

ANNEXE S2QC-52

Procédure de recouvrement des tirs



Date de la révision : 08-2015

Émis par : Mark Tremblay ing , Patrick Fiset ing.

Procédure de recouvrement des tirs

Concepts généraux

Certains sautages doivent être recouverts afin de prévenir les projections et d'atténuer le bruit.

Les situations, où le recouvrement ou spécifiquement le matelassage est requis, sont à ce jour décrites dans la demande de certificat d'autorisation d'exploitation de la fosse Canadian Malartic.

La présente note décrit les différents standards à appliquer.

Consignes générales

- Les matelas sont déposés sur le sol par une pelle hydraulique dont l'accès aura été pré établi par le contremaître en forage sautage ou le boutefeu responsable du sautage ;
- Les matelas ne doivent jamais être traînés sur le sol après la pose afin de ne pas endommager les connexions de surface ;
- Les matelas doivent être en bon état : un matelas en lambeaux ou déchiré n'est pas acceptable ;
- Les matelas doivent être nettoyés pour éviter la projection de petites roches ;
- Les matelas doivent être inspectés par le boutefeu avant le sautage ;
- Utiliser du sable exempt de roches ou cailloux ;
- Les sous-produits de concassage peuvent être considérés comme du sable avec l'approbation des services techniques ;
- Utiliser du grillage entrelacé d'acier grade 9 de 2'' x 2'' ou l'équivalent.

N.B

Les exemples d'applications contenus dans cette procédure sont donnés à titre explicatif et sont non restrictifs. Les standards de recouvrement applicables à un sautage sont laissés à la discrétion d'un ingénieur.

Description des standards de recouvrement

Standard RE01 : Matelassage

Exemples d'applications : Bancs dans les zones 4, 3, 2 et certains secteurs zone 5.

1. On entend par une (1) fois le standard de recouvrement RE01, deux (2) couches de matelas empilés et jointés en se superposant sur la moitié de la largeur (50%) afin de maximiser leur interaction. Figure 1
2. Les matelas doivent être disposés de façon à ce que les trous ne soient pas recouverts que par un coin ou un côté.
3. Considérer la proximité de la ville dans l'ordre d'installation. Figure1, 2 et 3

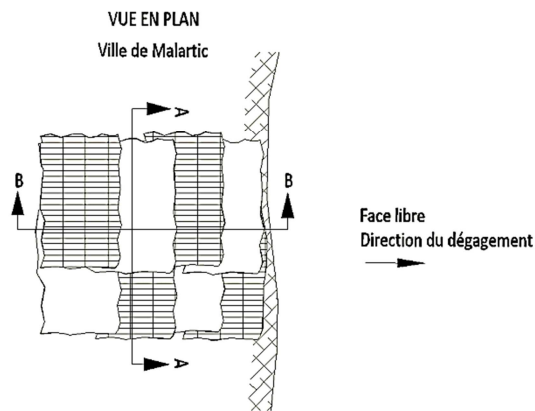


Figure 1.

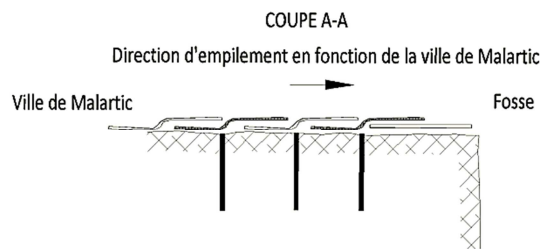


Figure 2.

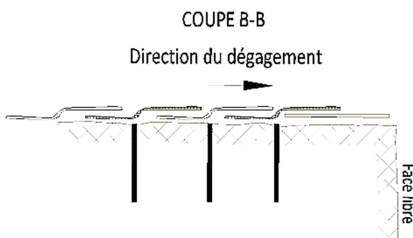


Figure 3.

Lorsque la consigne de matelassage est donnée pour un banc complet, il importe de couvrir les trous chargés et ceux non chargés, susceptibles d'être en contact ou d'intercepter un trou chargé, avec deux épaisseurs de matelas.

Standard RE02 : Installation de géotextile

Exemples d'applications : Minimiser les projections de matériel fin.

