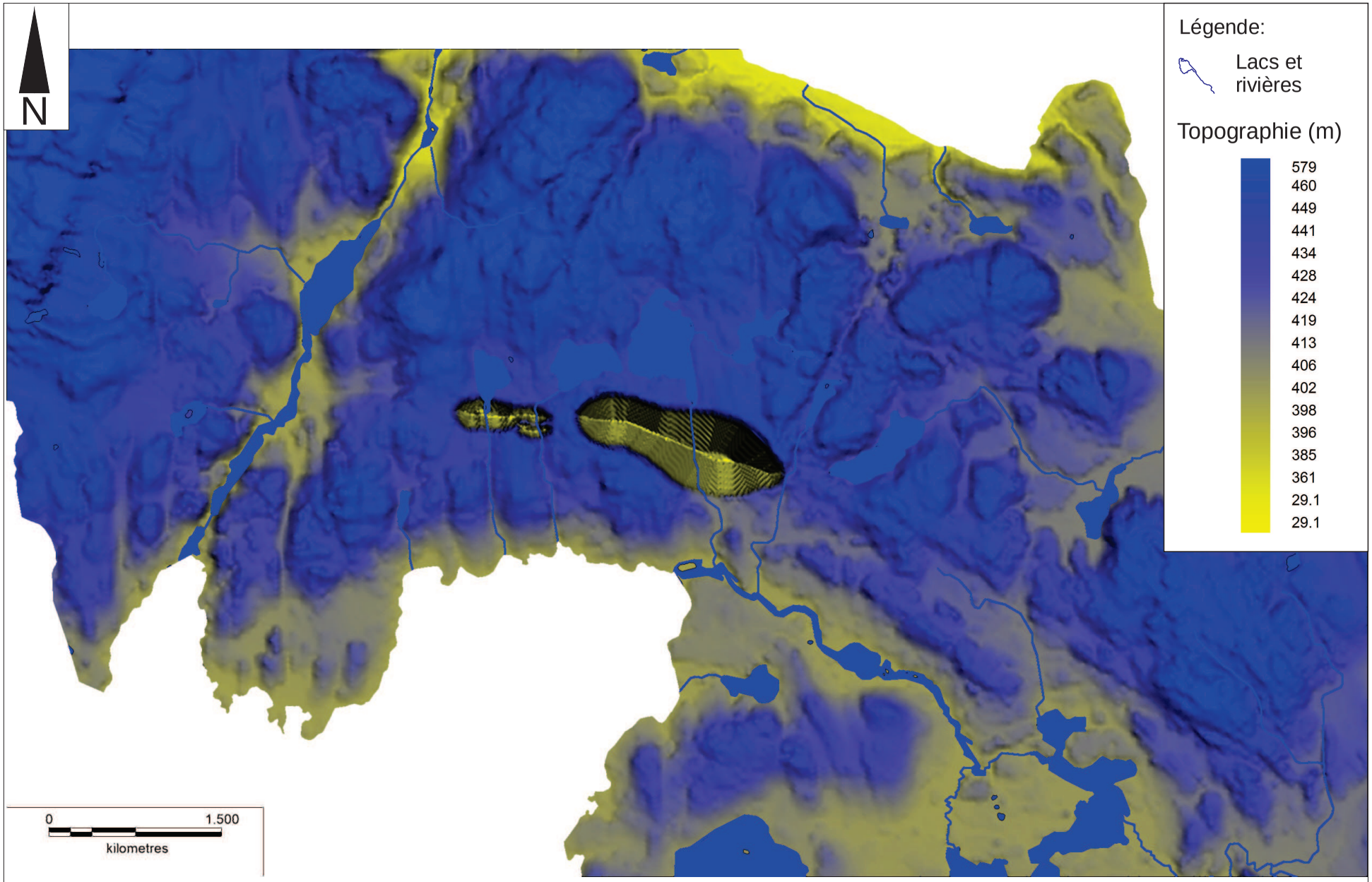
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Aucune échelle
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 18: calage de l 'écoulement du modèle.



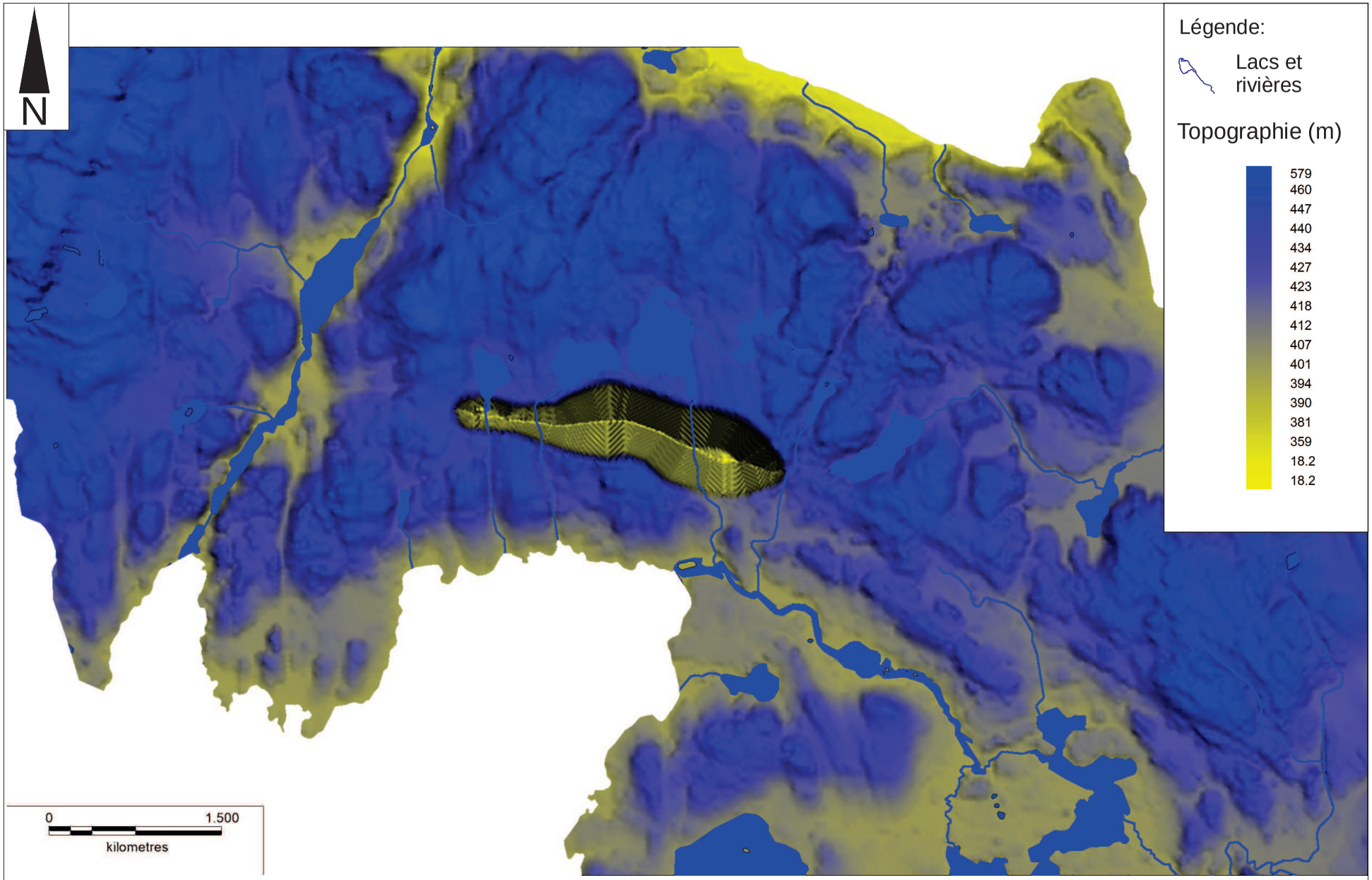
HYDRO-RESSOURCES INC.	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 19: Topographie fosse après 5 ans



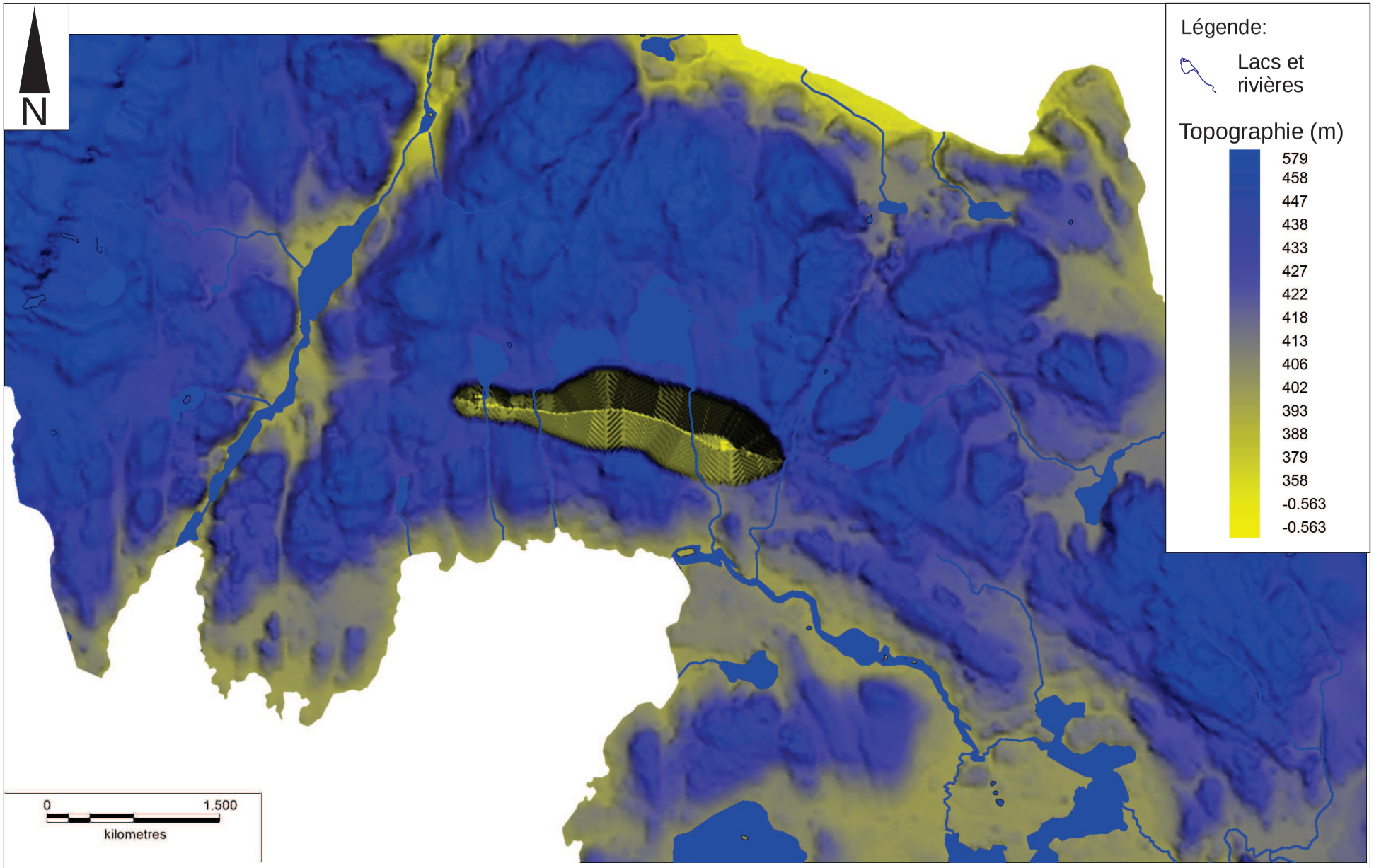
HYDRO-RESSOURCES INC.	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 20: Topographie fosse après 10 ans



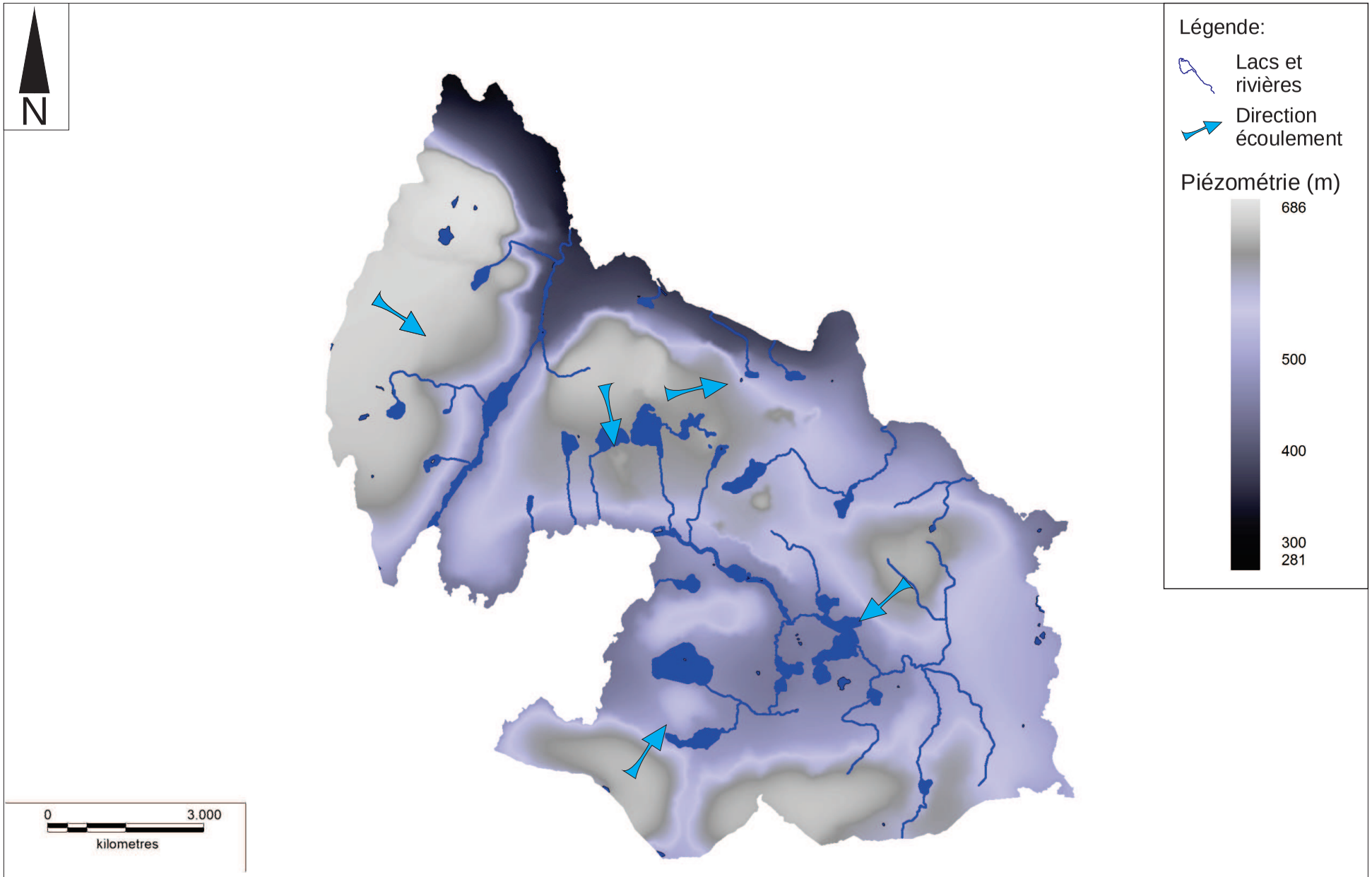
HYDRO-RESSOURCES INC. Hydrogéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 21: Topographie fosse après 15 ans



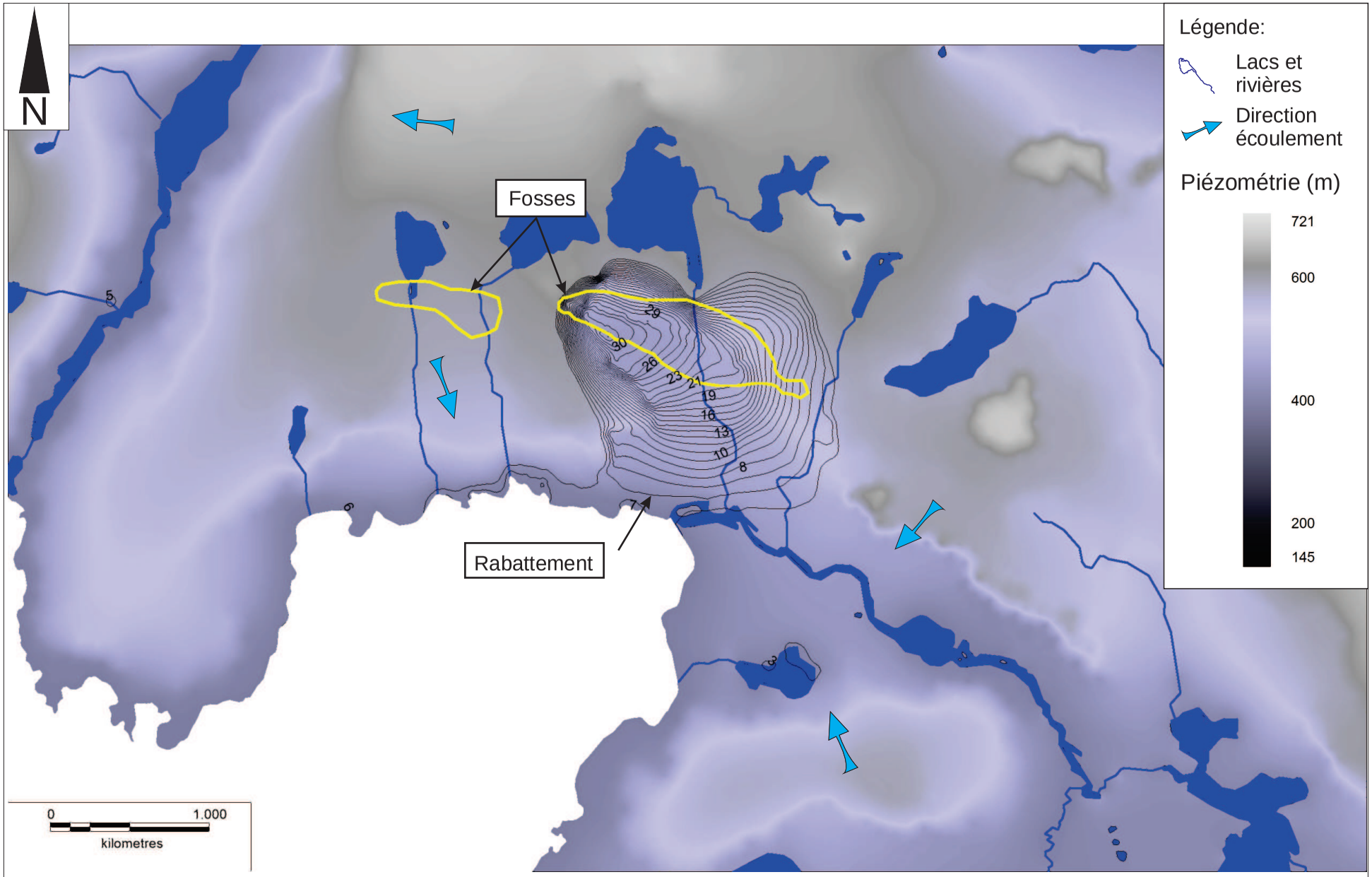
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 22: Topographie fosse après 20 ans



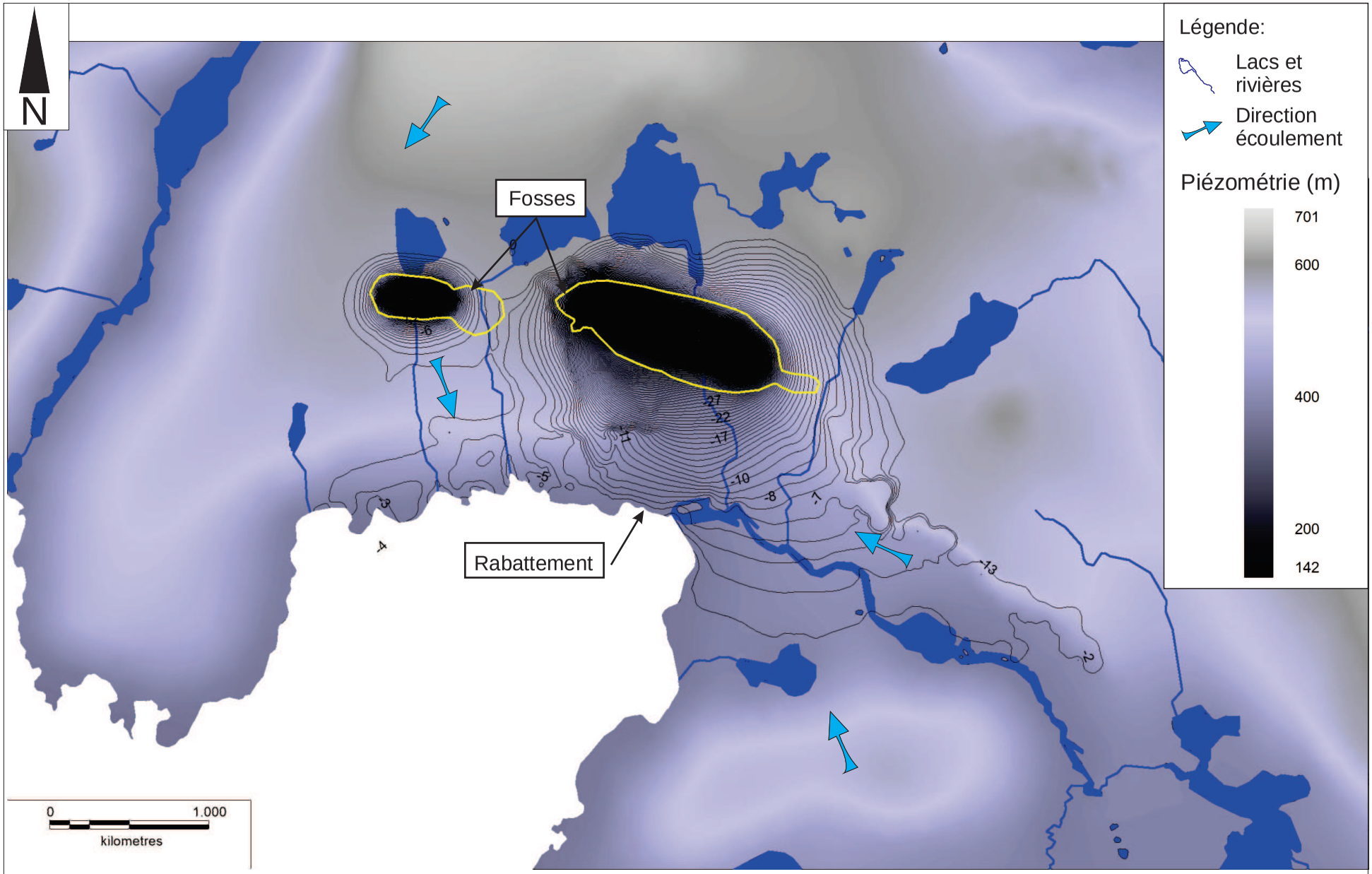
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 23: Topographie fosse après 25 ans



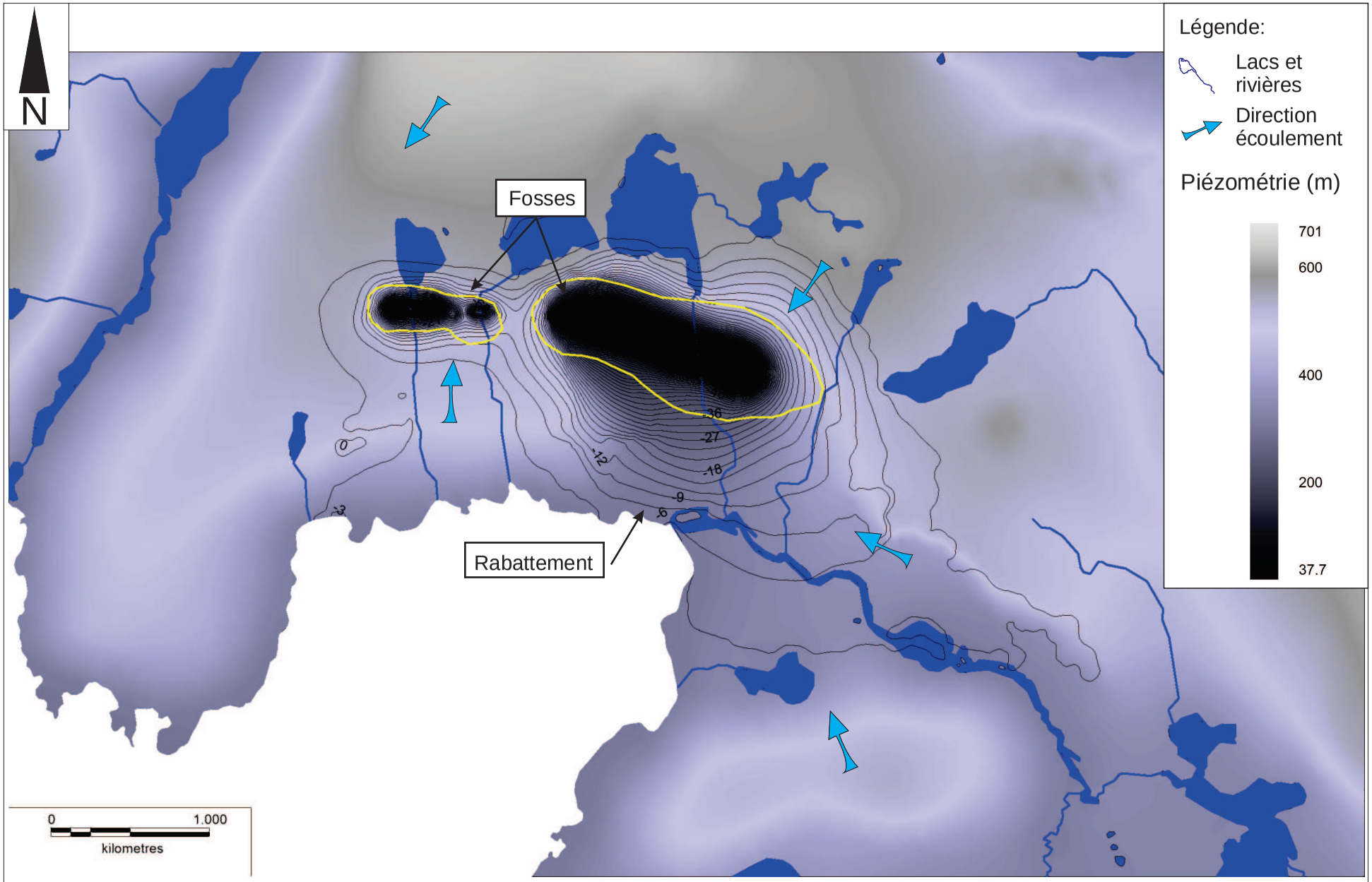
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 24: Écoulement naturel simulé



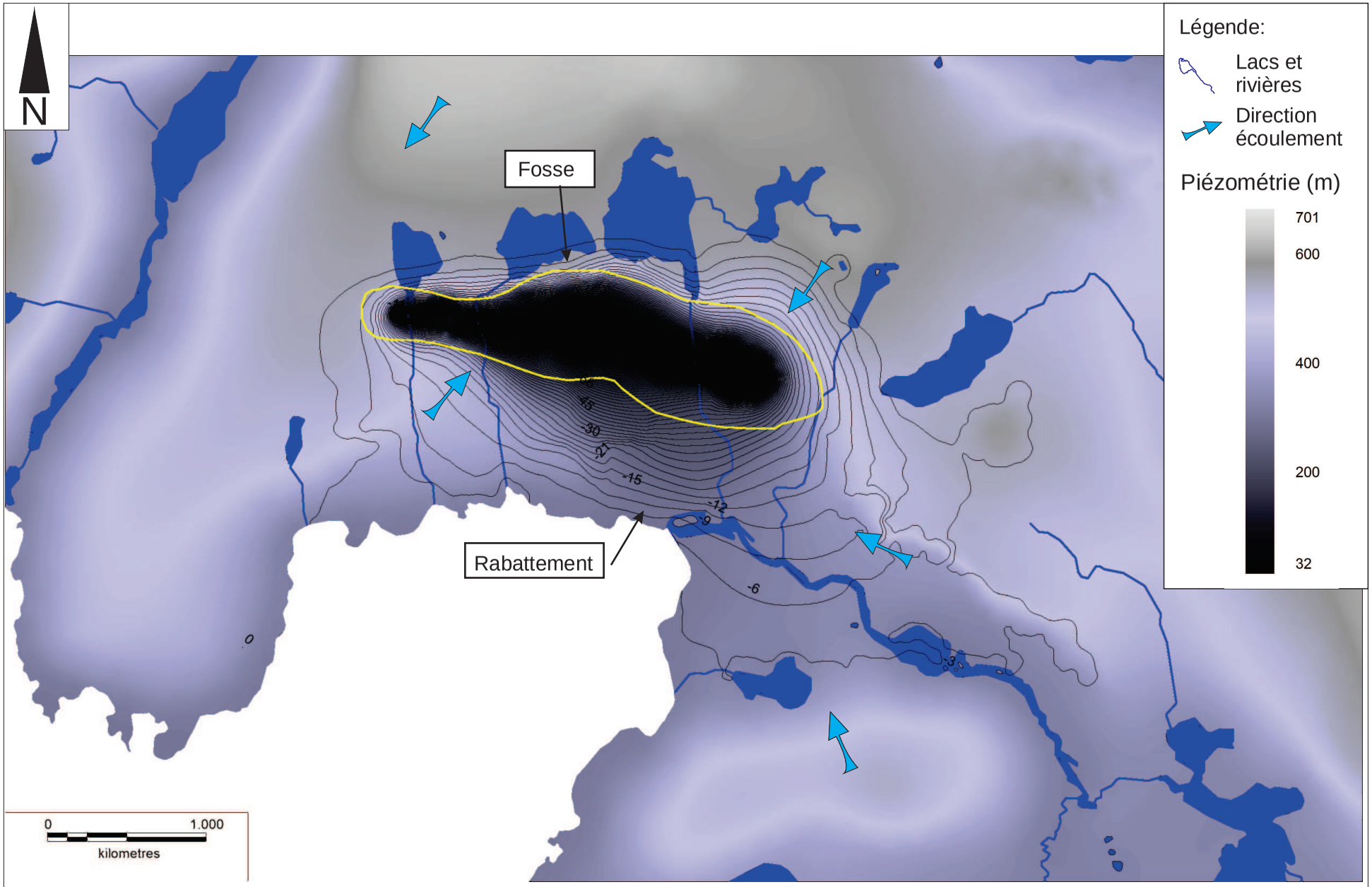
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 25: Écoulement et rabattement simulé sur fosse 5 ans



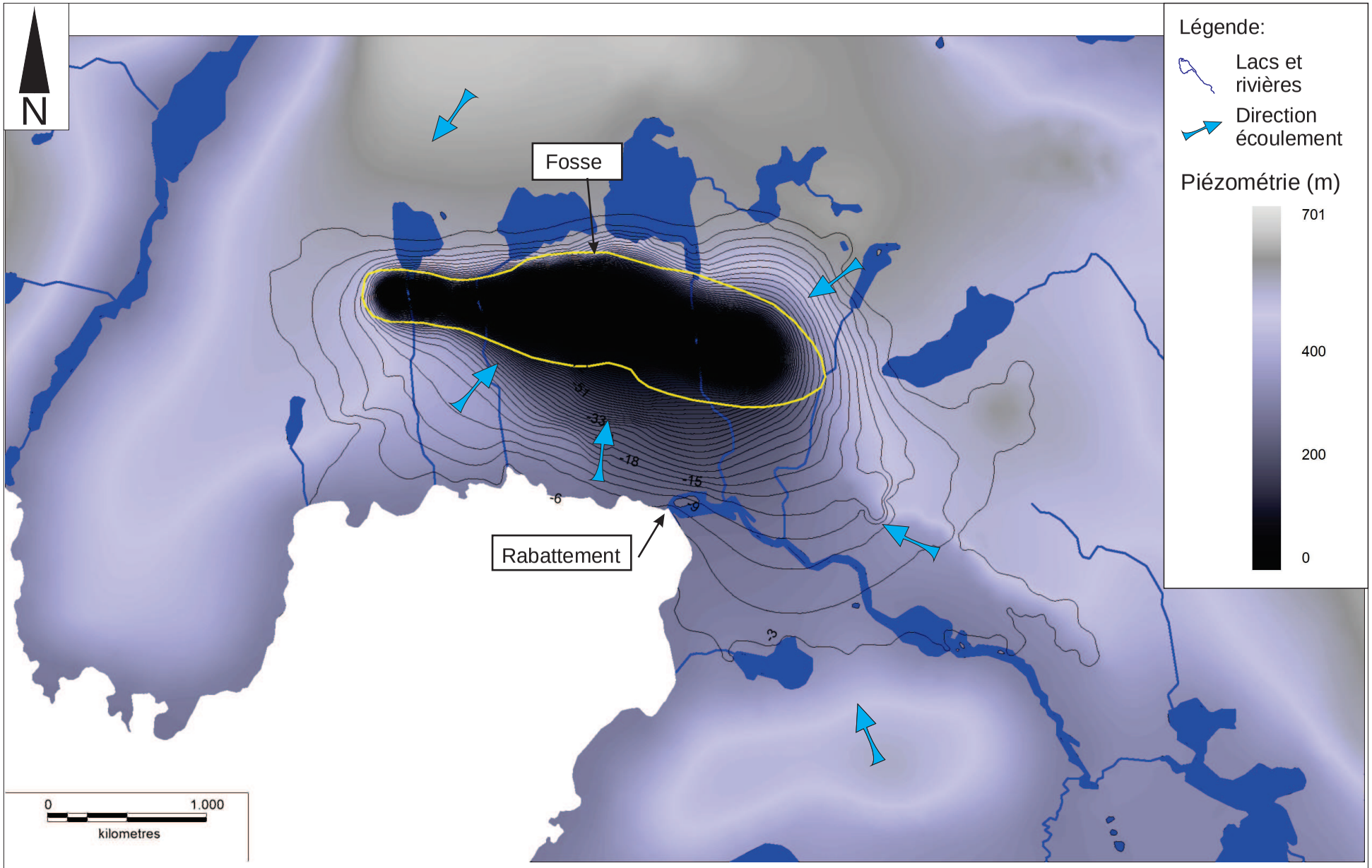
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 26: Écoulement et rabattement simulé sur fosse 10 ans



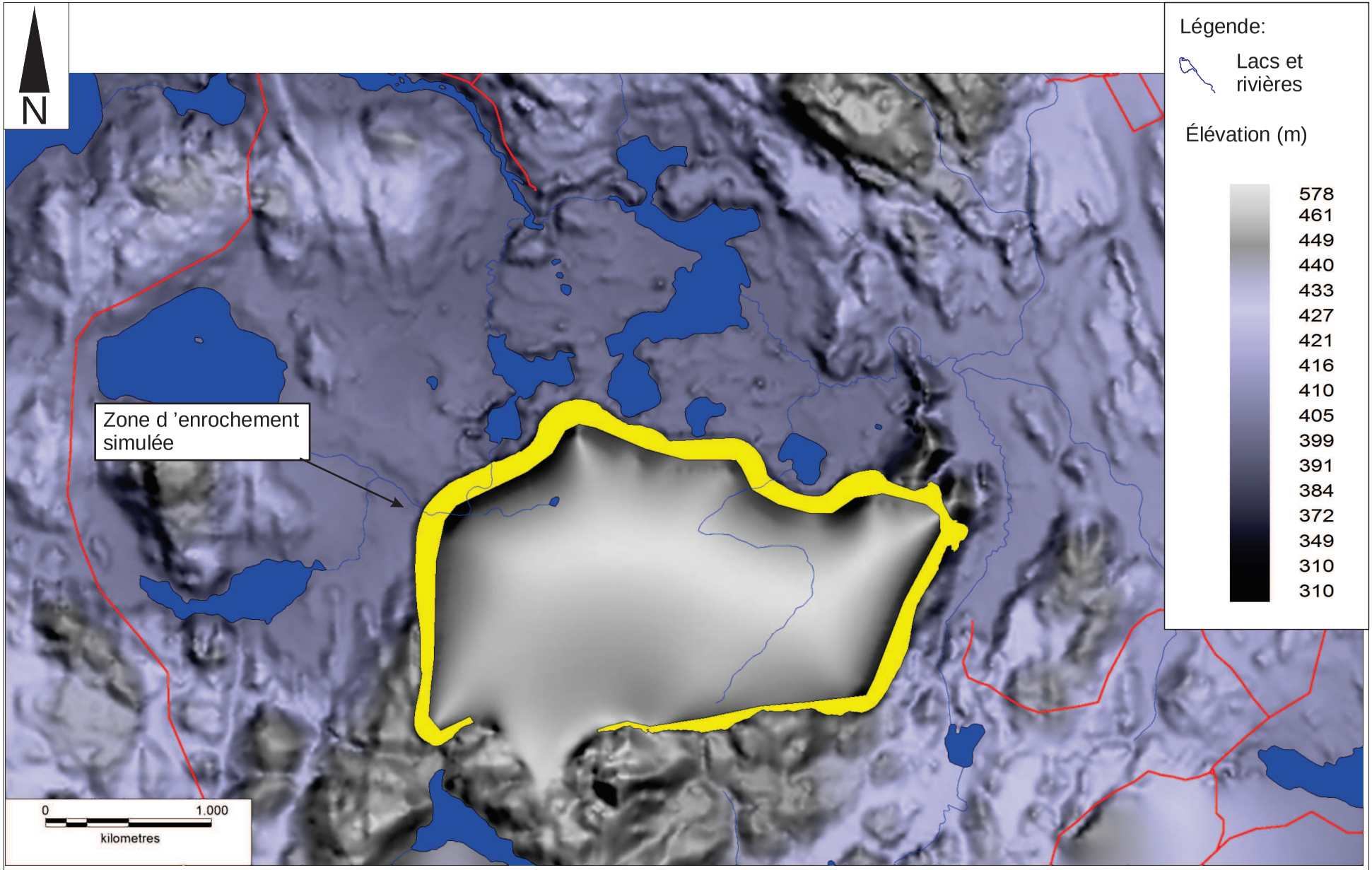
HYDRO-RESSOURCES INC. HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 27: Écoulement et rabattement simulé sur fosse 15 ans



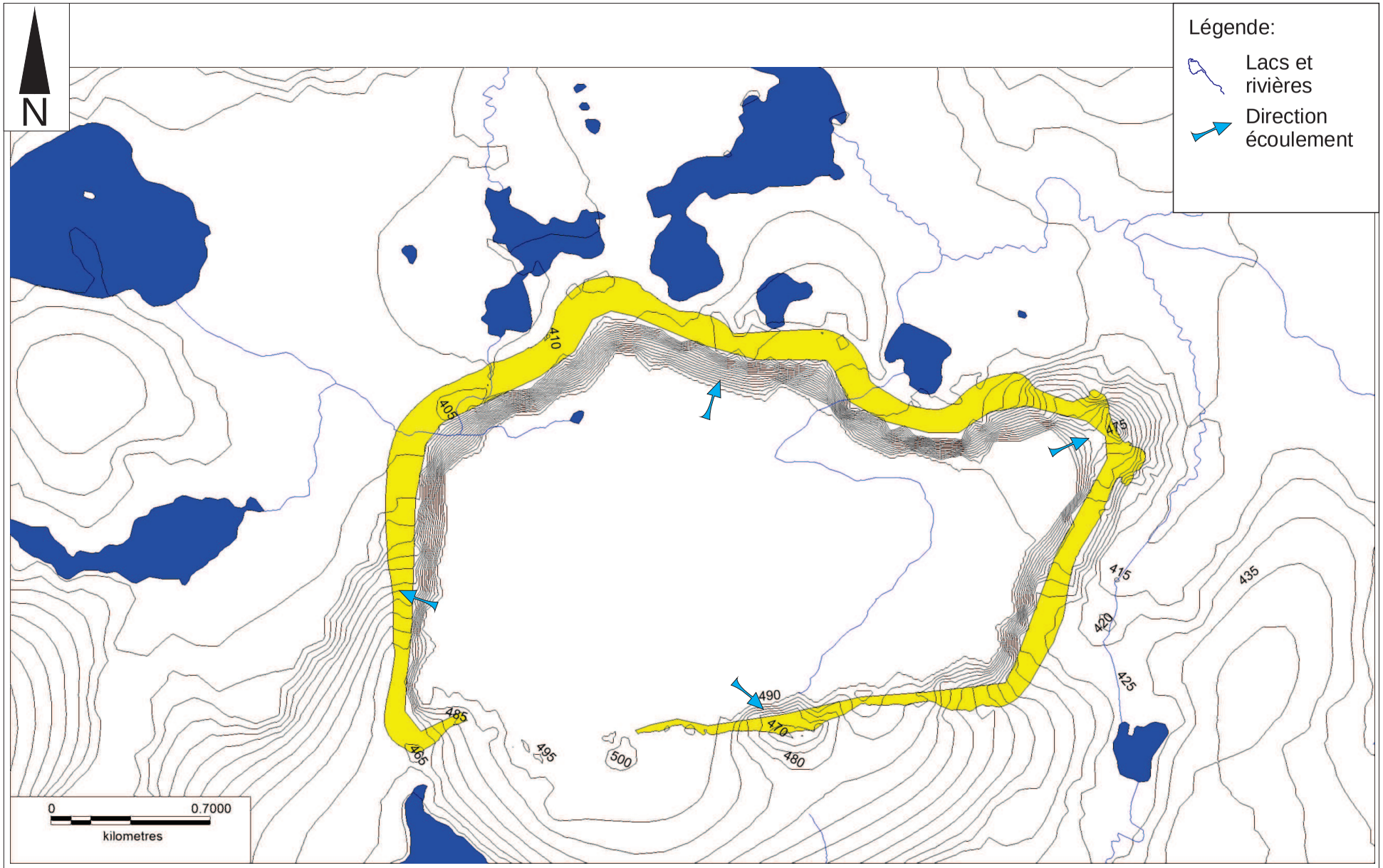
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 28: Écoulement et rabattement simulé sur fosse 20 ans



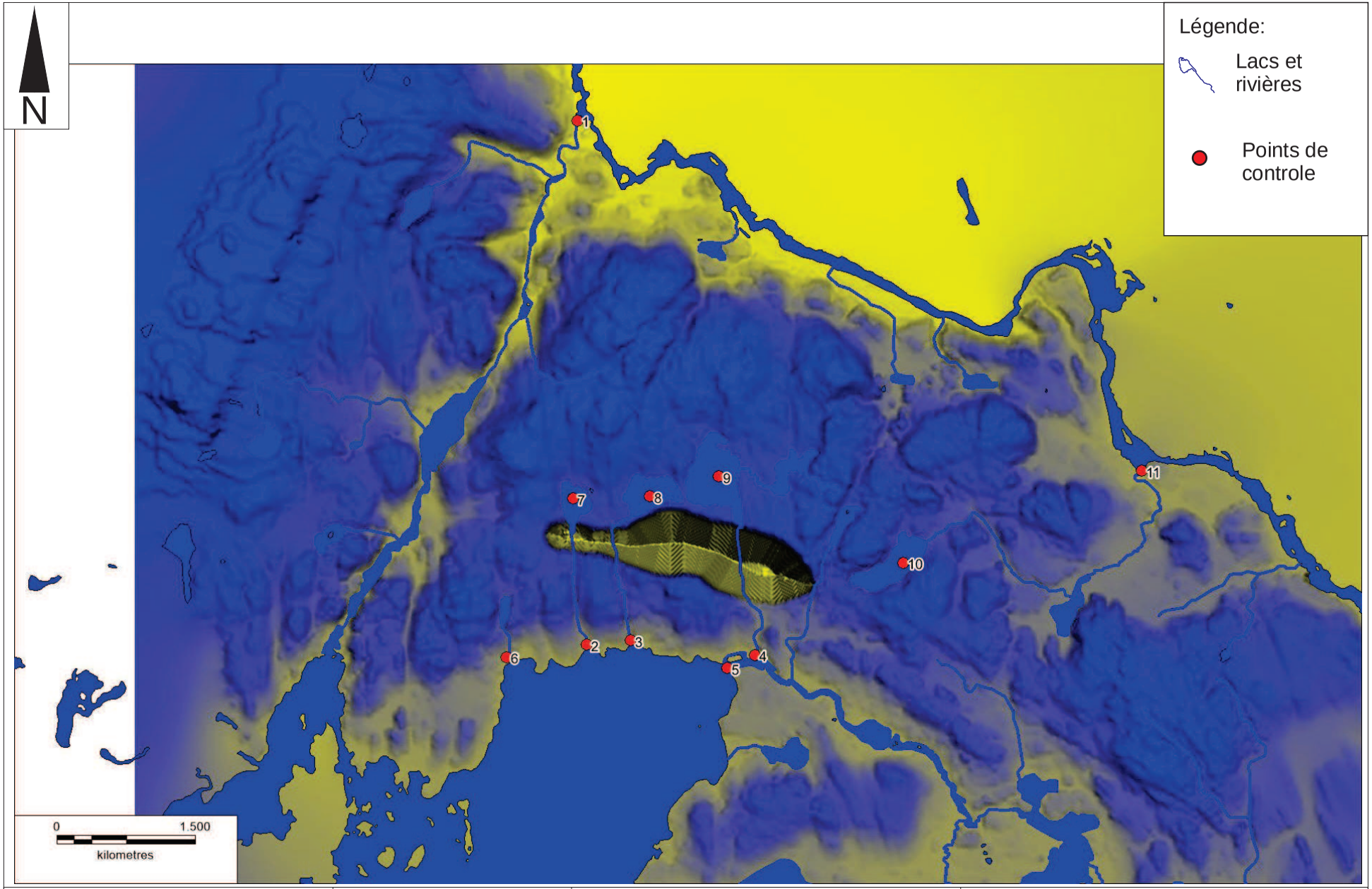
HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 29: Écoulement et rabattement simulé sur fosse 25 ans



HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 30: Géométrie finale du parc



HYDRO-RESSOURCES INC.	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 31: Écoulement simulé autour du parc - 25 ans.



HYDRO-RESSOURCES INC. HydroGéologie et Environnement	N/Dossier : P12-117	Analysé par: Seydou SOW	Échelle graphique
	Date: 29-04-2013	Vérifié par : Michael Verreault	Figure 32: Localisation des débits de cours d 'eau simulés

ANNEXE 2
Rapports de forages

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Les rapports de forage sont disponibles sur demande

ANNEXE 3
Essais de choc hydraulique

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Les essais de choc hydraulique (essais de perméabilité et de remontée) sont disponibles sur demande

ANNEXE 4
Essai par paliers

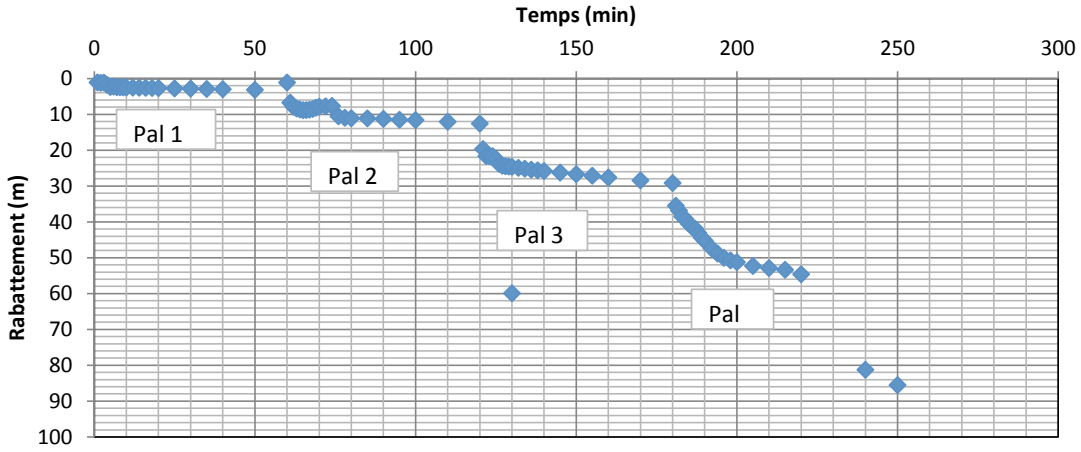
HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

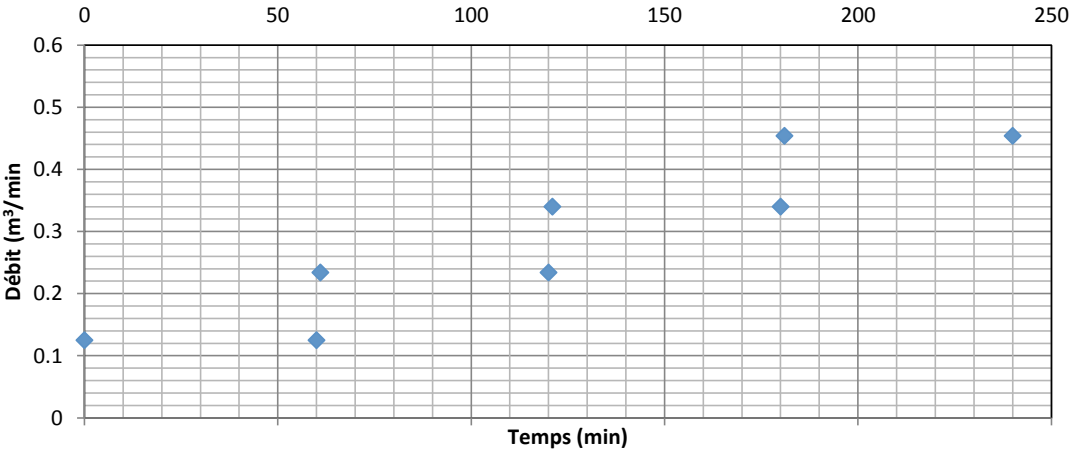
HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m3/min):**	variable





HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m^3/min):**	variable

	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	1	14.6304	1.09728
2	2	14.75232	1.2192
3	3	14.69136	1.15824
4	4	15.30096	1.76784
5	5	15.91056	2.37744
6	6	15.78864	2.25552
7	7	15.97152	2.4384
8	8	16.002	2.46888
9	9	16.03248	2.49936
10	10	16.06296	2.52984
11	12	16.09344	2.56032
12	14	16.12392	2.5908
13	16	16.1544	2.62128
14	18	16.18488	2.65176
15	20	16.21536	2.68224
16	25	16.3068	2.77368
17	30	16.36776	2.83464
18	35	16.4592	2.92608
19	40	16.52016	2.98704
20	50	16.70304	3.16992
21	60	14.66088	1.12776
22	61	20.2692	6.73608
23	62	21.42744	7.89432
24	63	21.91512	8.382
25	64	22.15896	8.62584
26	65	22.37232	8.8392
27	66	22.34184	8.80872
28	67	22.23516	8.70204
29	68	22.03704	8.50392
30	69	21.70176	8.16864
31	70	21.42744	7.89432
32	72	21.30552	7.7724
33	74	21.1836	7.65048
34	76	24.0792	10.54608
35	78	24.50592	10.9728

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m^3/min):**	variable

Temps (min)		Niveau (m)	Rabattement (m)
36	80	24.62784	11.09472
37	85	24.65832	11.1252
38	90	24.81072	11.2776
39	95	25.05456	11.52144
40	100	25.146	11.61288
41	110	25.6032	12.07008
42	120	26.12136	12.58824
43	121	33.2232	19.69008
44	122	35.2044	21.67128
45	123	35.23488	21.70176
46	124	35.2044	21.67128
47	125	35.9664	22.43328
48	126	37.39896	23.86584
49	127	37.88664	24.35352
50	128	38.00856	24.47544
51	129	38.1	24.56688
52	130	38.19144	24.65832
53	132	38.46576	24.93264
54	134	38.7096	25.17648
55	136	38.95344	25.42032
56	138	39.1668	25.63368
57	140	39.34968	25.81656
58	145	39.7764	26.24328
59	150	40.2336	26.70048
60	155	40.66032	27.1272
61	160	41.148	27.61488
62	170	41.97096	28.43784
63	180	42.70248	29.16936
64	181	49.04232	35.5092
65	182	50.38344	36.85032
66	183	52.05984	38.52672
67	184	52.79136	39.25824
68	185	54.04104	40.50792
69	186	54.864	41.33088
70	187	55.44312	41.91

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	Cooper
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m^3/min):**	variable

	Temps (min)	**Niveau (m)**	**Rabattement (m)**
71	188	56.63184	43.09872
72	189	57.88152	44.3484
73	190	58.79592	45.2628
74	192	60.8076	47.27448
75	194	62.39256	48.85944
76	196	63.58128	50.04816
77	198	64.28232	50.7492
78	200	64.77	51.23688
79	205	65.8368	52.30368
80	210	66.41592	52.8828
81	215	66.9036	53.37048
82	220	68.15328	54.62016
83	130	73.4568	59.92368
84	240	94.7928	81.25968
85	250	99.06	85.52688

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m^3/min):**	variable

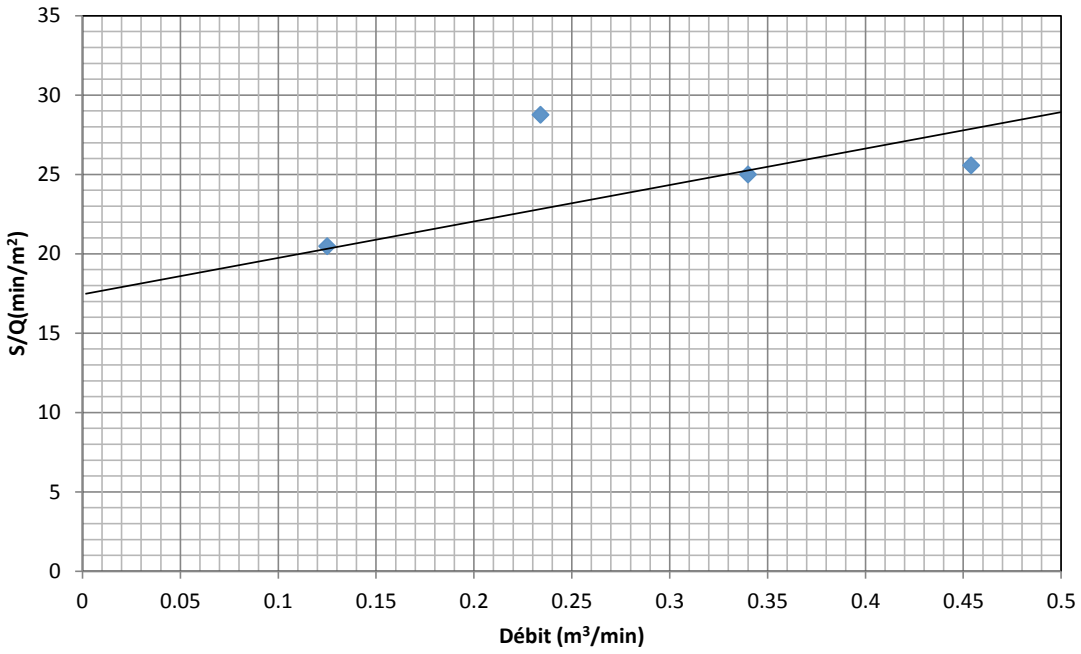
Palier	Temps (min)	Débit (m3/min)
1	0	0.125
1	60	0.125
2	61	0.234
2	120	0.234
3	121	0.34
3	180	0.34
4	181	0.454
4	240	0.454

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m3/min):**	variable



PP-1

Lp = (BQ / (BQ + CQ2)) * 100

B:	**17.5**	
Q:	**0.227**	**m3/min**
C:	**9.09171659**	
Lp =	**89.4508347**	**%**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai par paliers

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à PAul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	17-11-2012
Niv. nat. (m):	13.53	**Débit (m^3/min):**	variable

Palier	Temps (min)	Débit (m^3/min)	S (m)	S/Q (min/m^2)
1	60	0.125	2.56	20.48
2	120	0.234	6.73	28.76
3	180	0.34	8.5	25.00
4	240	0.454	11.61	25.57

ANNEXE 5
Essai longue durée

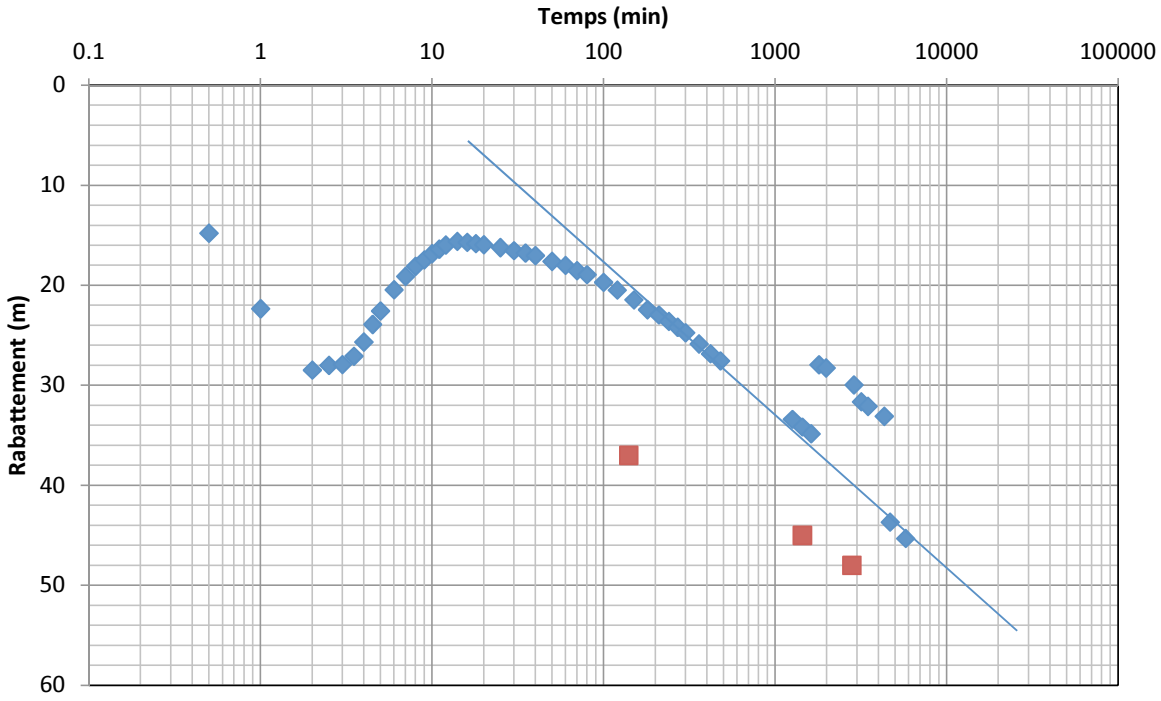
HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	15.23	**Débit (m3/min):**	0.227



PF-2

Transmissivité (m2/min): **0.002787854 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **276.77 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **1.00728E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de Pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	15.23	**Débit (m^3/min):**	0.227

	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	0.5	30.164	14.934
2	1	37.736	22.506
3	2	43.862	28.632
4	2.5	43.400	28.170
5	3	43.307	28.077
6	3.5	42.476	27.246
7	4	41.061	25.831
8	4.5	39.306	24.076
9	5	37.952	22.722
10	6	35.828	20.598
11	7	34.504	19.274
12	8	33.489	18.259
13	9	32.842	17.612
14	10	32.227	16.997
15	11	31.765	16.535
16	12	31.365	16.135
17	14	30.995	15.765
18	16	31.088	15.858
19	18	31.211	15.981
20	20	31.334	16.104
21	25	31.611	16.381
22	30	31.919	16.689
23	35	32.165	16.935
24	40	32.411	17.181
25	50	32.996	17.766
26	60	33.396	18.166
27	70	33.920	18.690
28	80	34.320	19.090
29	100	35.089	19.859
30	120	35.859	20.629
31	150	36.844	21.614
32	180	37.829	22.599
33	210	38.352	23.122
34	240	38.998	23.768
35	270	39.583	24.353

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	15.23	**Débit (m^3/min):**	0.227

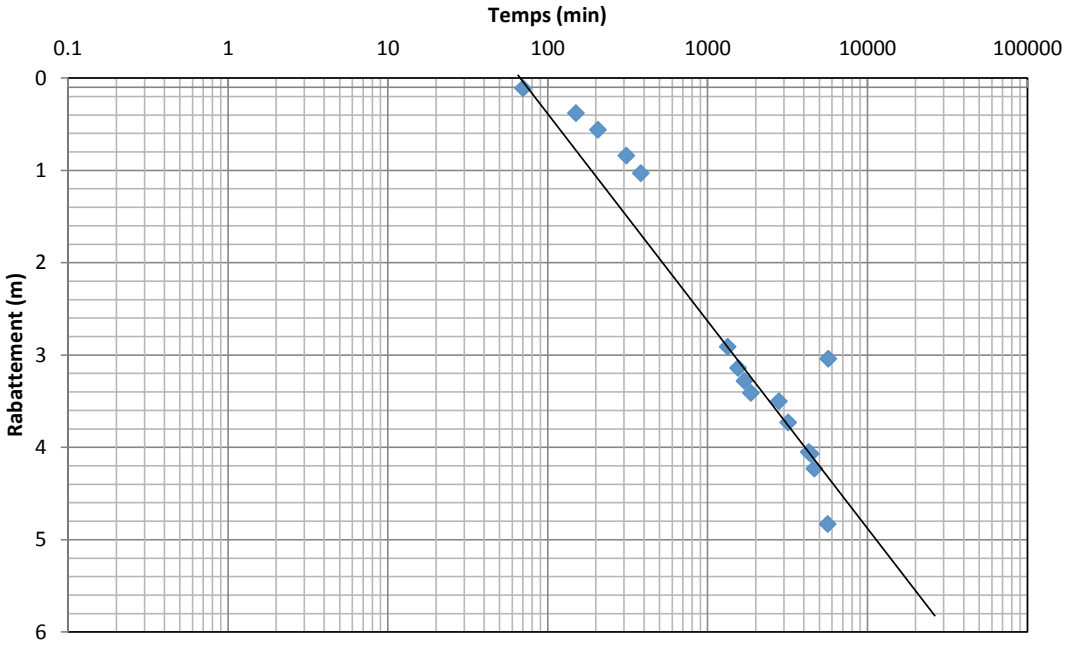
	Temps (min)	**Niveau (m)**	**Rabattement (m)**
36	300	40.137	24.907
37	360	41.245	26.015
38	420	42.230	27.000
39	480	42.938	27.708
40	1260	48.786	33.556
41	1440	49.556	34.326
42	1620	50.233	35.003
43	1800	43.338	28.108
44	1980	43.646	28.416
45	2880	45.339	30.109
46	3180	47.032	31.802
47	3480	47.494	32.264
48	4320	48.479	33.249
49	4680	59.067	43.837
50	5760	60.698	45.468

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-24
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PF-2
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	4.16	**Débit (m3/min):**	0.227



Pau-12-24

Transmissivité (m2/min): **1.91E-02 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **248.5 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **7.66821E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de Pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

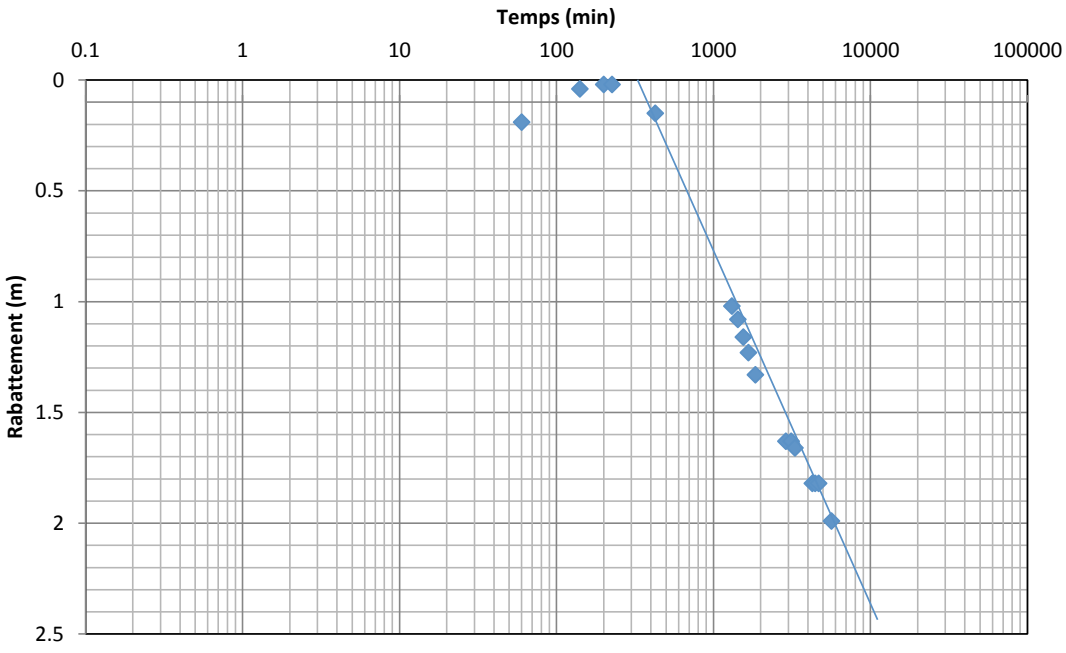
Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-24
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PF-2
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	4.16	**Débit (m^3/min):**	0.227

	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	0	4.16	0
2	70	4.27	0.11
3	150	4.54	0.38
4	206	4.72	0.56
5	310	5	0.84
6	382	5.19	1.03
7	1335	7.07	2.91
8	1549	7.3	3.14
9	1699	7.44	3.28
10	1864	7.57	3.41
11	2790	7.66	3.5
12	3189	7.89	3.73
13	4290	8.21	4.05
14	4410	8.23	4.07
15	4650	8.39	4.23
16	5635	8.99	4.83
17	5685	7.2	3.04

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-65
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	2.34	**Débit (m3/min):**	0.227



Pau-12-65

Transmissivité (m2/min): **2.59E-02 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **286.4 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **9.04003E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de Pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-65
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	2.34	**Débit (m^3/min):**	0.227

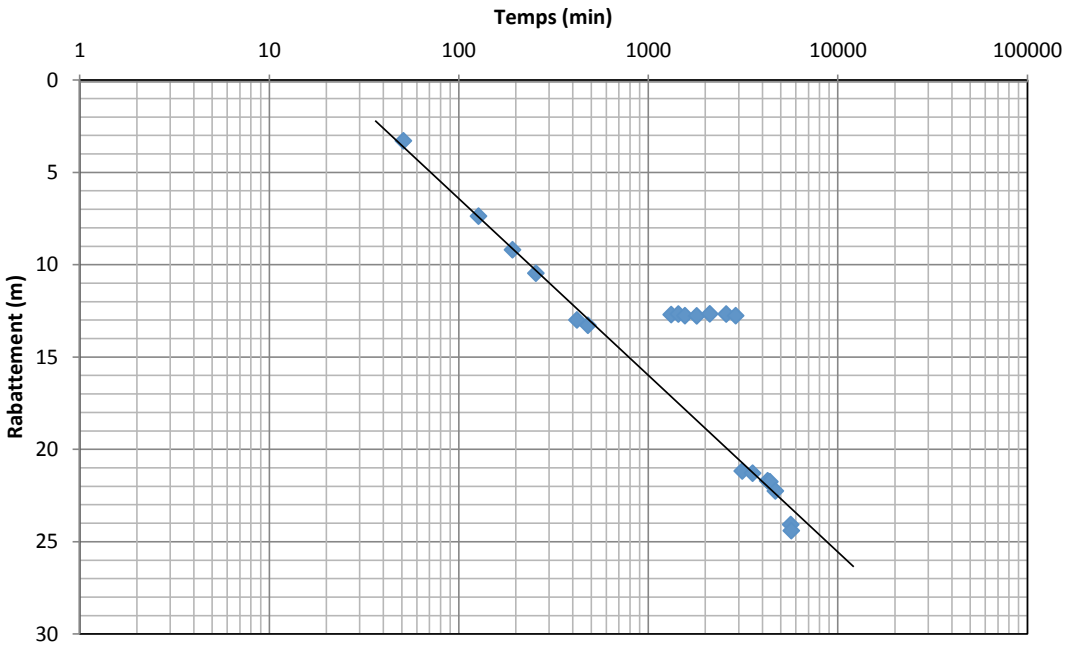
	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	60	2.53	0.19
2	141	2.38	0.04
3	200	2.36	0.02
4	226	2.36	0.02
5	426	2.49	0.15
6	1311	3.36	1.02
7	1431	3.42	1.08
8	1551	3.5	1.16
9	1671	3.57	1.23
10	1851	3.67	1.33
11	2895	3.97	1.63
12	3128	3.97	1.63
13	3308	4	1.66
14	4268	4.16	1.82
15	4448	4.16	1.82
16	4680	4.16	1.82
17	5648	4.33	1.99

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-80
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	13.6	**Débit (m3/min):**	0.227



PAU-12-80

Transmissivité (m2/min): **4.56E-03 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **367.4 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **1.2425E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de Pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-80
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	13.6	**Débit (m^3/min):**	0.227

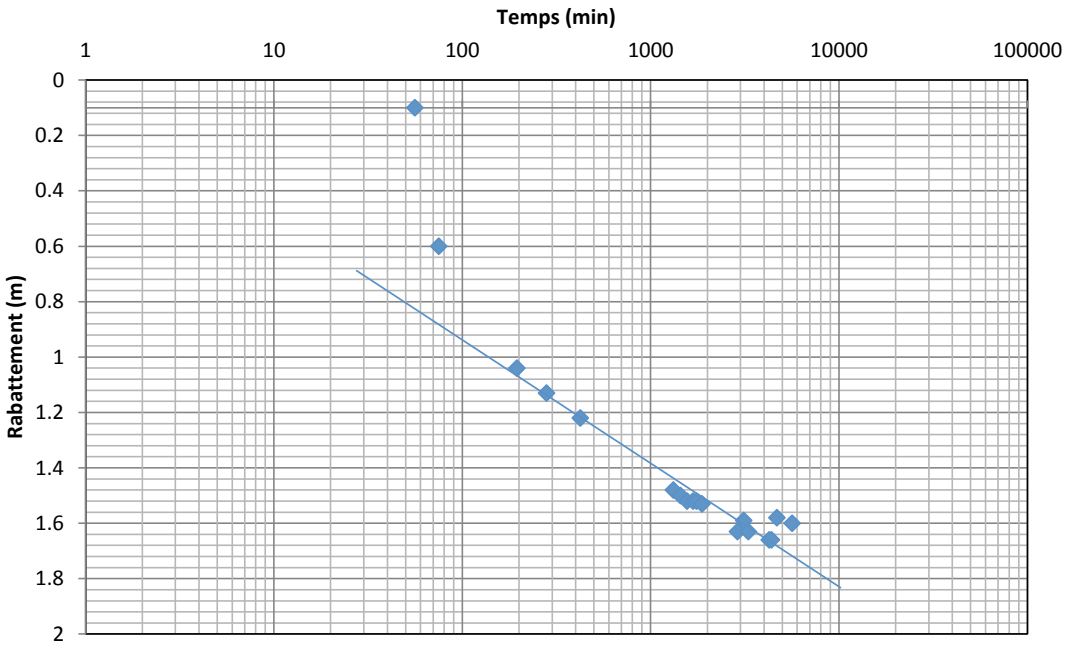
	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	51	16.89	3.29
2	127	20.97	7.37
3	192	22.79	9.19
4	255	24.06	10.46
5	420	26.59	12.99
6	480	26.88	13.28
7	1320	26.3	12.7
8	1440	26.27	12.67
9	1560	26.36	12.76
10	1800	26.37	12.77
11	2110	26.26	12.66
12	2576	26.27	12.67
13	2890	26.36	12.76
14	3130	34.77	21.17
15	3550	34.89	21.29
16	4260	35.3	21.7
17	4380	35.35	21.75
18	4680	35.85	22.25
19	5640	37.67	24.07
20	5680	38	24.4

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-81
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	9.57	**Débit (m3/min):**	0.227



PAU-12-81

Transmissivité (m2/min): **1.06E-01 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **440.46 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **2.41E-04 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de Pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

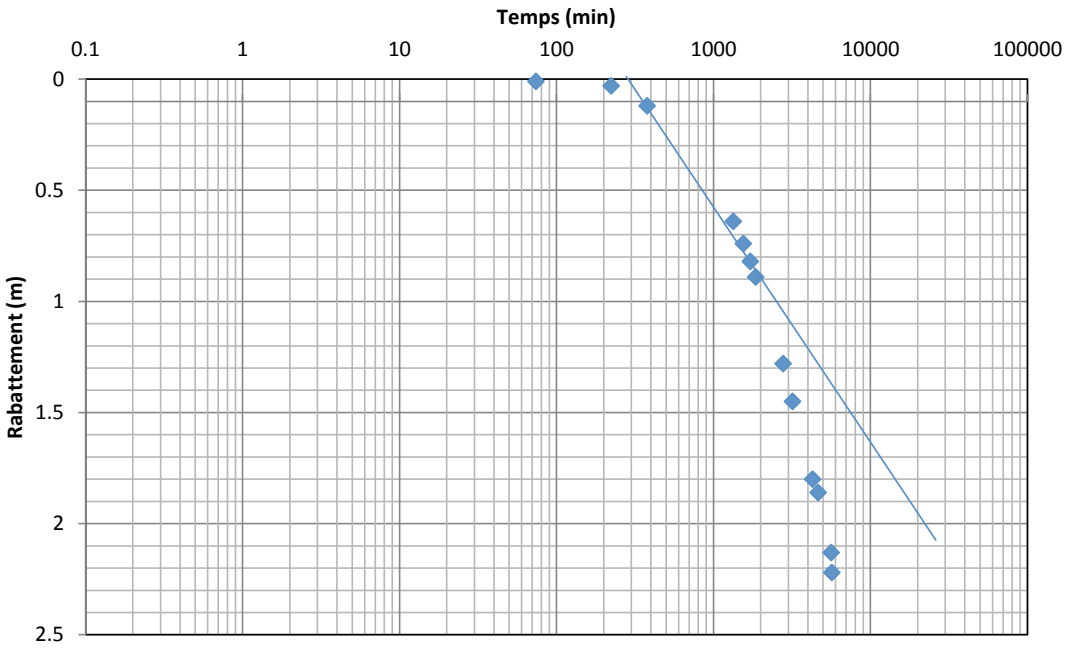
Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-81
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	9.57	**Débit (m^3/min):**	0.227

