

## **Annexe QC-70**





PAR COURRIEL : [mathieu.rouleau@rmlac.qc.ca](mailto:mathieu.rouleau@rmlac.qc.ca)

Le 10 février 2012

**Monsieur Mathieu Rouleau, directeur général adjoint**  
Régie des matières résiduelles du Lac-Saint-Jean  
625, rue Bergeron Ouest  
Alma (Québec) G8B 1V3

**Objet : Étude géotechnique et hydrogéologique – LET Hébertville-Station- Addenda**  
N/Réf. : 153-B-5000022-HD-R-0001-00

Monsieur,

C'est avec plaisir que nous vous transmettons l'addenda au rapport technique réalisé par notre firme, pour répondre aux questions du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et demeurons à votre disposition pour tout renseignement additionnel qui pourrait vous être utile.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.



Hélène Gairon, M.Sc.A.  
Hydrogéologue

HG/jd

c.c. M. André Simard – Génivar ([andre.simard@genivar.com](mailto:andre.simard@genivar.com))

G:\153\B-5000022\1\_Livrables\153-B-5000022-HD-R-0001-00.doc

# **Régie des matières résiduelles du Lac-Saint-Jean**

## **Étude géotechnique et hydrogéologique – LET Hébertville-Station- Addenda**

### **Addenda**

Date : Février 2012  
N/Réf. : 153-B-5000022-HD-R-0001-00

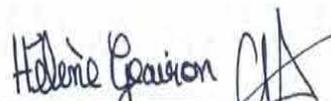
**LVM**

## Régie des matières résiduelles du Lac-Saint-Jean

### Étude géotechnique et hydrogéologique – LET Hébertville-Station- Addenda

#### Addenda

Préparé par :



---

Hélène Geairon, M.Sc.A.

Hydrogéologue



---

Marie-Line Tremblay, ing., M.Sc.A.

Hydrogéologue

## TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION.....	1
2 QUESTION QC-70 .....	1
3 QUESTION QC-84 .....	2
4 QUESTION QC-88 .....	3
5 QUESTION QC-91 .....	4
6 QUESTION QC-92 .....	5
7 QUESTION QC-94 .....	6

### Tableaux

#### Annexes

- Annexe 1 Certificat d'analyses chimiques
- Annexe 2 Rapport de forage corrigé
- Annexe 3 Carte piézométrique
- Annexe 4 Coupes stratigraphiques longitudinale et transversale

## Propriété et confidentialité

« Ce document d'ingénierie est la propriété de LVM et est protégé par la loi. Ce rapport est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite de LVM et de son Client.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants de LVM qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment qualifiés selon la procédure relative à l'approvisionnement de notre manuel qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
No de révision	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
00	2012-02-10	Émission de l'addenda final

# 1 INTRODUCTION

LVM a été mandatée par la Régie des matières résiduelles du Lac-Saint-Jean pour répondre aux questions QC-70, QC-84, QC-88, QC-91, QC-92 et QC-94 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs concernant l'étude hydrogéologique et géotechnique sur le site proposé pour l'aménagement du futur lieu d'enfouissement technique (LET) de Hébertville-Station, produite par LVM en juin 2011 (N/Réf. : 153-P038704-0130-HD-0001-00).

## 2 QUESTION QC-70

« Pour le calcul des OER, vous avez fourni une valeur de dureté de 11 mg/l CaCO<sub>3</sub> pour le petit ruisseau sans nom tributaire du ruisseau de l'Abattoir (Nathalie Gagné, communication personnelle). Pour quelle raison cette valeur n'apparaît-elle pas dans le tableau 7.5 du RP ? La dureté est une caractéristique physico-chimique particulièrement importante pour le calcul des critères de qualité de plusieurs métaux et des sulfates. Veuillez préciser. »

Le tableau 1 ci-dessous correspond au tableau 5 du rapport 153-P038704-HD-0001-00 de juin 2011 complété par la mesure de dureté. Le certificat d'analyses chimiques est joint à l'annexe 1.

Tableau 1 : Résultats d'analyses chimiques de l'eau de surface

PARAMÈTRES		RÉSULTATS	VALEURS LIMITES*
Benzène	µg/L	ND	---
Toluène	µg/L	ND	---
Éthylbenzène	µg/L	ND	---
Xylène (o, m, p)	µg/L	ND	---
pH		6,81	6,0 <pH< 9,5
Phénol 4AAP	mg/L	ND	0,085
Matière en suspension	mg/L	ND	90
Azote ammoniacal	mg/L	ND	25
Bore	mg/L	ND	---
Cadmium	mg/L	ND	---
Chlorure	mg/L	0,48	---
Chrome	mg/L	ND	---
Coliforme fécaux	UFC/100 ml	<1	275
Cyanures totaux	mg/L	ND	---
Dureté	mg/l CaCO <sub>3</sub>	11	---
Fer	mg/L	ND	---
Manganèse	mg/L	ND	---
Mercurure	mg/L	ND	---
Nickel	mg/L	ND	---
Nitrites/nitrates	mg/L	0,06	---