1. Dérouler le géotextile et recouvrir les trous en chevauchement les géotextiles à mi largeur (50%) dans la direction du dégagement, tel que démontrés aux figures 4 et 5 ;

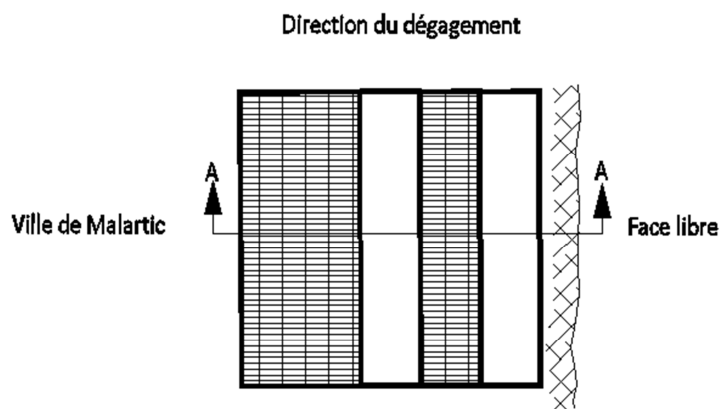


Figure 4. Installation géotextile vue en plan.

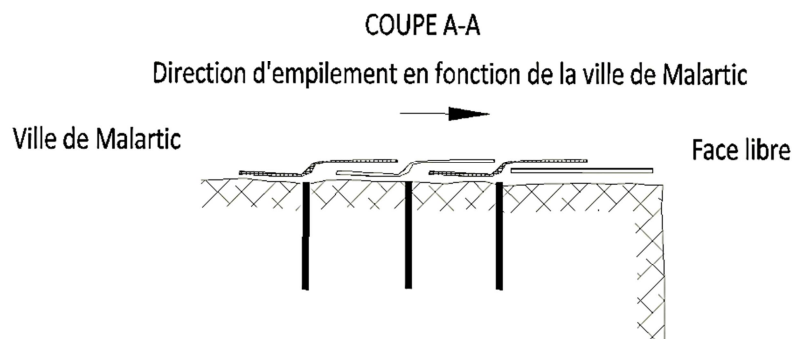


Figure 5. Installation du géotextile. Coupe A-A

Standard RE03 : Sable et géotextile

Exemples d'applications : Équivalent à RE01.

1. Installer une couche de sable d'une épaisseur de 4 pieds sur la zone à recouvrir;
2. Inspecter visuellement la couche de sable afin de vérifier qu'aucune roche ne s'y trouve suite à de la contamination lors de la manipulation. Retirer les roches s'il y a lieu;
3. Installer un géotextile selon RE02

Standard RE04 : Géotextile et matelas

Exemples d'applications : Protection supplémentaire pour prévenir les projections et les surpressions.

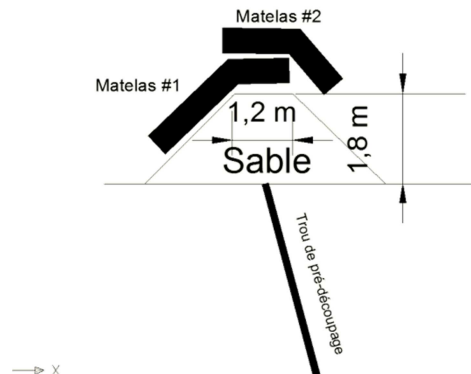
1. Installer géotextile selon RE02.
2. Installer matelas selon RE01.

NOTE ; RE01 doit être installé par-dessus le RE02

Standard RE05

Exemples d'applications : Trous inclinés chargés et trous de prédécoupage

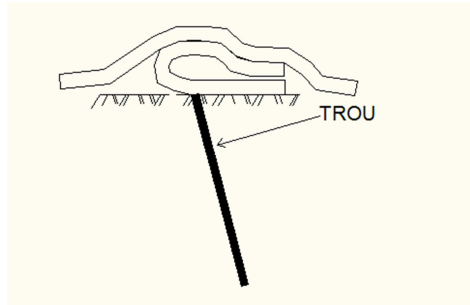
1. Les trous inclinés doivent être recouverts à la fois par du sable et des matelas selon le schéma illustré à la figure 6.
2. Utiliser un moyen adéquat pour s'assurer que la position du sable de recouvrement est bien positionnée avec la position du collet du trou.
3. Toujours dépasser le recouvrement d'au moins 5m par rapport au dernier trou chargé afin d'éviter des projections ou échappement de gaz par les trous foré adjacent.