	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	56	9.67	0.1
2	75	10.17	0.6
3	195	10.61	1.04
4	280	10.7	1.13
5	423	10.79	1.22
6	1320	11.05	1.48
7	1440	11.07	1.5
8	1560	11.09	1.52
9	1680	11.09	1.52
10	1753	11.09	1.52
11	1873	11.1	1.53
12	2890	11.2	1.63
13	3120	11.16	1.59
14	3300	11.2	1.63
15	4260	11.23	1.66
16	4380	11.23	1.66
17	4680	11.15	1.58
18	5640	11.17	1.6

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	TF-12-01
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	4.35	**Débit (m3/min):**	0.227



TF-12-01

Transmissivité (m2/min): **3.73E-02 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **258.04 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **1.45E-04 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de Pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

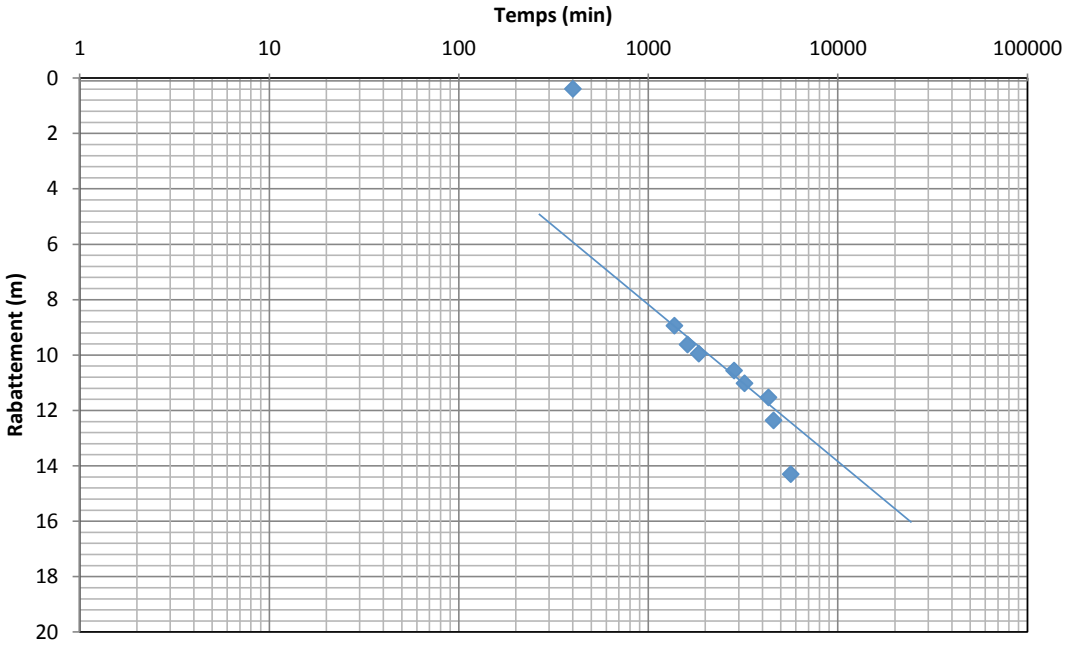
Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	TF-12-01
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	4.35	**Débit (m^3/min):**	0.227

	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	0	4.35	0
2	74	4.36	0.01
3	223	4.38	0.03
4	378	4.47	0.12
5	1338	4.99	0.64
6	1550	5.09	0.74
7	1717	5.17	0.82
8	1859	5.24	0.89
9	2781	5.63	1.28
10	3190	5.8	1.45
11	4285	6.15	1.8
12	4645	6.21	1.86
13	5626	6.48	2.13
14	5680	6.57	2.22

Essai de pompage

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	TF-12-06
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	16.38	**Débit (m3/min):**	0.227



TF-12-06

Transmissivité (m2/min): **7.96E-03 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **216.65 m**

Conductivité hydraulique (m/min): **3.67422E-05 m/min**

Essai de Pompage

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

	P12-117	**Puits obs.:**	TF-12-06
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	16.38	**Débit (m^3/min):**	0.227

	Temps (min)	Niveau (m)	Rabattement (m)
	0	16.38	0
1	400	16.77	0.39
2	1373	25.32	8.94
3	1610	26	9.62
4	1846	26.33	9.95
5	2835	26.94	10.56
6	3218	27.4	11.02
7	4305	27.91	11.53
8	4580	28.74	12.36
9	5645	30.68	14.3

ANNEXE 6
Remontée de la nappe

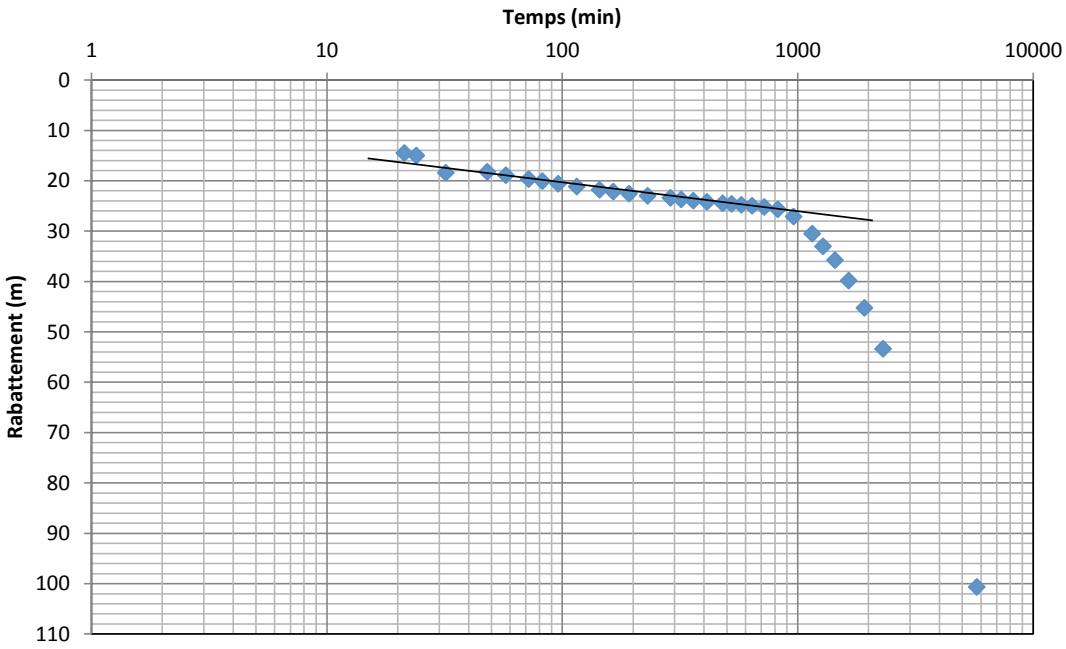
HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	22-11-2012
Niv. nat. (m):	15.23	**Débit (m3/min):**	0.227



PP-1

Transmissivité (1) (m2/min): **4.19E-03 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **276.77 m**

Conductivité hydraulique (1) (m/min): **1.51478E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PP-1
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	22-11-2012
Niv. nat. (m):	15.23	**Débit (m^3/min):**	0.227

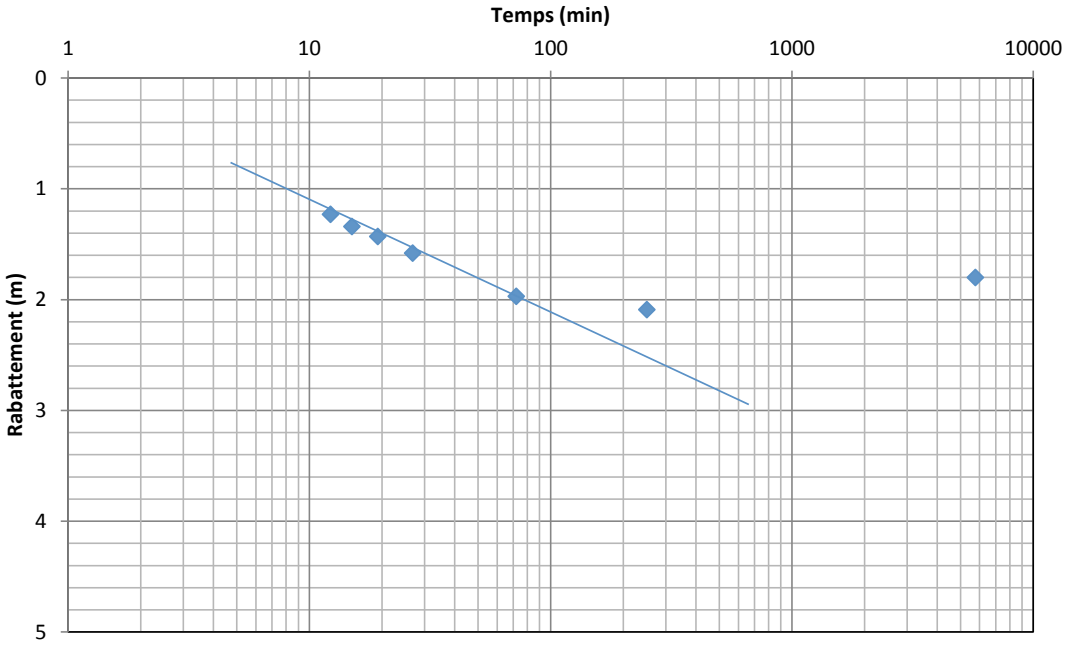
	Temps (min)	T/t'	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	1	5760.00	115.8867	100.6467
2	2.5	2304.00	68.60862	53.36862
3	3	1920.00	60.4827	45.2427
4	3.5	1645.71	55.06542	39.82542
5	4	1440.00	51.00246	35.76246
6	4.5	1280.00	48.26304	33.02304
7	5	1152.00	45.73908	30.49908
8	6	960.00	42.35328	27.11328
9	7	822.86	40.90662	25.66662
10	8	720.00	40.44492	25.20492
11	9	640.00	40.19868	24.95868
12	10	576.00	40.014	24.774
13	11	523.64	39.82932	24.58932
14	12	480.00	39.7062	24.4662
15	14	411.43	39.42918	24.18918
16	16	360.00	39.18294	23.94294
17	18	320.00	38.9367	23.6967
18	20	288.00	38.6289	23.3889
19	25	230.40	38.22876	22.98876
20	30	192.00	37.79784	22.55784
21	35	164.57	37.3977	22.1577
22	40	144.00	37.02834	21.78834
23	50	115.20	36.38196	21.14196
24	60	96.00	35.82792	20.58792
25	70	82.29	35.30466	20.06466
26	80	72.00	34.90452	19.66452
27	100	57.60	34.13502	18.89502
28	120	48.00	33.45786	18.21786
29	180	32.00	33.64254	18.40254
30	240	24.00	30.22596	14.98596
31	270	21.33	29.73348	14.49348

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-65
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	4.16	**Débit (m3/min):**	0.227



PAU-12-65

Transmissivité (1) (m2/min): **4.15E-02 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **248.5 m**

Conductivité hydraulique (1) (m/min): **1.67E-04 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	PAU-12-65
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PP-1
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	4.16	**Débit (m^3/min):**	0.227

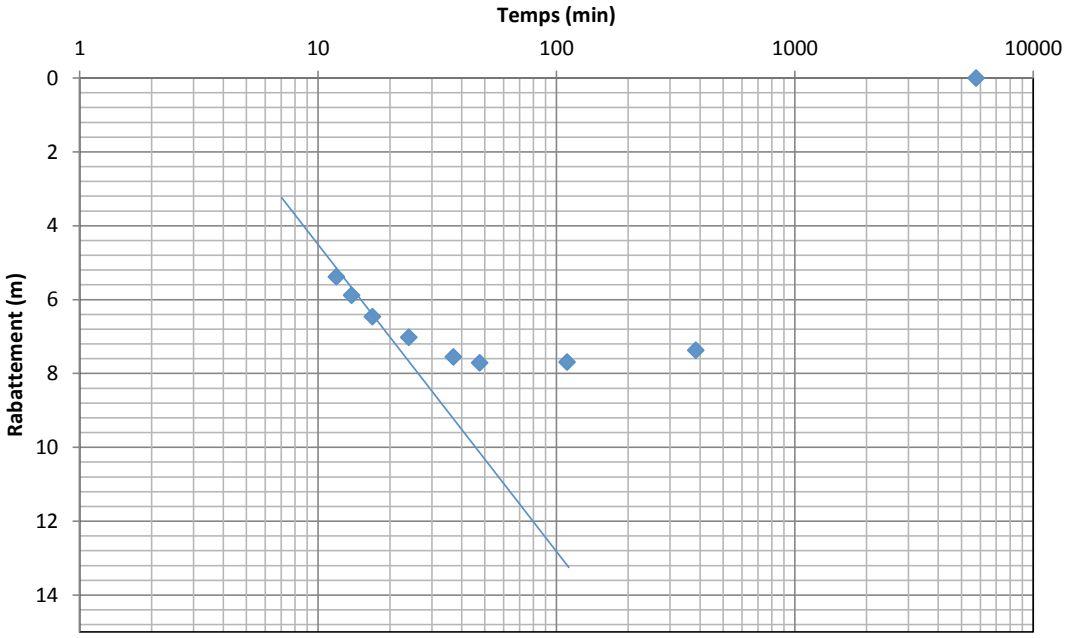
	Temps (min)	T/t'	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	1	5760.00	7.2	1.8
2	23	250.43	7.49	2.09
3	80	72.00	7.37	1.97
4	215	26.79	6.98	1.58
5	300	19.20	6.83	1.43
6	384	15.00	6.74	1.34
7	471	12.23	6.63	1.23

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P9-101	**Puits obs.:**	PAU-12-80
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PF-2
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	13.6	**Débit (m3/min):**	0.227



PAU-12-80

Transmissivité (1) (m2/min): **4.89E-03 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **367.4 m**

Conductivité hydraulique (1) (m/min): **1.33041E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P9-101	**Puits obs.:**	PAU-12-80
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PF-2
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	13.6	**Débit (m^3/min):**	0.227

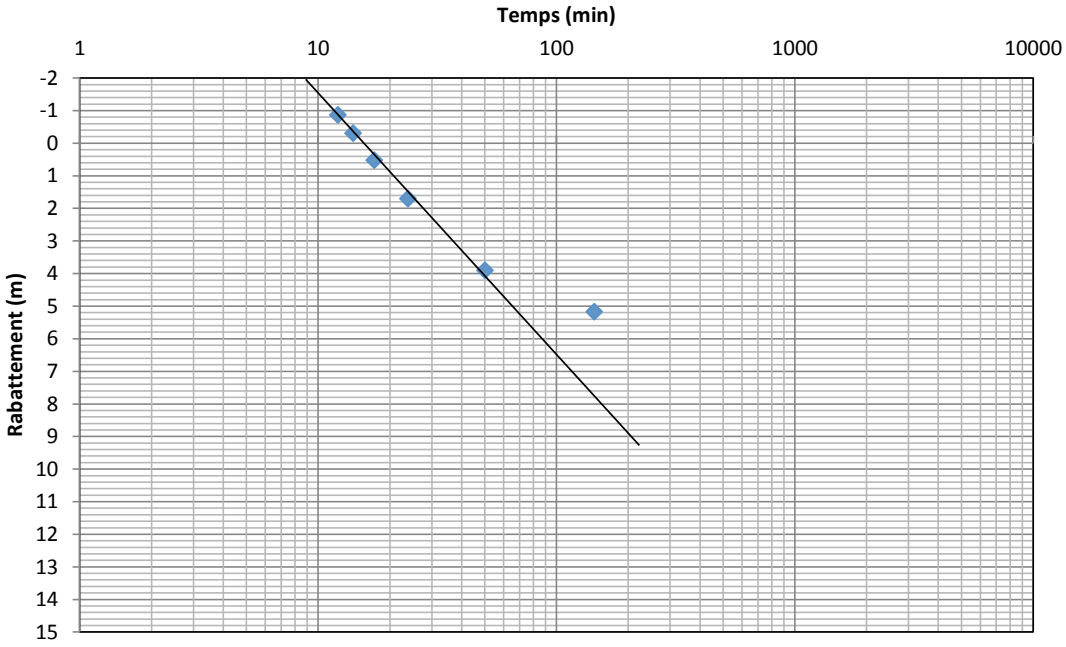
	Temps (min)	T/t'	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	1	5760.00	10.39	0
2	15	384.00	17.76	7.37
3	52	110.77	18.08	7.69
4	121	47.60	18.1	7.71
5	156	36.92	17.94	7.55
6	240	24.00	17.41	7.02
7	341	16.89	16.85	6.46
8	417	13.81	16.27	5.88
9	483	11.93	15.77	5.38

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	TF-12-06
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PF-2
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	16.38	**Débit (m3/min):**	0.227



TF-12-06

Transmissivité (1) (m2/min): **5.19E-03 m^2/min**

Épaisseur saturée (m): **216.65 m**

Conductivité hydraulique (1) (m/min): **2.39714E-05 m/min**

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Essai de remontée

Hydro-Ressources Inc.
1043, des Mésanges
St-Rédempteur, QC G6K 1V5
418-590-2877
www.hydroressources.com

Projet No:	P12-117	**Puits obs.:**	TF-12-06
Titre:	Lac à Paul	**Puits pompé:**	PF-2
Essai No:	1	**Méthode:**	Cooper
Analysé par:	Seydou Tane SOW	**Date:**	18-11-2012
Niv. nat. (m):	16.38	**Débit (m^3/min):**	0.227

	Temps (min)	T/t'	Niveau (m)	Rabattement (m)
1	40	144.00	21.55	5.17
2	115	50.09	20.28	3.9
3	242	23.80	18.08	1.7
4	335	17.19	16.9	0.52
5	411	14.01	16.07	-0.31
6	476	12.10	15.51	-0.87

ANNEXE 7
Chimie pompage

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Votre # Bordereau: E-858268

Attention: Michael Verreault
Hydro-Ressources Inc.
1043, rue des Mésanges
Les Chutes de la Chaudières O
PQ
CANADA G6K 1V5

Date du rapport: 2012/12/18

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B268529
Reçu: 2012/11/26, 16:30

Matrice: EAU SOUTERRAINE
Nombre d'échantillons reçus: 1

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence primaire
Alcalinité totale (pH final 4.5) (1)	1	N/A	2012/11/27	QUE SOP-00142	MA.303 -TitrAuto 1.1
Anions (1)	1	N/A	2012/11/28	QUE SOP-00141	MA. 300 . Ions 1.2
Cyanures totaux (1)	1	2012/11/27	2012/11/27	QUE SOP-00143	MA. 300 - CN 1.2
Fluorures (1)	1	N/A	2012/11/27	QUE SOP-00142	SM 4500-F- C
Dureté (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét. 1.2
Mercure par ICP-MS (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét 1.2
Métaux (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét 1.2
Métaux solubles à l'acide (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét. 1.2
Azote ammoniacal (1)	1	N/A	2012/11/28	QUE SOP-00126	USGS I-2522-90
pH (1)	1	N/A	2012/11/27	QUE SOP-00142	MA.303 -TitrAuto 1.1
Sulfures (exprimés en S2-) (1)	1	2012/11/28	2012/11/28	QUE SOP-00107	MA 300 - S 1.1
Solides totaux dissous (1)	1	2012/11/27	2012/11/27	QUE SOP-00119	MA. 103 - S.T. 1.0
Azote total KJELDAHL (TKN) (1)	1	2012/11/28	2012/11/29	QUE SOP-00128	USGS I-2522-90
Solides totaux seche a 105°C (1)	1	2012/11/27	2012/11/27	QUE SOP-00119	MA. 103 - S.T. 1.0
Uranium par ICP-MS (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét. 1.2

* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam - Québec

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Lepage, M.Sc.A chimiste, Chargée de projets
Email: MLepage@maxxam.ca
Phone# (418) 543-3788 Ext:6201

==========

Maxxam a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Votre # Bordereau: E-858268

Attention: Michael Verreault
Hydro-Ressources Inc.
1043, rue des Mésanges
Les Chutes de la Chaudières O
PQ
CANADA G6K 1V5

Date du rapport: 2012/12/18

CERTIFICAT D'ANALYSES

"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.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268529
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T08475		
Date d'échantillonnage		2012/11/21		
# Bordereau		E-858268		
	UNITÉS	**LAC À PAUL (21-11)**	**LDR**	**Lot CQ**
MÉTAUX				
Manganèse (Mn)	mg/L	0.034	0.003	1090263
Fer (Fe)	mg/L	0.1	0.1	1090263

LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268529
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

MÉTAUX SOLUBLES À L'ACIDE (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T08475		
Date d'échantillonnage		2012/11/21		
# Bordereau		E-858268		
	UNITÉS	**LAC À PAUL (21-11)**	**LDR**	**Lot CQ**
MÉTAUX				
Antimoine (Sb)	mg/L	ND	0.0030	1090271
Calcium (Ca)	mg/L	18	0.50	1090271
Cuivre (Cu)	mg/L	0.013	0.0030	1090271
Dureté totale (CaCO3)	mg/L	80	1.0	1090271
Fer (Fe)	mg/L	0.37	0.10	1090271
Magnésium (Mg)	mg/L	8.2	0.20	1090271
Manganèse (Mn)	mg/L	0.040	0.0030	1090271
Mercure (Hg)	mg/L	0.00010	0.00010	1090271
Sodium (Na)	mg/L	15	0.20	1090271
Titane (Ti)	mg/L	ND	0.050	1090271
Uranium (U)	mg/L	0.0030	0.0020	1090271
Zinc (Zn)	mg/L	0.26	0.0050	1090271
Arsenic (As)	mg/L	ND	0.0010	1090271
Baryum (Ba)	mg/L	0.046	0.020	1090271
Bore (B)	mg/L	ND	0.050	1090271
Cadmium (Cd)	mg/L	ND	0.0010	1090271
Chrome (Cr)	mg/L	ND	0.0050	1090271
Plomb (Pb)	mg/L	0.22	0.0010	1090271
Sélénium (Se)	mg/L	ND	0.0010	1090271

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268529
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T08475		
Date d'échantillonnage		2012/11/21		
# Bordereau		E-858268		
	UNITÉS	**LAC À PAUL (21-11)**	**LDR**	**Lot CQ**
CONVENTIONNELS				
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	ND	0.05	1088860
Cyanures Totaux	mg/L	ND	0.01	1088569
Fluorure (F)	mg/L	0.3	0.1	1088618
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	ND	1	1089001
pH	pH	7.95	N/A	1088601
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	0.05	0.02	1089347
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	mg/L	110	1	1088603
Bromure (Br-)	mg/L	ND	0.1	1088839
Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	mg/L	110	1	1088603
Chlorures (Cl)	mg/L	9.6	0.05	1088839
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	ND	0.02	1088839
Sulfates (SO4)	mg/L	5.8	0.5	1088839
Solide Dissous Totaux	mg/L	130	10	1088391
Solides Totaux	mg/L	120	10	1088392

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268529
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

L'échantillon T08475 a été filtré en laboratoire avant l'analyse des métaux.

MÉTAUX SOLUBLES À L'ACIDE (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité

Dossier Maxxam: B268529

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1088391	AG5	Blanc fortifié	Solide Dissous Totaux	2012/11/27		99	%
		Blanc de méthode	Solide Dissous Totaux	2012/11/27	ND, LDR=10		mg/L
1088392	AG5	Blanc fortifié	Solides Totaux	2012/11/27		99	%
		Blanc de méthode	Solides Totaux	2012/11/27	ND, LDR=10		mg/L
1088569	CB8	MRC	Cyanures Totaux	2012/11/27		94	%
		Blanc de méthode	Cyanures Totaux	2012/11/27	ND, LDR=0.01		mg/L
1088601	GM2	MRC	pH	2012/11/27		99	%
1088603	GM2	MRC	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2012/11/27		115	%
		Blanc de méthode	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2012/11/27	ND, LDR=1		mg/L
1088618	GM2	MRC	Fluorure (F)	2012/11/27		99	%
		Blanc de méthode	Fluorure (F)	2012/11/27	ND, LDR=0.1		mg/L
1088839	MCC	MRC	Bromure (Br-)	2012/11/28		102	%
			Chlorures (Cl)	2012/11/28		103	%
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2012/11/28		102	%
			Sulfates (SO4)	2012/11/28		104	%
		Blanc fortifié	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2012/11/28		87	%
		Blanc de méthode	Bromure (Br-)	2012/11/28	ND, LDR=0.1		mg/L
			Chlorures (Cl)	2012/11/28	ND, LDR=0.05		mg/L
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2012/11/28	ND, LDR=0.02		mg/L
			Sulfates (SO4)	2012/11/28	ND, LDR=0.5		mg/L
1088860	CB8	MRC	Azote ammoniacal (N-NH3)	2012/11/28		103	%
		Blanc de méthode	Azote ammoniacal (N-NH3)	2012/11/28	ND, LDR=0.05		mg/L
1089001	CB8	MRC	NTK Azote Total Kjeldahl	2012/11/29		106	%
		Blanc de méthode	NTK Azote Total Kjeldahl	2012/11/29	ND, LDR=1		mg/L
1089347	AG5	MRC	Sulfures (exprimés en S2-)	2012/11/28		104	%
		Blanc de méthode	Sulfures (exprimés en S2-)	2012/11/28	ND, LDR=0.02		mg/L
1090263	NS	Blanc fortifié	Manganèse (Mn)	2012/11/30		106	%
			Fer (Fe)	2012/11/30		99	%
		Blanc de méthode	Manganèse (Mn)	2012/11/30	ND, LDR=0.003		mg/L
			Fer (Fe)	2012/11/30	ND, LDR=0.1		mg/L
1090271	NS	Blanc fortifié	Antimoine (Sb)	2012/11/30		101	%
			Calcium (Ca)	2012/11/30		104	%
			Cuivre (Cu)	2012/11/30		103	%
			Fer (Fe)	2012/11/30		100	%
			Magnésium (Mg)	2012/11/30		103	%
			Manganèse (Mn)	2012/11/30		108	%
			Mercure (Hg)	2012/11/30		89	%
			Sodium (Na)	2012/11/30		109	%
			Titane (Ti)	2012/11/30		109	%
			Uranium (U)	2012/11/30		111	%
			Zinc (Zn)	2012/11/30		109	%
			Arsenic (As)	2012/11/30		102	%
			Baryum (Ba)	2012/11/30		102	%
			Bore (B)	2012/11/30		107	%
			Cadmium (Cd)	2012/11/30		103	%
			Chrome (Cr)	2012/11/30		106	%
			Plomb (Pb)	2012/11/30		107	%
			Sélénium (Se)	2012/11/30		102	%
		Blanc de méthode	Antimoine (Sb)	2012/11/30	ND, LDR=0.0030		mg/L
			Calcium (Ca)	2012/11/30	ND, LDR=0.50		mg/L
			Cuivre (Cu)	2012/11/30	ND, LDR=0.0030		mg/L
			Dureté totale (CaCO3)	2012/11/30	ND, LDR=1.0		mg/L
			Fer (Fe)	2012/11/30	ND, LDR=0.10		mg/L
			Magnésium (Mg)	2012/11/30	ND, LDR=0.20		mg/L
			Manganèse (Mn)	2012/11/30	ND, LDR=0.0030		mg/L

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B268529

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1090271	NS	Blanc de méthode	Mercure (Hg)	2012/11/30	ND, LDR=0.00010		mg/L
			Sodium (Na)	2012/11/30	ND, LDR=0.20		mg/L
			Titane (Ti)	2012/11/30	ND, LDR=0.050		mg/L
			Uranium (U)	2012/11/30	ND, LDR=0.0020		mg/L
			Zinc (Zn)	2012/11/30	ND, LDR=0.0050		mg/L
			Arsenic (As)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L
			Baryum (Ba)	2012/11/30	ND, LDR=0.020		mg/L
			Bore (B)	2012/11/30	ND, LDR=0.050		mg/L
			Cadmium (Cd)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L
			Chrome (Cr)	2012/11/30	ND, LDR=0.0050		mg/L
			Plomb (Pb)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L
			Sélénium (Se)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		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.
LDR = Limite de détection rapportée
Réc = Récupération

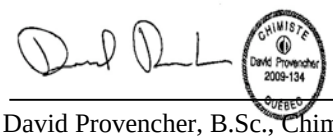
889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

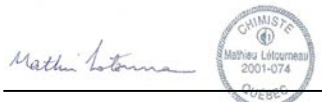
Page des signatures de validation

Dossier Maxxam: B268529

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec



Mathieu Letourneau, B.Sc., chimiste, Superviseur, Québec

==========

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.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Votre # Bordereau: E-858269

Attention: Michael Verreault
Hydro-Ressources Inc.
1043, rue des Mésanges
Les Chutes de la Chaudières O
PQ
CANADA G6K 1V5

Date du rapport: 2012/12/18

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B268543
Reçu: 2012/11/26, 16:30

Matrice: EAU SOUTERRAINE
Nombre d'échantillons reçus: 1

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence primaire
Alcalinité totale (pH final 4.5) (1)	1	N/A	2012/11/27	QUE SOP-00142	MA.303 -TitrAuto 1.1
Anions (1)	1	N/A	2012/11/28	QUE SOP-00141	MA. 300 . Ions 1.2
Cyanures totaux (1)	1	2012/11/27	2012/11/27	QUE SOP-00143	MA. 300 - CN 1.2
Fluorures (1)	1	N/A	2012/11/27	QUE SOP-00142	SM 4500-F- C
Dureté (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét. 1.2
Mercure par ICP-MS (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét 1.2
Métaux (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét 1.2
Métaux solubles à l'acide (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét. 1.2
Azote ammoniacal (1)	1	N/A	2012/11/28	QUE SOP-00126	USGS I-2522-90
pH (1)	1	N/A	2012/11/27	QUE SOP-00142	MA.303 -TitrAuto 1.1
Sulfures (exprimés en S2-) (1)	1	2012/11/28	2012/11/28	QUE SOP-00107	MA 300 - S 1.1
Solides totaux dissous (1)	1	2012/11/27	2012/11/27	QUE SOP-00119	MA. 103 - S.T. 1.0
Azote total KJELDAHL (TKN) (1)	1	2012/11/28	2012/11/29	QUE SOP-00128	USGS I-2522-90
Carbone organique total	1	N/A	2012/11/28	STL SOP-00243	SM 5310B
Solides totaux seche a 105°C (1)	1	2012/11/27	2012/11/27	QUE SOP-00119	MA. 103 - S.T. 1.0
Uranium par ICP-MS (1)	1	2012/11/30	2012/11/30	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét. 1.2

* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam - Québec

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Lepage, M.Sc.A chimiste, Chargée de projets
Email: MLepage@maxxam.ca
Phone# (418) 543-3788 Ext:6201

==========

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Votre # Bordereau: E-858269

Attention: Michael Verreault
Hydro-Ressources Inc.
1043, rue des Mésanges
Les Chutes de la Chaudières O
PQ
CANADA G6K 1V5

Date du rapport: 2012/12/18

CERTIFICAT D'ANALYSES

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.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268543
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T08523		
Date d'échantillonnage		2012/11/23		
# Bordereau		E-858269		
	UNITÉS	**LAC À PAUL (23-11)**	**LDR**	**Lot CQ**
MÉTAUX				
Manganèse (Mn)	mg/L	0.028	0.003	1090263
Fer (Fe)	mg/L	ND	0.1	1090263

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268543
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

MÉTAUX SOLUBLES À L'ACIDE (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T08523		
Date d'échantillonnage		2012/11/23		
# Bordereau		E-858269		
	UNITÉS	**LAC À PAUL (23-11)**	**LDR**	**Lot CQ**
MÉTAUX				
Antimoine (Sb)	mg/L	ND	0.0030	1090271
Calcium (Ca)	mg/L	18	0.50	1090271
Cuivre (Cu)	mg/L	0.0031	0.0030	1090271
Dureté totale (CaCO3)	mg/L	77	1.0	1090271
Fer (Fe)	mg/L	0.13	0.10	1090271
Magnésium (Mg)	mg/L	8.0	0.20	1090271
Manganèse (Mn)	mg/L	0.032	0.0030	1090271
Mercure (Hg)	mg/L	ND	0.00010	1090271
Sodium (Na)	mg/L	16	0.20	1090271
Titane (Ti)	mg/L	ND	0.050	1090271
Uranium (U)	mg/L	0.0024	0.0020	1090271
Zinc (Zn)	mg/L	0.0050	0.0050	1090271
Arsenic (As)	mg/L	ND	0.0010	1090271
Baryum (Ba)	mg/L	0.045	0.020	1090271
Bore (B)	mg/L	ND	0.050	1090271
Cadmium (Cd)	mg/L	ND	0.0010	1090271
Chrome (Cr)	mg/L	ND	0.0050	1090271
Plomb (Pb)	mg/L	0.0078	0.0010	1090271
Sélénium (Se)	mg/L	ND	0.0010	1090271

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268543
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T08523		
Date d'échantillonnage		2012/11/23		
# Bordereau		E-858269		
	UNITÉS	**LAC À PAUL (23-11)**	**LDR**	**Lot CQ**
CONVENTIONNELS				
Azote ammoniacal (N-NH3)	mg/L	ND	0.05	1088860
Carbone organique total	mg/L	3.6	0.2	1089087
Cyanures Totaux	mg/L	ND	0.01	1088569
Fluorure (F)	mg/L	0.3	0.1	1088618
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	ND	1	1089001
pH	pH	7.81	N/A	1088601
Sulfures (exprimés en S2-)	mg/L	0.03	0.02	1089347
Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	mg/L	92	1	1088603
Bromure (Br-)	mg/L	0.1	0.1	1088839
Bicarbonates (HCO3 comme CaCO3)	mg/L	92	1	1088603
Chlorures (Cl)	mg/L	12	0.05	1088839
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	ND	0.02	1088839
Sulfates (SO4)	mg/L	6.6	0.5	1088839
Solide Dissous Totaux	mg/L	120	10	1088391
Solides Totaux	mg/L	130	10	1088392

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B268543
Date du rapport: 2012/12/18

Initiales du préleveur: SS

REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

MÉTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

L'échantillon T08523 a été filtré en laboratoire avant l'analyse des métaux.

MÉTAUX SOLUBLES À L'ACIDE (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité

Dossier Maxxam: B268543

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1088391	AG5	Blanc fortifié	Solide Dissous Totaux	2012/11/27		99	%
		Blanc de méthode	Solide Dissous Totaux	2012/11/27	ND, LDR=10		mg/L
1088392	AG5	Blanc fortifié	Solides Totaux	2012/11/27		99	%
		Blanc de méthode	Solides Totaux	2012/11/27	ND, LDR=10		mg/L
1088569	CB8	MRC	Cyanures Totaux	2012/11/27		94	%
		Blanc de méthode	Cyanures Totaux	2012/11/27	ND, LDR=0.01		mg/L
1088601	GM2	MRC	pH	2012/11/27		99	%
1088603	GM2	MRC	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2012/11/27		115	%
		Blanc de méthode	Alcalinité Totale (en CaCO3) pH 4.5	2012/11/27	ND, LDR=1		mg/L
1088618	GM2	MRC	Fluorure (F)	2012/11/27		99	%
		Blanc de méthode	Fluorure (F)	2012/11/27	ND, LDR=0.1		mg/L
1088839	MCC	MRC	Bromure (Br-)	2012/11/28		102	%
			Chlorures (Cl)	2012/11/28		103	%
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2012/11/28		102	%
			Sulfates (SO4)	2012/11/28		104	%
		Blanc fortifié	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2012/11/28		87	%
		Blanc de méthode	Bromure (Br-)	2012/11/28	ND, LDR=0.1		mg/L
			Chlorures (Cl)	2012/11/28	ND, LDR=0.05		mg/L
			Nitrate(N) et Nitrite(N)	2012/11/28	ND, LDR=0.02		mg/L
			Sulfates (SO4)	2012/11/28	ND, LDR=0.5		mg/L
1088860	CB8	MRC	Azote ammoniacal (N-NH3)	2012/11/28		103	%
		Blanc de méthode	Azote ammoniacal (N-NH3)	2012/11/28	ND, LDR=0.05		mg/L
1089001	CB8	MRC	NTK Azote Total Kjeldahl	2012/11/29		106	%
		Blanc de méthode	NTK Azote Total Kjeldahl	2012/11/29	ND, LDR=1		mg/L
1089087	AL8	MRC	Carbone organique total	2012/11/28		98	%
		Blanc fortifié	Carbone organique total	2012/11/28		102	%
		Blanc de méthode	Carbone organique total	2012/11/28	ND, LDR=0.2		mg/L
1089347	AG5	MRC	Sulfures (exprimés en S2-)	2012/11/28		104	%
		Blanc de méthode	Sulfures (exprimés en S2-)	2012/11/28	ND, LDR=0.02		mg/L
1090263	NS	Blanc fortifié	Manganèse (Mn)	2012/11/30		106	%
			Fer (Fe)	2012/11/30		99	%
		Blanc de méthode	Manganèse (Mn)	2012/11/30	ND, LDR=0.003		mg/L
			Fer (Fe)	2012/11/30	ND, LDR=0.1		mg/L
1090271	NS	Blanc fortifié	Antimoine (Sb)	2012/11/30		101	%
			Calcium (Ca)	2012/11/30		104	%
			Cuivre (Cu)	2012/11/30		103	%
			Fer (Fe)	2012/11/30		100	%
			Magnésium (Mg)	2012/11/30		103	%
			Manganèse (Mn)	2012/11/30		108	%
			Mercure (Hg)	2012/11/30		89	%
			Sodium (Na)	2012/11/30		109	%
			Titane (Ti)	2012/11/30		109	%
			Uranium (U)	2012/11/30		111	%
			Zinc (Zn)	2012/11/30		109	%
			Arsenic (As)	2012/11/30		102	%
			Baryum (Ba)	2012/11/30		102	%
			Bore (B)	2012/11/30		107	%
			Cadmium (Cd)	2012/11/30		103	%
			Chrome (Cr)	2012/11/30		106	%
			Plomb (Pb)	2012/11/30		107	%
			Sélénium (Se)	2012/11/30		102	%
		Blanc de méthode	Antimoine (Sb)	2012/11/30	ND, LDR=0.0030		mg/L
			Calcium (Ca)	2012/11/30	ND, LDR=0.50		mg/L
			Cuivre (Cu)	2012/11/30	ND, LDR=0.0030		mg/L
			Dureté totale (CaCO3)	2012/11/30	ND, LDR=1.0		mg/L

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B268543

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1090271	NS	Blanc de méthode	Fer (Fe)	2012/11/30	ND, LDR=0.10		mg/L
			Magnésium (Mg)	2012/11/30	ND, LDR=0.20		mg/L
			Manganèse (Mn)	2012/11/30	ND, LDR=0.0030		mg/L
			Mercure (Hg)	2012/11/30	ND, LDR=0.00010		mg/L
			Sodium (Na)	2012/11/30	ND, LDR=0.20		mg/L
			Titane (Ti)	2012/11/30	ND, LDR=0.050		mg/L
			Uranium (U)	2012/11/30	ND, LDR=0.0020		mg/L
			Zinc (Zn)	2012/11/30	ND, LDR=0.0050		mg/L
			Arsenic (As)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L
			Baryum (Ba)	2012/11/30	ND, LDR=0.020		mg/L
			Bore (B)	2012/11/30	ND, LDR=0.050		mg/L
			Cadmium (Cd)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L
			Chrome (Cr)	2012/11/30	ND, LDR=0.0050		mg/L
			Plomb (Pb)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L
			Sélénium (Se)	2012/11/30	ND, LDR=0.0010		mg/L

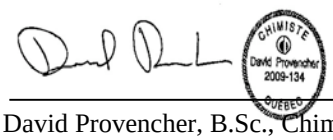
MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.
Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une 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.
LDR = Limite de détection rapportée
Réc = Récupération

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)
Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

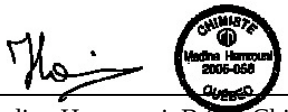
Page des signatures de validation

Dossier Maxxam: B268543

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec



Madina Hamrouni, B.Sc., Chimiste

Mathieu Letourneau, B.Sc., chimiste, Superviseur, Québec

==========

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.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

ANNEXE 8
Chimie eau globale

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Votre # Bordereau: E-860064

Attention: Michael Verreault
Hydro-Ressources Inc.
1043, rue des Mésanges
Les Chutes de la Chaudières O
Lévis, PQ
CANADA G6K 1V5

Date du rapport: 2013/02/12

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B305613
Reçu: 2013/02/04, 15:01

Matrice: EAU SOUTERRAINE
Nombre d'échantillons reçus: 7

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence primaire
Anions	4	N/A	2013/02/06	STL SOP-00014	MA. 300 - Ions 1.3
Cyanures totaux	4	2013/02/05	2013/02/05	STL SOP-00035	MA. 300 - CN 1.1
Fluorures	4	N/A	2013/02/05	STL SOP-00038	SM 4500-F- C.
Métaux dissous par ICP-MS	5	2013/02/08	2013/02/08	STL SOP-00006	MA.200- Mét 1.2
Métaux extractibles totaux par ICP	2	2013/02/07	2013/02/07	STL SOP-00006	MA.200- Mét 1.2
pH	4	N/A	2013/02/05	STL SOP-00038	MA.100- pH1.1
Phosphore total (1)	2	2013/02/05	2013/02/05	QUE SOP-00123	MA. 303 - P 5.0,
Phosphore total (1)	3	2013/02/07	2013/02/07	QUE SOP-00123	MA. 303 - P 5.0,

* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Maxxam - Québec

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Lepage, M.Sc.A chimiste, Chargée de projets
Email: MLepage@maxxam.ca
Phone# (418) 543-3788 Ext:6201

==========

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.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B305613
Date du rapport: 2013/02/12

Initiales du préleveur: SS

MÉTAUX DISSOUS (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T62491	T62500	T62502	T62505	T62506		
Date d'échantillonnage		2013/01/31	2013/01/31	2013/01/31	2013/01/31	2013/01/31		
# Bordereau		E-860064	E-860064	E-860064	E-860064	E-860064		
	UNITÉS	**PZR-27**	**TF-213**	**TF-242**	**PZD-06**	**PZD-07**	**LDR**	**Lot CQ**
MÉTAUX								
Phosphore	mg/L	N/A	0.49	0.05	N/A	ND	0.01	1115909
Aluminium (Al)	mg/L	0.05	0.70	1.0	0.07	ND	0.03	1115909
Antimoine (Sb)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	1115909
Argent (Ag)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.0003	1115909
Arsenic (As)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	1115909
Baryum (Ba)	mg/L	0.07	0.07	0.02	0.02	ND	0.02	1115909
Cadmium (Cd)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	1115909
Chrome (Cr)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	1115909
Cobalt (Co)	mg/L	ND	ND	0.05	ND	ND	0.02	1115909
Cuivre (Cu)	mg/L	0.003	0.072	ND	0.028	ND	0.003	1115909
Plomb (Pb)	mg/L	ND	0.006	0.001	ND	ND	0.001	1115909
Manganèse (Mn)	mg/L	0.083	0.24	1.4	0.057	0.032	0.003	1115909
Molybdène (Mo)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	1115909
Nickel (Ni)	mg/L	ND	0.01	ND	ND	ND	0.01	1115909
Sélénium (Se)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	1115909
Sodium (Na)	mg/L	1.1	3.5	18	0.8	1.5	0.2	1115909
Zinc (Zn)	mg/L	0.077	13	0.088	0.12	0.039	0.005	1115909
Titane (Ti)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	1115909
Calcium (Ca)	mg/L	6.6	14	7.7	3.5	3.9	0.5	1115909

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B305613
Date du rapport: 2013/02/12

Initiales du préleveur: SS

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T62503	T62504	T62504		
Date d'échantillonnage		2013/01/31	2013/01/31	2013/01/31		
# Bordereau		E-860064	E-860064	E-860064		
	UNITÉS	**PZD-26**	**PZD-24**	**PZD-24 Dup. de Lab.**	**LDR**	**Lot CQ**
MÉTAUX						
Aluminium (Al)	mg/L	16	14	15	0.04	1115405
Antimoine (Sb)	mg/L	ND	ND	ND	0.02	1115405
Arsenic (As)	mg/L	ND	ND	ND	0.05	1115405
Baryum (Ba)	mg/L	0.74	0.27	0.29	0.02	1115405
Cadmium (Cd)	mg/L	ND	ND	ND	0.01	1115405
Calcium (Ca)	mg/L	15	19	20	0.5	1115405
Chrome (Cr)	mg/L	0.03	ND	ND	0.01	1115405
Cobalt (Co)	mg/L	0.01	ND	ND	0.01	1115405
Cuivre (Cu)	mg/L	0.17	0.075	0.079	0.009	1115405
Plomb (Pb)	mg/L	0.03	0.02	0.02	0.01	1115405
Manganèse (Mn)	mg/L	0.29	0.20	0.21	0.01	1115405
Molybdène (Mo)	mg/L	ND	0.02	0.02	0.01	1115405
Nickel (Ni)	mg/L	0.02	0.01	0.01	0.01	1115405
Sélénium (Se)	mg/L	ND	ND	ND	0.05	1115405
Argent (Ag)	mg/L	ND	ND	ND	0.01	1115405
Sodium (Na)	mg/L	7.9	59	60	0.5	1115405
Titane (Ti)	mg/L	0.85	0.45	0.46	0.05	1115405
Zinc (Zn)	mg/L	0.36	0.31	0.32	0.02	1115405

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B305613
Date du rapport: 2013/02/12

Initiales du préleveur: SS

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Identification Maxxam		T62491	T62500		T62502	T62503		
Date d'échantillonnage		2013/01/31	2013/01/31		2013/01/31	2013/01/31		
# Bordereau		E-860064	E-860064		E-860064	E-860064		
	UNITÉS	**PZR-27**	**TF-213**	**Lot CQ**	**TF-242**	**PZD-26**	**LDR**	**Lot CQ**
CONVENTIONNELS								
Cyanures Totaux	mg/L	N/A	ND	1114519	N/A	ND	0.003	1114519
Fluorure (F)	mg/L	N/A	ND	1114448	ND	N/A	0.1	1114448
pH	pH	N/A	6.87	1114433	6.62	N/A	N/A	1114433
Phosphore total	mg/L	ND	N/A	1114371	23	3.6	0.02	1115358
Chlorures (Cl)	mg/L	N/A	2.1	1114873	0.64	N/A	0.05	1114873

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Identification Maxxam		T62504		T62505	T62506		
Date d'échantillonnage		2013/01/31		2013/01/31	2013/01/31		
# Bordereau		E-860064		E-860064	E-860064		
	UNITÉS	**PZD-24**	**Lot CQ**	**PZD-06**	**PZD-07**	**LDR**	**Lot CQ**
CONVENTIONNELS							
Cyanures Totaux	mg/L	ND	1114519	N/A	ND	0.003	1114519
Fluorure (F)	mg/L	N/A	N/A	ND	ND	0.1	1114448
pH	pH	N/A	N/A	6.36	6.48	N/A	1114433
Phosphore total	mg/L	0.75	1114371	7.9	N/A	0.02	1115358
Chlorures (Cl)	mg/L	N/A	N/A	0.32	0.46	0.05	1114873

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B305613
Date du rapport: 2013/02/12

Initiales du préleveur: SS

REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON excepté pour
Métaux dissous par ICP-MS: Agent de conservation insuffisant, pH ajusté sur réception au laboratoire.: T62491

MÉTAUX DISSOUS (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.
pH : Délai d'analyse non respecté.

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité

Dossier Maxxam: B305613

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1114371	MCC	MRC	Phosphore total	2013/02/05		107	%
		Blanc de méthode	Phosphore total	2013/02/05	ND, LDR=0.02		mg/L
1114433	MR4	Blanc fortifié	pH	2013/02/05		102	%
1114448	MR4	Blanc fortifié	Fluorure (F)	2013/02/05		96	%
		Blanc de méthode	Fluorure (F)	2013/02/05	ND, LDR=0.1		mg/L
1114519	DB2	MRC	Cyanures Totaux	2013/02/05		98	%
		Blanc fortifié	Cyanures Totaux	2013/02/05		102	%
		Blanc de méthode	Cyanures Totaux	2013/02/05	ND, LDR=0.003		mg/L
1114873	AL8	Blanc fortifié	Chlorures (Cl)	2013/02/06		101	%
		Blanc de méthode	Chlorures (Cl)	2013/02/06	ND, LDR=0.05		mg/L
1115358	DP3	MRC	Phosphore total	2013/02/07		112	%
		Blanc de méthode	Phosphore total	2013/02/07	ND, LDR=0.02		mg/L
1115405	SD5	MRC	Aluminium (Al)	2013/02/07		111	%
			Antimoine (Sb)	2013/02/07		102	%
			Arsenic (As)	2013/02/07		101	%
			Baryum (Ba)	2013/02/07		99	%
			Cadmium (Cd)	2013/02/07		104	%
			Chrome (Cr)	2013/02/07		104	%
			Cobalt (Co)	2013/02/07		106	%
			Cuivre (Cu)	2013/02/07		103	%
			Plomb (Pb)	2013/02/07		105	%
			Manganèse (Mn)	2013/02/07		108	%
			Molybdène (Mo)	2013/02/07		104	%
			Nickel (Ni)	2013/02/07		104	%
			Sélénium (Se)	2013/02/07		101	%
			Argent (Ag)	2013/02/07		105	%
			Zinc (Zn)	2013/02/07		107	%
		Blanc fortifié	Aluminium (Al)	2013/02/07		111	%
			Antimoine (Sb)	2013/02/07		108	%
			Arsenic (As)	2013/02/07		102	%
			Baryum (Ba)	2013/02/07		104	%
			Cadmium (Cd)	2013/02/07		107	%
			Calcium (Ca)	2013/02/07		109	%
			Chrome (Cr)	2013/02/07		106	%
			Cobalt (Co)	2013/02/07		103	%
			Cuivre (Cu)	2013/02/07		106	%
			Plomb (Pb)	2013/02/07		103	%
			Manganèse (Mn)	2013/02/07		111	%
			Molybdène (Mo)	2013/02/07		108	%
			Nickel (Ni)	2013/02/07		106	%
			Sélénium (Se)	2013/02/07		101	%
			Argent (Ag)	2013/02/07		104	%
			Sodium (Na)	2013/02/07		110	%
			Titane (Ti)	2013/02/07		107	%
			Zinc (Zn)	2013/02/07		107	%
		Blanc de méthode	Aluminium (Al)	2013/02/07	ND, LDR=0.04		mg/L
			Antimoine (Sb)	2013/02/07	ND, LDR=0.02		mg/L
			Arsenic (As)	2013/02/07	ND, LDR=0.05		mg/L
			Baryum (Ba)	2013/02/07	ND, LDR=0.02		mg/L
			Cadmium (Cd)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
			Calcium (Ca)	2013/02/07	ND, LDR=0.5		mg/L
			Chrome (Cr)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
			Cobalt (Co)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
			Cuivre (Cu)	2013/02/07	ND, LDR=0.009		mg/L
			Plomb (Pb)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B305613

Lot Num Init	Lot Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1115405 SD5	Blanc de méthode	Manganèse (Mn)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
		Molybdène (Mo)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
		Nickel (Ni)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
		Sélénium (Se)	2013/02/07	ND, LDR=0.05		mg/L
		Argent (Ag)	2013/02/07	ND, LDR=0.01		mg/L
		Sodium (Na)	2013/02/07	ND, LDR=0.5		mg/L
		Titane (Ti)	2013/02/07	ND, LDR=0.05		mg/L
		Zinc (Zn)	2013/02/07	ND, LDR=0.02		mg/L
1115909 JS2	MRC	Aluminium (Al)	2013/02/08		100	%
		Antimoine (Sb)	2013/02/08		92	%
		Argent (Ag)	2013/02/08		94	%
		Arsenic (As)	2013/02/08		98	%
		Baryum (Ba)	2013/02/08		94	%
		Cadmium (Cd)	2013/02/08		91	%
		Chrome (Cr)	2013/02/08		99	%
		Cuivre (Cu)	2013/02/08		94	%
		Plomb (Pb)	2013/02/08		97	%
		Manganèse (Mn)	2013/02/08		99	%
		Molybdène (Mo)	2013/02/08		92	%
		Nickel (Ni)	2013/02/08		95	%
		Sélénium (Se)	2013/02/08		98	%
		Zinc (Zn)	2013/02/08		98	%
	Blanc fortifié	Phosphore	2013/02/08		102	%
		Aluminium (Al)	2013/02/08		99	%
		Antimoine (Sb)	2013/02/08		96	%
		Argent (Ag)	2013/02/08		92	%
		Arsenic (As)	2013/02/08		96	%
		Baryum (Ba)	2013/02/08		93	%
		Cadmium (Cd)	2013/02/08		94	%
		Chrome (Cr)	2013/02/08		97	%
		Cobalt (Co)	2013/02/08		94	%
		Cuivre (Cu)	2013/02/08		94	%
		Plomb (Pb)	2013/02/08		96	%
		Manganèse (Mn)	2013/02/08		102	%
		Molybdène (Mo)	2013/02/08		95	%
		Nickel (Ni)	2013/02/08		94	%
		Sélénium (Se)	2013/02/08		97	%
		Sodium (Na)	2013/02/08		100	%
		Zinc (Zn)	2013/02/08		99	%
		Titane (Ti)	2013/02/08		97	%
		Calcium (Ca)	2013/02/08		96	%
	Blanc de méthode	Phosphore	2013/02/08	ND, LDR=0.01		mg/L
		Aluminium (Al)	2013/02/08	ND, LDR=0.03		mg/L
		Antimoine (Sb)	2013/02/08	ND, LDR=0.003		mg/L
		Argent (Ag)	2013/02/08	ND, LDR=0.0003		mg/L
		Arsenic (As)	2013/02/08	ND, LDR=0.001		mg/L
		Baryum (Ba)	2013/02/08	ND, LDR=0.02		mg/L
		Cadmium (Cd)	2013/02/08	ND, LDR=0.001		mg/L
		Chrome (Cr)	2013/02/08	ND, LDR=0.005		mg/L
		Cobalt (Co)	2013/02/08	ND, LDR=0.02		mg/L
		Cuivre (Cu)	2013/02/08	ND, LDR=0.003		mg/L
		Plomb (Pb)	2013/02/08	ND, LDR=0.001		mg/L
		Manganèse (Mn)	2013/02/08	ND, LDR=0.003		mg/L
		Molybdène (Mo)	2013/02/08	ND, LDR=0.01		mg/L
		Nickel (Ni)	2013/02/08	ND, LDR=0.01		mg/L

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B305613

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1115909	JS2	Blanc de méthode	Sélénium (Se)	2013/02/08	ND, LDR=0.001		mg/L
			Sodium (Na)	2013/02/08	ND, LDR=0.2		mg/L
			Zinc (Zn)	2013/02/08	ND, LDR=0.005		mg/L
			Titane (Ti)	2013/02/08	ND, LDR=0.05		mg/L
			Calcium (Ca)	2013/02/08	ND, LDR=0.5		mg/L

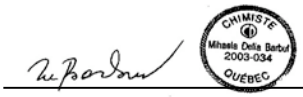
MRC: Un échantillon de concentration connue préparé dans des conditions rigoureuses par un organisme externe. Utilisé pour vérifier la justesse de la méthode.
Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une 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.
LDR = Limite de détection rapportée
Réc = Récupération

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)
Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

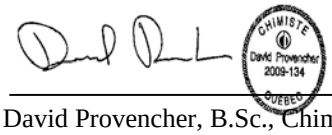
Page des signatures de validation

Dossier Maxxam: B305613

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:

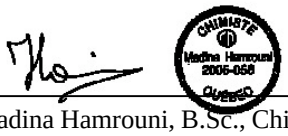


Delia Barbul, B.Sc., Chimiste



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec

Kathie Quevillon, B.Sc., Chimiste



Madina Hamrouni, B.Sc., Chimiste

==========

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.

889 Montée de Liesse, Ville St-Laurent, Québec, Canada H4T 1P5 Tél. : (514) 448-9001 Télécopieur : (514) 448-9199 Ligne sans frais : 1-877-4MAXXAM (462-9926)
Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

ANNEXE 9
Chimie sols

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Votre # Bordereau: E-863727, E-863728

Attention: Michael Verreault
Hydro-Ressources Inc.
1043, rue des Mésanges
Les Chutes de la Chaudières O
PQ
CANADA G6K 1V5

Date du rapport: 2012/12/21

CERTIFICAT D'ANALYSES

 # DE DOSSIER MAXXAM: B273454
Reçu: 2012/12/14, 15:30

Matrice: SOL
Nombre d'échantillons reçus: 14

Analyses	Quantité	Date de l' extraction	Date Analysé	Méthode de laboratoire	Référence primaire
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	14	2012/12/17	2012/12/18	QUE SOP-00210	MA.400-HYD. 1.1
Frais de gestion	14	N/A	2012/12/14		
Mercure par ICP-MS	14	2012/12/18	2012/12/20	QUE SOP-00132	MA. 200 - Mét 1.2
Métaux extractibles totaux	14	2012/12/18	2012/12/20	QUE SOP-00132	MA 200-Mét 1.2
pH	14	2012/12/17	2012/12/17	QUE SOP-00103	MA. 100- pH 1.1
Phosphore total	14	2012/12/18	2012/12/20	QUE SOP-00132	MA. 200 - Met 1.1

* Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets

Martine Lepage, M.Sc.A chimiste, Chargée de projets
Email: MLepage@maxxam.ca
Phone# (418) 543-3788 Ext:6201

==========

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.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

Identification Maxxam					T31481	T31514	T31515	T31516		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863727	E-863727	E-863727	E-863727		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-240-12**	**TF-239-12**	**TF-238-12**	**TF-241-12**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	20	41	21	19	N/A	N/A
HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX										
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	mg/kg	**300**	700	3500	ND	ND	ND	ND	100	1097516
Récupération des Surrogates (%)										
1-Chlorooctadécane	%	-	-	-	90	88	90	91	N/A	1097516

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Identification Maxxam					T31517	T31518	T31518	T31519		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863727	E-863727	E-863727	E-863727		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-242-12**	**TF-502-12**	**TF-502-12 Dup. de Lab.**	**TF-501-12**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	13	7.9	7.9	83	N/A	N/A
HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX										
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	mg/kg	**300**	700	3500	ND	ND	ND	180	100	1097516
Récupération des Surrogates (%)										
1-Chlorooctadécane	%	-	-	-	93	93	89	85	N/A	1097516

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

Identification Maxxam					T31520	T31521	T31522	T31523		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863727	E-863727	E-863727	E-863728		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-105-12**	**TF-243-12**	**TF-219-12**	**TF-504-12**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	80	9.3	14	38	N/A	N/A
HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX										
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	mg/kg	**300**	700	3500	1500	ND	ND	ND	100	1097516
Récupération des Surrogates (%)										
1-Chlorooctadécane	%	-	-	-	88	94	96	88	N/A	1097516

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Identification Maxxam					T31524	T31525	T31526		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863728	E-863728	E-863728		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-503-12**	**TF-220-12**	**TF-405-12**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	10	26	73	N/A	N/A
HYDRO. PÉTROLIERS TOTAUX									
Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	mg/kg	**300**	700	3500	ND	ND	160	100	1097516
Récupération des Surrogates (%)									
1-Chlorooctadécane	%	-	-	-	90	91	78	N/A	1097516

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

Identification Maxxam					T31481	T31514	T31515	T31516	T31517		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863727	E-863727	E-863727	E-863727	E-863727		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-240-12**	**TF-239-12**	**TF-238-12**	**TF-241-12**	**TF-242-12**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	20	41	21	19	13	N/A	N/A
MÉTAUX											
Mercure (Hg)	mg/kg	**0.2**	2	10	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	1097861
Phosphore total	mg/kg	**-**	-	-	1100	500	1200	1400	2100	20	1097861
Argent (Ag)	mg/kg	**2**	20	40	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Arsenic (As)	mg/kg	**6**	30	50	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Baryum (Ba)	mg/kg	**200**	500	2000	61	32	160	**430**	**380**	5	1097861
Cadmium (Cd)	mg/kg	**1.5**	5	20	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Cobalt (Co)	mg/kg	**15**	50	300	3	ND	3	6	5	2	1097861
Chrome (Cr)	mg/kg	**85**	250	800	10	7	6	6	5	2	1097861
Cuivre (Cu)	mg/kg	**40**	100	500	17	4	7	8	6	2	1097861
Etain (Sn)	mg/kg	**5**	50	300	ND	ND	ND	ND	ND	4	1097861
Manganèse (Mn)	mg/kg	**770**	1000	2200	60	17	71	83	88	2	1097861
Molybdène (Mo)	mg/kg	**2**	10	40	ND	ND	ND	ND	ND	1	1097861
Nickel (Ni)	mg/kg	**50**	100	500	7	2	7	7	7	1	1097861
Plomb (Pb)	mg/kg	**50**	500	1000	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Sélénium (Se)	mg/kg	**1**	3	10	ND	ND	ND	ND	ND	1	1097861
Zinc (Zn)	mg/kg	**110**	500	1500	21	ND	15	28	34	10	1097861
Aluminium (Al)	mg/kg	**-**	-	-	5600	2400	7600	8900	6700	20	1097861
Antimoine (Sb)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	2	1097861
Béryllium (Be)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Bore (B)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Calcium (Ca)	mg/kg	**-**	-	-	3100	1400	3100	3200	4800	30	1097861
Fer (Fe)	mg/kg	**-**	-	-	4100	1200	8500	12000	10000	10	1097861
Magnésium (Mg)	mg/kg	**-**	-	-	2000	430	2000	4200	4700	10	1097861
Potassium (K)	mg/kg	**-**	-	-	940	190	1100	2300	3400	40	1097861
Sodium (Na)	mg/kg	**-**	-	-	170	73	120	100	94	40	1097861
Titane (Ti)	mg/kg	**-**	-	-	440	280	520	1400	1200	5	1097861
Vanadium (V)	mg/kg	**-**	-	-	13	ND	18	33	30	5	1097861

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

Identification Maxxam					T31518	T31519	T31520	T31521	T31521		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863727	E-863727	E-863727	E-863727	E-863727		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-502-12**	**TF-501-12**	**TF-105-12**	**TF-243-12**	**TF-243-12 Dup. de Lab.**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	7.9	83	80	9.3	9.3	N/A	N/A
MÉTAUX											
Mercure (Hg)	mg/kg	**0.2**	2	10	ND	0.10	0.06	ND	ND	0.02	1097861
Phosphore total	mg/kg	**-**	-	-	1600	480	470	870	860	20	1097861
Argent (Ag)	mg/kg	**2**	20	40	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Arsenic (As)	mg/kg	**6**	30	50	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Baryum (Ba)	mg/kg	**200**	500	2000	34	140	43	72	69	5	1097861
Cadmium (Cd)	mg/kg	**1.5**	5	20	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Cobalt (Co)	mg/kg	**15**	50	300	6	ND	ND	4	4	2	1097861
Chrome (Cr)	mg/kg	**85**	250	800	6	ND	ND	4	4	2	1097861
Cuivre (Cu)	mg/kg	**40**	100	500	14	20	18	11	10	2	1097861
Etain (Sn)	mg/kg	**5**	50	300	ND	ND	ND	ND	ND	4	1097861
Manganèse (Mn)	mg/kg	**770**	1000	2200	76	100	33	64	58	2	1097861
Molybdène (Mo)	mg/kg	**2**	10	40	ND	1	ND	ND	ND	1	1097861
Nickel (Ni)	mg/kg	**50**	100	500	9	9	9	6	6	1	1097861
Plomb (Pb)	mg/kg	**50**	500	1000	ND	8	ND	ND	ND	5	1097861
Sélénium (Se)	mg/kg	**1**	3	10	ND	ND	ND	ND	ND	1	1097861
Zinc (Zn)	mg/kg	**110**	500	1500	17	33	13	12	10	10	1097861
Aluminium (Al)	mg/kg	**-**	-	-	6000	3300	6100	3600	3400	20	1097861
Antimoine (Sb)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	2	1097861
Béryllium (Be)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Bore (B)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Calcium (Ca)	mg/kg	**-**	-	-	3800	4100	1300	2400	2400	30	1097861
Fer (Fe)	mg/kg	**-**	-	-	7600	1400	800	4800	4400	10	1097861
Magnésium (Mg)	mg/kg	**-**	-	-	2100	660	220	1500	1300	10	1097861
Potassium (K)	mg/kg	**-**	-	-	810	720	230	820	720	40	1097861
Sodium (Na)	mg/kg	**-**	-	-	130	78	59	140	140	40	1097861
Titane (Ti)	mg/kg	**-**	-	-	410	34	84	340	300	5	1097861
Vanadium (V)	mg/kg	**-**	-	-	14	ND	15	10	9	5	1097861

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

Identification Maxxam					T31522	T31523	T31524	T31525	T31526		
Date d'échantillonnage					2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26		
# Bordereau					E-863727	E-863728	E-863728	E-863728	E-863728		
	UNITÉS	**A**	**B**	**C**	**TF-219-12**	**TF-504-12**	**TF-503-12**	**TF-220-12**	**TF-405-12**	**LDR**	**Lot CQ**
% Humidité	%	-	-	-	14	38	10	26	73	N/A	N/A
MÉTAUX											
Mercure (Hg)	mg/kg	**0.2**	2	10	ND	ND	0.02	0.03	0.08	0.02	1097861
Phosphore total	mg/kg	**-**	-	-	380	5500	780	2500	430	20	1097861
Argent (Ag)	mg/kg	**2**	20	40	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Arsenic (As)	mg/kg	**6**	30	50	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Baryum (Ba)	mg/kg	**200**	500	2000	14	150	20	150	25	5	1097861
Cadmium (Cd)	mg/kg	**1.5**	5	20	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Cobalt (Co)	mg/kg	**15**	50	300	ND	8	4	6	ND	2	1097861
Chrome (Cr)	mg/kg	**85**	250	800	3	ND	13	12	ND	2	1097861
Cuivre (Cu)	mg/kg	**40**	100	500	ND	7	7	7	8	2	1097861
Etain (Sn)	mg/kg	**5**	50	300	ND	ND	ND	ND	ND	4	1097861
Manganèse (Mn)	mg/kg	**770**	1000	2200	18	61	85	85	25	2	1097861
Molybdène (Mo)	mg/kg	**2**	10	40	ND	**5**	ND	ND	ND	1	1097861
Nickel (Ni)	mg/kg	**50**	100	500	1	6	6	8	3	1	1097861
Plomb (Pb)	mg/kg	**50**	500	1000	ND	ND	ND	ND	15	5	1097861
Sélénium (Se)	mg/kg	**1**	3	10	ND	ND	ND	ND	ND	1	1097861
Zinc (Zn)	mg/kg	**110**	500	1500	ND	28	19	38	22	10	1097861
Aluminium (Al)	mg/kg	**-**	-	-	3100	10000	8900	16000	1200	20	1097861
Antimoine (Sb)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	2	1097861
Béryllium (Be)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1097861
Bore (B)	mg/kg	**-**	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	5	1097861
Calcium (Ca)	mg/kg	**-**	-	-	540	10000	1100	4200	1600	30	1097861
Fer (Fe)	mg/kg	**-**	-	-	2700	16000	12000	22000	1000	10	1097861
Magnésium (Mg)	mg/kg	**-**	-	-	630	5100	1800	5000	260	10	1097861
Potassium (K)	mg/kg	**-**	-	-	180	2800	570	1400	260	40	1097861
Sodium (Na)	mg/kg	**-**	-	-	43	170	42	84	53	40	1097861
Titane (Ti)	mg/kg	**-**	-	-	170	1300	610	1700	9	5	1097861
Vanadium (V)	mg/kg	**-**	-	-	ND	28	26	46	ND	5	1097861

ND = inférieur à la limite de détection rapportée
N/A = Non Applicable
LDR = Limite de détection rapportée
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SOL)

Identification Maxxam		T31481	T31514	T31515	T31516	T31517	T31518	
Date d'échantillonnage		2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	
# Bordereau		E-863727	E-863727	E-863727	E-863727	E-863727	E-863727	
	UNITÉS	**TF-240-12**	**TF-239-12**	**TF-238-12**	**TF-241-12**	**TF-242-12**	**TF-502-12**	**Lot CQ**
% Humidité	%	20	41	21	19	13	7.9	N/A
CONVENTIONNELS								
pH	pH	5.18	4.53	5.34	5.30	5.40	5.40	1097680

N/A = Non Applicable
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Identification Maxxam		T31519	T31520	T31521	T31522	T31523	T31523	
Date d'échantillonnage		2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	
# Bordereau		E-863727	E-863727	E-863727	E-863727	E-863728	E-863728	
	UNITÉS	**TF-501-12**	**TF-105-12**	**TF-243-12**	**TF-219-12**	**TF-504-12**	**TF-504-12 Dup. de Lab.**	**Lot CQ**
% Humidité	%	83	80	9.3	14	38	38	N/A
CONVENTIONNELS								
pH	pH	4.78	4.50	5.50	4.90	4.77	4.72	1097680

N/A = Non Applicable
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Identification Maxxam		T31524	T31525	T31526	
Date d'échantillonnage		2012/11/26	2012/11/26	2012/11/26	
# Bordereau		E-863728	E-863728	E-863728	
	UNITÉS	**TF-503-12**	**TF-220-12**	**TF-405-12**	**Lot CQ**
% Humidité	%	10	26	73	N/A
CONVENTIONNELS					
pH	pH	5.71	4.74	4.26	1097680

N/A = Non Applicable
Lot CQ = Lot Contrôle Qualité

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.

Dossier Maxxam: B273454
Date du rapport: 2012/12/21

REMARQUES GÉNÉRALES

État des échantillons à l'arrivée: BON

Tous les résultats sont calculés sur une base sèche excepté lorsque non-applicable.

A,B,C: Ces critères proviennent de l'Annexe 2 de la "Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés. Pour les analyses de métaux(et métalloides) dans les sols, le critère A désigne la " Teneur de fond Secteur Basses-Terres du Saint-Laurent ".
A,B-eau souterraine: A=Critère pour fin de consommation; B=Critère pour la résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts.
Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.

- = Ce composé ne fait pas parti de la réglementation.

HYDROCARBURES PAR GCFID (SOL)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés pour la récupération des échantillons de contrôle de qualité (blanc fortifié et surrogates).
Veuillez noter que les résultats ont été corrigés pour le blanc de méthode.