PARAMÈTRES		RÉSULTATS	VALEURS LIMITES*
Plomb	mg/L	ND	---
Sodium	mg/L	0,8	---
Sulfates totaux	mg/L	3,4	---
Sulfures totaux	mg/L	ND	---
Zinc	mg/L	ND	0,17
Conductivité	µS/cm	0,033	---
Composés phénoliques	mg/L	ND	---
DBO <sub>5</sub>	mg/L	ND	150
DCO	mg/L	10	---
Remarques :			
* Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (MDDEP, 2011)			
ND : Non Détectable			
--- : Non analysé ou pas de norme et critère			
 : Mesure supérieure aux valeurs de l'article 5753 du REIMR (à titre de référence seulement)			

### 3 QUESTION QC-84

« Le potentiel aquifère sous-jacent au site a été évalué sur la base des données de forage du secteur et des essais de perméabilité réalisés dans le socle rocheux. Habituellement, ce potentiel devrait être évalué sur la base d'un essai de pompage réalisé selon le Guide des essais de pompage du MDDEP. Dans ce cas, il serait pertinent qu'un hydrogéologue évalue la nécessité de réaliser un essai de pompage pour valider le potentiel aquifère. Veuillez préciser. »

Le rapport 153-P038704-0130-HD-0001-00 de juin 2011 précise au dernier paragraphe de la section 8.1 que : « sur la base des résultats des essais de perméabilité, il s'avère que le socle rocheux n'est pas réputé perméable et qu'un très faible volume d'eau souterraine pourrait être soutiré par pompage de cette formation. Ce débit pourrait difficilement satisfaire des besoins domestiques. »

Les valeurs de conductivité hydraulique (valeur moyenne :  $3,00 \times 10^{-6}$  m/min) et l'absence de fracturation du roc observée lors du forage conduisent effectivement à conclure que même des besoins domestiques pourraient difficilement être satisfaits. Il n'est donc pas nécessaire de réaliser un essai de pompage pour vérifier le potentiel aquifère du socle rocheux.

## 4 QUESTION QC-88

« À la section 7.1.3.3 de la page 90 du RP, pour établir la vitesse horizontale moyenne d'écoulement du socle rocheux, la conductivité hydraulique moyenne de  $8,32 \times 10^{-6}$  m/min a été utilisée. L'utilisation de cette valeur n'est pas adéquate. Elle représente la moyenne des données de conductivité hydraulique de la partie supérieure du socle rocheux et comprend la valeur du PO-7-11, qui ne doit pas être prise en compte étant donné que sa cellule piézométrique est en lien hydraulique avec le till surmontant le socle rocheux.

D'autre part, compte tenu qu'il y a peu de données pour évaluer les conductivités hydrauliques du roc de surface et en profondeur, que celles-ci sont du même ordre de grandeur et que la conductivité moyenne du socle rocheux est supérieure à celle en surface, la conductivité moyenne utilisée pour le calcul de la vitesse d'écoulement des eaux dans le socle rocheux devrait être établie à partir de toutes les valeurs de conductivité hydraulique obtenues, excepté celle du PO-7-11. Ce commentaire est également applicable à la section 4.4.2, page 11, de l'étude géotechnique et hydrogéologique de LVM. Veuillez préciser. »

Le tableau 2 ci-dessous reprend les valeurs de conductivité hydraulique obtenues pour chaque essai de perméabilité, d'après le tableau 2 du rapport 153-P038704-0130-HD-0001-00 de juin 2011.

Tableau 2 : Résultats des essais de perméabilité

PUITS D'OBSERVATION	K (m/min)
PO-2-11	$4,41 \times 10^{-7}$
PO-4-11	$5,14 \times 10^{-6}$
PO-5-11	$7,11 \times 10^{-5}$
PO-6-11	$5,15 \times 10^{-7}$
PO-7-11	$4,44 \times 10^{-4}$
PO-8-11	$2,94 \times 10^{-6}$
Moyenne*	$3,00 \times 10^{-6}$

\* La moyenne géométrique est calculée à l'aide de l'ensemble des valeurs mesurées au roc, soit toutes les valeurs du tableau exceptée celle de PO-7-11.

La moyenne géométrique des conductivités hydrauliques est calculée à partir de toutes les valeurs de conductivité hydraulique obtenues pour le socle rocheux et exclut donc la valeur obtenue dans le till pour PO-7-11. La conductivité hydraulique moyenne est donc de  $3,00 \times 10^{-6}$  m/min.

## 5 QUESTION QC-91

« Au tableau 1 de la page 9 (section 4.2) de l'étude géotechnique et hydrogéologique, veuillez préciser à quoi correspond « le point de mesure » ?

De plus, la lecture de profondeur par rapport au point de mesure présente peu d'intérêt. Par contre, la profondeur des eaux souterraines par rapport à la surface du sol est une donnée très utile. La profondeur des eaux souterraines par rapport à la surface du sol devrait être ajoutée au tableau ou mise en remplacement de la « lecture ». Veuillez préciser.

