



Suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou – ancien site minier Manitou



Rapport technique

N/D : GP698-01-16

V/D : 2016-0151-04

9 décembre 2016

ÉQUIPE DE PROJET

GRUPE HÉMISPÈRES

Simon Barrette	Biologiste, M.Sc. Biol., chargé de projet, rédaction
Roxane Poirier	Biologiste, B.Sc. Biol., compilation et analyse des données
Julie Bastien	Biologiste, M.Sc. Eau, Révision
Marc-André Hurtubise	Géographe, M. Sc., cartographie

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Olivia Dawson	Ing., chargée de projet – Direction de la restauration de sites miniers
Robert Lacroix	Ing. M.Sc. A., chargé de projet - Direction de la restauration de sites miniers

Organisme de bassin versant - Abitibi Jamésie

Judith Sénéchal	Océanographe, M.Sc., directrice générale, échantillonnage
Kimberly Côté	Bachelière en études de l'environnement, chargée de projet, échantillonnage
Philippe Gervais	Étudiant à l'institut de recherche en mines et environnement de l'UQAT, échantillonnage



Recyclable et fait de papier recyclé à 100%.
Papier fabriqué avec de l'énergie éolienne et contribuant à l'utilisation responsable des ressources forestières.

Ce rapport a été formaté pour une impression recto verso.

Révision et publication		
Numéro	Date	Modification ou détail de publication
00	2016-11-11	Rapport technique préliminaire
01	2016-11-24	Rapport technique final
02	2016-12-09	Rapport technique final

V:\Contrat en cours\GP698-01-16_Suivi qualite eau Manitou\Rapport\Hemis_GP698-01-16_rapport_Suivi qualité au Manitou_161209_VF.docx

Rédigé par :



Simon Barrette
Biologiste, M.Sc. Biol.

Vérifié par :



Julie Bastien
Biologiste, M.Sc. Eau



Roxane Poirier
Biologiste

La citation appropriée pour ce document est :

Groupe Hémisphères (2016) *Suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou – ancien site minier Manitou*. Rapport technique réalisé pour le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 21 pages et 5 annexes.

PORTÉE ET LIMITATIONS

Ce document est publié conformément et sous réserve d'un accord entre le Groupe Hémisphères inc. et le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) pour lequel il a été préparé. Il est limité aux questions qui ont été soulevées par le MERN dans les documents d'appel d'offres et préparé en utilisant les niveaux de compétence et de diligence normalement exercés par des scientifiques en environnement dans la préparation d'un tel document. Ce document est destiné à être lu comme un tout et des sections ou des parties ne doivent donc pas être lues, utilisées ou invoquées hors de leur contexte. Le document est confidentiel et la propriété du MERN. La reproduction de ce document en entier ou en partie est autorisée sous réserve de faire référence à Groupe Hémisphères comme en étant l'auteur.

Sauf si explicitement indiqué, les inventaires physiques, floristiques et fauniques d'une aire d'étude peuvent ne pas avoir l'envergure nécessaire pour satisfaire aux lois et règlements en vigueur. Une demande de permis aux autorités requiert fréquemment plusieurs documents de soutien qui couvrent l'ensemble des composantes sensibles à un niveau d'effort convenu ou à déterminer. D'autre part, les analyses et discussions à caractère légal sont à titre indicatif et devraient être soumises pour avis auprès des différentes autorités responsables avant leur utilisation.

Lors de la préparation de ce document, Groupe Hémisphères a suivi une méthodologie et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Groupe Hémisphères est d'opinion que les recommandations issues de ce rapport doivent être considérées comme valides avec une marge d'erreur raisonnable pour ce type d'étude. À moins d'indication contraire, Groupe Hémisphères n'a pas contrevérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance du MERN et autres sources sur lesquels peuvent être fondés son opinion. Groupe Hémisphères n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Toute personne ou organisation qui s'appuie sur ou utilise ce document à des fins ou pour des raisons autres que celles convenues par Groupe Hémisphères et le MERN sans avoir obtenu au préalable le consentement écrit de l'une ou l'autre des parties, le fait à ses propres risques. Groupe Hémisphères décline toute responsabilité envers le MERN et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document par quelque tiers que ce soit.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES ANNEXES	V
1 INTRODUCTION	1
2 MÉTHODOLOGIE	2
2.1 MATÉRIEL ET MÉTHODE	2
2.1.1 Qualité de l'eau de surface	2
2.1.2 Description des stations d'échantillonnage.....	4
3 RÉSULTATS ET DISCUSSION	5
3.1 DESCRIPTION DE L'AIRE D'ÉTUDE	5
3.2 QUALITÉ PHYSICOCHIMIQUE DE L'EAU DE SURFACE	6
3.2.1 Campagne d'échantillonnage en crue.....	6
3.2.2 Campagne d'échantillonnage en étiage	7
3.2.3 Comparaison entre les deux campagnes d'échantillonnage	8
3.3 CONCENTRATIONS DES IONS MAJEURS	8
3.3.1 Campagne d'échantillonnage en crue.....	8
3.3.2 Campagne d'échantillonnage en étiage	9
3.3.3 Comparaison entre les deux campagnes d'échantillonnage	10
3.4 MÉTAUX.....	11
3.5 MATIÈRE EN SUSPENSION ET SULFATES	17
4 CONCLUSION	18
5 ASSURANCE QUALITÉ	19
6 RÉFÉRENCES	20

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage	2
Tableau 2. Plan d'échantillonnage.....	4
Tableau 3. Type de végétation aquatique et terrestre.....	4
Tableau 4. Description des stations d'échantillonnage – 2016	5
Tableau 5. Valeurs moyennes, minimales et maximales – rivière Bourlamaque - juin 2016	13
Tableau 6. Valeurs moyennes, minimales et maximales - rivière Bourlamaque - septembre 2016	15

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Physicochimie – rivière Bourlamaque - juin 2016.....	7
Figure 2. Physicochimie – rivière Bourlamaque - septembre 2016	8
Figure 3. Ions majeurs – rivière Bourlamaque - juin 2016.....	9
Figure 4. Ions majeurs – rivière Bourlamaque - septembre 2016	10
Figure 5. Concentrations moyennes des métaux - rivière Bourlamaques – juin 2016	14
Figure 6. Concentrations moyennes des métaux - rivière Bourlamaques – septembre 2016	16
Figure 7. Concentrations moyennes de matière en suspension et de sulfates – rivière Bourlamaque – 2016	17

LISTE DES ANNEXES

Annexe I Programme de terrain	
Annexe II Carte de localisation des stations d'échantillonnage et de la station ES-Cr4 du site minier East Sullivan	
Annexe III Reportage photographique	
Annexe IV Données brutes	
Annexe V Certificats de laboratoire	

1 INTRODUCTION

La rivière Bourlamaque est affectée depuis de nombreuses années par le ruisseau Manitou qui draine le parc à résidus miniers du même nom. Ce parc a été à l'abandon suite à la faillite du gestionnaire de l'époque. Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) a pris action afin d'assurer la restauration du site qui est inscrit au passif environnemental du MERN.

Des travaux ont été réalisés au cours des dernières années afin de confiner les résidus à l'intérieur de l'enceinte de ce parc à résidus. Des digues ont été construites et des fossés de drainage ont été aménagés de façon à isoler les eaux de ruissellement du ruisseau Manitou et de la rivière Bourlamaque. Les résidus miniers qui s'étaient accumulés sur la plaine inondable du ruisseau Manitou ont été excavés et retirés du milieu. Présentement, des travaux de restauration ont cours sur le site. Ces derniers consistent au recouvrement des résidus miniers acidogènes par ceux de l'exploitation de la mine Goldex qui ont un potentiel neutralisant (non acidifiants, non lixiviables et ne contiennent pas de sulfures) jumelé à une nappe surélevée.

En 2011, un portrait du milieu biophysique a été réalisé par Dessau (Dessau, 2014) pour évaluer les effets des travaux de restauration réalisés au site Manitou. Les résultats ont démontré que le parc à résidus miniers Manitou exerce toujours une influence sur la qualité de l'habitat aquatique de la rivière Bourlamaque, malgré les travaux de restauration réalisés. Ces résultats indiquent également que l'état de l'habitat aquatique s'est amélioré depuis les études réalisées au début des années 2000 (LVM, 2015). Ce même suivi a été répété en 2014. Ce suivi a permis de démontrer que la qualité de l'eau du ruisseau Manitou est meilleure en 2014 qu'en 2011 et qu'il n'y a pas d'évolution au niveau de la qualité des sédiments (LVM, 2015).

Afin de répondre à un décret émis par le gouvernement fédéral, la direction de la restauration des sites miniers (DRSM) désire effectuer un suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou pour la saison 2016.

L'objectif fondamental du présent mandat est d'effectuer le suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou pour la saison 2016. Ces travaux visent principalement l'échantillonnage de l'eau à divers endroits dans la rivière et dans le ruisseau.

2 MÉTHODOLOGIE

Un programme d'assurance et de contrôle de la qualité, ainsi qu'un programme santé et sécurité ont été conçu expressément pour ce mandat et sont présentés dans le *Programme de terrain* à l'Annexe I. Les détails de ces programmes ne seront pas répétés ici par souci de concision et de clarté. Les détails du matériel et de la méthode utilisés pour cet échantillonnage sont présentés dans ce même document, mais sont tout de même répétés à la section suivante afin de permettre au lecteur de bien comprendre les résultats.

2.1 Matériel et méthode

2.1.1 Qualité de l'eau de surface

La méthodologie est conforme à ce qui a été fait précédemment afin de permettre la comparaison des données obtenues à l'exception du rinçage à l'acide, à l'acétone et à l'hexane qui n'est requis que pour les analyses traces (MDDEP, 2008), soit celles fournissant les plus basses limites de détection.

Les stations d'échantillonnage sont celles fournies par le MERN et présentées à la figure de l'Annexe II. Le Tableau 1 présente les coordonnées des stations d'échantillonnage.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage

Cours d'eau	Station	Coordonnées UTM zone 18		Distance à partir de l'embouchure (km)
		Nord	Ouest	
Bourlamaque	BOU	5319104	292208	44,0
Bourlamaque	2	5325812	295477	38,9
Bourlamaque	2.3	5326737	298017	35,1
Bourlamaque	2.7	5326354	299061	33,4
Bourlamaque	3	5326381	299292	33,1
Bourlamaque	4	5326610	299616	31,6
Manitou	MAN	5327152	300442	--
Bourlamaque	5	5327782	300008	31,3
Bourlamaque	5.5	5328732	300943	29,8
Bourlamaque	6	5329241	301070	29,3
Bourlamaque	6.5	5330193	302108	27,5
Bourlamaque	7	5332903	299389	22,3
Bourlamaque	9	5335592	301192	16,1
Bourlamaque	10	5338194	303155	10,9

2.1.1.1 Technique d'échantillonnage

Par souci de réplicabilité, les techniques d'échantillonnage proposées sont les mêmes que celles de LVM (2015).

À chaque station, l'eau fut prélevée à trois profondeurs au centre de la rivière, soit un échantillon en surface, un échantillon à mi-hauteur entre la surface et le lit de la rivière, et un échantillon prélevé environ 30 cm au-dessus du lit de la rivière. Cette opération fut répétée trois fois par station afin de former un triplicata. Pour le ruisseau Manitou, un seul échantillon fut prélevé au centre du ruisseau compte tenu de la faible profondeur de ce cours d'eau.

Les échantillons d'eau à la surface furent prélevés directement dans les flacons d'analyse fournis par le laboratoire. Pour les flacons contenant des acides préservatifs, l'échantillon d'eau fut d'abord prélevé dans une bouteille stérile fournie par le laboratoire puis transvidé dans le flacon contenant l'acide, en prenant soin de ne pas faire déborder la bouteille.

Un échantillonneur Van Dorn fut utilisé pour prélever les échantillons d'eau à mi-hauteur et à 30 cm au-dessus du lit de la rivière. Par la suite, l'eau fut transvidée directement dans les flacons d'analyse. Il est à noter que l'échantillonneur Van Dorn fut reconditionné entre chaque prélèvement avec de l'Alconox et de l'eau distillée afin d'éviter la contamination croisée entre les échantillons. Le rinçage fut effectué selon la procédure détaillée dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 1*, du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (MDDEP, juillet 2008).

Tous les flacons d'analyse furent conservés dans des glacières à des températures maintenues à 4°C à l'aide de glace. Les glacières furent transmises au transporteur du MERN à l'intérieur d'un délai de 48 h de l'échantillonnage.

Une sonde multiparamètres fut également utilisée pour prendre des mesures de pH, de température et de conductivité *in situ*. La sonde fut calibrée avant chaque campagne d'échantillonnage et vérifiée tous les jours de terrain.

2.1.1.2 Calendrier des échantillonnages

La première campagne d'échantillonnage a été réalisée durant la crue printanière, soit les 5 et 6 juin 2016. La deuxième campagne d'échantillonnage a été réalisée en étiage, soit les 18 et 20 septembre 2016.

2.1.1.3 Analyse des données

Les paramètres analysés sont ceux proposés par le MERN et présenté au Tableau 2. Les concentrations mesurées sont comparées aux critères du MDDEFP (2013) pour la protection de la vie aquatique (effet aigu et chronique) et à ceux du CCME (1999) pour la protection de la vie aquatique.

La moyenne des triplicata a été utilisée pour fournir une meilleure estimation des concentrations dans l'environnement, plutôt que la médiane comme dans les études précédentes. Effectivement, la médiane peut s'avérer intéressante pour un grand jeu de données où le risque de présence de valeurs aberrantes est élevé. Cependant, avec seulement trois valeurs, la valeur centrale (la médiane) peut facilement s'écarter de la réalité et il en résulte une perte d'information des deux autres sous-échantillons non sélectionnés. Cette approche a donc été sélectionnée en prévoyant l'élimination ponctuelle des données aberrantes, le cas échéant. Lorsque les concentrations étaient sous la limite de détection, selon la convention, la moitié de la valeur de la limite de détection a été utilisée pour calculer les moyennes présentées sur les graphiques.

Les résultats d'une station d'échantillonnage du MERN (Figure 1, Annexe II) ont été ajoutés au jeu de données *a posteriori*. Il s'agit de la station ES-Cr4 sur le site désaffecté de la mine East Sullivan. Puisque les données de l'échantillonnage de la rivière Bourlamaque proviennent d'échantillons ponctuels, il a été décidé d'utiliser les données d'échantillons ponctuels complets (Série C) provenant du MERN de la station ES-Cr4 ayant été prélevé le plus près dans le temps des échantillonnages conduits pour ce projet pour la comparaison des résultats. Il s'agit donc des échantillons de la station ES-Cr4 du 9 juin et du 5 septembre 2016. L'échantillon du MERN du 5 septembre a été choisi malgré qu'il ait été prélevé plus de 7 jours avant l'échantillon de Groupe Hémisphères de la rivière Bourlamaque puisque les échantillons du MERN ayant été prélevés plus près dans le temps ont été analysés seulement pour quelques paramètres (pH, conductivité, Fer, MES). Il a donc été jugé adéquat de dépasser cette limite de temps pour avoir un échantillon complet de tous les paramètres. D'ailleurs les valeurs de l'échantillonnage de Série B du 20 septembre sont pratiquement identiques à celle de l'échantillonnage de Série C du 5 septembre à l'exception du Fer qui est

de 0,42 et de 0,94 mg/L pour les 20 et 5 septembre respectivement; valeurs se situant au-dessus du critère du CCME (exposition long terme) mais en dessous du critère d'effet chronique du MDDEFP dans les deux cas.

Tableau 2. Plan d'échantillonnage

Paramètres	Nombre de stations	Nombre d'échantillons	Fréquence
pH	14	3	2
Température	14	3	2
Conductivité	14	3	2
Dureté	14	3	2
MES	14	3	2
Aluminium	14	3	2
Arsenic	14	3	2
Cadmium	14	3	2
Cuivre	14	3	2
Fer	14	3	2
Nickel	14	3	2
Plomb	14	3	2
Sulfates	14	3	2
Zinc	14	3	2
Métaux totaux	14	3	2
Duplicata	1	1	2
Blanc de terrain	1	1	2
Blanc de lavage	1	1	2

2.1.2 Description des stations d'échantillonnage

Une description détaillée de chaque station d'échantillonnage fut faite afin d'aider dans l'interprétation des résultats de la qualité de l'eau. En premier lieu, quatre (4) photos furent prises à chacune des stations afin de montrer l'aval, l'amont, la berge gauche et la berge droite. Une description structurée de la végétation aquatique et riveraine fut également faite. Celle-ci détaille le type de végétation (voir Tableau 3) et le pourcentage de recouvrement du littoral ou de la berge.