MÉTAUX EXTRACTIBLES TOTAUX (SOL)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (SOL)

Veuillez noter que les résultats n'ont pas été corrigés ni pour la récupération des échantillons de contrôle qualité, ni pour le blanc de méthode.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité

Dossier Maxxam: B273454

Lot Num	Lot Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1097516	MB6	Blanc fortifié	1-Chlorooctadécane	2012/12/17		87	%
			Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2012/12/17		89	%
		Blanc de méthode	1-Chlorooctadécane	2012/12/17		85	%
			Hydrocarbures Pétroliers (C10-C50)	2012/12/17	ND, LDR=100		mg/kg
1097680	GM2	Blanc fortifié	pH	2012/12/17		99	%
1097861	NS	MRC	Mercure (Hg)	2012/12/20		89	%
		MRC DUP	Mercure (Hg)	2012/12/20		95	%
		MRC	Phosphore total	2012/12/20		95	%
		MRC DUP	Phosphore total	2012/12/20		97	%
		MRC	Argent (Ag)	2012/12/20		97	%
		MRC DUP	Argent (Ag)	2012/12/20		110	%
		MRC	Arsenic (As)	2012/12/20		105	%
		MRC DUP	Arsenic (As)	2012/12/20		116	%
		MRC	Baryum (Ba)	2012/12/20		98	%
		MRC DUP	Baryum (Ba)	2012/12/20		111	%
		MRC	Cadmium (Cd)	2012/12/20		103	%
		MRC DUP	Cadmium (Cd)	2012/12/20		112	%
		MRC	Cobalt (Co)	2012/12/20		108	%
		MRC DUP	Cobalt (Co)	2012/12/20		119	%
		MRC	Chrome (Cr)	2012/12/20		98	%
		MRC DUP	Chrome (Cr)	2012/12/20		107	%
		MRC	Cuivre (Cu)	2012/12/20		100	%
		MRC DUP	Cuivre (Cu)	2012/12/20		111	%
		MRC	Etain (Sn)	2012/12/20		88	%
		MRC DUP	Etain (Sn)	2012/12/20		100	%
		MRC	Manganèse (Mn)	2012/12/20		100	%
		MRC DUP	Manganèse (Mn)	2012/12/20		118	%
		MRC	Molybdène (Mo)	2012/12/20		94	%
		MRC DUP	Molybdène (Mo)	2012/12/20		103	%
		MRC	Nickel (Ni)	2012/12/20		101	%
		MRC DUP	Nickel (Ni)	2012/12/20		112	%
		MRC	Plomb (Pb)	2012/12/20		103	%
		MRC DUP	Plomb (Pb)	2012/12/20		115	%
		MRC	Sélénium (Se)	2012/12/20		104	%
		MRC DUP	Sélénium (Se)	2012/12/20		112	%
		MRC	Zinc (Zn)	2012/12/20		103	%
		MRC DUP	Zinc (Zn)	2012/12/20		115	%
		MRC	Antimoine (Sb)	2012/12/20		116	%
		MRC DUP	Antimoine (Sb)	2012/12/20		118	%
		MRC	Béryllium (Be)	2012/12/20		103	%
		MRC DUP	Béryllium (Be)	2012/12/20		115	%
		MRC	Bore (B)	2012/12/20		102	%
		MRC DUP	Bore (B)	2012/12/20		114	%
		MRC	Calcium (Ca)	2012/12/20		92	%
		MRC DUP	Calcium (Ca)	2012/12/20		102	%
		MRC	Magnésium (Mg)	2012/12/20		80	%
		MRC DUP	Magnésium (Mg)	2012/12/20		88	%
		MRC	Potassium (K)	2012/12/20		83	%
		MRC DUP	Potassium (K)	2012/12/20		89	%
		MRC	Sodium (Na)	2012/12/20		91	%
		MRC DUP	Sodium (Na)	2012/12/20		99	%
		MRC	Vanadium (V)	2012/12/20		91	%
		MRC DUP	Vanadium (V)	2012/12/20		102	%
		Blanc fortifié	Mercure (Hg)	2012/12/20		94	%
		Blanc fortifié DUP	Mercure (Hg)	2012/12/20		96	%

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B273454

Lot Num Init	Lot	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1097861	NS	Blanc fortifié	Argent (Ag)	2012/12/20		117	%
		Blanc fortifié DUP	Argent (Ag)	2012/12/20		114	%
		Blanc fortifié	Arsenic (As)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié DUP	Arsenic (As)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié	Baryum (Ba)	2012/12/20		104	%
		Blanc fortifié DUP	Baryum (Ba)	2012/12/20		104	%
		Blanc fortifié	Cadmium (Cd)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié DUP	Cadmium (Cd)	2012/12/20		104	%
		Blanc fortifié	Cobalt (Co)	2012/12/20		105	%
		Blanc fortifié DUP	Cobalt (Co)	2012/12/20		106	%
		Blanc fortifié	Chrome (Cr)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié DUP	Chrome (Cr)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié	Cuivre (Cu)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié DUP	Cuivre (Cu)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié	Etain (Sn)	2012/12/20		117	%
		Blanc fortifié DUP	Etain (Sn)	2012/12/20		112	%
		Blanc fortifié	Manganèse (Mn)	2012/12/20		109	%
		Blanc fortifié DUP	Manganèse (Mn)	2012/12/20		109	%
		Blanc fortifié	Molybdène (Mo)	2012/12/20		99	%
		Blanc fortifié DUP	Molybdène (Mo)	2012/12/20		102	%
		Blanc fortifié	Nickel (Ni)	2012/12/20		100	%
		Blanc fortifié DUP	Nickel (Ni)	2012/12/20		100	%
		Blanc fortifié	Plomb (Pb)	2012/12/20		105	%
		Blanc fortifié DUP	Plomb (Pb)	2012/12/20		104	%
		Blanc fortifié	Sélénium (Se)	2012/12/20		106	%
		Blanc fortifié DUP	Sélénium (Se)	2012/12/20		106	%
		Blanc fortifié	Zinc (Zn)	2012/12/20		106	%
		Blanc fortifié DUP	Zinc (Zn)	2012/12/20		106	%
		Blanc fortifié	Aluminium (Al)	2012/12/20		100	%
		Blanc fortifié DUP	Aluminium (Al)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié	Antimoine (Sb)	2012/12/20		115	%
		Blanc fortifié DUP	Antimoine (Sb)	2012/12/20		116	%
		Blanc fortifié	Béryllium (Be)	2012/12/20		102	%
		Blanc fortifié DUP	Béryllium (Be)	2012/12/20		104	%
		Blanc fortifié	Bore (B)	2012/12/20		110	%
		Blanc fortifié DUP	Bore (B)	2012/12/20		112	%
		Blanc fortifié	Calcium (Ca)	2012/12/20		100	%
		Blanc fortifié DUP	Calcium (Ca)	2012/12/20		103	%
		Blanc fortifié	Fer (Fe)	2012/12/20		107	%
		Blanc fortifié DUP	Fer (Fe)	2012/12/20		99	%
		Blanc fortifié	Magnésium (Mg)	2012/12/20		96	%
		Blanc fortifié DUP	Magnésium (Mg)	2012/12/20		96	%
		Blanc fortifié	Potassium (K)	2012/12/20		91	%
		Blanc fortifié DUP	Potassium (K)	2012/12/20		93	%
		Blanc fortifié	Sodium (Na)	2012/12/20		98	%
		Blanc fortifié DUP	Sodium (Na)	2012/12/20		97	%
		Blanc fortifié	Titane (Ti)	2012/12/20		102	%
		Blanc fortifié DUP	Titane (Ti)	2012/12/20		102	%
		Blanc fortifié	Vanadium (V)	2012/12/20		104	%
		Blanc fortifié DUP	Vanadium (V)	2012/12/20		105	%
		Blanc de méthode	Mercure (Hg)	2012/12/20	ND, LDR=0.02		mg/kg
		Blanc de méthode DUP	Mercure (Hg)	2012/12/20	ND, LDR=0.02		mg/kg
		Blanc de méthode	Phosphore total	2012/12/20	ND, LDR=20		mg/kg
		Blanc de méthode DUP	Phosphore total	2012/12/20	ND, LDR=20		mg/kg

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B273454

Lot Num Init	Lot Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1097861 NS	Blanc de méthode	Argent (Ag)	2012/12/20	ND, LDR=0.5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Argent (Ag)	2012/12/20	ND, LDR=0.5		mg/kg
	Blanc de méthode	Arsenic (As)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Arsenic (As)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode	Baryum (Ba)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Baryum (Ba)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode	Cadmium (Cd)	2012/12/20	ND, LDR=0.5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Cadmium (Cd)	2012/12/20	ND, LDR=0.5		mg/kg
	Blanc de méthode	Cobalt (Co)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Cobalt (Co)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode	Chrome (Cr)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Chrome (Cr)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode	Cuivre (Cu)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Cuivre (Cu)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode	Etain (Sn)	2012/12/20	ND, LDR=4		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Etain (Sn)	2012/12/20	ND, LDR=4		mg/kg
	Blanc de méthode	Manganèse (Mn)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Manganèse (Mn)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode	Molybdène (Mo)	2012/12/20	ND, LDR=1		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Molybdène (Mo)	2012/12/20	ND, LDR=1		mg/kg
	Blanc de méthode	Nickel (Ni)	2012/12/20	ND, LDR=1		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Nickel (Ni)	2012/12/20	ND, LDR=1		mg/kg
	Blanc de méthode	Plomb (Pb)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Plomb (Pb)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode	Sélénium (Se)	2012/12/20	ND, LDR=1		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Sélénium (Se)	2012/12/20	ND, LDR=1		mg/kg
	Blanc de méthode	Zinc (Zn)	2012/12/20	ND, LDR=10		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Zinc (Zn)	2012/12/20	ND, LDR=10		mg/kg
	Blanc de méthode	Aluminium (Al)	2012/12/20	ND, LDR=20		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Aluminium (Al)	2012/12/20	ND, LDR=20		mg/kg
	Blanc de méthode	Antimoine (Sb)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Antimoine (Sb)	2012/12/20	ND, LDR=2		mg/kg
	Blanc de méthode	Béryllium (Be)	2012/12/20	ND, LDR=0.5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Béryllium (Be)	2012/12/20	ND, LDR=0.5		mg/kg
	Blanc de méthode	Bore (B)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode DUP	Bore (B)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode	Calcium (Ca)	2012/12/20	ND, LDR=30		mg/kg

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

Hydro-Ressources Inc.
Attention: Michael Verreault
Votre # du projet:
P.O. #:
Adresse du site:

Rapport Assurance Qualité (Suite)

Dossier Maxxam: B273454

Lot Lot Num Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé aaaa/mm/jj	Valeur	Réc	UNITÉS
1097861 NS	Blanc de méthode					
	DUP	Calcium (Ca)	2012/12/20	ND, LDR=30		mg/kg
	Blanc de méthode	Fer (Fe)	2012/12/20	ND, LDR=10		mg/kg
	Blanc de méthode					
	DUP	Fer (Fe)	2012/12/20	ND, LDR=10		mg/kg
	Blanc de méthode	Magnésium (Mg)	2012/12/20	ND, LDR=10		mg/kg
	Blanc de méthode					
	DUP	Magnésium (Mg)	2012/12/20	ND, LDR=10		mg/kg
	Blanc de méthode	Potassium (K)	2012/12/20	ND, LDR=40		mg/kg
	Blanc de méthode					
	DUP	Potassium (K)	2012/12/20	ND, LDR=40		mg/kg
	Blanc de méthode	Sodium (Na)	2012/12/20	ND, LDR=40		mg/kg
	Blanc de méthode					
	DUP	Sodium (Na)	2012/12/20	ND, LDR=40		mg/kg
	Blanc de méthode	Titane (Ti)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode					
	DUP	Titane (Ti)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode	Vanadium (V)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg
	Blanc de méthode					
	DUP	Vanadium (V)	2012/12/20	ND, LDR=5		mg/kg

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.
LDR = Limite de détection rapportée
Réc = Récupération

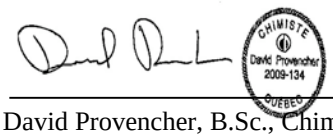
Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

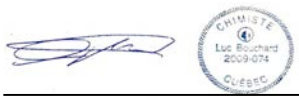
Page des signatures de validation

Dossier Maxxam: B273454

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport furent vérifiés et validés par les personnes suivantes:



David Provencher, B.Sc., Chimiste, Québec



Luc Bouchard, M.Sc., Chimiste, Superviseur Organique, Québec

==========

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.

Maxxam Analytics International Corporation o/a Maxxam Analytique 2690, Avenue Dalton, Sainte-Foy, Québec G1P 3S4 Tél : (418) 658-5784 Télécopieur : (418) 658-6594

Ce certificat ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
This certificate may not be reproduced, except in its entirety, without the written approval of the laboratory.

ANNEXE 10
Modèle MIKE SHE

HYDRO-RESSOURCES INC.
HYDROGÉOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Memorandum

To: Michael Verreault

From: Ying Qiao

CC: Bob Prucha

Date: 6/14/2013

Subject: Lac a Paul MIKE SHE Model Development

1 Introduction

This memo summarizes the development and application of a fully integrated MikeSHE/Mike11 model for the Lac a Paul Mine area to evaluate the natural system flows, and changes in surface water flows due to long-term pit dewatering. It also briefly summarizes model calibration against flow rate data and groundwater levels. A summary of overall model water balance, recharge and discharge areas, flow rate and groundwater levels is provided.

Three objectives for this project included:

- Develop a "basecase" fully integrated hydrologic model of the Lac a Paul area to compare against mine impacts. This represents the undisturbed, natural system.
- Develop an integrated model to simulate pit dewatering impacts on the surrounding area.
- Simulate two additional scenarios that include evaluation of surrounding impacts due to combined pit dewatering and surface water extractions from Lac a Paul.

2 Model Processes

The Lac a Paul MIKE SHE model was constructed using DHI's MIKE SHE/Mike11 code. It includes all major components of the land-based phases of hydrology cycle. These components include precipitation, evapotranspiration (ET), overland flow, unsaturated flow, and groundwater flow. MIKE SHE can be dynamically linked to the 1D hydrodynamic surface water model, MIKE11, for a complete representation of the hydrologic system. Table1 summarizes the model components used for the Lac a Paul MIKE SHE model and the method (or governing equation) for each component. Table2Table 2 summarizes the model inputs and parameters required for each component. A more detail explanation for all processes is available in the MIKE SHE Technical Reference Guide (DHI, 2009b).

Table 1 Model components used in the Lac a Paul MIKE SHE model

Mode Component	Processes Simulated	Methodology
MIKE SHE Overland Flow (OL)	Overland flow, water depths, depression storage	Two-dimensional diffusive wave approximation of the St. Venant Equations
MIKE11	Rivers and lake/reservoir hydraulics, flows and water levels	One-dimensional diffusive wave approximation of the St. Venant Equations
MIKE SHE Unsaturated	Flow and water content in the	Two-layer water balance

Flow (UZ) and ET	unsaturated zone, ET, infiltration, groundwater recharge	
MIKE SHE Saturated Flow (SZ)	Groundwater flow, groundwater levels/ potential heads	Three-dimensional Darcy equations

Table 2 Model input and parameters required for each model component

Model Component	Required Input Data
Precipitation	Distribution of precipitation rate
MIKE SHE OL	Topographic map, land use map, distribution of Manning's roughness coefficients, distribution of detention storage, initial water depths
MIKE11	Channel network, cross-section geometries, structure geometries and operational rules, Manning's roughness coefficients, boundary conditions, and initial conditions.
MIKE SHE UZ and ET	Distribution and rates of potential ET, soil map, soil water content at saturation, soil water content at field capacity and soil water content at wilting point, leaf area index (LAI), rooting depth
MIKE SHE SZ	Geologic stratification, material, horizontal and vertical hydraulic conductivity, specific yield and storage coefficient, groundwater level

3 Model Development

This section describes the model setup, conceptualization, development and assignment of the required data inputs for the model construction and discusses the assumptions, strengths and weaknesses in each case.

3.1 Model Domain and Grid

The model domain was delineated based on the existing FeFlow model and topographic contour data. The existing FeFlow model domain does not include Lac a Paul. , in order to model Lac a Paul it is necessary to extend model area to include Lac a Paul and its surround area. The MIKE SHE domain represents the 28.7 km2 area using 50m by 50m square grid cells. The overland flow, unsaturated flow, groundwater flow and ET calculations are each computed for every 50m. The channel flow calculations occur at discrete computational nodes along the one dimensional representation of the river network.

Projection for this project was selected using NAD_1983_UTM_Zone_19N, and datum is D_North_American_1983. So all spatial data provided by Hydro-Ressources were re-projected to NAD_1983_UTM_Zone_19N if their project is different than this projection.

The simulation period was from September 1, 2007 to April 25, 2013 for the natural condition. For 25-year open pit scenario runs, this period was cycled until 25-year simulation period (i.e. 9/1/2007 – 9/1/2032).

3.2 Topography

Two topographic datasets were provided. The first dataset is point data used in the existing FeFlow model. It does not cover lake area and its southern area (Figure1). The second dataset consists of contours that extend over the entire study area, but is much coarser than the point data (Figure2). The final 50-m topography used in the MIKE SHE model was generated by combining two topographic data and assuming a depth of 5m in Lac a Paul (Figure3).

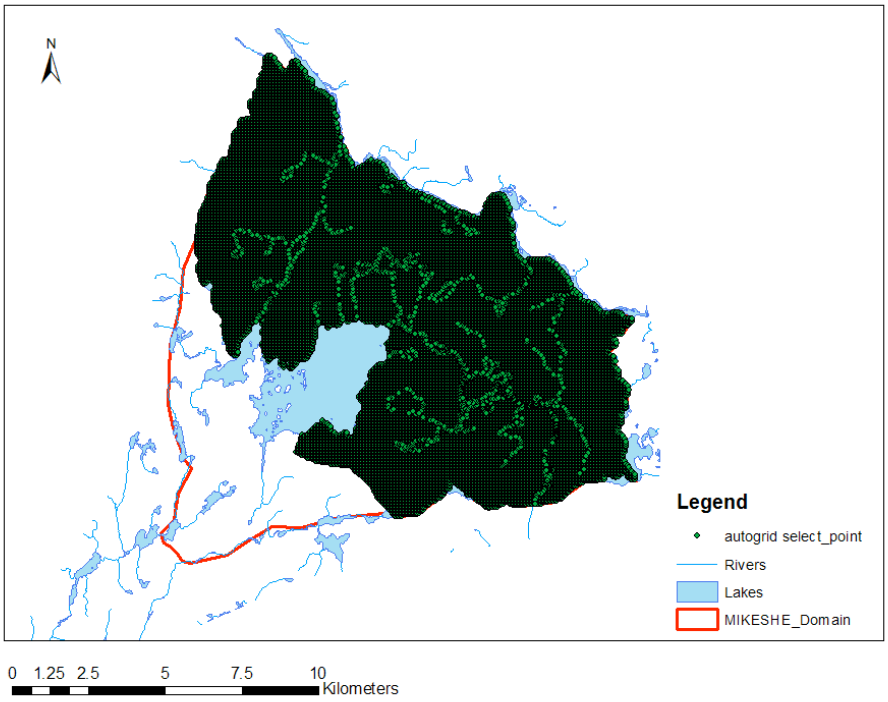


Figure1 Topography used in the existing FeFlow model in Lac a Paul study area

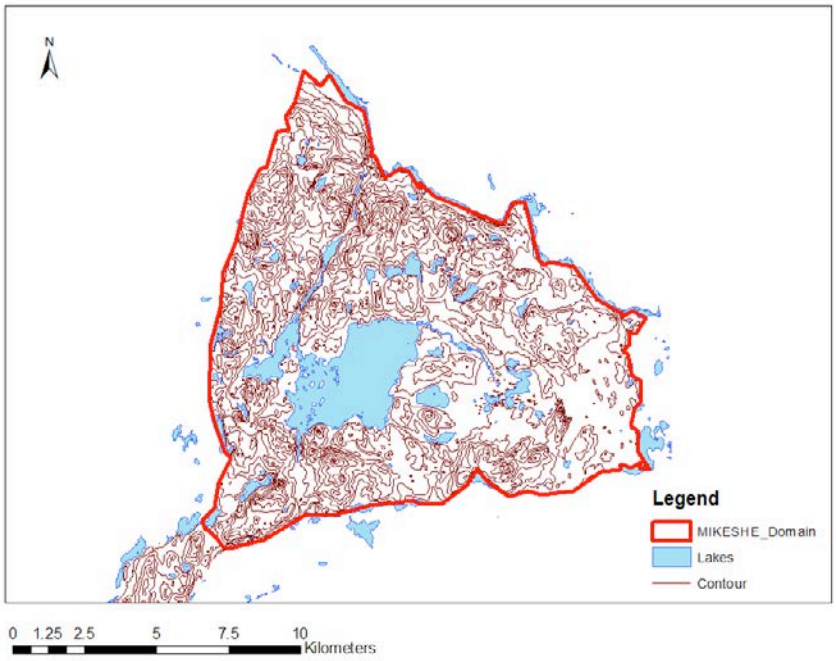


Figure2 Contour map in Lac a Paul study area

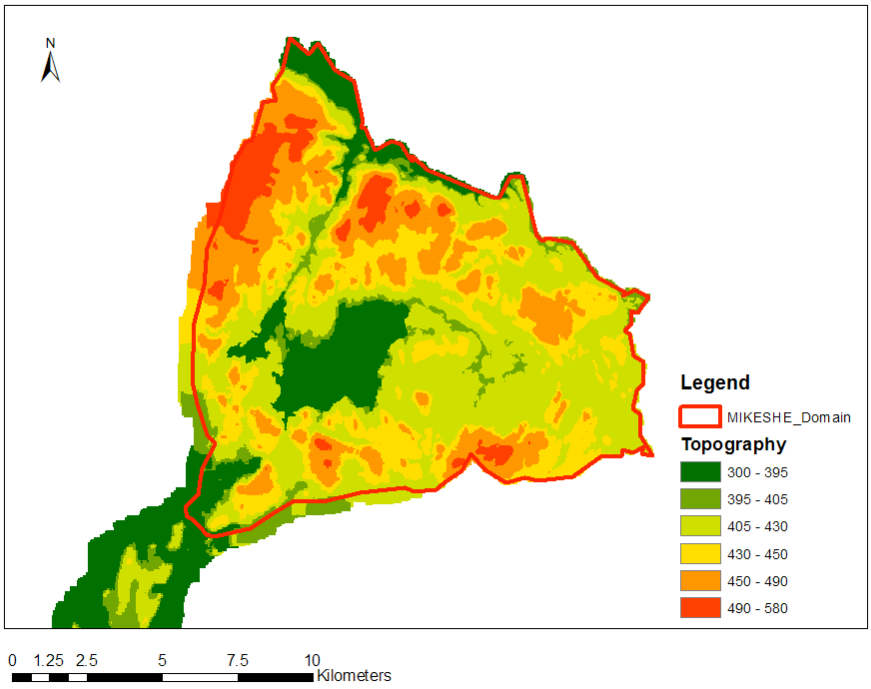


Figure 1 Topography in the Lac a Paul study area

3.3 Climate

Daily Climate data was downloaded from Environment Canada for a period of 1/1/2007 – 4/25/2013. It includes daily precipitation, daily max., min. and mean temperature. In order to better model snow accumulation and melt, max. and min. temperature were used to generate a semi-daily temperature data in which max. temperature occurs at 3pm and min. temperature occurs at 3am in a day. A daily Potential evapotranspiration (ET) was estimated using modified Penman Monteith method based on min., max. and mean temperature as well as wind speed, solar radiation, elevation and latitude.

3.4 Vegetation

The land use category defines the spatial distribution and characterization of different types of vegetation in the model domain. In MIKE SHE, vegetation-based properties like leaf area index (LAI) and the rooting depth (RD) are assigned based on vegetation types in the land use map.

A land cover map was downloaded from Geobase (Geobase, 2013). In the study area there are seven different land cover, and the dominate vegetation type is forest including coniferous forest, broadleaf forest and mixed-wood forest. Figure 4 shows the land cover in Lac a Paul study area.

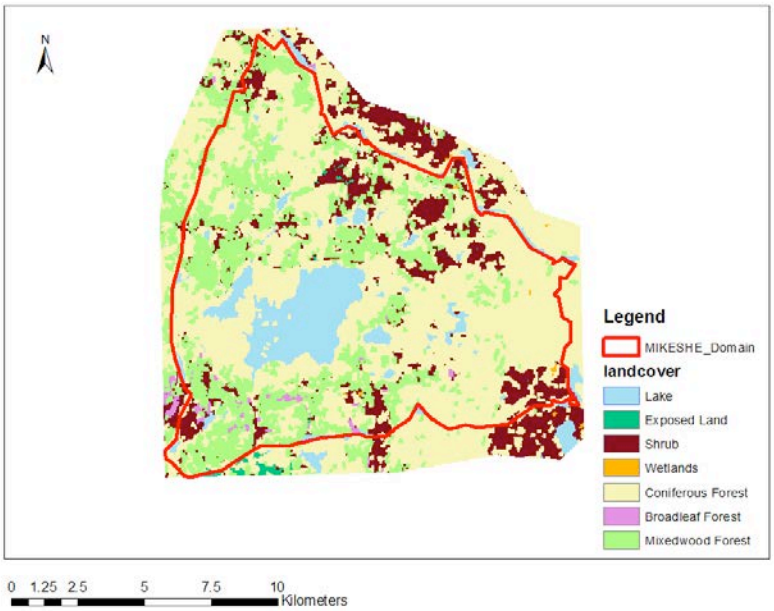


Figure 4 Land cover in Lac a Paul study area

- **Leaf area index**

(LAI) is defined as the (area of leaves)/ (area of the ground) and can vary between 0 and 7 depending on the vegetation type. In MIKE SHE this parameter exerts a strong control over the canopy interception and rate of evapotranspiration. LAI has significant seasonal variation, and it normally reaches lower limit during winter time and upper limit during summer time with full leaves. LAI values were not available for the study area, so the values used in the model represent literature values for similar vegetation, climate, and soil conditions.

- **Rooting depth**

In MIKE SHE, the rooting depth represents the maximum depth of active roots in the root zone. Significant seasonal variations in the rooting depth are typical for annual and deciduous plants, whereas for many perennial and evergreen plants, rooting depth values remain relatively constant throughout the year. Two major factors, climate and soil conditions, influence the rooting depth of a given plant assemblage. The primary function of the rooting depth specification in MIKE SHE is in establishing the depth to which plants can remove water through transpiration. Rooting depth values were not available for the study area, so the values used in the model represent literature values for similar vegetation, climate, and soil conditions (Schenk et al., 2003).

3.5 Overland Flow

Lac a Paul model uses an explicit Finite Difference Method for simulating overland flow. The overland flow algorithm interacts with the channel flow, the unsaturated zone, and the saturated zone components of the model.

The major inputs for overland flow are overland flow Manning's roughness and detention storage. Roughness controls the flow rate of overland flow and a distributed roughness map was generated based on land cover for the study area based on USGS guidance (USGS, 2012). Table 3 summarized manning's n used in the model. Detention storage represents a threshold storage depth at land surface in each cell that must be filled before overland flow is generated. In practice, however, many of these depressions are "smoothed" out of the DEM because of the course scale of the model grid, and detention storage is a key calibration parameter. A uniform detention storage of 10mm was used for the study area.

Table 3 Overland flow Manning's n

Type	Manning's n
Water	0
Exposed Land	0.025
Shrub	0.06
Wetland	0.05
Coniferous forest	0.18
Broadleaf forest	0.18
Mixedwood forest	0.18

3.6 Rivers and Lakes

Channel flow was handled by the MIKE 11 model which was dynamically linked to the MIKE SHE model. The primary input data for this model included the stream network, boundary conditions, and channel geometry.

- **Stream Network**

The stream network was generated based on the river system provided by Hydro-Ressources. The network was developed so as to include a branch running through Lac a Paul and upland channelized reaches which drain into Lac a Paul, and in total there are 13 river branches included in the model. For the open pit condition, two rivers were removed which run through the open pit, and three lakes right northern the open pit were connected (Figure 5).

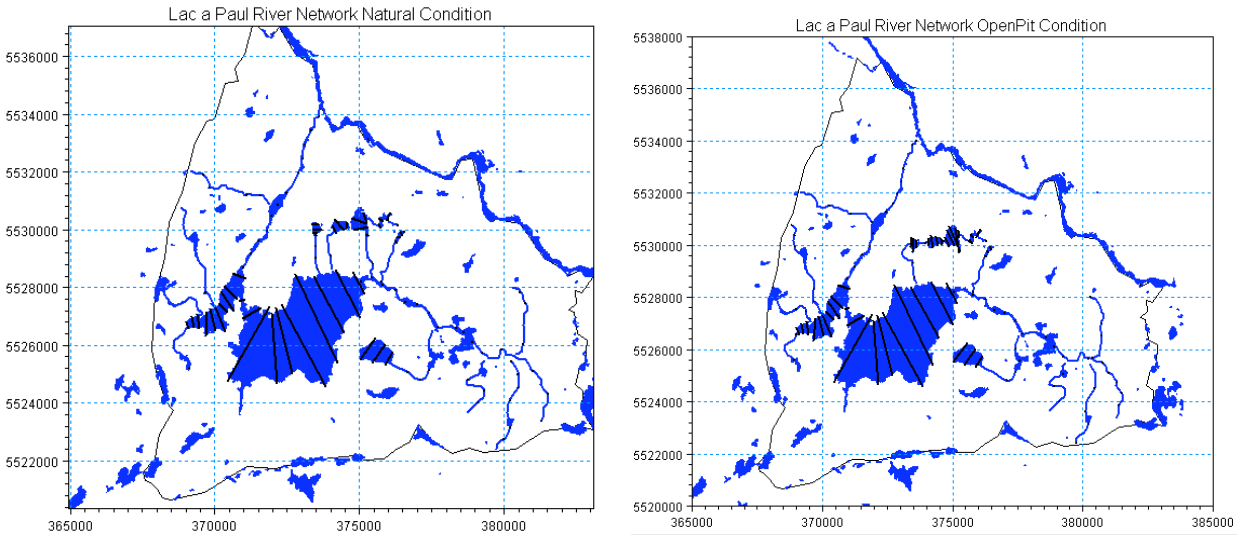


Figure 5 River network used in the Lac a Paul MIKE SHE model (black line is cross sections)

- **Boundary Conditions**

Boundary conditions in MIKE 11 are required for all unconnected ends of branches. In the Lac a Paul model, all of the upstream boundaries are closed (i.e. no-flow boundaries). This is because water is introduced to the stream network via overland flow, interflow, and baseflow that is simulated via MIKE SHE so it is not necessary to define an upstream inflow hydrograph. The downstream boundary of the model is at the confluence with Lac Manouance. This boundary was represented using a constant water level at 355m.

- **Channel Geometry**

In the Lac a Paul model, hydrodynamic calculations were performed for all branches, so cross sectional geometry data was required. Surveyed cross sections were not available for the study area. Assumptions were made such that width of river is about 15-20m, and depth of river is about 2m with triangle shape. For Lac a Paul, there is no bathymetry data available, and depth of the lake was assumed to be 5m.

3.7 Unsaturated Flow

The unsaturated flow component of the Lac a Paul model uses a Two-layer water balance method that functions in conjunction with the ET component of the model. This method divides soil column into two layers to represent the unsaturated zone, and accounts for interception storage changes, surface ponding, and water content in the root zone, infiltration, evapotranspiration, and groundwater recharge. This method requires soil water content at saturation, soil water content at field capacity and soil water content at wilting point as well as saturated hydraulic conductivity for each soil type.

Soil map was not available for the study area. After consulting with Hydro-Ressources, a uniform soil type was used for the study area.

4.8 Saturated Flow

The Lac a Paul model uses 3D finite difference approach for representing the groundwater system. The 3-dimensional finite difference algorithm, calculates flow by describing the spatial and temporal variations of the dependent variable (hydraulic head) mathematically using a 3-dimensional Darcy equation solved numerically by an iterative implicit finite difference technique. The saturated zone component of flow interacts with the other components in MIKE SHE primarily by using flow terms from the other components implicitly or explicitly as source or sink terms.

Hydro-Ressources provided an existing FeFlow model, but the FeFlow model does not include Lac a Paul (Figure 6). Geologic information covered by Feflow model was exported directly from Feflow model, which includes geologic layers, horizontal and vertical hydraulic conductivities, specific yields and storage coefficients. For the area that is not covered Feflow domain, geologic information was estimated based on the Feflow information assuming uniform distribution. In total Lac a Paul model includes five geologic layers.

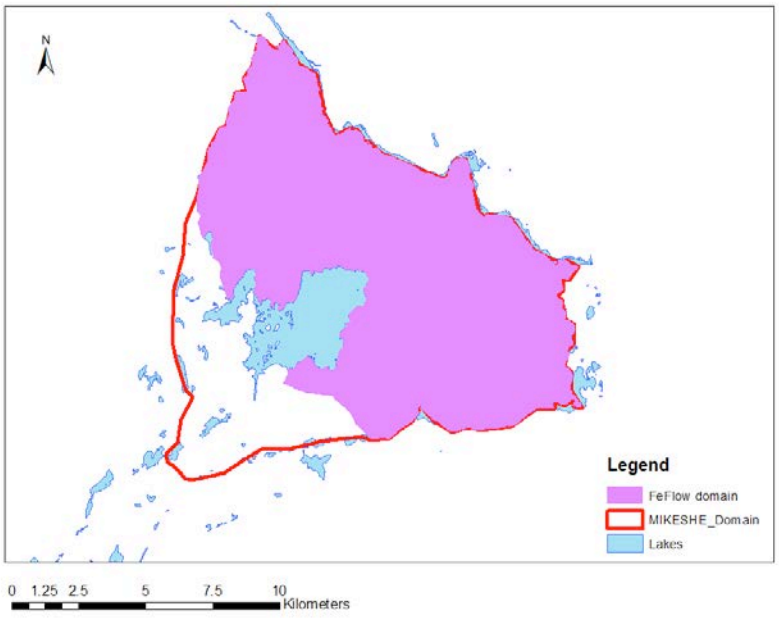


Figure 6 MIKE SHE Model domain versus Feflow model domain in Lac a Paul study area

4 Model Calibration

4.1 Overview of Approach

The goal of the calibration for the Lac a Paul model was to compare and calibrate the results of the model against as many different sources and types of data as possible to gain a solid understanding of the model's performance and identify any deficiencies in the model's representation of the hydrology of the basin. The types of data available for calibration and comparison include overall water budgets, stream-flow data. Static groundwater levels were also used for calibration.

4.2 Overall Water Budget

Table 1 shows the simulated average annual water budget as storage depth in mm for the full model area over the 4-yr simulation period (2008-2012). The simulated ET is about 57% of the incoming precipitation. The simulated runoff represents 23% of the total incoming precipitation. Groundwater recharge accounts for 25% of incoming precipitation, and groundwater recharge is about 0.9 mm/day which is very close to 0.7 mm/day used in the existing Feflow model.

Table 1 Summary of water budget in Lac a Paul study area

Items	Precipitation	ET	Surface Runoff	Recharge	Baseflow
Annual average (mm)	1287	739	295	325	55

- Stream Flow Hydrographs

Six flow measurements exist in the study area but are only snapshots in time. The measured flow rates at these six locations were taken on Oct. 17 or 18, 2012 (see Figure 7). Two locations (i.e. point de mesure2 and point de mesure4) could not be directly compared because these branches were not represented in the model. Figure 11 shows the simulated discharge at point de mesure1 for 2012. The calculated flowrate on Oct.17, 2012 is 0.77 m^3/s, while the measured flowrate is 0.74 m^3/s. This difference is relatively small as shown on Figure 8 to Figure 11, which show the simulated flow rates at available observation points.

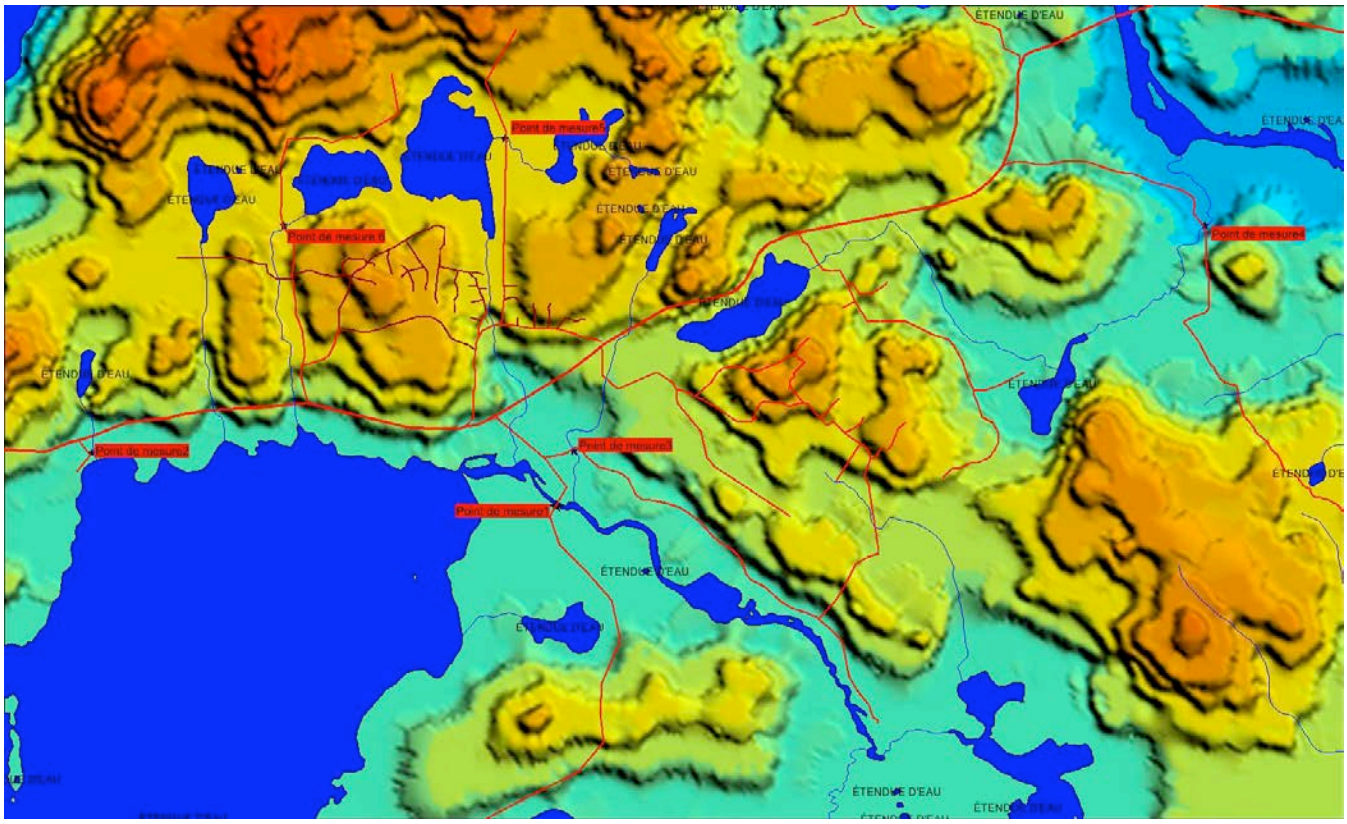


Figure 7 Location of measured flow data in the Lac a Paul study area

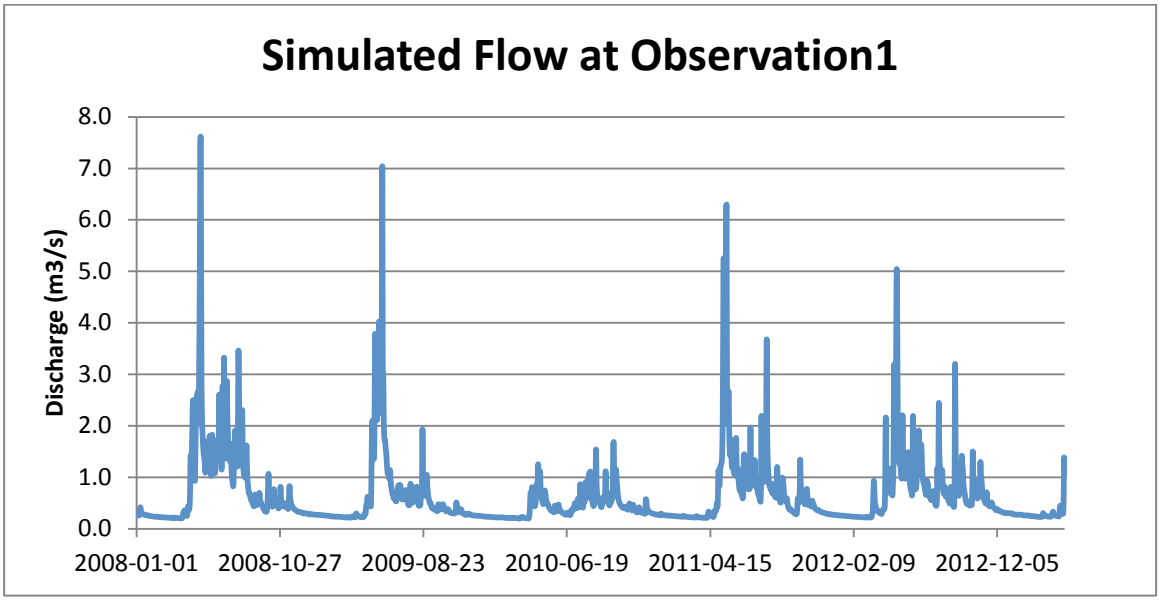


Figure 8 Simulated discharge at the point de mesure1

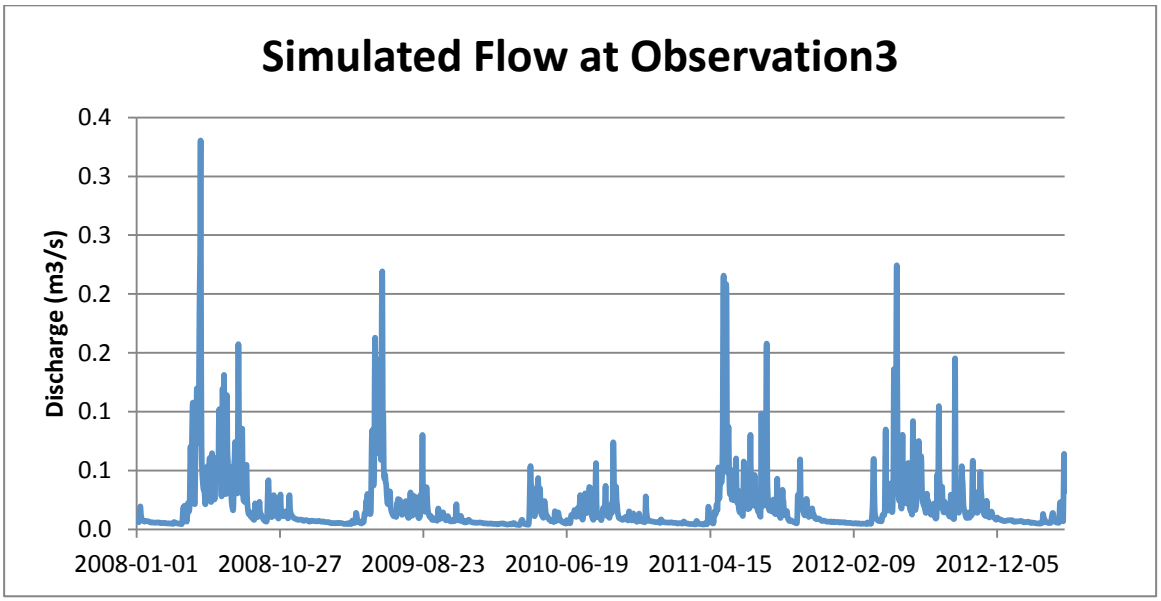


Figure 9 Simulated discharge at the point de mesure3

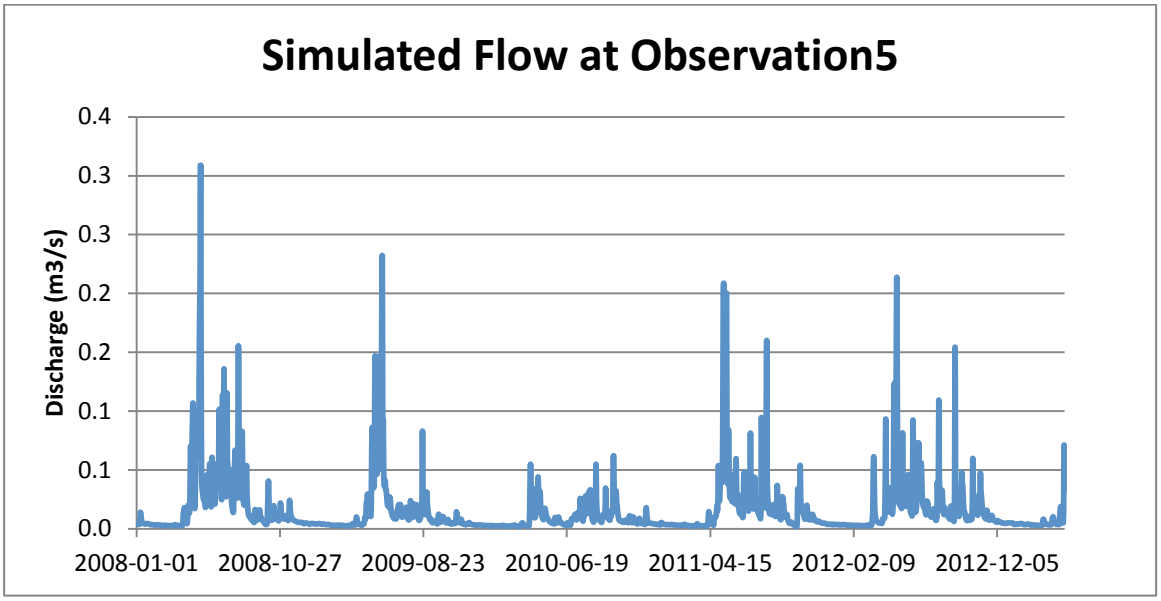


Figure 10 Simulated discharge at the point de mesure5

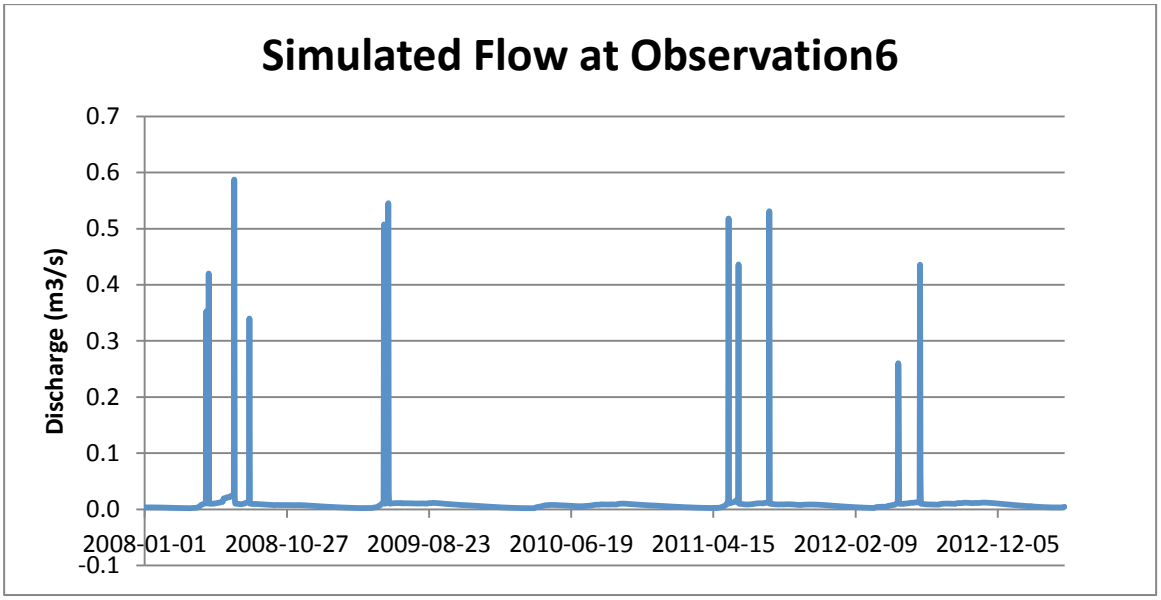


Figure 11 Simulated discharge at the point de mesure6

- Groundwater level

Groundwater levels exist for 102 piezometers, which are used as groundwater level calibration targets, however only one value exists for each piezometer, and no screened depths were provided. Figure12 shows the mean errors of groundwater levels at 102 piezometers, and the average of mean errors is 1.4m which means overall calculated groundwater is about 1.4m lower than measured values. In general, calculated groundwater matches well with observations.

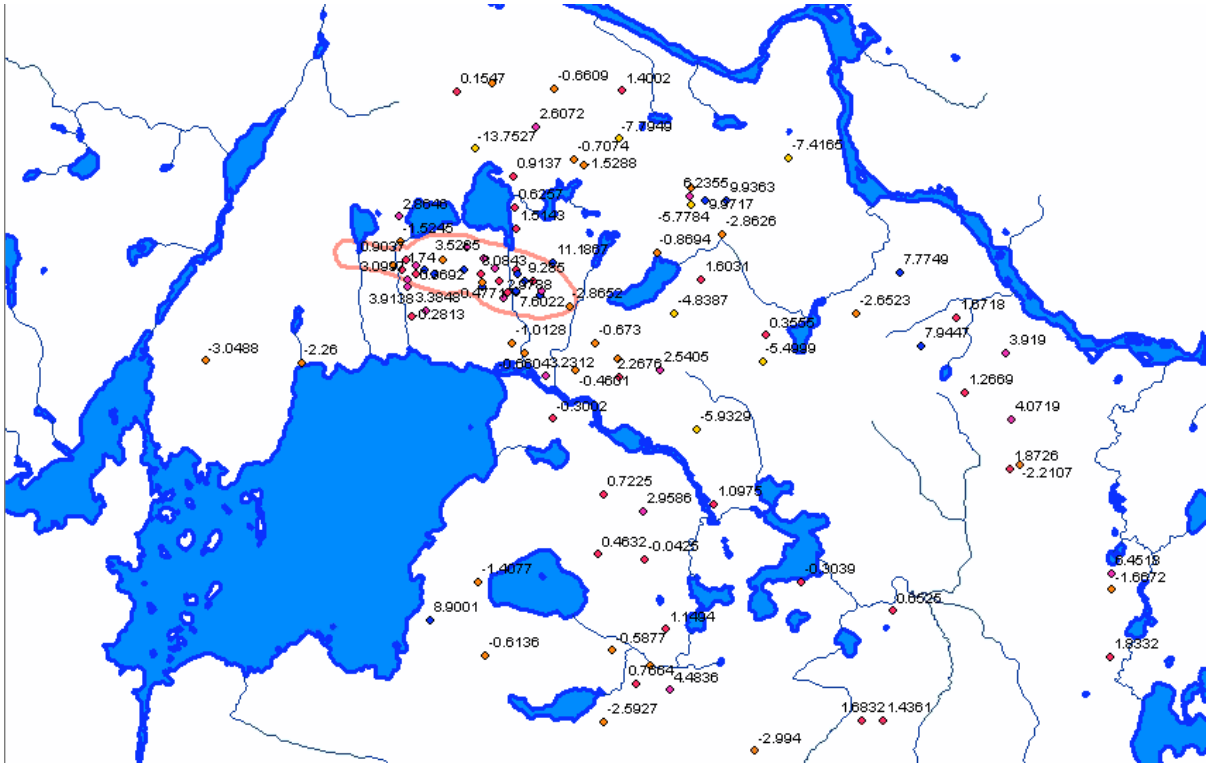


Figure 12 shows the mean errors of groundwater levels at 102 piezometers

7 Model Scenarios

Three scenarios were selected to simulate the impact of open pit (dewatering) and lake extraction from Lac a Paul:

- Scenario1: Groundwater dewatering in open pit only.
- Scenario2: Groundwater dewatering in open pit plus maximum lake extraction.
- Scenario3: Groundwater dewatering in open pit plus 50% maximum lake extraction.

Climate data for three scenarios were taken from the natural condition and repeated for 25-year period (9/1/1997 – 9/1/2032). Two reaches that run through the open pit were removed, and one reach connecting Lac du Kodiak was modified to be around the open pit (Figure 13). Extracted water from the Lac a Paul was removed from the model system.

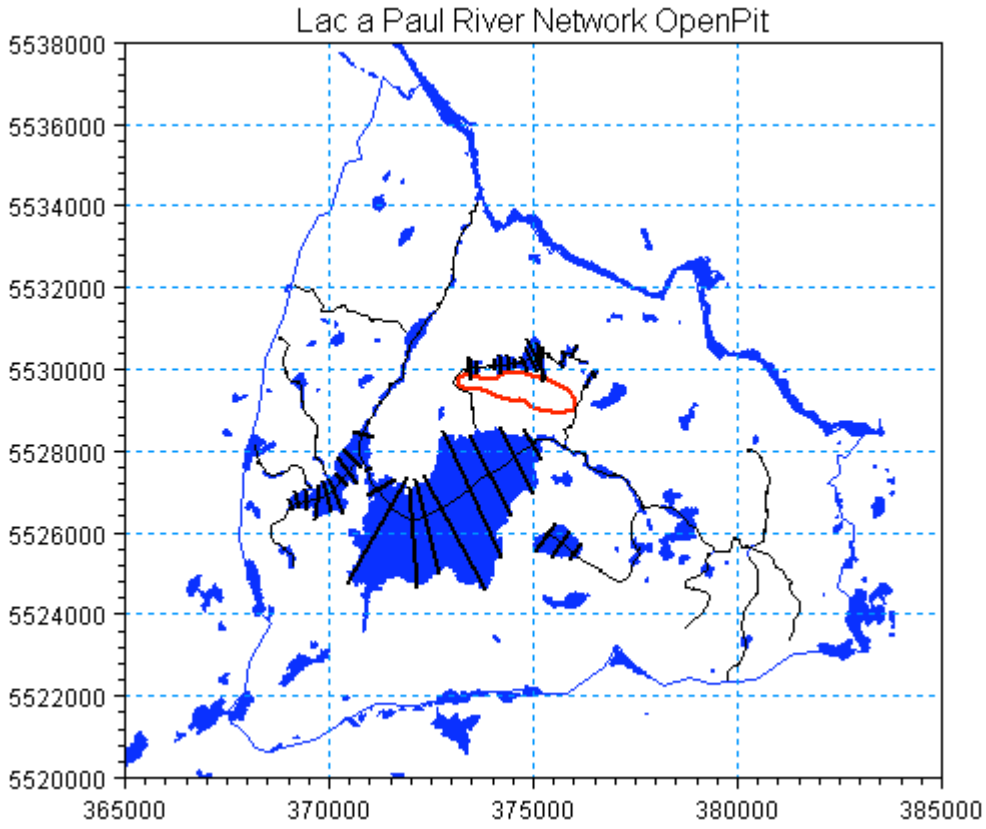


Figure 13 Modified river network used in the open pit scenarios. Black lines indicate where cross-sections were specified, and calculated using the surface topography.

8 Scenario Results

8.1 Drawdown

Effects of twenty five years of dewatering were simulated using a time-varying internal boundary drain that declines linearly in time from ground surface to the bottom of the mine. This more realistically models the dewatering rates in time, assuming the pit depth develops linearly with time as well. The final year-25 drawdown simulated by integrated model for OpenPit only scenario is similar to that developed existing FeFlow model estimated drawdown (Figure 14). Simulated drawdown does show some impact on the Lac a Paul.

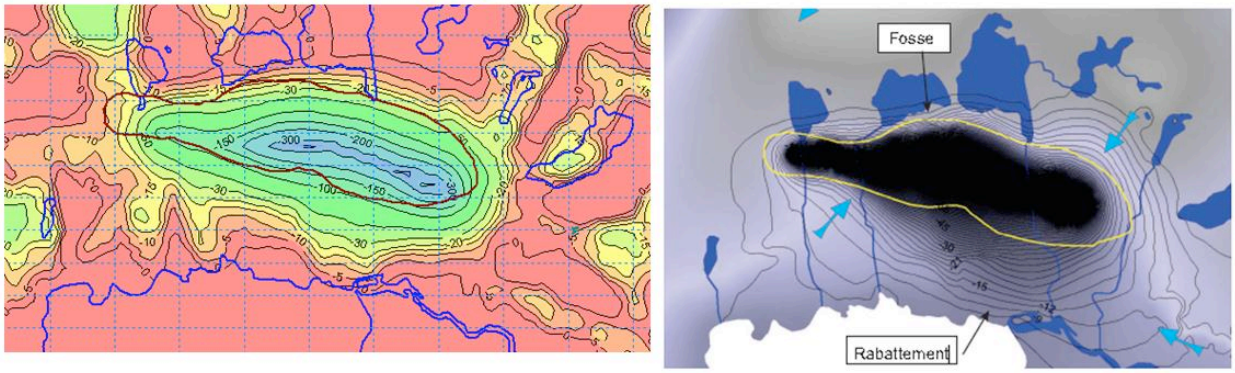


Figure 14 Comparison of simulated drawdowns in MikeSHE (left) and Feflow (right)

8.2 Flows and Lake Levels

Flows at locations specified by Hydro-Ressources were extracted from model results, location of these flows are shown in Figure 15. Figure 16 shows the simulated flows at location 1 (outlet), and it shows that there is little change on flows for natural and OpenPit only scenario, and this suggests that 25-year OpenPit without lake extraction would not have big impact on the river flows. Figure 17 shows the flows at location 2, and it can be seen that flows under open pit condition are much higher than natural condition. The major reason is that two reaches were removed and three small lakes were connected, and this diverts more water into the reach where location 2 is located. This is also the reason why lake levels at Lac a Paul (Figure 18) under OpenPit only condition is slightly higher than natural condition.

The canals connection three small lakes north of open pit have huge impact on the lake levels at these three lakes since these connecting cannels control the outflows, so design of these connecting cannels should be taken into account. As an example, Figure 19 shows the simulated water levels at location 9 (Lac du Coyote), and it can be seen clearly that water levels under all open pit conditions were much higher than natural condition, and this is because the canal capacity is limited by its geometry and slope.

Figure 18 shows the simulated water levels at Lac a Paul. With lake extractions, lake levels drop dramatically

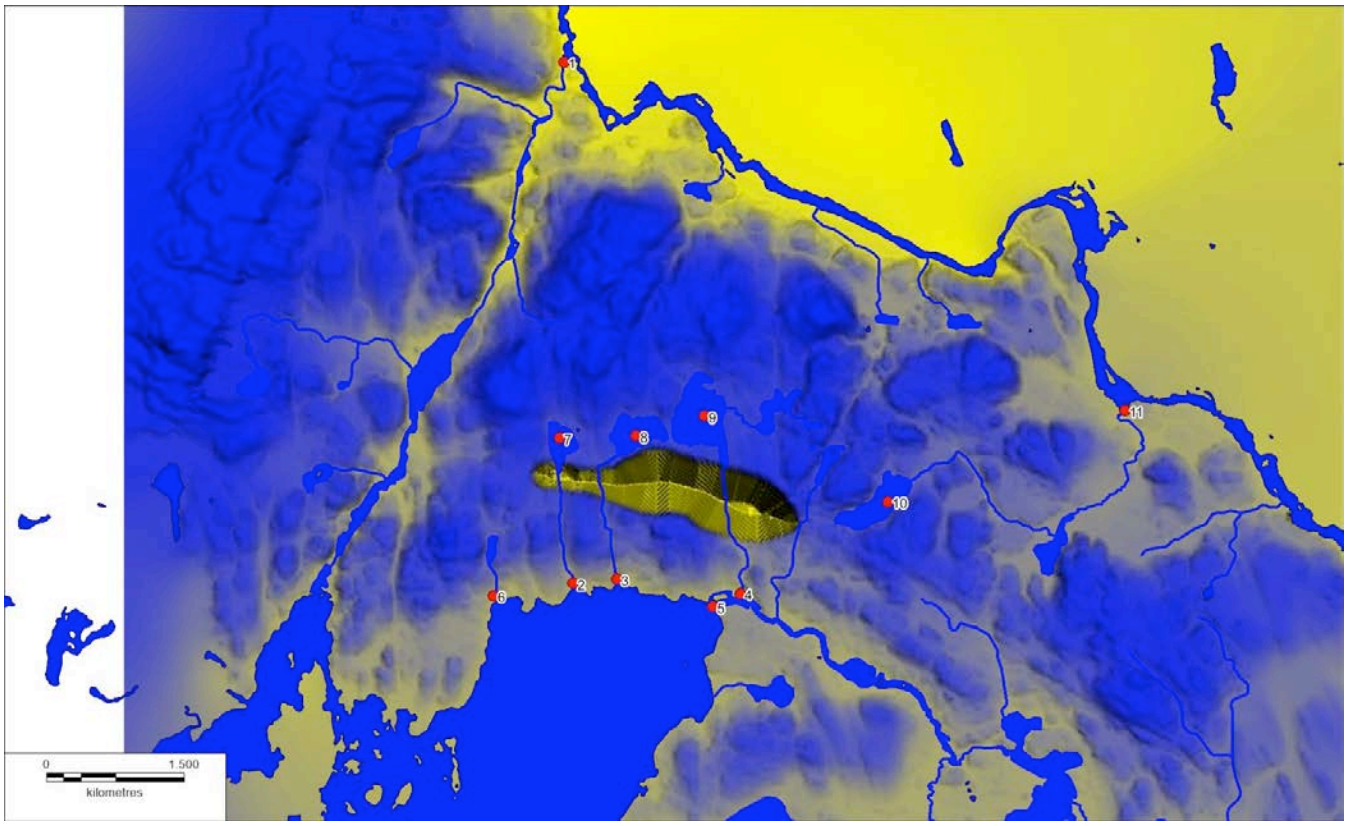


Figure 15 Location of river control points

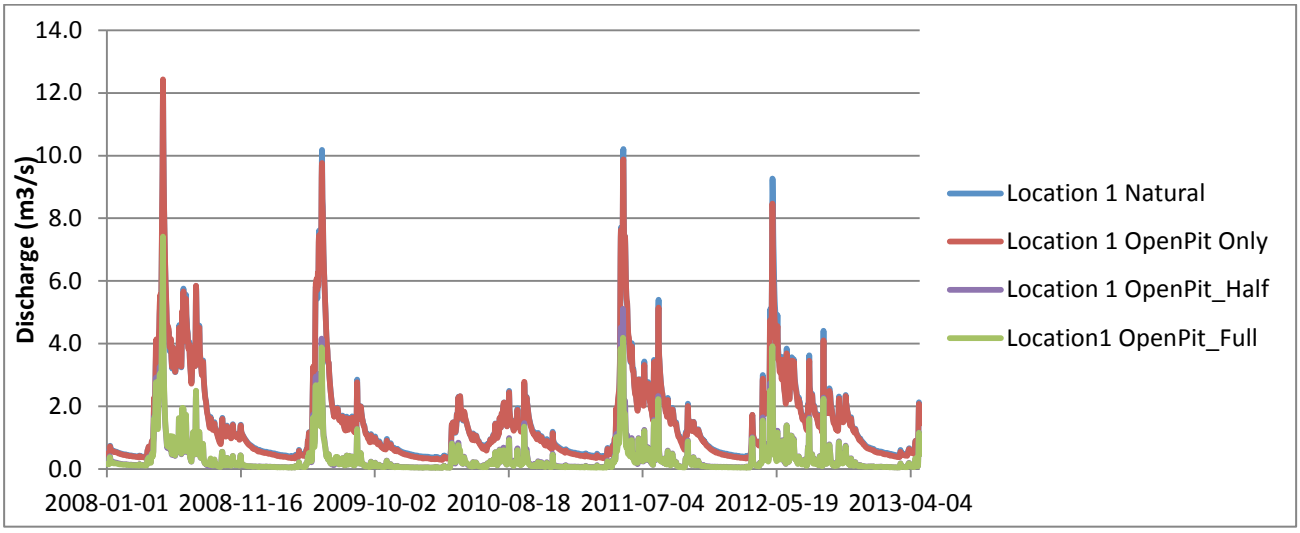


Figure 16 Simulated flows at location 1 (outlet)

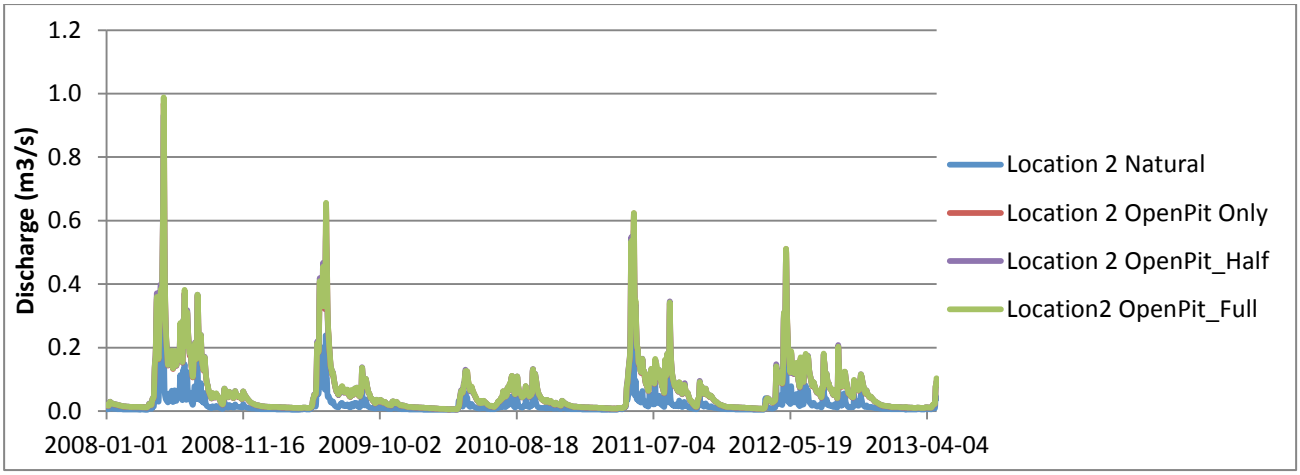


Figure 17 Simulated flows at location 2

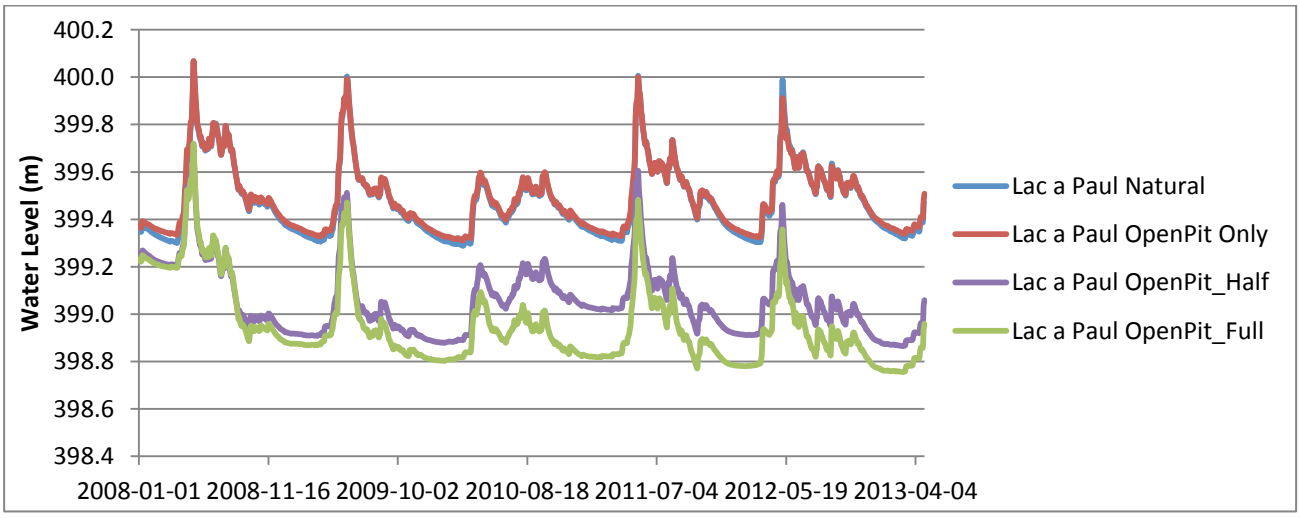


Figure 18 Simulated water levels at Lac a Paul

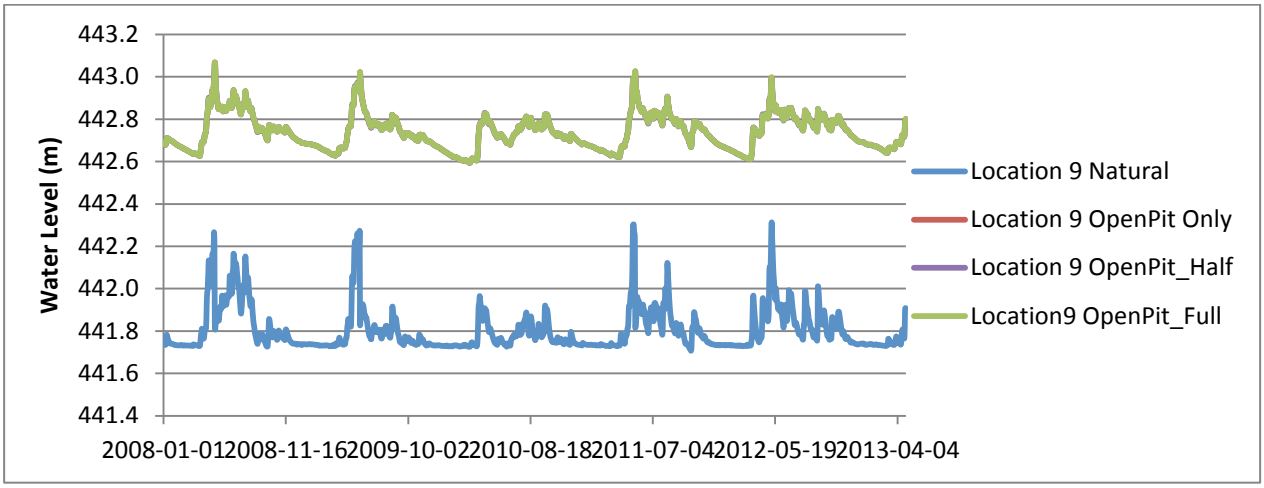


Figure 19 Simulated water levels at location 9 (Lac du Coyote)

9 Conclusions

The Lac a Paul MIKE SHE model was successfully developed incorporating physical inputs that represent the spatially and temporally variable hydrologic characteristics of the Lac a Paul study area. The model was calibrated against limited, but available flow rate and groundwater elevation data and reproduces a natural hydrologic response within the study area well enough to allow use of the model for predictive simulations.

The calibrated model was then used to simulate hydrologic response for three scenarios for 25-year simulation, open pit only, open pit plus maximum lake extraction and open pit plus 50% maximum lake extraction.

The drawn down simulated for 25-year open pit condition is similar to that estimated using the existing FeFlow model. Model results from the OpenPit only scenario show little impact of 25-year open pit dewatering on flows and lake level at Lac a Paul. However, with open pit dewatering, plus lake extraction, lake levels at Lac a Paul dropped significantly as well as outflows from the lake. To simulate open pit dewatering scenarios, stream reaches extending through the open pit area were re-routed around the pit, by connect the three small northern lakes and diverting their outflow around the western end of the pit and allowing it to drain into Lac a Paul. The model results indicate this re-routing significantly impacts flows levels and flows from these lakes due; the flows and levels in the lakes depend strongly on the specification of the diversion channel (cross-sectional area and profile). This suggests design of canals is very important, and also demonstrates that integrated model has ability to support design of canals.

10 Recommendations

If the integrated model is used for further analysis, it can be improved by collecting and incorporating the following data types into the model:

1. Spatial distribution of soil types.
2. Hourly stream discharge measurements:
    - at the model outlet, or confluence,

- in key tributaries

3. Hourly lake levels
4. Daily groundwater levels in key locations
5. Local climate data should be collected at least hourly over the same period of time as the hourly surface water and daily groundwater data above

Reference

Env.Canada, 2013
http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/climateData/hourlydata_e.html?Prov=QC&StationID=6029&Year=2013&Month=4&Day=14&timeframe=1.

Geobase, 2013. Geobase website, www.geobase.ca.

DHI, 2009b. MIKE SHE Technical Reference Guide.

USGS, 2012. Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains. United States Geological Survey Water-supply Paper 2339 Metric Version.

Schenk et al., 2003. A Global Database of Ecosystem Root Profiles (ERP).

Annexe 17 : Hydrologie

Annexe 17 : Hydrologie

Débits moyens annuels

L'approche proposée dans l'inventaire du milieu publié par Dessau-Nutshimit (2012) pour évaluer les débits moyens annuels des cours d'eau a été conservée. Cette approche préconise l'utilisation d'un débit moyen annuel spécifique, établie selon les données d'observations enregistrées à la station hydrométrique 062206 sur la rivière Manouane. Le tableau 1 présente les caractéristiques de cette station.

Tableau 1 : Caractéristiques de la station hydrométrique sur la rivière Manouane

Numéro	Nom	Années d'enregistrements	Bassin versant[1]	Distance du site à l'étude	Localisation (degrés)	
					Latitude	Longitude
062206	Manouane – Sortie lac Duhamel	1979-2012	3 686 km²	15 km	49,88 N	70,93 O

1 Le 25 septembre 2003, le bassin versant à la station a été réduit à 1 955 km² dû à la dérivation d'une partie de l'écoulement par un ouvrage appartenant à Hydro-Québec (CEHQ 2013).

La station hydrométrique est située à proximité du site à l'étude, mais la superficie du bassin versant est très grande par rapport à celle des sous-bassins versants analysés. Le débit spécifique de la rivière Manouane est néanmoins transposé aux sous-bassins locaux suivant l'hypothèse que, sur une base annuelle, le bilan hydrique des bassins versants est similaire.

Pour établir le débit moyen annuel spécifique de la rivière Manouane, le consortium Dessau-Nutshimit (2012) a calculé la moyenne des débits observés à la station hydrométrique 062206 sur une période de 33 ans, entre 1979 et 2012, et a ensuite divisé cette valeur par la superficie actuelle du bassin versant au droit de la station (1 955 km²). Or, la superficie de ce bassin versant a été modifiée en 2003 en raison de la dérivation partielle de l'écoulement par un ouvrage appartenant à Hydro-Québec (CEHQ 2013). Avant cette dérivation, la superficie du bassin versant de la rivière Manouane, au droit de la station hydrométrique 062206, était de 3 686 km², soit environ 1,9 fois plus grande que la superficie actuelle. Le débit spécifique consigné dans le rapport de Dessau-Nutshimit (37,6 l/s/km²) a donc été surévalué puisque les débits observés dans la rivière avant 2003 sont associés à un plus grand bassin versant.

Pour obtenir un débit moyen spécifique représentatif, la série de données d'observation doit être scindée en deux, avec un premier groupe de débits associés à la période pré-dérivation (1979-2003) et un second groupe à la période post-dérivation (2003-2012). Une telle opération mène à un débit moyen spécifique de 23,9 l/s/km², soit environ 36 % de moins que celui considéré dans l'inventaire du milieu (Dessau-Nutshimit 2012).

Volumes d'apports annuels

La méthodologie employée pour caractériser les volumes d'apports annuels anticipés sur chaque sous-bassin versant, préconise une approche par analyse du ruissellement. Cette approche vise à établir le bilan net des eaux, constitué des précipitations reçues moins les pertes anticipées. Les données de la station météorologique Péribonka ont été retenues pour cette analyse. Le tableau 2 présente les caractéristiques de cette station.

Tableau 2 : Caractéristiques de la station météorologique Péribonka

Numéro	Nom	Années d'enregistrements	Distance du site à l'étude	Localisation (degrés)	
				Latitude	Longitude
7065960	Péribonka	1951-2012	163 km	48,77 N	72,03 O

Cette station n'est pas la plus proche du secteur à l'étude, mais possède l'une des plus faibles hauteurs moyennes de précipitations totales annuelles dans la région. Ceci permet donc d'obtenir des estimations conservatrices pour les volumes d'apports reçus.