Enfin, pour le puits PO-5-11, l'élévation du point de mesure (194,480 m) est erronée, puisqu'elle est inférieure à celle de la surface du terrain (196,460 m) indiquée au rapport de forage. Veuillez corriger. »

Le « point de mesure » a été remplacé dans le tableau 3 ci-dessous et les élévations des niveaux d'eau peuvent ainsi être comparées à l'élévation du sol au droit de chaque ouvrage.

Tableau 3 : Niveau naturel de l'eau souterraine

PUITS D'OBSERVATION	ÉLÉVATION DU SOL (m)	NIVEAU NATUREL DE L'EAU SOUTERRAINE		
		13-04-2011	04-05-2011	11-05-2011
		ÉLÉV.	ÉLÉV.	ÉLÉV.
PO-2-11	195.75	194.32	194.31	194.30
PO-4-11	196.99	195.79	195.74	195.66
PO-5-11	193.46	193.02	193.16	193.14
PO-6-11	193.93	193.70	193.67	193.65
PO-7-11	187.96	188.00	187.91	187.86
PO-8-11	195.44	195.39	195.30	195.23

L'élévation du sol au droit de PO-5-11 a été corrigée sur le rapport de forage et d'aménagement du piézomètre (193,46 m au lieu de 196,46 m). Le rapport de forage corrigé est présenté à l'annexe 2.

## 6 QUESTION QC-92

« Dans l'étude géotechnique, section 4.4.1, page 10, il est mentionné que les courbes isopièzes, qui permettent d'établir la direction d'écoulement des eaux souterraines, ont été obtenues par l'interpolation linéaire des niveaux d'eau suivant la méthode graphique de la triangulation. Le nombre de piézomètres est trop restreint pour un terrain aussi accidenté pour permettre d'établir la direction des eaux souterraines uniquement selon cette méthode. Les données montrent que les eaux souterraines sont très peu profondes (moins de 1,50 m), ce qui n'est pas étonnant en présence d'un massif rocheux très peu perméable, alors que la dénivelée du terrain atteint environ 10 m. L'approche suivie est valable, mais dans le contexte hydrogéologique et topographique du présent dossier, elle doit également prendre en considération la topographie du terrain. La piézométrie du terrain doit donc être revue et les modifications qui en découlent [...] doivent être apportées. Veuillez corriger. »

La carte piézométrique des niveaux naturels a été reprise et est présentée à l'annexe 3. L'interpolation entre les points de mesure piézométrique a été réalisée par la méthode des voisins naturels. Les points topographiques fournis par le client ont également fait l'objet d'une interpolation par la méthode des voisins naturels. Les deux résultats d'interpolation ont été comparés et les secteurs où la piézométrie était plus élevée que la topographie ont été relevés. Sur ces zones, la piézométrie a été corrigée pour se trouver à 0,1 m sous la surface du sol. Une fois ces corrections apportées, l'interpolation par la méthode des voisins naturels a de nouveau été mise en œuvre avec les valeurs de piézométrie corrigées. La carte présentée à l'annexe 3 montre les courbes piézométriques obtenues selon cette dernière interprétation. On y observe des gradients de directions opposées très liés aux variations topographiques. Pour cette raison, trois gradients différents ont été mesurés et les vitesses associées ont été calculées, à l'aide de la valeur de conductivité hydraulique moyenne estimée à la section 4 du présent rapport.

Les valeurs de gradients et les vitesses associées sont présentées au tableau 4 ci-dessous. Une valeur moyenne est calculée.

Tableau 4 : Gradients et vitesses d'écoulement souterrain

DIRECTION D'ÉCOULEMENT	GRADIENT HYDRAULIQUE	VITESSE MOYENNE (m/an)
N160	7,2 %	2,27
N240	6,1%	1,92
N40	2,0%	0,63
Moyenne	-	1,61

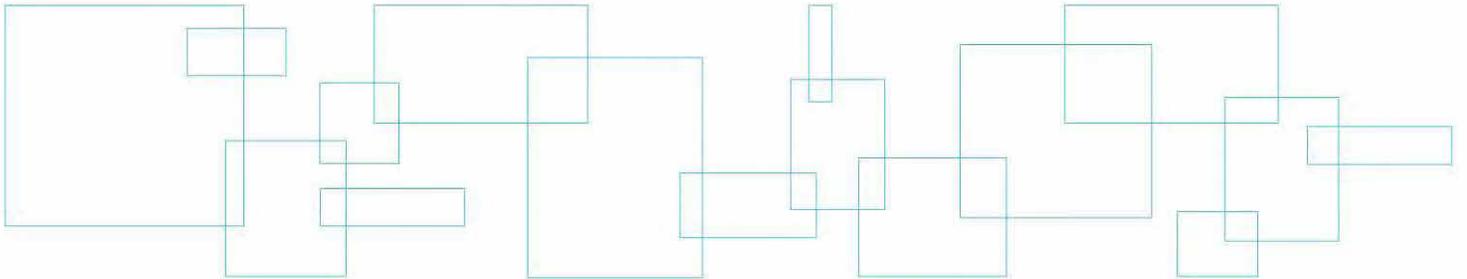
## 7

### QUESTION QC-94

*« Dans l'étude géotechnique et hydrogéologique, annexe I, aux figures 6 et 7, l'échelle verticale de ces figures est inappropriée. L'échelle verticale des figures devrait être étirée en ne conservant que la plage d'information pertinente, soit de l'élévation 180 m à 210 m pour la figure 6 et de l'élévation 170 m à 210 m pour la figure 7. D'autre part, à la figure 7, la ligne du niveau des eaux souterraines devrait aller rejoindre le niveau des eaux de surface présentes dans le creux topographique situé à droite de PO-5-11 sur la figure, comme c'est le cas au creux à gauche. Veuillez apporter les corrections »*