Standard RE06

Exemples d'applications : Trous de découpage

1. RE05 sans matelas ou 2 matelas déposés l'un sur l'autre. Le matelas du dessous est plier en 2 et il faut s'assurer que les lamelles des pneus soient le plus perpendiculaire au trou de forage. Le matelas du dessus est déposé sur le premier matelas.



Standard RE07

Identification de la position des matelas sur les plans :

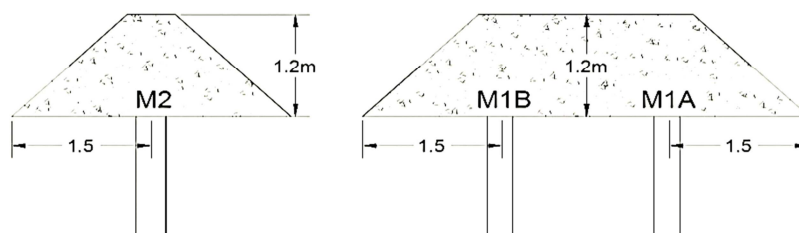
Sur les plans de sautage ainsi que dans « Minestar », les trous à couvrir sont identifiés par la lettre « M ». Exemple : M2. L'identification M1-A et M1-B indique que lorsque le trou doit être couvert sur une plus grande distance, il faut installer les matelas pour couvrir de M1-A vers M1-B. Voir image ci-dessous.



Figure 8.

Exemples d'applications : Trous verticaux ou inclinés non-chargés pouvant interférer avec le sautage tels que trous d'exploration, forages carottés, trou essais destructifs et trous RC non remblayés.

2. Les trous de forage non remblayé, identifié pas des « M » sur les plans de forage, doivent être systématiquement recouverts d'un matelas plié en deux s'ils sont dans l'emprise d'un sautage.
3. Le centre du matelas doit être positionné sur le collet du trou.
4. Un cône de sable « tuque » de 4 pieds de hauteur peut également être utilisé.
5. Une tuque de sable doit avoir de 1.2m de haut (4 pieds) et être disposée tel que démontré ;