Tableau 3. Type de végétation aquatique et terrestre

Végétation aquatique	Végétation terrestre
Submergée	Muscinale
Flottante	Herbacée
Émergente	Arbustive
	Arborescente

La morphométrie sommaire des berges fut également notée en détaillant la pente (0-10%, 10-30%, >30%) et la stabilité (pourcentage de la berge en processus d'érosion). Tout autre détail digne de mention fut également noté (ex. débris, perturbation, embâcle, etc.) et photographié.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Description de l'aire d'étude

L'aire d'étude est essentiellement la rivière Bourlamaque, ainsi que deux stations d'échantillonnage dans des tributaires drainant des sites miniers (station MAN et ES-Cr4). Le tronçon de rivière à l'étude s'étend de l'amont du lac Bourlamaque à l'aval du lac Colombière.

Le recouvrement de la végétation aquatique et riveraine, ainsi que les pentes et l'érosion des rives ont été colligés et le tout est présenté au Tableau 4. L'Annexe III présente un reportage photo à consulter en même temps que le Tableau 4 pour avoir un meilleur aperçu de l'aire d'étude.

Tableau 4. Description des stations d'échantillonnage – 2016

Station	Rive*	Prof. (m)	Recouvrement (%)							Morphologie		Commentaires
			Végétation aquatique			Végétation riveraine				Pente (classe**)	Érosion (classe***)	
			Submergée	Flottante	Émergente	Muscinale	Herbacée	Arbustive	Arborescente			
BOU	G	1,7	5	30	65	0	5	90	5	0	0	
	D		10	20	70	0	5	90	9	0	0	
2	G	1,2	5	0	10	5	40	50	5	0	0	2 barrages de castor
	D		10	0	25	5	40	50	5	0	0	
2.3	G	2	0	20	80	5	5	85	5	2	0	
	D		0	20	80	5	5	85	5	0	0	
2.7	G	1,7	10	10	80	5	50	30	15	0	0	
	D		15	20	65	5	50	30	15	0	0	
3	G	2,2	20	40	40	5	40	40	15	0	0	
	D		20	40	40	5	40	40	15	0	0	
4	G	6	10	10	80	5	30	50	15	0	0	
	D		20	10	70	5	40	50	5	0	0	
5	G	1,1	5	10	85	5	40	40	15	0	0	
	D		10	20	70	0	20	0	0	0	0	digue
5.5	G	3,8	0	0	15	5	5	0	0	1	2	dénudé
	D		5	5	15	0	10	0	1	1	2	dénudé
6	G	2,8	5	55	40	20	60	10	10	1	1	
	D		0	0	0	0	15	0	1	2	1	dénudé
6.5	G	nd	0	0	0	0	0	10	0	1	2	enrochement sous pont
	D		0	0	0	0	10	5	85	2	3	
7	G	3,8	0	0	0	0	1	1	2	3	3	Rives à nu
	D		0	0	0	0	1	8	2	3	3	
9	G	3,5	30	60	10	5	30	60	5	0	0	
	D		5	5	90	10	90	0	0	1	2	
10	G	6	20	40	40	0	60	35	5	1	1	
	D		20	40	40	0	60	35	5	1	0	
MAN	G	0,5	15	80	5	0	0	0	0	0	0	
	D		15	80	5	0	0	0	0	0	0	

* Rive: G = gauche, D = droite

** classe de pente: 1 = 0-10%, 2 = 11-30%, 3 = >30%

***classe de proportion de rive affectée: 1 = 0-10%, 2 = 11-30%, 3 = >30%

Dans la rivière Bourlamaque, la végétation émergente domine la végétation aquatique. Cependant, ce qui est le plus apparent est l'absence totale de végétation aquatique aux stations 6.5 et 7 et sur la rive droite de la station 6. Ces stations sont situées juste après la jonction avec le ruisseau Manitou et une contamination est donc possible. Ces stations sont également celles où les pentes des rives et l'érosion sont les plus importantes. Effectivement, la station 6.5 se trouve sous le pont de la route 117 et les rives y sont largement transformées, tandis que les rives de la station 7 sont totalement dénudées, probablement en raison d'un changement de niveau d'eau important au cours de la saison d'eau libre. L'inhospitalité de ces rives et le peu de littoraux disponibles sont donc probablement plus à blâmer pour le peu de végétation aquatique.

Au niveau des rives, la végétation est principalement arbustive et herbacée. La présence de mousses y est marginale, et celle d'arbres, peu importante, à l'exception de la rive droite de la station 6.5 où la forêt est

directement adjacente à la rivière. On note la même réduction de recouvrement de végétation que pour la végétation aquatique aux stations 6.5 et 7 pour les mêmes raisons que pour la végétation aquatique.

Les pentes des rives sont généralement assez douces le long du tronçon à l'étude de la rivière Bourlamaque à l'exception du segment entre les stations 5.5 et 7, soit en aval du ruisseau Manitou. Il s'agit effectivement d'une zone plus encastrée où les effets de la crue sont plus importants. Ceux-ci se traduisent d'ailleurs par des rives en érosion beaucoup plus importante dans ce segment. La rive gauche de la station 2.3 présente également une forte pente en raison du remblai du pont du chemin East Sullivan. De l'érosion assez importante a également été notée sur la rive droite de la station 9. Il s'agit ici d'un méandre où la force de l'eau en crue érode la rive.

Notons également la présence de deux barrages de castor à la station 2. Bien que les étangs de castor soient souvent des sources de nutriments et d'acides humiques, il s'agit ici plutôt de barrages au fil de l'eau et la rétention d'eau y est minimale, du moins en période de crue.

3.2 Qualité physicochimique de l'eau de surface

Les données brutes et les certificats d'analyse de la qualité de l'eau sont présentés aux Annexes IV et V respectivement. Il est à noter qu'un des répliques (T1) de la station 4 semble avoir été contaminé puisque les valeurs d'arsenic, de cuivre, de fer, de nickel et de zinc sont supérieures à la moyenne de plus deux fois l'écart-type (données aberrantes). Ce réplique a donc été complètement retiré du jeu de données utilisé pour l'analyse dans ce document. Les valeurs peuvent tout de même être consultées aux Annexes IV et V.

Certaines des observations sont faites en considérant les portions de rivière par rapport aux stations ES-Cr4 et MAN afin de détecter l'effet de ces tributaires sur la rivière Bourlamaque. Afin d'alléger le texte, ces portions de rivière seront dorénavant nommées :

- Segment 1 : amont de la station ES-Cr4 ;
- Segment 2 : entre les stations ES-Cr4 et MAN ;
- Segment 3 : aval de la station MAN.

3.2.1 Campagne d'échantillonnage en crue

Au moment de l'échantillonnage de juin, les températures étaient relativement homogènes tout le long de la rivière Bourlamaque et dans le ruisseau Manitou avec des températures variant autour de 16,3°C (Figure 1). Seule la station ES-Cr4 présente une température considérablement plus basse à 10,8°C, mais cette station n'est pas dans la rivière Bourlamaque.

L'eau de la rivière Bourlamaque est relativement acide pour un cours d'eau, avec des valeurs aussi basses que 4,95 à la station BOU, mais l'eau retrouve un pH neutre vers l'aval, les deux dernières stations affichant des valeurs près de 7. Contrairement aux études antérieures (Dessau, 2014 et LVM, 2015), le pH de la station MAN est comparable à celui des stations de la rivière Bourlamaque. Le pH de la station ES-Cr4 est légèrement plus élevé que celui des stations en aval et pourrait expliquer une augmentation relativement marquée à partir de la station 2.7, quoiqu'il semble déjà y avoir une tendance à la hausse dans le segment 1.

La conductivité de la rivière Bourlamaque est normale pour la région avec des valeurs variant de 14 à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$; surtout en comparaison avec les valeurs extrêmes des stations MAN (1 140 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et ES-Cr4 (825 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Ces valeurs extrêmes semblent influencer la conductivité de la rivière Bourlamaque puisque les valeurs augmentent par palier avec une moyenne de 15,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le segment 1, une moyenne de 39,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le segment 2 et une moyenne de 76,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le segment 3 (Figure 1). Ceci semble en contradiction avec les observations antérieures (Dessau, 2014 et LVM, 2015).

Les paramètres physicochimiques montrent que, tout comme dans les études passées (Dessau, 2014 et LVM, 2015) la qualité de l'eau du ruisseau Manitou diffère de celle de la rivière Bourlamaque, principalement en ce qui concerne la conductivité. D'ailleurs celle-ci semble avoir une légère influence sur la conductivité de la rivière Bourlamaque. Cependant, la conductivité de la rivière Bourlamaque reste dans un spectre de valeurs tout à fait acceptable et comparable, sinon en dessous des valeurs antérieures. Concernant l'effluent provenant de la station ES-Cr4, il semble avoir une influence semblable sur la conductivité et peut être également sur le pH.

3.2.2 Campagne d'échantillonnage en étiage

Tout comme au printemps, les températures de l'eau sont relativement homogènes le long de la rivière Bourlamaque avec une moyenne de 16,3°C. Les températures aux stations MAN et ES-Cr4 sont considérablement plus élevées avec des valeurs de 18,6°C et 20,4°C respectivement, mais ne semblent pas influencer la température de la rivière (Figure 2). Cette température plus élevée est probablement due au plus faible niveau d'eau dans ces tributaires, permettant un réchauffement plus important.

Le pH montre, comme au printemps, une augmentation de l'amont vers l'aval, variant de 5,0 à 7,3. Le pH est cependant significativement plus élevé aux stations MAN et ES-Cr4 comparativement au printemps. Encore une fois, on note une augmentation considérable du pH dans le segment 2, ce qui suggère une influence de l'apport d'eau du site East Sullivan.

La conductivité, tout comme au printemps, présente une augmentation par palier avec des moyennes de 21,6, de 35,3 et de 89,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les segments 1, 2 et 3 respectivement. Les valeurs extrêmes des stations ES-Cr4 et MAN (865,0 et 885,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement) semblent donc avoir une influence sur la conductivité de la rivière, la conductivité étant une indicatrice générale de pollution de l'eau. Les valeurs dans la rivière restent tout de même à

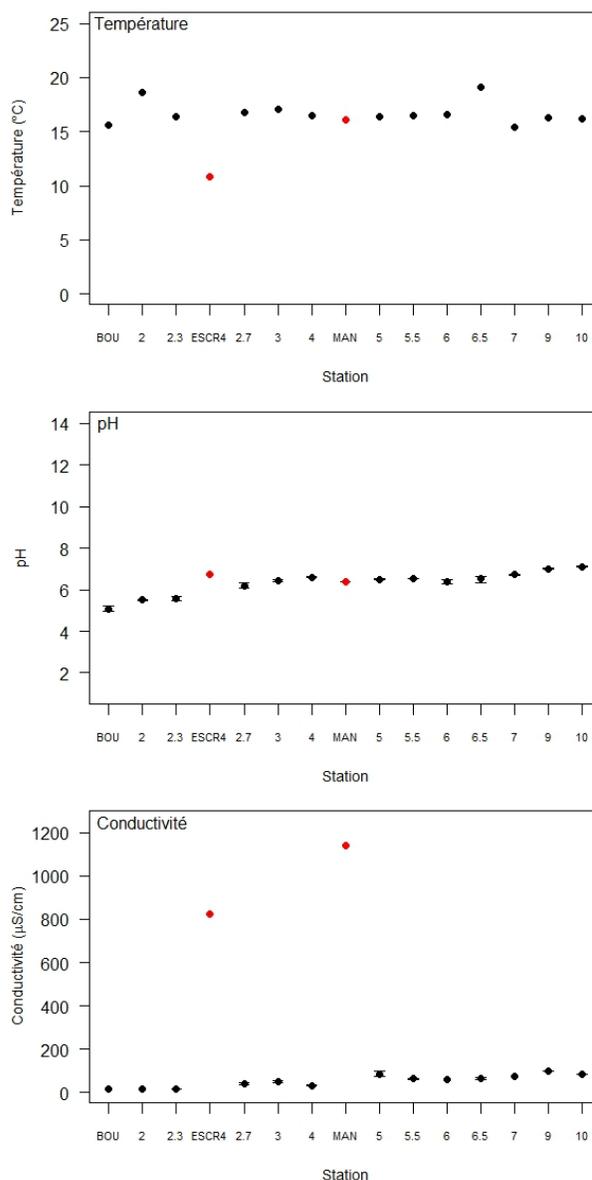


Figure 1. Physicochimie – rivière Bourlamaque - juin 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

l'intérieur du spectre normal de conductivité des rivières naturelles du Québec qui se situe entre 20 et 339 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MDDELCC, 2016).

Les paramètres physicochimiques montrent que, tout comme dans les études passées (Dessau, 2014 et LVM, 2015) la qualité de l'eau du ruisseau Manitou diffère de celle de la rivière Bourlamaque. Les différences de température sont normales en raison de la différence considérable du volume d'eau. Cependant, l'augmentation du pH de l'amont vers l'aval et le pH plus élevé dans les tributaires suggèrent que le recouvrement des résidus miniers acidogènes par ceux de l'exploitation de la mine Goldex qui ont un potentiel neutralisant ait fonctionné. Effectivement, les études de Dessau (2014) et LVM (2015) montrent des pH inférieurs à 4 dans le ruisseau Manitou, contrairement à des pH de 6,39 et de 7,28 en juin et septembre 2016 respectivement. Concernant la conductivité, celle-ci semble avoir une légère influence sur la conductivité de la rivière Bourlamaque. Cependant, la conductivité de la rivière Bourlamaque reste dans un spectre de valeurs tout à fait acceptable et comparable, sinon en dessous des valeurs antérieures.

Concernant l'eau de la station ES-Cr4, elle semble avoir une influence semblable à celle du ruisseau Manitou sur la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque.

3.2.3 Comparaison entre les deux campagnes d'échantillonnage

Les patrons de variation des paramètres physicochimiques sont similaires au printemps et à l'automne 2016, ce qui semble corroborer les observations.

Les températures moyennes sont pratiquement identiques et la différence se situe dans la température des stations ES-Cr4 et MAN qui sont plus élevées, mais ne semble pas influencer celles de la rivière Bourlamaque. Les pH sont également très similaires entre les deux campagnes, variant entre 5 et 7 de l'amont vers l'aval. Il en est de même pour la conductivité et la variation saisonnière est négligeable.

3.3 Concentrations des ions majeurs

3.3.1 Campagne d'échantillonnage en crue

Le patron de variation du calcium, du magnésium et de la dureté est très semblable le long de la rivière Bourlamaque, ce qui n'est pas surprenant étant donné que ces paramètres sont covariables et corrélés (Figure 3).