Les coupes stratigraphiques A-A' et B-B' ont été modifiées et sont présentées à l'annexe 4.

## Annexe 1      Certificat d'analyses chimiques



Dossier Maxxam: B123043  
Date du rapport: 2011/06/28

LVM  
Votre # du projet: P038704-130-005

Votre # de commande: 195914  
Initiales du préleveur: MH

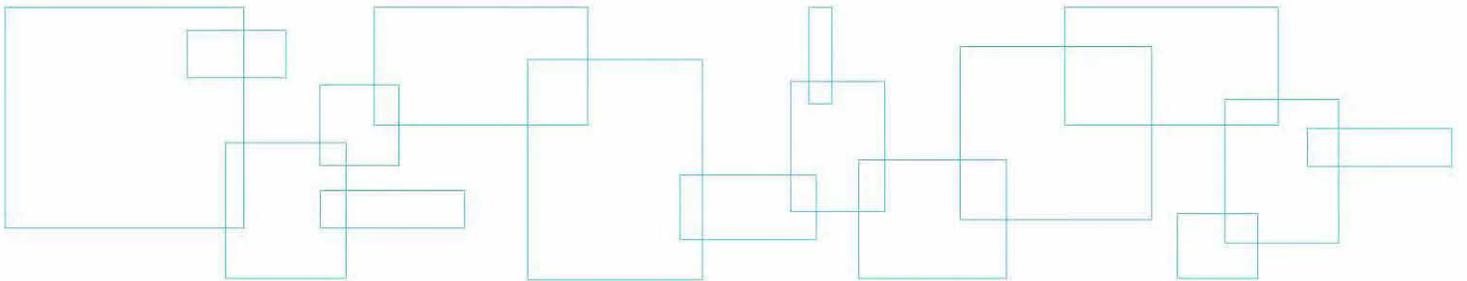
### MÉTAUX (EAU DE SURFACE)

ID Maxxam		N53525		
Date d'échantillonnage		2011/05/11		
	Unités	RUISSEAU	LDR	Lot CQ

MÉTAUX				
Mercure (Hg)	mg/L	ND	0.0001	873158
Calcium (Ca)	mg/L	5	1	888075
Magnésium (Mg)	mg/L	ND	1	888075
Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	11	1	888075
Cadmium (Cd)	mg/L	ND	0.001	873151
Chrome (Cr)	mg/L	ND	0.03	873151
Plomb (Pb)	mg/L	ND	0.001	873151
Manganèse (Mn)	mg/L	ND	0.003	873151
Nickel (Ni)	mg/L	ND	0.01	873151
Sodium (Na)	mg/L	0.8	0.2	873151
Zinc (Zn)	mg/L	ND	0.005	873151
Bore (B)	mg/L	ND	0.05	873151
Fer (Fe)	mg/L	ND	0.1	873151

ND = inférieur à la limite de détection rapportée  
LDR = Limite de détection rapportée  
Lot CQ = Lot contrôle qualité

## Annexe 2      Rapport de forage corrigé



# DESCRIPTION DE FORAGE

DATE: 5 avril 2011  
 PROJET: Étude géotechnique et hydrogéologique - LET Hébertville-Station  
 ENDROIT: Hébertville-Station  
 NO.: B-5000022