Standard RE08

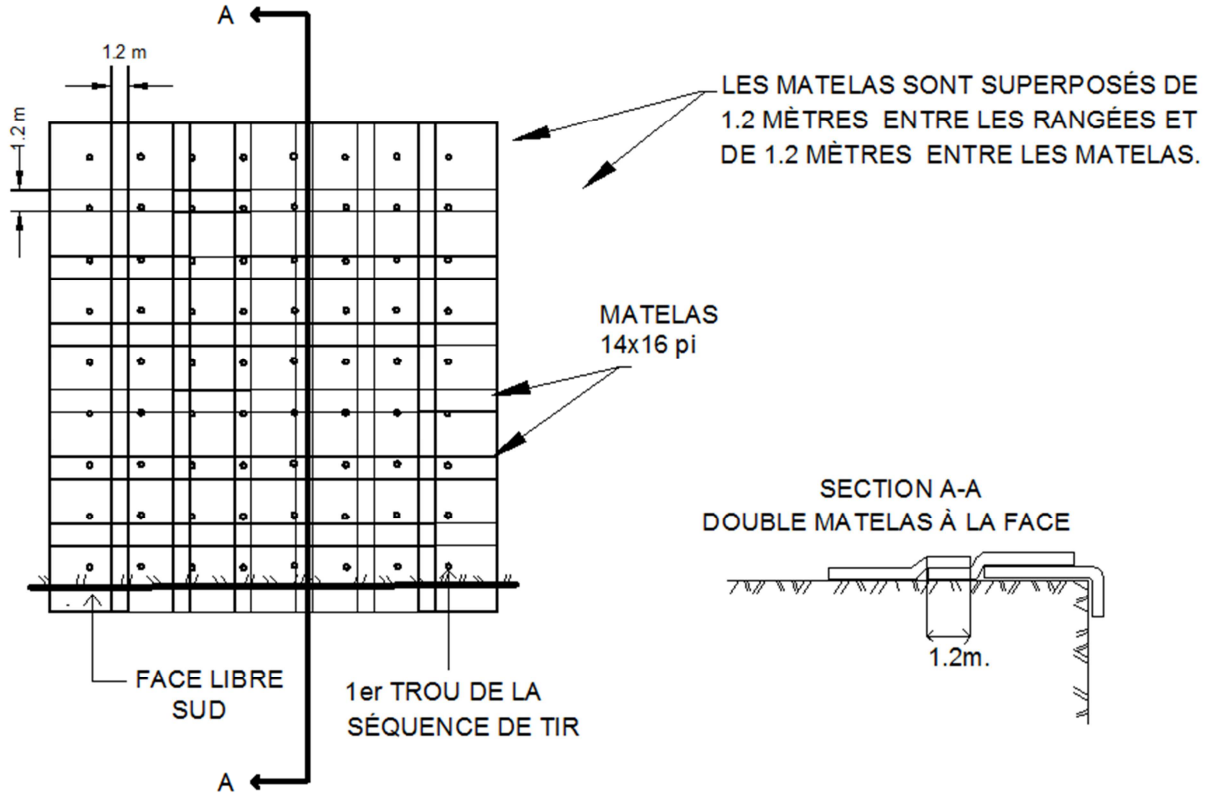
Application en zone 4

Devis allégé avec double recouvrement de la (les) face (s).

1. Les matelas sont superposés avec recouvrement minimal de 1.2 mètres dans les 2 directions.

R:\Services techniques\Ingénierie\Forage sautage\Devis de recouvrement

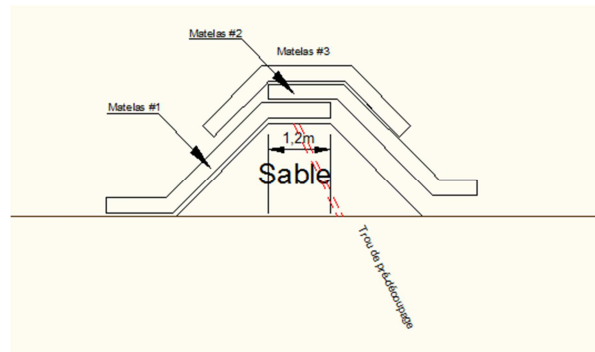
DEVIS DE RECOUVREMENT 08
APPLICABLE EN ZONE 4 UNIQUEMENT



Standard RE09

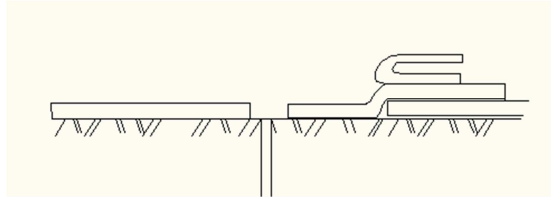
Exemples d'applications : Trous prédécoupage mur nord

1. Les trous inclinés doivent être recouverts à la fois par du sable et des matelas selon le schéma illustré à la figure 6.
2. Utiliser un moyen adéquat pour s'assurer que la position du sable de recouvrement est bien positionnée avec la position du collet du trou.
3. Toujours dépasser le recouvrement d'au moins 5m par rapport au dernier trou charge afin d'éviter des projections ou échappement de gaz par les trous foré adjacent.

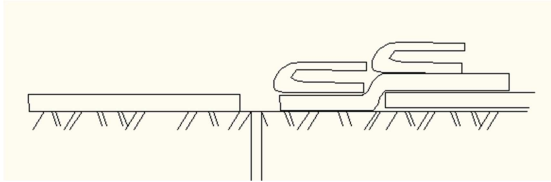


Recouvrement trou M

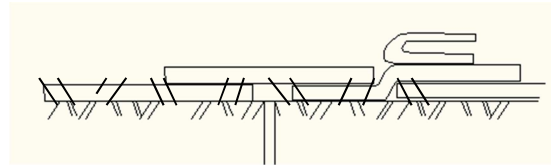
1. Pour les BMM ; laisser une ouverture maximale de 1.4m x 1.4m pour la mise en place et le recouvrement du BMM. Installer le premier matelas et le plier afin qu'il barre le matelas recouvrant le BMM.