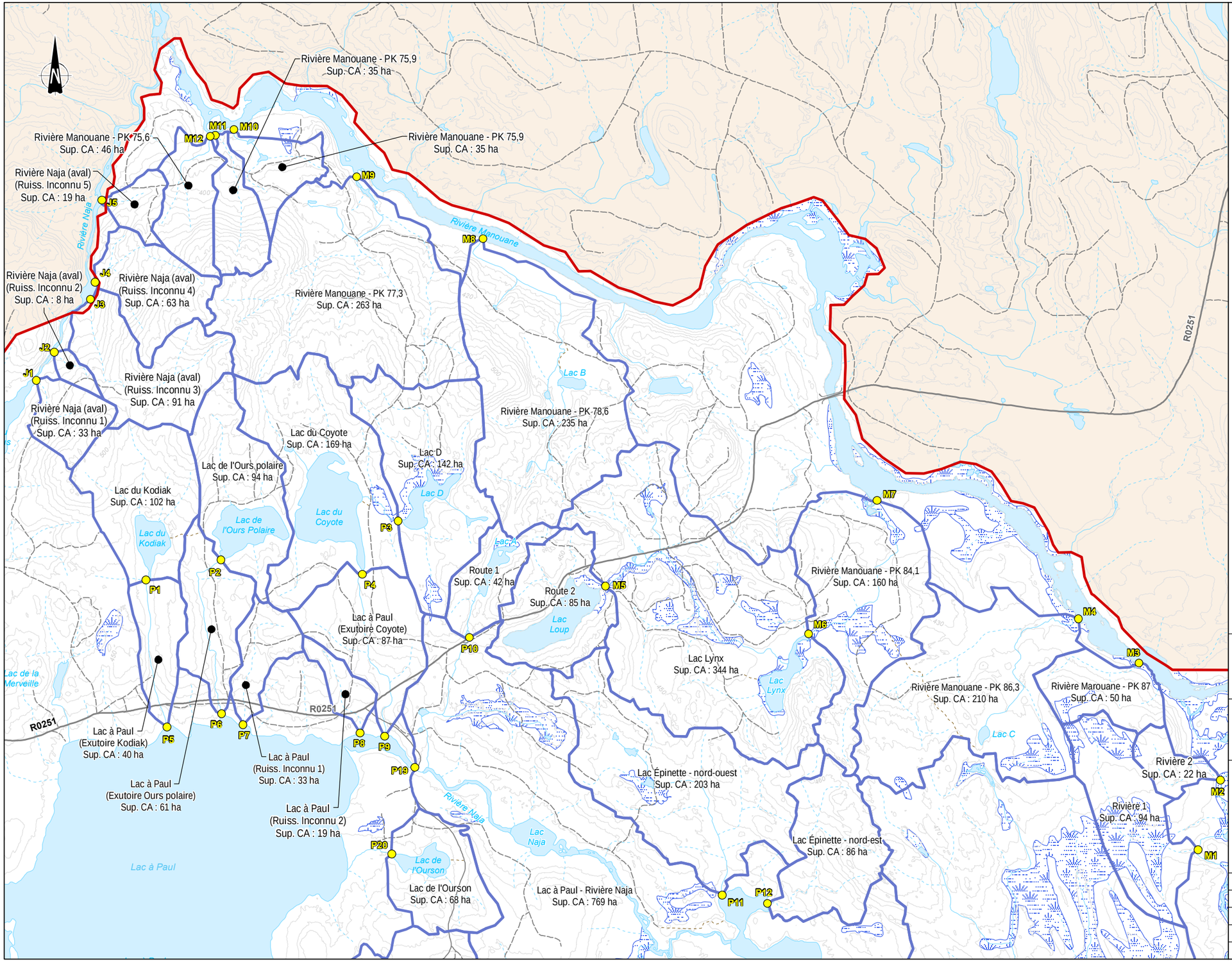
Les mesures de précipitations ont servi à évaluer les apports d'eau anticipés. Trois années typiques de précipitations ont été considérées : une année sèche, une normale et une année pluvieuse. Une analyse statistique des précipitations totales annuelles a permis de cibler ces trois années typiques. Le tableau 3 présente les années de précipitations retenues. L'annexe A présente quant à elle le classement des années de précipitations considérées.

Tableau 3 : Années typiques de précipitations

Type	Années	Précipitations totales annuelles (mm)
Sèche	2002	680
Normale [1]	N/A	835
Pluvieuse	2005	953

1 Selon les normales climatiques compilées par Environnement Canada pour la station Péribonca (1961-1990).

Les pertes d'eau sont constituées majoritairement de l'évaporation et de l'évapotranspiration; le premier phénomène étant attribué aux surfaces d'eau, alors que le second vise les surfaces recouvertes de végétation. L'Atlas hydrologique du Canada recommande des valeurs annuelles de 390 mm et de 315 mm pour chaque phénomène respectif (Annexe B).



Informations relatives aux bassins versants

Lac à Paul (Exutoire Kodiak) — Identification du bassin versant (exutoire)

Lac amont pour identification

Sup. CA : 40 ha — Superficie en conditions actuelles (hectares)

P11 — Point de calcul

Limites

Bassin versant en conditions actuelles

Zone à l'étude

Voies de communication

Chemin forestier principal

Chemin forestier secondaire

Chemin forestier tertiaire

Pont

Hydrographie

Cours d'eau permanent

Cours d'eau intermittent

Étendue d'eau

Milieu humide

Topographie

Courbe de niveau, équidistance : 10 m

ARIANNE Phosphate

Projet minier de Ressources d'Arianne au Lac à Paul

Caractérisation hydrologique du secteur à l'étude, en conditions actuelles et futures

Figure 3.1

Bassins versants en conditions actuelles – Secteur nord-ouest

0 320 640 960 m

MTM, fuseau 7, NAD83

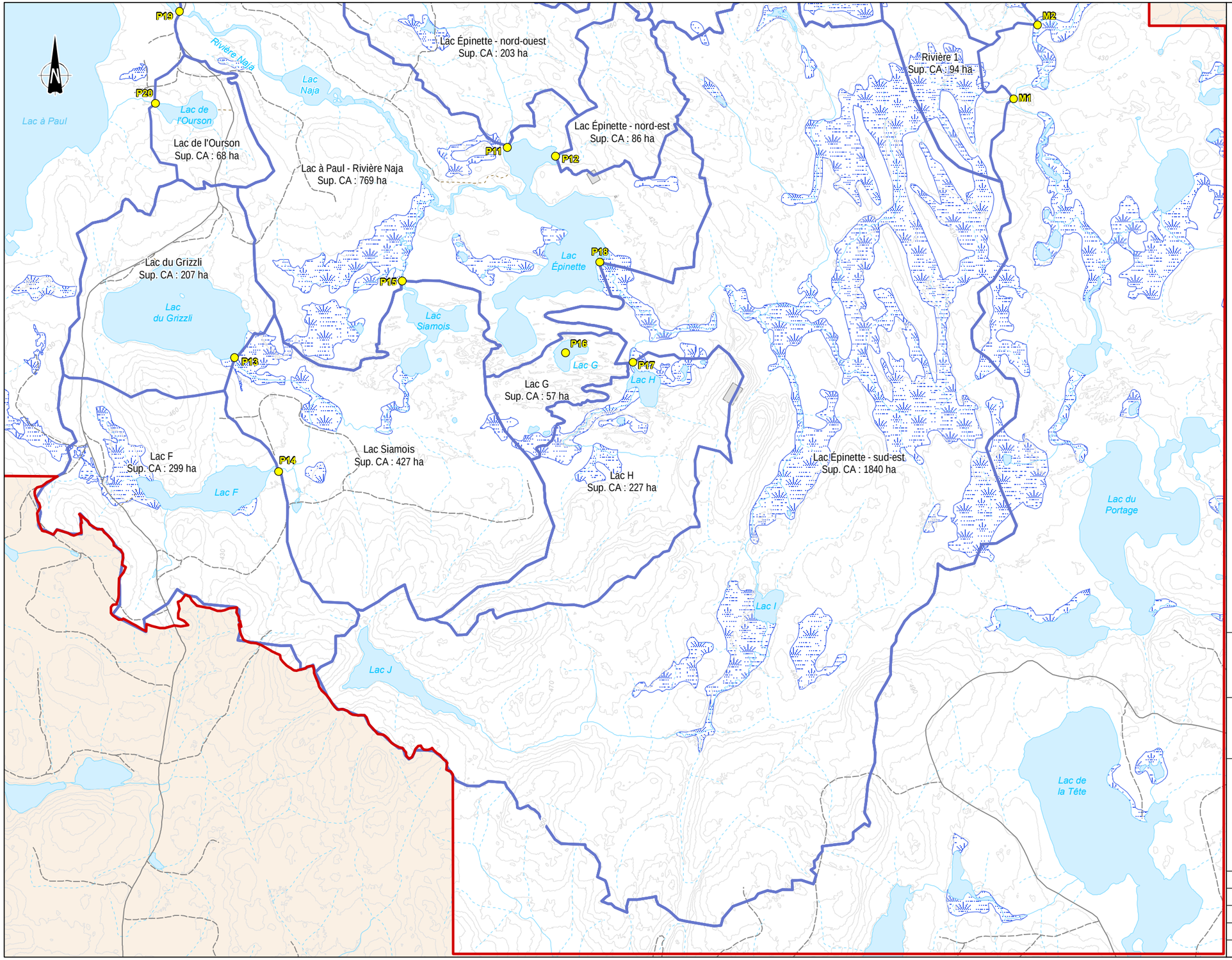
Sources :

- *BDTQ, 1 : 20 000, MRN, 2007.*
- *BDGA, 1 : 000 000, MRN, 2010 et 2011*
- *Relevé LiDAR, Rousseau Babin, 2012.*
- *Données de projet DESSAU, 2012.*

		Date
Préparé par	*J.-M. Tremblay*	*23-05-2013*
Vérifié par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Approuvé par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Fichier GENIVAR	121_24005_CH_f3_1_CA_bvno_130523.mxd	

GENIVAR

121-24005-00



Informations relatives aux bassins versants

Lac Siamois — Identification du bassin versant (exutoire)
Sup. CA : 427 ha — Superficie en conditions actuelles (hectares)

P11 — Point de calcul

Limites

- Bassin versant en conditions actuelles
- Zone à l'étude

Voies de communication

- Chemin forestier secondaire
- Chemin forestier tertiaire

Hydrographie

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Étendue d'eau
- Milieu humide

Topographie

- Courbe de niveau, équidistance : 10 m

ARIANNE Phosphate

Projet minier de Ressources d'Arianne au Lac à Paul

Caractérisation hydrologique du secteur à l'étude, en conditions actuelles et futures

Figure 3.2

Bassins versants en conditions actuelles – Secteur sud-est

0 300 600 900 m

MTM, fuseau 7, NAD83

Sources :

- *BDTQ, 1 : 20 000, MRN, 2007.*
- *BDGA, 1 : 000 000, MRN, 2010 et 2011*
- *Relevé LiDAR, Rousseau Babin, 2012.*
- *Données de projet DESSAU, 2012.*

		Date
Préparé par	*J.-M. Tremblay*	*23-05-2013*
Vérifié par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Approuvé par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Fichier GENIVAR	121_24005_CH_f3_2_CA_bvse_130523.mxd	

GENIVAR

121-24005-00

Débits de crue

Plusieurs méthodes théoriques ont été développées pour estimer les débits de crue d'un cours d'eau. Les méthodes suivantes ont été considérées aux fins de la présente étude :

- Méthode rationnelle.
- Transfère de bassin versant.

Méthode rationnelle

La méthode rationnelle, décrite dans le *Manuel de conception des ponceaux* (MTQ 2004), permet d'évaluer les débits de crue en fonction de la superficie d'un bassin versant, de son coefficient de ruissellement et de l'intensité de pluie considérée. Son utilisation est normalement réservée pour les bassins versants ayant une superficie inférieure ou égale à 25 km². La majorité des sous-bassins versants situés dans la zone d'étude respectent ce critère et possèdent même des superficies inférieures à 10 km².

Afin de tenir compte des changements climatiques, les débits de crue ont été majorés de 10 %, comme recommandé par le MTQ (MTQ 2004).

Les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) ont été extraites du logiciel AquaIDF (Aquapraxis 2008) à partir des données d'Environnement Canada (2007) pour la station météorologique située la plus proche du secteur à l'étude et possédant ce type d'information. La station retenue est celle de Normandin. Ces caractéristiques sont présentées au tableau 4.

Tableau 4 : Caractéristiques de la station météorologique Normandin

Numéro	Nom	Années d'enregistrements	Distance du site à l'étude	Localisation (degrés)	
				Latitude	Longitude
7065640	Normandin	1962-1990	190 km	48,85 N	72,53 O

Prendre note que les courbes IDF pour la station météorologique de Péribonka n'ont pas été retrouvées dans la base de données d'Environnement Canada, tout comme celles de la station Chute-des-Passes, qui a été considérée dans l'analyse présentée dans l'inventaire du milieu préparé par Dessau-Nutshimit (2012).

La méthode rationnelle n'a pas été retenue pour l'analyse du débit de crue au point P19 (lac à Paul – rivière Naja), puisque la superficie drainée au droit de ce point excède les critères d'utilisation de la méthode, tant en conditions actuelles que futures. La méthode de transfert de bassin versant (voir détails ci-après) a été préférée pour ce site.

Transfert de bassin versant

La méthode de transfert de bassin versant consiste à appliquer au site étudié les débits unitaires (l/s/km²) observés à une station hydrométrique de référence, après

les avoir ajustés selon un exposant régional. L'équation suivante décrit cette relation :

$Q_{T1}=(FP)\ (A_1/A_2)^a\ Q_{T2}$

Où :

Q_{T1} = débit moyen journalier de récurrence *T* au site étudié;

Q_{T2} = débit moyen journalier de récurrence *T* au site jaugé;

A_1 = superficie du bassin versant au site étudié;

A_2 = superficie du bassin versant au site jaugé;

FP = facteur de pointe

a = exposant régional (généralement en 0,6 et 1,0)

La station hydrométrique de la rivière Manouane est retenue pour cette analyse. Les caractéristiques de cette station sont présentées au tableau 1.

Les débits de crue sur cette rivière ont d'abord été évalués à l'aide d'une analyse fréquentielle des débits moyens journaliers maximums annuels observés entre 1979 et 2003. Le logiciel HYFRAN, développé par l'Institut national de recherche scientifique (INRS 2002), a été utilisé pour choisir la loi de distribution statistique qui s'ajustait le mieux à l'échantillon de données. La loi de distribution lognormale a été retenue. Les débits de crue sur la rivière ont été évalués selon cette loi, pour différentes récurrences d'événements.

Ces débits ont ensuite été multipliés par un facteur de pointe (FP), qui permet de majorer les débits moyens journaliers afin d'évaluer les débits maximums anticipés en période de crue. Plusieurs facteurs de pointe ont été calculés par le Centre d'Expertise Hydrique du Québec (CEHQ 2007), pour différentes stations hydrométriques situées dans la Province, notamment celle de la rivière Manouane. Le facteur de pointe pour cette station est évalué à 1,03.

Finalement, les débits de pointe ont été divisés par la superficie du bassin versant au droit de la station hydrométrique afin de les transformer en débits unitaires. Le tableau 5 présente les résultats obtenus. Pour cette analyse, un exposant régional (a) de 1,0 a été considéré.

Tableau 5 : Débits de crue et débits unitaires à la station de la rivière Manouane

Récurrence (ans)	**Débit de crue (m^3/s)**	**Débit unitaire ($l/s/km^2$)**
2	540	146
10	777	211
25	888	241
50	968	263
100	1 051	285

La méthode de transfert de bassin versant est normalement réservée pour des bassins dont le rapport entre les superficies se situe entre 0,5 et 2,0. Les débits unitaires de la rivière Manouane sont néanmoins transposés aux sous-bassins locaux suivant l'hypothèse que les caractéristiques des bassins versants sont similaires.

Débits d'étiage

L'approche proposée dans l'inventaire du milieu publié par Dessau-Nutshimit (2012) pour évaluer les débits d'étiage des cours d'eau a été conservée. Trois débits d'étiage ont été considérés :

- $Q_{2,7}$: débit d'étiage de récurrence deux ans sur 7 jours consécutifs;
- $Q_{10,7}$: débit d'étiage de récurrence dix ans sur 7 jours consécutifs;
- $Q_{5,30}$: débit d'étiage de récurrence cinq ans sur 30 jours consécutifs.

Les débits ont été évalués pour les périodes annuelle et estivale.

L'approche proposée préconise un croisement entre deux méthodes d'évaluation :

- La transposition de débits d'étiage spécifiques établis par le CEHQ pour certains cours d'eau situés dans la même région hydrographique que la zone d'étude;
- L'application de formules développées par le CEHQ permettant d'évaluer le débit d'étiage d'un cours d'eau en fonction de la superficie de son bassin versant.

Dans le cadre de la première méthode d'évaluation, les débits d'étiage spécifiques fournis par le CEHQ sont issus de données hydrométriques enregistrées sur de grands cours d'eau (voir annexe C). Or, les débits d'étiage spécifiques ont tendance à être plus importants pour les grands bassins versants que pour les petits. Une analyse des données fournies par le CEHQ a donc été réalisée par le consortium Dessau-Nutshimit afin d'établir des relations entre les débits d'étiage spécifiques et la taille des bassins versants (Dessau-Nutshimit 2012). Le tableau 6 présente les relations obtenues.

Tableau 6 : Relations permettant d'évaluer le débit d'étiage spécifique des cours d'eau (Dessau-Nutshimit 2012)

Période	Débit d'étiage spécifique [1] (l/s/km²)		
	$Q_{2,7}$	$Q_{10,7}$	$Q_{5,30}$
Annuelle	$1{,}29 \times 10^{-4}\, S + 2{,}99$	$1{,}27 \times 10^{-4}\, S + 2{,}60$	$1{,}35 \times 10^{-4}\, S + 2{,}11$
Estivale	$6{,}12 \times 10^{-4}\, S + 4{,}73$	$4{,}93 \times 10^{-4}\, S + 2{,}47$	$6{,}58 \times 10^{-4}\, S + 4{,}03$

1 S = Superficie du bassin versant.

Le tableau 7 présente quant à lui les formules proposées par le CEHQ pour évaluer les débits d'étiage des cours d'eau en fonction de la superficie de leur bassin versant. Notons que ces équations ont été développées pour des cours d'eau situés dans les régions hydrographiques 07, 08 et 09 du Québec. Or, le secteur à l'étude

se situe dans la région 06. Il se trouve néanmoins très proche de la région 07 et il est supposé que les formules proposées par le CEHQ peuvent y être appliquées.

Tableau 7 : Relations permettant d'évaluer le débit d'étiage des cours d'eau (CEHQ 2012)

Période	Débit d'étiage [1] (l/s)		
	$Q_{2,7}$	$Q_{10,7}$	$Q_{5,30}$
Annuelle	$4{,}42 \times 10^{-5}\, S^2 + 1{,}52\, S$	$4{,}36 \times 10^{-5}\, S^2 + 0{,}81\, S$	$4{,}15 \times 10^{-5}\, S^2 + 1{,}11\, S$
Estivale	$1{,}01 \times 10^{-4}\, S^2 + 3{,}89\, S$	$7{,}49 \times 10^{-5}\, S^2 + 2{,}51\, S$	$6{,}73 \times 10^{-5}\, S^2 + 4{,}41\, S$

1 *S* = Superficie du bassin versant.

Les deux méthodologies produisent souvent des résultats différents pour un même bassin versant et témoignent de l'incertitude liée au calcul des débits d'étiage. Dans de tels cas, les deux résultats sont présentés afin de fournir une plage de débits d'étiage potentiels.

L'estimation des débits d'étiage sans aucune donnée d'observation locale est une analyse dont l'incertitude est très élevée. Les résultats obtenus sont des ordres de grandeur et devraient être considérés avec prudence et discernement. Les événements d'étiage dans les cours d'eau dépendent fortement des caractéristiques du bassin versant et des conditions hydrogéologiques locales. Le CEHQ pose même comme hypothèse que les cours d'eau dont le bassin versant possède une superficie inférieure à 5 km² sont habituellement intermittents et que les débits d'étiage sont alors nuls (CEHQ 2012).

Cependant, dans le cas de la présente étude, plusieurs cours d'eau possèdent des lacs en tête de bassin versant. Il est donc possible que des débits faibles persistent dans les cours d'eau, malgré les faibles tailles des sous-bassins versants. Le rejet d'effluent minier en conditions futures peut aussi influencer les débits d'étiage dans les cours d'eau récepteurs. L'hypothèse du CEHQ n'a donc pas été retenue pour ces secteurs.

ANNEXE A
CLASSEMENT DES ANNÉES DE PRÉCIPITATIONS POUR LA STATION PÉRIBONKA

Probabilité de dépassement

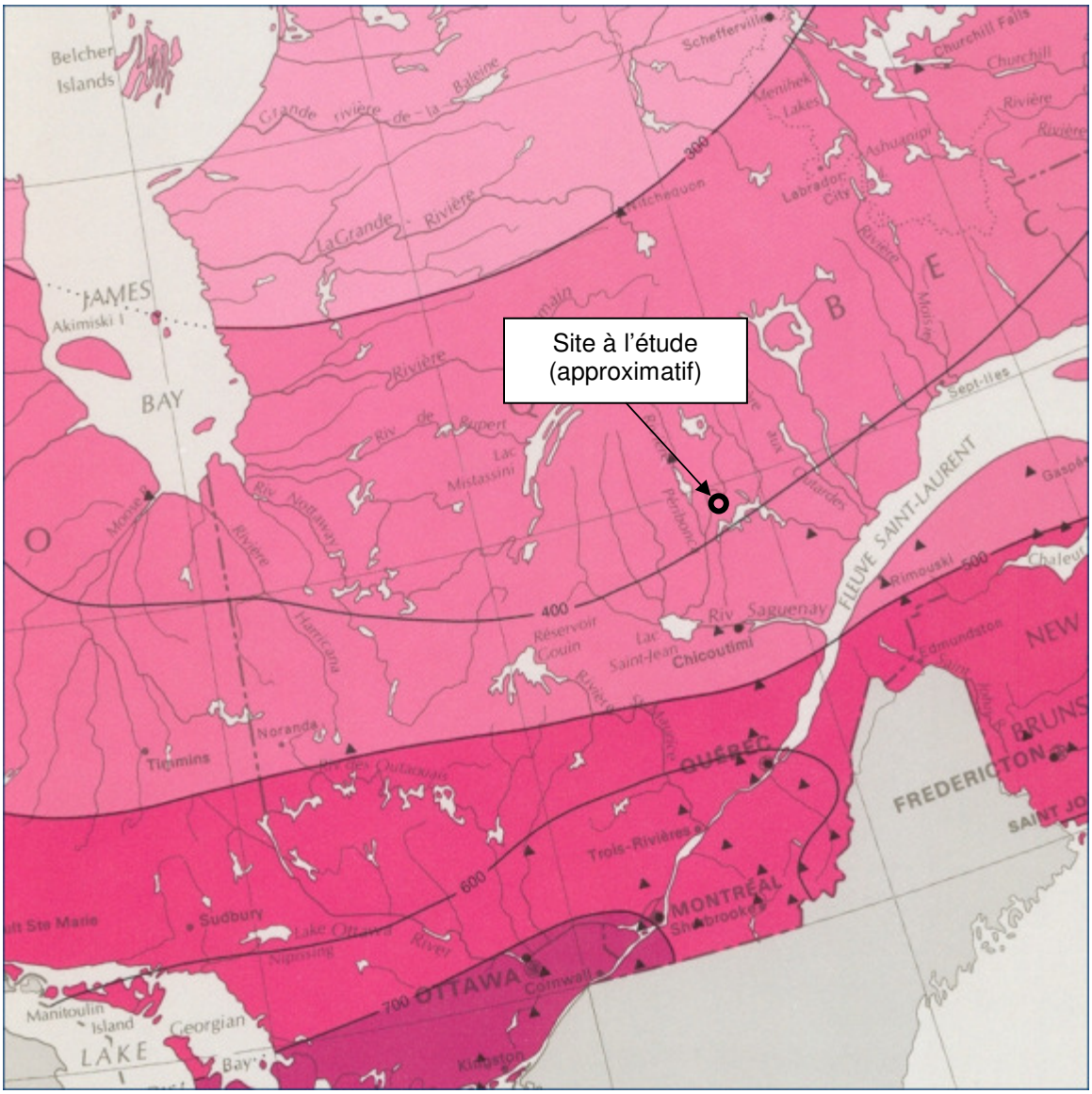
Péribonca (7065960) - précipitations totales

Nombre d'intervalles de récurrence: **36** (taille de l'échantillon, N)

Année	Ptot_annuelle	1/(N+1)	p	1-p	% n-d	1/p Pér. Retour	
2003	522,0	0,027	0,027	0,973	2,7	37,00	
1987	651,1	0,027	0,054	0,946	5,4	18,50	
1959	657,8	0,027	0,081	0,919	8,1	12,33	
2002	680,1	0,027	0,108	0,892	10,8	9,25	Année sèche
1972	710,2	0,027	0,135	0,865	13,5	7,40	
1956	714,7	0,027	0,162	0,838	16,2	6,17	
1968	721,5	0,027	0,189	0,811	18,9	5,29	
1969	728,1	0,027	0,216	0,784	21,6	4,63	
2010	737,3	0,027	0,243	0,757	24,3	4,11	
1991	750,2	0,027	0,270	0,730	27,0	3,70	
2008	772,7	0,027	0,297	0,703	29,7	3,36	
1957	774,4	0,027	0,324	0,676	32,4	3,08	
1992	780,7	0,027	0,351	0,649	35,1	2,85	
2000	781,2	0,027	0,378	0,622	37,8	2,64	
1963	785,4	0,027	0,405	0,595	40,5	2,47	
1965	796,4	0,027	0,432	0,568	43,2	2,31	
1996	810,7	0,027	0,459	0,541	45,9	2,18	
1955	819,1	0,027	0,486	0,514	48,6	2,06	
1958	828,7	0,027	0,514	0,486	51,4	1,95	Année moyenne
1971	836,4	0,027	0,541	0,459	54,1	1,85	
1994	845,0	0,027	0,568	0,432	56,8	1,76	
1967	855,1	0,027	0,595	0,405	59,5	1,68	
2012	858,3	0,027	0,622	0,378	62,2	1,61	
1993	862,8	0,027	0,649	0,351	64,9	1,54	
1970	871,9	0,027	0,676	0,324	67,6	1,48	
1990	874,3	0,027	0,703	0,297	70,3	1,42	
2011	884,1	0,027	0,730	0,270	73,0	1,37	
2007	885,6	0,027	0,757	0,243	75,7	1,32	
1974	889,6	0,027	0,784	0,216	78,4	1,28	
1966	889,8	0,027	0,811	0,189	81,1	1,23	
1999	902,1	0,027	0,838	0,162	83,8	1,19	
2001	908,5	0,027	0,865	0,135	86,5	1,16	
2005	953,0	0,027	0,892	0,108	89,2	1,12	Année pluvieuse
1973	968,3	0,027	0,919	0,081	91,9	1,09	
1954	1006,4	0,027	0,946	0,054	94,6	1,06	
2006	1177,1	0,027	0,973	0,027	97,3	1,03	

Env. Can. normales climatiques (1961-1990) : 834.6 mm

ANNEXE B
ÉVAPORATION ET ÉVAPOTRANSPIRATION SELON L'ATLAS HYDROLOGIQUE DU CANADA



Carte A3.1 Valeurs moyennes de pertes d'eau par évaporation (source : Atlas hydrologique du Canada).

Carte A3.2 Valeurs moyennes de pertes d'eau par évapotranspiration (isolignes vertes, source : Atlas hydrologique du Canada).

ANNEXE C
DÉBITS D'ÉTIAGE AUX STATIONS HYDROMÉTRIQUES DU QUÉBEC RÉGION 06

Débits spécifiques d'étiage annuels
Régions hydrographiques 05, 06 et 12

N

061906	4,96	4,45	4,82	4259
061905	4,74	3,95	4,41	11200
062102	3,74	3,06	3,38	9534
062114	4,22	3,20	3,67	8643
061801	3,47	2,52	3,06	1010
061901	4,74	3,97	4,31	15342
061909	2,78	2,00	2,44	586
061307	3,37	2,36	3,25	307
062701	4,79	3,49	4,26	768
061502	4,32	2,90	3,68	2217
061020	4,86	3,54	4,17	1107
061022	5,12	3,37	4,22	485
060601	3,81	2,90	3,76	560
060101	2,84	1,90	2,47	701
062803	4,08	2,89	3,70	1102
070401	3,73	2,67	3,33	2984
070204	3,96	2,97	3,76	768
022003	2,12	1,34	2,16	1583
021915	1,64	0,88	1,33	488
022301	1,23	0,62	1,15	923
060102	3,62	2,16	3,37	430
051502	4,54	3,48	4,16	1707
051301	4,32	3,69	4,23	849
022507	1,47	0,88	1,56	512
022704	1,04	0,41	0,90	784
120201	0,97	0,27	0,81	25,7
051001	4,26	2,88	3,48	1144
023106	2,52	1,72	2,74	821
023004				
023303				
023002	1,09	0,39	0,93	61,1
023401				
023402				
023432				
023701				
050701	5,64	3,63	5,83	352
050408	6,27	5,00	5,69	1539
050409	5,78	4,98	5,47	643
050813	7,54	4,30	6,98	2,1
050812	4,97	4,22	5,54	97,8
052805	2,55	1,36	2,15	767
050304	4,82	3,88	4,67	4488
050119	4,06	2,09	3,44	1387
052606	0,57	0,38	0,57	205
052601	3,33	2,55	3,17	1026
040212	1,93	1,11	2,06	40,0
040201	5,59	4,04	4,89	2568
040814	3,36	2,41	3,03	1271
040129	3,95	2,79	3,93	106
040406	3,16	1,80	2,41	1327
052212	2,63	1,65	2,76	1262
052219	2,20	1,67	2,33	1299
052233	1,37	0,71	1,21	642
030316	0,49	0,27	0,39	323
030262	0,83	0,33	0,73	263
030103	1,64	0,92	1,69	1550
024014	2,28	1,23	2,21	2161
024003	2,12	1,14	2,23	917
024013	2,52	1,62	2,58	229
023426	1,41	0,70	1,78	4105
023422	0,80	0,37	0,97	696
023429	1,36	0,81	1,52	3076
050144	3,60	2,52	3,21	2649
050135	4,30	3,18	3,87	1551
051006	4,34	2,42	3,15	54,5
051004	4,90	3,50	4,50	1,0
051002	8,39	7,21	8,11	3,8
051003	6,45	5,19	6,10	9,1

1 : 200 000
0 1 2 Km

Légende

- XXXXXX Numéro station hydrométrique
- X,XX Débit spécifique d'étiage $Q_{2,7}$ (2 ans, 7 jours consécutifs)
- X,XX Débit spécifique d'étiage $Q_{10,7}$ (10 ans, 7 jours consécutifs)
- X,XX Débit spécifique d'étiage $Q_{5,30}$ (5 ans, 30 jours consécutifs)
- XXX Superficie du bassin versant à la station (km²)
- Station hydrométrique
- Municipalité
- Limite des régions hydrographiques
- Limite territoriale

Les débits sont en l/s/km².

Projection : NAD83 Québec Lambert
Fond cartographique : BDGA 1 : 1 000 000
BDAT 1 : 100 000

1 : 1 635 000
0 15 30 60 Km

Cartographie : Marie-Lise Paquin, tech.
Eric Levasseur, tech.
Approuvé par : Joëlle Bérubé, ing
Juillet 2011

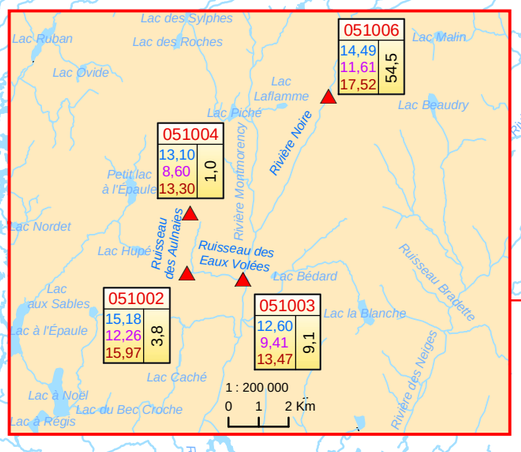
Centre d'expertise hydrique Québec

Lebel-sur-Quévillon
Senneterre
La Tuque
Mont-Laurier
Maniwaki
Gracefield
Mont-Tremblant
Rivière-Rouge
Saint-Sauveur
Berthierville
L'Assomption
Shawinigan
Trois-Rivières
Louiseville
Nicolet
Victoriaville
Bécancour
Plessisville
Thetford Mines
Disraëli
Saint-Georges
Sainte-Marie
Beauce
Montmagny
Saint-Pamphile
Québec
Lévis
Portneuf
Dolbeau-Mistassini
Normandin
Saint-Félicien
Roberval
Alma
Desbiens
Saguenay
Forestville
Baie-Comeau
Mont-Joli
Rimouski
Trois-Pistoles
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Saint-Pascal
Baie-Saint-Paul
La Pocatière
Beaupré
Lac Saint-Jean
Réservoir Gouin
Réservoir Taureau
Réservoir Kiamika
Réservoir Manic 2
Réservoir Manic 3
Réservoir Outardes 4
Réservoir Pipmuacan
Fleuve Saint-Laurent
Île du Bic
Rivière Matawin
Rivière Rouge
Rivière Gatineau
Rivière Désert
Rivière Picanoc
Rivière Mitchinamecus
Rivière Noire
Rivière Mastigouche
Rivière L'Assomption
Rivière Ouareau
Rivière Croche
Rivière Trenche
Rivière Windigo
Rivière Ashuapmushuan
Rivière Mistassini
Rivière aux Saumons
Rivière Métabetchouane
Rivière aux Écorces
Rivière à Mars
Rivière Hal Hal
Rivière Vermillon
Rivière David
Rivière Bécancour
Rivière Nicolet
Rivière St-Germain
Rivière Pikauba
Rivière Malbaie
Rivière Jacques-Cartier
Rivière Montmorency
Rivière Chaudière
Rivière Famine
Rivière Etchemin
Rivière Boyer
Rivière Beaurivage
Rivière du Chêne
Petite rivière du Chêne
Rivière Portneuf
Rivière Sainte-Anne
Rivière Bras du Nord
Rivière Batiscan
Rivière aux Pommes
Rivière du Loup
Rivière Dauphine
Rivière du Sud
Rivière Quelle
Rivière Betsiamites
Rivière Portneuf
Rivière Sainte-Marguerite
Rivière Sainte-Marguerite Nord-Est
Rivière des Escoumins
Rivière Nergette
Rivière Rimouski
Rivière des Trois-Pistoles
Rivière du Loup
Rivière Matawin
Rivière Saguenay
Rivière Petit Saguenay
Rivière Métabetchouane
Rivière Ouiatchouan
Rivière aux Canards
Rivière Manouane
Rivière Bouchette
Rivière Alex
Rivière Péribonka
Petite rivière Péribonka
Rivière Betsiamites
Lac Onatchiway
Lac La Mothe
Lac Kénogami
Lac Métabetchouane
Lac Tourouvre
Lac Manouane
Lac Châteauvert
Lac Némiscachingue
Lac Kempt
Lac Obascou
Lac Jacques-Cartier
Lac Kakuskanus
Lac du Dégelis
Lac au Brochet
Lac Dubuc
Lac Poutrincourt
Lac Bouteroue
Lac Rohault
Lac Dodo
Lac Caopatina
Lac Surprise
Lac Hébert
Lac Taillon
Lac Nicobi
Lac Pustiamica
Lac Waswanipi
Lac Wachigabau
Lac Lessard
Lac Lichen
Lac Wetetnagami
Lac Barry
Lac Lacroix
Lac Saint-Cyr
Lac Arlette
Lac Parent
Lac Meyriscan
Lac Ouiscatis
Lac Faillon
Lac Capichichanane
Lac Cambrai
Lac des Sylphes
Lac des Roches
Lac Ruban
Lac Ovide
Lac Piché
Lac Laflamme
Lac Beaudry
Lac Malin
Petit lac à l'Épaule
Lac Nordet
Lac Huppé
Lac aux Sables
Lac à l'Épaule
Lac Caché
Lac à Noël
Lac à Régis
Lac du Bec Croche
Lac Bédard
Lac la Blanche
Ruisseau des Aulnaies
Ruisseau des Eaux Volées
Ruisseau Bradette
Rivière des Neiges
Ruisseau St-Louis
Lac des Trente et Un Milles
Lac Saint-Denis
Lac Gagnon
Lac du Poisson Blanc
Lac Simon
Réservoir L'Espalier
Rivière de la Petite Nation
Rivière Ouareau
Rivière de L'Achigan
Rivière Saint-Maurice
Rivière Bras Henri
Rivière Famine
Rivière Métabetchouane
Rivière Aux Outardes
Rivière Manicouagan
Rivière Portneuf
Rivière Sainte-Anne
Rivière Bras du Nord
Rivière Batiscan
Rivière aux Pommes
Rivière du Loup
Rivière Dauphine
Rivière du Sud
Rivière Quelle
Rivière Betsiamites
Rivière Portneuf
Rivière Sainte-Marguerite
Rivière Sainte-Marguerite Nord-Est
Rivière des Escoumins
Rivière Nergette
Rivière Rimouski
Rivière des Trois-Pistoles
Rivière du Loup
Rivière Matawin
Rivière Saguenay
Rivière Petit Saguenay
Rivière Métabetchouane
Rivière Ouiatchouan
Rivière aux Canards
Rivière Manicouagan
Rivière Bouchette
Rivière Alex
Rivière Péribonka
Petite rivière Péribonka
Rivière Betsiamites

Débits spécifiques d'étiage estivaux
Régions hydrographiques 05, 06 et 12

N

061906	10,00	6,92	9,23	4259
061905	11,17	7,50	10,20	11200
062102	9,17	6,44	9,49	9534
062114	12,04	8,14	12,16	8643
061801	6,31	3,69	5,73	1010
061901	10,07	6,79	9,20	15342
061909	3,89	1,84	2,97	586
062701	11,64	6,41	11,80	768
061307	0,70	2,44	3,89	307
061502	7,34	4,85	6,90	2217
061024	6,68	4,49	7,22	347
061022	11,61	8,09	11,92	485
060601	4,71	2,70	3,90	560
060101	4,04	2,28	3,63	701
062803	7,04	3,69	6,57	1102
070401	8,73	4,74	7,18	2984
070204	5,23	3,30	4,89	768
022003	2,28	1,34	2,15	1583
021915	1,92	0,84	1,39	488
022301	1,39	0,60	1,15	923
060102	4,32	2,26	4,03	430
051502	7,49	4,76	6,92	1707
051301	6,45	4,24	5,77	849
022507	1,94	0,88	1,68	512
022704	1,19	0,42	1,15	784
120201	1,06	0,19	0,79	25,7
050813	8,48	4,01	7,54	2,1
050144	4,08	2,49	3,44	2649
050135	5,62	3,61	5,06	1551
050408	10,30	7,58	11,23	1539
050812	5,10	4,12	5,70	97,8
050701	5,79	3,49	5,78	352
050304	6,72	4,39	6,18	4488
052805	2,92	1,34	2,17	767
050119	4,06	2,17	3,52	1387
052606	0,94	0,31	0,66	205
052228	1,57	0,64	1,28	187
052601	3,78	2,55	3,16	1026
052212	2,88	1,64	2,74	1262
052219	2,30	1,68	2,27	1299
052231	1,50	0,77	1,43	642
052233	1,44	0,70	1,19	642
030316	0,52	0,27	0,47	323
030103	1,75	0,95	1,75	1550
030262	0,99	0,39	0,85	263
024003	2,37	1,18	2,44	917
024014	2,55	1,26	2,42	2161
024010	1,44	1,02	1,69	229
024013	3,11	1,91	3,15	229
023106	2,68	1,76	3,09	821
023004				
023401				
023303				
023002	1,35	0,43	1,27	61,1
023402				
023432				
023422	0,90	0,39	1,13	696
023426	1,63	0,65	1,92	4105
023429	1,42	0,82	1,51	3076
040810	3,65	2,30	3,17	1739
040814	3,41	2,41	3,07	1271
040212	2,15	1,10	2,18	40,0
040201	6,74	4,30	5,92	2568
040129	4,54	2,91	4,54	106
040409	1,22	0,59	1,15	62,5
040406	3,48	1,76	2,47	1327



Légende

- XXXXXX Numéro station hydrométrique
- X,XX Débit spécifique d'étiage $Q_{2,7}$ (2 ans, 7 jours consécutifs)
- X,XX Débit spécifique d'étiage $Q_{10,7}$ (10 ans, 7 jours consécutifs)
- X,XX Débit spécifique d'étiage $Q_{5,30}$ (5 ans, 30 jours consécutifs)
- XXX Superficie du bassin versant à la station (km²)
- Station hydrométrique
- Municipalité
- Limite des régions hydrographiques
- Limite territoriale

Les débits sont en l/s/km².

Projection : NAD83 Québec Lambert
Fond cartographique : BDGA 1 : 1 000 000
BDAT 1 : 100 000

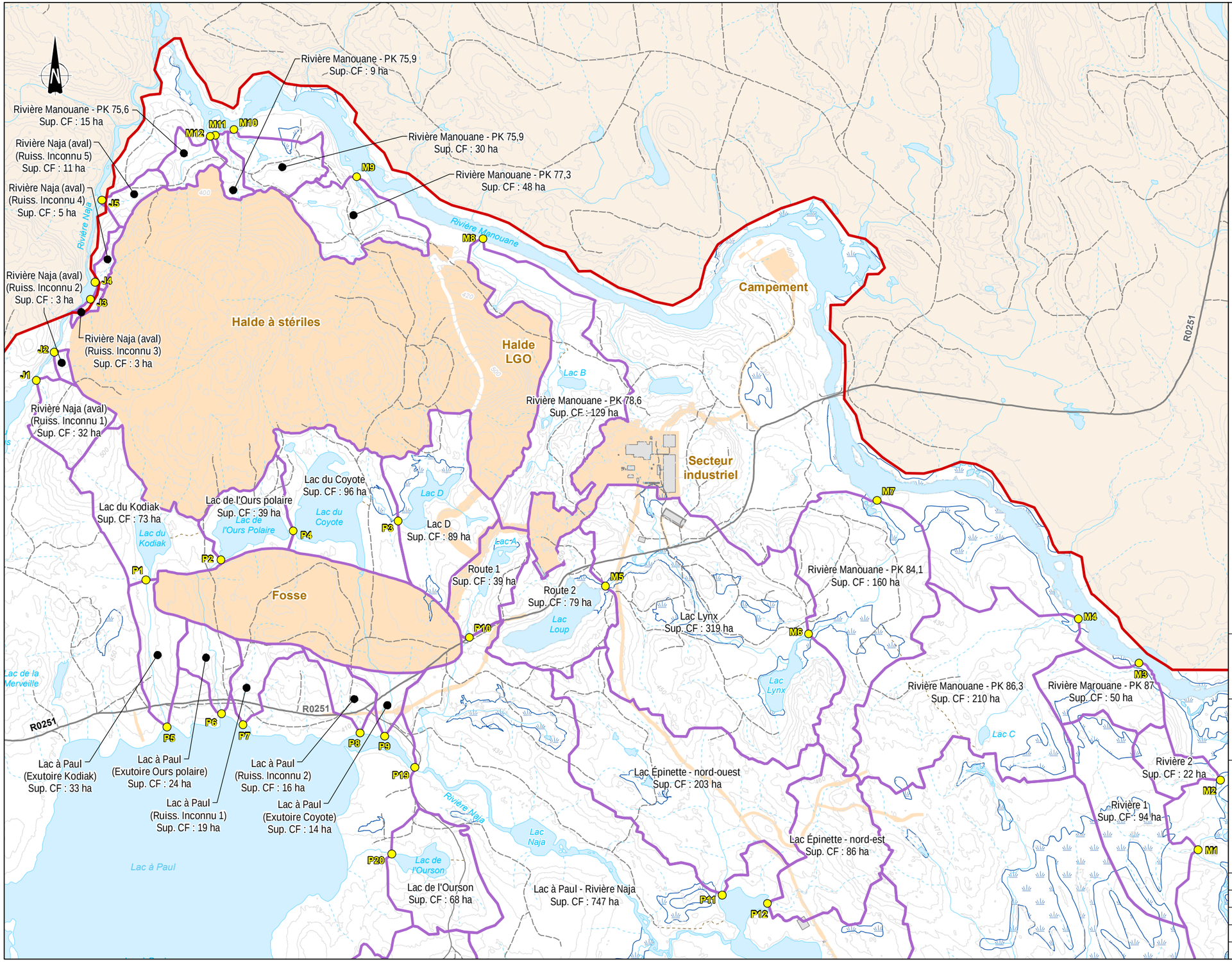
1 : 1 635 000
0 15 30 60 Km

Cartographie : Marie-Lise Paquin, tech.
Eric Levasseur, tech.
Approuvé par : Joëlle Bérubé, ing
Juillet 2011

Centre d'expertise hydrique Québec

Lebel-sur-Quévillon
Senneterre
La Tuque
Mont-Laurier
Maniwaki
Rivière-Rouge
Mont-Tremblant
Gracefield
Saint-Sauveur
Berthierville
L'Assomption
Shawinigan
Trois-Rivières
Louiseville
Nicolet
Bécancour
Victoriaville
Plessisville
Drummondville
Israeli
Portneuf
Québec
Lévis
Sainte-Marie
Saint-Georges
Beauce
Montmagny
Saint-Pamphile
Beaupré
Baie-Saint-Paul
La Pocatière
Saint-Pascal
Rivière-du-Loup
La Malbaie
Trois-Pistoles
Rimouski
Mont-Joli
Forestville
Baie-Comeau
Saguenay
Alma
Roberval
Desbiens
Dolbeau-Mistassini
Normandin
Saint-Félicien
Réservoir Gouin
Réservoir Taureau
Réservoir Kiamika
Lac Saint-Jean
Lac La Mothe
Lac Onatchiway
Lac Kénogami
Lac Métabetchouane
Lac Témiscouata
Lac Kakuskanus
Lac du Dégelis
Lac au Brochet
Réservoir Pipmuacan
Réservoir Manic 3
Réservoir Manic 2
Réservoir Outardes 4
Réservoir Outardes 3
Fleuve Saint-Laurent
Île du Bic
Rivière Rouge
Rivière Matawin
Rivière Mistassini
Rivière Ashuapmushuan
Rivière Péribonka
Petite rivière Péribonka
Rivière Alex
Rivière aux Saumons
Rivière Trenche
Rivière Windigo
Rivière Croche
Rivière Métabetchouane
Rivière aux Écorces
Rivière Cyriac
Rivière à Mars
Rivière Hal Hal
Rivière Vermillon
Rivière Pikauba
Rivière Malbaie
Rivière Portneuf
Rivière Sainte-Anne
Rivière Jacques-Cartier
Rivière Montmorency
Rivière Batiscan
Rivière Saint-Maurice
Rivière Sainte-Marguerite
Rivière Saguenay
Rivière Petit Saguenay
Rivière des Escoumins
Rivière Betsiamites
Rivière Portneuf
Rivière Bouchette
Rivière aux Outardes
Rivière Manicouagan
Rivière Nergette
Rivière Rimouski
Rivière du Loup
Rivière Ouelle
Rivière Boyer
Rivière du Sud
Rivière Dauphine
Rivière Beaurivage
Rivière Famine
Rivière Chaudière
Rivière Bécancour
Rivière Nicolet
Rivière David
Rivière St-Germain
Rivière des Trois-Pistoles
Rivière Mitchinamecus
Rivière Noire
Rivière Mortmorency
Rivière Désert
Rivière Gatineau
Rivière Picanoc
Rivière Blanche
Rivière Bell
Rivière Mégiscane
Rivière Ouiscalis
Rivière Turgeon
Rivière Masketsi
Rivière Ouareau
Rivière de la Petite Nation
Rivière de Achigan
Rivière des Prairies
Rivière des Mille Îles
Rivière des Outaouais
Rivière Richelieu
Rivière Yamaska
Rivière Saint-François
Rivière Nicolet-Sud-Ouest
Rivière Bécancour
Rivière Gentilly
Rivière Saint-Maurice
Rivière Matawin
Rivière Rouge
Rivière du Loup
Rivière L'Assomption
Rivière Noire
Rivière Ouareau
Rivière Croche
Rivière Vermillon
Rivière Pikauba
Rivière Malbaie
Rivière Jacques-Cartier
Rivière Montmorency
Rivière Batiscan
Rivière Sainte-Anne
Rivière Portneuf
Rivière Sainte-Marguerite
Rivière Saguenay
Rivière Petit Saguenay
Rivière des Escoumins
Rivière Betsiamites
Rivière Bouchette
Rivière aux Outardes
Rivière Manicouagan
Rivière Nergette
Rivière Rimouski
Rivière du Loup
Rivière Ouelle
Rivière Boyer
Rivière du Sud
Rivière Dauphine
Rivière Beaurivage
Rivière Famine
Rivière Chaudière
Rivière Bécancour
Rivière Nicolet
Rivière David
Rivière St-Germain
Rivière des Trois-Pistoles
Rivière Mitchinamecus
Rivière Noire
Rivière Mortmorency
Rivière Désert
Rivière Gatineau
Rivière Picanoc
Rivière Blanche
Rivière Bell
Rivière Mégiscane
Rivière Ouiscalis
Rivière Turgeon
Rivière Masketsi
Rivière Ouareau
Rivière de la Petite Nation
Rivière de Achigan
Rivière des Prairies
Rivière des Mille Îles
Rivière des Outaouais
Rivière Richelieu
Rivière Yamaska
Rivière Saint-François
Rivière Nicolet-Sud-Ouest
Rivière Gentilly
Ruisseau St-Louis
Ruisseau Suffolk
Ruisseau des Eaux Volées
Ruisseau des Aulnaies
Ruisseau Bradette
Lac Waswanipi
Lac Wachigabau
Lac Lessard
Lac Lichen
Lac Pustigamica
Lac Nicobi
Lac Dodo
Lac Caopatina
Lac Father
Lac Surprise
Lac Robault
Lac Bouteroue
Lac Poutrincourt
Lac Hébert
Lac Barry
Lac Lacroix
Lac Wetetnagami
Lac Parent
Lac Saint-Cyr
Lac Arlette
Lac Faillon
Lac Capichichaque
Lac Cambrai
Lac des Sylphes
Lac des Roches
Lac Ruban
Lac Ovide
Lac Laflamme
Lac Piché
Lac Malin
Lac Beaudry
Lac Nordet
Lac Huppé
Lac Bédard
Lac aux Sables
Lac à l'Épaule
Lac Caché
Lac à Noël
Lac à Régis
Lac du Bec Croche
Lac des Ecorces
Lac des Trente et Un Milles
Lac Saint-Denis
Lac Gagnon
Lac du Poisson Blanc
Lac Sainte-Marie
Réservoir l'Escalier
Lac Tourouvre
Lac Manouane
Lac Châteauvert
Lac Némiscachingue
Lac Kempt
Lac Obascou
Lac Jacques-Cartier
Lac Témiscouata
Île aux Lièvres
Île aux Coudres

ANNEXE D
BASSINS VERSANTS EN CONDITIONS FUTURES



Informations relatives aux bassins versants

Lac à Paul (Kodiak)	Identification du bassin versant (exutoire)
	Lac amont pour identification
Sup. CF : 88 ha	Superficie en conditions futures (hectares)

P11 — Point de calcul

Limites

- Bassin versant en conditions futures
- Zone à l'étude
- Empreinte de l'nfrastructure minière proposée

Voies de communication

- Chemin forestier principal
- Chemin forestier secondaire
- Chemin forestier tertiaire
- Pont

Hydrographie

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Étendue d'eau
- Milieu humide

Topographie

- Courbe de niveau, équidistance : 10 m

ARIANNE Phosphate

Projet minier de Ressources d'Arianne au Lac à Paul

Caractérisation hydrologique du secteur à l'étude, en conditions actuelles et futures

Figure 4.1

Bassins versants en conditions futures – Secteur nord-ouest

0 320 640 960 m

MTM, fuseau 7, NAD83

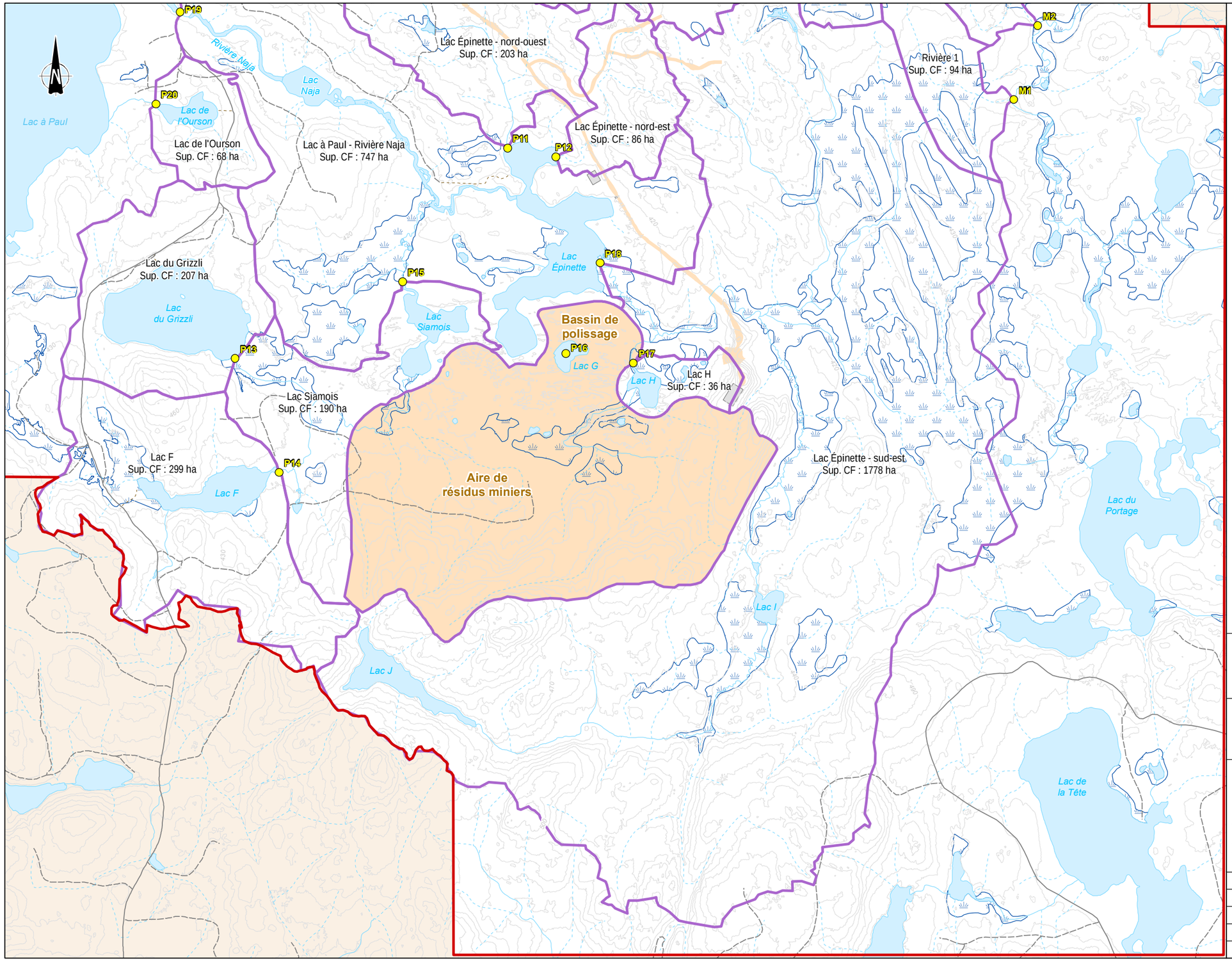
Sources :

- *BDTQ, 1 : 20 000, MRN, 2007.*
- *BDGA, 1 : 000 000, MRN, 2010 et 2011*
- *Relevé LiDAR, Rousseau Babin, 2012.*
- *Données de projet DESSAU, 2012.*

		Date
Préparé par	*J.-M. Tremblay*	*23-05-2013*
Vérifié par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Approuvé par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Fichier GENIVAR	121_24005_CH_f4_1_CF_bvno_130523.mxd	

GENIVAR

121-24005-00



Informations relatives aux bassins versants

Lac Siamois — Identification du bassin versant (exutoire)
Sup. CF : 190 ha — Superficie en conditions futures (hectares)

P11 — Point de calcul

Limites

- Bassin versant en conditions futures
- Zone à l'étude
- Empreinte de l'infrastructure minière proposée

Voies de communication

- Chemin forestier secondaire
- Chemin forestier tertiaire

Hydrographie

- Cours d'eau permanent
- Cours d'eau intermittent
- Étendue d'eau
- Milieu humide

Topographie

- Courbe de niveau, équidistance : 10 m

ARIANNE Phosphate

Projet minier de Ressources d'Arianne au Lac à Paul

Caractérisation hydrologique du secteur à l'étude, en conditions actuelles et futures

Figure 4.2

Bassins versants en conditions futures – Secteur sud-est

0 300 600 900 m

MTM, fuseau 7, NAD83

Sources :

- *BDTQ, 1 : 20 000, MRN, 2007.*
- *BDGA, 1 : 000 000, MRN, 2010 et 2011*
- *Relevé LiDAR, Rousseau Babin, 2012.*
- *Données de projet DESSAU, 2012.*

		Date
Préparé par	*J.-M. Tremblay*	*23-05-2013*
Vérifié par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Approuvé par	*J. McKibbon*	*23-05-2013*
Fichier GENIVAR	121_24005_CH_f4_2_CF_bvse_130523.mxd	

GENIVAR

121-24005-00

Annexe 18 :
Milieu biologique – Milieux humides et couples nicheurs

Annexe 18A : Détails des milieux humides impactés par le projet

Bloc	Numéro de milieu	Type de milieu	Superficie (ha)		Proportion (%)
			Totale	Impactée	
AA	1	Marécage arboré	0,36	0,36	100,0
AB	2	Marécage arbustif	0,45	0,45	100,0
AC	3	Marécage arbustif	0,90	0,90	100,0
AD	4	Tourbière minérotrophe uniforme	0,53	0,53	100,0
AE	5	Marécage arbustif	1,60	1,60	100,0
AF	6	Étang	0,11	0,11	100,0
	7	Marécage arbustif	0,18	0,18	100,0
	8	Marécage arbustif	1,12	1,12	100,0
AG	9	Marécage arbustif	0,49	0,49	100,0
AH	10	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,18	0,18	100,0
AI	11	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,16	0,16	100,0
AJ	12	Marécage arbustif	0,08	0,08	100,0
	13	Marécage arbustif	0,15	0,15	100,0
AK	14	Marécage arbustif	0,10	0,10	100,0
AM	15	Tourbière minérotrophe uniforme	0,14	0,14	100,0
AN	16	Tourbière minérotrophe uniforme	0,26	0,21	82,2
AO	17	Marécage arbustif	7,02	0,62	8,9
	112	Étang	0,80	0,26	32,5
	113	Marécage arbustif	7,02	1,03	14,6
	114	Tourbière minérotrophe uniforme	1,70	0,39	23,2
AP	18	Marécage arbustif	2,51	0,80	31,9
AQ	19	Marécage arbustif	0,20	0,00	2,4
AR	20	Marécage arbustif	0,32	0,16	50,0
AS	21	Marécage arbustif	0,62	0,61	99,3
AT	23	Marécage arbustif	1,45	1,14	78,2
	22	Marécage arbustif	0,24	0,04	15,6
AU	24	Marécage arbustif	0,64	0,08	11,9
	26	Marécage arbustif	0,69	0,10	14,6
	25	Marécage arbustif	1,55	0,12	8,0
AV	28	Tourbière minérotrophe uniforme	2,45	1,03	42,3
	27	Marécage arbustif	0,86	0,80	92,4
AW	29	Tourbière ombrotrophe uniforme	1,27	1,27	100,0
AX	30	Marécage arbustif	0,46	0,32	70,3
AY	31	Tourbière ombrotrophe riveraine	0,09	0,00	5,1
BA	32	Tourbière minérotrophe uniforme	0,64	0,03	5,1
BB	33	Marécage arbustif	0,45	0,45	100,0
BD	34	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,74	0,60	81,3
BE	35	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,52	0,50	96,4
BF	36	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,20	0,18	89,4
BG	37	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,27	0,22	82,1
BH	38	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,15	0,15	100,0
BI	39	Marécage arbustif	0,17	0,17	100,0
BJ	40	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,12	0,12	100,0
BK	41	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,19	0,19	100,0

Bloc	Numéro de milieu	Type de milieu	Superficie (ha)		Proportion (%)
			Totale	Impactée	
BL	42	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,27	0,27	100,0
BM	43	Tourbière ombrotrophe uniforme	1,18	1,14	97,1
BN	44	Marécage arbustif	0,41	0,08	18,3
BO	45	Tourbière ombrotrophe uniforme	1,60	0,07	4,1
BP	47	Marécage arbustif	0,24	0,05	19,4
	46	Marécage arbustif	0,18	0,05	26,1
BQ	48	Marécage arbustif	0,48	0,45	93,1
BR	49	Marécage arbustif	2,78	0,93	33,3
	50	Marécage arboré	0,76	0,49	64,6
BS	53	Marécage arbustif	2,06	0,68	33,1
	51	Marécage arbustif	1,26	0,22	17,6
	52	Marécage arboré	8,80	1,64	18,6
BT	54	Marécage arbustif	0,57	0,36	63,3
BU	55	Tourbière ombrotrophe uniforme	2,28	0,03	1,1
BV	56	Marécage arbustif	2,23	0,50	22,5
BW	57	Marécage arbustif	1,04	0,75	72,3
	58	Marécage arbustif	0,14	0,14	100,0
BX	59	Tourbière minérotrophe uniforme	0,43	0,36	81,8
	60	Marécage arbustif	11,37	0,32	2,8
BY	61	Marécage arbustif	0,76	0,18	23,7
BZ	62	Marécage arbustif	1,46	0,17	11,9
CA	63	Marécage arbustif	7,14	0,20	2,9
	64	Marécage arbustif	3,16	0,33	10,4
	67	Marécage arbustif	17,23	0,17	8,1
	65	Tourbière ombrotrophe boisée	11,78	3,32	19,3
	66	Tourbière ombrotrophe boisée	2,12	1,79	15,2
CB	68	Marécage arbustif	8,94	3,36	37,6
	69	Tourbière ombrotrophe boisée	2,04	0,16	7,8
	70	Tourbière ombrotrophe boisée	9,46	1,53	16,1
	71	Tourbière ombrotrophe boisée	1,05	1,05	100,0
	72	Tourbière ombrotrophe boisée	1,24	0,20	15,9
	73	Tourbière ombrotrophe boisée	1,09	0,14	13,2
CC	74	Tourbière minérotrophe uniforme	0,15	0,15	100,0
CD	75	Marécage arbustif	0,51	0,51	100,0
CE	76	Marécage arbustif	0,42	0,42	100,0
CF	77	Marécage arbustif	5,08	5,08	100,0
CG	78	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,10	0,10	100,0
	79	Étang	0,10	0,10	100,0
CH	81	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,22	0,00	1,8
	80	Tourbière ombrotrophe uniforme	0,11	0,11	100,0
CI	82	Tourbière ombrotrophe boisée	2,00	2,00	100,0
CJ	83	Marécage arbustif	3,52	3,52	100,0
CK	84	Tourbière minérotrophe uniforme	2,42	2,42	100,0
	85	Tourbière minérotrophe uniforme	4,24	4,24	100,0
	87	Marécage arbustif	2,05	2,05	100,0
	88	Marécage arbustif	2,08	2,08	100,0

Bloc	Numéro de milieu	Type de milieu	Superficie (ha)		Proportion (%)
			Totale	Impactée	
CK (suite)	86	Tourbière ombrotrophe boisée	0,76	0,76	100,0
	89	Tourbière ombrotrophe boisée	4,59	3,81	83,0
	90	Tourbière ombrotrophe boisée	0,53	0,53	100,0
	91	Tourbière ombrotrophe boisée	5,12	5,12	100,0
CL	96	Tourbière minérotrophe uniforme	0,65	0,65	100,0
	92	Tourbière minérotrophe uniforme	0,10	0,10	100,0
	93	Tourbière minérotrophe uniforme	0,10	0,10	100,0
	94	Tourbière minérotrophe uniforme	0,10	0,10	100,0
	97	Tourbière minérotrophe uniforme	0,23	0,23	100,0
	95	Tourbière minérotrophe uniforme	0,06	0,06	100,0
	99	Tourbière minérotrophe uniforme	0,11	0,11	100,0
	98	Tourbière minérotrophe uniforme	0,06	0,06	100,0
CM	100	Tourbière minérotrophe uniforme	0,07	0,07	100,0
CN	101	Tourbière minérotrophe uniforme	0,05	0,05	100,0
CO	102	Tourbière minérotrophe uniforme	0,79	0,79	100,0
CP	104	Tourbière minérotrophe uniforme	0,21	0,21	100,0
CQ	106	Tourbière minérotrophe uniforme	0,11	0,11	100,0
CR	107	Tourbière minérotrophe uniforme	0,40	0,40	100,0
CT	108	Marécage arbustif	18,73	0,12	0,6
	109	Tourbière minérotrophe uniforme	0,43	0,16	36,6
CS	111	Tourbière minérotrophe uniforme	0,33	0,33	100,0
CU	110	Tourbière minérotrophe uniforme	0,36	0,03	8,7
CV	105	Marécage arbustif	0,35	0,34	99,2
CW	103	Marécage arbustif	0,35	0,35	100,0

Annexe 18B : Estimation du nombre de couples nicheurs affectés par type d'habitat et par espèce d'oiseaux

Espèce	Densité (nb/ha)		Constance (%)	Nombre d'individus affectés
	Moy.	É.-T.		
Régénération résineux				
Grive à dos olive	0,94	0,99	83,3	627
Paruline à tête cendrée	0,75	0,46	83,3	501
Paruline obscure	0,57	0,36	83,3	376
Roitelet à couronne rubis	0,47	0,66	50,0	313
Paruline à croupion jaune	0,38	0,46	50,0	251
Bruant à gorge blanche	0,28	0,31	50,0	188
Grive solitaire	0,19	0,29	33,3	125
Paruline à joues grises	0,19	0,29	33,3	125
Roselin pourpré	0,19	0,29	33,3	125
Junco ardoisé	0,09	0,23	16,7	63
Merle d'Amérique	0,09	0,23	16,7	63
Troglodyte mignon	0,09	0,23	16,7	63
Sittelle à poitrine rousse	0,09	0,23	16,7	63
Paruline tigrée	0,09	0,23	16,7	63
Viréo aux yeux rouges	0,09	0,23	16,7	63
Paruline à poitrine baie	0,09	0,23	16,7	63
Paruline masquée	0,09	0,23	16,7	63
Total	**4,72**	**1,55**	**n/a**	**3 134**
Régénération mixte				
Bruant à gorge blanche	1,56	0,71	100,0	98
Roitelet à couronne rubis	0,71	0,71	75,0	45
Grive à dos olive	0,71	0,54	75,0	45
Paruline obscure	0,28	0,33	50,0	18
Roitelet à couronne dorée	0,28	0,33	50,0	18
Sittelle à poitrine rousse	0,28	0,33	50,0	18
Paruline à tête cendrée	0,14	0,28	25,0	9
Junco ardoisé	0,14	0,28	25,0	9
Paruline à croupion jaune	0,14	0,28	25,0	9
Paruline à joues grises	0,14	0,28	25,0	9
Troglodyte mignon	0,14	0,28	25,0	9
Paruline tigrée	0,14	0,28	25,0	9
Viréo aux yeux rouges	0,14	0,28	25,0	9
Viréo de Philadelphie	0,14	0,28	25,0	9
Pic flamboyant	0,14	0,28	25,0	9
Total	**5,09**	**0,89**		**321**
Régénération feuillue				
Bruant à gorge blanche	1,98	0,40	100,0	18
Paruline à tête cendrée	0,85	0,40	100,0	8
Junco ardoisé	0,57	0,80	50,0	5
Moucherolle à ventre jaune	0,57	0,00	100,0	5
Moucherolle des aulnes	0,57	0,80	50,0	5
Roitelet à couronne rubis	0,28	0,40	50,0	3
Grive à dos olive	0,28	0,40	50,0	3
Paruline obscure	0,28	0,40	50,0	3

Espèce	Densité (nb/ha)		Constance (%)	Nombre d'individus affectés
	Moy.	É.-T.		
Merle d'Amérique	0,28	0,40	50,0	3
Roselin pourpré	0,28	0,40	50,0	3
Viréo aux yeux rouges	0,28	0,40	50,0	3
Moucherolle tchébec	0,28	0,40	50,0	3
Paruline à calotte noire	0,28	0,40	50,0	3
Total	**6,79**	**0,80**		**62**
Résineux mature				
Roitelet à couronne rubis	0,96	0,38	1,00	363
Paruline à tête cendrée	0,68	0,75	0,60	256
Bruant à gorge blanche	0,68	0,70	0,60	256
Grive à dos olive	0,62	0,73	0,60	235
Roitelet à couronne dorée	0,45	0,52	0,60	171
Paruline à croupion jaune	0,34	0,48	0,40	128
Paruline à joues grises	0,23	0,29	0,40	85
Troglodyte mignon	0,23	0,29	0,40	85
Junco ardoisé	0,17	0,27	0,30	64
Paruline obscure	0,17	0,27	0,30	64
Moucherolle à ventre jaune	0,17	0,27	0,30	64
Grive solitaire	0,11	0,36	0,10	43
Merle d'Amérique	0,11	0,36	0,10	43
Paruline tigrée	0,11	0,24	0,20	43
Paruline des ruisseaux	0,11	0,24	0,20	43
Sittelle à poitrine rousse	0,06	0,18	0,10	21
Roselin pourpré	0,06	0,18	0,10	21
Viréo de Philadelphie	0,06	0,18	0,10	21
Paruline noir et blanc	0,06	0,18	0,10	21
Grimpereau brun	0,06	0,18	0,10	21
Mésange à tête brune	0,06	0,18	0,10	21
Mésange à tête noire	0,06	0,18	0,10	21
Paruline à couronne rousse	0,06	0,18	0,10	21
Viréo à tête bleue	0,06	0,18	0,10	21
Total	**5,66**	**2,81**		**2 133**
Feuillu mature				
Paruline à tête cendrée	1,13			43
Grive à dos olive	0,57			21
Paruline obscure	0,57			21
Roitelet à couronne dorée	0,57			21
Troglodyte mignon	0,57			21
Viréo de Philadelphie	0,57			21
Paruline noir et blanc	0,57			21
Paruline flamboyante	0,57			21
Total	**5,09**			**193**
Mixte mature				
Sittelle à poitrine rousse	1,13			139
Roitelet à couronne rubis	0,57			69
Roitelet à couronne dorée	0,57			69
Paruline à poitrine baie	0,57			69
Total	**2,83**			**347**

Espèce	Densité (nb/ha)		Constance (%)	Nombre d'individus affectés
	Moy.	É.-T.		
Brûlis				
Bruant à gorge blanche	1,27	0,54	1,00	279
Roitelet à couronne rubis	0,42	0,28	0,75	93
Grive à dos olive	0,28	0,33	0,50	62
Junco ardoisé	1,56	2,03	2,50	341
Paruline à croupion jaune	0,14	0,28	0,25	31
Grive solitaire	0,99	0,54	1,00	217
Merle d'Amérique	0,42	0,28	0,75	93
Pic à dos noir	0,42	0,54	0,50	93
Bruant de Lincoln	0,28	0,57	0,25	62
Paruline masquée	0,14	0,28	0,25	31
Total	**5,94**	**3,71**		**1 300**

Annexe 19 :
Étude des retombées économiques

GENIVAR

ÉLABORATION D'UNE DEMANDE POUR LE TARIF L

LES RESSOURCES D'ARIANNE INC.
PROJET LAC À PAUL

5355, boulevard des Gradins ~ Québec (Québec) CANADA G2J 1C8
Téléphone : 418-623-2254 ~ Téléc. : 418-624-1857 ~ www.genivar.com

ÉLABORATION D'UNE DEMANDE POUR LE TARIF L

LES RESSOURCES D'ARIANNE INC.
PROJET LAC À PAUL

Présenté à

Les Ressources d'Arianne Inc.

Par

GENIVAR inc.

MAI 2012
121-16905-00

ÉQUIPE DE RÉALISATION

GENIVAR inc.