FORAGE NO.: PO-5-11  
 ÉQUIPEMENT: CME  
 CALIBRE DU FORAGE: HQ

**TYPE D'ÉCHANTILLONNEUR**

CF: Cuillère Fendue  
 CR: Carottier HQ - 96 mm  
 TA: Tarière pleine

**ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON**

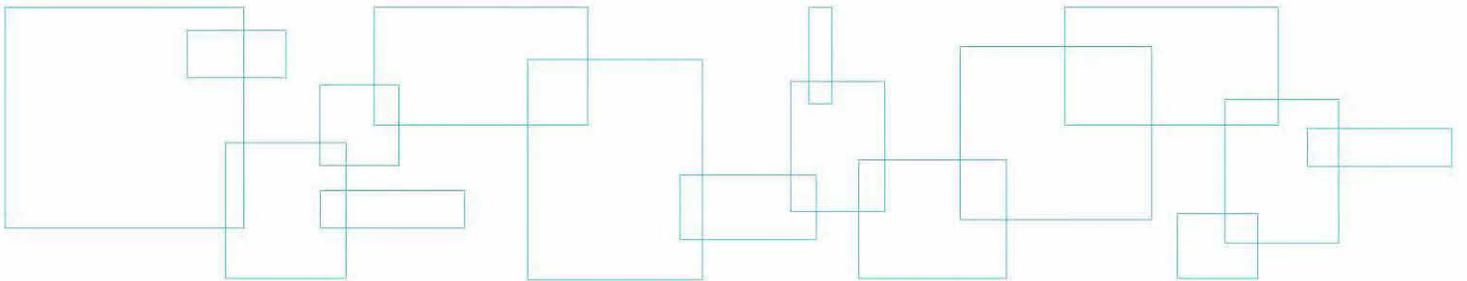
Remanié    Carotté  
 Intact  
 Perdu

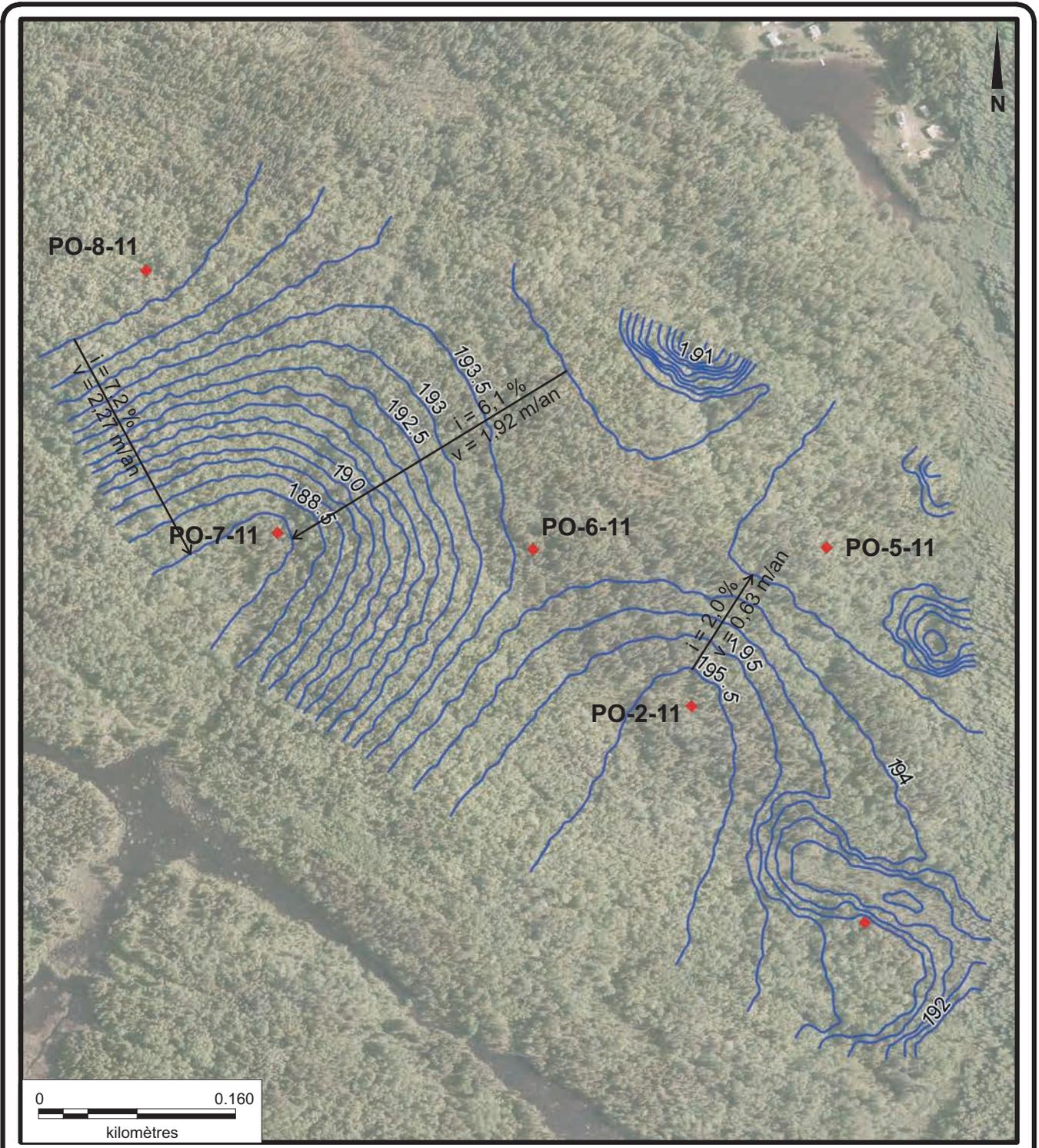
**ESSAIS**

N: Indice de pénétration normalisée (Nombre de coups/15 cm)    AG: Analyse Granulométrique  
 HY: Sédimentométrie  
 K: Conductivité hydraulique (m/s)    AC: Analyse chimique