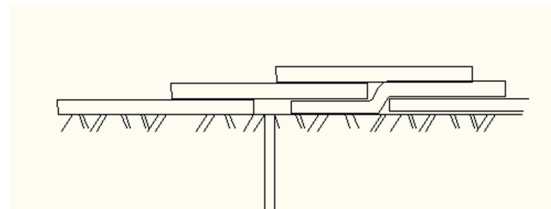
2. Installer le matelas replié sur-lui-même qui servira à recouvrir le BMM.



3. Retourner le BMM pour recouvrir le trou du BMM.
4. Retourner le matelas servant à recouvrir le BMM.



5. Retourner le second matelas et barrer le BMM.



6. Il ne doit pas y avoir ***aucune ouverture***. Ce standard est un ***minimum***, au besoin, ajouter des matelas supplémentaires.

Les matelas doivent être en bonne condition. Les matelas déchirés, percés ou remplis de roches seront éliminés.

ANNEXE S2QC-53

Formulaires du programme d'assurance qualité pour les sautages

Feuille d'approbation: Plan de forage de production & chargement

Sautage : 0 Diamètre (po): Nb de trous : 0
 Tonnage : Quantité totale d'explosifs (kg): Facteur poudre (kg/t):
 Devis de chargement : Patron de forage:
 Zone de dynamitage : Z1-35 kg Z1-50 kg Z2-50kg Z3-70 kg Z4-150 kg Z5-350kg
 Pare-éclat requis : Oui Non (zones 2 à 4, 6 requis)
 Type d'explosif : Fortis 70 Fortis 100 Subtek Power-Split Cartouche (3,5")
 (Z2_4.5po, Z3 à Z6) (topo., ouv.) (Z1, Z2_3.5po, ouv.) (Pré-découpage)

Facteur tonne (t/m) : #VALEUR!

COMMENTAIRES

Design forage & chargement		Design séquence de tir	
1	Nombre de tirs :		
	Direction du/des tir(s) :		
	Durée du/des tir(s) anticipée :		
	Dégagement de banquette anticipé :		
	Nb. de charges étagées max. par trou :		
Signature: _____ Date: 2015-12-15		Signature: _____ Date: 2015-12-15	
2	Géotechnique		Procédure limite foreuse? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
	Ing. géotechnique		Initiales: _____ Date: _____
	Initials: _____ Date: _____		Signature: _____ Date: _____
3	Géologie		
	Signature: _____ Date: _____		
	Signature: _____ Date: _____		
4	Planification		
	Signature: _____ Date: _____		
	Signature: _____ Date: _____		

REMETTRE DANS LE CASIER DE RETOUR AUX TECHNICIENS FORAGE-SAUTAGE lorsque les sections 1 à 4 sont complétées

Liste de vérification

Légende :	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<input checked="" type="checkbox"/> Vérifié et conforme									
<input checked="" type="checkbox"/> Vérifié et non-conforme									
Feuille d'approbation	Dessinateur F & S	Dessinateur (modif)	Géotechnique	Géologie	Planification	Vérificateur	Vérificateur	Approbateur	Approbation finale
Nom, tonnage, diamètre, nb de trous, facteur poudre, patron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Type d'explosif, devis, zone, pare-éclat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan de forage et chargement (conception et éléments à vérifier)									
Valider que le forage est effectué en zone autorisé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visite de terrain (près des ouvertures, tirs topo ou situations particulières)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Position des trous vs. polygones adjacents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trous de face avec sous-forage 1.5m (+0.3m)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trous à l'extérieur des fonds de trous (rayon 1.5m) et des traces de DDH, VFT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Respect de ForPlanif, RC Packet, Bloc Modèle, Royauté et sélection maille	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajouter polygone dans GemComImports/DXFConstruction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Remarques particulières sur le plan (boîte taillans, forage à distance, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zone minéralisée sur le plan pour le chargement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trous M (RC, Condemn, FSspéc, Hist, other, Recent, UGInvest)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trous M défonçant dans une ouverture à proximité du patron de forage.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trous A (ancrages)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visualiser en 3D dans Gems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Berme selon Pit Limit, pas de sous-forage jusqu'à 3.0m de la berme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérifier ouvertures souterraines (clip +10m - 30m)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Présence de trous pour forage d'investigation (avec boîte de texte sur le plan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BHSurvey, FSZones et Limites géotech (inclus limite foreuse, écoulement)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Localisation (visuel sur plan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Devis de chargement, type d'explosif et recouvrement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Workspace FsMissMetal affiché avec FORADIS, METAL et MISSFIRE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cartouche (Dessinateur, nb trous, tonnes, patron, diam., échelle, Nord)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification de la base de données GEMS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Importer tous les BHSurvey dans le cas d'un prédécoupage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dynamitage en harmonie avec le développement général	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Documents à inclure à la circulation (respecter l'ordre)									
Plan avec forage adjacent, GradeControl et Bloc Model	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sections (mur fosse, ouvertures, BHSurv et trous 4 bancs sup.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeu de section (si nécessaire)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vue des trous M seulement (si nécessaire)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tableau BT/NBT si requis et copie de travail pour L-Foreuse si requis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification avant approbation									
Commentaires lus et considérés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positions des BMM et longueur (6.0m)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GGP échantillonnage (A_Sampler)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ASCII complet (avec BMM, coupures de tir et modifications après circulation)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prêt à émettre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RÉVISION 1 (RENUMÉROTATION, DÉPLACEMENT DE TROU, _____)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
						Initiales vérif.:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LOCALISATION ET VÉRIFICATION DES SECTEURS FORAGE À DISTANCE Sautage: 0