On observe des concentrations beaucoup plus élevées aux stations ES-Cr4 et MAN et encore ici des

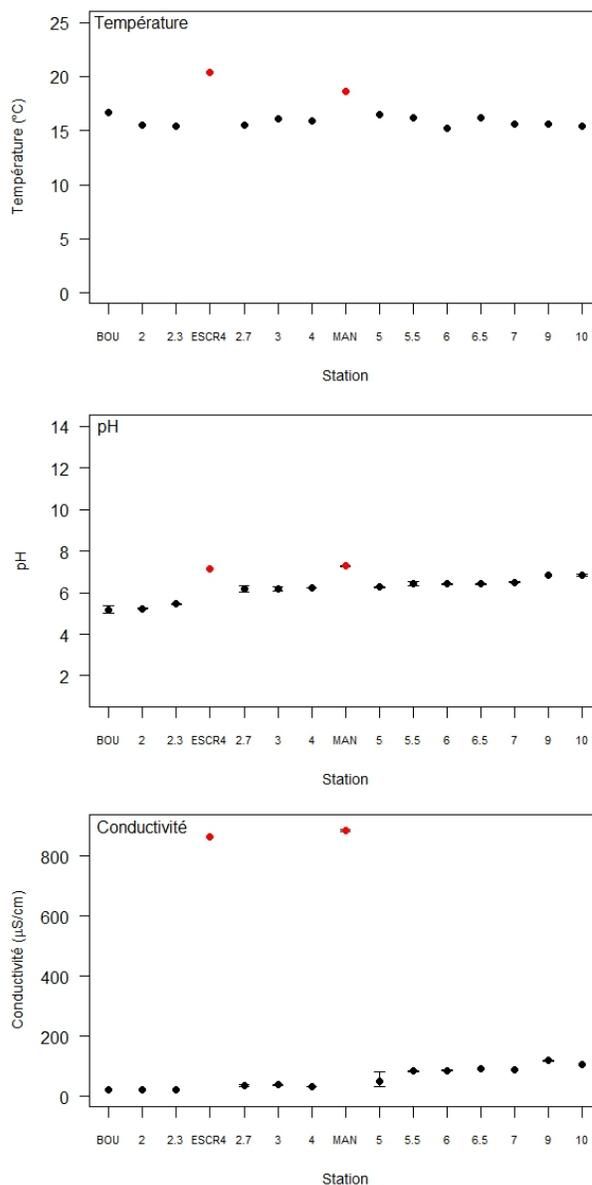


Figure 2. Physicochimie – rivière Bourlamaque - septembre 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

augmentations en palier en aval de ces stations (augmentation des moyennes des stations entre les segments 1, 2 et 3 de la rivière Bourlamaque), suggérant une influence de celles-ci sur les concentrations en ions de la rivière Bourlamaque.

En ce qui concerne le calcium, les concentrations moyennes sont respectivement de 2,5, de 6,8 et de 9,0 mg/L dans les segments 1, 2 et 3. Cependant, la variation observée entre les réplicats (les barres verticales représentant les valeurs minimum et maximum) empêche de confirmer une différence significative entre ces trois groupes de stations.

Le patron est exactement le même pour le magnésium et pour la dureté.

3.3.2 Campagne d'échantillonnage en étiage

Ici encore, on observe une légère augmentation des concentrations le long de la rivière Bourlamaque. Le patron de variation est également très similaire entre les trois paramètres (Figure 4).

Tout comme au printemps, les concentrations de ces paramètres aux stations ES-Cr4 et MAN sont largement plus élevées et pourraient expliquer, au moins en partie, l'augmentation observée le long de la rivière.

Concernant le calcium, la concentration moyenne dans la rivière Bourlamaque est de 7,7 mg/L avec un minimum de 1,9 mg/L et un maximum de 14,6 mg/L. La présence de palier d'augmentation est moins apparente ici et semble plutôt graduelle.

On observe la même dynamique au niveau du magnésium avec une variation entre 0,7 et 2,3 mg/L dans la rivière Bourlamaque.

Au niveau de la dureté, ce sont plutôt des valeurs variant entre 8 et 46 mg/L de CaCO_3 qui sont observées dans la rivière avec exactement le même patron de variation.

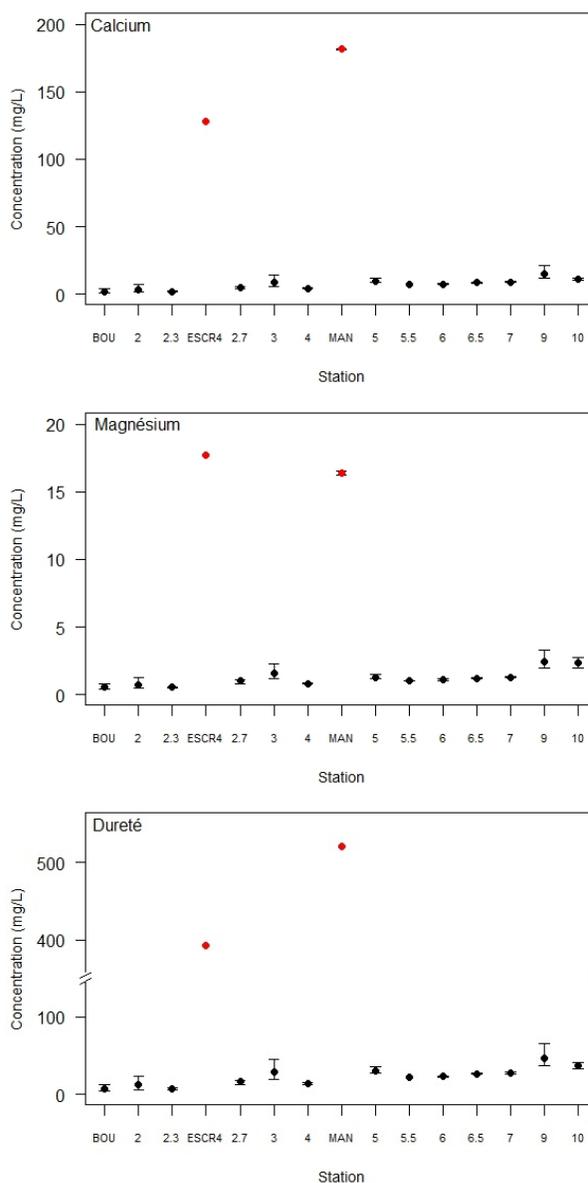


Figure 3. Ions majeurs – rivière Bourlamaque - juin 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

3.3.3 Comparaison entre les deux campagnes d'échantillonnage

Au niveau des patrons de variation, ils sont pratiquement identiques entre les campagnes d'échantillonnage.

Pour le calcium, la concentration moyenne dans la rivière passe de 7,2 à 7,7 mg/L de la crue à l'étiage, ce qui reste une petite variation.

Pour le magnésium, la concentration moyenne dans la rivière passe de 1,2 à 1,3 mg/L entre la crue et l'étiage ; une variation négligeable.

Finalement, pour la dureté, la concentration moyenne dans la rivière passe de 23,0 à 24,8 mg/L de CaCO_3 de la crue à l'étiage, ce qui est également négligeable.

Somme tout, aucune variation notable n'est observée entre les campagnes d'échantillonnage pour les ions majeurs.

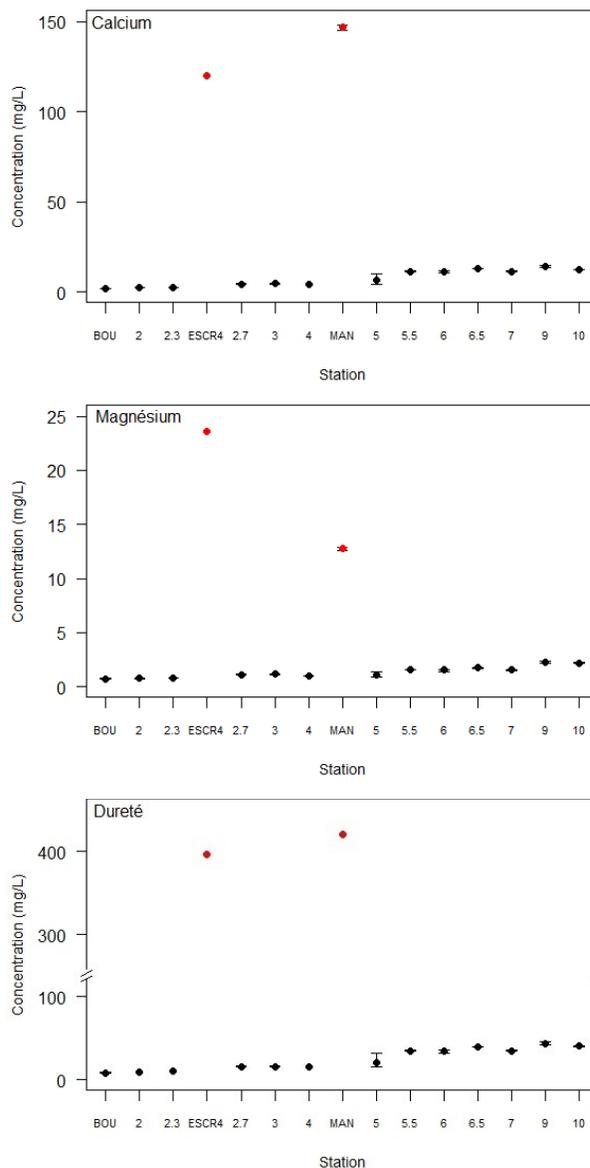


Figure 4. Ions majeurs – rivière Bourlamaque - septembre 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

3.4 Métaux

Le Tableau 5 présente les résultats des analyses de laboratoire des échantillons d'eau prélevés au mois de juin 2016, tandis que le Tableau 6 présente les résultats des échantillons prélevés en septembre 2016. Les graphiques des concentrations des métaux le long de la rivière Bourlamaque sont quant à eux présentés à la Figure 5 et à la Figure 6 pour les mois de juin et de septembre 2016 respectivement.

Aluminium

Les concentrations en aluminium dépassent presque toutes les critères d'effet chronique du MDDEFP à l'exception de la station ES-Cr4, et ce pour les deux campagnes. Dans tous les cas, les concentrations en aluminium des stations ES-Cr4 et MAN sont en dessous de celle de la rivière Bourlamaque et n'ont donc vraisemblablement pas d'influence sur ce paramètre. De manière générale, on note une tendance à la baisse des concentrations de ce paramètre, ce qui pourrait indiquer une contamination encore plus en amont. Il est également notable que les concentrations à la station 10 soient significativement plus élevées que celles aux stations précédentes, et de façon encore plus marquée en juin. Cela semble suggérer un apport d'aluminium à la rivière Bourlamaque entre les stations 9 et 10, et que cet apport en est peut-être un de ruissellement de surface puisque l'effet est largement plus important en juin. Cette augmentation marquée n'a cependant pas été relevée dans les études antérieures, suggérant une source de contamination récente.

Arsenic

Pour l'arsenic, le seul critère dépassé est celui du CCME (exposition long terme), et ce seulement à la station 10 en juin. Ici encore, les concentrations aux stations ES-Cr4 et MAN ne sont pas plus élevées que celles de la rivière Bourlamaque et leur influence sur celle-ci est peu probable. On note tout de même une tendance à l'augmentation vers l'aval, ce qui est également le cas dans LVM (2015). Il semble donc y avoir un apport diffus en arsenic le long de la rivière. La valeur élevée rapportée n'étant pas retrouvée en septembre, il est difficile d'en faire une interprétation.

Cadmium

Les concentrations pour ce paramètre étaient pratiquement toutes sous la limite de détection à l'exception des stations ES-Cr4 et MAN en juin. Il est donc impossible d'en faire une interprétation rigoureuse autre que de dire qu'il ne semble pas y avoir de contamination marquée provenant de ces sources vers la rivière Bourlamaque. La situation est la même dans LVM (2015).

Il est également notable que la concentration à la station MAN en septembre soit sous le seuil d'effet aigu du MDDEFP pour la première fois depuis plusieurs années (Dessau, 2014 ; LVM, 2015). Il serait intéressant de suivre ce paramètre avec attention afin de déterminer si les travaux de restauration mis en place pour réduire la contamination expliquent ce phénomène.

Cuivre

Les concentrations en cuivre semblent augmenter graduellement vers l'aval, comme dans LVM (2015). De plus plusieurs critères sont dépassés, et ce également à l'intérieur de la rivière Bourlamaque. Effectivement, le critère du CCME (exposition long terme) est dépassé à la plupart des stations. Les concentrations à la station ES-Cr4 sont plus élevées que celles de la rivière et les concentrations du segment 2 en septembre pourraient avoir été influencées par une contamination provenant de ES-Cr4. Le fait qu'une concentration semblable n'ait pas eu le même effet en juin est peut-être simplement dû au facteur de dilution plus important en crue. Il est également notable que les concentrations à la station 10 soient significativement plus élevées que celles des stations précédentes, suggérant potentiellement une contamination en amont de cette station.

Fer

Les concentrations en fer sont toutes au-dessus du critère du CCME (exposition long terme), mais sont généralement en dessous du critère d'effet chronique du MDDEFP en juin, tandis que ce critère est dépassé à pratiquement toutes les stations en septembre. Puisque les concentrations aux stations ES-Cr4 et MAN n'ont cependant pas changé entre les deux campagnes, il est impossible de faire un lien entre ces sources potentielles de contamination et les concentrations de fer dans la rivière Bourlamaque. D'ailleurs, les concentrations dans la rivière sont pratiquement toutes plus élevées que celles des stations MAN et ES-Cr4, suggérant une source de fer plus en amont de la rivière Bourlamaque.

Nickel

Tout comme les années précédentes, les concentrations en nickel étaient très basses, voir souvent sous la limite de détection. Ainsi, il ne semble n'y avoir aucune contamination de nickel, incluant aux stations ES-Cr4 et MAN.

Plomb

Contrairement à ce que suggèrent les données de Dessau (2014) et de LVM (2015), les concentrations en plomb le long de la rivière Bourlamaque ne semblent pas augmenter de façon évidente. Les valeurs les plus élevées sont tout de même concentrées dans le segment 3 de la rivière, c'est-à-dire après la station MAN. La plupart des valeurs dépassent le critère d'effet chronique du MDDEFP, tandis que quelques valeurs dépassent le critère du CCME (exposition long terme). Pour les deux saisons, la concentration la plus élevée a été obtenue à la station 10, suggérant, à l'instar de plusieurs autres paramètres, une contamination possible entre les stations 9 et 10. Il est également notable que les concentrations aux stations ES-Cr4 et MAN soient les plus basses de toutes les stations, contrairement aux études antérieures. D'ailleurs seule la concentration à la station MAN en septembre dépasse le critère d'effet chronique du MDDEFP. Ainsi, les données de l'année 2016 ne suggèrent aucune influence de ces effluents de site minier sur les concentrations en plomb de la rivière Bourlamaque.

Zinc

Les patrons de variation de concentration en zinc sont relativement similaires en juin et en septembre 2016, à la différence que la concentration en zinc de la station MAN était beaucoup plus élevée en juin qu'en septembre. D'ailleurs la concentration moyenne en zinc du segment 3 en juin est de 0,025 mg/L comparativement à 0,011 mg/L au segment 2, ce qui représente une augmentation de plus de 100%. À l'opposé, les concentrations des segments 3 et 2 en septembre sont de 0,024 et de 0,025 mg/L respectivement. Cela suggère donc une influence des concentrations en zinc du ruisseau Manitou sur les concentrations dans la rivière Bourlamaque, lorsque celles-ci sont élevées. D'ailleurs, les données de Dessau (2014) et de LVM (2015) suggèrent également un effet de l'apport de cet affluent.

Il est tout de même notable que, incluant les études antérieures, la concentration en zinc à la station MAN ait toujours été supérieure à 0,5 mg/L à l'exception de la valeur de septembre 2016. Il serait intéressant de suivre attentivement ce paramètre en relation avec les travaux de restauration du site minier Manitou, afin de déterminer si ceux-ci expliquent ce changement de qualité de l'eau.