Chargé de projet	:	Mathieu Cyr, M. Env.
Chargé de projet adjoint	:	Marc-André Goyette, M.A. économiste
Assurance-qualité	:	Christian Couette, M.B.A.
Analyste	:	Jean-William Laliberté, M.A. économiste
Traitement de texte et édition	:	Linette Poulin

Référence à citer :

GENIVAR. 2012*. Élaboration d'une demande pour le tarif L* Rapport de GENIVAR présenté à Les Ressources d'Arianne Inc. 27 pages.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Équipe de réalisation i
Table des matières iii
Liste des tableaux v
Liste des figures v

1. INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE 1
2 PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE 3
2.1 Démographie 3
2.2 Contexte socio-économique 5
2.3 Structure de l'économie 7
2.4 Communautés autochtones 10
3 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES IMPACTS 13
3.1 Modèle intersectoriel de l'Institut de la statistique du Québec 13
3.2 Limitations du modèle 14
3.3 Méthodologie à l'échelle régionale 15
3.3.1 Hypothèses sur les retombées économiques régionales imputables aux investissements 15
3.3.2 Hypothèses sur les retombées économiques régionales pour la phase d'exploitation 16
4 PRÉSENTATION DES DONNÉES 17
4.1 Dépenses reliées à la phase de construction 17
4.2 Dépenses reliées à la phase d'exploitation 17
4.3 Impôts et droits miniers 18
5. RÉSULTATS DES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES 19
5.1 Retombées économiques imputables aux investissements 19
5.1.1 Retombées provinciales 19
5.1.2 Retombées régionales 20
5.2 Retombées économiques récurrentes 21
5.2.1 Retombées récurrentes provinciales 21
5.2.2 Retombées récurrentes régionales 23
5.3 Sommaire des impacts économiques 23
6. LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES NON QUANTIFIABLES 25
7. RÉFÉRENCES 27

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 2.1 Profil démographique de la ville de Dolbeau-Mistassini, de la RMR de Saguenay et de la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean 3

Tableau 2.2 Répartition de la population par groupes d'âge, Saguenay–Lac-Saint-Jean et province de Québec, 1996 et 2011 4

Tableau 2.3 Niveau de scolarité, personnes âgées de 15 ans et plus, 2006 5

Tableau 2.4 Indicateurs du marché de l'emploi, Saguenay–Lac-Saint-Jean et province de Québec 6

Tableau 2.5 Nombre d'emploi par secteur, Saguenay–Lac-Saint-Jean et province de Québec, en milliers, 2011 7

Tableau 2.6 Activité manufacturière, secteur de la fabrication, Saguenay–Lac-Saint-Jean, 2009 8

Tableau 2.7 Profil socio-économique, communautés de Mashteuiatsh et de Pessamit, Saguenay–Lac-Saint-Jean 12

Tableau 4.1 Dépenses projetées en immobilisations pour le projet Lac à Paul 17

Tableau 4.2 Dépenses d'opération annuelles projetées pour le projet de Lac à Paul 18

Tableau 4.3 Impôts et droits miniers annuels pour le projet de Lac à Paul 18

Tableau 5.1 Retombées économiques provinciales imputables aux dépenses en immobilisation du projet Lac à Paul 20

Tableau 5.2 Retombées économiques régionales imputables aux dépenses en immobilisation du projet Lac à Paul 21

Tableau 5.3 Retombées économiques annuelles imputables aux dépenses annuelles d'opération du projet Lac à Paul 22

Tableau 5.4 Retombées économiques récurrentes régionales imputables aux dépenses annuelles d'exploitation du projet Lac à Paul 23

Tableau 5.5 Sommaire des retombées économiques du projet Lac à Paul 24

Tableau 5.6 Sommaire des retombées fiscales du projet Lac à Paul 24

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1.1 Processus de traitement des demandes de tarif de 50 MW et plus 2

Figure 3.1 Processus de propagation d'une dépense initiale, et concepts de l'impact économique, effets directs et indirects. 14

1. INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Dans sa politique « L'énergie pour construire le Québec de demain », le gouvernement du Québec a ramené à 50 MW la limite à partir de laquelle Hydro-Québec (HQ) est soumise à l'obligation de desservir une nouvelle demande ou une demande additionnelle d'un consommateur ayant accès au tarif L. Toutefois, le gouvernement s'est engagé à répondre à ces demandes dans la mesure où ces projets seront suffisamment créateurs d'emplois et de richesses. Le projet du Lac à Paul nécessite 65 MW selon les données les plus récentes de Les Ressources d'Arianne Inc. (Ressources d'Arianne).

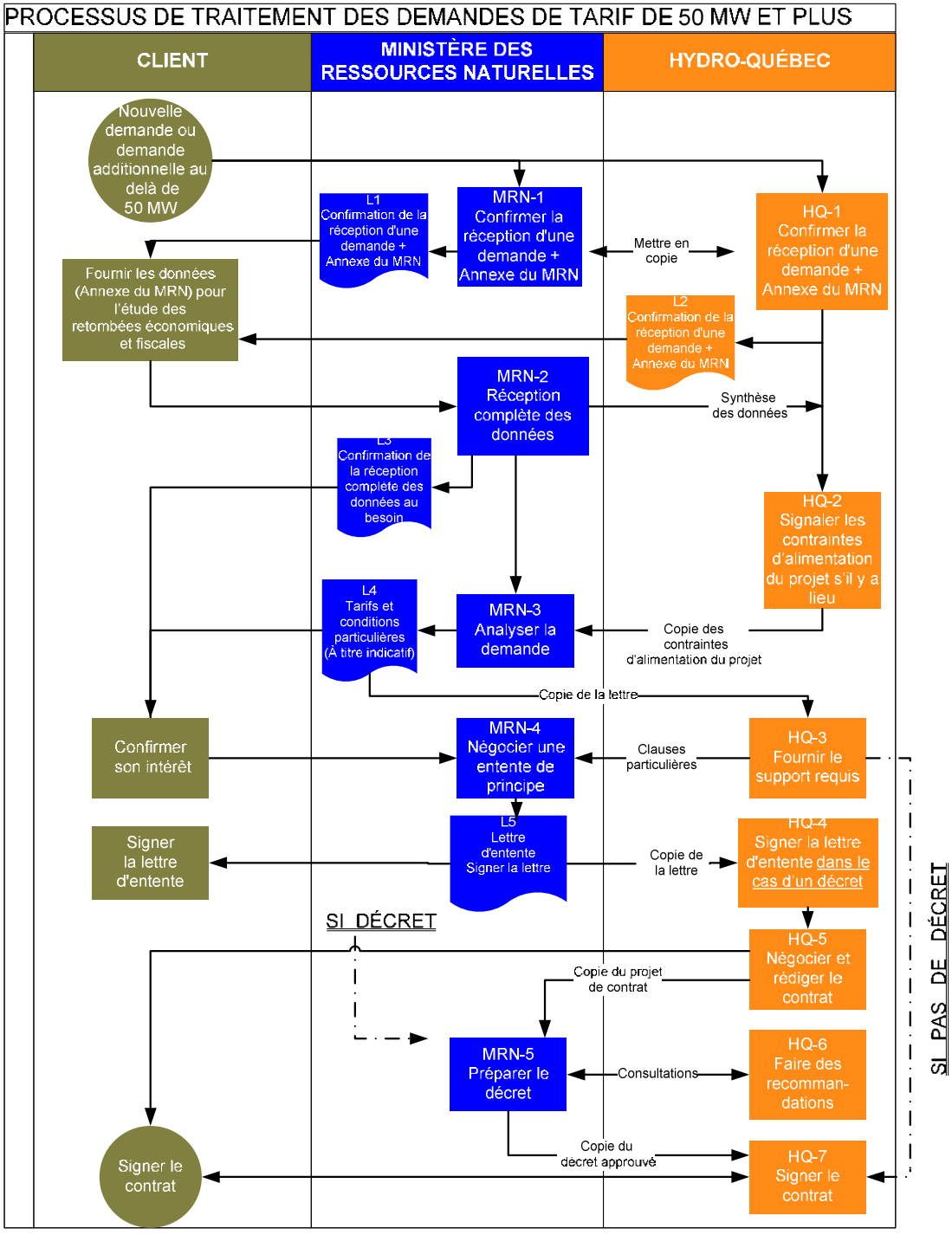
Ainsi, les conditions tarifaires offertes doivent s'accompagner de garanties quant aux retombées économiques qui en résulteront, en particulier pour les régions.

La figure 1.1 de la page suivante illustre le processus de traitement des demandes de tarif de 50 MW et plus, tel qu'appliqué par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) et HQ. Selon ce processus, la demande de tarif doit d'abord être adressée au MRNF, qui procèdera à son analyse à la lumière des retombées économiques et fiscales qui auront été démontrées. Suite à cette analyse, le MRNF informe le demandeur du tarif et des conditions particulières aux plans économique et fiscal. Cette proposition tient compte des coûts et des délais de raccordement et de renforcement et autres conditions particulières liées à l'alimentation électrique, s'il y a lieu. C'est également le MRNF qui doit négocier une entente de principe avec le Client et préparer une lettre d'entente qui devra être signée par le Client, le MRNF et HQ.

En cours de processus, HQ aura à spécifier au MRNF les contraintes d'alimentation du projet, s'il y a lieu, en procédant à une évaluation des coûts et des délais de raccordement et de renforcement du réseau. HQ aura également à analyser la demande en fonction des conditions particulières que le MRNF devra signifier au demandeur. HQ doit également assurer le support technique dans le cadre de l'établissement de l'entente de principe. En fin de compte, un contrat d'électricité sera signé par le Client et HQ.

De manière à appuyer la demande de tarification L pour le projet Lac à Paul de Ressources d'Arianne, le présent rapport comprend les éléments suivants :

- mise en contexte de la conjoncture socioéconomique locale et régionale, incluant notamment la situation démographique, la situation du marché du travail, la structure industrielle (sous-traitance), etc.;
- méthodologie utilisée pour l'estimation des impacts économiques du projet Lac à Paul;
- présentation sommaire des données d'investissement et d'exploitation du projet Lac à Paul;
- évaluation des retombées économiques pour les phases de construction et d'exploitation.



Source : Hydro-Québec, Développement et Service aux clients Grande Puissance – CII

2 PROFIL SOCIO-ÉCONOMIQUE

Le projet du Lac à Paul est situé sur le territoire non organisé (TNO) des Monts-Valin, municipalité régionale de comté (MRC) du Fjord-du-Saguenay, dans la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean (SLSJ), à environ 200 km au nord de la ville de Saguenay. Soulignons que le TNO des Mont-Valin s'étend sur une superficie de 35 081 km^2, mais que la population résidante recensée s'élève à cinq habitants (Statistique Canada, 2012). La propriété du projet du Lac à Paul est également entièrement située sur le territoire ancestral (Nistassinan) de la communauté innue de Pessamit (Betsiamites[1]). Aussi, la frontière du Nistassinan de la communauté innue de Mashteuiatsh est située à proximité de la limite ouest de la zone d'exploitation prévue. Ainsi, dans le contexte où l'on observe un chevauchement des deux territoires ancestraux, les frontières font l'objet de discussions et demeurent sujets à modification. Néanmoins, selon l'accord faisant actuellement l'objet de négociations, le statut du territoire ne serait pas modifié.

2.1 Démographie

Profil démographique

Les habitants de la ville de Dolbeau-Mistassini (14 384 personnes) et de la région métropolitaine de recensement (RMR) de Saguenay (157 790 personnes) formaient respectivement 5,2 % et 57,4 % de la population de la région administrative du SLSJ en 2011. À l'instar de la population de la région administrative, la population de la RMR de Saguenay a augmenté de 1 % entre 2006 et 2011. À l'inverse, le nombre d'habitants de Dolbeau-Mistassini a chuté de 1,1 % au cours de cette période.

Tableau 2.1 Profil démographique de la ville de Dolbeau-Mistassini, de la RMR de Saguenay et de la région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean

	Population (2011)	Population (2006)	Variation 2006-2011	Superficie	Densité de la population (2011)
Dolbeau-Mistassini (Ville)	14 384	14 546	-1,1 %	296 km^2	48,6 pers./km^2
Saguenay (Région métropolitaine)	157 790	156 305	+ 1 %	2 564 km^2	61,5 pers./km^2
Saguenay–Lac-Saint-Jean (Région administrative)	274 880	272 610	+ 0,8 %	98 710 km^2	2,8 pers./km^2

Source : Statistique Canada (2012)

1 Ancien nom de Pessamit.

Par ailleurs, notons que la RMR de Saguenay ne constitue que 2,6 % de la superficie de la région administrative à laquelle elle appartient, malgré le fait qu'elle représente plus de la moitié de sa population. Ainsi, la majorité du territoire de la région du SLSJ est caractérisée par une faible densité de population.

La décomposition par groupes d'âge de la population de la région administrative du SLSJ met en lumière le phénomène de vieillissement de la population qui est observable depuis quelques années. En effet, tous les groupes d'âge inférieurs à 45 ans ont connu une diminution de leur part relative de la population totale de la région depuis 1996. Parallèlement, l'âge médian de la population de la région a fait un bond de dix ans, passant de 35,6 à 45,6 ans. Une tendance similaire est également observable à l'échelle provinciale, mais de manière beaucoup moins prononcée qu'au SLSJ. De manière générale, en 1996, la population de la région pouvait être considérée comme plus jeune que celle de la province de Québec, alors que la situation est inversée en 2011.

Tableau 2.2 Répartition de la population par groupes d'âge, Saguenay–Lac-Saint-Jean et province de Québec, 1996 et 2011

	Saguenay–Lac-St-Jean		Québec (province)	
	1996 (%)	2011 (%)	1996 (%)	2011 (%)
0-14 ans	20,1	14,7	19,1	15,6
15-24 ans	15,3	12,3	13,4	12,5
25-34 ans	13,4	11,6	15,5	13,7
35-44 ans	18,2	10,6	17,4	13,1
45-54 ans	13,4	17,4	13,6	16,0
55-64 ans	9,0	15,7	9,1	13,5
65-74 ans	6,8	9,9	7,2	8,7
75 ans et plus	3,6	7,8	4,8	7,0
Âge médian	**35,59**	**45,55**	**36,1**	**41,4**

Source : ISQ (2012)

Ce vieillissement de la population se traduit notamment par une diminution de la part relative des personnes en âge de travailler (15-64 ans) au sein de la population totale, ce qui peut avoir une influence négative sur le taux d'activité de la région (voir section 2.2).

Scolarité

Selon les plus récentes données du recensement canadien relatives à la scolarisation (Statistique Canada, 2007), 25,7 % de la population âgée de 15 ans et plus de la région administrative du SLSJ ne possède ni diplôme, certificat ou grade de quelque niveau que ce soit. Bien que cette proportion soit comparable à celle observée au Québec (25 %), elle ne rend pas compte des disparités intrarégionales. À cet égard, soulignons que ce rapport atteint 22,4 % dans la RMR de Saguenay et 33,3 % à Dolbeau-Mistassini.

Inversement, la part de la population âgée de 15 ans et plus qui détient un certificat, un diplôme ou un grade de niveau universitaire est plus importante au Québec (21,4 %) qu'au SLSJ (14,6 %), que dans la RMR de Saguenay (17,1 %) et qu'à Dolbeau-Mistassini (12,3 %). Toutefois, il appert important de souligner que pour chacune de ces entités, la proportion de la population âgée de 15 ans et plus qui possède un certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers est supérieure à celle observée au Québec (environ 22 % contre 15 %).

Tableau 2.3 Niveau de scolarité, personnes âgées de 15 ans et plus, 2006

	Saguenay–Lac-Saint-Jean (%)	RMR de Saguenay (%)	Dolbeau-Mistassini (%)	Québec (%)
Aucun certificat, diplôme ou grade	25,7	22,4	33,3	25,0
Diplôme d'études secondaires ou l'équivalent	20,5	20,6	19,5	22,3
Certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers	22,6	21,9	21,7	15,3
Certificat ou diplôme d'un collège; d'un cégep ou d'un autre établissement d'enseignement non universitaire	16,4	17,9	13,1	16,0
Certificat ou diplôme ou grade universitaire	14,6	17,1	12,3	21,4
Total	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Source : Statistique Canada (2007)

2.2 Contexte socio-économique

Revenu

La région du SLSJ affiche un revenu personnel disponible par habitant de 24 801 $ pour l'année 2010. En comparaison, le revenu personnel disponible (après impôts) par habitant pour la province de Québec atteint 26 642 $ pour cette même année. Néanmoins, pour la période 2006-2010, le taux de croissance annuel moyen du revenu personnel disponible par habitant de la région administrative concernée (4,5 %) est supérieur à celui observé au Québec (3,2 %). L'écart de revenu entre le SLSJ et le reste du Québec tend donc à se rétrécir (ISQ, 2012).

À plus petite échelle, les données relatives au revenu pour la ville de Dolbeau-Mistassini et de la RMR de Saguenay sont tirées du recensement de 2006 (Statistique Canada, 2007). Bien que les disparités intrarégionales soient minimes, soulignons que le revenu médian après impôt des personnes âgées de 15 ans et plus de la RMR de Saguenay (21 640 $) est légèrement supérieur à celui de la région administrative (21 029 $), alors qu'on observe l'inverse pour Dolbeau-Mistassini (20 094 $).

Marché du travail

À l'instar de la province de Québec, la région administrative du SLSJ affiche une détérioration de ses taux d'emploi et d'activité sur la période 2007-2011. Toutefois, le recul de ces deux indicateurs a été plus rapide pour la région que pour la province, et le recul qu'affichait le Saguenay–Lac-St-Jean s'est donc accentué. À l'inverse, bien que le taux de chômage observé en 2011 dans la région demeure supérieur au taux québécois, cette situation représente une amélioration par rapport à 2007 (diminution du taux de chômage de 9,1 % à 8,3 %).

Tableau 2.4 Indicateurs du marché de l'emploi, Saguenay–Lac-Saint-Jean et province de Québec

	Données annuelles (%)		Données mensuelles (%)	
	2007	2011	Mars 2011	Mars 2012
Taux d'activité				
Saguenay–Lac-St-Jean	62,2	58,5	61,9	56,4
Québec (province)	65,7	65,2	65,5	64,7
Taux d'emploi				
Saguenay–Lac-St-Jean	56,5	53,7	56,4	52
Québec (province)	60,9	60,1	60,4	59,4
Taux de chômage				
Saguenay–Lac-St-Jean	9,1	8,3	8,8	7,9
Québec (province)	7,2	7,8	7,7	8,2

Source : ISQ (2012)

Les données mensuelles les plus récentes indiquent que la diminution des taux d'emploi et d'activité au SLSJ s'est poursuivie entre mars 2011 et mars 2012. La diminution du taux de chômage régional s'est poursuivie, de sorte que celui-ci est maintenant inférieur au taux de chômage de la province de Québec. Néanmoins, la diminution du nombre de chômeurs au SLSJ peut en partie correspondre à une augmentation du nombre de travailleurs découragés, c'est-à-dire des individus sans emploi qui, ayant renoncé à chercher un nouvel emploi, font dorénavant partie de la population inactive (exclus de la population active). La diminution du nombre de personnes en emploi (-6 600 entre 2011 et 2007) et de la population active (-8 400 personnes entre 2011 et 2007) tend à soutenir cette hypothèse. Dans ce contexte, l'interprétation de la diminution importante du taux de chômage doit être effectuée prudemment.

2.3 Structure de l'économie

En termes de nombre d'emplois, l'économie du SLSJ est principalement basée sur le secteur des services. En effet, celui-ci accapare 74 % des 120 900 emplois de la région administrative en 2011. Plus précisément, les sous-ensembles du secteur des services pour lesquels le plus grand nombre d'emplois sont occupés sont le commerce (19 900 emplois) et les soins de santé et assistance sociale (16 000 emplois). Notons toutefois qu'à l'échelle de la province, le secteur des services joue un rôle encore plus important en termes d'emplois, soit 78 % des emplois au Québec (ISQ, 2012).

Tableau 2.5 Nombre d'emploi par secteur, Saguenay–Lac-Saint-Jean et province de Québec, en milliers, 2011

	SLSJ	Québec
Secteur de la production de biens	**31,9**	**847,2**
Agriculture	—	57
Foresterie, pêche, mines et extraction de pétrole et de gaz	4,4	33,9
Services publics	—	31,4
Construction	9,5	237,5
Fabrication	15,8	487,4
Secteur des services	**89**	**3 106,4**
Commerce	19,9	643,9
Transport et entreposage	4,9	178,3
Finance, assurances, immobilier et location	4,9	225
Services professionnels, scientifiques et techniques	7,1	304,1
Services aux entreprises, services relatifs aux bâtiments et autres services de soutien	5,4	145,1
Services d'enseignement	9,3	275
Soins de santé et assistance sociale	16	511,7
Information, culture et loisirs	3,1	164,9
Hébergement et restauration	7,8	252,4
Autres services	5,8	170,1
Administrations publiques	4,9	235,9
Total	**120,9**	**3 953,6**

Source : ISQ (2012)

La part du secteur des services dans le PIB régional (61,3 %) est toutefois moins importante que la part du nombre d'emplois. En conséquence, les emplois dans le secteur de la production de biens contribuent plus fortement, en moyenne, au produit intérieur brut régional que le font les emplois dans le secteur des services.

En 2011, 32 000 emplois étaient attribuables au secteur de la production de biens au SLSJ. À eux seuls, les secteurs de la construction et de la fabrication sont respectivement responsables de 9 500 et 15 800 emplois. Par contre, soulignons que le nombre d'emplois dans le secteur de la fabrication affiche un recul depuis 2007 (-19 %), alors que celui du secteur de la construction est en expansion (+33,8 %).

L'activité manufacturière du SLSJ (secteur de la fabrication) est considérablement diversifiée. Toutefois, certains secteurs se démarquent autant par le nombre d'emplois qui y sont attachés et le nombre d'établissements que par leur valeur ajoutée manufacturière. Le tableau 2.5 présente certains secteurs manufacturiers les plus importants dans l'économie de la région[2].

Les industries manufacturières liées à la foresterie (produits en bois, papier) occupent une place importante parmi les activités manufacturières de la région (30 % des emplois et 24 % de la valeur ajoutée manufacturière).

Tableau 2.6 Activité manufacturière, secteur de la fabrication, Saguenay–Lac-Saint-Jean, 2009

	Établissements	Emploi à la production	Valeur ajoutée manufacturière
	n		k$
Ensemble des industries	**490**	**10 632**	**1 963 020**
Aliments	49	635	56 481
Boissons et produits du tabac	7	59	6 547
Produits en bois	66	1 917	157 952
Papier	7	1 297	306 678
Produits en caoutchouc et en plastique	11	58	4 626
Produits minéraux non métalliques	38	455	54 304
Produits métalliques	77	915	85 026
Machines	39	817	78 838
Meubles et produits connexes	50	370	21 565

Source : ISQ (2012)

Le tableau 2.5 ne permet toutefois pas d'apprécier l'importance du secteur de la première transformation des métaux[3]. Selon une étude économique menée en 2008 (Desjardins, 2008), le nombre d'emplois liés à ce secteur était de 7 500 en 2007. En effet, le secteur de l'aluminium est au cœur de la structure économique du SLSJ.

2 Les secteurs pour lesquels les données sont confidentielles ne sont pas présentés.
3 Les données de l'ISQ relatives à ce secteur sont confidentielles.

Selon Développement économique Canada (2010), les plus grands employeurs non gouvernementaux (plus de 500 employés) de la région sont :

- Rio Tinto Alcan (aluminium et hydroélectricité);
- Produits forestiers Résolu (anciennement AbitibiBowater);
- Bleuets Sauvages du Québec (grossistes-distributeurs);
- Usine de Congélation Saint-Bruno (transformation alimentaire).

Tel que mentionné précédemment, le secteur manufacturier de la région a connu quelques difficultés au cours des dernières années. En effet, une série de fermetures d'usines s'est traduite par des pertes d'emplois considérables. Par exemple, l'annonce de la fermeture de l'usine d'aluminium de Novelis à Saguenay, en avril 2012, mettra au chômage 160 travailleurs. Considérant la structure économique de la région, des pertes d'emplois indirects et induits devraient également découler de ces mises à pied[4]. Par ailleurs, depuis 20 ans, il est estimé que l'industrie de la transformation de l'aluminium n'a créé que 500 emplois malgré les efforts investis[5].

En parallèle, Produits forestiers Résolu, important employeur de la région, a également procédé à des fermetures au cours des dernières années, notamment de son usine de Dolbeau-Mistassini en 2010[6]. Plus récemment, Produits forestiers Résolu a annoncé la fermeture d'une machine à papier à Kénogami[7].

Au niveau de l'industrie minière, bien qu'elle demeure marginale, elle affiche une forte croissance dans la région. Entre 2005 et 2009, le produit intérieur brut régional attribuable à l'extraction minière et extraction de pétrole et de gaz est passé de 72,6 M$ à 140 M$, une augmentation de près de 50 % (48,14 %).

Par ailleurs, la minière IAMGOLD exploite le gisement de niobium de la mine Niobec, situé à Saint-Honoré, à 20 km au nord de la ville de Saguenay. En exploitation depuis 1976, la mine fait depuis 2009 l'objet d'un projet d'agrandissement de l'usine de 24 %. Aujourd'hui, Niobec emploie plus de 400 personnes dans la région du SLSJ[8].

4 Le Quotidien, Novelis ferme son usine de Jonquière, http://affaires.lapresse.ca/economie/energie-et-ressources/201204/11/01-4514399-novelis-ferme-son-usine-de-jonquiere.php
5 Radio-Canada, Marc-Urbain Proulx s'inquiète pour l'avenir économique du Saguenay-Lac-Saint-Jean, http://www.radio-canada.ca/regions/saguenay-lac/2012/03/08/003-economie-marc_urbain-proulx.shtml
6 Le Devoir, AbitibiBowater - Gatineau et Dolbeau ne rouvriront pas, http://www.ledevoir.com/economie/emploi/294931/abitibibowater-gatineau-et-dolbeau-ne-rouvriront-pas
7 Argent, TVA Nouvelles, Produits forestiers Résolu ferme une machine à papier, http://argent.canoe.ca/lca/affaires/quebec/archives/2011/12/20111206-093746.html
8 http://www.niobec.com/niobec/historique/

Enfin, la région du SLSJ possède une expertise en innovation dans des secteurs de l'économie bien spécifiques, notamment le secteur de l'aluminium. À cet effet, soulignons la présence de centres de recherche, d'expertise, de formation et de transfert de technologie tels que (Développement économique Canada, 2010) :

- Centre des technologies de l'aluminium du CNRC;
- Centre québécois de recherche et de développement de l'aluminium;
- Consortium de recherche en exploration minérale;
- Centres collégiaux de transfert de technologie (CCTT) :
    - Agrinova - Recherche et innovation en agriculture;
    - Centre de géomatique du Québec;
    - Centre de production automatisée;
    - ÉCOBES – Groupe d'Étude des Conditions de vie et des Besoins de la population.

Par ailleurs, le Consortium de recherche en exploration minérale est encadré par le Centre d'étude sur les ressources minérales de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). En somme, le département de géologie de l'UQAC offre des programmes universitaires de 1er, 2^{e} et 3^{e} cycle en sciences de la Terre. En outre, également situé dans la région, le Cégep de Jonquière offre différentes formations techniques de génie mécanique et industriel.

2.4 Communautés autochtones

Deux communautés innues sont localisées à proximité du site du projet Lac à Paul, soit Mashteuiatsh et Pessamit.

Pessamit (Betsiamites)

Couvrant une surface de 256 km^2, la communauté de Pessamit était composée de 3 776 personnes en 2011, dont 2 910 étaient résidents de la réserve (SAA, 2012). Elle est située sur la côte nord du fleuve Saint-Laurent, à un peu plus de 50 km de Baie-Comeau et à près de 160 km du site d'exploitation du projet Lac à Paul[9]. Toutefois, considérant le réseau routier actuel, le chemin reliant la communauté au site d'exploitation est long de plus de 500 km (Met-Chem, 2011).

9 Ainsi, Pessamit n'est pas situé sur le territoire de la région administrative du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

La réserve compte près de 20 entreprises œuvrant dans des domaines variés. Les activités sont toutefois principalement concentrées dans les secteurs de la forêt, du tourisme, des pourvoiries et de l'entreprenariat (AADNC, 2012). De plus, le Conseil de bande, lequel emploie près de 200 personnes à temps plein, est responsable des deux tiers des emplois dans la communauté (Met-Chem, 2011). Par ailleurs, depuis 1997, le Centre local d'emploi et de formation de Betsiamites (CLEFB) assure la coordination du développement de l'emploi et de la formation.

Contrairement aux autres communautés de la région, celle de Pessamit demeure relativement jeune. Selon les données du recensement de Statistique Canada en 2006, 38,6 % des habitants de la réserve de Betsiamites avaient moins de 20 ans et l'âge médian était de 27,4 ans (Statistique Canada, 2007).

Les indicateurs du marché de l'emploi de Pessamit sont d'ailleurs plus faibles que ceux des localités analysées aux sections précédentes. En effet, en 2006, le taux d'emploi était de 31 % alors que le taux d'activité atteignait 46,7 %. Parallèlement, le taux de chômage se situait à 33,5 %. En addition, le revenu médian après impôt des personnes de 15 ans et plus de la réserve de Betsiamites, était de 11 840 $ en 2006, soit un peu plus de la moitié du revenu médian de la région administrative du SLSJ. Notons également que 63 % de la population âgée de 15 ans et plus ne détenait pas de diplôme, grade ou certificat (Statistique Canada, 2007). Néanmoins, en 2010-2011, 572 élèves fréquentaient une école de bande à Pessamit. Cette même année, 95 étudiants de Pessamit étaient financés par le programme d'études postsecondaires d'Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (AADNC, 2012).

Mashteuiatsh

Le territoire de la réserve de Mashteuiatsh couvre une superficie de 14,5 km^2. La communauté située sur la rive ouest du Lac-Saint-Jean, à 6 km de Roberval et à 280 km au sud-ouest de la propriété Lac à Paul, est composée de 5 326 personnes, dont 2 073 sont résidents de la réserve (SAA, 2012). Par ailleurs, Mashteuiatsh est la seule communauté autochtone du SLSJ.

Près de 130 entreprises sont recensées sur le territoire de Mashteuiatsh. Parmi les secteurs d'activités les plus importants, on retrouve ceux de la foresterie, de la construction, du transport ainsi que l'art et l'artisanat (AADNC, 2012). Dans ce contexte, en 2001, le Conseil des Montagnais du Lac-Saint-Jean a favorisé la création et la mise sur pied de la Société de développement économique innu (SDEI), laquelle offre divers services aux entrepreneurs et exerce un leadership en promotion touristique.

Tout comme la population de Pessamit, celle de Mashteuiatsh est considérablement plus jeune que la population des autres communautés de la région. En effet, 32,6 % de ses habitants avaient moins de 20 ans en 2006 et l'âge médian était de 33,4 ans.

Cependant, le marché de l'emploi de la communauté se démarque de celui de Pessamit. En effet, bien qu'ils demeurent inférieurs aux taux régionaux, le taux d'emploi et le taux d'activité de Mashteuiatsh, respectivement à 46,1 % et 55,5 % en 2006, sont supérieurs à ceux de Pessamit. En somme, le taux de chômage se chiffrait à 16,2 %. Enfin, les taux de scolarité étaient également plus élevés à Mashteuiatsh qu'à Pessamit. En effet, seulement 39 % des habitants âgés de 15 ans et plus ne possédait pas de diplôme, certificat ou grade, alors que 22 % détenait un certificat ou diplôme d'apprenti ou d'une école de métiers (Statistique Canada, 2007).

Tableau 2.7 Profil socio-économique, communautés de Mashteuiatsh et de Pessamit, Saguenay–Lac-Saint-Jean

	Mashteuiatsh	Pessamit	Saguenay–Lac-St-Jean
Population (2011)	5 326	3 776	274 880
résidents	2 073	2 910	-
non-résidents	3 253	866	-
Économie (2006)			
Taux d'activité (%)	55,5	46,7	59,5
Taux d'emploi (%)	46,1	31,0	53,6
Taux de chômage (%)	16,2	33,5	9,8
Revenu médian après impôt ($)	16 096	11 840	21 029

Sources : Statistique Canda (2007, 2012), SAA (2012).

3 MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DES IMPACTS

3.1 Modèle intersectoriel de l'Institut de la statistique du Québec

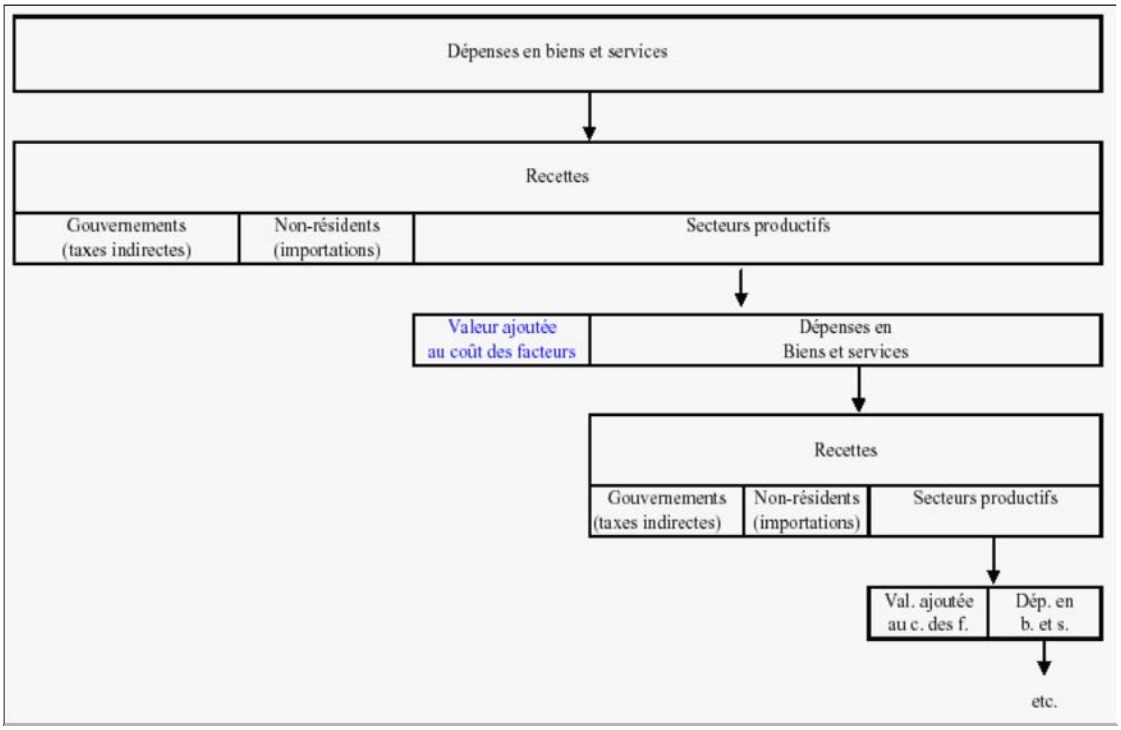
Les impacts économiques imputables à la construction et à l'exploitation de la mine Lac à Paul ont été évalués, à l'échelle de la province de Québec, sur la base méthodologique du modèle intersectoriel élaboré par l'Institut de la statistique du Québec. Ce modèle offre l'avantage d'évaluer la nature des impacts économiques d'un projet ou d'une activité à partir d'une connaissance détaillée de la valeur des échanges de biens et de services effectués entre les divers secteurs de l'économie québécoise, en plus d'identifier la valeur des transferts de revenus entre agents (impôt sur le revenu, taxes indirectes, etc.).

Le modèle intersectoriel permet donc d'évaluer l'impact économique d'une dépense effectuée dans le cadre d'un projet ou d'une activité, en déterminant de quelle façon la demande supplémentaire de biens et services se propage entre les secteurs productifs sollicités. La répartition des effets s'effectue en fonction d'une redistribution successive de revenus et de dépenses, processus connu sous le nom de « propagation de la demande ». Ce processus est fondé sur le principe que toute dépense d'un agent économique constitue un revenu pour un autre agent qui, à son tour, fait des dépenses, etc. (figure 2.1).

Le modèle permet de classer les impacts économiques en distinguant les effets directs et indirects. Les effets directs correspondent aux impacts économiques générés dans les secteurs directement touchés par les dépenses initiales, c'est-à-dire auprès des premiers fournisseurs de biens et services. Les effets indirects, pour leur part, correspondent aux impacts économiques imputables aux dépenses effectuées auprès des fournisseurs du secteur initial et auprès des fournisseurs de ces derniers. Les effets sont généralement exprimés en termes d'emplois ou en termes de valeur ajoutée (masse salariale versée aux travailleurs, revenus nets d'entreprises et autres revenus).

Le modèle intersectoriel ne permet cependant pas de calculer l'effet induit, c'est-à-dire l'effet « multiplicateur » qui est imputable aux dépenses effectuées par les salariés, dans un deuxième temps, pour l'achat de biens et services divers (épicerie, soins et santé, loisirs, achat de biens durables, etc.). Pour parvenir à estimer ces effets induits, la présente analyse s'est appuyée sur les travaux de Dion (1999) qui ont établi des multiplicateurs économiques pour l'ensemble des régions du Québec.

Figure 3.1 Processus de propagation d'une dépense initiale, et concepts de l'impact économique, effets directs et indirects.



Source : BSQ (2004)

3.2 Limitations du modèle

Le modèle intersectoriel permettant l'évaluation des retombées économiques inclut une représentation simplifiée de l'économie québécoise. En conséquence, il n'intègre pas tous les phénomènes économiques qui peuvent exister et il repose sur des hypothèses qui doivent être connues, afin de pouvoir les utiliser adéquatement et interpréter correctement les résultats. Les principales hypothèses et contraintes à considérer sont, d'une part, que les industries ont la capacité nécessaire pour atteindre la production exigée par la demande supplémentaire de biens et services. Les secteurs n'ont pas besoin, à moins d'indication contraire, de nouveaux investissements en construction ou d'achats supplémentaires de machines et de matériel (ISQ, 2009).

De plus, le modèle ne considère pas les économies d'échelle. Le modèle fait référence à une technologie de production fixe et il n'y a pas de substitution entre les intrants. Ceci suppose que les industries conservent leur part de marché pour chacun des biens et services produits, et ce, quel que soit le niveau de production des industries. Le secteur extérieur peut alors répondre à toute demande supplémentaire de biens et services, et il n'y a pas de restriction, de nature commerciale ou tarifaire (ISQ, 2009).

Enfin, comme les ratios permettant de calculer les retombées économiques et les revenues fiscaux engrangés par les gouvernements ne sont pas mis à jour continuellement, des changements récents au niveau de la structure industrielle ou dans les politiques fiscales au Québec et au Canada peuvent avoir l'effet de sous-estimer ou surestimer les résultats.

C'est ainsi que les résultats calculés à partir du modèle doivent être interprétés prudemment comme étant des ordres de grandeur, plutôt que des valeurs exactes ou absolues.

3.3 Méthodologie à l'échelle régionale

À l'échelle régionale, c'est-à-dire dans le cadre du présent rapport, le territoire englobant la région administrative du SLSJ et la ville de Chibougamau, la valeur potentielle des fuites augmente. En effet, comparativement à l'ensemble du Québec, la région est réduite sur le plan démographique et elle est souvent plus dépendante et moins diversifiée sur le plan économique. Dans ce contexte, le recours au modèle de l'ISQ n'est plus possible, car il ne permet pas de régionaliser les résultats et d'en estimer les retombées économiques régionales et locales. Pour ce faire, certaines hypothèses doivent être posées.

3.3.1 Hypothèses sur les retombées économiques régionales imputables aux investissements

L'analyse des retombées économiques régionales imputables aux investissements doit tenir compte de plusieurs facteurs :

- compte tenu de la structure industrielle de ces régions, les matériaux utilisés pour la construction des différents projets d'infrastructures viendront en partie de l'extérieur de ces régions. De plus, la réalisation des travaux fait appel dans certains cas à des expertises plus spécifiques et à une main-d'œuvre spécialisée qui ne sont pas nécessairement disponibles au SLSJ ou dans la ville de Chibougamau;
- certaines entreprises de construction présentes dans ces régions sont de taille importante, ce qui ne limite pas leur capacité à assumer des travaux de grande envergure;
- les entrepreneurs qui auront la charge des travaux de construction auront un rôle de premier plan à jouer dans le choix des sous-traitants. Dans un contexte où le contrôle des coûts et des échéanciers demeure évidemment une prérogative fondamentale, la disponibilité des ressources régionales, et leur capacité à soumissionner à moindre coût vont constituer autant d'éléments qui vont influencer les retombées économiques dans la région du SLSJ et de ville de Chibougamau.

Dans ce contexte, plusieurs types de travaux devraient en principe nécessiter majoritairement des ressources régionales (main-d'œuvre et fournisseurs de biens et services).

Par ailleurs, la présence des travailleurs tout au long du processus de construction et d'aménagement aura assurément une incidence appréciable sur l'ensemble de l'activité commerciale de ces régions, plus particulièrement dans les zones situées à proximité du chantier. L'importance de cet impact dépendra, dans la pratique, de l'organisation du chantier (nourriture, hébergement, loisirs, etc.) et de l'implication de fournisseurs régionaux.

Dans le cadre de la présente étude, les hypothèses suivantes ont été retenues. Elles ont été développées à partir de la structure industrielle étudiée au chapitre 2 :

- 70 % des effets directs se produiront à l'intérieur du territoire régional considéré;
- 25 % des effets indirects se produiront à l'intérieur du territoire régional considéré.

3.3.2 Hypothèses sur les retombées économiques régionales pour la phase d'exploitation

Au niveau des impacts économiques imputables à la période d'exploitation de la mine, ils dépendent surtout de la provenance des travailleurs et des fournisseurs. Ressources d'Arianne souhaite développer un partenariat stratégique avec la région. En ce sens, la minière est présentement à développer une stratégie de maximisation des retombées économiques à l'échelle régionale. Cette stratégie favorisera l'embauche de travailleurs locaux et l'achat de produits et services auprès de fournisseurs régionaux et locaux.

Dans ce contexte, il a été considéré que :

- 75 % des retombées directes se produiront à l'intérieur du territoire régional considéré;
- 50 % des retombées indirectes se produiront à l'intérieur du territoire régional considéré.

4 PRÉSENTATION DES DONNÉES

4.1 Dépenses reliées à la phase de construction

Les retombées économiques imputables à la phase de construction de la mine ont été estimées à partir des données sur les coûts d'immobilisations présentés dans le rapport technique 43-101 portant sur le projet Lac à Paul de Ressources d'Arianne[10].

Tel que présenté au tableau 4.1, sur la base des orientations conceptuelles retenues, les dépenses totales d'immobilisations ont été estimées à 953,4 M$. Plus spécifiquement, les dépenses totales d'immobilisation de la phase de préproduction se chiffrent à 649,2 M$, alors que celles liées à la phase de production s'élèvent à 304,2 M$. Conséquemment, plus de 68 % des dépenses totales prévues en immobilisations seront effectuées lors de phase de préproduction.

Tableau 4.1 Dépenses projetées en immobilisations pour le projet Lac à Paul

	Préproduction (M$)	Phase de production (M$)	Total (M$)
Coûts directs			
Mine	46,9	135,7	182,6
Usine de traitement	217,5		217,5
Gestion des résidus et de l'eau	12,1	103,7	115,8
Services généraux	10,8		10,8
Site et infrastructures	28,5		28,5
Communication et énergie	51,9		51,9
Dépôt hors site	52,7	64,8	117,5
Véhicule et équipement	5		5
Coûts indirects de l'entrepreneur	28,6		28,6
Coûts indirects			
Coûts indirects (incluant les coûts financiers)	121,7		121,7
Contingence	73,5		73,5
Total	**649,2**	**304,2**	**953,4**

Source : Met-Chem (2011), Technical report 43-101 on the Pre-Feasibility Study for the Lac à Paul Apatite Project.

4.2 Dépenses reliées à la phase d'exploitation

Les retombées économiques récurrentes annuelles ont été estimées à partir des dépenses d'opération moyennes annuelles (sur un horizon d'exploitation de 26 ans) présentées dans le cadre du rapport technique 43-101 portant sur le projet Lac à Paul de Ressources d'Arianne[11].

10 Met-Chem (2011), Technical report 43-101 on the Pre-Feasibility Study for the Lac à Paul Apatite Project.
11 IDEM.

Basée sur une production moyenne annuelle d'un peu plus de 1 ,8 M de tonnes et d'un coût d'opération par tonne de 97,54 $, les retombées économiques annuelles ont été calculées à partir d'un coût d'exploitation moyen de 177,18 M$ par année (tableau 4.2).

Tableau 4.2 Dépenses d'opération annuelles projetées pour le projet de Lac à Paul

	M$
Département	
Mine	48,4
Traitement	98,4
Administration	10,6
Transport	19,8
Total	**177,2**

Source: Met-Chem (2011),Technical report 43-101 on the Pre-Feasibility Study for the Lac à Paul Apatite Project.

Plus spécifiquement, les dépenses d'opération projetées pour les opérations de traitement devraient représenter 98,4 M$, comparativement à 48,4 M$ pour les activités de minage, 10,6 M$ pour l'administration et 19,8 M$ pour le transport.

4.3 Impôts et droits miniers

Les droits miniers et les impôts sur le revenu des sociétés versés aux gouvernements provincial et fédéral sont présentés dans le cadre du rapport technique 43-101 portant sur le projet Lac à Paul de Ressources d'Arianne. Sur la durée de vie de la mine, près de 1 milliards de dollars seront versés aux trésors publics, dont 353,6 M$ en impôt fédéral, 280,5 M$ en impôt provincial et 357,4 M$ en droits miniers (tableau 4.3).

Tableau 4.3 Impôts et droits miniers annuels pour le projet de Lac à Paul

	Moyenne annuelle (horizon d'exploitation de 26 ans) M$	**Total sur la durée de vie de la mine (M$)**
Impôt – Gouvernement fédéral	13,6	353,6
Impôt – Gouvernement du Québec	10,8	280,5
Droits miniers – Gouv. du Québec	13,7	357,4
Total	**38,1**	**991,6**

Source: Met-Chem (2011), Technical report 43-101 on the Pre-Feasibility Study for the Lac à Paul Apatite Project.

En ce qui concerne les revenus gouvernementaux liés aux impôts sur les salaires et traitements, aux taxes de vente, aux taxes spécifiques et à la parafiscalité, ils sont présentés à la section 5.

5. RÉSULTATS DES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES

5.1 Retombées économiques imputables aux investissements

5.1.1 Retombées provinciales

Les retombées économiques totales découlant des investissements projetés en immobilisation de 953,4 M$ pour le projet Lac à Paul se chiffrent à 670,5 M$ dont un accroissement du PIB (Valeur ajoutée aux prix de base) de 658,2 M$. À noter que plus de 68 % de ces retombées auront lieu lors de la phase de préproduction de la mine, c'est-à-dire 455,9 M$ (tableau 5.1).

Les retombées directes et indirectes sont évaluées à respectivement 424,2 M$ et 234,0 M$. Les taxes indirectes que percevront les gouvernements, c'est-à-dire les taxes de vente, les droits d'accise et les autres taxes qui ne sont pas liées aux salaires, s'élèvent à 12,3 M$. En contrepartie, les subventions, qui comprennent principalement des paiements versés par les administrations québécoise et fédérale aux entreprises sur la base de leur production, ou les valeurs ou quantités de biens et services qu'elles produisent ou importent, s'élèvent à 6,5 M$ (tableau 5.1).

Les fuites, soient les secteurs qui fournissent des biens et services ou reçoivent une partie de la demande de biens et services sans générer eux-mêmes une demande additionnelle de biens et services auprès des secteurs productifs de l'économie du Québec, sont estimées à 289,4 M$, soit 30 % du choc initial de 953,4 M$. Les fuites sont principalement dues aux importations qui sont établies à 282,8 M$ (tableau 5.1).

En termes d'emplois, les retombées totales inhérentes aux immobilisations sont estimées à 7 760 personnes engagées à temps-complet (équivalents temps-complet). Également appelée années-personnes, cette unité correspond au nombre d'heures normalement travaillées par une personne pendant un an dans le secteur concerné. Les effets directs comptent pour 4 677 équivalents temps-complet et les effets indirects comptent pour 3 083 équivalents temps-complet (tableau 5.1).

Les revenus gouvernementaux (impôts sur salaires et traitements, taxes de vente et taxes spécifiques) font également partie des retombées économiques et sont inclus dans les éléments « Valeur-ajoutée aux prix de base » et « Taxes indirectes ». En excluant les subventions, les dépenses d'investissement pourraient permettre aux gouvernements du Québec et du fédéral d'accroître leurs revenus respectivement de l'ordre de 39,5 M$ et 21,8 M$. Les cotisations totales aux parafiscalités seraient de l'ordre de 66,7 M$ pour le Québec et de 9,7 M$ pour le fédéral (tableau 5.1).

Tableau 5.1 Retombées économiques provinciales imputables aux dépenses en immobilisation du projet Lac à Paul

DÉPENSES TOTALES EN IMMOBILISATION			
PROJET LAC À PAUL	**953 404**		
RETOMBÉES ÉCONOMIQUES TOTALES			
	Effets totaux	Effets directs	Effets indirects
Main-d'œuvre (équivalents temps-complet)	**7 760**	4 677	3 083
Valeur ajoutée aux prix de base (k$)	**658 201**	424 173	234 027
Salaires, traitements et autres revenus bruts avant impôt	658 201	424 173	234 027
Taxes indirectes (TVQ, TPS, droits d'accise et taxes spécifiques)	**12 255**	...	12 255
Subventions	**-6 482**	-2 367	-4 116
FUITES			
Autres productions	**6 602**	...	6 602
Importations	**282 829**	...	282 829
REMTOMBÉES FISCALES			
	Effets totaux	Effets directs	Effets indirects
Revenus du gouvernement du Québec (k$)	**39 542**	20 140	19 402
Impôts sur salaires et traitements	30 361	20 140	10 221
Taxes de vente	2 354	...	2 354
Taxes spécifiques	6 827	...	6 827
Revenus du gouvernement fédéral (k$)	**21 836**	12 577	9 260
Impôts sur salaires et traitements	18 764	12 577	6 187
Taxes de vente	400	...	400
Taxes et droits d'accise	2 673	...	2 673
Parafiscalités (k$)			
québécoise (RRQ, FSS, CSST, RQAP)	**66 745**	47 536	19 209
fédérale (Assurance-emploi)	**9 687**	6 105	3 582

N'ayant pas lieu de figurer
Source: ISQ (2009) et GENIVAR

5.1.2 Retombées régionales

L'évaluation des retombées économiques liées aux dépenses en immobilisation pour la région du SLSJ et de ville de Chibougamau est présentée au tableau 5.2.

En regard des paramètres retenus, les retombées économiques régionales directes et indirectes liées aux investissements totaux (953,4 M$) pour la construction et le maintien des actifs de la mine sont estimées à plus de 355,4 M$. Sur le plan de la main-d'œuvre, les retombées régionales directes et indirectes équivaudraient à la création ou au maintien de 4 045 personnes engagées à temps-complet sur la

Tableau 5.2 Retombées économiques régionales imputables aux dépenses en immobilisation du projet Lac à Paul

	Impact direct	Impact indirect	Impact Induit	**Total**
Main-d'œuvre (années-personnes)	3 274	771	1 011	**5 056**
Valeur ajoutée au coût des facteurs (K$)	296 921	58 507	88 857	**444 285**

Source : GENIVAR et DION Yves (1999).

période des travaux (tableau 5.2). En incluant les retombées induites, c'est-à-dire l'effet « multiplicateur » qui est imputable aux dépenses effectuées par les salariés, dans un deuxième temps, pour l'achat de biens et services divers (épicerie, soins et santé, loisirs, achat de biens durables, etc.), les retombées régionales atteignent 444,2 M$, ce qui équivaut à la création ou au maintien de 5 056 personnes engagées à temps-complet.

5.2 Retombées économiques récurrentes

5.2.1 Retombées récurrentes provinciales

Les retombées économiques récurrentes annuelles découlant des dépenses projetées annuelles d'exploitation de la mine (177,2 M$) se chiffrent à 140,6 M$ dont un accroissement du PIB (Valeur ajoutée aux prix de base) de 137,8 M$ (tableau 5.3).

Les retombées directes et indirectes sont évaluées à respectivement 38,3 M$ et 99,5 M$. Les taxes indirectes que percevront les gouvernements, c'est-à-dire les taxes de vente, les droits d'accise et les autres taxes qui ne sont pas liées aux salaires, s'élèvent à 2,8 M$. En contrepartie, les subventions, qui comprennent principalement des paiements versés par les administrations québécoise et fédérale aux entreprises sur la base de leur production, ou les valeurs ou quantités de biens et services qu'elles produisent ou importent, s'élèvent à 2,3 M$ (tableau 5.3).

Les fuites, soient les secteurs qui fournissent des biens et services ou reçoivent une partie de la demande de biens et services sans générer eux-mêmes une demande additionnelle de biens et services auprès des secteurs productifs de l'économie du Québec, sont estimées à 42,9 M$, soit 24 % du choc initial de 177,2 M$. Les fuites sont principalement dues aux importations qui sont établies à 42,5 M$ (tableau 5.3).

Tableau 5.3 Retombées économiques annuelles imputables aux dépenses annuelles d'opération du projet Lac à Paul

COÛT D'OPÉRATION MOYEN ANNUEL			
Coût d'opération moyen annuel de Ressources Arianne (k$)	**177 177**		
RETOMBÉES ÉCONOMIQUES ANNUELLES			
	Effets totaux	Effets directs	Effets indirects
Main-d'œuvre (équivalents temps-complet)	**1 389**	340	1 049
Valeur ajoutée aux prix de base (k$)	**137 781**	38 300	99 481
Salaires, traitements et autres revenus bruts avant impôt	137 781	38 300	99 481
Taxes indirectes (TVQ, TPS, droits d'accise et taxes spécifiques)	2 **787**	...	2 787
Subventions	**-6 254**	-2 228	-4 026
FUITES			
Autres productions	**346**	...	346
Importations	**42 515**	...	42 515
RETOMBÉES FISCALES			
	Effets totaux	Effets directs	Effets indirects
Revenus du gouvernement du Québec (k$)	**7 359**	1 520	5 839
Impôts sur salaires et traitements	5 532	1 520	4 012
Taxes de vente	642	...	642
Taxes spécifiques	1 185	...	1 185
Revenus du gouvernement fédéral (k$)	**4 428**	952	3 476
Impôts sur salaires et traitements	3 467	952	2 515
Taxes de vente	96	...	96
Taxes et droits d'accise	865	...	865
Parafiscalités (k$)			
québécoise (RRQ, FSS, CSST, RQAP)	**11 008**	3 122	7 886
fédérale (Assurance-emploi)	**1 754**	474	1 279

N'ayant pas lieu de figurer

Source: ISQ (2009) et GENIVAR.

En termes d'emplois, les retombées annuelles inhérentes à l'exploitation de la mine sont estimées à 1 389 personnes engagées à temps-complet (équivalents temps-complet). Également appelée années-personnes, cette unité correspond au nombre d'heures normalement travaillées par une personne pendant un an dans le secteur concerné. Les effets directs comptent pour 340 équivalents temps-complet et les effets indirects comptent pour 1 049 équivalents temps-complet (tableau 5.3).

Les revenus gouvernementaux font également partie des retombées économiques et sont inclus dans les éléments « Valeur ajoutée aux prix de base » et « Taxes indirectes ». En excluant les subventions, les gouvernements du Québec et du fédéral pourraient accroître leurs revenus respectivement de l'ordre de 7,4 M$ et 4,4 M$. Les cotisations totales aux parafiscalités seraient de l'ordre de 11,0 M$ pour le Québec et de 1,8 M$ pour le fédéral (tableau 5.3).

5.2.2 Retombées récurrentes régionales

L'évaluation des retombées économiques récurrentes annuelles liées aux dépenses d'exploitation de la mine pour la région du SLSJ et de ville de Chibougamau est présentée au tableau 5.4.

En regard des paramètres retenus, les retombées économiques annuelles régionales directes et indirectes liées aux dépenses d'exploitation (177,2 M$) de la mine sont estimées à plus de 78,5 M$. Sur le plan de la main-d'œuvre, les retombées régionales directes et indirectes équivaudraient à la création ou au maintien de 780 personnes engagées à temps-complet annuellement (tableau 5.4). En incluant les retombées induites, c'est-à-dire l'effet « multiplicateur » qui est imputable aux dépenses effectuées par les salariés, dans un deuxième temps, pour l'achat de biens et services, les retombées régionales annuelles atteignent 98,1 M$, ce qui équivaut à la création ou au maintien de 974 personnes engagées à temps-complet annuellement.

Tableau 5.4 Retombées économiques récurrentes régionales imputables aux dépenses annuelles d'exploitation du projet Lac à Paul

	Impact direct	Impact indirect	Impact Induit	**Total**
Main-d'œuvre (années-personnes)	**255**	**525**	195	**974**
Valeur ajoutée au coût des facteurs (K$)	**28 725**	49 741	19 616	**98 082**

Source : GENIVAR et DION Yves (1999).

5.3 Sommaire des impacts économiques

Deux tableaux sommaires, présentés à la page suivante, rendent compte de l'ensemble des retombées économiques et fiscales en termes de main-d'œuvre, de valeur ajoutée et de revenus gouvernementaux (tableaux 5.5 et 5.6). Les impacts liés aux dépenses et aux revenus du projet Lac à Paul sont présentés.

Tableau 5.5 Sommaire des retombées économiques du projet Lac à Paul

Retombées économiques liées aux dépenses du projet Lac à Paul	Effets totaux	Effets directs	Effets indirects	Effets induits
A. Dépenses d'investissement				
Retombées provinciales				
Main-d'œuvre (équivalents temps-complet)	7 760	4 677	3 083	-
Valeur ajoutée (k$)	658 201	424 173	234 027	-
Retombées régionales				
Main-d'œuvre (équivalents temps-complet)	5 056	3 274	771	1 011
Valeur ajoutée (k$)	444 285	296 921	58 507	88 857
B. Dépenses d'opération annuelles				
Retombées provinciales				
Main-d'œuvre (équivalents temps-complet)	1 389	340	1 049	-
Valeur ajoutée (k$)	137 781	38 300	99 481	-
Retombées régionales				
Main-d'œuvre (équivalents temps-complet)	974	255	525	195
Valeur ajoutée (k$)	98 082	28 725	49 741	19 616

Source : ISQ (2009), Met-Chem (2011), Dion (1999) et GENIVAR.

Tableau 5.6 Sommaire des retombées fiscales du projet Lac à Paul

Retombées fiscales liées aux revenus du projet Lac à Paul	Moyenne annuelle sur 26 ans (M$)	Total sur la durée de vie du projet (M$)
Gouvernement du Québec	**31,9[A]**	**868,8**
Impôt sur le revenu des sociétés	10,8	280,5
Droits miniers	13,7	357,4
Impôts sur les salaires et traitements, taxes de ventes et taxes spécifiques		
Pour les dépenses d'investissement	-	39,5
Pour les dépenses d'opération	7,4	191,3
Gouvernement fédéral	**18,0[A]**	**490,6**
Impôt sur le revenu des sociétés	13,6	353,6
Impôts sur les salaires et traitements, taxes de ventes et taxes et droits d'accise		
Pour les dépenses d'investissement	-	21,8
Pour les dépenses d'opération	4,4	115,1
Parafiscalité	**12,8[A]**	**408,2**
Québécoise		
Pour les dépenses d'investissement	-	66,7
Pour les dépenses d'opération	11,0	286,2
Fédérale		
Pour les dépenses d'investissement	-	9,7
Pour les dépenses d'opération	1,8	45,6
Total	**62,6[A]**	**1767,6**

Notes : [A] Exclut les dépenses liées aux investissements.
Source : ISQ (2009), Met-Chem (2011), Dion (1999) et GENIVAR.

6. LES RETOMBÉES ÉCONOMIQUES NON QUANTIFIABLES

Outre les impacts économiques découlant des activités minières du projet Lac à Paul de Ressources d'Arianne, l'implantation d'une mine de son importance en termes d'investissement se traduira par d'autres formes de retombées qui sont plus intangibles ou plus difficilement quantifiables. Parmi celles-ci, deux formes de retombées sont particulièrement importantes à souligner, soit :

- le développement de la sous-traitance;
- la disponibilité et la formation de la main-d'œuvre.

Développement de la sous-traitance

Chibougamau et la région du SLSJ disposent déjà d'une masse critique de fournisseurs spécialisés œuvrant en sous-traitance dans une très large gamme de champs d'expertise. Le renforcement du positionnement du Saguenay comme carrefour stratégique minier, en consolidant les opportunités d'affaires dans le cadre des projets miniers du Nord-du-Québec, va du même coup favoriser le développement d'une expertise régionale dans le secteur minier qui sera à la fois diversifié et exportable.

Disponibilité et formation de la main-d'œuvre

Dans un contexte de pénurie de main-d'œuvre qualifiée, le développement des projets miniers dans le Nord-du-Québec sera en partie tributaire de la disponibilité de main-d'œuvre qualifiée et devra se faire en partenariat avec les communautés autochtones. Dans cette perspective, les centres de formation du Saguenay pourront jouer un rôle structurant afin de répondre aux besoins des sociétés minières. À moyen et long termes, le développement de la région comme pôle de formation pourra se caractériser de plusieurs manières : rétention des jeunes et accueil d'étudiants en provenance de l'extérieur, renforcement des relations avec les communautés autochtones, développement de l'expertise régionale et de la capacité de recherche et développement, etc. Par ailleurs, tel qu'indiqué à la section 2.3, les fermetures d'usines dans le domaine forestier ont mené à un nombre considérable de mises à pied. Dans ce contexte, le projet du Lac à Paul pourrait bénéficier aux communautés en offrant des opportunités de formation et de récupération de la main-d'œuvre de l'industrie forestière.

7. RÉFÉRENCES

AFFAIRES AUTOCHTONES ET DÉVELOPPEMENT DU NORD CANADA (AADNC). 2012. *Profils des communautés* [En ligne]. Consulté le 7 mai 2012. http://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100019337/1100100019343

DESJARDINS. 2008. *Études économiques régionales*. Région administrative du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Survol de la situation économique. Volume 6 – région 2. [En ligne]. Consulté le 30 avril 2012. http://www.desjardins.com/fr/a_propos/etudes_economiques/conjoncture_quebec/etudes_regionales/eerslstj.pdf

DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE CANADA. 2010. *Saguenay–Lac-St-Jean (02) - Profil socioéconomique*. [En ligne]. Consulté le 30 avril 2012. http://www.dec-ced.gc.ca/fra/publications/economiques/profil/saguenay/222/index.html

ISQ. 2012. *Profils de la région administrative - Saguenay–Lac-Saint-Jean 02*. [En ligne]. Consulté le 30 avril 2012. http://stat.gouv.qc.ca/regions/profils/profil02/02ra_index.htm

MET-CHEM. 2011. *NI 43-101 Technical Report on the Pre-feasibility Study Lac à Paul Apatite Project.* Préparé pour Ressources d'Arianne Inc. SECRÉTARIAT AUX AFFAIRE AUTOCHTONES (SAA). 2012. *Statistiques des populations autochtones du Québec 2011* [En ligne]. Consulté le 7 mai 2012. http://www.saa.gouv.qc.ca/nations/population.htm

STATISTIQUE CANADA. 2012. *Profil du recensement. Recensement de 2011. Produit no 98-316-XWF au catalogue de Statistique Canada. Ottawa. Diffusé le 8 février 2012.* [En ligne]. Consulté le 30 avril 2012. http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F

STATISTIQUE CANADA. 2007. *Profils des communautés de 2006. Recensement de 2006. Produit no 92-591-XWF au catalogue de Statistique Canada. Ottawa. Diffusé le 13 mars 2007*. [En ligne]. Consulté le 30 avril 2012. http://www12.statcan.ca/census-recensement/2006/dp-pd/prof/92-591/index.cfm?Lang=F

Annexe 20 :
Modélisation sonore

Annexe 20 : Modélisation sonore

La méthodologie de cette étude est inspirée de celle habituellement utilisée par le ministère des Transports du Québec (MTQ) dans le cadre d'étude d'impact du bruit routier.

La méthodologie a suivi les étapes suivantes :

- Obtention des informations pertinentes au projet et inventaire des composantes du milieu;
- Mesures du climat sonore existant en continu durant 24h avec un comptage de véhicules d'une heure concomitant à chaque point d'échantillonnage;
- Élaboration d'un modèle théorique de propagation sonore à l'aide du logiciel TNM 2.5;
- Validation du modèle théorique avec les résultats des relevés sonores et des comptages de véhicules;
- Évaluation du climat sonore actuel à partir des débits moyens journaliers en période estivale évalué par le MTQ;
- Évaluation du climat sonore projeté comprenant le camionnage en provenance de la mine du lac à Paul;
- Évaluation de l'impact sonore qui correspond à la variation du niveau de bruit engendré par les camions de la minière.

Relevés sonores

L'étude du climat sonore est basée, d'une part, sur la mesure des niveaux sonores existants actuellement dans le milieu. Ces mesures permettent d'établir les constats servant à qualifier le milieu et la nature des sources de bruit qui s'y retrouvent. D'autre part, des simulations des niveaux sonores générés par la circulation routière dans le milieu ont été réalisées afin de différencier les sources de bruit dans les différents secteurs à l'étude.

Points de mesure

Les relevés sonores en continu dans les zones sensibles ont été effectués en deux campagnes de mesures.

La première campagne a eu lieu du 23 octobre 2012 au 25 octobre 2012. Les points de mesures sont localisés à la figure 1.

La deuxième campagne a eu lieu du 6 novembre 2012 au 7 novembre 2012 pour les points localisés à la figure 2.

Figure 1 : Localisation des relevés sonores – campagne du 23 au 25 octobre 2012

Figure 2 : Localisation des relevés sonores - campagne du 6 au 7 novembre 2012

Des relevés sonores ont été effectués lors des deux campagnes au point de mesure P5. En effet, un relevé de 1h a été effectué lors de la première campagne de mesure le 24 octobre, et un relevé sonore d'une durée de 24h a été effectué à ce point lors de la 2^{e} campagne de mesure.

Pour les points P6 et P14, seuls des relevés d'une heure ont été réalisés.

Des relevés de 24 heures en continu ont été effectués pour tous les autres points (P1 à P4, P7 à P13). À titre indicatif, le tableau 1 présente les coordonnées géographiques des différents points de mesures.

Tableau 1 : Géolocalisation des points de mesures

Point	Latitude	Longitude
P1	N 48° 34’ 16’’	W 071° 38’ 06’’
P2	N 48° 37’ 01’’	W 071° 37’ 01’’
P3	N 48° 37’ 53’’	W 071° 41’ 44’’
P4	N 48° 38’ 15’’	W 071° 43’ 54’’
P5	N 48° 39’ 34’’	W 071° 48’ 24’’
P6	N 48° 39’ 38’’	W 071° 48’ 50’’
P7	N 48° 39’ 48’’	W 071° 49’ 20’’
P8	N 48° 42’ 20’’	W 071° 48’ 50’’
P9	N 48° 44’ 15’’	W 071° 51’ 02’’
P10	N 48° 44’ 36’’	W 071° 51’ 09’’
P11	N 48° 45’ 41’’	W 071° 52’ 04’’
P12	N 48° 51’ 54’’	W 071° 50’ 09’’
P13	N 48° 53’ 05’’	W 071° 49’ 32’’
P14	N 48° 53’ 13’’	W 071° 49’ 26’’

Méthodes de mesures

Les appareils utilisés pour réaliser les mesures sonores en continu conservent en mémoire le niveau sonore moyen (L_{eq}) avec réponse rapide et avec pondération A. Le microphone du sonomètre est installé sur un trépied à 1,5 m du sol et à plus de trois mètres de toutes surfaces réfléchissantes (murs, obstacles) et des surfaces pavées. Pour identifier les sons, des enregistreuses numériques ont été également installées.

Instrumentation

Pour effectuer les mesures sonores requises, les instruments suivants ont été utilisés :

- Sonomètres (10) Larson Davis, modèle LxT;
- Sonomètres (3) Larson Davis, modèle 831;
- Sonomètres (2) Larson Davis, modèle 720;
- Source sonore étalon Larson Davis, modèle CAL 200 (1000 Hz);
- Enregistreuses numériques;
- Écrans anti-vent en tout temps.

Les instruments utilisés dans cette étude sont conformes aux normes en vigueur. Les sonomètres ont été étalonnés avant et après chaque série de mesures, et

aucune déviation supérieure à 0,5 dBA n'a été observée lors de l'étalonnage. De plus, les instruments sont vérifiés annuellement par un laboratoire indépendant.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques propices aux mesures sonores sont les suivantes :

- Vitesse du vent n'excédant pas 20 km/h;
- Température supérieure à -10° C;
- Taux d'humidité relative n'excédant pas 90 %;
- Aucune précipitation;
- Chaussée sèche.

Les conditions météorologiques selon la station météorologique d'Alma, présentées en détail en annexe A, étaient majoritairement propices aux mesures sonores lors des deux campagnes. Nous notons que la vitesse du vent a excédé 20 km/h entre 18h00 et 20h00 le 6 novembre 2012 et que le taux d'humidité relative a légèrement excédé 90 % dans la nuit du 24 au 25 octobre 2012. Toutefois, les niveaux de bruit $L_{Aeq,24h}$ n'ont pas été influencés de manière significative par cette perturbation météorologique, et les données de ces plages horaires ont été prises en compte dans la présentation des niveaux de bruit équivalents sur 24 heures.

Résultats des relevés sonores

Des mesures sonores servant à calibrer le modèle informatique ont été réalisées à quatorze (14) endroits différents en bordure du trajet. De plus, des comptages d'une heure des véhicules circulant sur les différents tronçons de route ont été effectués durant les périodes d'échantillonnage sonores. Les niveaux sonores mesurés $L_{eq\ 24h}$ et $L_{Aeq\ 1h}$ sont présentés respectivement aux tableaux 2 et 3. Les graphiques des résultats de la mesure sonore d'une durée de 24 heures sont présentés à l'annexe B.

Tableau 2 : Niveaux sonores mesurés sur 24 heures (LAeq 24h)

Point de mesure	Distance à l'accotement (m)	Vitesse affichée (km/h)	Période d'échantillonage	Niveau sonore[a] (dBA)
P1	26	50	14h00 le 23 octobre à 14h00 le 24 octobre	61
P2	100	90	15h00 le 23 octobre à 15h00 le 24 octobre	53
P3	11	50	16h00 le 23 octobre à 16h00 le 24 octobre	63
P4	13	90	17h00 le 23 octobre à 17h00 le 24 octobre	67
P5	13	90	10h30 le 6 novembre à 10h30 le 7 novembre	66
P7	14	90	18h00 le 23 octobre à 18h00 le 24 octobre	62
P8	10	90	10h56 le 6 novembre à 10h56 le 7 novembre	67
P9	7	50	12h30 le 6 novembre à 12h30 le 7 novembre	65
P10	8	50	13h10 le 6 novembre à 13h10 le 7 novembre	62
P11	13	90	14h00 le 6 novembre à 14h00 le 7 novembre	60
P12	8	90	15h00 le 6 novembre à 15h00 le 7 novembre	63
P13	17	90	15h30 le 6 novembre à 15h30 le 7 novembre	55

Note : [a] Niveau sonore arrondi à 1 dBA, réf.: $2x10^{-5}$ Pa.

Tableau 3 : Niveaux sonores mesurés sur 1 heure ($L_{Aeq\ 1h}$)

Point de mesure	Distance à l'accotement (m)	Vitesse affichée (km/h)	Période d'échantillonnage	Niveau sonore[a] (dBA)
P5	13	90	9h53 à 10h53 le 24 octobre	68
P6	12	90	9h53 à 10h53 le 25 octobre	68
P14	6	Transition 50/90	16h06 à 17h06 le 6 novembre	64

Note : [a] Niveau sonore arrondi à 1 dBA, réf.: $2x10^{-5}$ Pa.

Le tableau 4 présente les résultats des niveaux sonores (LAeq 1h) et les comptages des véhicules.

Tableau 4 : Résultats des mesures sonores ($L_{Aeq\ 1h}$) et des comptages de véhicules

Heure et date	Point de mesure	Niveau sonore [a] (dBA)	Comptages des véhicules			
			Route	Voiture	Camion léger	Camion lourd
14h12 à 15h12, le 23 octobre	P1	64	R-169 Nord	640	20	33
			R-169 Sud	565	28	41
15h34 à 16h34, le 23 octobre	P2	56	R-169 Nord	386	19	22
			R-169 Sud	338	15	33
16h53 à 17h53, le 23 octobre	P3	65	R-169 Nord	430	9	10
			R-169 Sud	271	13	7
9h53 à 10h53, le 25 octobre	P4	69[b]	R-169 Nord	90	6	20
	P5	68[b]				
	P6	68	R-169 Sud	112	2	15
	P7	63[b]				
11h02 à 12h02, le 6 novembre	P8	67	R-169 Nord	67	11	13
			R-169 Sud	72	3	9
12h29 à 13h29, le 6 novembre	P9	67	R-169 Nord	105	3	13
			R-169 Sud	111	8	15
13h43 à 14h43, le 6 novembre	P10	64	R-169 Nord	78	4	15
			R-169 Sud	79	8	13
15h12 à 16h12, le 6 novembre	P11	63	Rang St-Michel Nord	35	9	1
			Rang St-Michel Sud	32	5	4
11h30 à 12h30, le 7 novembre	P12	64	Rue Gaudreault Nord	8	2	7
			Rue Gaudreault Sud	20	2	7
16h06 à 17h06, le 6 novembre	P13	58	Rue Gaudreault Nord	50	3	3
			Rue Gaudreault Sud	53	1	4
	P14	64	Chemin de terre Est	2	0	0
			Chemin de terre Ouest	4	0	2

Notes : [a] Niveau sonore arrondi à 1 dBA, réf.: $2x10^{-5}$ Pa;

[b] Niveau sonore mesuré durant la même plage horaire le 24 octobre 2012.

Simulations

Modèle mathématique

La contribution sonore de la circulation routière à l'intérieur de la zone d'étude sonore a été évaluée à l'aide du logiciel TNM 2.5 (Traffic Noise Model) provenant de la *Federal Highway Administration* des États-Unis d'Amérique. Ce logiciel est exigé par le MTQ dans le cadre d'étude d'impact sonore.

Dans ce modèle mathématique, les principaux facteurs pouvant influencer la propagation du bruit considéré par le logiciel sont :

- Niveau énergétique moyen de référence pour chaque classe de véhicules (automobiles, camions intermédiaires, camions lourds, autobus et motocyclettes) évalué à partir de mesures sonores sur environ 6 000 véhicules;
- Deux hauteurs de bruit par véhicule, soit 0 m le contact pneu-chaussée et 1,5 m au-dessus de la chaussée pour les véhicules et 3,66 m pour les camions;
- Écoulement libre de la circulation et contrôlé (arrêt, feux de circulation, etc.);
- Propagation du bruit en fonction de la distance source-récepteur et du type de sol;
- Longueur des segments de route;
- Pente des routes au-dessus de 1,5 %;
- Atténuation procurée par des obstacles (édifices, rangées de maisons, boisé dense, etc.).