ÉLÉV. GÉO. (m)	PROF. (m)	DESCRIPTION GÉOLOGIQUE & OBSERVATIONS	STRATI.	ÉCHANTILLON			ESSAIS & ANALYSES	PUITS D'OBSERVATION	REMARQUES
				Type & No.	État	Réc. (%)			
193,460	0,0	Surface du terrain							
	0,12	Terre végétale (racines, matières organiques)		CF-1		49	N = 1-1-4-5	<p style="text-align: center;">K = 7,11 x 10<sup>-5</sup> m/min</p>	Coordonnées MTM fuseau 7: X: 224 715,26 m.E. Y: 5 366 827,94 m.N.  Type: Bentonite  . Prof.: 0,20 - 2,03 m  Type: Silice arrondie #10  . Prof.: 0,00 - 0,20 m 2,03 - 10,67 m  <b>TUBAGE PROTECTEUR</b> . Type: HDPE . Diam. ext.: 152,0 mm . Long.: 1,52 m . Margelle: 1,02 m  <b>TUBAGE INTÉRIEUR</b> . Type: PVC . Diam. int.: 50,8 mm . Margelle: 1,01 m  <b>CRÉPINE #10</b> . Type: PVC . Long.: 3,04 m . Ouverture: 0,25 mm . Diam. int.: 50,8 mm . Prof.: 5,85 - 8,89 m
	0,51	Sable fin à moyen brun, traces de silt		CR-1		100	RQD : 100%		
	1,0			CR-2		100	RQD : 94%		
	1,73			CR-3		100	RQD : 100%		
	2,0			CR-4		100	RQD : 86%		
	3,0			CR-5		100	RQD : 97%		
	3,25			CR-6		100	RQD : 100%		
	4,0	Roc : Anorthosite		CR-7		90	RQD : 90%		
	4,77								
	5,0								
	6,0								
	6,29								
	7,0								
	7,51								
	8,0								
	9,0								
	9,09								
	10,0								
	10,67	FIN DU FORAGE À 10,67 m							
	11,0								
	12,0								
	13,0								
	14,0								
	15,0								
	16,0								
	17,0								
	18,0								
	19,0								
	20,0								