Tableau 5. Valeurs moyennes, minimales et maximales – rivière Bourlamaque - juin 2016

Paramètre	Station d'échantillonnage															
	BOU	2	2,3	ES-Cr4	2,7	3	4	MAN	5	5,5	6	6,5	7	9	10	
Conductivité (mg/L)	Moyenne	16,00	15,00	14,33	825,00	37,67	47,67	31,00	1140,00	84,33	62,33	61,00	65,33	74,00	99,00	85,67
	Minimum	16,00	15,00	14,00	825,00	34,00	44,00	28,00	1140,00	74,00	62,00	61,00	61,00	74,00	98,00	85,00
	Maximum	16,00	15,00	15,00	825,00	45,00	55,00	33,00	1140,00	99,00	63,00	61,00	68,00	74,00	100,00	86,00
pH	Moyenne	5,06	5,50	5,55	6,75	6,18	6,44	6,60	6,39	6,49	6,52	6,39	6,52	6,71	7,01	7,11
	Minimum	4,95	5,46	5,45	6,75	6,10	6,39	6,58	6,38	6,47	6,51	6,28	6,34	6,70	6,98	7,09
	Maximum	5,23	5,53	5,65	6,75	6,31	6,47	6,63	6,40	6,51	6,53	6,46	6,63	6,73	7,03	7,13
MES (mg/L)	Moyenne	14,67	7,00	4,33	7,00	4,00	12,00	8,67	6,67	7,00	4,00	20,00	4,33	9,67	4,00	381,00
	Minimum	10,00	3,00	4,00	7,00	3,00	4,00	4,00	4,00	6,00	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	324,00
	Maximum	22,00	13,00	5,00	7,00	6,00	20,00	12,00	9,00	9,00	4,00	45,00	5,00	21,00	4,00	468,00
Sulfates (mg/L)	Moyenne	1,03	1,00	1,07	340,00	8,73	11,33	6,07	573,33	26,67	22,67	17,00	19,00	20,00	26,00	19,00
	Minimum	1,00	1,00	1,00	340,00	7,60	11,00	4,90	570,00	22,00	17,00	17,00	19,00	20,00	26,00	19,00
	Maximum	1,10	1,00	1,10	340,00	11,00	12,00	6,90	580,00	31,00	30,00	17,00	19,00	20,00	26,00	19,00
Aluminium (mg/L)	Moyenne	0,45	0,47	0,50	0,05	0,46	0,41	0,32	0,14	0,40	0,36	0,56	0,32	0,42	0,37	2,13
	Minimum	0,44	0,46	0,45	0,05	0,44	0,40	0,31	0,14	0,35	0,35	0,37	0,31	0,40	0,36	1,28
	Maximum	0,47	0,50	0,60	0,05	0,47	0,42	0,33	0,15	0,44	0,37	0,90	0,33	0,43	0,39	2,73
Arsenic (mg/L)	Moyenne	0,00083	0,00077	0,00080	0,00030	0,00093	0,00087	0,00087	0,00073	0,00090	0,00090	0,00170	0,00107	0,00120	0,00160	0,00607
	Minimum	0,00070	0,00070	0,00080	0,00030	0,00090	0,00080	0,00080	0,00070	0,00090	0,00080	0,00110	0,00100	0,00120	0,00160	0,00370
	Maximum	0,00090	0,00080	0,00080	0,00030	0,00100	0,00090	0,00090	0,00080	0,00090	0,00100	0,00270	0,00110	0,00120	0,00160	0,00790
Cadmium (mg/L)	Moyenne	0,00010	0,00010	0,00010	0,00020	0,00010	0,00010	0,00010	0,00100	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00013
	Minimum	0,00010	0,00010	0,00010	0,00020	0,00010	0,00010	0,00010	0,00090	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
	Maximum	0,00010	0,00010	0,00010	0,00020	0,00010	0,00010	0,00010	0,00110	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00020
Calcium (mg/L)	Moyenne	2,01	3,64	1,89	128,00	4,80	9,12	4,32	181,67	9,90	7,05	7,37	8,57	8,93	14,90	10,87
	Minimum	1,08	1,68	1,68	128,00	3,71	5,92	3,83	181,00	8,69	7,02	7,13	8,32	8,51	11,60	10,10
	Maximum	3,73	7,50	2,23	128,00	5,52	14,30	4,57	182,00	11,90	7,09	7,62	8,82	9,35	21,00	11,90
Cuivre (mg/L)	Moyenne	0,0031	0,0019	0,0019	0,0064	0,0022	0,0026	0,0020	0,0032	0,0020	0,0019	0,0035	0,0032	0,0022	0,0037	0,0118
	Minimum	0,0012	0,0017	0,0018	0,0064	0,0021	0,0020	0,0016	0,0031	0,0015	0,0014	0,0028	0,0022	0,0019	0,0034	0,0075
	Maximum	0,0065	0,0023	0,0020	0,0064	0,0023	0,0035	0,0027	0,0034	0,0030	0,0023	0,0047	0,0046	0,0025	0,0041	0,0148
Dureté (mg/L de CaCO3)	Moyenne	7,00	12,00	7,00	392,00	16,00	29,33	14,33	520,67	30,33	22,00	23,00	26,33	27,67	47,33	36,67
	Minimum	4,00	6,00	6,00	392,00	13,00	20,00	13,00	520,00	27,00	22,00	26,00	26,00	26,00	37,00	33,00
	Maximum	12,00	24,00	8,00	392,00	18,00	45,00	15,00	522,00	36,00	22,00	24,00	27,00	29,00	66,00	41,00
Fer (mg/L)	Moyenne	0,89	0,68	0,77	1,01	0,80	0,80	0,69	1,18	0,78	0,78	1,25	0,80	0,90	1,04	4,89
	Minimum	0,85	0,67	0,75	1,01	0,77	0,79	0,67	1,10	0,75	0,75	0,85	0,77	0,88	1,04	3,00
	Maximum	0,95	0,70	0,79	1,01	0,82	0,81	0,72	1,27	0,80	0,81	1,95	0,82	0,92	1,05	6,58
Magnésium (mg/L)	Moyenne	0,54	0,76	0,54	17,70	1,00	1,58	0,83	16,37	1,28	1,02	1,13	1,22	1,29	2,42	2,34
	Minimum	0,41	0,48	0,50	17,70	0,83	1,15	0,76	16,20	1,18	1,02	1,05	1,19	1,24	1,97	1,93
	Maximum	0,77	1,30	0,59	17,70	1,11	2,28	0,89	16,50	1,48	1,03	1,22	1,26	1,35	3,26	2,73
Nickel (mg/L)	Moyenne	0,0020	0,0020	0,0020	0,0030	0,0020	0,0020	0,0010	0,0060	0,0020	0,0020	0,0033	0,0010	0,0013	0,0017	0,0037
	Minimum	0,0020	0,0020	0,0020	0,0030	0,0020	0,0020	0,0010	0,0060	0,0020	0,0010	0,0020	0,0010	0,0010	0,0010	0,0020
	Maximum	0,0020	0,0020	0,0020	0,0030	0,0020	0,0020	0,0010	0,0060	0,0020	0,0040	0,0060	0,0010	0,0020	0,0020	0,0050
Plomb (mg/L)	Moyenne	0,00087	0,00060	0,00050	0,00020	0,00053	0,00057	0,00053	0,00010	0,00060	0,00067	0,00187	0,00073	0,00080	0,00097	0,00740
	Minimum	0,00070	0,00050	0,00040	0,00020	0,00050	0,00050	0,00050	0,00010	0,00050	0,00060	0,00070	0,00070	0,00070	0,00090	0,00380
	Maximum	0,00120	0,00070	0,00060	0,00020	0,00060	0,00060	0,00060	0,00010	0,00070	0,00070	0,00380	0,00080	0,00090	0,00110	0,00990
Zinc (mg/L)	Moyenne	0,0072	0,0203	0,0058	0,0120	0,0170	0,0103	0,0053	0,5160	0,0270	0,0190	0,0213	0,0217	0,0213	0,0207	0,0413
	Minimum	0,0035	0,0140	0,0035	0,0120	0,0080	0,0090	0,0035	0,5080	0,0240	0,0180	0,0200	0,0210	0,0210	0,0190	0,0280
	Maximum	0,0110	0,0240	0,0070	0,0120	0,0290	0,0110	0,0090	0,5300	0,0320	0,0200	0,0240	0,0230	0,0220	0,0230	0,0510
Température (°C)	15,60	18,60	16,40	10,80	16,80	17,10	16,50	16,10	16,40	16,50	16,60	19,10	15,40	16,30	16,20	

En gras : Dépassement du critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique - effet chronique du MDDEFP

En gras souligné : Dépassement du critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique - effet aigue du MDDEFP

Surligné orange : Dépassement du critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique - exposition à long terme du CCME

* Les critères avec formule ont été calculés avec les valeurs moyennes de dureté, pH ou MES dans la rivière Bourlamaque, le cas échéant.

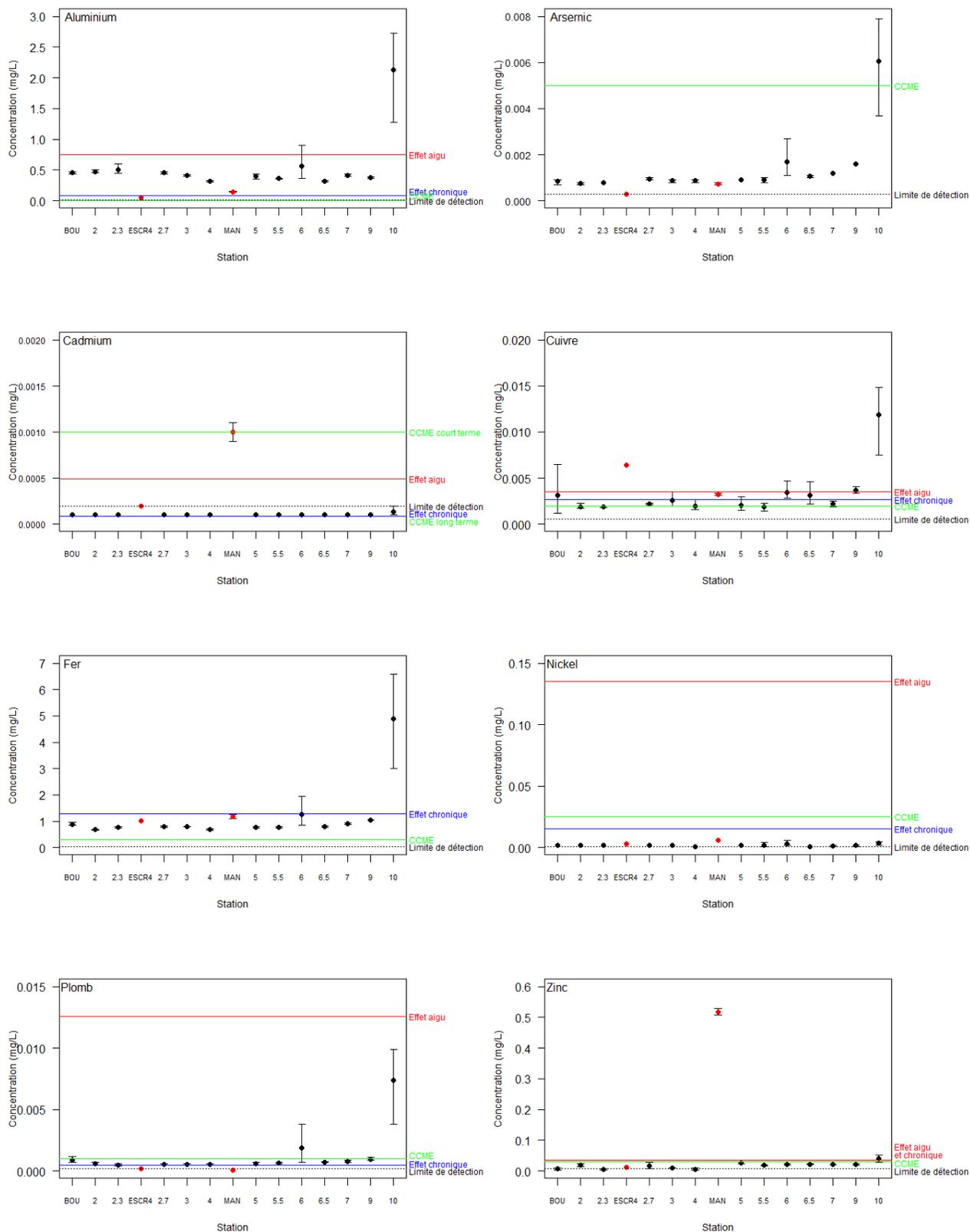


Figure 5. Concentrations moyennes des métaux - rivière Bourlamaques – juin 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

Tableau 6. Valeurs moyennes, minimales et maximales - rivière Bourlamaque - septembre 2016

Paramètre	Station d'échantillonnage															
	BOU	2	2,3	ES-Cr4	2,7	3	4	MAN	5	5,5	6	6,5	7	9	10	
Conductivité (mg/L)	Moyenne	23,00	21,00	21,00	865,00	35,33	37,67	33,50	885,67	49,67	84,33	86,33	93,00	90,00	119,33	106,00
	Minimum	23,00	21,00	21,00	865,00	33,00	37,00	33,00	881,00	33,00	83,00	86,00	93,00	90,00	117,00	106,00
	Maximum	23,00	21,00	21,00	865,00	38,00	38,00	34,00	889,00	82,00	86,00	87,00	93,00	90,00	121,00	106,00
pH	Moyenne	5,15	5,24	5,46	7,12	6,16	6,16	6,24	7,28	6,26	6,43	6,41	6,42	6,49	6,82	6,82
	Minimum	5,01	5,22	5,43	7,12	6,03	6,06	6,22	7,25	6,23	6,34	6,40	6,40	6,48	6,82	6,77
	Maximum	5,35	5,26	5,48	7,12	6,33	6,28	6,25	7,31	6,30	6,52	6,42	6,43	6,51	6,82	6,88
MES (mg/L)	Moyenne	33,00	8,00	5,67	3,00	7,00	11,33	7,00	2,33	10,67	14,33	7,67	5,67	9,00	13,67	27,67
	Minimum	3,00	7,00	5,00	3,00	4,00	10,00	6,00	2,00	8,00	9,00	5,00	5,00	7,00	8,00	10,00
	Maximum	89,00	9,00	6,00	3,00	12,00	13,00	8,00	3,00	13,00	19,00	12,00	6,00	12,00	18,00	57,00
Sulfates (mg/L)	Moyenne	1,30	0,90	0,93	380,00	5,40	5,87	4,05	395,33	10,00	23,13	23,67	26,17	24,80	33,87	25,57
	Minimum	1,30	0,90	0,90	380,00	4,60	5,80	3,90	388,00	3,70	23,10	23,60	26,10	24,80	33,80	25,50
	Maximum	1,30	0,90	1,00	380,00	6,40	5,90	4,20	401,00	22,30	23,20	23,70	26,20	24,80	34,00	25,60
Aluminium (mg/L)	Moyenne	0,84	0,73	0,70	0,07	0,67	0,70	0,61	0,17	0,58	0,63	0,57	0,61	0,57	0,57	0,76
	Minimum	0,70	0,72	0,70	0,07	0,65	0,65	0,60	0,17	0,55	0,60	0,50	0,59	0,56	0,54	0,62
	Maximum	1,11	0,75	0,71	0,07	0,71	0,74	0,61	0,17	0,63	0,65	0,64	0,62	0,59	0,60	1,01
Arsenic (mg/L)	Moyenne	0,00110	0,00127	0,00120	0,00160	0,00150	0,00160	0,00155	0,00120	0,00160	0,00180	0,00170	0,00173	0,00173	0,00207	0,00257
	Minimum	0,00100	0,00120	0,00120	0,00160	0,00150	0,00160	0,00150	0,00120	0,00150	0,00180	0,00160	0,00170	0,00170	0,00200	0,00220
	Maximum	0,00120	0,00130	0,00120	0,00160	0,00150	0,00160	0,00160	0,00120	0,00170	0,00180	0,00190	0,00180	0,00180	0,00220	0,00310
Cadmium (mg/L)	Moyenne	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
	Minimum	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
	Maximum	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
Calcium (mg/L)	Moyenne	2,02	2,32	2,60	120,00	4,47	4,56	4,45	146,67	6,45	11,40	11,17	12,97	11,37	13,93	12,50
	Minimum	1,93	2,24	2,57	120,00	4,10	4,36	4,42	145,00	4,50	11,10	10,50	12,80	11,00	13,50	12,20
	Maximum	2,14	2,42	2,65	120,00	4,96	4,82	4,47	148,00	10,30	11,70	11,60	13,10	11,90	14,60	12,70
Cuivre (mg/L)	Moyenne	0,0024	0,0019	0,0036	0,0065	0,0055	0,0057	0,0046	0,0036	0,0034	0,0039	0,0037	0,0041	0,0036	0,0044	0,0067
	Minimum	0,0019	0,0017	0,0031	0,0065	0,0051	0,0055	0,0040	0,0034	0,0033	0,0038	0,0035	0,0039	0,0036	0,0042	0,0060
	Maximum	0,0034	0,0021	0,0039	0,0065	0,0062	0,0058	0,0052	0,0038	0,0035	0,0039	0,0039	0,0043	0,0036	0,0046	0,0077
Dureté (mg/L de CaCO3)	Moyenne	8,33	9,00	10,00	396,00	15,67	16,00	15,00	420,00	20,67	35,00	34,33	39,67	34,67	43,67	40,33
	Minimum	8,00	9,00	10,00	396,00	15,00	15,00	15,00	415,00	15,00	34,00	32,00	39,00	34,00	42,00	39,00
	Maximum	9,00	9,00	10,00	396,00	17,00	17,00	15,00	424,00	32,00	36,00	36,00	40,00	36,00	46,00	41,00
Fer (mg/L)	Moyenne	1,69	1,59	1,58	0,94	1,69	1,63	1,36	1,31	1,35	1,60	1,48	1,55	1,47	1,50	1,86
	Minimum	1,54	1,55	1,56	0,94	1,57	1,51	1,34	1,29	1,28	1,54	1,31	1,54	1,44	1,42	1,60
	Maximum	1,99	1,66	1,61	0,94	1,90	1,73	1,37	1,34	1,42	1,63	1,67	1,58	1,52	1,62	2,33
Magnésium (mg/L)	Moyenne	0,72	0,76	0,79	23,60	1,12	1,14	1,02	12,77	1,12	1,58	1,53	1,75	1,55	2,22	2,21
	Minimum	0,67	0,74	0,78	23,60	1,06	1,09	1,01	12,60	0,94	1,55	1,43	1,72	1,50	2,14	2,13
	Maximum	0,81	0,79	0,80	23,60	1,20	1,19	1,02	12,90	1,43	1,60	1,61	1,77	1,62	2,33	2,31
Nickel (mg/L)	Moyenne	0,0033	0,0027	0,0023	0,0020	0,0020	0,0040	0,0035	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0023	0,0020	0,0020	0,0030
	Minimum	0,0030	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0030	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020
	Maximum	0,0040	0,0030	0,0030	0,0020	0,0020	0,0060	0,0050	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0030	0,0020	0,0020	0,0040
Plomb (mg/L)	Moyenne	0,00123	0,00097	0,00100	0,00030	0,00093	0,00100	0,00105	0,00060	0,00113	0,00157	0,00130	0,00113	0,00127	0,00153	0,00203
	Minimum	0,00110	0,00090	0,00090	0,00030	0,00090	0,00090	0,00090	0,00060	0,00100	0,00130	0,00110	0,00110	0,00120	0,00140	0,00150
	Maximum	0,00150	0,00100	0,00110	0,00030	0,00100	0,00110	0,00120	0,00060	0,00120	0,00180	0,00170	0,00120	0,00130	0,00170	0,00300
Zinc (mg/L)	Moyenne	0,0157	0,0127	0,0153	0,0180	0,0253	0,0237	0,0240	0,0353	0,0177	0,0237	0,0210	0,0317	0,0163	0,0190	0,0363
	Minimum	0,0140	0,0110	0,0140	0,0180	0,0180	0,0200	0,0190	0,0340	0,0170	0,0210	0,0200	0,0290	0,0160	0,0180	0,0330
	Maximum	0,0170	0,0140	0,0170	0,0180	0,0380	0,0280	0,0290	0,0370	0,0190	0,0260	0,0230	0,0340	0,0170	0,0200	0,0420
Température (°C)	16,70	15,50	15,40	20,40	15,50	16,10	15,90	18,60	16,50	16,20	15,20	16,20	15,60	15,60	15,40	