Les données de base nécessaires pour évaluer le bruit routier sont :

- Volume de circulation par classe de véhicules (automobiles, camions intermédiaires et camions lourds);
- Vitesse affichée;
- Localisation de la route, des barrières naturelles ou artificielles et des récepteurs;
- Type de sol (absorbant, réfléchissant).

La topographie du terrain a été également prise en compte dans le modèle.

Validation du modèle théorique

Pour des fins de validation du modèle, le tableau 5 présente une comparaison des niveaux sonores $L_{Aeq,1h}$ mesurés et simulés, en ayant entré comme paramètres d'entrée les débits de circulation présentés au tableau 4 de la section précédente.

Tableau 5 : Comparaison des niveaux sonores mesurés et simulés

Point de mesure	$L_{Aeq,1h}$[a] mesuré	$L_{Aeq,1h}$ simulé	Écart (dBA)
P1	64,0	63,1	-0,9
P2	56,3	55,3	-1,0
P3	64,6	64,1	-0,5
P4	68,6	67,6	-1,0
P5	68,2	67,3	-0,9
P6	67,9	66,9	-1,0
P7	63,4	62,7	-0,7
P8	67,4	66,8	-0,6
P9	66,7	65,8	-0,9
P10	64,0	64,4	0,4
P11	62,9	62,3	-0,6
P12	63,8	64,2	0,4
P13	57,7	58,1	0,4
P14	63,8	63,8	0,0

Note : [a] Niveau de pression sonore arrondi à 0,1 dBA, réf. $20x10^{-6}$ Pa

L'écart entre la mesure et la simulation n'excède pas ± 1 dBA, et ce, pour tous les points. Le modèle de simulation sera donc considéré comme représentatif de la situation réelle.

Évaluation du climat sonore

Le MTQ a fourni le tracé de la route de contournement envisagé en date de la présente étude. La dite route de contournement a ainsi été intégrée dans le modèle de simulation.

Les données de comptages effectués par le MTQ ont été utilisées pour simuler les niveaux de bruit routier équivalents sur 24 heures. Les débits journaliers moyens estivaux (DJME) de véhicules en 2011, sont les paramètres d'entrée du modèle de simulation de bruit routier. Ceux-ci sont connus pour tous les tronçons routiers composant le trajet emprunté par les camions d'Arianne Phosphate.

Les activités de camionnage d'Arianne Phosphate correspondent, quant à elles, à une augmentation du débit journalier de 472 camions lourds.

Le tableau 6 recense tous les débits de véhicules utilisés dans la simulation.

Tableau 6 : Débits journaliers entrés dans la simulation du climat sonore

Route	Voiture	Camion léger	Camions lourds	
			Sans Arianne Phosphate	Avec Arianne Phosphate
R-169 entre rue des Pins et rue Ste-Cécile à Alma	18308	531	1061	1533
R-172 entre St-Nazaire et la R-169	6512	296	592	1064
Route de contournement	14536	421	843	1315
R-169 entre R-172 et route de l'Ascension à St-Cœur-de-Marie	8740	253	507	979
R-169 entre route de l'Ascension à St- Cœur-de-Marie et chemin de la plage Wilson	5850	217	433	905
R-169 entre chemin de la plage Wilson et rue de l'Hôtel de ville à St-Henri-de-Taillon	4176	208	416	888
R-169 entre rue de l'Hôtel de ville à St- Henri-de-Taillon et pont de la rivière Péribonka à Ste-Monique	3024	192	384	856
Rang St-Michel entre R-169 et route de Milot à Péribonka	796	75	150	622
Route de Milot/Rue Gaudreault	741	70	139	611

Les simulations ont permis de tracer des courbes isophones pour les différentes municipalités traversées, où la densité de résidences est grande.

Les courbes isophones ont été calculées pour les deux situations étudiées; soit avec et sans les activités de camionnage dues à Arianne Phosphate. Les figures 5 à 16 présentent ces isophones (55, 60 et 65 dBA) pour les différents secteurs traversés.

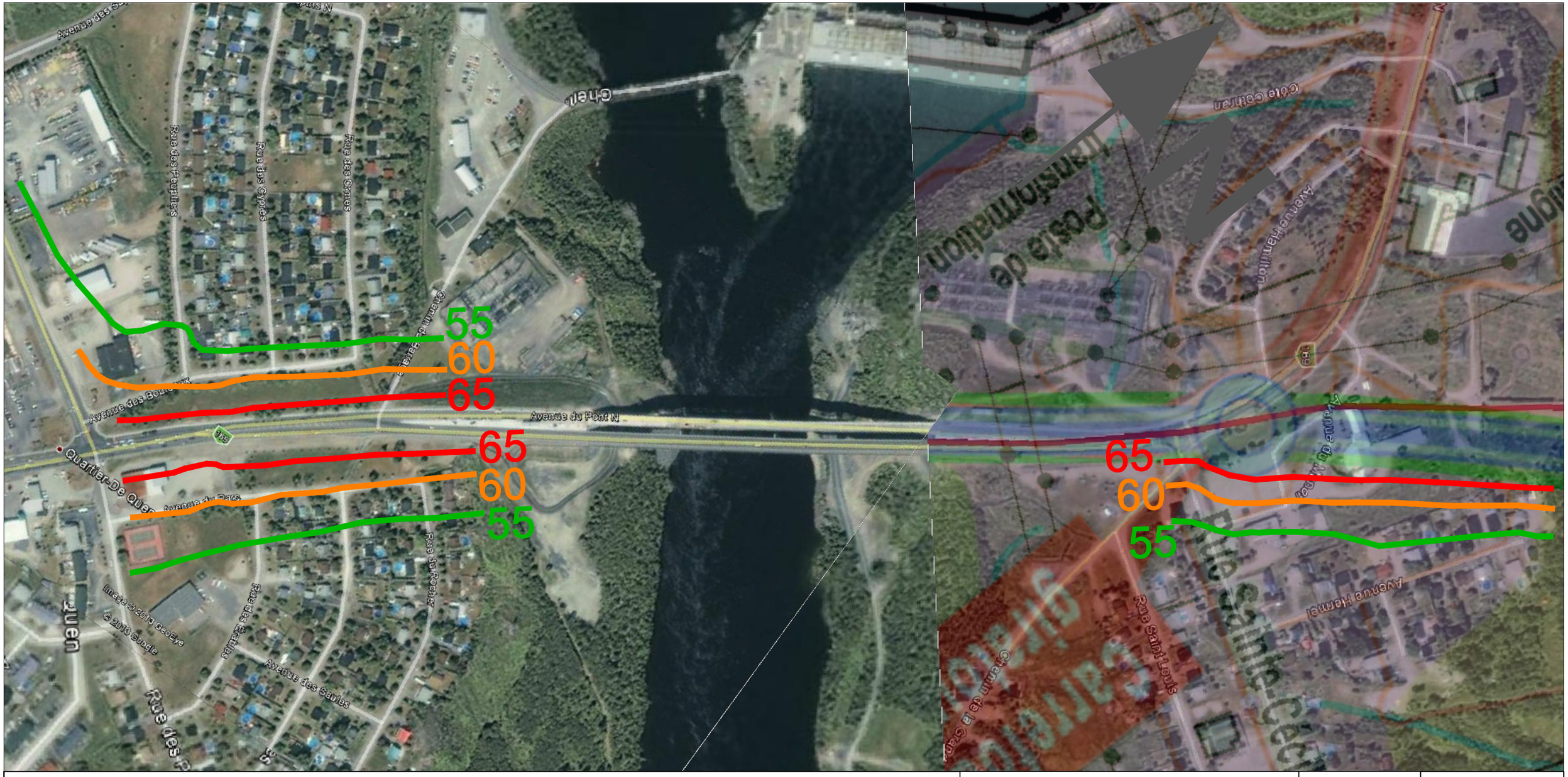


Figure 5 :
Isophones à Alma （Isle-Maligne） - Sans camionnage

Échelle:1=3500

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

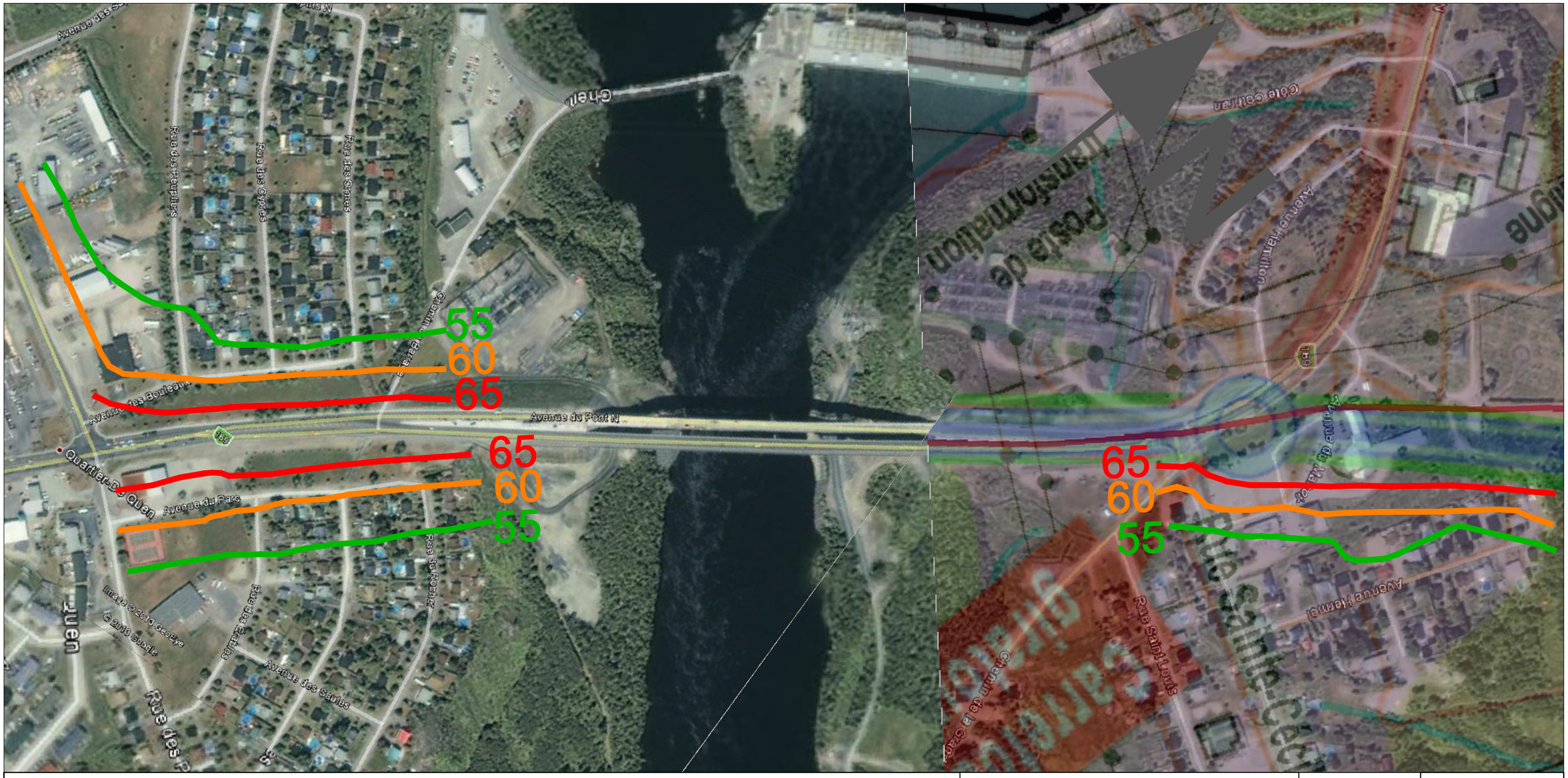


Figure 6 :
Isophones à Alma （Isle-Maligne） - Avec camionnage

Échelle:1=3500

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

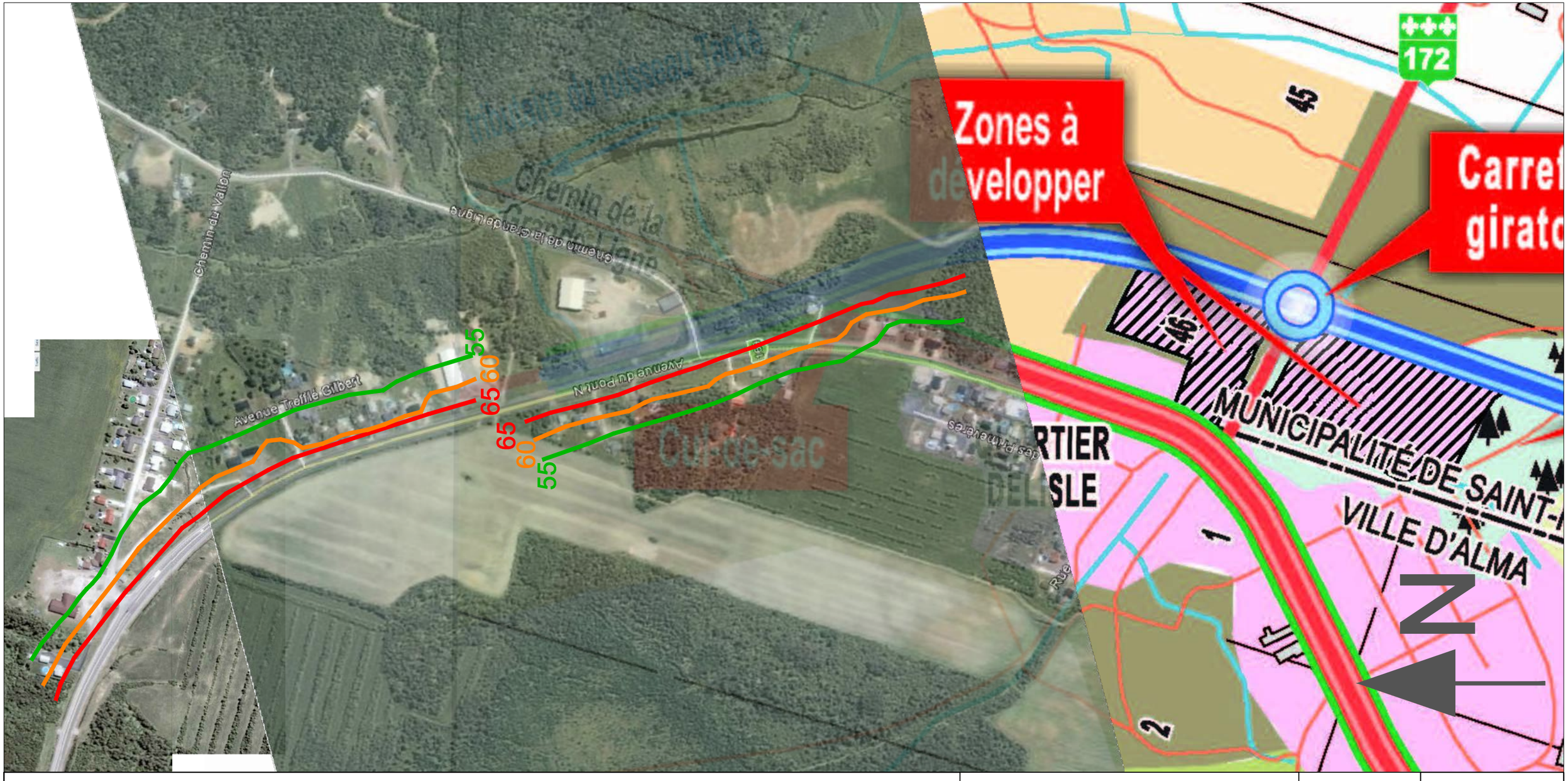


Figure 7 :
Isophones à Alma （Delisle） - Sans camionnage

Échelle:1=5000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

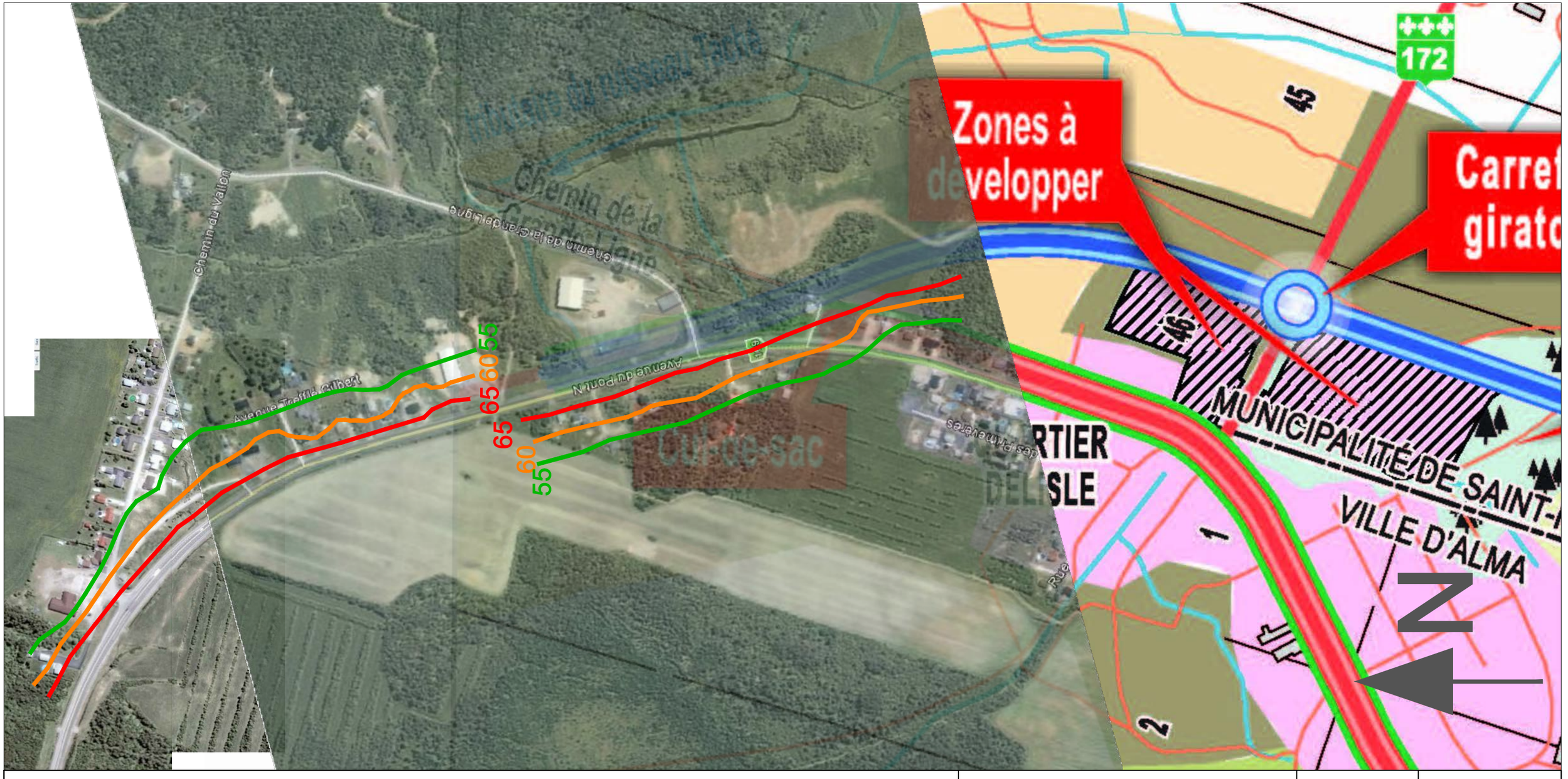


Figure 8 :
Isophones à Alma （Delisle） - Avec camionnage

Échelle:1=5000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

Figure 9 :
Isophones à St-Coeur-de-Marie - Sans camionnage

Échelle:1=5000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

Figure 10 :
Isophones à St-Coeur-de-Marie - Avec camionnage

Échelle:1=5000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

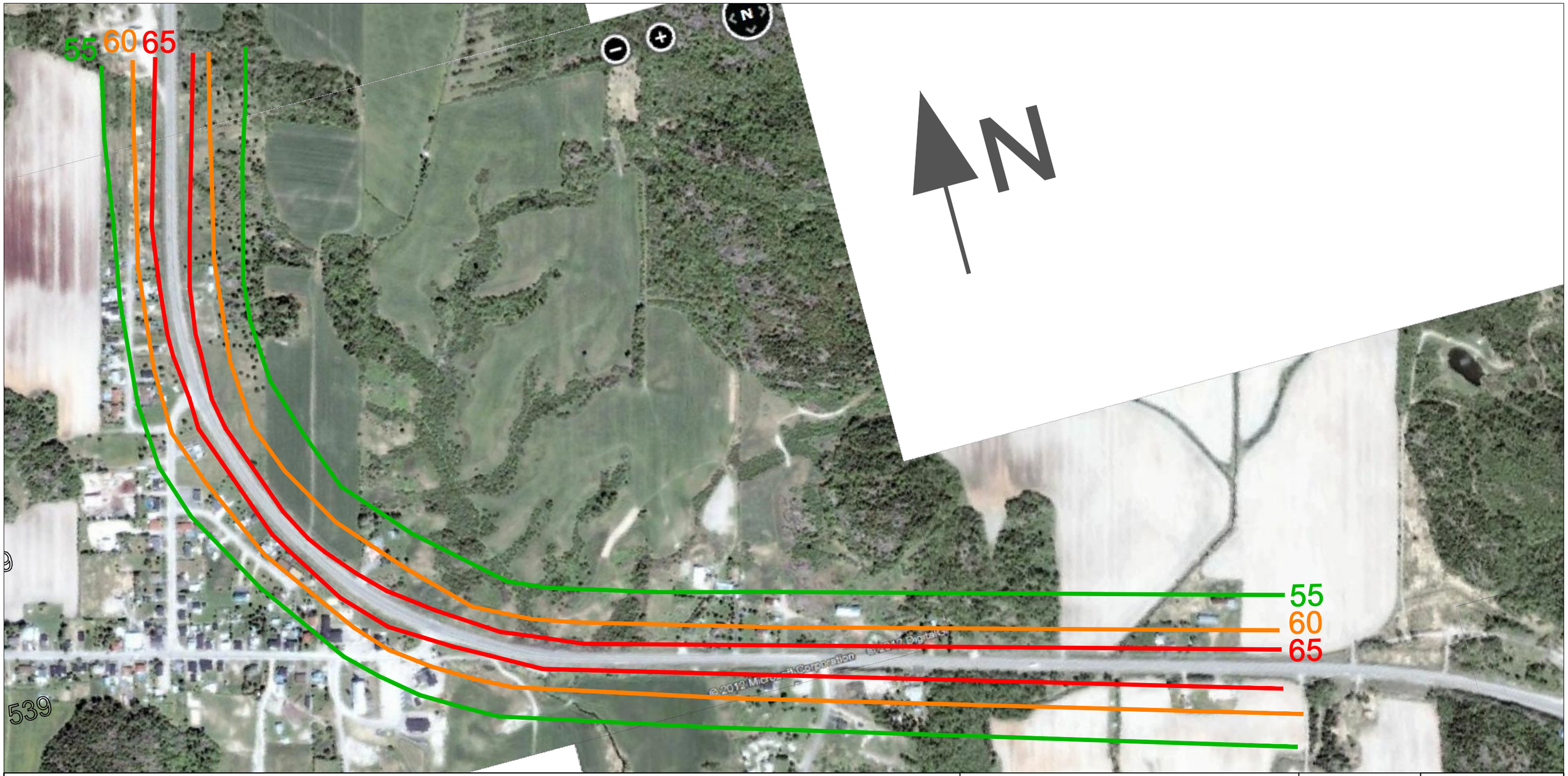


Figure 11 :
Isophones à St-Henri-de-Taillon - Sans camionnage

Échelle:1=5000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

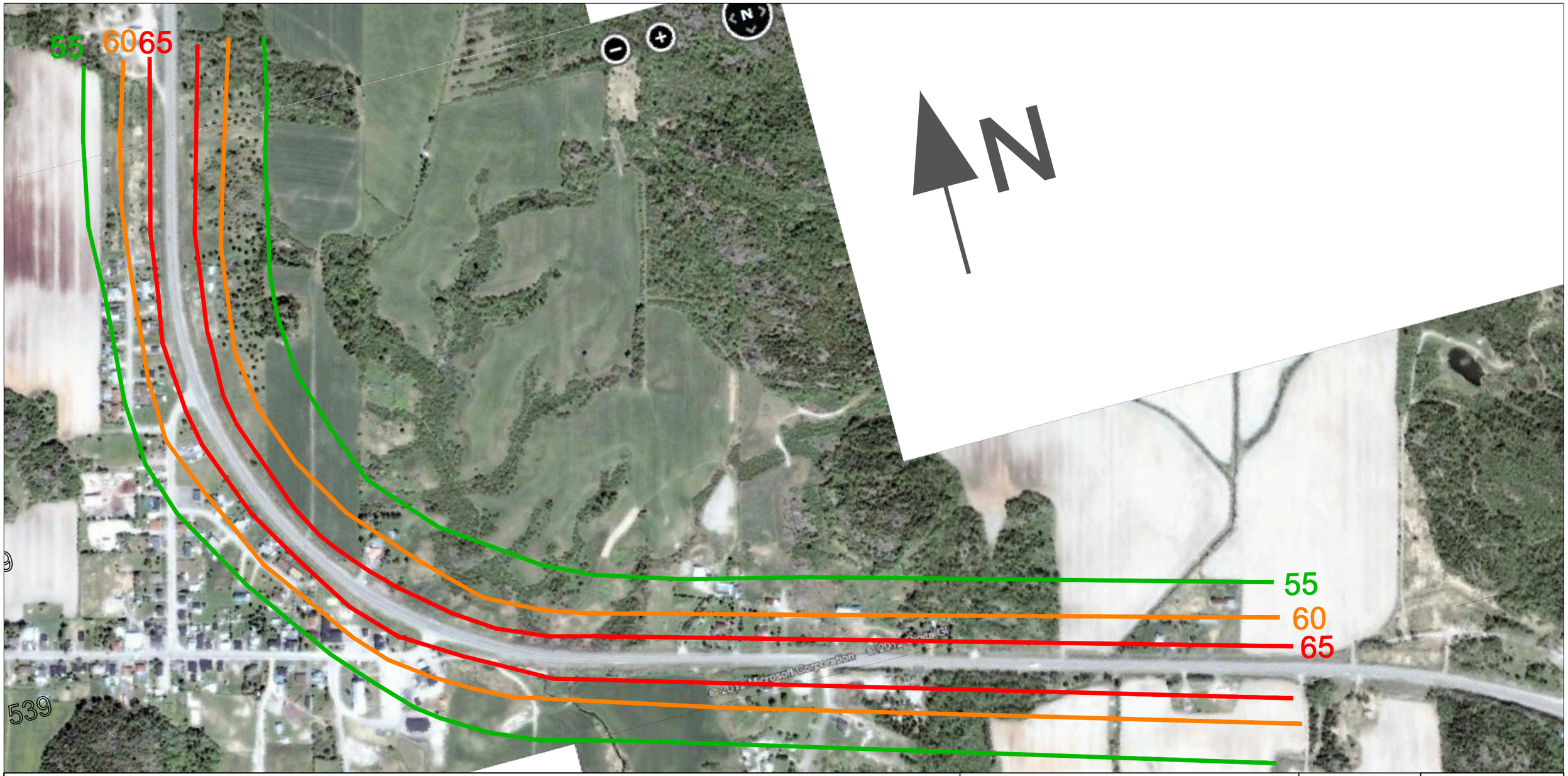


Figure 12 :
Isophones à St-Henri-de-Taillon - Avec camionnage

Échelle:1=5000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

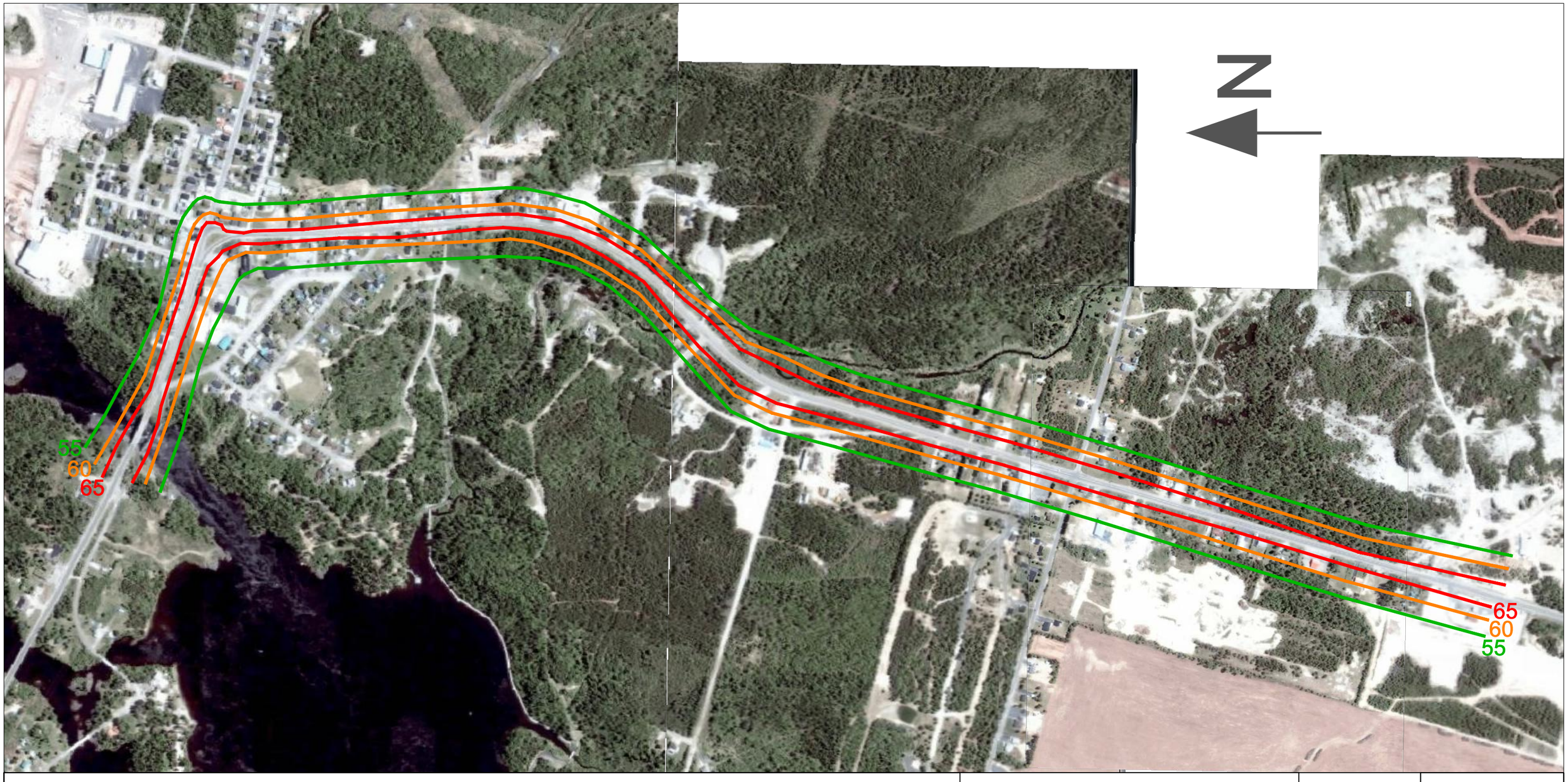


Figure 13 :
Isophones à Ste-Monique - Sans camionnage

Échelle:1=7000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

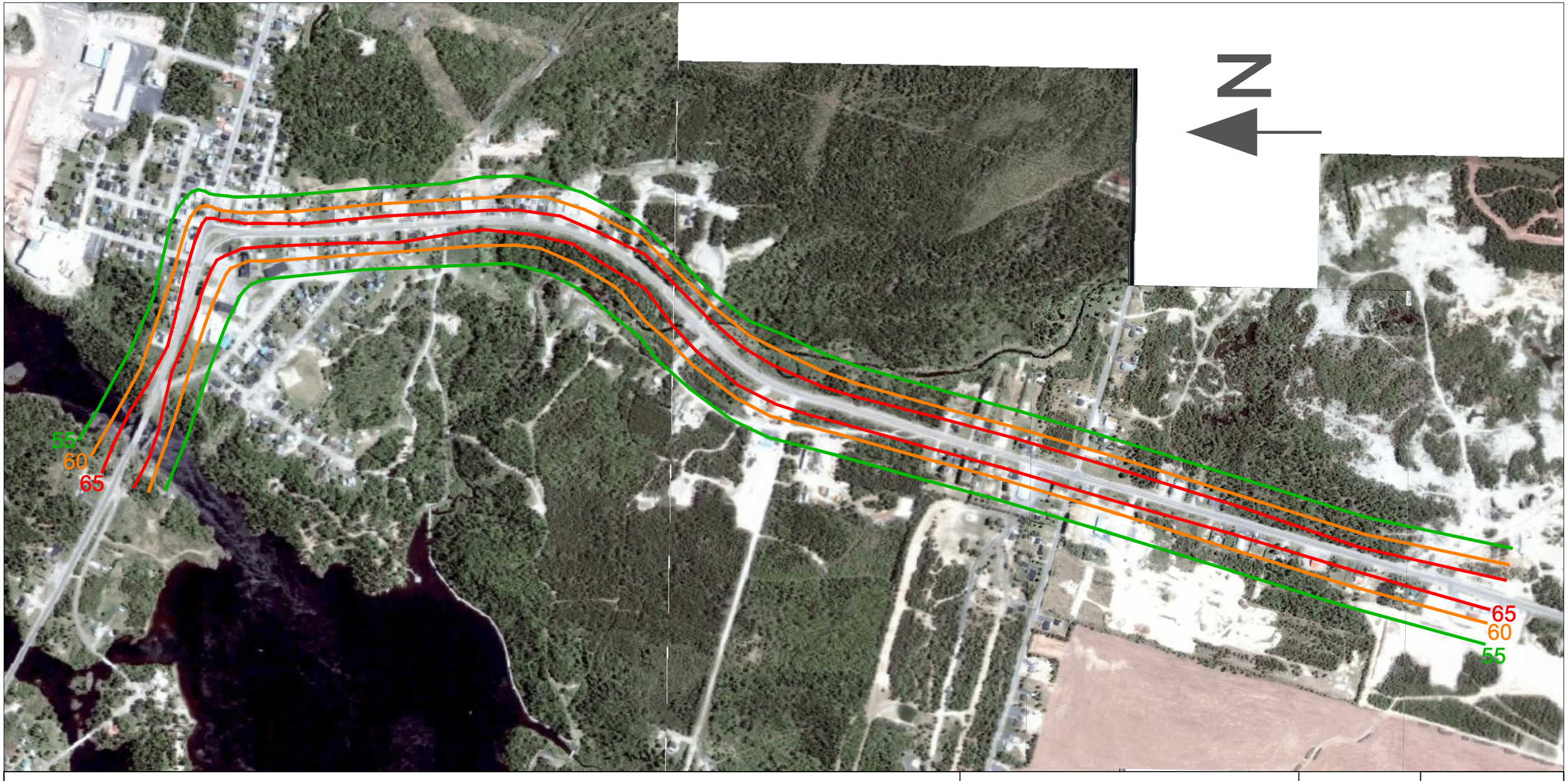


Figure 14 :
Isophones à Ste-Monique - Avec camionnage

Échelle:1=7000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

Figure 15 :
Isophones à St-Ludger-de-Milot - Sans camionnage

Échelle:1=3000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

Figure 16 :
Isophones à St-Ludger-de-Milot - Avec camionnage

Échelle:1=3000

GENIVAR

Ressources d'ARIANNE

Annexe A
Conditions météorologiques durant les mesures

Environnement Canada Environment Canada Canada

Rapport de données horaires pour le 23 octobre 2012

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

MISTOOK
QUEBEC

Latitude: 48°35'54,000" N Longitude: 71°42'57,000" O Altitude: 112,50 m

Identification Climat: 7065012 Identification OMM: 71381 Identification TC: WIX

Rapport de données horaires pour le 23 octobre 2012

Heure	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10s deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refroid. éolien	Temps
00:00	3,0	-0,7	77	30	28		M			ND
01:00	2,3	-0,8	80	30	20		M			ND
02:00	2,5	-0,3	82	30	24		M			ND
03:00	2,4	-0,2	83	30	26		M			ND
04:00	1,9	-0,6	83	30	20		M			ND
05:00	1,9	-0,4	85	30	20		M			ND
06:00	1,5	-0,9	84	30	20		M			ND
07:00	2,0	-1,0	80	30	22		M			ND
08:00	2,6	-0,7	79	30	22		M			ND
09:00	3,0	-0,5	78	30	22		M			ND
10:00	3,9	-0,3	74	30	20		M			ND
11:00	4,5	-0,7	69	30	24		M			ND
12:00	5,4	-1,3	62	31	22		M			ND
13:00	6,9	-0,6	59	30	20		M			ND
14:00	7,2	-0,8	57	30	20		M			ND
15:00	7,4	-0,6	57	31	19		M			ND
16:00	6,9	-0,8	58	30	19		M			ND
17:00	5,6	-0,9	63	30	13		M			ND
18:00	4,5	-0,9	68	30	15		M			ND
19:00	3,3	-1,1	73	34	13		M			ND
20:00	2,6	-1,8	73	34	13		M			ND
21:00	2,0	-1,8	76	31	9		M			ND
22:00	1,4	-2,1	77	29	11		M			ND
23:00	1,8	-1,3	80	30	13		M			ND

Légende
M = Données manquantes
E = Valeur estimée
ND = non disponible
‡ = Données fournies par un partenaire, non assujetties à un révision par les Archives climatiques nationales du Canada

Environnement Canada Environment Canada Canada

Rapport de données horaires pour le 24 octobre 2012

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

MISTOOK
QUEBEC

Latitude: 48°35'54,000" N Longitude: 71°42'57,000" O Altitude: 112,50 m

Identification Climat: 7065012 Identification OMM: 71381 Identification TC: WIX

Rapport de données horaires pour le 24 octobre 2012

Heure	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10s deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refroid. éolien	Temps
00:00	1,5	-1,4	81	29	15			M		ND
01:00	0,9	-1,7	83	30	17			M		ND
02:00	0,3	-2,0	85	30	19			M		ND
03:00	-0,2	-2,3	86	30	19			M	-5	ND
04:00	-0,8	-2,4	89	29	17			M	-6	ND
05:00	0,7	-1,9	83	29	17			M		ND
06:00	0,6	-2,0	83	30	17			M		ND
07:00	0,6	-2,5	80	31	17			M		ND
08:00	0,7	-2,9	77	32	17			M		ND
09:00	1,1	-3,6	71	35	13			M		ND
10:00										
11:00	2,1	-3,4	67	29	9			M		ND
12:00	2,2	-4,4	62	34	6			M		ND
13:00	3,5	-3,6	60	2	4			M		ND
14:00	4,1	-2,8	61	25	11			M		ND
15:00	3,8	-2,6	63	25	13			M		ND
16:00	3,3	-2,1	68	24	9			M		ND
17:00	1,7	-2,3	75	20	6			M		ND
18:00	-1,4	-4,1	82	18	7			M	-4	ND
19:00	-0,6	-2,8	85	17	9			M	-4	ND
20:00	-1,8	-3,9	86	16	9			M	-5	ND
21:00	-2,0	-3,8	87	10	4			M	-3	ND
22:00	-2,4	-3,6	91	12	4			M	-4	ND
23:00	-2,4	-3,6	91	16	6			M	-5	ND

Légende
M = Données manquantes
E = Valeur estimée
ND = non disponible
‡ = Données fournies par un partenaire, non assujetties à un révision par les Archives climatiques nationales du Canada

Environnement Canada Environment Canada Canada

Rapport de données horaires pour le 25 octobre 2012

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

MISTOOK
QUEBEC

Latitude: 48°35'54,000" N Longitude: 71°42'57,000" O Altitude: 112,50 m

Identification Climat: 7065012 Identification OMM: 71381 Identification TC: WIX

Rapport de données horaires pour le 25 octobre 2012

Heure	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10s deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refroid. éolien	Temps
00:00	-2,6	-3,9	91	8	7		M		-5	ND
01:00	-2,3	-3,6	91	9	7		M		-5	ND
02:00	-2,6	-3,9	91	10	4		M		-4	ND
03:00	-2,7	-3,7	93	8	7		M		-6	ND
04:00	-2,4	-3,3	94	11	9		M		-6	ND
05:00	-1,7	-2,6	94	11	19		M		-7	ND
06:00	-2,5	-3,4	94	9	9		M		-6	ND
07:00	-1,4	-2,4	93	10	11		M		-5	ND
08:00	-0,1	-2,0	87	10	9		M		-3	ND
09:00	1,3	-1,6	81	9	7		M			ND
10:00	4,0	-0,8	71	11	19		M			ND
11:00	6,4	-1,1	59	10	19		M			ND
12:00	7,9	-0,9	54	11	11		M			ND
13:00	9,1	-2,5	44	9	13		M			ND
14:00	10,2	-2,5	41	11	19		M			ND
15:00	10,1	-2,9	40	11	19		M			ND
16:00	9,6	-2,1	44	11	17		M			ND
17:00	8,6	-0,2	54	11	22		M			ND
18:00	8,5	0,7	58	11	22		M			ND
19:00	8,3	0,5	58	11	19		M			ND
20:00	8,2	0,6	59	10	15		M			ND
21:00	7,8	-0,2	57	11	17		M			ND
22:00	7,2	-1,5	54	11	15		M			ND
23:00	7,1	-2,7	50	12	15		M			ND

Légende
M = Données manquantes
E = Valeur estimée
ND = non disponible
‡ = Données fournies par un partenaire, non assujetties à un révision par les Archives climatiques nationales du Canada

Environnement Canada Environment Canada Canada

Rapport de données horaires pour le 06 novembre 2012

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

MISTOOK
QUEBEC

Latitude: 48°35'54,000" N Longitude: 71°42'57,000" O Altitude: 112,50 m

Identification Climat: 7065012 Identification OMM: 71381 Identification TC: WIX

Rapport de données horaires pour le 6 novembre 2012

Heure	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10s deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refroid. éolien	Temps
00:00	-4,3	-7,8	77	31	20		M		-11	ND
01:00	-4,2	-8,0	75	31	22		M		-11	ND
02:00	-4,3	-7,6	78	31	17		M		-10	ND
03:00	-4,5	-8,0	76	31	19		M		-11	ND
04:00	-5,1	-8,0	80	31	19		M		-12	ND
05:00	-5,4	-8,3	80	30	19		M		-12	ND
06:00	-5,5	-8,1	82	31	19		M		-12	ND
07:00	-5,4	-9,0	76	30	20		M		-12	ND
08:00	-4,9	-9,0	73	30	22		M		-12	ND
09:00	-4,4	-9,4	68	30	20		M		-11	ND
10:00	-3,5	-10,6	58	30	22		M		-10	ND
11:00	-2,8	-9,9	58	29	19		M		-9	ND
12:00	-3,0	-9,7	60	29	20		M		-9	ND
13:00	-2,4	-8,9	61	28	15		M		-7	ND
14:00	-2,0	-10,1	54	27	20		M		-8	ND
15:00	-1,9	-8,9	59	28	17		M		-7	ND
16:00	-1,3	-8,8	57	29	15		M		-6	ND
17:00	-1,9	-9,5	56	31	15		M		-7	ND
18:00	-2,2	-9,4	58	31	22		M		-8	ND
19:00	-2,1	-9,5	57	32	22		M		-8	ND
20:00	-2,4	-9,8	57	32	20		M		-8	ND
21:00	-2,4	-9,6	58	31	11		M		-6	ND
22:00	-2,2	-9,0	60	34	15		M		-7	ND
23:00	-2,9	-9,0	63	35	13		M		-8	ND

Légende
M = Données manquantes
E = Valeur estimée
ND = non disponible
‡ = Données fournies par un partenaire, non assujetties à un révision par les Archives climatiques nationales du Canada

Environnement Canada Environment Canada Canada

Rapport de données horaires pour le 07 novembre 2012

Toutes les heures sont exprimées en heure normale locale (HNL). Pour convertir l'heure locale en heure avancée, ajoutez 1 heure s'il y a lieu.

MISTOOK
QUEBEC

Latitude: 48°35'54,000" N Longitude: 71°42'57,000" O Altitude: 112,50 m

Identification Climat: 7065012 Identification OMM: 71381 Identification TC: WIX

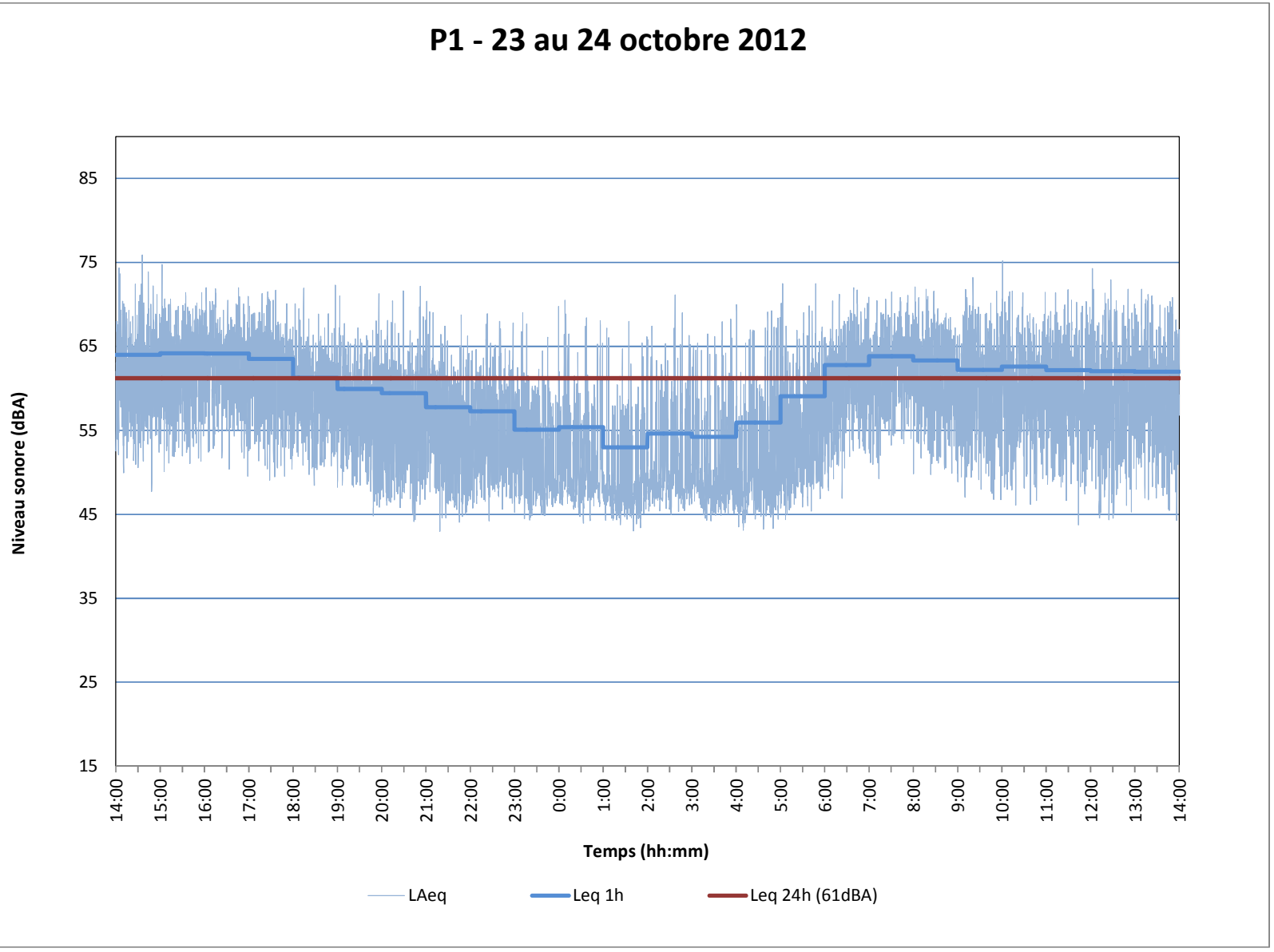
Rapport de données horaires pour le 7 novembre 2012

Heure	Temp. °C	Point de rosée °C	Hum. rel. %	Dir. du vent 10s deg	Vit. du vent km/h	Visibilité km	Pression à la station kPa	Hmdx	Refroid. éolien	Temps
00:00	-3,1	-9,6	61	35	9		M		-7	ND
01:00	-3,0	-10,1	58	1	11		M		-7	ND
02:00	-4,1	-9,7	65	1	9		M		-8	ND
03:00	-4,0	-9,3	67	1	13		M		-9	ND
04:00	-4,8	-8,6	75	1	11		M		-9	ND
05:00	-6,5	-8,0	89	5	9		M		-11	ND
06:00	-7,6	-9,1	89	8	6		M		-11	ND
07:00	-7,7	-9,1	90	3	7		M		-11	ND
08:00	-5,3	-7,2	86	8	6		M		-8	ND
09:00	-2,9	-8,4	66	12	2		M		-4	ND
10:00	-2,0	-9,4	57	1	6		M		-4	ND
11:00	-1,8	-10,2	53	6	6		M		-4	ND
12:00	-1,1	-9,5	53	4	7		M		-4	ND
13:00	0,1	-8,1	54	3	11		M			ND
14:00	0,1	-8,9	51	13	6		M			ND
15:00	0,5	-8,3	52		0		M			ND
16:00	-2,3	-8,0	65	21	4		M		-4	ND
17:00	-2,8	-8,3	66	24	6		M		-5	ND
18:00	-4,3	-7,9	76	24	4		M		-6	ND
19:00	-5,3	-7,6	84	33	2		M		-6	ND
20:00	-6,1	-8,2	85	15	6		M		-9	ND
21:00	-6,4	-8,5	85	10	4		M		-8	ND
22:00	-4,6	-6,8	85	12	4		M		-6	ND
23:00	-6,0	-7,1	92	5	6		M		-9	ND

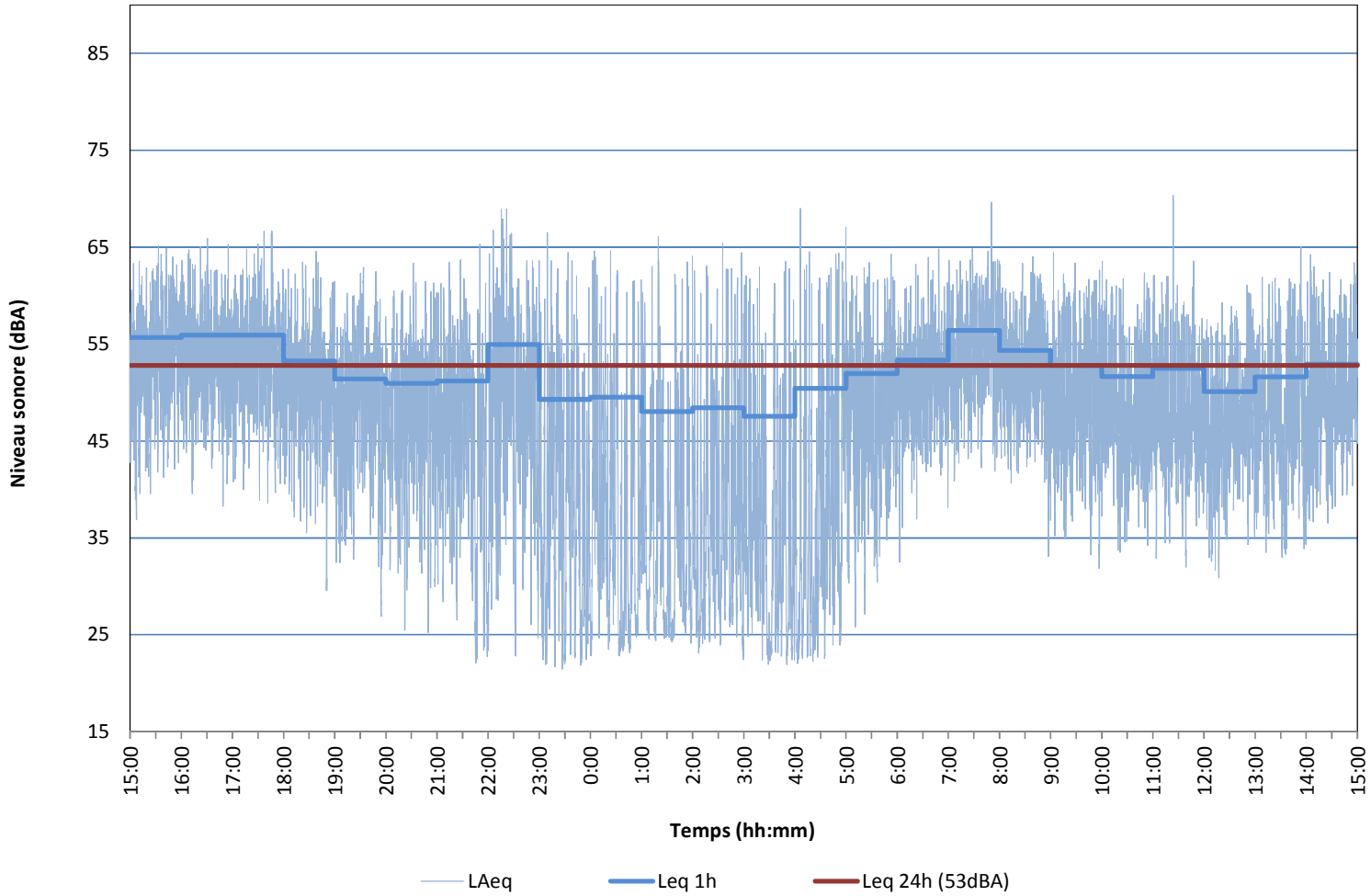
Légende
M = Données manquantes
E = Valeur estimée
ND = non disponible
‡ = Données fournies par un partenaire, non assujetties à un révision par les Archives climatiques nationales du Canada