## Annexe 3 Carte piézométrique

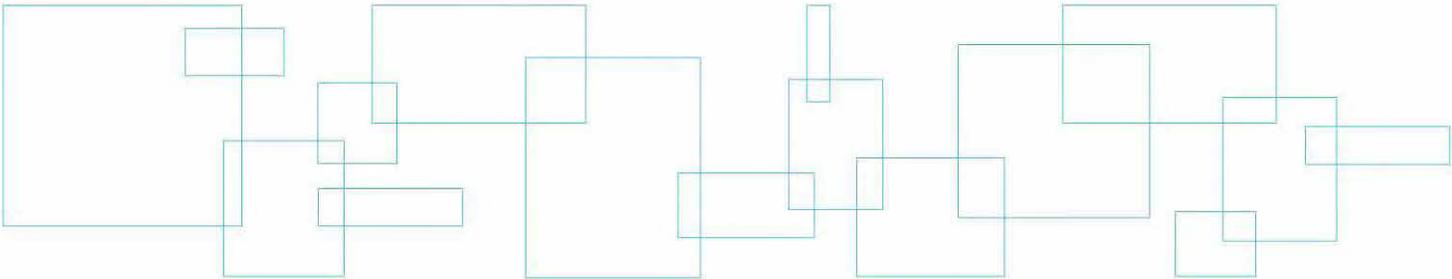


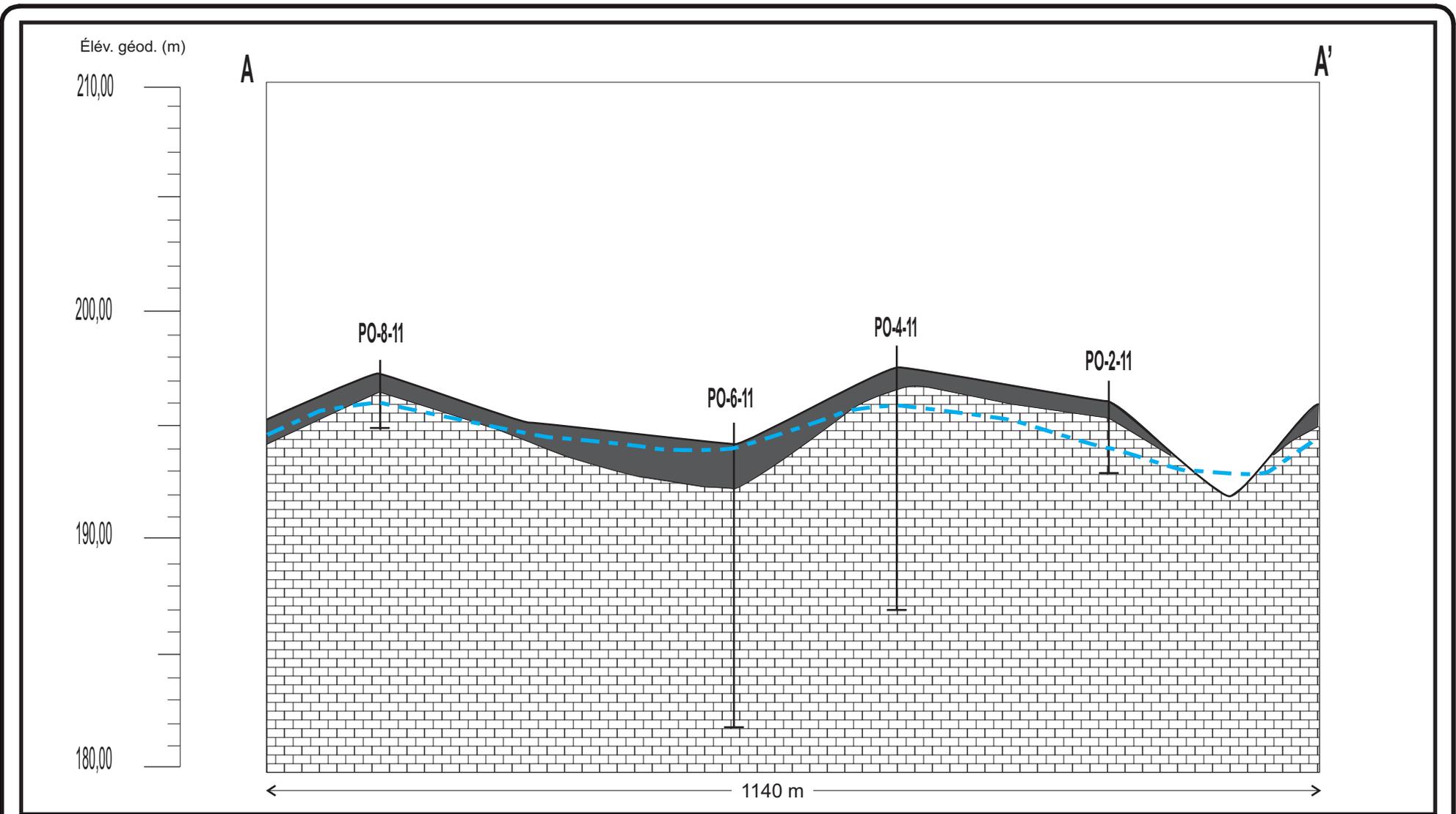


Client	Régie des Matières Résiduelles du Lac-Saint-Jean
Projet	Addenda Étude hydrogéologique/géotechnique LET - Hébertville-Station Hébertville-Station, Québec
Titre	Niveau naturel de l'eau souterraine le 11/05/2011

		<b>LVM</b> 245, rue Riverin, bureau 101 Chicoutimi (Québec) Canada G7H 4R6 Téléphone : 418-615-0411 Télécopieur : 418-615-0417		
		Préparé <b>H. Geairon</b> Dessiné <b>H. Geairon</b> Vérifié <b>M.L. Tremblay</b>	Discipline <b>Hydrogéologie</b> Échelle <b>Graphique</b> Date <b>02/2012</b>	Chargé de projet : <b>H. Geairon</b> Numéro de séquence : <b>01 de 01</b>
Serv. Maître <b>153</b>	Projet <b>B-5000022</b>	Disc. <b>HD</b>	N° Dessin <b>0001</b>	Rév. <b>00</b>

**Annexe 4      Coupes stratigraphiques longitudinale et transversale**





**Légende:**



Till

--- Niveau naturel  
le 11-05-2011



Terre végétale



Socle rocheux



Puits d'observation

Cliant

**Régie des matières résiduelles du  
Lac-Saint-Jean**

Projet

**Addenda  
Étude hydrogéologique/géotechnique  
LET - Hébertville-Station  
HÉBERTVILLE-STATION, QUÉBEC**

Titre

Figure 2 : coupe A-A' longitudinale

**LVM**

L V M

245 rue Rivérin, bureau 101  
Chicoutimi (Québec)  
Canada G7H4R6  
Téléphone :418-615-0411  
Télécopieur:418-615-0417

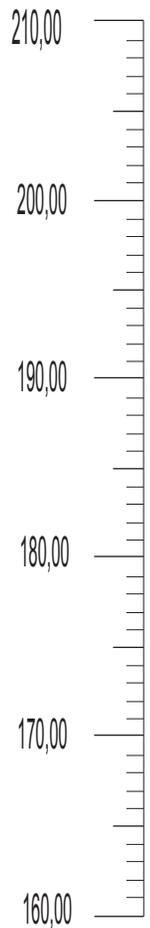
Préparé H.Geairon  
Dessiné H.Geairon  
Vérifié M.L.Tremblay