En gras: Dépassement du critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique - effet chronique du MDDEFP

En gras souligné: Dépassement du critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique - effet aigu du MDDEFP

Surligné orange: Dépassement du critère de qualité de l'eau de surface pour la protection de la vie aquatique - exposition à long terme du CCME

* Les critères avec formule ont été calculés avec les valeurs moyennes de dureté, pH ou MES dans la rivière Bourlamaque, le cas échéant.

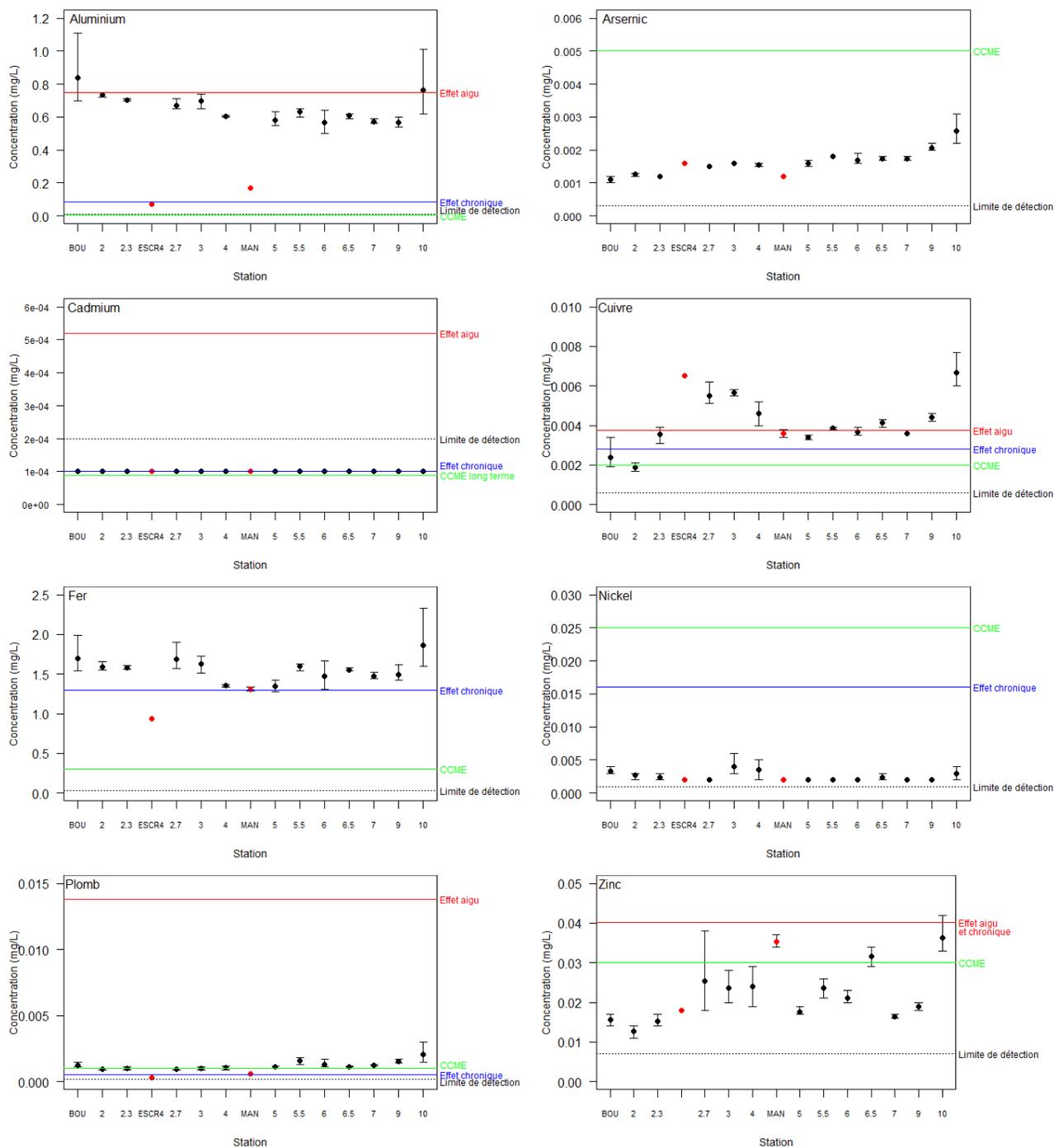


Figure 6. Concentrations moyennes des métaux - rivière Bourlamaques – septembre 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

3.5 Matière en suspension et sulfates

Matière en suspension (MES)

Les concentrations de MES dépassent parfois le seuil d'effet chronique du MDDEFP, mais jamais celui du seuil d'effet aigu en 2016 (Figure 7). Les concentrations aux stations ES-Cr4 et MAN sont similaires, voir plus basses en septembre, que les concentrations dans la rivière. Il ne semble donc pas y avoir d'influence de ces stations sur les concentrations de MES dans la rivière. Dans un autre ordre d'idée, la concentration en MES de la station 10 est énormément plus élevée en juin avec une valeur moyenne de 381 mg/L. On note également une valeur plus élevée à cette station en septembre, mais l'écart est beaucoup moins grand et probablement non significatif. Cela suggère la présence d'un site d'érosion quelque part entre les stations 9 et 10; site qui serait particulièrement sensible en période de crue.

Sulfates

Les concentrations en sulfates sont généralement sous les critères de qualité de l'eau à l'exception de la station MAN en juin avec une concentration moyenne de 573,3 mg/L (Figure 7). Contrairement aux conclusions des études précédentes, il semble y avoir une influence des concentrations très élevées des stations ES-Cr4 et MAN sur les concentrations dans la rivière. Effectivement, les concentrations moyennes des segments 1, 2 et 3 en juin sont respectivement de 1,0, de 8,7 et de 21,5 mg/L, et celles de septembre, de 1,0, de 3,5 et de 16,4 mg/L. On constate donc une augmentation par palier après la jonction de chacun des effluents de ces sites miniers. Les différences entre ces paliers demeurent tout de même légères et, bien que les données semblent suggérer une influence, celle-ci reste faible.

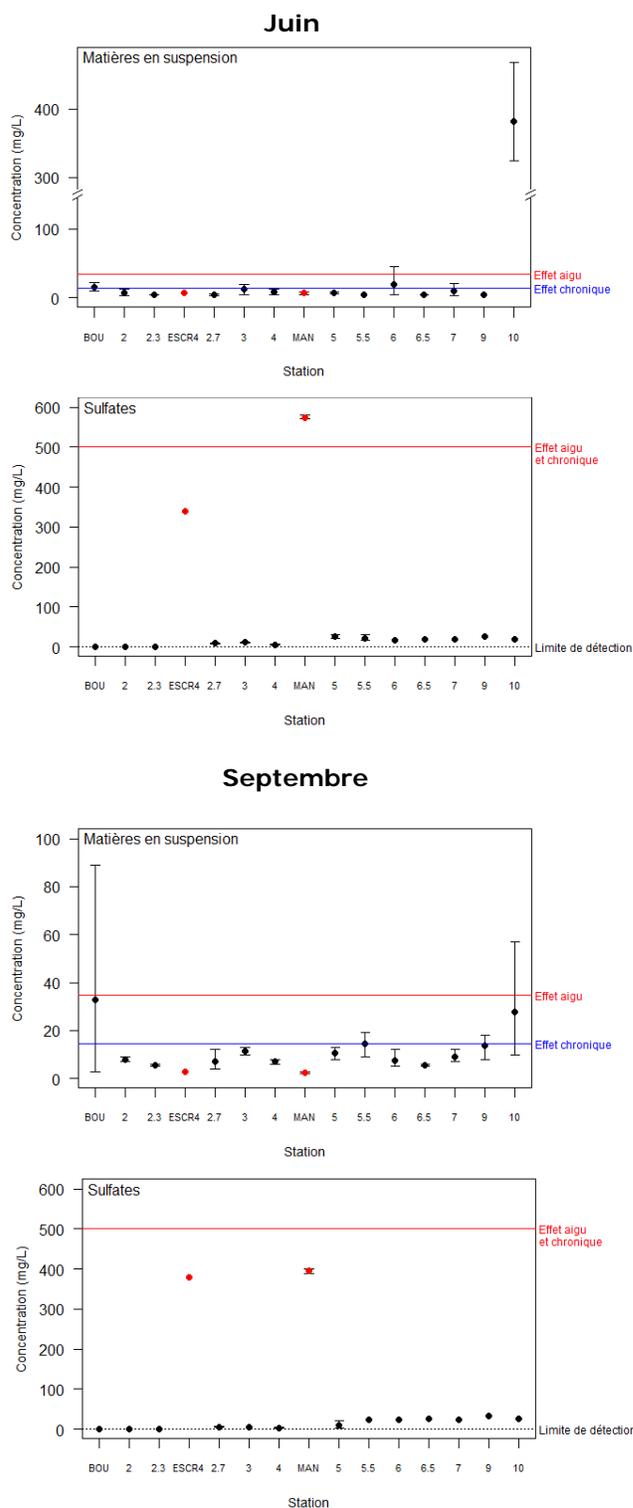


Figure 7. Concentrations moyennes de matière en suspension et de sulfates – rivière Bourlamaque – 2016

*Les barres verticales représentent les valeurs minimum et maximum

4 CONCLUSION

En conclusion, les paramètres pour lesquels la station MAN présentait une valeur plus élevée que la rivière Bourlamaque sont le pH, la conductivité, le calcium, le magnésium, la dureté, le cadmium, le cuivre, le fer, le zinc et les sulfates. L'étude de ces paramètres suggère l'influence du ruisseau Manitou sur la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque pour le pH, la conductivité, le zinc et les sulfates, avec une possible influence des ions majeurs et du cuivre également. À l'exception de la concentration de cuivre en septembre 2016, les valeurs obtenues pour ES-Cr4 varient de façon très similaire aux valeurs associées à la station MAN et les paramètres pour lesquels une influence est probable sont les mêmes. Effectivement, les preuves d'influence se traduisent souvent pas des augmentations des valeurs moyennes par palier entre les segments 1, 2 et 3, soit en amont de la station ES-Cr4, entre les stations ES-Cr4 et MAN et en aval de la station MAN respectivement.

L'augmentation notable du pH du ruisseau Manitou en 2016 témoigne de l'efficacité du recouvrement des résidus miniers acidogènes par ceux de l'exploitation de la mine Goldex qui ont un potentiel neutralisant.

Un élément inattendu est l'augmentation importante des concentrations de certains paramètres à la station 10 (aluminium, arsenic, cuivre, fer, plomb, zinc et MES). Effectivement, cela n'a pas été observé dans le passé et le fait que ces concentrations élevées soient mesurées en juin et en septembre dans la plupart des cas suggère une potentielle nouvelle source de contamination entre les stations 9 et 10. Par contre, il est possible d'affirmer que cette potentielle source ne peut être attribuée au site Manitou.

Concernant les différences saisonnières, certains paramètres montrent une augmentation des concentrations en septembre par rapport à juin en 2016, mais aucun ne montre une diminution. Ce fait est probablement dû à l'effet de dilution au moment de la crue printanière. Les paramètres pour lesquels une telle augmentation a été notée sont l'aluminium, le cuivre, le fer, et le plomb. Il est intéressant de noter qu'il s'agit également des paramètres ayant les plus grandes concentrations relativement au critère de qualité du MDDEFP et du CCME. Cependant, il s'agit également de paramètres pour lesquels les données ne démontrent pas de contamination par les sites miniers représentés par les stations MAN et ES-Cr4.

Au niveau de l'évolution dans le temps à plus long terme, il a été démontré en 2014 (LVM, 2015) que la plupart des paramètres montraient des concentrations plus basses qu'en 2011 (Dessau, 2014). Les différences entre 2014 et 2016 sont beaucoup moins marquées. Effectivement, il semble y avoir seulement réduction des concentrations d'arsenic, de cadmium et de plomb dans la rivière Bourlamaque en 2016. À l'opposé, il y a des augmentations des concentrations d'aluminium, de cuivre et de fer, toujours dans la rivière. Cependant, il s'agit de trois paramètres pour lesquels l'influence des stations MAN et ES-Cr4 est peu probable et les causes de ces augmentations pourraient provenir d'une source plus en amont sur la rivière Bourlamaque.

5 ASSURANCE QUALITÉ

Groupe Hémisphères dispose d'un système interne de contrôle de la qualité inspiré de la norme ISO 9001 : 2008. Ce dernier est basé sur la vérification et l'approbation de tout concept et production de documents par un professionnel senior. Il tient notamment compte de la responsabilité du management, du contrôle de la documentation et des données, de la formation continue du personnel, ainsi que de l'assurance qualité pour les produits livrables. Ce système inclut également un contrôle assidu des travaux de terrain et des mesures de prévention et de sécurité spécifiques au projet.