Annexe B
Résultats détaillés des mesures

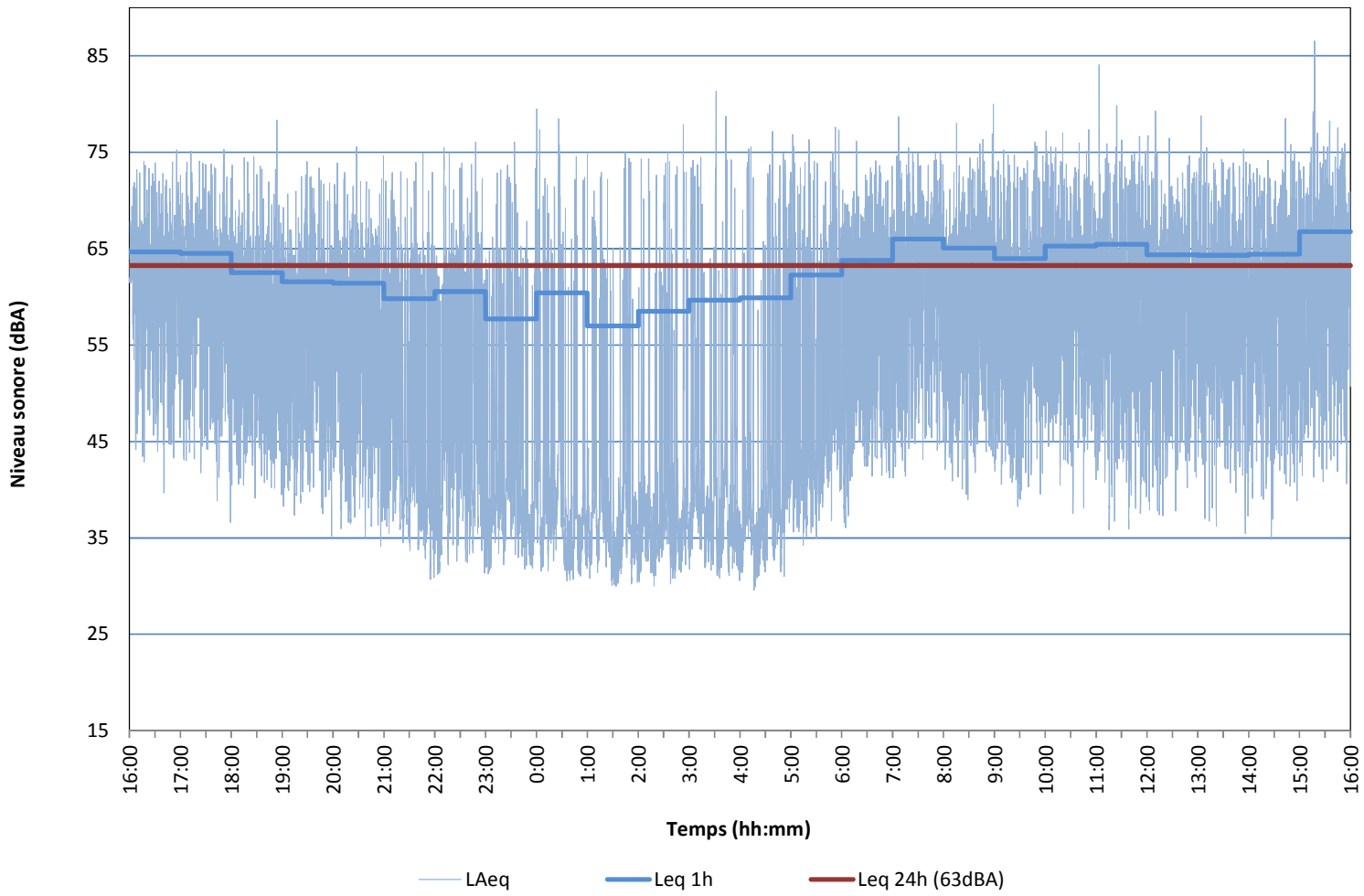
P1 - 23 au 24 octobre 2012



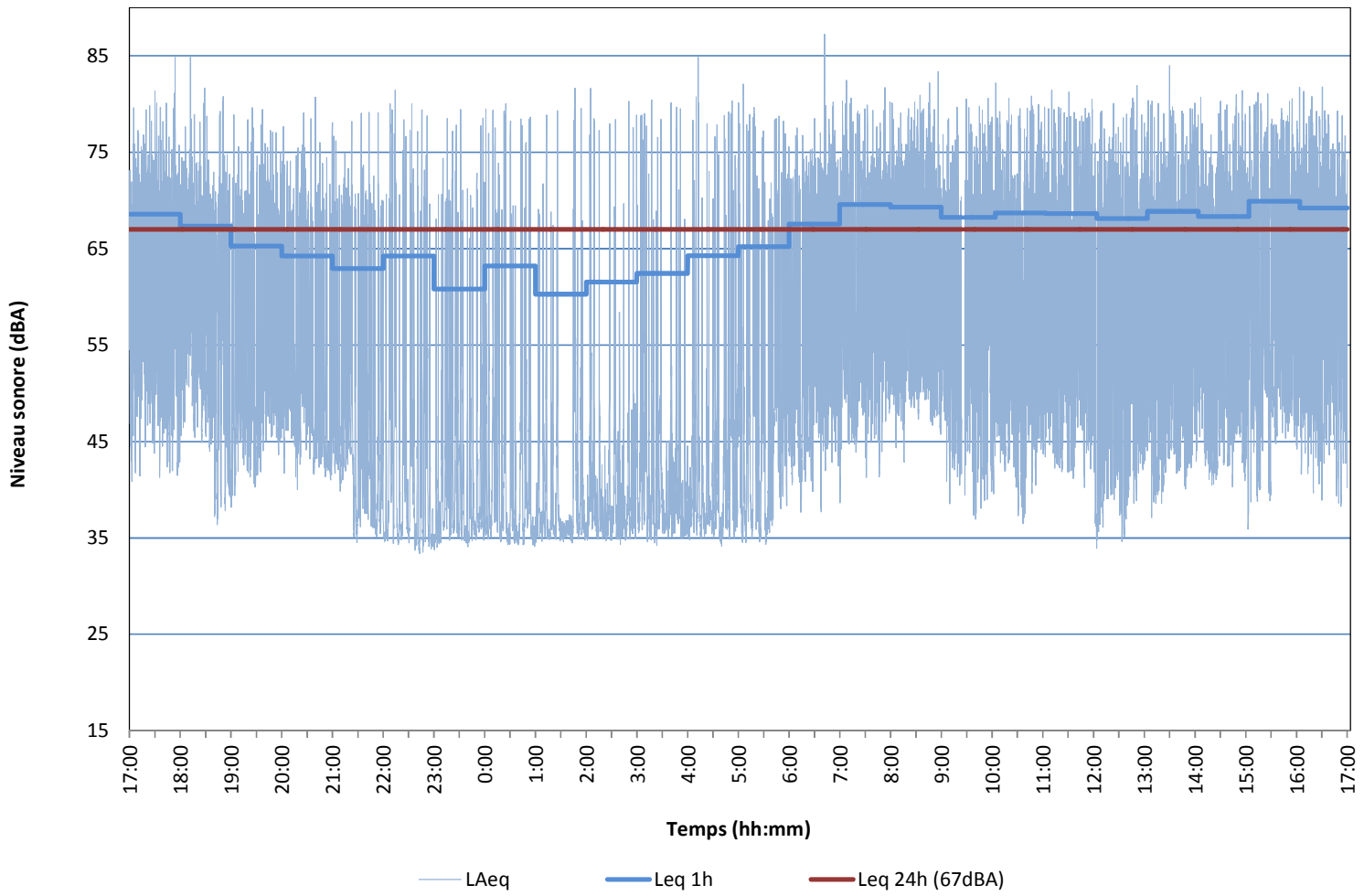
P2 - 23 au 24 octobre 2012



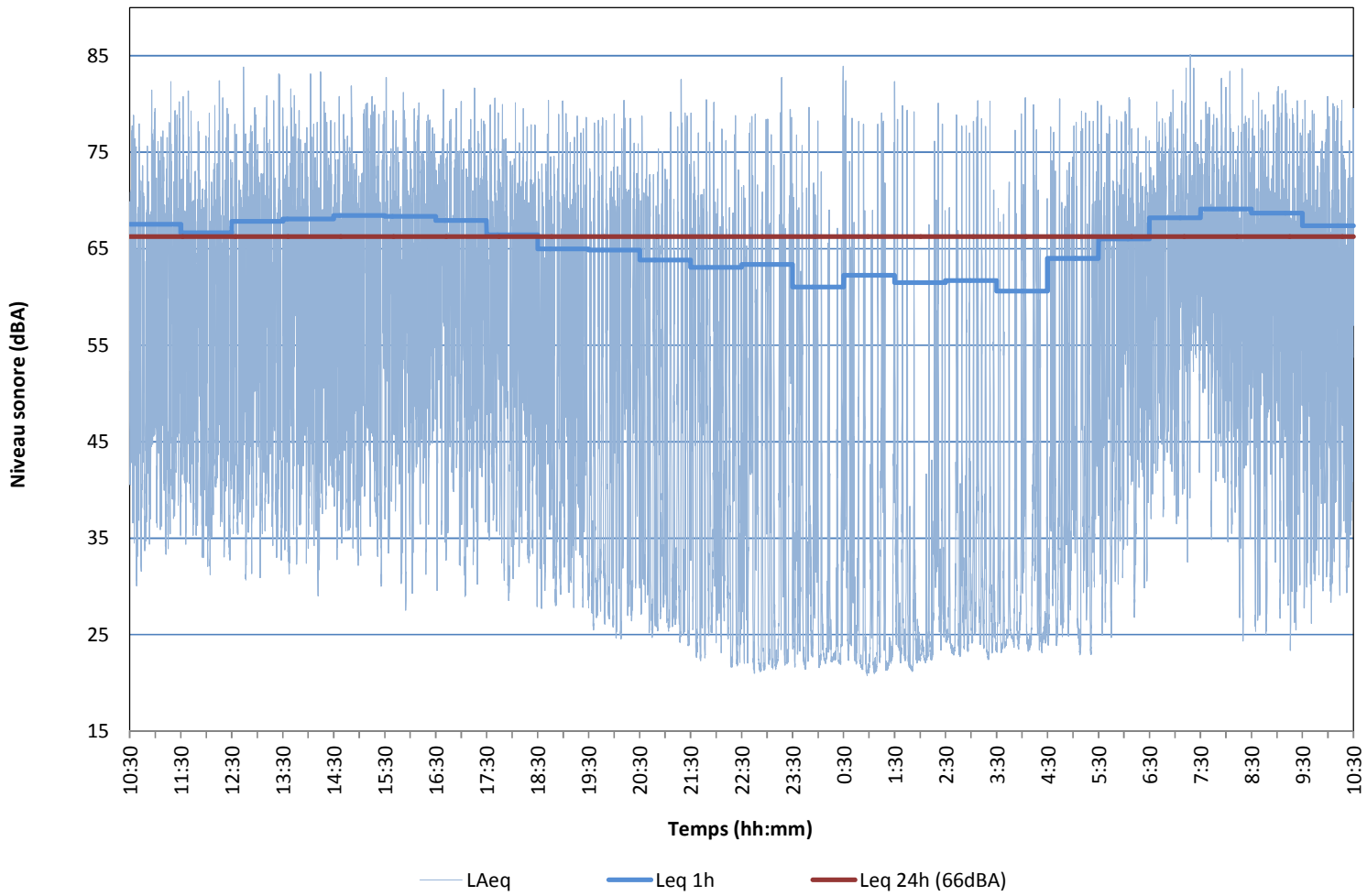
P3 - 23 au 24 octobre 2012



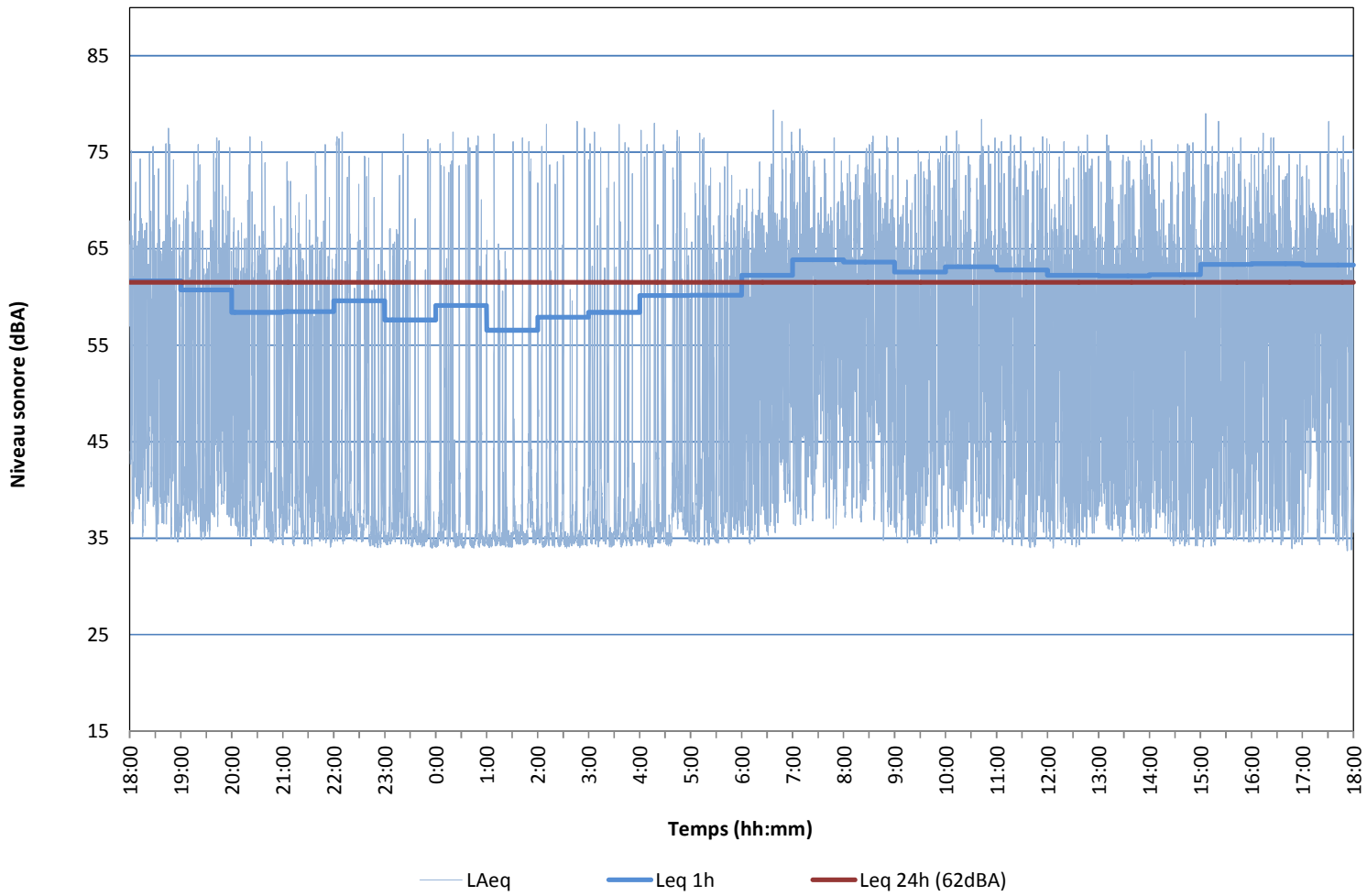
P4 - 23 au 24 octobre 2012



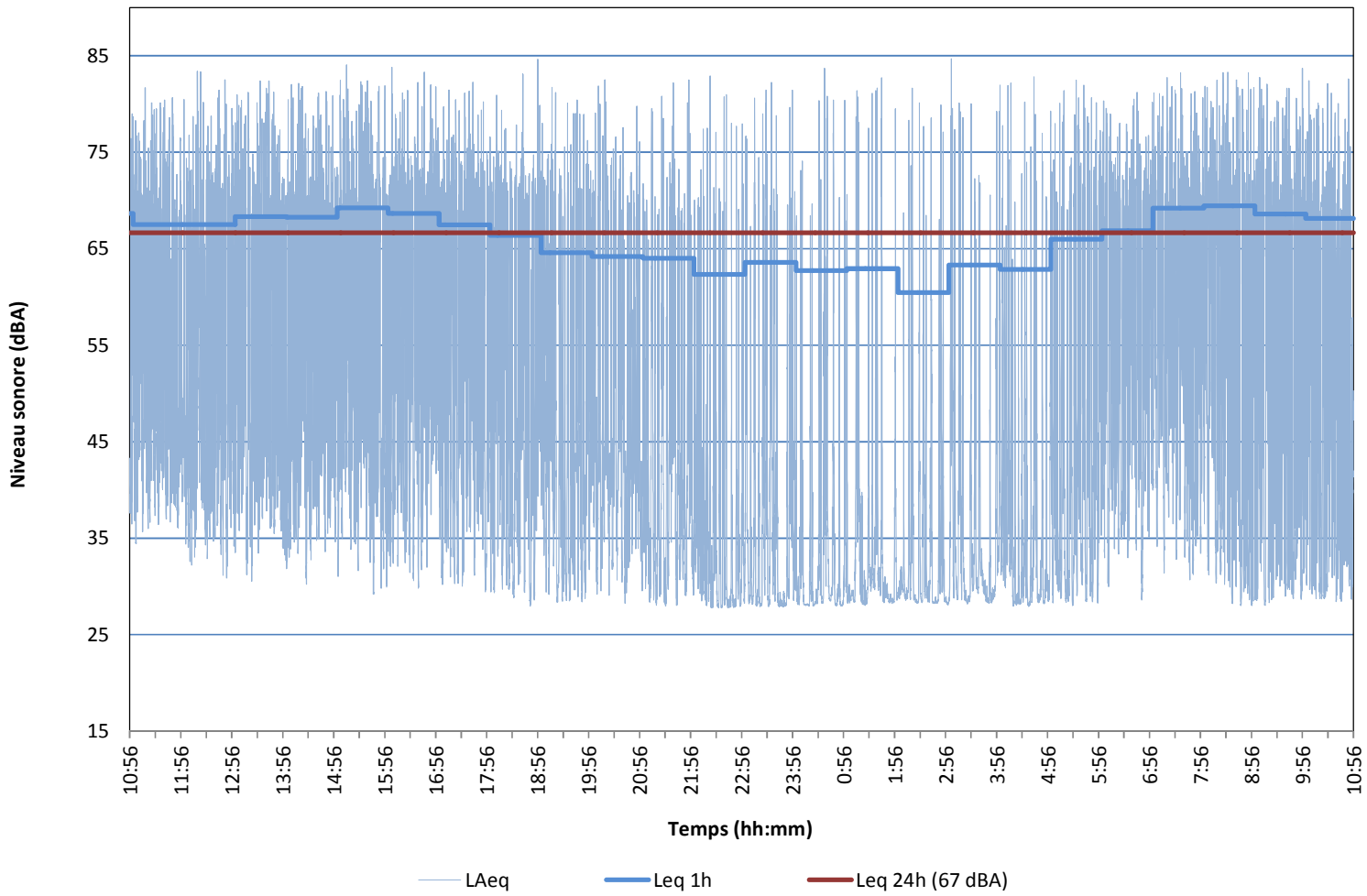
P5 - 6 au 7 novembre 2012



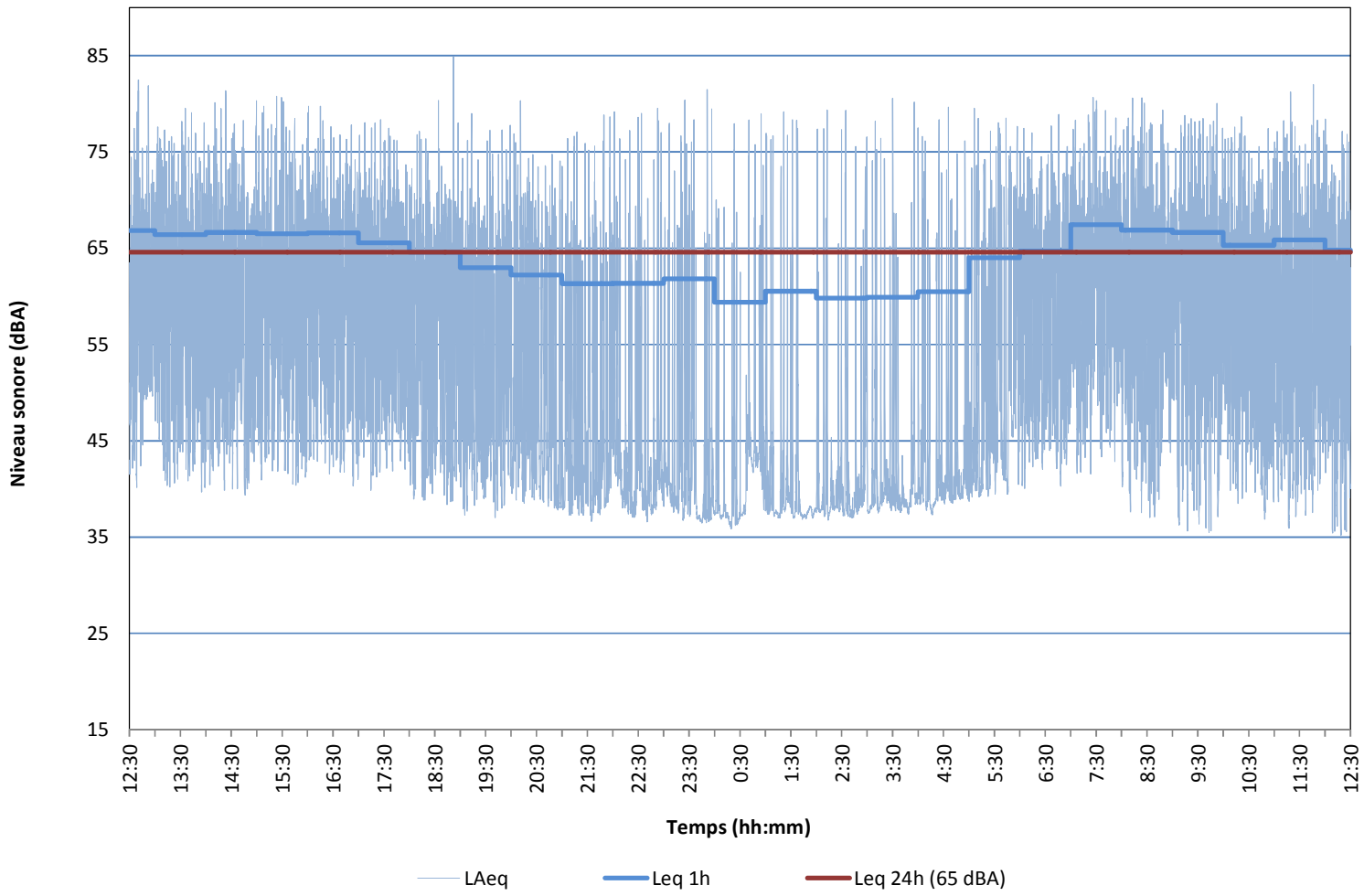
P7 - 23 au 24 octobre 2012



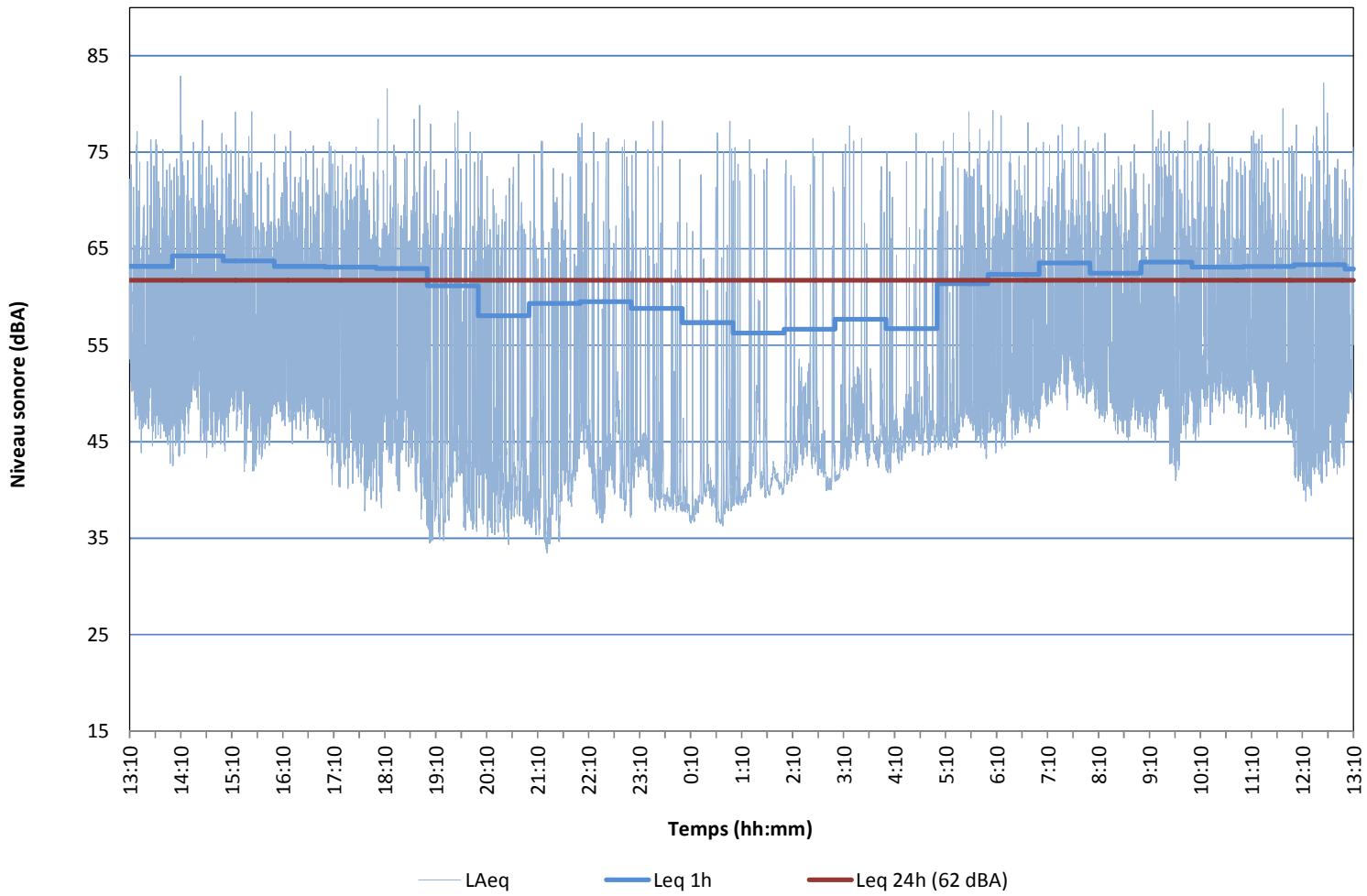
P8 - 6 au 7 novembre 2012



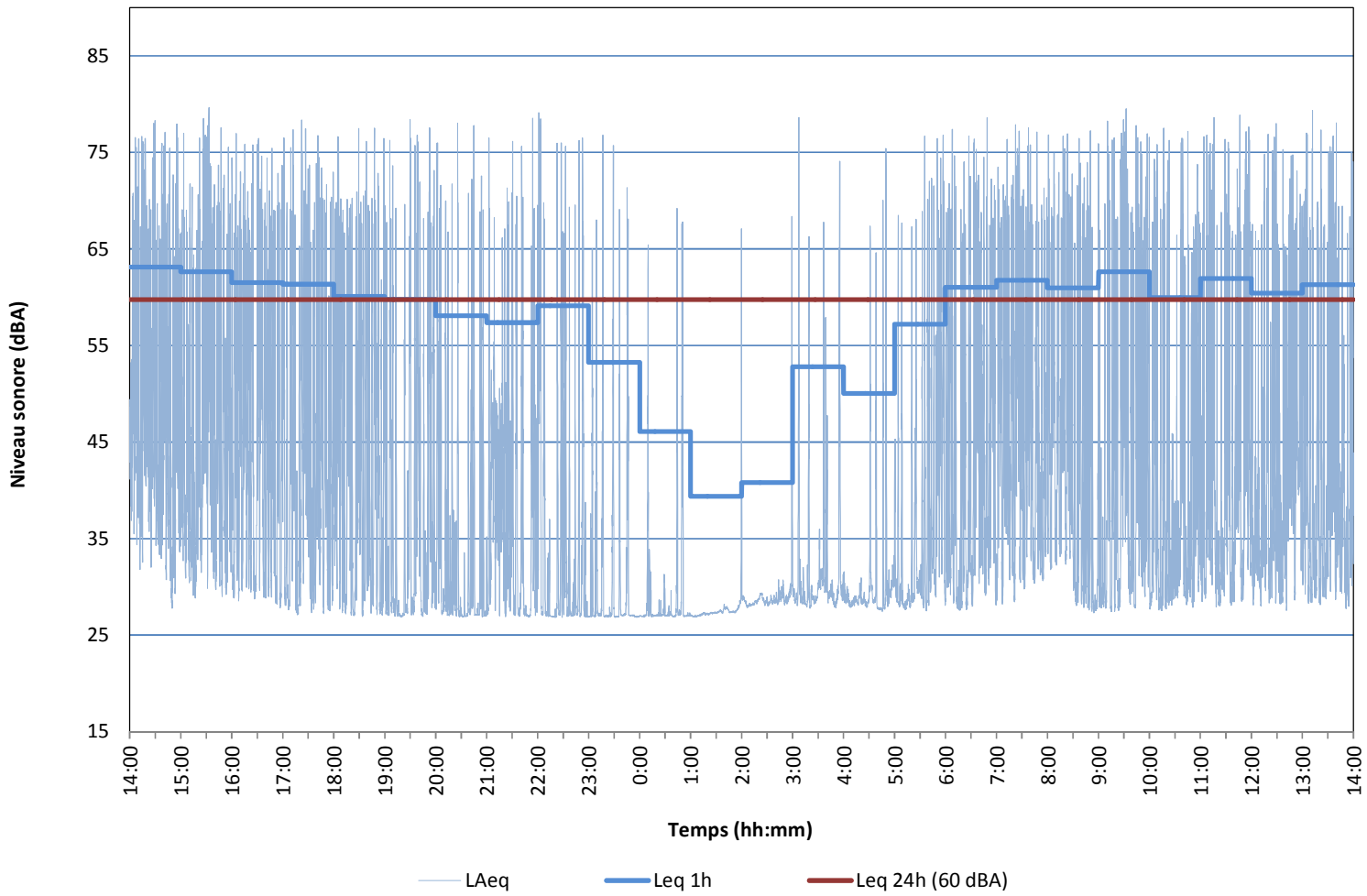
P9 - 6 au 7 novembre 2012



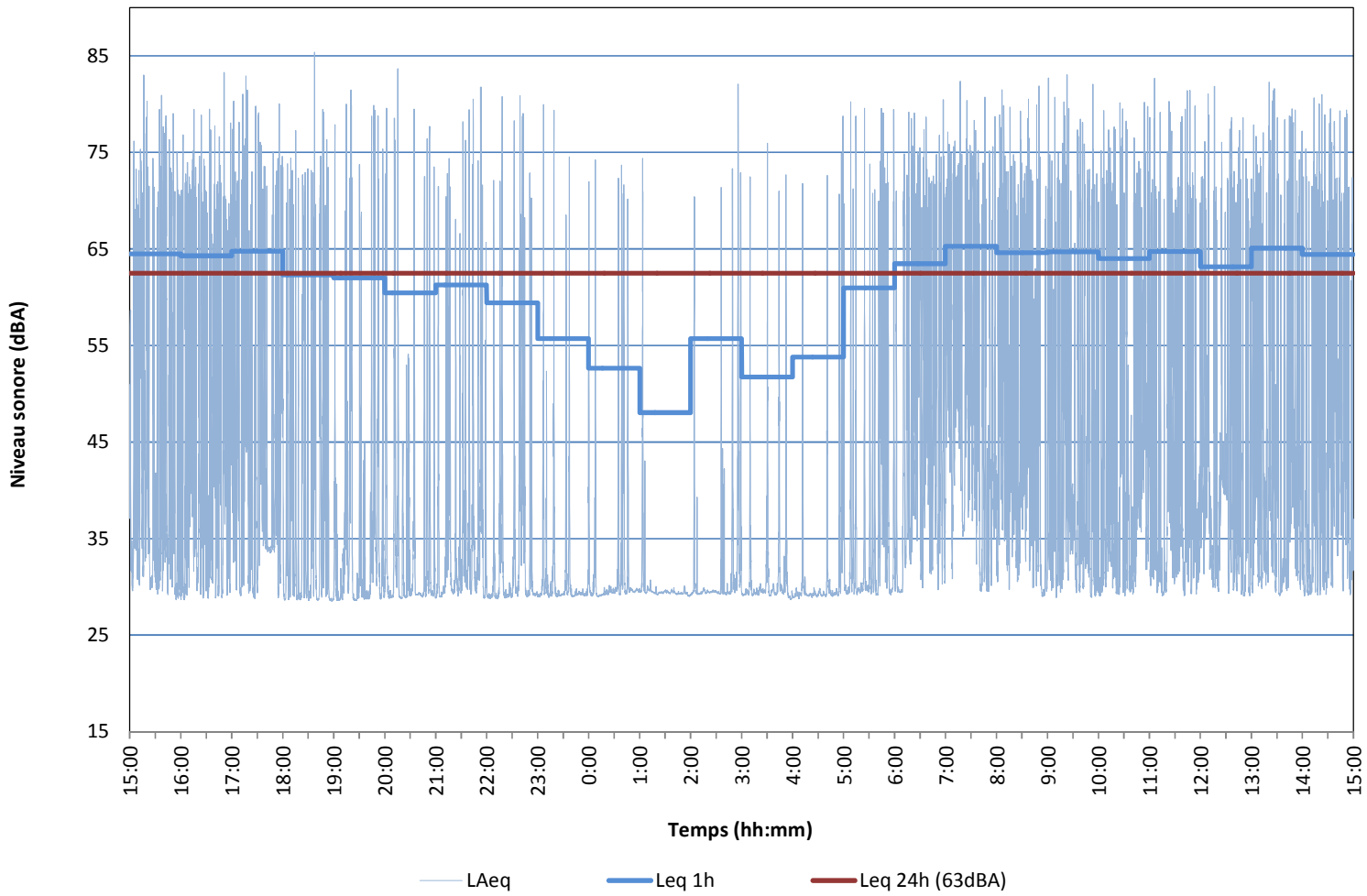
P10 - 6 au 7 novembre 2012



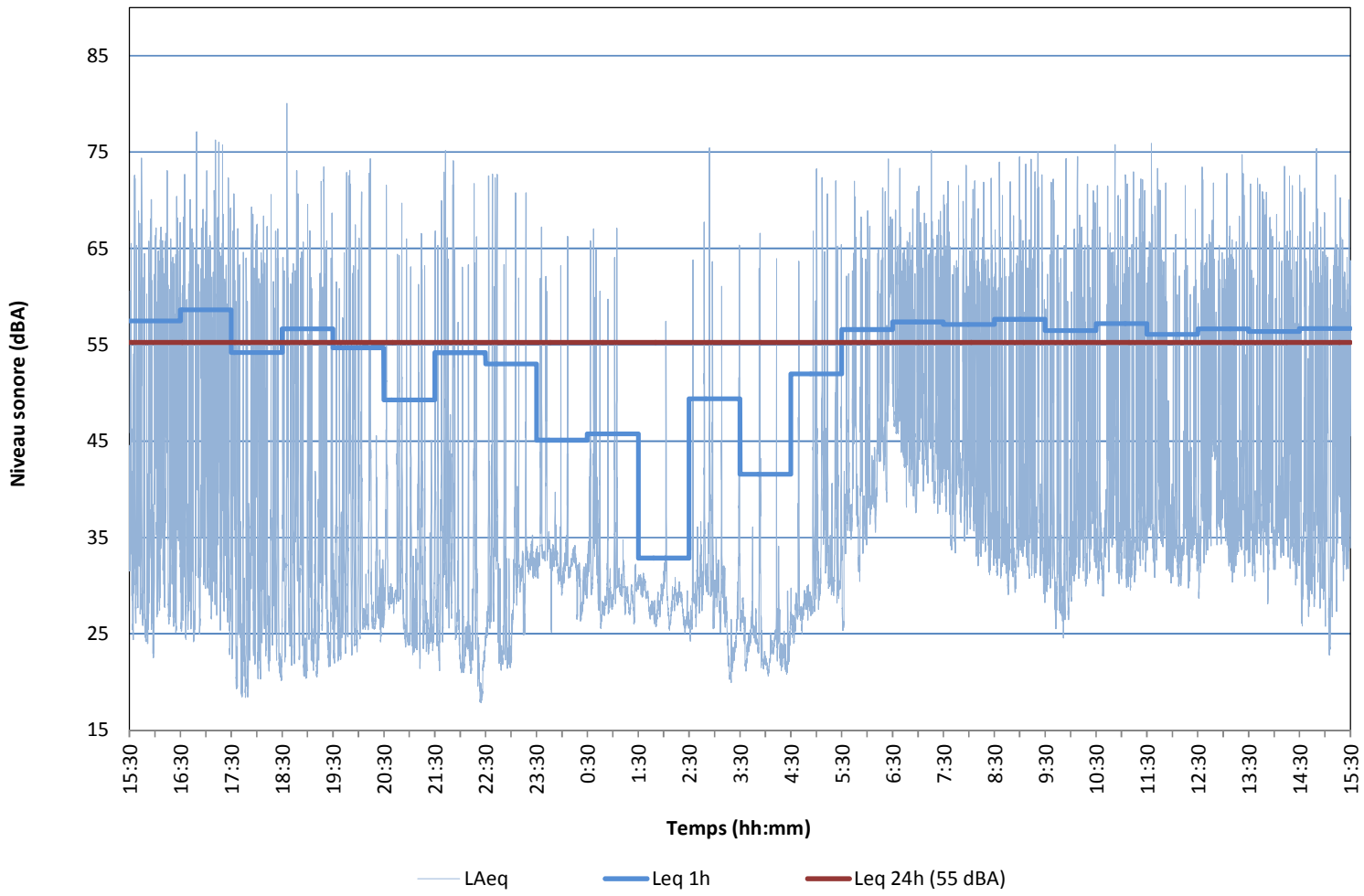
P11 - 6 au 7 novembre 2012



P12 - 6 au 7 novembre 2012



P13 - 6 au 7 novembre 2012



Annexe C
Grille d'évaluation de l'impact sonore du MTQ

GRILLE D'ÉVALUATION DE L'IMPACT SONORE

NIVEAUX SONORES (dBA $L_{eq,\ 24\ h}$) :

NIVEAU PROJETÉ (HORIZON 10 ANS)

NIVEAU ACTUEL	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
45	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
46	-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
47	-	-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
48	-	-	-	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
49	-	-	-	-	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
50	-	-	-	-	-	0	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
51	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
52	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
53	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	2	3	3	3	3	3	3
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	2	3	3	3	3	3
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	2	3	3	3	3
66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	2	3	3	3
67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	2	3	3
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	3	3
69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	2	3
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2	3

- **-** Diminution du niveau sonore
- **0** Impact nul
- **1** Impact faible
- **2** Impact moyen
- **3** Impact fort

Annexe 21 :
Fiches signalétiques des produits dangereux

Clariant

Safety Data Sheet in accordance with Regulation (EC) No 1907/2006

Flotinor FS-2/180 kg Steel Drum, bung

Substance key: SXR005564
Version : 1 - 18 / EU

Revision Date: 08.01.2008
Date of printing : 18.08.2009

1. Identification of the substance/preparation and of the company/undertaking

Trade name
Flotinor FS-2/180 kg Steel Drum, bung

Use of the substance/preparation.
Industry sector : Mining
Type of use : Collecting agent for flotation

Identification of the company
Clariant Produkte (Deutschland) GmbH

65926 Frankfurt am Main
Telephone no. : +49 69 305 18000

Information about the substance/preparation
Div. Functional Chemicals/PRODUCT SAFETY
++49(0)69-305-2092/15315/32251
e-mail: FUN.EHS@clariant.com

Emergency telephone number : 00800-5121 5121 (24 h)

2. Hazards identification

No particular hazards known.

3. Composition/information on ingredients

Chemical characterization
Distilled carboxylic acid with low resin content

CAS number : 67701-07-9
EINECS number : 266-931-1

4. First aid measures

General information
Remove soiled or soaked clothing immediately

After inhalation
When inhaled remove to fresh air and seek medical aid.

After contact with skin
In case of contact with skin wash off immediately with soap and water

After contact with eyes
In case of contact with eyes rinse thoroughly with water

After ingestion
Summon a doctor immediately.

5. Fire-fighting measures

Suitable extinguishing media
water spray jet
foam
sand
carbon dioxide
dry powder

Special hazards from the substance itself, its combustion products or from its vapours
Carbon monoxide (CO)
Carbon dioxide (CO2)

Special protective equipment for firefighting
Use self-contained breathing apparatus
Wear full protective suit.

6. Accidental release measures

Personal precautions
Wear suitable personal protective equipment.
Ensure adequate ventilation.

Environmental precautions
Do not allow to enter drains or waterways

Methods for cleaning up/taking up
Do not use organic absorbent material
Pick up with binding agents (eg dry sand)
Rinse away rest with plenty of water

7. Handling and storage

Advice on safe handling
No special measures necessary if stored and handled as prescribed.

Advice on protection against fire and explosion
Containers in danger should be cooled with water.

Further information on storage conditions
- sensitive to frost - In case of the product becoming opaque, thickening or being frozen due to the effects of cold, allow to thaw slowly at room temperature. Stir briefly before use.
Protect from direct sunlight

8. Exposure controls / personal protection

Occupational exposure controls

General protective measures
Avoid contact with eyes

Hygiene measures
Observe the usual precautions when handling chemicals.

Hand protection :	For long-term exposure: Butyl rubber gloves. Minimum breakthrough time / gloves : 480 min Minimum thickness / gloves 0,7 mm For short-term exposure (splash protection): Nitrile rubber gloves. Minimum breakthrough time / gloves : 30 min Minimum thickness / gloves 0,4 mm These types of protective gloves are offered by various manufacturers. Please note the manufacturers´ detailed statements, especially about the minimum thickness and the minimum breakthrough time. Consider also the particular working conditions under which the gloves are being used.
Eye protection :	safety glasses

9. Physical and chemical properties

Form :	Liquid
Colour :	slightly yellowish
Odour :	of vegetable oils
Pourpoint :	approx. -10 °C Method : DIN/ISO 3016
Boiling point :	> 200 °C Method : DIN 53171
Flash point :	> 200 °C Method : DIN 51758 (closed cup)
Ignition temperature :	Not applicable
Oxidizing properties :	Not applicable
Self-ignition temperature :	Not applicable
Flammability	
Lower explosion limit :	not tested.
Upper explosion limit :	not tested.
Combustion number :	Not applicable
Evaporation rate :	Not applicable
Vapour pressure :	not tested.
Density :	approx. 0,91 g/cm3 (20 °C) Method : DIN 51757
Bulk density :	Not applicable

Vapour density in relation to air :	Not applicable
Solubility in water :	insoluble
Soluble in ... :	fat not tested.
pH value :	Not applicable
Octanol/water partition coefficient (log Pow) :	not tested.
Viscosity (dynamic) :	approx. 40 mPa.s (20 °C) Method : DIN 53015
Viscosity (kinematic) :	not tested.

10. Stability and reactivity

Thermal decomposition : not tested.

Hazardous reactions

No hazardous reactions when stored and handled according to prescribed instructions.

11. Toxicological information

Acute oral toxicity :	LD50 > 2.000 mg/kg (rat) Method : OECD 401 Source : Analogy
Acute inhalation toxicity :	not tested.
Acute dermal toxicity :	not tested.
Irritant effect on skin :	not tested.
Irritant effect on eyes :	not tested.
Sensitization :	not tested.
Mutagenicity :	not tested.

12. Ecological information

Biodegradability :	> 80 % Method : OECD 302 B
Fish toxicity :	LC50 1 - 10 mg/l (96 h, salmon)

Bacteria toxicity :	EC50 > 1.000 mg/l Method : OECD 209
Chemical oxygen demand (COD) :	2.355 mg/g

Remarks
Fish toxicity refers to the water-soluble (saponified) from of the product

13. Disposal considerations

Product
In accordance with local authority regulations, take to special waste incineration plant

14. Transport information

ADR	not restricted
ADNR	not restricted
RID	not restricted
IATA	not restricted
IMDG	not restricted

15. Regulatory information

Labelling in accordance with EC-Directives
The product does not require a hazard warning label in accordance with EC Directives

Chemical Safety Assessment
No Chemical Safety Assessment (CSA) is yet available for the substance, or for the component substances, contained in this product.

16. Other information

Decimal notation: "Thousands" places are identified with a dot (example: 2.000 mg/kg means "two thousand mg/kg"). Decimal places are identified with a comma (example: 1,35 g/cm3).

The data are based on the current state of our knowledge, and are intended to describe the product with regard to the requirements of safety. The data should not be taken to imply any guarantee of a particular or general specification. It is the responsibility of the user of the product to ensure to his satisfaction that the product is suitable for the intended purpose and method of use. We do not accept responsibility for any harm caused by the use of this information. In all cases, our general conditions of sale apply.

COMPANY DETAILS

Date Feb 2009

Company Name	Clariant Australia
Address	530 -540 Springvale Rd Glen Waverley 3150
Emergency Tel.	0438108401
Tel/Fax	Tel: 03 52759416
Other Information	Visit our website: www.clariant.com

IDENTIFICATION

Product Name	Flotinor T020
Proper Shipping Name	None Allocated
UN Number	None Allocated
DG Class	None Allocated
Packing Group	None Allocated
Hazchem Code	None Allocated
Poisons Schedule	Not Scheduled
Product Use	Supplied as a flotation collector for mining applications

Physical Data

Melting Point	Less than 0 °C
Boiling Point	Approximately 100 °C
Vapour Pressure	2 kPa typical @ 20 °C
Flash Point	>200°C
Flamm. Limit LEL	Not applicable
Flamm. Limit UEL	Not applicable
Explosion Data	Not considered an explosion risk under normal conditions of use
Solubility in Water	Not readily soluble
Density	Approximately 0.91 kg/L @ 15 °C

Other Properties

Corrosiveness	Not corrosive
Oxidising Properties	Not classified as an oxidiser
Autoignition Temp.	Not applicable
Evaporation Rate	Less than 1 (n-butyl acetate=1)
Vapour Density	Greater than air
pH Value	Approximately 3.5 @ 20 °C
Odour	Mild fatty
Colour	Clear yellow
Form	Liquid
Stability	Stable under normal conditions of use
Haz. Polymerization	Will not occur
Materials to Avoid	Strong oxidising agents
Other Information	These physical data and other properties do not constitute a specification

Ingredients

Ingredients	**Name**	**CAS**	**Proportion**
	Distilled carboxylic acid	67701-07-9	>95 %

HEALTH HAZARD INFORMATION

Health Effects

Acute - Swallowed	May cause mild gastric irritation if swallowed.
Acute - Eye	Amild eye irritant.
Acute - Skin	Will have a degreasing action on the skin. Repeated or prolonged skin contact may lead to dermatitic effects.
Acute - Inhaled	Inhalation of mists or aerosols may produce respiratory irritation.
Chronic	Generally non-irritant on incidental contact. Excessive or prolonged contact may give rise to irritant or dermatitic effects.contact.

First Aid

Swallowed	Give water to drink. DO NOT induce vomiting. Seek medical advice. If vomiting occurs get immediate medical attention due to aspiration risk.
Eye	Immediately irrigate with copious quantity of water for at least 15 minutes. Eyelids to be held open. Seek medical advice if effects persist.
Skin	Wash with plenty of soap and water. If irritation occurs seek medical advice. Remove contaminated clothing and wash before re-use.
Inhaled	Remove victim from exposure - avoid becoming a casualty. Seek medical advice if effects persist.
First Aid Facilities	Normal washroom facilities are generally suitable. Ensure an eyewash station and safety shower are available and ready for use.
Other Information	Keep water and mild soap near work site.

Advice to Doctor

Advice to Doctor	Treat symptomatically. Aspiration is main danger. Intubation is recommended prior to any emesis due to foaming properties.

Other Health Hazard Information

Teratogenicity	No teratogenic effects known.
Reproductive Toxicity	Reproductive toxicity not expected.
Mutagenicity	Mutagenic effects not known.
Carcinogenicity	Product is not a known carcinogen.

PRECAUTIONS FOR USE

Exposure Limits	No exposure standard has been established for this product.
Other Exposure Info.	Exposure Standard means the average concentration of a particular substance in the worker's breathing zone, exposure to which, according to current knowledge, should not cause adverse health effects nor cause undue discomfort to nearly all workers. It can be of three forms; time-weighted average (TWA), peak limitation, or short term exposure limit (STEL). Occupational exposure limits: When an exposure standard has not been established by the National Occupational Health & Safety Commission for a material, a blanket recommendation of 5 mg/m3 for respirable vapours, mists and dusts should be used.
Eng. Controls	Maintain concentration below recommended exposure limit. Special ventilation is not normally required due to the low volatility of the product at normal temperatures. However, in the operation of certain equipment or at elevated temperatures, mists or vapour may be generated and exhaust ventilation should be provided to maintain airborne concentration levels below the exposure standard or where no exposure standard is allocated, as low as is reasonably practicable.

Personal Protection

Respirator Type	Respirator not normally required. Airborne concentrations should be kept to lowest levels possible. If vapour, mist or dust is generated and the occupational exposure limit of the product is exceeded, use appropriate AS/NZS 1715/1716 approved half-face filter respirator suitable for organic vapours or air supplied respirator after determining the airborne concentration of the contaminant. Air supplied respirators should always be worn when airborne concentration of the contaminant or oxygen content of the air is unknown.
Eye Protection	Safety glasses,goggles or faceshield as appropriate.
Glove Type	PVC, neoprene or nitrile rubber gloves.
Clothing	Overalls or similar protective apparel.
Footwear	Enclosed footwear. PVC or rubber boots.
Work/Hygienic	Always wash hands before smoking, eating, drinking or using the toilet. If contamination occurs, change clothing. Discard internally contaminated gloves and footwear. Launder contaminated clothing before reuse.

Flammability

Fire Hazards	Non combustible. Non flammable. Product residue, following evaporation of liquid content will burn in the presence of an ignition source.

SAFE HANDLING INFORMATION

Storage and Transport

Storage Precautions	Keep containers closed at all times. Store in cool place and out of direct sunlight. Store away from oxidizing agents. Check containers regularly for leaks.
Transport	Not classified as a Dangerous Good according to the Australian Code for the Transport of Dangerous Goods by Road and Rail.
Handling	Ensure the appropriate personal protective equipment is used when handling this material. When handling product in drums, safety footwear should be worn and proper handling equipment should be used. Prevent spillages.
Proper Shipping	None Allocated

Spills and Disposal

Spills & Disposal	Slippery when spilt. Avoid accidents, clean up immediately. Use absorbent (soil or sand, sawdust, inert material, vermiculite). Collect and seal in properly labelled drums for disposal. Observe local regulations. Wash away residues with water.

Fire/Explosion Hazard

Fire/Explos. Hazard	Low hazard Decomposition products may include: a complex mixture of airborne solid and liquid particulates and gases, including carbon monoxide, carbon dioxide,
Fire Fighting	Fire fighters to wear self-contained breathing apparatus if risk of exposure to products of decomposition.
Extinguishing Media	Use extinguishing media suitable for surrounding environment as this product is unlikely to burn.
Hazardous Reaction	May react with strong oxidising agents.
Hazchem Code	None Allocated

OTHER INFORMATION

Toxicology	Estimated Oral LD50 (rat): greater than 2000 mg/kg.
Short Summary of	The product is based on substances that are classified as 'readily biodegradable' according to AS4351/ISO 7827.
Environ. Protection	Biodegradable >95%
Risk Statement	
Safety Statement	S25 Avoid contact with eyes. S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice. S28 After contact with skin, wash immediately with plenty of water.
Hazard Category	Irritant
References	* NOHSC:2011 National Code of Practice for the Preparation of Material Safety Data Sheets * NOHSC:1008 Approved Criteria for Classifying Hazardous Substances * NOHSC:10005 List of Designated Hazardous Substances * MSDS of component materials
Last Change	Supersedes issue date:

CONTACT POINT

Contact	Technical Manager 0352759416

This information was prepared in good faith from the best information available at the time of issue. It is based on the present level of research and to this extent we believe it is accurate. However, no guarantee of accuracy is made or implied and since conditions of use are beyond our control, all information relevant to usage is offered without warranty. The manufacturer will not be held responsible for any unauthorised use of this information or for any modified or altered versions.

MIRACEMA-NUODEX
INDÚSTRIA QUÍMICA LTDA.

Material Safety Data Sheet

Product:	**LIACID® 1800**	Page: 1 / 5
Product Code: 5.12.0024.0	Version: 1.01	Date: January 21, 2009

01 - IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND THE COMPANY/UNDERTAKING

PRODUCT NAME	**LIACID® 1800**
SUPPLIER	MIRACEMA-NUODEX INDÚSTRIA QUÍMICA LTDA. Av. Ricardo Bassoli Cezare, 15 – Jd. São José - CEP 13050-080 P.O. Box 719 - CEP 13001-970 Campinas, SP, Brazil Telephone: (55-19) 3728 1000 / 3227 9189 Telefax: (55-19) 3227 3821 / 3227 9189

02 - COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

CHEMICAL NAME OF THE SUBSTANCE	MONO-DISTILLED SOYBEAN OIL FATTY ACIDS
CAS	68308-53-2
EINECS	269-657-0

03 - HAZARDS IDENTIFICATION

MOST IMPORTANT HAZARDS	None.
ENVIRONMENTAL EFFECTS	In large amounts, it pollutes rivers and lakes.
PHYSICAL AND CHEMICAL HAZARDS	None.
SPECIFIC HAZARDS / EEC	None.

04 - FIRST AID MEASURES

GENERAL ADVICE	-
INHALATION	Move to fresh air.
SKIN CONTACT	Wash abundantly with soap and water.
EYE CONTACT	Wash immediately, abundantly and thoroughly with water. In case of troubles : Consult an ophthalmologist.
INGESTION	In case of troubles, consult a doctor.

Material Safety Data Sheet

05 - FIRE-FIGHTING MEASURES

SUITABLE EXTINGUISHING MEDIA	Foam. Water spray. Dry powder. Carbon dioxide (CO_2).
SPECIFIC HAZARDS	Thermal decomposition giving toxic products: Carbon monoxide.
SPECIFIC METHODS	Cool containers / tanks with water spray.
SPECIAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR FIREFIGHTERS	Wear self-contained breathing apparatus and protective suit.

06 - ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

PERSONAL PROTECTION	Avoid contact with skin and eyes. Wear personal protective equipment.
ENVIRONMENTAL PROTECTION	Should not be released into the environment. Do not let product enter into drains.
METHODS FOR CLEANING UP	
Recovery	Transfer to an inert labelled emergency container. Absorb the remainder witb an inert absorbent material.
Disposal	Destroy the product by incineration at an approved waste disposal site only.

Material Safety Data Sheet

07 - HANDLING AND STORAGE

HANDLING

Technical measures/Precautions	Storage and handling precautions applicable to products: Provide for appropriate exbaust ventilation at machinery. Provide showers, eye-baths.

STORAGE

Technical measures/Storage conditions	Keep containers tightly closed in a cool, well-ventilated place.
Incompatible products	None.

PACKAGING MATERIALS

Recommended	Iron drums.
Not recommended	-

08 - EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

PROTECTIVE PROVISIONS	Provide sufficient air exchange and/or exhaust in work areas.

PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT

Respiratory protection	None.
Hand protection	PVC or rubber gloves.
Eye protection	Goggles may be advisable under certain circumstances.
Skin and body protection	No special demands.
Specific hygiene measures	No special demands.

Material Safety Data Sheet

09 - PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

PHYSICAL STATE (20°C)	Pasty
COLOUR	Dark yellow
ODOUR	Characteristic
BOILING POINT/RANGE	No data
MELTING POINT/RANGE	No data
DECOMPOSITION TEMPERATURE	No data
FLASH POINT	> 200 °C
DENSITY	No data
SOLUBILITY	
Solubility in water	Insoluble (25 °C)
Solubility in solvents	Soluble in alcohol, aliphatic and aromatic solvents
OTHER DATA	-

10 - STABILITY AND REACTIVITY

CONDITIONS TO AVOID	To avoid thermal decomposition, do not overheat.
MATERIALS TO AVOID	Strong oxidizing agents (Hydrogen peroxide, Nitric acid, Hypochlorites). Acids.
HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS	Thermal decomposition giving toxic products: Carbon monoxide.
FURTHER INFORMATION	The product is stable at ambient temperature.

11 - TOXICOLOGICAL INFORMATION

ACUTE TOXICITY	
Inhalation	No data
Ingestion	No data
Skin-contact	No data
LOCAL EFFECTS	
Skin-contact	May cause irritation
Eye-contact	May cause irritation
SENSITIZATION	
Skin-contact	No data
SPECIFIC EFFECTS	No data

Material Safety Data Sheet

12 - ECOLOGICAL INFORMATION

PERSISTENCE/DEGRADABILITY	As natural product, a complete biodegradation is expected.
In water	Littering in the environment of this water-insoluble product is not likely.
ECOTOXICITY	No data
AQUATIC TOXICITY	No data
Acute toxicity	No data

13 - DISPOSAL CONSIDERATIONS

DISPOSAL OF PRODUCT	Destroy the product by incineration at an approved waste disposal site only.

14 - TRANSPORT INFORMATION

Consult Miracema-Nuodex for further information.

ADR/RID	Not regulated
IMDG	Not regulated
IATA	Not regulated

15 - REGULATORY INFORMATION

EEC DIRECTIVE	Not regulated
EEC CLASSIFICATION / LABELLING	None
HAZARDOUS SUBSTANCES	None
EEC Nr (EINECS)	269-657-0
CLASSIFICATION / LABELLING	None
INVENTORIES	-

16 - OTHER INFORMATION

RECOMMENDED USES	:	Manufacturing of semi-drying alkyd resins, pigment grinding agents, emulsifiers, amines, amides, insecticides and detergents.
SHELF LIFE	:	03 months when kept in original packaging and under normal storage conditions.

NOTE
The data given here is based on current knowledge and experience. The purpose of this Safety Data Sheet is to describe the products in terms of their safety requirements. The data does not signify any warranty with regard to the products' properties.

Canada Colors and Chemicals Limited
CANADA COLORS & CHEMICALS LTD
152 KENNEDY ROAD SOUTH
BRAMPTON, ONTARIO
CANADA L6W 3G4
(905) 459-1232;

PRODUCT: CAUSTIC SODA LIQ 50% **CODE: 297625**

Section 01: CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

MANUFACTURER/SUPPLIER	SULCO CHEMICALS LTD. 60 FIRST STREET EAST ELMIRA, ONTARIO N3B 2Z5
PREPARED BY	Regulatory Affairs
PREPARATION DATE	Apr20/11
PRODUCT NAME	CAUSTIC SODA LIQ 50%
PRODUCT CODE	297625
CHEMICAL FORMULA	NAOH.
CHEMICAL FAMILY	ALKALI.
MATERIAL USE	REFER TO TECHNICAL LITERATURE.
EMERGENCY PHONE NO	(416)-444-2112.

Section 02: COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Hazardous Ingredients	%	Exposure Limit	C.A.S.#	LD/50, Route,Species	LC/50 Route,Species
SODIUM HYDROXIDE	49-52	SEE SECTION 11	1310-73-2	SEE SECTION 11	SEE SECTION 11

Section 03: HAZARDS IDENTIFICATION

ROUTE OF ENTRY:

SKIN CONTACT	DERMAL EXPOSURE CAN CAUSE SEVERE IRRITATION AND/OR BURNS CHARACTERIZED BY REDNESS, SWELLING AND SCAB FORMATION. PROLONGED SKIN EXPOSURE MAY CAUSE PERMANENT DAMAGE. DUST OR MIST FROM SOLUTIONS CAN CAUSE IRRITANT DERMATITIS.
SKIN ABSORPTION	N.AV.
EYE CONTACT	CAUSES EYE BURNS. DIRECT CONTACT MAY CAUSE IMPAIRMENT OF VISION AND CORNEAL DAMAGE.
INHALATION	INHALATION OF DUST OR MISTS CAN CAUSE DAMAGE TO THE UPPER RESPIRATORY TRACT AND TO THE LUNG TISSUE DEPENDING ON SEVERITY OF EXPOSURE. EFFECTS CAN RANGE FROM MILD IRRITATION OF MUCOUS MEMBRANES, SEVERE PNEUMONITIS AND DESTRUCTION OF LUNG TISSUES. INHALATION OF HIGH CONCENTRATIONS CAN RESULT IN PERMANENT LUNG DAMAGE.
INGESTION	IRRITATION AND/OR BURNS CAN OCCUR TO THE ENTIRE GASTROINTESTINAL TRACT, INCLUDING THE STOMACH AND INTESTINES, CHARACTERIZED BY NAUSEA, VOMITING, DIARRHEA, ABDOMINAL PAIN, AND BLEEDING AND/OR TISSUE ULCERATION. MAY BE FATAL.
EFFECTS OF ACUTE EXPOSURE	REFER TO ROUTE OF ENTRY.
EFFECTS OF CHRONIC EXPOSURE	CHRONIC INHALATION EXPOSURE MAY CAUSE IMPAIRMENT OF LUNG FUNCTION AND PERMANENT LUNG DAMAGE. EFFECTS FROM CHRONIC SKIN EXPOSURE WOULD BE SIMILAR TO THOSE FROM SINGLE EXPOSURE EXCEPT FOR EFFECTS SECONDARY TO TISSUE DESTRUCTION.
MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY OVEREXPOSURE	ASTHMA. RESPIRATORY AND CARDIOVASCULAR DISEASE.

Section 04: FIRST AID MEASURES

INSTRUCTIONS:	EYE CONTACT:. IMMEDIATELY FLUSH WITH LARGE AMOUNTS OF WATER FOR AT LEAST 15 MINUTES, OCCASIONALLY LIFTING THE UPPER AND LOWER EYELIDS. CHECK FOR AND REMOVE CONTACT LENSES. SEEK MEDICAL ATTENTION AT ONCE. SKIN CONTACT:.. IMMEDIATELY FLUSH WITH WATER FOR AT LEAST 15 MINUTES. SEEK MEDICAL ATTENTION AT ONCE. IF CLOTHING, SHOES AND/OR JEWELRY COME IN CONTACT WIYH THE PRODUCT, THEY SHOULD BE REMOVED IMMEDIATELY AND LAUNDERED BEFORE RE-USE. INGESTION:. RINSE MOUTH THOROUGHLY WITH WATER. IMMEDIATELY DRINK LARGE QUANTITIES OF WATER. DO NOT INDUCE VOMITING. SEEK MEDICAL ATTENTION AT ONCE. DO NOT GIVE ANYTHING BY MOUTH IF VICTIM IS UNCONSCIOUS OR IF HAVING CONVULSIONS. INHALATION:. REMOVE TO FRESH AIR. IF PERSON EXPERIENCES NAUSEA, HEADACHE OR DIZZINESS, PERSON SHOULD STOP WORK IMMEDIATELY AND MOVE TO FRESH AIR UNTIL THESE SYMPTOMS DISAPPEAR. IF BREATHING IS DIFFICULT, ADMINISTER OXYGEN, KEEP THE PERSON WARM AND AT REST. SEEK MEDICAL ATTENTION. IN THE EVENT THAT AN INDIVIDUAL INHALES ENOUGH VAPORS TO LOSE CONSCIOUSNESS, PERSON SHOULD BE REMOVED TO FRESH AIR AT ONCE AND A PHYSICIAN SHOULD BE CALLED IMMEDIATELY. IN ALL CASES,. ENSURE ADEQUATE VENTILATION AND PROVIDE RESPIRATORY PROTECTION BEFORE THE PERSON RETURNS TO WORK.

PRODUCT: CAUSTIC SODA LIQ 50% **CODE: 297625**

Section 05: FIRE FIGHTING MEASURES

FLAMMABILITY.....	SEE FLASH POINT.
IF YES, UNDER WHICH CONDITIONS?	
EXTINGUISHING MEDIA.....	NOT APPLICABLE- CHOOSE EXTINGUISHING MEDIA SUITABLE FOR SURROUNDING MATERIALS.
SPECIAL PROCEDURES.....	ISOLATE DANGER AREA. WEAR PROTECTIVE EQUIPMENT. USE WATER TO COOL FIRE EXPOSED CONTAINERS. CONTACT WITH REACTIVE METALS, E.G., ALUMINUM MAY RESULT IN THE GENERTION OF FLAMMABLE HYDROGEN GAS, WHICH IS EXPLOSIVE.. SODIUM HYDROXIDE MAY REACT WITH WATER. .
FLASH POINT (C), METHOD.....	N.AP.
AUTO IGNITION TEMPERATURE.....	N.AP.
UPPER FLAMMABLE LIMIT (% BY VOL.)....	N.AP.
LOWER FLAMMABLE LIMIT (% BY VOL.)...	N.AP.
SENSITIVITY TO STATIC DISCHARGE.....	N.AV.
SENSITIVITY TO IMPACT.....	N.AV.
UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS	CONTACT WITH REACTIVE METALS, E.G., ALUMINUM MAY RESULT IN THE GENERATION OF FLAMMABLE HYDROGEN GAS, SODIUM HYDROXIDE MAY REACT WITH WATER.
HAZARDOUS COMBUSTION PRODUCTS..	SEE HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS.

Section 06: ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

LEAK/SPILL.....	EVACUATE AREA. CLEAR NON-EMERGENCY PERSONNEL FROM AREA. ALWAYS WEAR RECOMMENDED PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT. VENTILATE AREA OF LEAK OR SPILL. CONTAIN MATERIAL TO PREVENT CONTAMINATION OF SOIL, SURFACE WATER OR GROUND WATER. DIKE SPILLS IMMEDIATELY. CAREFULLY FLUSH SMALL SPILLS OF CAUSTIC SODA SOLUTION WITH WATER. CONTAIN LIQUID TO PREVENT CONTAMINATION OF SOIL, SURFACE OF WATER OR GROUND WATER. ATTEMPT TO NEUTRALIZE FINAL TRACES OF CAUSTIC SODA WITH DILUTE ACID, PREFERABLY ACETIC ACID.

Section 07: HANDLING AND STORAGE

HANDLING PROCEDURES AND EQUIPMENT	CORROSIVE. AVOID BREATHING MIST OR VAPOUR. AVOID CONTACT WITH EYES, SKIN, AND CLOTHING. DO NOT TAKE INTERNALLY. USE WITH ADEQUATE VENTILATION. WEAR PROTECTIVE EQUIPMENT DURING HANDLING. WHEN MAKING SOLUTIONS OR DILUTING, ADD CAUSTIC SODA SLOWLY TO SURFACE OF COLD WATER WHILE STIRRING. NEVER ADD WATER TO CAUSTIC SODA. AVOID CONTACT WITH ORGANIC MATERIALS AND CONCENTRATED ACIDS-MAY CAUSE VIOLENT REACTIONS. EMPTY CONTAINERS MAY CONTAIN HAZARDOUS PRODUCT RESIDUES. FOLLOW LABEL WARNINGS EVEN AFTER CONTAINER IS EMPTIED.
STORAGE NEEDS.....	DO NOT STORE AT TEMPERATURES ABOVE: 130 C (266 F).
PRECAUTIONARY MEASURES:.....	SHELF LIFE LIMITATIONS:. INDEFINITE IF IN CLOSED CONTAINER. INCOMPATIBLE MATERIALS FOR PACKAGING:. ALUMINUM, ZINC, TIN, WOOD, PAPER. INCOMPATIBLE MATERIALS FOR STORAGE OR TRANSPORT:. ACIDS, NITROGEN CONTAINING ORGANICS, PHOSPHOROUS, EXPLOSIVES, ORGANIC PEROXIDES, ALUMINUM, ZINC, TIN, HALOGENATED HYDROCARBONS.

Section 08: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

GLOVES/ TYPE.....	WEAR NEOPRENE GLOVES. NITRILE. NATURAL RUBBER.
RESPIRATORY/TYPE.....	IF MISTS, OR AEROSOLS ARE GENERATED AND ARE NOT CONTROLLED BELOW THE TLV WITH VENTILATION WEAR A NIOSH APPROVED DUST/MIST RESPIRATOR. THE RESPIRATORY USE LIMITATIONS MADE BY NIOSH OR THE MANUFACTURER MUST BE OBSERVED.
EYE/TYPE.....	CLOSE FITTING CHEMICAL SAFETY GOGGLES WITH FACESHIELD.
FOOTWEAR/TYPE.....	CHEMICAL RESISTANT BOOTS.
CLOTHING/TYPE.....	IMPERVIOUS CLOTHING. RUBBER APRONS, PVC CLOTHING, AND PLASTIC HARD HATS SHOULD BE USED WHEN NECESSARY TO PREVENT SKIN CONTACT.
OTHER/TYPE.....	EMERGENCY EYE WASH AND SAFETY SHOWERS MUST BE MADE AVAILABLE IN THE IMMEDIATE WORK AREA.
ENGINEERING CONTROLS.....	USE LOCAL EXHAUST VENTILATION TO MAINTAIN LEVELS TO BELOW THE TLV.

Section 09: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

PHYSICAL STATE.....	LIQUID.
ODOUR.....	NONE.
ODOUR THRESHOLD.....	N.AP.
VAPOUR PRESSURE (MMHG).....	1.
VAPOUR DENSITY (AIR=1).....	N.AV.
EVAPORATION RATE.....	N.AV.
BOILING POINT.....	130-140 (C) (266-284 F).
FREEZING POINT.....	5-12 C (41-54 F).
PH.....	13 (0.5% SOLUTION). @ 25(C).

PRODUCT: CAUSTIC SODA LIQ 50% **CODE: 297625**

Section 09: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

MOLECULAR WEIGHT	40.1 (ACTIVE AGENT).
SPECIFIC GRAVITY (WATER=1)	1.482-1.53.
SOLUBILITY IN WATER (% W/W)	MISCIBLE.
COEFFICIENT OF WATER/OIL DIST	N.AV.

Section 10: STABILITY AND REACTIVITY

CHEMICAL STABILITY:	
YES	STABLE.
NO, WHICH CONDITIONS?	
COMPATABILITY WITH OTHER SUBSTANCES:	
YES	
NO, WHICH ONES?	ACIDS. NITROGEN CONTAINING ORGANICS. EXPLOSIVES. PHOSPHORUS. CARBOHYDRATES. ORGANIC PEROXIDES. HALOGENATED HYDROCARBONS.
ADDITIONAL INFORMATION	CONTAXCT WITH ORGANIC MATERIALS AND CONCENTRATED ACIDS MAY CAUSE VIOLENT REACTIONS.
HAZARDOUS PRODUCTS OF DECOMPOSITION	CONTACT WITH CARBOHYDRATES CAN PRODUCE CARBON MONOXIDE. CONTACT WITH ALUMINUM, ZINC, OR TIN CAN PRODUCE HYDROGEN GAS.
HAZARDOUS POLYMERIZATION	WILL NOT OCCUR.

Section 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION

EXPOSURE LIMIT OF MATERIAL	EXPOSURE GUIDELINES: SODIUM HYDROXIDE.. ACGIH CEILING EXPOSURE LIMIT (TLV-C) 2 MG/M3; OSHA PEL 2 MG/M3; NIOSH IDLH 10 MG/M3.
LC 50 OF MATERIAL, SPECIES & ROUTE	N.AV.
LD 50 OF MATERIAL, SPECIES & ROUTE	300-500 MG/KG. (ORAL-RAT). HARMFUL IF SWALLOWED. >2 G/KG. (DERMAL-RABBIT).
CARCINOGENICITY OF MATERIAL	THIS PRODUCT IS NOT KNOWN OR REPORTED TO BE CARCINOGENIC BY ANY REFERENCE SOURCE INCLUDING IARC, OSHA, NTP OR EPA. INGESTION OF MASSIVE DOSES OF SODIUM HYDROXIDE HAS LED TO THE DEVELOPMENT OF TUMORS OF THE ESOPHAGUS. THE RELEVANCE OF THESE FINDINGS TO CANCER IS UNKNOWN DUE TO REPEATED TISSUE DESTRACTION AND SCAR FORMATION AS A RESULT OF THE CORROSIVE NATURE OF SODIUM HYDROXIDE.
MUTAGENICITY	SODIUM HYDROXIDE HAS BEEN TESTED AND WAS FOUND TO BE NON-MUTAGENIC IN THE AMES ASSYS, A BACTERIAL DNA-REPAIR TEST AND IN THE SYRIAN HAMSTER EMBRYO (SA7/SHE) CELL TRANSFORMATION ASSAY.
REPRODUCTIVE EFFECTS	THERE ARE NO KNOWN OR REPORTED EFFECTS ON REPRODUCTIVE FUNCTION OR FETAL DEVELOPMENT FROM EXPOSURE TO THIS PRODUCT.
IRRITANCY OF MATERIAL	CORROSIVE. CAUSES BURNS TO EYES AND SKIN.
SENSITIZING CAPABILITY OF MATERIAL	N.AV.
SYNERGISTIC MATERIALS	N.AV.

Section 12: ECOLOGICAL CONSIDERATIONS

ENVIRONMENTAL STATEMENT	HIGHLY TOXIC TO AQUATIC LIFE. 240UG/L (BLUEGILL) 96-HOUR TLM LC50.

Section 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS

WASTE DISPOSAL	DISPOSE OF IN ACCORDANCE WITH FEDERAL, PROVINCIAL AND LOCAL REGULATIONS. EMPTY CONTAINERS SHOULD BE RECYCLED OR DISPOSED OF THROUGH AN APPROVED WASTE MANAGEMENT FACILITY.

Section 14: TRANSPORT INFORMATION

UN NUMBER	1824.
TDG CLASSIFICATION	8.
PACKING GROUP	II.
SPECIAL SHIPPING INSTRUCTIONS	N.AP.

Section 15: REGULATORY INFORMATION

WHMIS CLASSIFICATION	E.
CPR COMPLIANCE	THIS PRODUCT HAS BEEN CLASSIFIED IN ACCORDANCE WITH THE HAZARD CRITERIA OF THE CPR AND THE MSDS CONTAINS ALL THE INFORMATION REQUIRED BY THE CPR.

PRODUCT: CAUSTIC SODA LIQ 50% **CODE: 297625**

Section 16: OTHER INFORMATION

N.AV.=NOT AVAILABLE
N.AP.=NOT APPLICABLE
DSL..... LISTED.

National Silicates
an affiliate of PQ Corporation

MSDS

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Trade Name: **N® Sodium Silicate Solution**
Date Prepared: **April 5, 2012**

1. CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product name: **N® Sodium silicate solution**
Product description: **A 3.22 weight ratio sodium silicate, 37.5% solution in water**
Product Use: **Adhesive, binder, pulp & paper, water treatment, catalysts & gels**
Manufacturer: **National Silicates**
429 Kipling Ave
Etobicoke, ON M8Z 5C7
Phone number: 416-255-7771
Fax number: 416-201-4347
In case of emergency call: **1 416-255-7771**

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical and Common Name	*CAS Registry Number*	*Wt. %*	*OSHA PEL*	*ACGIH TLV*
Water	**7732-18-5**	**62.5%**	**Not Established**	**Not Established**
Silicic acid, Sodium salt; Sodium silicate	**1344-09-8**	**37.5%**	**Not Established**	**Not Established**

3. HAZARDS IDENTIFICATION

Emergency Overview: **Clear to hazy, colorless, odorless, thick liquid. Causes moderate eye, skin, and digestive tract irritation. Spray mist causes irritation to respiratory tract. Due to high pH of product, release into surface water is harmful to aquatic life. Noncombustible. Spills are slippery. Reacts with acids, ammonium salts, reactive metals and some organics.**
Eye contact: **Causes moderate irritation to the eyes.**
Skin contact: **Causes moderate irritation to the skin.**
Inhalation: **Spray mist is irritating to respiratory system.**
Ingestion: **May cause irritation to mouth, esophagus, and stomach.**
Chronic hazards: **No known chronic hazards. Not listed by NTP, IARC or OSHA as a carcinogen.**
Physical hazards: **Dries to form glass film which can easily cut skin. Spilled material is very slippery. Can etch glass if not promptly removed.**

4. FIRST AID MEASURES

Eye:	**In case of contact, immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Get medical attention.**
Skin:	**In case of contact, immediately flush skin with plenty of water. Remove contaminated clothing and shoes. Get medical attention.**
Inhalation:	**Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Get medical attention.**
Ingestion:	**If swallowed, DO NOT induce vomiting. Get medical attention immediately. If victim is fully conscious, give a cupful of water. Never give anything by mouth to an unconscious person.**

5. FIRE FIGHTING MEASURES

Flammable limits:	**This material is noncombustible.**
Extinguishing Media:	**This material is compatible with all extinguishing media**
Hazards to fire-fighters:	**See Section 3 for information on hazards when this material is present in the area of a fire.**
Fire-fighting equipment:	**The following protective equipment for fire fighters is recommended when this material is present in the area of a fire: chemical goggles, body-covering protective clothing, chemical resistant gloves, and rubber boots.**
Hazardous Combustion Products:	**Not available**
Explosion data	

Sensitivity to mechanical impact and static discharge: **Not applicable**

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal protection:	**Wear chemical goggles, body-covering protective clothing, chemical resistant gloves, and rubber boots. See section 8.**
Environmental Hazards:	**Sinks and mixes with water. High pH of this material is harmful to aquatic life, see Section 12. Only water will evaporate from a spill of this material.**
Small spill cleanup:	**Mop up and neutralize liquid, dispose in accordance with federal, provincial and local regulations or permits.**
Large spill cleanup:	**Keep unnecessary people away; isolate hazard area and deny entry. Do not touch or walk through spilled material. Stop leak if you can do so without risk. Prevent runoff from entering into storm sewers and ditches which lead to natural waterways. Isolate, dike and store discharged material, if possible. Use sand or earth to contain spilled material. If containment is impossible, neutralize contaminated area and flush with large quantities of water.**
CERCLA RQ (US):	**There is no CERCLA Reportable Quantity for this material. If a spill goes off site, notification of state and local authorities is recommended.**

7. HANDLING AND STORAGE

Handling:	**Avoid contact with eyes, skin and clothing. Avoid breathing spray mist. Keep container closed. Promptly clean residue from closures with cloth dampened with water. Promptly clean up spills.**
Storage:	**Keep containers closed. Store in clean steel or plastic containers. Separate from acids, reactive metals, and ammonium salts. Storage temperature 0-95º C. Loading temperature 45-95 º C. Do not store in aluminum, fiberglass, copper, brass, zinc or galvanized containers.**

8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Engineering controls:	**Use with adequate ventilation. Keep containers closed. Safety shower and eyewash fountain should be within direct access.**
Respiratory protection:	**Use a NIOSH-approved dust and mist respirator where spray mist occurs. Observe Provincial regulations for respirator use.**
Skin protection:	**Wear body-covering protective clothing and gloves.**
Eye protection:	**Wear chemical goggles.**

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance:	**Thick liquid.**
Color:	**Clear to hazy white.**
Odor:	**Odorless or musty odor.**
Odor threshold:	**Not applicable**
pH:	**Approximately 11.3**
Specific gravity:	**1.39 g/cm^3 (20ºC), 41º Bé, 11.62 lbs/gal**
Solubility in water:	**Miscible.**
Flash point:	**Not applicable**
Auto-ignition temperature:	**Not applicable**
Vapor pressure:	**Not applicable**
Vapor density:	**Not applicable**
Evaporation rate:	**Not applicable**
Boiling point:	**Not applicable**
Freezing point:	**Not applicable**
Coefficient of water /oil distribution:	**Not applicable**

10. STABILITY AND REACTIVITY

Stability:	**This material is stable under all conditions of use and storage.**
Conditions to avoid:	**None.**
Materials to avoid:	**Gels and generates heat when mixed with acid. May react with ammonium salts resulting in evolution of ammonia gas. Flammable hydrogen gas may be produced on contact with aluminum, tin, lead, and zinc.**
Hazardous decomposition products:	**Hydrogen.**

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute Data: **When tested for eye and skin irritation potential, a similar material caused moderate irritation to the eyes and moderate irritation to the skin. Human experience indicates that skin irritation occurs, particularly, when sodium silicates get on clothes at the collar, cuffs or other areas where abrasion may occur.**
The acute oral toxicity of this product has not been tested. When sodium silicates were tested on a 100% solids basis, their single dose acute oral LD_{50} in rats ranged from 1500 mg/kg to 3200 mg/kg. The acute oral lethality resulted from nonspecific causes. This product contains approximately 37.5% sodium silicate.

Subchronic Data: **In a study of rats fed sodium silicate in drinking water for three months, at 200, 600 and 1800 ppm, changes were reported in the blood chemistry of some animals, but no specific changes to the organs of the animals due to sodium silicate administration were observed in any of the dosage groups. Another study reported adverse effects to the kidneys of dogs fed sodium silicate in their diet at 2.4g/kg/day for 4 weeks, whereas rats fed the same dosage did not develop any treatment-related effects. Decreased numbers of births and survival to weaning was reported for rats fed sodium silicate in their drinking water at 600 and 1200 ppm.**

Special Studies: **Frequent ingestion over extended periods of time of gram quantities of silicates is associated with the formation of kidney stones and other siliceous urinary calculi in humans.**
Mutagenicity: Sodium silicate was not mutagenic to the bacterium E. Coli when tested in a mutagenicity bioassay.
Carcinogenicity: There are no known reports of carcinogenicity of sodium silicates. Sodium silicate is not listed by IARC, NTP or OSHA as a carcinogen.
Sensitization to product: Not applicable
Reproductive toxicity: Not applicable
Teratogenicity: Not applicable
Name of toxicologically synergistic products: Not applicable.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Eco toxicity: **The following data is reported for sodium silicates on a 100% solids basis: A 96 hour median tolerance for fish (Gambusia affnis) of 2320 ppm; a 96 hour median tolerance for water fleas (Daphnia magna) of 247 ppm; a 96 hour median tolerance for snail eggs (Lymnea) of 632 ppm; and a 96 hour median tolerance for Amphipoda of 160 ppm. This product contains approximately 37.5% sodium silicate.**

Environmental Fate: **This material is not persistent in aquatic systems, but its high pH when undiluted or unneutralized is acutely harmful to aquatic life. Diluted material rapidly depolymerizes to yield dissolved silica in a form that is indistinguishable from natural dissolved silica. It does not contribute to BOD. This material does not bioaccumulate except in species that use silica as a structural material such as diatoms and siliceous sponges. Where abnormally low natural silica concentrations exist (less than 0.1 ppm), dissolved silica may be a limiting nutrient for diatoms and a few other aquatic algal species. However, the addition of excess dissolved silica over the limiting concentration will not stimulate the growth of diatom populations; their growth rate is independent of silica concentration once the limiting concentration is exceeded. Neither silica nor sodium will appreciably bioconcentrate up the food chain.**

Physical/Chemical: **Sinks and mixes with water. Only water will evaporate from this material.**

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Disposal Method: **Dispose in accordance with federal, provincial and local regulations.**

14. TRANSPORT INFORMATION

TDG UN Status: **This material is not regulated hazardous material for transportation.**

15. REGULATORY INFORMATION

WHMIS (Canada): **Class D2B**
This product has been classified in accordance with the hazard criteria of the *Controlled Products Regulations* and the MSDS contains all the information required by the *Controlled Products Regulations*.

DSL (Canada): **All components of this formulation are listed on the CEPA-DSL**

CERCLA (US): **No CERCLA Reportable Quantity has been established for this material.**

SARA TITLE III (US): **Not an Extremely Hazardous Substance under §302. Not a Toxic Chemical under §313. Hazard Categories under §§311/312: Acute**

TSCA (US): **All ingredients of this material are listed on the TSCA inventory.**

FDA: **The use of sodium silicate is authorized by FDA as a boiler water additive for the production of steam that will contact food pursuant to 21 CFR §173.310; as a component of zinc-silicon dioxide matrix coatings on food contact surfaces pursuant to 21 CFR §175.390(c); as a GRAS substance when migrating from cotton fabric used in dry food packaging pursuant to 21 CFR §182.70; and as a GRAS substance when migrating to food from paper and paperboard products pursuant to 21 CFR §182.90.**

16. OTHER INFORMATION

Prepared by: **HSE Dept**
Supersedes revision of: **May 9, 2009**

THE INFORMATION ON THIS SAFETY DATA SHEET IS BELIEVED TO BE ACCURATE AND IT IS THE BEST INFORMATION AVAILABLE TO NATIONAL SILICATES THIS DOCUMENT IS INTENDED ONLY AS A GUIDE TO THE APPROPRIATE PRECAUTIONS FOR HANDLING A CHEMICAL BY A PERSON TRAINED IN CHEMICAL HANDLING. NATIONAL SILICATES MAKES NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED WITH RESPECT TO SUCH INFORMATION OR THE PRODUCT TO WHICH IT RELATES, AND WE ASSUME NO LIABILITY RESULTING FROM THE USE OR HANDLING OF THE PRODUCT TO WHICH THIS SAFETY DATA SHEET RELATES. USERS AND HANDLERS OF THIS PRODUCT SHOULD MAKE THEIR OWN INVESTIGATIONS TO DETERMINE THE SUITABILITY OF THE INFORMATION PROVIDED HEREIN FOR THEIR OWN PURPOSES.

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

(Complies with 29 CFR 1910.1200)

PRODUCT NAME: **PAYGEL 290**

(Code): (5035-C)

Section I - Identification

Manufacturer's Name	**Emergency Telephone Number**
Archer Daniels Midland Company (ADM)	450-659-1911
Address	**Telephone Number for Information**
155 Iberia Candiac, Quebec J5R 3H1	514-937-9937

Section II - Hazadous Ingredients / Identity Information

CHEMICAL IDENTITY (Common Name**):**

Wheat Starch (Starch, Carbohydrate) **CAS No.**: **9005-25-8**

DPT Classification: NIOSH 5mg/m^3

OSHA PEL: 15mg/m^3 over 8 hours

This product is not manufactured to contain a hazardous component as defined in the following regulations: 21CFR 173.340 PARA 3; 49CFR 172; 40CFR 117; 40CFR 261 and CFR 1910, Subpart Z.

ACGIH TLV: Nuisance particulate 15 mg/m^3 of total dust or 5 mg/m^3 respirable dust.

OZONE DEPLETING SUBSTANCES (ODS): No Class I or Class II material is used in the manufacture of this product or is contained in this product.

CONEG: Complies with the Conference of Northeast Governor's Model Toxic Legislation.

HAZARDOUS AIR POLLUTANT: This product does not contain any ingredient classified as a hazardous air pollutant in the Clean Air Act Amendment dated 11/15/90.

TSCA: Included on the TSCA inventory under the Chemical Abstracts number 9005-25-8
Product may be considered to be 100% of the material listed under this CAS number.

FDA: Produced in accordance with FDA Current Good Manufacturing Practices and is approved for use in food. None of the substances listed are intentionally added.

Section III - Physical / Chemical Characteristics

Boiling Point:		**Specific Gravity (H2O = 1):**
N/A		1.5
Vapor Pressure (mm Hg):		**Melting Point:**
N/A		N/A
Bulk Density (Loose):	**Bulk Density (Packed):**	**Solubility in Water:**
0.32g/cc $\pm$ 0.05	0.40g/cc $\pm$ 0.05	30%
Appearance:		**Odour:**
White flakes		Cereal

Section IV - Fire and Explosion Hazard Data

Flash Point (Method Used**):**	**Flammable Limits (LEL, UEL):**
Dust cloud ignition temp. = 430C	0.04 g/l

Extinguishing Media:

Water, carbon dioxide, foam, dry chemical extinguishers.

Special Fire Fighting Procedures:

None

Unusual Fire and Explosion Hazards:

Possibility of explosion under dusty conditions. Avoid handling (e.g. conveying, loading, etc) in presence of open flame or spark-generating source. Avoid accumulation of dust.

Section V - Reactivity Data

Stability:	**Conditions to Avoid:** Formation of a nuisance particulate dust cloud. The formation of an explosive dust cloud and a simultaneous ignition source.
Stable under normal conditions.	

Incompatibility (Materials to Avoid**):**

None Known

Hazadous Decompositions or Byproducts:

None Known

Hazardous Polymerization:	**Conditions to Avoid:**
Not known to occur.	None Known

Section VI - Health Hazard Data

Routes of Entry:

Inhalation:	**Skin Absorption:**	**Ingestion:**	**Eyes:**
Nuisance Dust	No Hazard	Yes	Solids or dust may scratch surface of the eye, which can cause mechanical irritation.

Health Hazards (Acute and Chronic): None. The following limit values for working atmospheres of inert or nuisance dust will apply. Total dust - 15 mg/m^3; respirable fraction 5 mg/m^3.

Carcinogenicity:	**NTP:**	**IARC** Monographs:	**OSHA Regulated:**
No	No	No	No

Signs and Symptoms of Exposure:

Excessive concentrations of particulates in workroom air may seriously reduce visibility, may cause unpleasant deposits in eyes, ears and nasal passages, or may cause temporary injury to the skin or mucuous membranes by mechanical action.

Medical Conditions Generally Aggravated by Exposure: The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) has reported that so called 'nuisance' dusts have a long history of little adverse effect on lungs and do not produce significant organic disease or toxic effect when exposures are kept under reasonable control.

Emergency and First Air Procedures: **Eyes:** immediately flush with clean lukewarm water (low pressure) until irritation subsides. If irritation persists, get medical attention. **Ingestion**: Treat symptomatically. FDA considers wheat starch a Generally Recognized as Safe (GRAS) substance. **Inhalation**: If exposed to excessive levels of dust, remove to fresh air. Get medical attention if persistent cough or other symptoms develop. **Skin**: Wash with soap and water.

Section VII - Precautions for Safe Handling and Use

Steps to Be Taken in Case Material is Released or Spilled:

Avoid open flames, smoking, friction sparks, static sparks, welding and cutting tools in dusty surroundings. Sweep up spilled material and place in suitable receptacles for disposal. Flush spill area with water to remove residues. Do not flush to storm sewer or waterway.

Waste Disposal Method:

Conform to applicable federal, provincial, state, and municipal regulations. Is not hazardous waste as specified in 40CFR 261. Dispose in an approved landfill in accordance with provincial, state, and municipal regulations.

Precautions to Be Taken in Handling and Storing:

Best storage is under dry, cool, odor-free conditions, away from heat source. Do not expose to open flame or sparks. Practice good housekeeping.

Other Precautions:

Avoid situations creating dust.

Section VIII - Control Measures

Respiratory Protection (*Specify Type*):

Use appropriate NIOSH/MSHA-approved a mask when necessary.

Ventilation:

Local exhaust (wired to protect against ignition hazards posed by starch dust) should be used to maintain air-born dust concentrations below applicable OEL standards.

Protective Gloves:	**Eye Protection:**
Impervious Gloves	CSA Approved Safety Glasses

Other Protective Clothing or Equipment:

Good industrial hygiene practice.

Section IX - Preparation Information

Prepared By: ADM	**Telephone #:**	**Revision Date:**
Archer Daniels Midland Company	450.659.1911 / 514.937.9937	**January 22, 2007**

WHMIS HAZARD RATING INDEX	
0	**HEALTH**
1	**FLAMMABILITY**
0	**REACTIVITY**
A	**PROTECTIVE EQUIPMENT**

This MSDS is based upon a limited review of ADM files and standard Toxicological handbooks. The information herein is furnished without warranty of any kind. This information should only be used as a supplement to information already in your possession concerning the product. The determination of whether and under what conditions the product should be used by your employees is yours to make.

Annexe 22 :
Plan des mesures d'urgence - Exploration

Plan de mesures d'urgence

Étape d'exploration
Lac à Paul

Plan de mesures d'urgence

Étape d'exploration
Lac à Paul

121-20498-00 Octobre 2012

1600, boul. René-Lévesque Ouest, 16e étage ~ Montréal (Québec) CANADA H3H 1P9
Tél. : 514.340.0046 ~ Fax : 514.340.1337 ~ www.genivar.com

ÉQUIPE DE PROJET

RESSOURCES D'ARIANNE

Vice-président Opérations	Jean-Sébastien David, B.Sc., MGP
Vice-présidente R et D	Nadège Tollari, Ph.D géologie
Vice-président Exploration	Daniel Boulianne, B.Sc.A. génie géologique

GENIVAR

Directeur Mesures d'urgence	Marcel Ricard, B.Sc., D.E.S.S. toxicologie
Chargée de projet	Rupa Desai, ing.jr.

Référence à citer :

GENIVAR, 2012. Plan de mesures d'urgence – Étape d'exploration, Lac à Paul. Rapport réalisé pour Ressources d'Arianne Inc. 44 p. et annexes.

PRÉAMBULE

Le Plan de Mesures d'Urgence (PMU) – étape d'exploration – Lac à Paul est un outil indispensable pour assurer une intervention rapide et efficace lorsqu'une situation d'urgence se présente. Le présent document a plusieurs fonctions :

- Un document de référence où l'on retrouve les informations nécessaires durant une intervention d'urgence ;
- Un outil qui permet d'évaluer le niveau de vulnérabilité lors de l'étape d'exploration en identifiant les situations à risques ;
- Un outil de formation puisque toutes les informations relatives aux interventions lors de situations d'urgence s'y retrouvent.