Discipline Hydrogéologie  
Échelle Graphique  
Date 02/2012

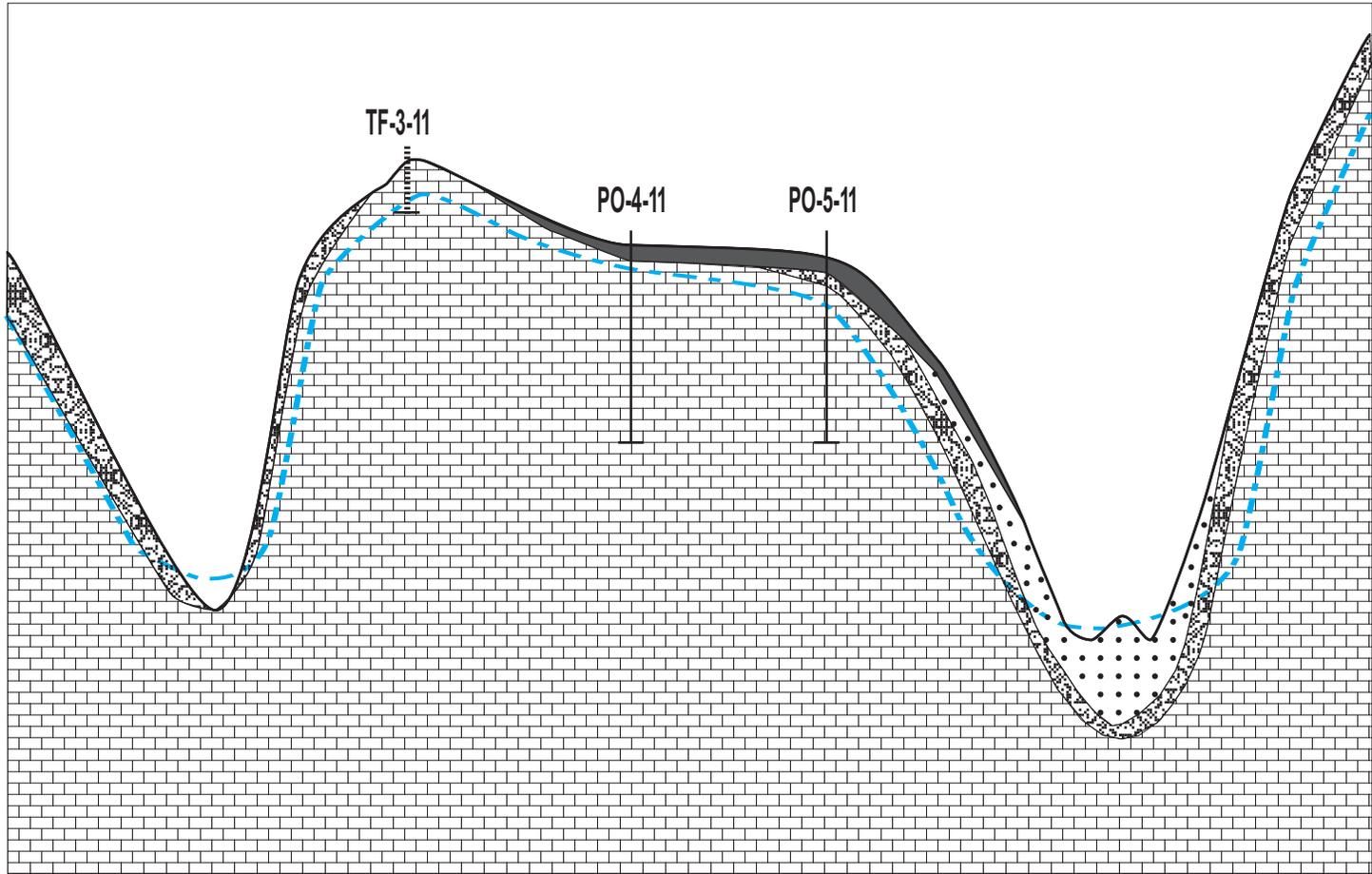
Chargé de projet  
H.Geairon  
No. Séquence  
01 de 01

Serv.	Projet	Disc.	No. Dessin	Rév.
153	B-5000022	HD	0001	00

Élev. géod. (m)



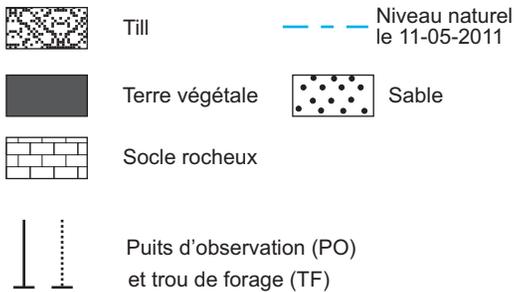
B



B'

1140 m

**Légende:**



Cient

**Régie des matières résiduelles du  
Lac-Saint-Jean**

Projet

**Addenda  
Étude hydrogéologique/géotechnique  
LET - Hébertville-Station  
HÉBERTVILLE-STATION, QUÉBEC**

Titre

**Figure 3 : coupe B-B' transversale**

**LVM**

LVM

245 rue Riverin, bureau101  
Chicoutimi (Québec)  
Canada G7H4R6  
Téléphone : 418-615-0411  
Télécopieur : 418-615-0417

Préparé H.Geairon  
Dessiné H.Geairon  
Vérifié M.L.Tremblay

Discipline Hydrogéologie  
Échelle Graphique  
Date 02/2012

Chargé de projet  
H.Geairon  
No. Séquence  
01 de 01

Serv.	Projet	Disc.	No. Dessin	Rév.
153	B-5000022	HD	0001	00