6 RÉFÉRENCES

Bibliographie

- CCME [Conseil canadien des ministres de l'environnement] (1999) Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Site Internet : <http://www.ccme.ca/index.html>.
- Dessau (2014) *Suivi des effets du drainage du site minier Manitou sur l'habitat aquatique de la rivière Bourlamaque*. Rapport préparé pour le Ministère des Ressources naturelles du Québec. 77 pages et annexes.
- LVM (2015) *Suivi de la qualité de l'eau et des sédiments de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou, 2014*. Rapport préparé pour le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. 35 pages et annexes.
- MDDEFP [ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec] (2013) *Critères de qualité de l'eau de surface*, 3^e édition, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-68533-3 (PDF), 510 pages et 16 annexes.
- MDDELCC [ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques] (2016) *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau – Annexe 1*. Site Internet : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/annexes.htm#annexe1.
- MDDEP [ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec] (juillet 2008) *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 1 – Généralités*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 58 p., 3 annexes, http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides_ech.htm.

ANNEXES

Annexe I

Programme de terrain

Montréal, le 25 mai 2016

Olivia Dawson
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
5700, 4^e Avenue Ouest
bureau C-318
Québec, Québec G1H 6R1

Objet : Programme de terrain / Suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou – Ancien site minier Manitou

N/D : GP698-01-16
V/D : 2016-0151-04

Madame Dawson,

Nous avons le plaisir de vous transmettre le programme de terrain relatif aux travaux à mener par notre firme sur le terrain mentionné en rubrique.

Nous espérons que le tout saura répondre à vos attentes et nous demeurons à votre disposition pour toute information additionnelle.

1 PROGRAMME AQ/CQ

Groupe Hémisphères dispose d'un système interne de contrôle de la qualité inspiré de la norme ISO 9001 : 2008. Ce dernier est basé sur la vérification et l'approbation de tout concept et production de documents par un professionnel senior. Il tient notamment compte de la responsabilité du management, du contrôle de la documentation et des données, de la formation continue du personnel, ainsi que de l'assurance qualité pour les produits livrables. Ce système inclut également un contrôle assidu des travaux de terrain et des mesures de prévention et de sécurité spécifiques au projet.

Le programme d'assurance et de contrôle qualité spécifique proposé pour ce projet sera mis en place pour assurer la qualité des données et leur utilité dans le suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou. Le programme se conformera au *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 1, Généralités* du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) et aux directives d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC).

Les grandes lignes de ce programme sont présentées dans cette section.

1.1 Lavage des équipements d'échantillonnage

Les différents équipements d'échantillonnage seront nettoyés entre chaque site. Puisque les limites de détections préalablement utilisées (LVM, 2015) sont « basse limite » et non « trace », seul un rinçage avec un détergent sans phosphate est requis (MDDEP, juillet 2008).

1.1.1 Séquence du rinçage

Il s'agit d'un rinçage à l'eau du milieu pour enlever les résidus majeurs, brossage des surfaces avec de l'eau et un détergent sans phosphate (Alconox), trois rinçages à l'eau du milieu pour enlever toute trace de détergent suivis de deux rinçages à l'eau purifiée.

1.2 Enregistrement des échantillons

Les formulaires de prélèvement, de demande d'analyse ou de livraison des échantillons seront remplis de façon claire et univoque. Le nombre d'exemplaires sera suffisant pour assurer le repérage de toute l'information pertinente et relative à l'échantillon prélevé, et ce, afin de pouvoir vérifier la correspondance et la validité des résultats. Les renseignements suivants figureront sur les formulaires utilisés :

- lieu de prélèvement;
- date du prélèvement;
- identification de l'échantillon;
- identification des points de prélèvement;
- type de l'échantillon (composite);
- nature de l'échantillon (eau de surface) ;
- paramètres analytiques demandés;
- nom et coordonnées du préleveur;
- tout autre renseignement pertinent (échantillon filtré ou non, agent de conservation, pH, nom du projet, responsable du projet, heure du prélèvement, etc.).

1.3 Conservation des échantillons

Les échantillons seront conservés à environ 4 °C dès le prélèvement, et ce, jusqu'à la réception au laboratoire mandaté. Les agents de conservation seront fournis par le laboratoire qui effectuera les analyses.

1.4 Notes de terrain

Le préleveur inclura dans ses notes de terrain ou sur son formulaire de prélèvement une description de la méthode d'échantillonnage utilisée ainsi que la liste des principaux équipements, contenants et agents de conservation, s'il y a lieu. Également, l'emplacement des points de prélèvement, la fréquence et l'heure des prélèvements de même que les événements qui les entourent doivent être consignés. De plus, il notera les valeurs des paramètres d'analyse qui sont mesurée sur place, tels que le pH et la température, les conditions climatiques (pluie, neige, etc.), la période de crue ou d'étiage, s'il y a lieu (en bordure d'un cours d'eau), une description visuelle des échantillons et du milieu échantillonné (couleur, odeur, turbidité visuelle, etc.).

1.5 Échantillons de contrôle de qualité

1.5.1 Duplicata

Puisque l'échantillonnage sera fait en triplicata, la règle générale du 10% de duplicata de terrain ne sera pas appliquée. Cependant, puisque les triplicata seront nommés de façon à être reconnaissables, **un** duplicata avec nomenclature différente sera pris par campagne d'échantillonnage, soit un au printemps et un à l'automne.

1.5.2 Blanc de transport

Puisque les paramètres d'analyse ne sont pas susceptibles d'être contaminés pendant le transport contrairement à des composés volatils par exemple, aucun blanc de transport n'est requis (MDDEP, juillet 2008).

1.5.3 Blanc de terrain

Un blanc de terrain par campagne d'échantillonnage sera amené et manipulé sur le terrain d'échantillonnage puis rapportés au laboratoire comme un échantillon. Celui-ci sera ouvert sur le terrain, pendant environ la même durée de temps que les contenants d'échantillons lors du prélèvement. Il accompagnera les autres contenants, avant, pendant et après l'échantillonnage, ainsi qu'au retour des échantillons au laboratoire.

1.5.4 Blanc de lavage des équipements d'échantillonnage

Un blanc de lavage sera fait lors de la première campagne d'échantillonnage afin de s'assurer que la méthode et le matériel ne sont pas responsables de contamination. Advenant un changement de l'équipe ou du matériel utilisé, un deuxième blanc de lavage sera fait à la deuxième campagne d'échantillonnage également. Cela consistera à laver les équipements d'échantillonnage et à prélever, à la manière d'un échantillon, de l'eau purifiée du dernier rinçage et de la conserver dans un contenant identifié à cette fin.

1.6 Résumé du plan d'échantillonnage

Le Tableau 1 résume le plan d'échantillonnage.

Tableau 1. Plan d'échantillonnage

Paramètres	Nombre de stations	Nombre d'échantillons	Fréquence
pH (in situ)	14	3	2
Température (in situ)	14	3	2
Conductivité	14	3	2
Dureté	14	3	2
MES	14	3	2
Aluminium	14	3	2
Arsenic	14	3	2
Cadmium	14	3	2
Cuivre	14	3	2
Fer	14	3	2
Nickel	14	3	2
Plomb	14	3	2
Sulfates	14	3	2
Zinc	14	3	2
Métaux totaux	14	3	2
Duplicata	1	1	2
Blanc de terrain	1	1	2
Blanc de lavage	1	1	1 (printemps)*

* sera fait également à la campagne d'automne s'il y a changement d'équipement ou de personnel.

2 PROGRAMME SANTÉ ET SÉCURITÉ

Lors de la téléconférence de démarrage du projet, les éléments notables relatifs à la sécurité de l'équipe d'échantillonnage seront identifiés et localisés sur une carte qui sera remise à l'équipe de terrain. Celle-ci localisera, entre autres, les descentes de bateaux accessibles et les zones à risque pour la navigation (eg. Rapides).

Un *Formulaire de travail de terrain* sera également remis à l'équipe de terrain et celui-ci est joint à l'Annexe I. Celui-ci inclut, entre autres, les informations suivantes :

- Coordonnées des responsables du projet;
- Coordonnées du personnel de terrain;
- Coordonnées du personnel ressource local;
- Coordonnées des personnes à contacter en cas d'urgence;
- Les détails relatifs à la prise de médicament du personnel de terrain; ainsi que
- Les numéros de téléphone d'urgence dans le secteur d'inventaire.

De plus, le bateau utilisé sera en bon état sera équipé d'une ancre, d'une trousse de sécurité nautique et d'une trousse de premiers soins. Le personnel portera également l'équipement personnel de sécurité adéquat. Dans ce cas :

- Veste de flottaison individuelle ;
- Gants en nitrile ;
- Lunette de sécurité ;

D'ailleurs Groupe Hémisphères possède un *Programme de sécurité et prévention pour le travail de terrain* qui sera remis à l'équipe de terrain et qui peut être consulté à l'Annexe II.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Qualité de l'eau de surface

La méthodologie se conformera à ce qui a été fait précédemment afin de permettre la comparaison des données obtenues à l'exception du rinçage à l'acide, à l'acétone et à l'hexane qui n'est requis que pour les analyses traces (MDDEP, 2008), soit celles fournissant les plus basses limites de détection.

Les stations d'échantillonnage seront celles fournies par le MERN et présentées à la figure de l'Annexe III. Le Tableau 2 présente les coordonnées des stations d'échantillonnage.

Tableau 2. Coordonnées géographiques des stations d'échantillonnage de 2014

Cours d'eau	Station	Coordonnées UTM zone 18		Distance à partir de l'embouchure (km)
		Nord	Ouest	
Bourlamaque	BOU	292208	5319104	44,0
Bourlamaque	2	295477	5325812	38,9
Bourlamaque	2.3	298017	5326737	35,1
Bourlamaque	2.7	299061	5326354	33,4
Bourlamaque	3	299292	5326381	33,1
Bourlamaque	4	299616	5326610	31,6
Manitou	MAN	300442	5327152	--
Bourlamaque	5	300008	5327782	31,3
Bourlamaque	5.5	300943	5328732	29,8
Bourlamaque	6	301070	5329241	29,3
Bourlamaque	6.5	302108	5330193	27,5
Bourlamaque	7	299389	5332903	22,3
Bourlamaque	9	301192	5335592	16,1
Bourlamaque	10	303155	5338194	10,9

3.1.1 Techniques d'échantillonnage

Par souci de réplicabilité, les techniques d'échantillonnage proposées sont les mêmes que celles de LVM (2015).

À chaque station, l'eau sera prélevée à trois reprises au centre de la rivière, soit un échantillon en surface, un échantillon à mi-hauteur entre la surface et le lit de la rivière, et un échantillon prélevé environ 30 cm au-dessus du lit de la rivière. Cette opération sera répétée trois fois par station afin de former un triplicata. Pour le ruisseau Manitou, un seul échantillon sera prélevé au centre du ruisseau compte tenu de la faible profondeur de ce cours d'eau.

Les échantillons d'eau à la surface seront prélevés directement dans les flacons d'analyse fournis par le laboratoire. Pour les flacons contenant des acides préservatifs, l'échantillon d'eau sera d'abord prélevé dans une bouteille stérile fournie par le laboratoire puis transvidé dans le flacon contenant l'acide, en prenant soin de ne pas faire déborder la bouteille.

Un échantillonneur Van Dorn sera utilisé pour prélever les échantillons d'eau à mi-hauteur et à 30 cm au-dessus du lit de la rivière. Par la suite, l'eau sera transvidée directement dans les flacons d'analyse. Il est à noter que l'échantillonneur Van Dorn sera reconditionné entre chaque prélèvement avec d'Alconox et d'eau distillée afin d'éviter la contamination croisée entre les échantillons. Le rinçage sera effectué selon la

procédure détaillée dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 1*, du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (MDDEP, juillet 2008).

Tous les flacons d'analyse seront conservés dans des glacières à des températures maintenues à 4°C à l'aide de glace. Les glacières seront transmises au transporteur du MERN le soir même de l'échantillonnage, si possible. Advenant l'impossibilité de remettre les échantillons dans un délai de moins de 24h, les échantillons seront filtrés sur le terrain, ce qui prolonge le temps de conservation à 6 mois pour les métaux.

Une sonde multiparamètres sera également utilisée pour prendre des mesures de pH, de température et de conductivité *in situ*. La sonde sera calibrée avant chaque campagne d'échantillonnage et vérifiée tous les jours de terrain.

3.1.2 Analyse des données

Les paramètres analysés seront ceux proposés par le MERN et présenté au Tableau 1. Les concentrations mesurées seront comparées aux critères du MDDELCC pour la protection de la vie aquatique (effet aigu et chronique) et à ceux du CCME pour la protection de la vie aquatique.

La médiane sera utilisée afin de faciliter la comparaison des résultats avec les études antérieures qui ont également utilisé la médiane comme mesures de tendance centrale.

3.2 Description des stations d'échantillonnage

Une description détaillée de chaque station d'échantillonnage sera faite afin d'aider dans l'interprétation des résultats de la qualité de l'eau. En premier lieu, quatre(4) photos seront prises à chacune des stations afin de montrer l'aval, l'amont, la berge gauche et la berge droite. Une description structurée de la végétation aquatique et riveraine sera également faite. Celle-ci détaillera le type de végétation (voir Tableau 3) et le pourcentage de recouvrement du littoral ou de la berge.

Tableau 3. Type de végétation aquatique et terrestre

Végétation aquatique	Végétation terrestre
Submergée	Muscinale
Flottante	Herbacée
Émergente	Arbustive
	Arborescente

La morphométrie sommaire des berges sera également notée en détaillant la pente (0-10%, 10-30%, >30%) et la stabilité (pourcentage de la berge en processus d'érosion). Tout autre détail digne de mention sera également noté (ex. débris, perturbation, embâcle, etc.) et photographié.

4 ÉCHÉANCIER

L'échéancier proposé est présenté au Tableau 4.

Tableau 4. Échéancier préliminaire

Étape	2016									2017
	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.		
Signature du contrat	19									
Remise du programme de terrain	24									
1er échantillonnage		6								
2e échantillonnage					11					
Rapport préliminaire										
Rapport final										9 jan.

5 RÉFÉRENCES

Bibliographie

MDDEP [ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec] (juillet 2008) *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 1 – Généralités*, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 58 p., 3 annexes, http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/guides_ech.htm.

LVM (2015) *Suivi de la qualité de l'eau et des sédiments de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou, 2014*. Rédigé pour le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. 35 pages et 8 annexes.

Rédigé par :



Simon Barrette
Biologiste, M.Sc. Biol.