Cependant, pour être efficace, ce PMU est appuyé par la haute direction de Ressources d'Arianne Inc., connu des intervenants internes, mis à jour sur une base régulière, accessible rapidement en situation d'urgence et facile à consulter.

De plus, les mesures prévues au PMU – étape d'exploration – Lac à Paul (ex. : procédures d'intervention, matériel d'intervention, formation du personnel, etc.) sont, en tout temps, conformes à la situation réelle.

Le présent PMU est reconnu officiellement par la haute direction de Ressources d'Arianne Inc. Bien que des extraits puissent être faits pour répondre à des besoins spécifiques, les personnes qui produisent ces extraits doivent en assurer les mises à jour à partir du document principal. Pour éviter toute confusion, il est important d'éviter de multiplier les versions du PMU – étape d'exploration – Lac à Paul ou de tous les documents connexes.

POLITIQUE EN ENVIRONNEMENT, SANTÉ ET SÉCURITÉ

À compléter ultérieurement.

MISE À JOUR DU PMU – ÉTAPE D'EXPLORATION

Le Plan de Mesures d'Urgence (PMU) – étape d'exploration – Lac à Paul sera mis à jour au moins une (1) fois par année par le coordonnateur du plan de mesures d'urgence (cf. Annexe A : Registre des mises à jour) jusqu'à ce que les étapes de construction et d'exploitation débutent, et qu'un nouveau PMU soit appliqué. De plus, dès que des changements importants (personnel, procédé, équipement, législation) se présenteront au cours de l'année, les mises à jour seront faites immédiatement.

Ces mises à jour seront distribuées à toutes les personnes et à tous les organismes qui possèdent une copie du PMU – étape d'exploration – Lac à Paul (cf. Liste de distribution à la page suivante).

Les mises à jour et leur distribution sont sous la responsabilité du coordonnateur du PMU.

LISTE DE DISTRIBUTION
DU PLAN DE MESURES D'URGENCE

Propriétaire d'une copie du PMU	
N° Copie	**Détenteur**
01	Direction
02	Coordonnateur du PMU (Vice-président Exploration)
03	Substitut du coordonnateur du PMU (Vice-président Opérations)
04	Chef de camp d'exploration
05	Responsable Rio-Tinto/Alcan, centrale Chute-des-Passes
06	Réception (siège social)

LEXIQUE

Aléa : Phénomène, manifestation physique ou activité humaine susceptible d'occasionner un déversement ou une fuite de matière dangereuse pouvant entraîner une dégradation de l'environnement. Les pertes en vies humaines ou les blessures, ainsi que les dommages aux biens reliés aux incidents impliquant des matières dangereuses seront également considérés.

CANUTEC : Le Centre canadien d'urgence transport de Transports Canada.

Comité de direction : Représentants de la haute direction de Ressources d'Arianne Inc. qui seront accessibles durant les travaux d'exploration.

Danger : Nature intrinsèque d'un produit ou d'une situation (ex. : le propane peut exploser lorsque confiné, un tremblement de terre peut détruire des infrastructures).

DD : Déchets dangereux.

Direction : Représente la direction, ceux qui ont le titre de directeur ou de vice-président au sein de la corporation minière.

ÉPI : Équipements de protection individuelle.

Gardien : Personnes localisées au campement ou à la pourvoirie. Ce sont des personnes qui contrôlent l'accès aux sites et qui peuvent prêter main forte en cas d'urgence. Ils disposent toujours d'un téléphone et du bottin téléphonique d'urgence.

MD : Matières dangereuses.

MDDEFP : Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec.

MRC : Municipalité régionale de comté

MRN : Ministère des Ressources naturelles du Québec.

PMU : Plan de mesures d'urgence.

Poste de commandement : Lieu où les intervenants peuvent se réunir pour faire le point sur la situation d'urgence et assurer la coordination des interventions.

Ressources externes : Personnes et équipements non disponibles sur le site du camp et de la pourvoirie de Ressources d'Arianne Inc. au Lac à Paul, mais requis durant une intervention d'urgence.

Ressources internes : Personnes et équipements disponibles sur le site du camp et de la pourvoirie de Ressources d'Arianne Inc. au Lac à Paul et pouvant assurer la gestion d'une intervention d'urgence.

Risque : Combinaison d'un danger, de la probabilité d'occurrence d'un événement (fréquence) et des conséquences (gravité) dont il peut résulter des impacts sur les éléments vulnérables d'un milieu donné. Par exemple, un réservoir de propane comporte un danger d'explosion qui

peut représenter un risque de blessure et de mortalité lorsqu'il est à proximité d'un secteur où se trouvent des travailleurs.

Surveillant des travaux, superviseur ou surintendant : Personne qui possède les habiletés, les connaissances et l'expertise nécessaires à l'accomplissement des travaux d'exploration. Elle veille au respect des travaux planifiés par les dirigeants de Ressources d'Arianne Inc. Elle fait aussi appliquer la réglementation en matière de santé, sécurité et environnement ainsi que le programme de prévention du maître d'œuvre. Elle représente soit le maître d'œuvre, un entrepreneur général ou un employeur d'un champ d'activités qui lui est propre.

TABLE DES MATIÈRES

1 INFORMATIONS GÉNÉRALES 1-1

1.1 Localisation 1-1

1.2 Description du site 1-1

1.2.1 Projet principal 1-1

1.2.2 Projets connexes 1-2

1.2.3 Données météorologiques 1-2

2 ÉVALUATION DES RISQUES 2-1

2.1 Identification des principaux risques 2-1

3 MISE EN PLACE DU PMU – ÉTAPE D'EXPLORATION 3-1

3.1 Critères de décision pour déclencher le PMU 3-1

3.2 Modalités d'alerte 3-1

3.2.1 Alerte à l'interne 3-1

3.2.2 Avis au public concerné 3-2

3.3 Gestion de l'intervention 3-2

4 RÔLES ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS 4-1

4.1 Connaissance des rôles et responsabilités 4-1

4.2 Fiches des rôles et responsabilités des intervenants internes 4-1

4.2.1 Direction 4-3

4.2.2 Coordonnateur du PMU (Vice-président Exploration) 4-4

4.2.3 Chef de camp ou superviseur 4-5

4.2.4 Travailleur 4-6

4.2.5 Secrétaire / réceptionniste au siège social 4-7

4.2.6 Responsable environnement (Coordonnatrice développement durable) 4-8

4.3 Intervenants externes 4-9

4.3.1 Municipalité 4-9

4.3.2 Service de police 4-11

4.3.3 Service des incendies de la municipalité d'Alma 4-11

4.3.4 Ambulanciers 4-11

4.3.5 Environnement Canada 4-11

4.3.6 Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) 4-12

4.3.7 CANUTEC 4-12

4.3.8 Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU) 4-12

4.3.9 Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST) 4-12
4.3.10 Entrepreneurs spécialisés en environnement 4-13
4.3.11 Fournisseurs 4-13
4.3.12 Autres ressources 4-13

5 BOTTIN TÉLÉPHONIQUE 5-1

5.1 Moyens de communication 5-1
5.2 Intervenants internes 5-2
5.3 Intervenants externes 5-3

6 PROCÉDURES D'INTERVENTION D'URGENCE 6-1

6.1 Procédures en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures d'un véhicule, sur le sol en surface 6-1
6.2 Procédures en cas de bris d'un réservoir de diesel, d'essence ou d'huile usée et de tout déversement sur le sol pouvant entraîner la contamination de la nappe phréatique, d'un fossé ou d'un cours d'eau 6-2
6.3 Procédures en cas de fuite de gaz (ex. : propane) 6-3
6.4 Procédures en cas d'incendie 6-4
6.5 Procédure en cas d'urgence médicale 6-6
6.6 Procédure en cas d'évacuation 6-7

7 RETOUR À LA NORMALE ET SUIVI 7-1

7.1 Procédure de retour à la normale 7-1
7.1.1 Caractérisation et réhabilitation du site 7-1
7.1.2 Gestion des matières résiduelles 7-1
7.2 Suivi 7-2
7.2.1 Mesures correctives 7-2
7.2.2 Rapports 7-2

8 MESURES PRÉVENTIVES 8-1

8.1 Formation 8-1
8.1.1 Formation du coordonnateur du PMU 8-1
8.1.2 Formation du personnel sur le PMU 8-1
8.1.3 Formation SIMDUT 8-1
8.1.4 Formation en santé et sécurité au travail 8-1
8.1.5 Formation de survie en forêt 8-1
8.1.6 Formation de secourisme en milieu de travail 8-2

9 RELATION AVEC LES MÉDIAS ET LA COMMUNAUTÉ 9-1

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 7-1 Procédure d'élimination des matières résiduelles.....7-1

ANNEXES

ANNEXE A REGISTRE DES MISES À JOUR

ANNEXE B RAPPORTS

ANNEXE C INVENTAIRE DES PRODUITS DANGEREUX PRÉSENTS SUR LE SITE

ANNEXE D INVENTAIRE DU MATÉRIEL D'INTERVENTION

ANNEXE E ENTENTES AVEC RESSOURCES EXTERNES

ANNEXE F PLANS

1 INFORMATIONS GÉNÉRALES

1.1 Localisation

Le projet minier de phosphore du Lac à Paul de la compagnie Ressources d'Arianne Inc. est situé au Lac à Paul à environ 200 km dans le nord du Saguenay–Lac-St-Jean, en plein cœur de la MRC du Fjord-du-Saguenay. Le transport du concentré est cependant prévu se faire en majeure partie sur le territoire de la MRC Maria-Chapdelaine. Le site de la mine se situe également en territoire de chevauchement entre les Nistassinan des Pekuakamiulnuatsh de Mashteuiatsh et des Innus de Pessamit.

Il s'agit d'un projet de mine à ciel ouvert incluant deux fosses soit celles des Zones Paul et Manouane. La Zone Paul s'étend sur une longueur de plus de 1,3 km et une largeur variant entre 150 et 300 mètres, tandis que la Zone Manouane a une longueur de 0,9 km et une largeur approximative de 400 mètres. Il est présentement prévu d'exploiter la zone Paul en premier pour une durée de 9 ans. La Zone Manouane suivra pour une durée d'exploitation de 8 ans.

Le projet est localisé à 42 km de route de la centrale hydro-électrique de Chute-des-Passes de la compagnie Rio Tinto/Alcan, qui a une capacité de 750 MW. La centrale hydro-électrique de Péribonka IV de l'Hydro-Québec, d'une capacité de 405 MW, se trouve également le long de la route menant au projet minier.

La route menant au projet minier est une route gravelée, bien entretenue, principalement utilisée pour le transport forestier hors norme. Les ponts présents sur cette route ont une capacité de charge de 165 tonnes. Environ 220 km séparent le projet des municipalités de Dolbeau et d'Alma.

Ressources d'Arianne, via une de ses filiales, est propriétaire de la pourvoirie du Lac-Paul qui devrait continuer ses opérations.

1.2 Description du site

1.2.1 Projet principal

Le projet minier du Lac à Paul est le projet phare de Ressources d'Arianne. Il s'agit de l'exploitation future d'une mine à ciel ouvert de phosphore à l'intérieur des limites du territoire de la pourvoirie du Lac-Paul.

Environ 50 000 tonnes de minerai seront extraites par jour. Après une première transformation sur place, le produit qui sortira du moulin sera un concentré d'apatite titrant 38-39 % P_2O_5. La mine produira en moyenne 3 millions de tonnes de ce concentré chaque année. La durée de vie de la mine est actuellement évaluée à 17 ans, mais ce chiffre devrait être revu à la hausse lors de l'Étude de Faisabilité.

Près de 300 personnes devraient y travailler. Ce chiffre pourrait être lui aussi revu à la hausse.

Le projet minier en est à sa phase de développement. Si tout se passe comme prévu, la construction de la mine pourrait commencer en 2014 et l'exploitation en 2016.

1.2.2 Projets connexes

Ressources d'Arianne, via une de ses filiales, est propriétaire de la pourvoirie du Lac-Paul qui est toujours en opération. La pourvoirie possède un territoire de 98 km², comprenant vingt-six (26) lacs et deux (2) rivières. Le Lac à Paul a une superficie de 16 km². Les installations de la pourvoirie sont situées principalement sur une île en plein cœur du Lac à Paul. Chaque été, en plus du Lac à Paul, une dizaine d'autres plans d'eau sont ouverts en rotation.

La pourvoirie possède sept (7) chalets pour location, dont deux (2) sur la rive du Lac à Paul à proximité du camp minier de la compagnie et cinq (5) sur l'île.

On y pratique :

- de la pêche à la truite mouchetée indigène;
- de la pêche à la mouche;
- de la pêche au brochet, sur la rivière Manouane;
- de la chasse aux gros gibiers (orignal, ours noir), à l'arbalète et à la carabine;
- de la villégiature (cueillette de petits fruits, repos, promenade, …).

La pourvoirie possède des chaloupes pour les visiteurs, de même que deux (2) pontons servant au transport des visiteurs et des marchandises sur l'île.

Les visiteurs et le personnel de la pourvoirie s'y rendent avec leur véhicule privé en utilisant la route forestière à partir du village de St-Ludger-de-Milot.

1.2.3 Données météorologiques

En raison de l'absence de station météorologique à proximité du site à l'étude, la station située à l'aéroport de Bagotville (48° 20' N, 71° 0' O), à environ 200 km au sud du Lac à Paul, a été considérée.

Température

Le nombre moyen de jours par année (pour la période de 1971 à 2000) présentant une température maximale supérieure à 0°C est de 255.

Durant les mois d'été, la température moyenne, avec le facteur humidex, peut atteindre plus de 30°C pendant une vingtaine de jours.

Durant les mois d'hiver, la température moyenne, avec le refroidissement éolien, serait inférieure à -30°C pendant une quarantaine de jours.

Précipitations

Selon les compilations des normales climatiques réalisées par Environnement Canada pour les années allant de 1971 à 2000, un couvert de neige variant entre 6 et 49 cm est présent pendant six mois consécutifs, soit de novembre à avril. Les chutes de neige mensuelles peuvent varier entre 9 et 80 cm durant les mois d'hiver.

Vents

Selon les données climatiques cumulées par Environnement Canada pour les années 1971 à 2000, les vents dominants proviennent en majorité du secteur ouest, à une vitesse moyenne de 14,3 km/h. Durant les mois de printemps et automne, ces vents dominants peuvent provenir de l'est.

2 ÉVALUATION DES RISQUES

2.1 Identification des principaux risques

Les urgences peuvent avoir des causes naturelles ou anthropiques. Plusieurs types d'événements pourraient entraîner une situation d'urgence durant l'étape d'exploration, entre autres :

- Un accident de la route lors d'un transport vers ou en provenance du site minier ou de la pourvoirie ;
- Un déversement accidentel d'hydrocarbures d'un véhicule ou d'un équipement motorisé, sur le sol en surface ;
- Un bris d'un réservoir de diesel ou d'essence et déversement sur le sol pouvant entraîner la contamination de la nappe phréatique, d'un fossé ou d'un cours d'eau ;
- Un accident sur le site minier, à la pourvoirie ou en forêt ;
- Un incendie au camp minier ou à la pourvoirie ;
- Une fuite de propane ;
- Un incendie de forêt ;
- Une attaque d'un animal sauvage ;
- Une réaction allergique grave causée par une piqûre d'insecte ou autre ;
- Une chute de hauteur ;
- Une blessure causée par arme à feu (peut être causée par la présence de chasseurs à proximité).

3 MISE EN PLACE DU PMU – ÉTAPE D'EXPLORATION

3.1 Critères de décision pour déclencher le PMU

Il est important de rappeler que tout incident comportant des risques pour la vie ou la santé, pour l'environnement, pour les biens ou pour les installations de Ressources d'Arianne doit faire l'objet d'une intervention immédiate.

Lorsqu'il est sécuritaire de le faire, le premier témoin doit tenter de réduire les dommages ou de sécuriser la situation en attendant l'arrivée des secours. Le déclenchement du PMU permettra aux autres personnes présentes dans le secteur d'être aux aguets et de réagir rapidement au cas où la situation le nécessiterait.

Tous les incidents \ accidents (ex. : personne blessée ou en danger, déversement accidentel de substances dangereuses, fuite de gaz, incendie) doivent être rapportés au superviseur immédiat, qui, par la suite, en avisera un des dirigeants de Ressources d'Arianne, de façon à s'assurer que l'intervention a été réalisée dans les meilleures conditions et que les causes de l'incident seront corrigées. Selon la gravité de l'événement, le coordonnateur du PMU pourrait demander un complément d'enquête et des recommandations supplémentaires pourraient être mises en place.

Lors de tout incident impliquant un incendie, une extrême précaution doit être appliquée afin d'éviter que l'incendie se propage ou se réanime une fois contrôlé. Pour tout incident grave, les services de pompier, police, ambulancier ou toute autre équipe de sauvetage peuvent être contactés via un appel au 9-1-1. Les ressources avoisinantes (ex. : Pavillon des Passes, Rio-Tinto/Alcan, Hydro-Québec) peuvent également être contactées, en fonction de la nature et de l'ampleur de l'incident. Dans de tels cas, le bureau de Ressources d'Arianne à Chicoutimi doit en être avisé dans les plus brefs délais de façon à assurer une coordination de l'information concernant l'incident.

L'ampleur de l'intervention variera selon le genre et la nature de l'incident. Il est impossible de définir préalablement la gravité d'une situation puisque tout qualificatif (mineur ou majeur) est fonction de la nature, de l'ampleur, du lieu de l'incident et du contexte (ex. : conditions climatiques, période de l'année, …).

3.2 Modalités d'alerte

3.2.1 Alerte à l'interne

Lors de toute situation d'urgence, le premier témoin doit aviser son superviseur immédiat ou le chef de camp (soit celui qui est accessible le plus rapidement) dans les plus brefs délais et lui fournir le maximum d'informations disponibles concernant l'événement, dont au minimum :

- Le type d'urgence (blessé, personne en danger, incendie, déversement, fuite de gaz, etc.);
- S'il y a lieu, la nature du produit en cause;

- La localisation (secteur, équipement);
- Le nom des personnes en cause, le cas échéant.

Le superviseur ainsi avisé informera immédiatement le chef de camp qui prendra alors en charge l'intervention ou fera appel à des ressources plus spécialisées, lorsque requises.

3.2.2 Avis au public concerné

Lors d'incident ou d'accident, un périmètre de sécurité doit être mis en place. Le superviseur présent devra alors faire respecter les consignes de sécurité établies à l'intérieur du périmètre en informant le public concerné (conducteurs de véhicules circulant dans le secteur, responsable de la pourvoirie du Lac-Paul, autres travailleurs, …) des dangers.

Au besoin, il se fera assister des autres personnes présentes sur le site.

3.3 Gestion de l'intervention

Lorsque requis, le chef de camp peut établir un poste de commandement sur le lieu de l'incident ou à l'extérieur, afin de réunir les intervenants et de décider des mesures à prendre pour résoudre la situation d'urgence.

4 RÔLES ET RESPONSABILITÉS DES INTERVENANTS

4.1 Connaissance des rôles et responsabilités

Un des éléments essentiels au bon déroulement d'une intervention d'urgence consiste à définir clairement le rôle et les responsabilités de chacun des intervenants. De plus, il est important de s'assurer que la structure retenue couvre toutes les éventualités (ex. : absence d'un des intervenants) et évite les chevauchements de responsabilités et de tâches.

Ces rôles et responsabilités, approuvés par la direction, doivent être **bien compris et acceptés par chacun des intervenants**, de façon à ce qu'ils effectuent adéquatement les tâches qui leur sont assignées durant l'intervention.

En outre, les responsabilités d'un intervenant lors d'une intervention d'urgence doivent être compatibles avec ses autres responsabilités au sein de l'organisation.

Chaque personne détenant un rôle à l'intérieur du PMU doit s'assurer que son remplaçant connaît les procédures à suivre en son absence et qu'il détient toute l'autorité nécessaire pour accomplir les tâches qui lui incomberont en cas d'urgence.

Les responsabilités des intervenants se situent à deux niveaux :

1. Une **responsabilité légale**, puisqu'en vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* les employeurs et les employés ont des responsabilités clairement définies concernant la santé et la sécurité lors d'une situation d'urgence. Du point de vue environnemental, la *Loi sur la qualité de l'environnement* interdit de rejeter ou de permettre le rejet d'un contaminant dans l'environnement.
2. Une **responsabilité morale**, puisque le non-respect d'une procédure peut entraîner des conséquences fâcheuses et même désastreuses pour eux-mêmes, pour les autres employés, la population environnante, l'environnement, etc.

4.2 Fiches des rôles et responsabilités des intervenants internes

Les pages suivantes décrivent les rôles et responsabilités des intervenants internes sous forme de fiches. Dans tous les cas, ces rôles et responsabilités s'appliquent au remplaçant du responsable désigné en cas d'absence de ce dernier.

Ressources d'Arianne désigne les personnes suivantes comme responsables de l'application du programme de prévention et du plan de mesures d'urgence du projet « Lac à Paul »:

- Daniel Boulianne, Vice-président, Exploration
- Jean-Sébastien David, Vice-président, Opérations
- Nadège Tollari, Vice-présidente, Recherche et Développement

La Direction a désigné Daniel Boulianne, Vice-président Exploration, en tant que coordonnateur du PMU.

Le chef de camp, agira comme substitut du coordonnateur du PMU en cas d'absence de ce dernier et l'assistera au besoin.

4.2.1 Direction

RÔLE
Assure la protection de la santé et la sécurité des travailleurs, des visiteurs et de la population, ainsi que de l'environnement

RESPONSABILITÉS	
PRÉVENTION	**INTERVENTION**
• S'assure de la disponibilité des budgets pour maintenir en vigueur le PMU et couvrir toutes les dépenses qui s'y rattachent (achat et entretien de matériel, formation du personnel, exercices, etc.). • Prévoit les installations, les fonds et l'équipement nécessaires. • Fournit le personnel et le temps nécessaire à l'exécution sécuritaire des activités. • Assure le soutien du travail du chef de camp. • S'assure que différents responsables soient identifiés en cas d'urgence.	• Assure un support administratif aux intervenants lors d'une situation d'urgence. • Lors d'une intervention majeure, participe (ou désigne un représentant) aux réunions de coordination avec les intervenants externes (pompiers, autorités municipales, représentants gouvernementaux, etc.). • Autorise les budgets nécessaires au bon déroulement de l'intervention.

4.2.2 Coordonnateur du PMU (Vice-président Exploration)

Substitut : Chef de camp

RÔLE	
Planifie et coordonne l'organisation d'une intervention d'urgence Travaille en étroite collaboration avec les autres intervenants de façon à s'assurer que le PMU est opérationnel en tout temps	
RESPONSABILITÉS	
PRÉVENTION	**INTERVENTION**
• Administre le plan des mesures d'urgence (PMU). • S'assure que le personnel de la compagnie reçoive une formation adéquate à sa tâche et, s'il y a lieu, périodiquement. • Procède à des inspections ponctuelles sur le chantier et ordonne des mesures nécessaires afin d'assurer le respect des normes en vigueur. • Maintient le plan des mesures d'urgence à jour et en assure l'application. • Organise une rencontre d'information avec tous les employés de façon à ce que ceux-ci soient tous informés des tenants et aboutissants du plan d'urgence (noms et coordonnées des responsables, structure d'alerte, procédure d'urgence, contenu des trousses d'urgence, etc.). • S'assure que les outils d'intervention nécessaires soient disponibles. • Accompagne ou fait accompagner les responsables gouvernementaux (MDDEFP, MRN) lors des visites de chantier. Note : il est important de noter que le coordonnateur du PMU est rarement sur le site, mais que son rôle est de s'assurer que les divers outils sont en place pour assurer des interventions efficaces et non de superviser les opérations sur le site.	• En cas de déversement accidentel ou d'incendie impliquant une substance dangereuse, s'assure que les rapports aux ministères concernés (MDDEFP, Environnement Canada, …).soient faits par les personnes responsables (incluant les sous-traitants). • Lors d'une intervention majeure, participe (ou désigne un représentant) aux réunions de coordination avec les intervenants externes (pompiers, autorités municipales, représentants gouvernementaux, etc.). • En cas d'incident majeur prend des notes (ou fait prendre des notes) tout au long de l'intervention afin de pouvoir achever les rapports requis dès que possible, s'il y a lieu. • Prépare et organise l'examen détaillé de la situation, le plan de travail, le plan de sûreté du site et l'équipe sur le terrain. • Obtient les permissions donnant accès aux lieux et coordonne les activités en collaboration avec les représentants appropriés. • Communique, avec les intervenants externes et les ressources additionnelles nécessaires selon la stratégie d'intervention (équipement et personnel). • Agit à titre d'agent de liaison avec les représentants des autorités publiques. • Prépare le rapport final et les registres de soutien relativement aux activités d'intervention. • Au besoin, assiste les représentants de la direction lors des rencontres avec les journalistes. • Décide de recourir à l'évacuation du camp ou de la pourvoirie, en cas de besoin.

4.2.3 Chef de camp ou superviseur

RÔLE	
Veille au respect du PMU	
RESPONSABILITÉS	
PRÉVENTION	**INTERVENTION**
• S'assure que les travaux soient exécutés conformément dans le respect des exigences de sécurité et environnementales. • Avise un représentant de la Direction de situations dangereuses observées et dont il n'a pas la responsabilité. • Ordonne des correctifs immédiats si la situation l'exige sur les travaux dont il a la responsabilité. • Favorise une concertation entre les employeurs et employés lorsque des travaux ont cours simultanément afin d'éviter des situations à risque. • Collabore en tout temps avec les différentes parties concernées pour assurer la sécurité sur le site.	• Sécurise les lieux. • Fait évacuer les travailleurs et les dirige vers le lieu de rassemblement. • Fait le décompte des travailleurs sous sa responsabilité. • Avertit les autorités concernées. • Assiste les premiers intervenants. • Communique avec un représentant de la Direction de Ressources d'Arianne pour l'informer de la situation. • Demeure sur les lieux jusqu'à nouvel ordre.

4.2.4 Travailleur

RÔLE
Travaille en respectant le PMU Généralement joue le rôle de premier témoin

RESPONSABILITÉS	
PRÉVENTION	**INTERVENTION**
• Respecte les mesures adoptées dans le PMU. • Prend connaissance de l'information qui lui est transmise (session d'accueil, affichage, bulletin d'information, etc.). • Collabore avec les responsables de Ressources d'Arianne quant à l'application du PMU. • Ne met pas sa santé et sa sécurité en danger ni celles des autres personnes présentes sur les lieux du travail ou à proximité.	**Premier témoin** • Avertit son superviseur immédiat ou le chef de camp de la situation. • Intervient, si possible, sans mettre sa vie en danger. **Travailleur** • S'il y a une personne en danger ou blessée, lui porte assistance dans la mesure de ses compétences. • Procure de l'aide au premier témoin pour intervenir sans mettre sa vie en danger. • Évacue, s'il y a lieu, en respectant les directives. • Quitte son lieu de travail après l'avoir sécurisé. • S'assure d'être enregistré au point de rassemblement.

4.2.5 Secrétaire / réceptionniste au siège social

RÔLE	
Reçoit les appels d'urgence Avise les responsables concernés	
RESPONSABILITÉS	
PRÉVENTION	**INTERVENTION**
• Garde à portée de la main une copie à jour du PMU, incluant une liste mise à jour des coordonnées de chacune des différentes ressources, tant externes qu'internes, nécessaires en cas d'urgence.	• Dès qu'elle reçoit un appel d'urgence, elle informe un responsable de la Direction. • Reste disponible pour recevoir les communications provenant du site et communique immédiatement toute information pertinente au Coordonnateur du PMU ou à tout autre intervenant (ex. : arrivée des ressources externes sur le site, etc.). Utilise le formulaire de collecte de données. • Assiste le Coordonnateur du PMU en effectuant les appels téléphoniques demandés par ce dernier, lorsque requis. • Au besoin renseigne les ressources externes appelées (pompiers, ambulance, police, MDDEFP, etc.). • En cas d'évacuation du site, demande et prend en note l'heure de départ et la destination des personnes évacuées.

4.2.6 Responsable environnement (Coordonnatrice développement durable)

Substitut : Vice-président Opérations

RÔLE	
Assiste le coordonnateur du PMU S'assure que des inspections environnementales des lieux soient régulièrement faites et consignées	
RESPONSABILITÉS	
PRÉVENTION	**INTERVENTION**
• Participe à l'application du PMU. • Accompagne ou fait accompagner les responsables gouvernementaux (MDDEFP, MRN) lors des visites de chantier. • Garde à portée de la main une copie à jour du PMU, incluant une liste mise à jour des coordonnées de chacune des différentes ressources, tant externes qu'internes, nécessaires en cas d'urgence. • S'assure que le matériel d'urgence environnemental est disponible. Note : il est important de noter que la responsable environnement est rarement sur le site, mais que son rôle est de s'assurer que les divers outils sont en place pour assurer des interventions efficaces et non de superviser les opérations sur le site. Elle assurera ses tâches en communicant périodiquement avec les différents responsables sur le site.	• Informe les intervenants des dangers reliés à l'intervention. • S'assure que les mesures d'intervention utilisées respectent les Lois, Règlements et Normes applicables en matière d'environnement. • S'assure que le nettoyage et la réhabilitation du site soient faits adéquatement. • Avise les différents ministères des déversements et complète les formulaires requis, dans les délais prescrits par les Lois et Règlements.

4.3 Intervenants externes

4.3.1 Municipalité

Le site ne fait pas partie d'une municipalité, toutefois il fait partie de la MRC du Fjord-du-Saguenay. Durant les phases subséquentes d'exploitation, le transport du minerai est prévu se faire en majeur partie sur le territoire de la MRC Maria-Chapdelaine.

Compétences et responsabilités de la MRC

Compétences obligatoires

En vertu de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme,* une MRC doit :

- voir à l'aménagement de son territoire en élaborant un **schéma d'aménagement et de développement**, en révisant son contenu à la date du 5^{e} anniversaire de l'entrée en vigueur du premier schéma ou du dernier schéma révisé, selon le cas, et en prenant en compte les **orientations du gouvernement en matière d'aménagement du territoire** et, le cas échéant, du plan métropolitain d'aménagement et de développement. Ces orientations s'inscrivent dans les contextes économique, social, administratif et politique d'aujourd'hui et sont regroupées en trois volets : la gestion de l'urbanisation, la mise en valeur intégrée des ressources et le renforcement des structures municipales;
- juger de la conformité au schéma ou au Règlement de contrôle intérimaire à l'égard des plans et règlements d'urbanisme locaux et des interventions gouvernementales;
- élaborer des règlements d'urbanisme pour les territoires non organisés (TNO).

En vertu d'autres lois, la MRC doit notamment :

- s'occuper des cours d'eau à débit régulier ou intermittent (y compris ceux qui ont été créés ou modifiés par une intervention humaine) qui se trouvent sur son territoire;
- préparer les rôles d'évaluation des municipalités locales; administrer les TNO; vendre les immeubles pour défaut de paiement de taxes;
- établir un plan de gestion des **matières résiduelles**, un **schéma de couverture de risques** (sécurité incendie);
- constituer ou désigner un organisme existant pour agir à titre de **centre local de développement**, chargé de favoriser le développement local et le soutien à l'entrepreneuriat sur son territoire et d'élaborer notamment un plan d'action local pour l'économie et l'emploi (PALÉE);
- soutenir financièrement le centre local de développement (CLD).

Compétences facultatives

En vertu de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, une MRC peut, entre autres :

- modifier son schéma et appliquer des mesures de **contrôle intérimaire** pendant sa modification ou sa révision;
- adopter des **plans de développement de son territoire**, examiner l'opportunité de certains travaux publics effectués par les municipalités, réglementer la plantation et l'**abattage d'arbres**;
- obliger toute municipalité dont le territoire est compris dans celui de la MRC à adopter (par le document complémentaire au schéma), pour tout ou partie de son territoire, le règlement relatif à certaines conditions de délivrance du permis de construction, règlement prévu par l'article 116 de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (LAU), le *Règlement sur les permis et certificats*, le *Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble*, le *Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale*, le *Règlement sur les ententes relatives à des travaux municipaux*, le *Règlement sur les usages conditionnels*, le *Règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble*;
- élaborer des règlements d'urbanisme à caractère discrétionnaire (ex. : un règlement sur les dérogations mineures aux règlements de zonage et de lotissement) pour les TNO et, au préalable, constituer un comité consultatif d'urbanisme.

En vertu d'une autre loi, la MRC peut :

- réglementer toute matière de nature régionale relative à la population de son territoire qui n'est pas autrement régie;
- exploiter, seule ou avec toute personne, une entreprise qui produit de l'électricité au moyen d'éoliennes ou d'une centrale hydroélectrique;
- réaliser, dans un lac, des travaux de régularisation au niveau de l'eau ou d'aménagement du lit;
- désigner un équipement comme ayant un caractère supralocal et établir les règles applicables à sa gestion, au financement des dépenses qui y sont liées et au partage des revenus qui en découlent;
- déterminer l'emplacement d'un **parc régional**;
- accorder une aide technique à une entreprise du secteur privé en la faisant profiter des activités d'un agent de développement économique; fonder et maintenir un organisme sans but lucratif dont l'objectif est de fournir de l'aide technique à une entreprise située sur son territoire;
- donner ou prêter de l'argent à un **fonds d'investissement** destiné à soutenir financièrement des entreprises en phase de démarrage;
- constituer un fonds destiné à soutenir financièrement des opérations de mise en valeur des terres ou des ressources forestières du domaine public ou des terres privées;

- créer au profit de l'ensemble de son territoire une **réserve financière** pour les dépenses de fonctionnement ou d'immobilisation;
- constituer un fonds régional réservé à la réfection et à l'entretien de certaines voies publiques en imposant des droits aux exploitants de carrières et sablières sur leur territoire.

4.3.2 Service de police

Le territoire est desservi par la Sûreté du Québec. Elle est, entre autres, responsable du contrôle de la circulation sur les routes à proximité du site en cas de sinistre et assure un périmètre de sécurité autour du site tout en contrôlant l'accès en cas de sinistre majeur (ex. : incendie de forêt).

4.3.3 Service des incendies de la municipalité d'Alma

En tant qu'experts en combat d'incendie, les pompiers doivent être appelés lors d'un incendie non maîtrisé, d'une explosion et d'une situation pouvant entraîner un incendie majeur ou une explosion (ex. : déversement d'une grande quantité d'essence).

Le chef pompier ou son remplaçant a alors la responsabilité de coordonner les opérations visant à protéger les personnes et les bâtiments sur le site. Au besoin, il fera appel à d'autres ressources (ex. : service de police, ambulanciers, etc.). Les différents responsables de Ressources d'Arianne ou de ses sous-traitants concernés collaborent étroitement avec les pompiers, afin de leur fournir les informations pertinentes concernant les produits en cause, la nature des risques, les chemins d'accès et autres informations utiles.

4.3.4 Ambulanciers

Le Pavillon des Passes situé au kilomètre 130 de la route possède un véhicule, de type camionnette, aménagé pour le transport d'une personne blessée ou malade. Ce véhicule est conduit par une personne habilitée à offrir les services de premiers soins. Lors du transport d'un blessé grave, un service ambulancier d'Alma est également appelé et se dirige vers le site dans les meilleurs délais. La personne blessée est transférée dans l'ambulance dès que les véhicules se croisent afin de l'acheminer vers le centre hospitalier désigné.

4.3.5 Environnement Canada

En vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE, art.95) et du *Règlement sur les urgences environnementales* (art.9), tout incident (feu, déversement) impliquant une substance inscrite dans la liste des substances à l'Annexe 1 du *Règlement sur les urgences environnementales* doit être signalé à Environnement Canada dans les meilleurs délais (dans le cas de Ressources d'Arianne, seul l'essence et le propane sont présentement couverts par ce Règlement).

Le rapport doit être fait à un inspecteur ou à toute autre autorité prévue par les règlements (agent aux urgences d'Environnement Canada) dans les 30 jours suivants l'urgence.

4.3.6 Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP)

En vertu de l'article 21 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, le MDDEFP **doit être avisé dès qu'il y a présence accidentelle dans l'environnement** d'un contaminant prohibé par règlement du gouvernement ou étant susceptible de nuire à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer du dommage ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens.

En plus de s'assurer que les mesures d'intervention et de réhabilitation du site respectent l'intégrité de l'environnement, les experts du MDDEFP peuvent apporter un appui technique important sur les méthodes d'intervention.

4.3.7 CANUTEC

CANUTEC, Centre canadien d'urgence en transport, relève de la Direction générale du transport des marchandises dangereuses de Transports Canada. Le personnel peut fournir, par téléphone et par télécopieur, des renseignements et des conseils sur les propriétés chimiques et physiques des matières dangereuses, les risques, les mesures à mettre en place, etc., lors d'interventions d'urgence.

4.3.8 Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU)

La SOPFEU possède des ressources humaines et matérielles pour intervenir en cas d'incendie de grande envergure, tel qu'un feu de forêt. Au besoin, le service d'incendie municipal pourra faire appel à leur service pour combattre un incendie qu'ils ne peuvent maîtriser eux-mêmes ou pour prévenir la propagation d'un incendie à un secteur forestier ou autre.

Dans l'éventualité où un incendie de forêt, dans une région avoisinante, menacerait le secteur, la SOPFEU, en collaboration avec la Sûreté du Québec, pourrait demander une évacuation des occupants du secteur.

Il est à noter qu'une base de la SOPFEU se trouve à proximité (moins de 500 mètres) du Pavillon des Passes.

4.3.9 Commission de la santé et de la sécurité au travail (CSST)

En vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail*, le programme de prévention du maître d'œuvre doit être transmis à la CSST pour commentaires et recommandations. Doivent aussi être transmis :

- Une copie de l'approbation du programme de prévention de chaque employeur;

- Les modifications ou mises à jour du programme de prévention du maître d'œuvre;
- Les accidents survenus lors de l'exécution des divers contrats sur son chantier, de même que le rapport écrit de l'enquête et de l'analyse de l'accident, dans l'une ou l'autre des conditions suivantes :
  - Le décès d'un travailleur;
  - Des blessures à un travailleur, telles qu'il ne pourra probablement pas accomplir ses fonctions pendant 10 jours ouvrables;
  - Des blessures à plusieurs travailleurs, telles qu'ils ne pourront pas accomplir leurs fonctions pendant un jour ouvrable;
  - Des dommages matériels de 50 000 $ et plus;
- Les méthodes de travail exigées;
- Les avis de correction donnés par l'agent de sécurité en construction ainsi que les plaintes reçues ;
- Les plans requis par l'article 2.4.1.2 du *Code de sécurité pour les travaux de construction* qui doivent être signés par un ingénieur, avant le début des travaux;
- Les résultats de traitement des plaintes des travailleurs.

4.3.10 Entrepreneurs spécialisés en environnement

Certaines entreprises sont spécialisées dans les interventions lors d'urgences environnementales (ex. : Véolia SE, etc.). Leur personnel possède une formation de base pour le déploiement de matériel antipollution et la restauration de lieux contaminés.

Leur service de réponse aux urgences peut être disponible 24 heures par jour et ces entreprises peuvent offrir un personnel et des équipements spécialisés.

4.3.11 Fournisseurs

En cas d'incident impliquant une substance dangereuse, le fournisseur du produit concerné peut donner tous les détails importants concernant les dangers associés au dit produit, de même que les techniques d'intervention et les lieux d'élimination des déchets générés. Les coordonnées du fournisseur peuvent être obtenues sur la fiche signalétique du produit ou auprès du vendeur du produit.

4.3.12 Autres ressources

D'autres ressources, telles que les médecins, services hospitaliers, etc., peuvent également être requises lors d'une situation d'urgence.

5 BOTTIN TÉLÉPHONIQUE

5.1 Moyens de communication

Les moyens de communication en forêt sont limités. Dépendamment où se trouve une personne, son moyen de communiquer avec les autres intervenants peut varier. Voici la liste des outils de communication présentement disponibles :

MOYENS DE COMMUNICATION		
Emplacement	**Moyen(s)**	**Limitations**
Véhicule de services (véhicules de Ressources d'Arianne, des sous-traitants, de transport de bois, …)	**Radio VHF** disponible dans chacun des véhicules	Permet de communiquer entre les véhicules sur des distances relativement courtes (portée de 15 à 20 km). Conversations courtes.
	Radio CB	Permet de communiquer entre les véhicules sur des distances relativement courtes (portée de +/- 2 km). Conversations courtes.
	Téléphone Satellite Global Star (011-88-613-982-0797) **Téléphone Satellite Irridium** (011-88-163-156-5640)	Ce sont des téléphones d'urgence mobiles avec mallette de transport. Ils sont fermés la plupart du temps et ne reçoivent pas d'appels. Sujet aux conditions météorologiques. Possibilité de composer le 9-1-1.
Campement forestier	**Radio VHF** disponible dans chacun des véhicules	Communication entre le campement et les véhicules à proximité (portée de 15 à 20 km). Conversations courtes.
	Radio bidirectionnelle (Talkie-walkie)	Communication entre le campement et les personnes à proximité (portée +/- 0.5 km).
	Téléphone par lien internet via satellite Xplornet (418-545-6071)	Lien avec les systèmes téléphoniques standards (nécessite des conditions météorologiques favorables)
Personne en forêt	**Radio bidirectionnelle** (Talkie-walkie)	Communication entre le campement et les personnes à proximité (portée +/- 0.5 km).
	Téléphone Satellite Global Star (011-88-613-982-0797) **Téléphone Satellite Irridium** (011-88-163-156-5640)	Ce sont des téléphones d'urgence mobiles avec mallette de transport. Ils sont fermés la plupart du temps et ne reçoivent pas d'appels. Sujet aux conditions météorologiques. Possibilité de composer le 9-1-1.
Pourvoirie du Lac-Paul	**Téléphone par lien internet via satellite Xplornet** (581-700-2165)	Lien avec les systèmes téléphoniques standards (nécessite des conditions météorologiques favorables).
	Radio bidirectionnelle (Talkie-walkie)	Communication entre la pourvoirie et les personnes à proximité (sur le lac).
	Téléphone Satellite Irridium (011-88-163-156-5811)	Téléphone d'urgence mobile avec mallette de transport. Possibilité de composer le 9-1-1.

5.2 Intervenants internes

RESSOURCES D'ARIANNE INC. 30 rue Racine Est, bureau 160 Chicoutimi, Qc, G7H 1P5		
Nom	**Fonction habituelle**	**Bureau / Cellulaire**
Siège social		Téléphone : 418 549-7316 Télécopieur : 418 549-5750
Daniel Boulianne	Vice-président, Exploration	Téléphone : 418 549-7316 Poste : 23 Cell. : 418 290-7316 daniel@arianne-inc.com
Jean-Sébastien David	Vice-président, Opérations	Téléphone : 418 549-7316 Poste : 26 Cell. : 514 887-7131 j.s.david@arianne-inc.com
Nadège Tollari	Vice-présidente, Recherche et Développement	Téléphone : 819 824-4138 Cell. : 819 355-3681 nadege@arianne-inc.com
Hugues Guérin-Tremblay	Chef du camp d'exploration	Téléphone : 418 549-7316 Poste : 22 Cell. : 418 540-0164 hugues@arianne-inc.com
Élise Girard-Gagnon	Coordonnatrice en développement durable	Téléphone : 418 549-7316 Poste : 33 elise.gagnon@arianne-inc.com
Frédéric Guérin	Responsable à la pourvoirie du Lac-Paul	Cell. : 581 306-4488

5.3 Intervenants externes

Environnement

MDDEFP - Direction régionale (Saguenay-Lac St-Jean)	418 695-7883 Télécopieur : 418 695-7897 Courriel : saguenay-lac-saint-jean@mddep.gouv.qc.ca
MDDEFP Urgence Environnement	1 866 694-5454 (24 h)
Environnement Canada-Service Canadien de la faune	1 800 463-4311
Environnement Canada-Urgence Environnementale	1 866 283-2333
Transport Canada (TMD)	1 514 283-5722 (Jour)
MRN (S.O.S. Braconnage)	1 800 463-2191
Régie du bâtiment du Québec	819 763-3185

Sécurité publique

Foresterie DLMA, Pavillon- des-Passes, km 132 (ambulance)	418 377-1019 Daniel Perron : 418 481-2386 ou 418 720-0289
MRC Fjord-du-Saguenay	418 673-1705 Sans frais : 1 888 673-1705 Télécopieur : 418 673-7205 Courriel : reception@mrc-fjord.qc.ca
Urgence (incendie, police, ambulance)	9-1-1 (24 h)
Sûreté du Québec	9-1-1 Cellulaire : *4141 District Saguenay-Lac St-Jean (Chicoutimi) : 418 549-9266 Poste de la MRC Fjord-du-Saguenay : 418 549-4576
CANUTEC	1 603 996-6666 (24 h)
C.S.S.T.	1 866 302-CSST (2778) Télécopieur : 418 545-3543

Entrepreneurs spécialisés en environnement

Véolia SE, Alma	418 662-9710 Télécopieur : 418 662-3986

Santé	
Ambulance Médilac	9-1-1
AIRMEDIC	1 877 999-3322
Centre antipoison du Québec	1 800 463-5060 (24 h)
CSSS Lac St-Jean-Est (Alma)	418 669-2000
CSSS Maria-Chapdelaine (Dolbeau-Mistassini)	418 276-1234
CSSS Jonquière	418 695-7700
CSSS Chicoutimi	418 541-1002
Utilités	
Hydro-Québec (Pannes et urgences)	1 800 790-2424
Services météorologiques	
Environnement Québec (Info Climat)	418 521-3820 poste 4579
Environnement Canada	819 825-4071

6 PROCÉDURES D'INTERVENTION D'URGENCE

Dépendamment du type d'incident, l'intervention variera en tenant compte des différents dangers et de façon à minimiser les risques pour la santé et l'environnement.

Il est important de se rappeler que peu importe la gravité de la situation lors d'une intervention d'urgence, la protection des individus doit toujours être placée en tête de liste des actions à prendre.

De plus, il ne faut jamais mettre sa propre sécurité en péril pour porter secours à des personnes blessées ou en danger. **Il faut préalablement analyser la situation, se protéger adéquatement et ne jamais agir seul.**

L'efficacité d'une intervention est généralement proportionnelle à sa rapidité d'exécution. Toutefois, une action trop rapide, soit lorsque les intervenants agissent avant même de connaître tous les éléments de la situation, peut aggraver les effets néfastes.

Une bonne connaissance des lieux, des opérations, des produits en cause et du plan d'urgence permet généralement d'intervenir plus rapidement et plus efficacement.

6.1 Procédures en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures d'un véhicule, sur le sol en surface

En cas de déversement d'hydrocarbures en petite quantité, couvrir le produit déversé avec un absorbant puis le récupérer. Si le déversement survient sur un sol meuble, récupérer le sol contaminé à l'aide d'une pelle.

Les débris contaminés (sol, absorbants) doivent être placés dans un contenant étanche (ex. : baril) et clairement identifié, puis entreposés dans le conteneur prévu à cet effet en attendant d'être envoyés pour élimination dans un centre autorisé.

Un ***rapport d'accident/ incident*** (cf. Annexe B) doit être complété et acheminé au siège social de la compagnie.

La coordonnatrice en développement durable s'assurera de la qualité des travaux en respect avec la réglementation.

6.2 Procédures en cas de bris d'un réservoir de diesel, d'essence ou d'huile usée et de tout déversement sur le sol pouvant entraîner la contamination de la nappe phréatique, d'un fossé ou d'un cours d'eau

Tout réservoir et véhicule contenant un hydrocarbure peut entraîner une fuite accidentelle d'hydrocarbures hors de son contenant (ex. : bris de réservoir, débordement lors d'un remplissage), en quantité suffisante pour représenter une menace pour l'environnement.

Le témoin de la présence d'hydrocarbures sur le sol ou sur l'eau, doit :

1. Chercher à obtenir les informations suivantes (sans mettre sa sécurité en péril) :
   - Nature de la substance déversée;
   - Étendue du déversement (quantité déversée);
   - État du déversement (arrêté, continu, ...);
   - Cause probable du déversement;
   - Risque d'incendie.

2. Demander de l'aide et faire évacuer le secteur s'il y a :
   - Risque d'incendie.

3. Aviser la coordonnatrice développement durable dans les meilleurs délais afin qu'elle informe les autorités gouvernementales concernées (Urgence Environnement Québec, Environnement Canada).

4. Après avoir réalisé les étapes 1, 2 et 3, effectuer les opérations suivantes (sans mettre sa sécurité en péril) en attendant l'arrivée des secours :
   - Sans marcher dans le produit déversé, éloigner toute source d'ignition (moteur, équipement électrique, ...) ou autre objet susceptible d'être touché par le produit déversé;
   - Arrêter la source du déversement si possible;
   - Limiter la progression du produit déversé à l'aide d'absorbants en serpentins ou en faisant une petite digue de terre ou de sable pour empêcher le produit d'atteindre un cours d'eau;
   - Procéder à la récupération du produit déversé et au nettoyage des surfaces contaminées à l'aide de feuilles ou de serpentins absorbants et de pelles.

5. Au besoin, s'il y a une grande quantité d'hydrocarbures déversée, ceux-ci pourront être pompés par un entrepreneur spécialisé (ex. : Véolia SE) à l'aide d'un camion vacuum.

Un ***rapport d'accident/ incident*** (cf. Annexe B) doit être complété et acheminé à la coordonnatrice en gestion durable, le plus tôt possible après la fin de l'intervention.

La coordonnatrice en gestion durable pourra vous conseiller pour l'ensemble des travaux.

6.3 Procédures en cas de fuite de gaz (ex. : propane)

En cas de fuite de gaz, le témoin doit :

1. Chercher à obtenir les informations suivantes (sans mettre sa sécurité en péril) :
   - Nature de la substance déversée (ex. : réservoir de propane ou autre cylindre);
   - Étendue de la fuite (ex. : fuite majeure, fuite mineure);
   - État de la fuite (arrêtée, continue, ...);
   - Cause probable de la fuite;
   - Risque d'incendie ou d'explosion.
2. Demander de l'aide (aviser le chef de camp ou un superviseur) et empêcher l'accès au secteur s'il y a lieu :
   - Risque d'incendie ou d'explosion.
3. Effectuer les opérations suivantes (sans mettre sa sécurité en péril) :
   - S'assurer d'avoir un extincteur à portée de la main;
   - Si possible, éloigner toute source d'ignition (flamme, moteur, équipement électrique);
   - Arrêter la source de la fuite, si possible (ex. : fermer la valve sur le réservoir).
4. Si c'est à l'intérieur (ex. : cuisine), ouvrir les portes et fenêtres pour ventiler la pièce (ne pas utiliser de ventilateur électrique et flammes nues).
5. S'il y a un incendie de faible intensité, le combattre avec un extincteur, toutefois si l'incendie est trop important appeler le 9-1-1.
6. Dès que possible, aviser la coordonnatrice en gestion durable qui avisera les autorités gouvernementales concernées (Urgence Environnement Québec, Environnement Canada).

Un ***rapport d'accident/ incident*** (cf. Annexe B) doit être complété et acheminé le plus tôt possible à la coordonnatrice développement durable.

6.4 Procédures en cas d'incendie

Dans tous les cas, lors de la découverte d'un incendie (peu importe son intensité) :

A. Si possible et sécuritaire, et si le premier témoin en a les compétences, celui-ci peut éteindre l'incendie à l'aide d'un extincteur ou d'une pompe à incendie et aviser, par la suite, son superviseur immédiat. Les conditions suivantes doivent être respectées :

- Il est assisté par au moins une autre personne;
- Il a reçu une formation adéquate pour combattre ce type d'incendie;
- Il ne risque pas sa vie ou sa sécurité;
- Les autres personnes ne sont pas en danger.

B. Sinon :

1. Le témoin de l'incendie doit informer le chef de camp ou un autre superviseur de la situation. Il peut le rejoindre à l'aide de sa radio bidirectionnelle et il doit lui indiquer :
   - La nature et le lieu de l'incendie;
   - Son intensité (début, contrôlé, en progression, etc.);
   - Les équipements affectés ou menacés.
2. Le chef de camp ou le superviseur avisé doit appeler les pompiers (9-1-1), de même qu'un représentant de la Direction au siège social et leur décrire la situation le plus précisément possible. De plus, il doit indiquer au service d'incendie :
   - Le chemin d'accès pour se rendre au site;
   - L'endroit où ils peuvent stationner en fonction des vents, de l'encombrement des lieux et de la localisation de l'incendie;
   - Le nom et le no de téléphone (ainsi que le no de cellulaire, s'il y a lieu) de la personne qu'ils doivent rencontrer à leur arrivée (de préférence le chef de camp).
3. Le chef de camp doit vérifier et s'assurer que les accès pour les pompiers sont libres et qu'ils auront suffisamment d'espace pour stationner près du lieu de l'incendie. Pour effectuer cette tâche, il peut se faire assister des personnes disponibles sur le site.
4. À l'arrivée des pompiers, le chef de camp ou la personne désignée doit assister les sapeurs en leur indiquant :
   - L'état de la situation;
   - S'il y a des personnes en danger (dans un tel cas, indiquer le nombre de personnes, leur localisation et leur état, si possible);

- Quels sont les risques associés aux équipements affectés ou menacés (ex. : présence d'électricité, de gaz, …);
- Les accès possibles.

5. Si l'incendie est déjà maîtrisé à l'arrivée des pompiers, faire une tournée d'inspection avec ces derniers afin de s'assurer que l'incendie ne risque pas de reprendre. Il est important de bien expliquer l'origine de l'incendie aux sapeurs, ainsi que tout signe suspect (ex. : présence de fumée, d'étincelles, moteur ou fil plus chaud que la normale, etc.).

Le coordonnateur du PMU doit amorcer une enquête sur l'origine de l'incendie et en informer la Direction. Un ***rapport d'accident/ incident*** (cf. Annexe B) doit être complété et acheminé le plus tôt possible à la coordonnatrice développement durable.

La coordonnatrice en gestion durable s'assurera que la situation n'a pas entraîné de pollution et dans l'éventualité où il y aurait eu pollution, prendra les mesures qui s'imposent pour corriger la situation et informer les autorités gouvernementales concernées.

6.5 Procédure en cas d'urgence médicale

Lors des travaux en milieu naturel, plusieurs structures (ex. : crevasses, escarpements, cours d'eau) et obstacles (ex. : animaux sauvages, conditions météo extrêmes) peuvent occasionner des blessures significatives, la perte de conscience ou la noyade. De plus, il est aussi possible de développer une réaction allergique sévère suite à une simple piqûre d'insecte ou à la consommation d'aliments (ex. : baies sauvages). La procédure suivante adresse, en général, les cas causant une urgence médicale.

Le blessé :

- Si possible, doit appeler, sans tarder, un coéquipier en utilisant le moyen de communication à sa disposition (ex. : radio bidirectionnelle « Talkie-walkie »).

Le coéquipier :

- Doit prendre les mesures nécessaires pour essayer de stabiliser l'état du blessé, soit en,
  - prodiguant les premiers soins de base en cas de foulure, d'entorse, de membre cassé ou disloqué, etc.;
  - aidant le blessé à s'injecter une dose d'épinéphrine à l'aide d'un auto-injecteur EpiPen, en cas de symptômes d'allergie grave occasionnés par des piqures, des aliments ou autres ;
  - procédant à une réanimation cardio-respiratoire en cas de noyade, de crise cardiaque ou de perte de conscience.
- En cas de blessure grave, à l'extérieur du camp, le coéquipier doit communiquer l'urgence à un responsable au camp (chef de camp ou superviseur) à l'aide d'une radio VHF ou CB, habituellement disponible dans les camions de service. Si le camp est situé hors du rayon d'action de la radio, il devra s'y rendre rapidement. Un téléphone satellite peut-être également disponible.

Le responsable au camp (chef de camp ou superviseur) :

- Si requis, doit aviser le service ambulancier du Pavillon des Passes à partir du téléphone internet ou d'un téléphone satellite. Si un transport à l'hôpital est nécessaire, le responsable du camp devra aussi appeler le 9-1-1 ou AIRMÉDIC.

À la fin de l'urgence, le chef de camp doit compléter le ***rapport de premiers secours et de premiers soins*** (cf. Programme de santé et sécurité au travail, Annexe A) ainsi que le ***rapport d'accident/ incident*** (cf. PMU, Annexe B) et le transmettre au siège social de la compagnie.

Dans l'éventualité où la personne blessée ou incommodée serait un sous-traitant, son employeur devra également être informé dans les meilleurs délais.

En fonction de la gravité de la situation, un suivi sera réalisé par un membre de la direction de Ressources d'Arianne Inc. auprès de la famille de la personne blessée. En cas de décès de la personne ou de blessure causée par une tierce partie (ex. : blessure par arme à feu d'un chasseur), la Sûreté du Québec devra être avisée dans les meilleurs délais par la direction de Ressources d'Arianne.

6.6 Procédure en cas d'évacuation

Étant donné la nature des installations et des travaux sur le site, les évacuations du camp minier et/ou de la pourvoirie pourraient être causées par un incendie important (ex. : un bâtiment en feu ou feu de forêt important). Dans un tel cas, pour le camp minier, les travailleurs et autres personnes présentes devront se rassembler à l'endroit désigné à l'entrée du site et suivre les instructions du chef de camp ou de son remplaçant.

Dans le cas de la pourvoirie, si un incendie important survenait sur l'île, les occupants seront rassemblés sur le quai puis transportés sur la rive, à l'entrée de la pourvoirie, à bord d'un ponton. Le responsable de la pourvoirie évaluera la situation et informera les personnes présentes des mesures à prendre.

Dans l'éventualité où un feu de forêt menacerait le secteur, la SOPFEU et la Sûreté du Québec informeront le chef de camp et le responsable de la pourvoirie des mesures à prendre.

Les travailleurs

Lors d'un sinistre, lorsqu'un avis d'évacuation a été émis, les employés sur le site doivent :

- Cesser immédiatement tout travail et suivre les directives;
- Quitter leur lieu de travail après l'avoir sécurisé. Si à l'intérieur, fermer les portes sur leur passage;
- Aviser les autres personnes présentes à proximité de leur environnement de travail;
- Se diriger vers le **lieu de rassemblement**, à moins d'avis contraire;
- Se rapporter à leur supérieur et attendre les directives de ce dernier.

7 RETOUR À LA NORMALE ET SUIVI

7.1 Procédure de retour à la normale

7.1.1 Caractérisation et réhabilitation du site

Une fois la situation d'urgence contrôlée, il est important de procéder le plus rapidement possible au nettoyage et à la réhabilitation du site en définissant les méthodes qui seront utilisées, le niveau de décontamination visé et la destination des déchets générés. Cette étape doit se faire sous la supervision de la coordonnatrice développement durable, assistée au besoin du chef de camp ou d'un superviseur sur le site.

Ce plan d'action variera en fonction de la nature de l'incident, des produits en cause et de l'état des installations.

7.1.2 Gestion des matières résiduelles

Les procédures d'élimination de matières résiduelles sont présentées dans le Tableau 7-1.

Tableau 7-1 Procédure d'élimination des matières résiduelles

Produits	Actions
Matière non dangereuse	• Ramasser et mettre dans le contenant de rebuts domestiques; • Procéder selon le mode d'élimination approprié.
Matière dangereuse	• Ramasser et déposer dans un contenant compatible avec la matière dangereuse (ex. : baril de métal ou de plastique). Le contenant doit être adéquatement identifié et placé à l'intérieur du conteneur prévu à cet effet.
Matière contaminée	• Pour de grandes quantités (ex. : sol), ramasser et recouvrir d'une toile étanche ou déposer dans un conteneur étanche recouvert d'une toile imperméable jusqu'à ce que les résultats d'analyses et le mode d'élimination approprié soient définis.

La terre, l'eau, la végétation et tout autre matériel contaminé par le produit seront entreposés temporairement afin d'effectuer une analyse pour évaluer le degré de contamination. Ensuite, si requis, ces résidus seront éliminés dans un lieu (site technique) approuvé par les autorités gouvernementales. Cette dernière étape se fera sous la supervision de la coordonnatrice en gestion durable.

7.2 Suivi

7.2.1 Mesures correctives

Dans tous les cas d'intervention, la situation doit faire l'objet d'un suivi pour améliorer les procédures et prendre des mesures afin que des situations semblables ne se reproduisent plus. Les mesures correctives qui seront mises en place découlent de la réunion post-mortem.

Le suivi concernant les procédures d'urgence et le PMU est pris en charge par le coordonnateur du PMU. Les mesures correctives, à mettre en place afin que la situation ne se reproduise plus, sont prises en charge par le responsable des travaux aidé des intervenants internes requis.

7.2.2 Rapports

Différents rapports peuvent être utilisés et réalisés au moment et à la suite d'un incident ou d'un exercice :

Rapport d'accident / incident

Le rapport d'accident / incident doit être rempli par le chef de camp ou un superviseur afin de documenter toute situation comportant un danger ou des effets néfastes (blessures graves, déversement de substances dangereuses, incendie, etc.). Tous les rapports doivent être transmis à la direction, au coordonnateur du PMU et la coordonnatrice développement durable. À la suite d'une intervention d'urgence, le coordonnateur du PMU doit organiser une réunion avec les responsables concernés, afin de faire le point sur l'incident et déterminer des mesures correctives pour éviter la répétition d'un tel événement. Cette réunion est aussi utile pour compléter le rapport, s'il ya lieu.

Rapport de mises à l'essai du PMU

Le rapport de mises à l'essai du PMU est rempli pour chaque simulation réalisée. Il permet de documenter le scénario de la simulation, ses objectifs ainsi que l'évaluation de l'atteinte des objectifs.

Ce rapport est rempli par le coordonnateur du PMU ou par toute autre personne que celui-ci désigne.

8 MESURES PRÉVENTIVES

8.1 Formation

Les cours présentés aux sous-sections suivantes constituent le programme d'entraînement visant à former tous les nouveaux employés de Ressources d'Arianne. Il est de la responsabilité du supérieur immédiat d'inscrire les nouveaux arrivants aux formations obligatoires. Il est à noter que plusieurs de ces formations pourront être développées à l'interne afin de répondre aux particularités du site.

8.1.1 Formation du coordonnateur du PMU

Le coordonnateur du PMU maîtrise le PMU et s'assure de connaître la localisation du matériel d'intervention, ainsi que son bon fonctionnement.

8.1.2 Formation du personnel sur le PMU

Chaque personne travaillant sur le site du camp de Ressources d'Arianne (incluant le personnel de la pourvoirie du Lac-Paul) doit connaître son rôle et ses responsabilités à l'intérieur du PMU ainsi que la structure générale d'une intervention d'urgence.

De plus, chaque travailleur doit avoir une connaissance de base sur les procédures d'urgence et d'évacuation prévues sur le site des installations.

8.1.3 Formation SIMDUT

Tous les employés ayant à utiliser les systèmes de ravitaillement (réservoirs de diesel ou essence) devront avoir reçu cette formation.

Les employés devront connaître l'utilisation des fiches signalétiques, notamment au moyen d'un programme de formation sur le SIMDUT (Système d'Information sur les Matières Dangereuses Utilisées au Travail). Ce cours décrit également l'utilisation et le contrôle de l'étiquetage des matières dangereuses.

8.1.4 Formation en santé et sécurité au travail

Au moins une personne par groupe isolé doit avoir reçu une formation en santé et sécurité au travail adaptée au type de travaux à accomplir.

8.1.5 Formation de survie en forêt

Les travailleurs ayant à se déplacer en forêt, seul ou en équipe restreinte (ex. : géologues, biologistes, le personnel de la pourvoirie), doivent avoir reçu une formation de survie en forêt.

8.1.6 Formation de secourisme en milieu de travail

Cette formation, d'une durée de 16 heures, est recommandée pour tous les employés travaillant en milieu isolé, mais idéalement, au moins un employé par groupe de travail devrait l'avoir suivi.

Selon le *Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins*, il est requis d'avoir au moins un secouriste par quart de travail qui pourra dispenser les premiers soins lors d'un incident impliquant des blessés.

Le certificat émis suite à la formation est valide pour une période de trois (3) ans. Le cours de secourisme en milieu de travail est subventionné par la CSST selon certaines conditions. Pour toute information supplémentaire et pour l'inscription, il faut communiquer avec la CSST.

9 RELATION AVEC LES MÉDIAS ET LA COMMUNAUTÉ

En cas d'incident ou d'accident pouvant avoir des incidences importantes pour la compagnie ou pour la communauté avoisinante, le programme de communication de Ressources d'Arianne sera activé.

Celui-ci est sous la responsabilité de la Direction.

M. Jean-Sébastien David, vice-président Opérations chez Ressources d'Arianne Inc., est désigné comme porte-parole au cas où il serait nécessaire de communiquer avec les médias.

Annexe A

Registre des mises à jour

Registre des mises à jour

Section modifiée	Page modifiée	Date de la modification	Responsable/fonction	Signature
			Coordonnateur du plan de mesures d'urgence	

Registre des mises à jour

Section modifiée	Page modifiée	Date de la modification	Responsable / fonction	Signature

Annexe B

Rapports

TABLE DES MATIÈRES

RA-PMU-F1 : Rapport d'accident / incident

RA-PMU-F2 : Rapport de mise à l'essai du PMU

Rapport d'accident / incident

RA-PMU-F1	**Révision :** 0	**Page** : Page 1 de 2

ÉVÉNEMENT

Date : Heure :	Lieu de l'événement :

Nom du témoin :

DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT

Nombre de personnes blessées ou incommodées (s'il y a lieu) :

Quantité de matières dangereuses déversée (s'il y a lieu) :

Dommages matériels (s'il y a lieu) :

CAUSE PROBABLE DE L'ÉVÉNEMENT

PERSONNES OU ORGANISMES CONTACTÉS (annexer des pages si plus d'espace est requis)

Nom	Titre	Téléphone	Heure

Causes des délais (s'il y a lieu) :

Rapport d'accident / incident

RA-PMU-F1	**Révision :** 0	**Page** : Page 2 de 2

DESCRIPTION DE L'INTERVENTION (annexer des pages si plus d'espace est requis)

Responsable de l'intervention concerné : _____

Signature : _____

Autres mesures prises : (s'il y a lieu)

Quantité de matière récupérée (s'il y a lieu) : Lieu d'élimination du sol (ou autre matière récupérée) :	Hôpital ou lieu de traitement des blessés : Avis aux familles :
Description des dommages à l'environnement :	Impacts pour les autres employés :
Suivi environnemental requis : Oui : _____ Non : _____	Gestion du stress requis pour les employés : Oui : _____ Non : _____

MESURES CORRECTIVES MISES EN PLACE (pour éviter la reproduction de cette situation)

Rédigé par :

Signature :	Date :

Rapport de mise à l'essai du PMU

RA-PMU-F2	**Révision :** 0	**Page** : Page 1 de 2
Date de la simulation :	Lieu de l'exercice :	

TYPE D'EXERCICE

☐ administratif (ou de gestion) ☐ opérationnel ☐ combiné

PROCEDURE(S) D'URGENCE MISE A L'ESSAI

SCENARIO (contexte, lieu de l'incident, personnel impliqué, date et heure)

Objectifs-clés de la simulation	Bien réalisé		
Déclenchement :	**Oui**	**Non**	**N/A**
☐ Déclenchement de l'urgence (avis adéquat, etc.)	☐	☐	☐
☐ Informer les intervenants requis (chaîne de communication adéquate, bon numéro de téléphone, etc.)	☐	☐	☐
☐ Mobiliser les intervenants (remplaçant disponible, etc.)	☐	☐	☐
Gestion de l'incident :	**Oui**	**Non**	**N/A**
☐ Capacité d'évaluer la gravité et les conséquences de l'incident	☐	☐	☐
☐ Capacité d'identifier les problèmes potentiels associés à l'incident	☐	☐	☐
☐ Capacité de diriger, de coordonner et/ou de contrôler les opérations	☐	☐	☐
☐ Connaissance des rôles et responsabilités	☐	☐	☐
☐ Disponibilité du personnel et des équipements (extincteur, équipements d'intervention, etc.)	☐	☐	☐
☐ Intégration du PMU interne et celui d'autres organismes (municipal, gouv., etc.)	☐	☐	☐
Communication :	**Oui**	**Non**	**N/A**
☐ Communication entre les intervenants internes et les intervenants externes	☐	☐	☐
☐ Bon fonctionnement des outils de télécommunication (radios, téléphone, etc.)	☐	☐	☐
Analyse de la situation et élaboration de stratégies :	**Oui**	**Non**	**N/A**
☐ Capacité à établir une stratégie appropriée	☐	☐	☐
☐ Capacité à mobiliser les ressources requises	☐	☐	☐
☐ Disponibilité du matériel (plans, listes téléphoniques, …)	☐	☐	☐
Intervention :	**Oui**	**Non**	**N/A**
☐ Aptitude à réagir à un risque spécifique (reliée à une ou des procédures spécifiques)	☐	☐	☐
☐ Niveau de préparation du personnel formé	☐	☐	☐
☐ Capacité des intervenants internes à répondre de façon sécuritaire et/ou efficacement à l'urgence	☐	☐	☐
☐ Collaboration avec les ressources externes	☐	☐	☐
☐ Aptitude à coordonner les actions correctives requises	☐	☐	☐

Rapport de mise à l'essai du PMU

RA-PMU-F2	**Révision :** 0	**Page** : Page 2 de 2

Objectifs-clés de la simulation (suite)	**Bien réalisé**		
Documentation / Communication des informations :	**Oui**	**Non**	**N/A**
☐ Capacité des responsables à obtenir les informations requises	☐	☐	☐
☐ Capacité de documenter l'incident et l'intervention	☐	☐	☐
☐ Capacité de transmettre l'information de façon concise	☐	☐	☐

Commentaires :

BILAN DE LA SIMULATION

Liste des participants

Commentaires du Coordonnateur principal du PMU

Commentaires des participants (éléments ayant bien fonctionné, éléments à améliorer)

Rédigé par :

Signature :	Date :

Annexe C

Inventaire des produits dangereux présents sur le site

Inventaire des produits dangereux

Mise à jour : octobre 2012

Nom du produit	**Quantité totale présente sur le site** (en période normale)	**Type de réservoir ou récipient**	**Utilisation prévue du produit**	**Localisation** (Spécifier où sur le camp ou la pourvoirie)
Essence	2 250L	1 réservoir double paroi	Ravitaillement des bateaux à moteur et le ponton (transporté à l'île en contenants de 5L)	Entrée de la pourvoirie (près du quai d'embarcation)
Diesel	4 500L	1 réservoir double paroi	Utilisation pour la génératrice (fonctionnant 24hres/jour)	Entrée de la pourvoirie (près du quai d'embarcation)
Essence	2 275L	1 réservoir double paroi	Ravitaillement des équipements motorisés (foreuse) et véhicules spécialisés (VTT, motoneiges)	Extrémité ouest du camp d'exploration
Diesel	4 550L	1 réservoir double paroi	Utilisation pour la génératrice	Extrémité ouest du camp d'exploration
Propane	1 000 USWG (≈ 3 218L)	1 réservoir		Au nord des bâtiments au camp d'exploration
huiles usées		Tote pouvant contenir ≈ 1 000L		Extrémité est du camp d'exploration, près de l'entrée au camp

Annexe D

Inventaire du matériel d'intervention

Accident de travail

Matériel

Le camp du Lac à Paul de Ressources d'Arianne dispose de plusieurs trousses de premiers soins. Chaque bâtiment dispose de sa propre trousse. De plus, chacun des travailleurs devant s'aventurer en forêt dispose également d'une trousse pour des interventions de base.

Le camp est de plus pourvu d'un appareil de défibrillation en cas d'arrêt cardiaque.

Un véhicule d'urgence est disponible en tout temps au Pavillon des Passes situé à environ 38 km du site.

Accident environnemental

Matériel

Des matériaux absorbants sous forme de feuilles et de serpentins sont disponibles dans un conteneur au camp minier afin de récupérer tout déversement accidentel d'hydrocarbures.

De plus, des outils tels que pelles et râteaux, de même que des contenants vides sont disponibles pour les interventions d'urgence.

En outre chaque bâtiment est pourvu d'un extincteur de type ABC, clairement identifié et fixé au mur près de la porte d'entrée.

Systèmes de communication

Un ordinateur, en plus d'un téléphone, relié à un système Internet via satellite (Xplornet) permet de communiquer par voie téléphonique via le logiciel Skype, tant au camp forestier qu'à la pourvoirie. Des téléphones satellite Global Star et Irridium sont également disponibles (voir numéro de téléphone à la section 5.1).

De plus, la pourvoirie est pourvue d'un téléphone satellite. Toutefois ces différents systèmes sont dépendants des conditions météorologiques et peuvent donc être inopérants lors de temps nuageux.

La majorité du personnel est pourvu d'une radio bi-directionnelle (Talkie-walkie) lui permettant de communiquer avec les personnes se trouvant à l'intérieur d'un périmètre d'environ 500 mètres.

Chaque véhicule de la compagnie est pourvu d'une radio VHF lui permettant de communiquer avec les camions et autres véhicules également équipés de radio VHF dans le secteur (jusqu'à environ 15 km).

Une liste des numéros de téléphone d'urgence est affichée à proximité de chaque poste d'ordinateur.

Annexe E

Ententes avec ressources externes

Liste des ententes avec ressources externes

Mise à jour : octobre 2012

Fournisseur	Service offert	Type d'entente	Échéance
Pavillon Chute des Passes	Service ambulancier	Verbale	na
AIRMEDIC	Service transport aérien ambulancier	Contrat / abonnement	na

Annexe F

Plans

Plans à insérer lorsque disponibles.

ARIANNE Phosphate

30 rue Racine Est, suite 160
Chicoutimi (Québec) G7H 1P5
Tél: (418) 549-7316
Fax: (418) 549-5750
Courriel: info@arianne-Inc.com

Cegertec WorleyParsons

Groupe Conseil Nutshimit

Tangerine

Hydro-Ressources Inc. Hydrogéologie et Environnement

LVM

Martel Munger et associés Communication — Conseil

DESSAU