Annexe I

Formulaire de travail de terrain

No. de projet : **GP698-01-16 - Suivi qualite eau Manitou**

Lieu des travaux	Rivière Bourlamaque et ruisseau Manitou			
Description des travaux	Échantillonnage d'eau			
Date des travaux	Début : 28 mai 2016		Fin : 29 mai 2016	
Coordonnées des responsables	Poste	Nom	Tél. bureau	Cell.
	Chargé de projet	Simon Barrette	514-509-6572 #23	514-293-5262 <input checked="" type="checkbox"/>
Coordonnées du personnel terrain	Poste	Nom	Tél. bureau	Cell.
	Préleveur	Judith Sénéchal	819-824-4049 #301	819-354-0227 <input checked="" type="checkbox"/>
	Capitaine	Philippe Gervais	581-235-0329	
Coordonnées des personnes-ressources locales	Poste	Nom	Tél. bureau	Cell.
	Chargé de projet	Robert Lacroix	819-354-4338#252	
Coordonnées des personnes à contacter en cas d'urgence	Nom de l'employé	Nom du contact	Téléphone principal	Cell.
	à venir			
Particularités du site	Rivière avec section de rapide à éviter			
Séance d'information avant projet avec équipe	<input type="checkbox"/> Santé et sécurité <input type="checkbox"/> protocole et inventaire			
Prise de médicaments par un membre de l'équipe ou allergies	Nom	à venir		
Numéros d'urgence dans ce secteur	<input checked="" type="checkbox"/> 911 en fonction		Urgence sur la route: *4141	
	Ambulance	819-825-7735	Police	819-825-6161
	Centre hospitalier	819-8258-5858	Pompier	819-825-7201
	Urgence Environnement : 1-866-694-5454		<input type="checkbox"/> Air Medic : 1-877-999-3322, radio émetteur 4	
Autres numéros	Garage	819-825-9255	Hébergement	819-825-5660
	Remorquage	819-874-2017		

- Fiche complétée
- Transmis aux membres de l'équipe _____
le _____

Simon Barrette, chargé de projet

Annexe II

Programme de sécurité et prévention pour le travail de terrain

Activités	Risques	Degré de risque	Mesures préventives ou correctives
Transport du personnel ou de matériel	D'ordre général (conduite)	s/o	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avoir en sa possession : permis de conduire, assurances, immatriculation; ➤ S'assurer de faire le plein d'essence et d'avoir à bord tout l'équipement de sécurité et de dépannage (roues de secours en bon état et matériel pour la changer); ➤ Vérifier de temps à autre la pression des pneus; ➤ En hiver, s'assurer d'avoir dans la voiture : grattoir, brosse à neige, lave-glace, câble de démarrage, pelle, lampe de poche, trousse de premiers soins, couverture, équipement pour la traction (Traction Aids, tapis, litière,...). Bien déglacer et déneiger avant l'utilisation. Accélérer en douceur. En cas de freinage d'urgence avec des freins ABS, appuyez sur la pédale de frein aussi rapidement et énergiquement que possible. Ne pompez pas le frein! Gardez une pression solide et continue. Dans les autres cas, freinez en appliquant les freins énergiquement mais sans bloquer les roues. ➤ Prendre les routes et chemins appropriés; signaler vos changements de voie; ➤ En conduisant s'assurer d'avoir le moins d'objets libres possible; ➤ Bien stationner les véhicules et ne pas nuire aux véhicules qui circulent; ➤ Utiliser la marche arrière avec précaution; ➤ Signaler toute situation dangereuse; ➤ S'assurer d'être bien visible en cas de pénombre ou la nuit; ➤ Appeler des remorqueurs si le véhicule est hors d'usage.
	Accident avec le véhicule ou un animal	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rester calme et vérifier l'état de chaque passager; ➤ Appeler les secours rapidement en cas de problème médical; ➤ Si un animal est impliqué, vérifier s'il est toujours près du véhicule et s'il est blessé ou mort. S'il semble blessé, rester prudent, il peut être imprévisible et dangereux. Téléphoner aux autorités responsables (MRNF au Québec) pour les aviser de l'accident; ➤ Appeler des remorqueurs si le véhicule est hors d'usage.
	Problèmes en cours de vol	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Toujours suivre les directives de sécurité du pilote d'avion ou d'hélicoptère; ➤ Ne pas voler lors d'un orage ou lors d'une tempête de neige.

Activités	Risques	Degré de risque	Mesures préventives ou correctives
Travaux de terrain	D'ordre général	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aviser le chargé de projet de chaque journée de travail et avertir au moins une personne proche – famille, amis. Préciser les lieux d'étude et les heures de travail prévues; ➤ Toujours prendre régulièrement ses messages sur le téléphone cellulaire; ➤ Avoir des émetteurs radio longue distance lorsque les équipiers doivent se séparer, prévoir faire une vérification aux demi-heures ou au besoin, s'assurer de connaître la localisation de l'équipier en tout temps; ➤ S'assurer de bien charger les appareils et d'avoir suffisamment de piles pour la journée avant de partir sur le terrain; ➤ S'assurer du bon fonctionnement du matériel de communication avant le départ sur le terrain; ➤ Mettre le matériel de communication dans un endroit sécuritaire afin d'éviter de le perdre ou de l'endommager; ➤ S'assurer d'avoir les autorisations de passage et les clés nécessaires; ➤ Les travaux seront planifiés de façon à favoriser l'élimination à la source des dangers; ➤ Porter un téléphone cellulaire ou satellite (selon le cas) de façon à permettre des interventions rapides en cas de besoin; ➤ Utiliser des méthodes et outils de travail appropriés; ➤ Avoir à sa disposition une trousse de premiers soins à la portée; ➤ Tous les travaux seront gérés de sorte que la santé et la sécurité du personnel de chantier aient toujours préséance sur les questions reliées aux coûts et aux échéanciers; ➤ Ayez toujours votre carte d'assurance maladie sur vous; ➤ La présence d'équipes composées, si possible, de deux travailleurs augmentera la sécurité lors des interventions.
	Intimidation	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En cas d'intimidation, rester calme, expliquer le pourquoi de votre présence et quitter la propriété si nécessaire; ➤ Toujours rapporter au chargé de projet tout incident (menaces, intimidations, violence verbale ou physique, etc.) et au besoin avec la Sûreté du Québec.

Activités	Risques	Degré de risque	Mesures préventives ou correctives
Travaux de terrain (Suite)	Chute	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lors de travaux d'excavation nécessaires sur le terrain, prendre soin de bien identifier le lieu d'excavation afin d'éviter qu'une personne y fasse une chute.
	Réactions allergiques (guêpes,...)	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliser si possible des filets protecteurs en présence de moustiques; ➤ Lors d'un signe d'allergie, évaluer la gravité de la réaction (locale, difficulté respiratoire,...); ➤ Utiliser l'Epipen en cas de réaction allergique grave. Appeler les secours. Donner si possible un glaçon dans l'attente; ➤ S'il s'agit d'une pique d'abeille, retirer rapidement le dard; ➤ Désinfecter la pique si possible; ➤ En cas de douleur, prendre un antidouleur par voie orale.
	Rencontre d'ours (attaque réelle ou suspectée)	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En tout temps, rester calme; ➤ Prendre son matériel (une pelle, son sac,...) ou une grosse branche et la soulever au-dessus de la tête (l'ours va croire qu'il a un gros animal devant lui et devrait partir); ➤ Déposer un vêtement par terre avant de s'éloigner doucement de l'ours, sans lui tourner le dos ou se mettre à courir; ➤ Garder son sac à dos, il peut vous protéger en cas d'attaque (sauf si le sac contient de la nourriture odorante); ➤ Si l'ours attaque, défendez-vous avec le poivre de Cayenne ou tout autre moyen qui semble accessible et efficace.
	Rencontre d'autres animaux	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ne réagir contre les animaux que si vous vous sentez attaqué; ➤ Quitter les lieux en douceur autant que possible.

Activités	Risques	Degré de risque	Mesures préventives ou correctives
Travaux de terrain (Suite)	Période de chasse	Faible	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aucun inventaire en forêt ne doit être réalisé durant la période de chasse. Consultez le calendrier de chasse annuel sur le site Internet du MRNF; ➤ Installer des pancartes plastifiées fournies bien à la vue sur le terrain à l'entrée des chemins secondaires et aux sites d'observation pour indiquer la présence de personnes au travail; ➤ S'assurer que le personnel porte en TOUT TEMPS des vêtements voyants (un dossard et tuque ou casquette de couleur orangée); ➤ En cas de rencontre avec des chasseurs, toujours discuter de façon posée et calme. Expliquer le pourquoi de votre présence, leur indiquer l'horaire et les endroits d'inventaire. Sauf si cela est confidentiel, référer au client s'ils veulent plus de détail;
	Perdus en forêt	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ TOUJOURS informer un proche (famille, ami, collègue) du lieu où on travaille et de l'heure approximative du retour; ➤ Aviser la personne de contacter le chargé de projet ou de déclencher une recherche si un retard de deux heures est constaté; ➤ Ne pas prendre de risque en situation incertaine. Le cas échéant, contacter l'autre co-équipier afin d'avoir son avis et revoir le trajet prévu; ➤ Rester calme; ➤ Dépenser un minimum d'énergie; ➤ Ne pas s'éloigner de l'endroit où l'équipe s'est perdue; ➤ Contacter les secours d'urgence à l'aide du téléphone ou des radios CB ou émetteurs; ➤ S'assurer de bien être à la vue des secours d'urgence (vêtement aux couleurs vives); ➤ Rester en équipe; ➤ S'assurer de rester au sec (ne pas commettre d'imprudance pour ne pas se mouiller); ➤ Allumer un feu afin de rester au chaud et de faciliter la localisation par les secours d'urgence; ➤ Se construire un abri, seulement si le matériel est à proximité.

Activités	Risques	Degré de risque	Mesures préventives ou correctives
	Travail sur ou près de l'eau	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porter des bottes et faire attention pour ne pas glisser sur les roches; ➤ Toujours porter une veste de sauvetage sur l'eau; ➤ S'assurer de pouvoir manœuvrer l'embarcation; ➤ Se référer au « guide de sécurité nautique » rédigé par Transports Canada et disponible au http://www.tc.gc.ca/securitemaritime/TP/Tp511/menu.htm. Des conseils de sécurité y sont donnés sur ce qu'il faut faire avant de partir, sur les différents équipements ainsi que les règles de sécurité et de route à respecter sur l'eau.
Travaux de terrain (Suite)	Travail en milieu isolé	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aviser le chargé de projet de chaque journée de travail et avertir au moins une personne proche – famille, amis. Préciser les lieux d'étude et les heures de travail prévues; ➤ Toujours prendre régulièrement ses messages sur le téléphone cellulaire; ➤ Avoir des émetteurs radio longue distance lorsque les équipiers doivent se séparer, prévoir faire une vérification aux demi-heures ou au besoin, s'assurer de connaître la localisation de l'équipier en tout temps; ➤ S'assurer de bien charger les appareils et d'avoir suffisamment de piles pour la journée avant de partir sur le terrain; ➤ S'assurer du bon fonctionnement du matériel de communication avant le départ sur le terrain; ➤ Mettre le matériel de communication dans un endroit sécuritaire afin d'éviter de le perdre ou de l'endommager; ➤ Les travaux seront planifiés de façon à favoriser l'élimination à la source des dangers; ➤ Porter un téléphone cellulaire ou satellite (selon le cas) de façon à permettre des interventions rapides en cas de besoin; ➤ Utiliser des méthodes et outils de travail appropriés; ➤ Avoir à sa disposition une trousse de premiers soins à la portée; ➤ Ayez toujours votre carte d'assurance maladie sur vous; ➤ La présence d'équipes composées de deux travailleurs augmentera la sécurité lors des interventions.

Activités	Risques	Degré de risque	Mesures préventives ou correctives
Travaux de terrain (Suite)	Orage / Foudre	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Si possible, se réfugier dans le camp ou dans un véhicule; ➤ Si on se retrouve dans un champ, trouver refuge dans un abri; ➤ Sortir de l'eau avant le début de l'orage; ➤ S'éloigner de conduites électriques et de clôtures de pâturage; ➤ Éviter de demeurer sous un arbre en lisière de la forêt ou sur les berges d'un cours d'eau ou d'un lac; ➤ Éviter de demeurer sur les sommets de montagnes ou sur des parois rocheuses; ➤ Éviter de se retrouver à proximité d'objets métalliques.
	Températures extrêmes : froid, tempête de neige, chaleur, humidité	Moyen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ TOUJOURS vérifier, avant de partir, la température de la zone où seront effectués les travaux de terrain; ➤ En zone froide : <ul style="list-style-type: none"> ○ S'équiper chaudement en prévoyant des bas de rechange; ○ S'assurer d'avoir une couverture thermique à sa disposition; ○ En cas d'engelures, réchauffer progressivement le membre gelé. ➤ En cas de tempête de neige <ul style="list-style-type: none"> ○ Trouver un abri; ○ Éviter de se déplacer; ➤ En zone chaude et / ou humide <ul style="list-style-type: none"> ○ S'assurer d'avoir suffisamment d'eau; ○ Prendre des pauses lorsque la chaleur est intenable.

En cas de blessures sur le terrain, il est important de déterminer s'il s'agit d'une blessure mineure, grave ou potentiellement mortelle. Les indications suivantes doivent être appliquées, si possible :

Blessures mineures

Est considérée mineure une blessure qui n'atteint que la couche superficielle de la peau, soit par exemple : écorchures, brûlure au premier degré, blessures aux doigts, orteils et aux membres inférieurs (enflure) :

- Demander au compagnon de travail d'apporter les soins appropriés;
- Remplir ensuite le « Registre d'accidents, d'incidents et de premiers secours » (RAI-01);
- Si cela est nécessaire, conduire la personne blessée dans un CLSC ou un centre hospitalier;
- Signaler si nécessaire l'incident à la C.S.S.T. et compléter la documentation dans les 24 heures.

Blessures graves

Est considérée majeure une blessure pouvant entraîner des conséquences permanentes :

- Stabiliser et immobiliser le blessé;
- Communiquer avec des secouristes *4141 ou 911 : indiquer la position géographique, l'état du blessé, les conditions climatiques et demander la durée du trajet;
- Donner les premiers secours si cela est possible;
- Garder son calme et parler avec la personne blessée pour éviter qu'elle ne perde conscience;
- Communiquer avec un représentant de l'employeur pour signaler l'incident;
- Remplir ensuite le « Registre d'accidents, d'incidents et de premiers secours » (RAI-01);
- Signaler l'incident à la C.S.S.T. et compléter la documentation dans les 24 heures.

Blessures potentiellement mortelles

Est considérée potentiellement mortelle lorsque la vie de la personne est en danger à court ou long terme :

- Stabiliser et immobiliser le blessé;
- Communiquer avec des secouristes *4141 ou 911 : indiquer la position satellite, l'état du blessé, les conditions climatiques et demander la durée du trajet;
- Donner les premiers secours si cela est possible;
- Garder son calme et parler avec la personne blessée pour éviter qu'elle ne perde conscience;
- Communiquer avec un représentant de l'employeur pour signaler l'incident;
- Prévenir la famille du blessé;
- Remplir ensuite le « Registre d'accidents, d'incidents et de premiers secours » (RAI-01);
- Signaler l'incident à la C.S.S.T. et compléter la documentation dans les 24 heures.

Annexe III

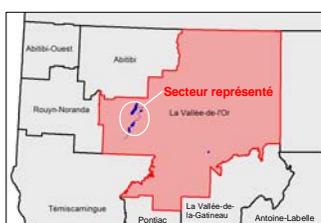
Carte : Suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou



#80445

Suivi de la qualité de l'eau de la rivière Bourlamaque et du ruisseau Manitou

-  Rampe de mise à l'eau
-  Station d'échantillonnage
-  Station d'échantillonnage East-Sullivan



Métadonnées

Système de référence géodésique
North American Datum 1983
Projection cartographique
Projection UTM (Universal Transverse Mercator)
Zone 18



Sources
Données
Données minières

Organisme
MERN

Année
2016

"Includes material ©(2010-2013)RapidEye S.a.r.l. All rights reserved."

Réalisation
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
Direction générale de la gestion du milieu minier
Service de la gestion des droits miniers (SGDM)

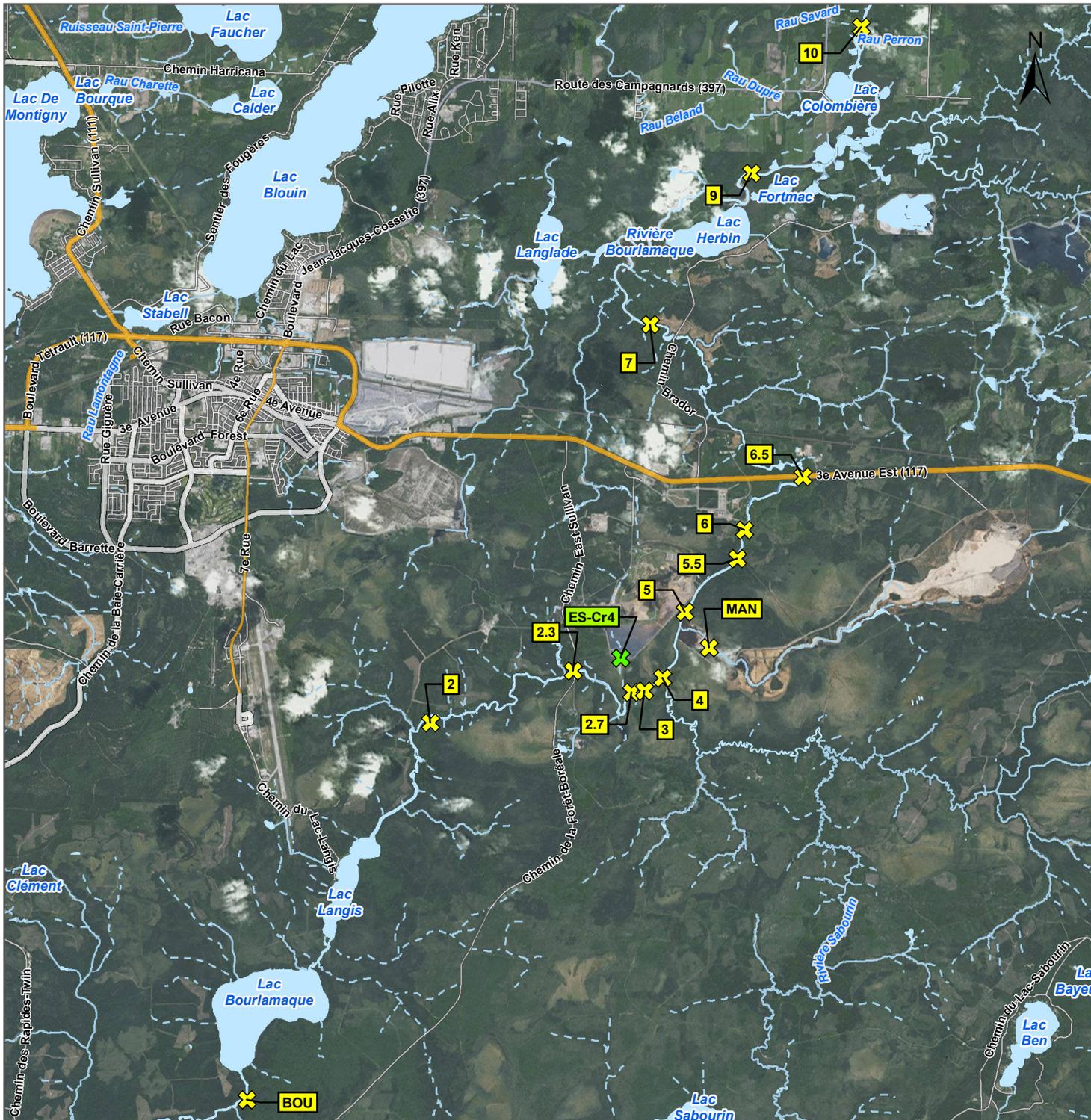
Ministère de l'Énergie
et des Ressources
naturelles

Québec

©Gouvernement du Québec, 2 mai 2016

Annexe II

Carte de localisation des stations d'échantillonnage et de la station ES-Cr4 du site minier East Sullivan



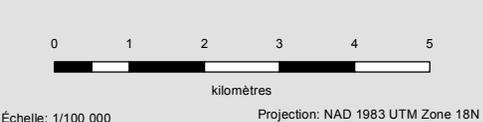
LÉGENDE

Station d'échantillonnage

- ✕ Groupe Hémisphères
- ✕ MERN

Hydrographie

- Cours d'eau
- - - Cours d'eau intermittent
- Étendue d'eau



SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU *Énergie et Ressources naturelles*
DE LA RIVIÈRE BOURLAMAQUE
ET DU RUISSEAU MANITOU – ANCIEN SITE MINIER MANITOU

Québec

FICHER, PROJET, DATE, AUTEUR:
 GP698-01-16, GH-0796, 2016-11-08, mahurtubise

SOURCES:
Fond de carte:
 BDTQ, Ministère des ressources naturelles,
 ©Gouvernement du Québec, 2002
Image satellite: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye,
 Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS,
 AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the
 GIS User Community

**Localisation des
stations d'échantillonnage**

GroupeHemispheres

1453, rue Beauvien Est,
 Bureau 301, Montréal (Qc) H2G 3C6
 5731, rue Saint-Louis,
 Bureau 201 Lévis (Qc) G6V 4E2

**Figure
1**

Annexe III

Reportage photographique

STATION BOU



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 2



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite



Barrage de castor

STATION 2.3



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 2.7



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 3



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 4



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 5



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 5.5



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 6



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 6.5



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 7



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 9



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION 10



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

STATION MAN



Amont



Aval



Rive gauche



Rive droite

Annexe IV

Données brutes

Tableau 1. Données brutes de physicochimie des stations d'échantillonnage - rivière Bourlamaque et ruisseau Manitou

JUIN 2016

station	conduc_micromhos_c1_t1	conduc_micromhos_c1_t2	conduc_micromhos_c1_t3	ph_c1_t1	ph_c1_t2	ph_c1_t3	mes_c1_t1	mes_c1_t2	mes_c1_t3	so4_c1_t1	so4_c1_t2	so4_c1_t3	al_c1_t1	al_c1_t2	al_c1_t3	as_c1_t1	as_c1_t2	as_c1_t3	cd_c1_t1	cd_c1_t2	cd_c1_t3	ca_c1_t1	ca_c1_t2	ca_c1_t3	cu_c1_t1	cu_c1_t2	cu_c1_t3	durete_c1_t1	durete_c1_t2	durete_c1_t3	fe_c1_t1	fe_c1_t2	fe_c1_t3	mg_c1_t1	mg_c1_t2	mg_c1_t3	ni_c1_t1	ni_c1_t2	ni_c1_t3	pb_c1_t1	pb_c1_t2	pb_c1_t3	zn_c1_t1	zn_c1_t2	zn_c1_t3	temperature_c1
LDR	2			na			1			0,5			0,01			0,0003			0,0002			0,02			0,0006			na			0,03			0,01			0,001			0,0002			0,007			na
BOU	16	16	16	5,01	4,95	5,23	10	22	12	1,0	1,0	1,1	0,47	0,45	0,44	0,0009	0,0007	0,0009	nd	nd	nd	1,22	1,08	3,73	0,0012	0,0016	0,0065	5	4	12	0,87	0,85	0,95	0,43	0,41	0,77	0,002	0,002	0,002	0,0007	0,0007	0,0012	nd	0,007	0,011	15,6
2	15	15	15	5,53	5,52	5,46	13	5	3	1,0	1,0	1,0	0,5	0,46	0,46	0,0008	0,0008	0,0007	nd	nd	nd	1,68	1,74	7,5	0,0017	0,0017	0,0023	6	6	24	0,70	0,67	0,67	0,48	0,49	1,30	0,002	0,002	0,002	0,0005	0,0006	0,0007	0,014	0,023	0,024	18,6
2.3	14	14	15	5,45	5,56	5,65	5	4	4	1,1	1,1	1,0	0,45	0,6	0,46	0,0008	0,0008	0,0008	nd	nd	nd	1,77	1,68	2,23	0,0019	0,0018	0,002	7	6	8	0,75	0,76	0,79	0,52	0,50	0,59	0,002	0,002	0,002	0,0004	0,0006	0,0005	nd	0,007	0,007	16,4
ES-Cr4	825	825	825	6,75	6,75	6,75	7	7	7	340	340	340	0,05	0,05	0,05	nd	nd	nd	nd	nd	nd	128	128	128	0,0064	0,0064	0,0064	392	392	392	1,01	1,01	1,01	17,7	17,7	17,7	0,003	0,003	0,003	nd	nd	nd	0,012	0,012	0,012	10,8
2.7	45	34	34	6,31	6,13	6,1	6	3	3	11	7,6	7,6	0,46	0,47	0,44	0,0009	0,0010	0,0009	nd	nd	nd	5,52	5,17	3,71	0,0022	0,0021	0,0023	18	17	13	0,82	0,82	0,77	1,11	1,05	0,83	0,002	0,002	0,002	0,0006	0,0005	0,0005	0,014	0,029	0,008	16,8
3	55	44	44	6,47	6,39	6,45	20	4	12	12	11	11	0,42	0,42	0,4	0,0009	0,0009	0,0008	nd	nd	nd	7,15	14,3	5,92	0,0022	0,0020	0,0035	23	45	20	0,81	0,80	0,79	1,30	2,28	1,15	0,002	0,002	0,002	0,0006	0,0006	0,0005	0,011	0,011	0,009	17,1
4	32	28	33	6,58	6,63	6,58	10	12	4	6,4	4,9	6,9	0,33	0,31	0,33	0,0009	0,0009	0,0008	nd	nd	nd	3,83	4,57	4,57	0,0027	0,0016	0,0016	13	15	15	0,72	0,67	0,69	0,76	0,83	0,89	0,001	0,001	0,001	0,0006	0,0005	0,0005	0,009	nd	nd	16,5
MAN	1140	1140	1140	6,38	6,4	6,39	9	7	4	580	570	570	0,14	0,14	0,15	0,0008	0,0007	0,0007	0,0011	0,0010	0,0009	182	182	181	0,0034	0,0031	0,0032	520	522	520	1,27	1,16	1,10	16,2	16,4	16,5	0,006	0,006	0,006	nd	nd	nd	0,53	0,51	0,508	16,1
5	80	74	99	6,5	6,51	6,47	6	6	9	27	22	31	0,35	0,4	0,44	0,0009	0,0009	0,0009	nd	nd	nd	9,1	8,69	11,9	0,0016	0,0030	0,0015	28	27	36	0,75	0,8	0,79	1,19	1,18	1,48	0,002	0,002	0,002	0,0005	0,0006	0,0007	0,025	0,024	0,032	16,4
5.5	62	62	63	6,53	6,51	6,51	4	4	4	17	21	30	0,37	0,37	0,35	0,0009	0,0010	0,0008	nd	nd	nd	7,09	7,03	7,02	0,0023	0,0019	0,0014	22	22	22	0,78	0,81	0,75	1,03	1,02	1,02	0,004	0,001	0,001	0,0007	0,0007	0,0006	0,020	0,019	0,018	16,5
6	61	61	61	6,43	6,46	6,28	5	45	10	17	17	17	0,37	0,9	0,42	0,0011	0,0027	0,0013	nd	nd	nd	7,13	7,35	7,62	0,0028	0,0047	0,0029	22	23	24	0,85	1,95	0,96	1,05	1,22	1,12	0,006	0,002	0,002	0,0007	0,0038	0,0011	0,020	0,024	0,02	16,6
6.5	68	67	61	6,63	6,59	6,34	5	4	4	19	19	19	0,32	0,31	0,33	0,0011	0,0011	0,0010	nd	nd	nd	8,82	8,57	8,32	0,0046	0,0022	0,0027	27	26	26	0,8	0,77	0,82	1,26	1,22	1,19	0,001	0,001	0,001	0,0008	0,0007	0,0007	0,023	0,021	0,021	19,1
7	74	74	74	6,73	6,7	6,7	21	5	3	20	20	20	0,43	0,4	0,42	0,0012	0,0012	0,0012	nd	nd	nd	9,35	8,51	8,93	0,0025	0,0019	0,0021	29	26	28	0,92	0,89	0,88	1,35	1,24	1,29	0,002	0,001	0,001	0,0009	0,0008	0,0007	0,022	0,021	0,021	15,4
9	100	99	98	7,03	6,98	7,01	4	4	4	26	26	26	0,37	0,36	0,39	0,0016	0,0016	0,0016	nd	nd	nd	11,6	12,1	21	0,0036	0,0034	0,0041	37	39	66	1,05	1,04	1,04	1,97	2,03	3,26	0,001	0,002	0,002	0,0009	0,0009	0,0011	0,020	0,019	0,023	16,3
10	85	86	86	7,1	7,13	7,09	351	324	468	19	19	19	2,37	1,28	2,73	0,0066	0,0037	0,0079	0,0002	nd	nd	10,6	10,1	11,9	0,0132	0,0075	0,0148	36	33	41	5,10	3,00	6,58	2,37	1,93	2,73	0,004	0,002	0,005	0,0085	0,0038	0,0099	0,045	0,028	0,051	16,2

SEPTEMBRE 2016

BOU	23	23	23	5,35	5,1	5,01	89	3	7	1,3	1,3	1,3	1,11	0,7	0,7	0,0012	0,0011	0,001	nd	nd	nd	2,14	1,98	1,93	0,0034	0,0019	0,0019	9	8	8	1,99	1,54	1,55	0,81	0,67	0,67	0,004	0,003	0,003	0,0015	0,0011	0,0011	0,017	0,016	0,014	16,7
2	21	21	21	5,22	5,24	5,26	8	7	9	0,9	0,9	0,9	0,72	0,75	0,73	0,0013	0,0013	0,0012	nd	nd	nd	2,29	2,42	2,24	0,0021	0,0018	0,0017	9	9	9	1,56	1,66	1,55	0,75	0,79	0,74	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,0009	0,013	0,014	0,011	15,5
2.3	21	21	21	5,43	5,46	5,48	6	5	6	1,0	0,9	0,9	0,71	0,7	0,7	0,0012	0,0012	0,0012	nd	nd	nd	2,65	2,57	2,57	0,0039	0,0031	0,0037	10	10	10	1,61	1,56	1,57	0,8	0,78	0,78	0,003	0,002	0,002	0,0011	0,0009	0,001	0,015	0,014	0,017	15,4
ES-Cr4	865	865	865	7,12	7,12	7,12	3	3	3	380	380	380	0,07	0,07	0,07	0,0016	0,0016	0,0016	nd	nd	nd	120	120	120	0,0065	0,0065	0,0065	396	396	396	0,94	0,94	0,94	23,6	23,6	23,6	0,002	0,002	0,002	0,0003	0,0003	0,0003	0,018	0,018	0,018	20,4
2.7	38	33	35	6,11	6,03	6,33	5	12	4	6,4	4,6	5,2	0,65	0,71	0,65	0,0015	0,0015	0,0015	nd	nd	nd	4,96	4,1	4,36	0,0051	0,0062	0,0052	17	15	15	1,6	1,9	1,57	1,2	1,06	1,1	0,002	0,002	0,002	0,0009	0,001	0,0009	0,02	0,038	0,018	15,5
3	38	37	38	6,14	6,06	6,28	10	13	11	5,9	5,8	5,9	0,65	0,71	0,74	0,0016	0,0016	0,0016	nd	nd	nd	4,36	4,5	4,82	0,0055	0,0058	0,0057	15	16	17	1,51	1,65	1,73	1,09	1,15	1,19	0,006	0,003	0,003	0,0009	0,001	0,0011	0,023	0,02	0,028	16,1
4	32	33	34	6,23	6,25	6,22	10	8	6	3,6	3,9	4,2	0,58	0,61	0,6	0,018	0,0016	0,0015	nd	nd	nd	4,46	4,47	4,42	0,0424	0,004	0,0052	15	15	15	300	1,37	1,34	0,82	1,01	1,02	0,076	0,002	0,005	0,0015	0,0009	0,0012	3,66	0,029	0,019	15,9
MAN	887	889	881	7,25	7,31	7,28	3	2	2	388	401	397	0,17	0,17	0,17	0,0012	0,0012	0,0012	nd	nd	nd	148	145	147	0,0034	0,0038	0,0036	424	415	421	1,34	1,29	1,29	12,9	12,6	12,8	0,002	0,002	0,002	0,0006	0,0006	0,0006	0,035	0,037	0,034	18,6
5	34	33	82	6,25	6,23	6,3	8	13	11	4,0	3,7	22	0,55	0,63	0,56	0,0015	0,0017	0,0016	nd	nd	nd	4,5	4,56	10,3	0,0033	0,0035	0,0034	15	15	32	1,28	1,42	1,35	0,94	0,98	1,43	0,002	0,002	0,002	0,001	0,0012	0,0012	0,017	0,017	0,019	16,5
5.5	86	83	84	6,34	6,52	6,44	15	19	9	23	23	23	0,65	0,64	0,6	0,0018	0,0018	0,0018	nd	nd	nd	11,7	11,1	11,4	0,0039	0,0039	0,0038	36	34	35	1,63	1,62	1,54	1,6	1,55	1,59	0,002	0,002	0,002	0,0018	0,0016	0,0013	0,026	0,024	0,021	16,2
6	87	86	86	6,42	6,41	6,4	12	6	5	24	24	24	0,64	0,5	0,56	0,0019	0,0016	0,0016	nd	nd	nd	11,6	10,5	11,4	0,0039	0,0035	0,0036	36	32	35	1,67	1,31	1,45	1,61	1,43	1,56	0,002	0,002	0,002	0,0017	0,0011	0,0011	0,023	0,02	0,02	15,2
6.5	93	93	93	6,42	6,43	6,4	6	5	6	26	26																																			

Annexe V

Certificats de laboratoire