5	Opération (Si requis) <input type="checkbox"/>					
	Signature: _____ Date: _____					
5	Ingénieur Forage & Sautage (Vérificateur)					
Ing. principal de production (si requis)						
Initiales: _____		Date: _____		Signature: _____		
Date: _____		Signature: _____		Date: _____		
6	Ingénieur Forage & Sautage (Approbateur)					
Signature: _____ Date: _____						
Information de forage						
Diamètre :	9.0po	8.5po	6.5po	5.5po	4.5po	3.5po
Forage total (m) :	0	0	0	0	0	0
Nombre de trous :	0	0	0	0	0	0
Émission						
	Original	Rev 1	Rev 2	Rev 3	Rev 4	
Mise à jour du fichier "Cumulatif Sautage"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vérification des données "GEMS à ASCII" + création des fichiers ASCII (.asc) et TEXTE (.txt)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Enlever trous "M" dans ASCII. Enlever trous "M" dans TEXTE si la note "M dans ASCII à venir" est sur le plan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Transférer au dossier "Pour exécution" : Polygone, Plan de forage (.plt), ASCII, TEXTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Copier TEXTE dans "Data" & ASCII dans "AQM Importer"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Exécuter les macros "Liste MissHole + Metal" + "MAJ Limite Rouge". Confirmer minestar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mise à jour du "NonBlasted.ggp"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15 copies (10 op, 3 arp, 1 camion et 1 filière) + Tableau trous D + Tableau BT/NBT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3 copies de travail pour Orica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Étampe "ANNULÉ" sur la version précédente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mettre à jour le fichier "Plans en exécution" et le tableau blanc du bureau F/S	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
CMBH : Facteur tonne + Préparer rapport chargement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Volume de bourre estimé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Envoi du courriel à AVIS PLAN DE SAUTAGE ÉMIS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Initiales et date :						

Feuille d'approbation : Plan de la séquence de tir

Sautage : _____ Diamètre du forage : _____ Patron : _____
 Nb trous selon plan de forage : _____ Devis de chargement : _____
 Nb trous selon SHOTPlus : _____ Dégagement de banquette (ms/m) : _____
 Type d'explosif : Fortis 70 (clair) Fortis 100 (épais) Subtek Fortel Pro D Power Split
 Zone de minage : Z1 - 35 kg Z2 - 50 kg 3 - 70 kg 4 - 150 kg 5 - 350 kg
 Enveloppe temporelle: 12 ms/tr 6 ms/tr 3 ms/tr Autre: _____
 Pare-éclat requis : Oui Non
 Temps de départ de la séquence (ms): 0 ms Autre : _____

COMMENTAIRES

1	<i>Tech. F & S</i>	Signature: _____ Date: _____
2	<i>Géologie</i>	Signature: _____ Date: _____
3	<i>Tech. senior/Ing. jr. F & S (Vérificateur)</i>	Signature: _____ Date: _____
4	<i>Ingénieur F & S (Approbateur)</i>	Ing. principal de production Initiales: _____ Date: _____ Signature: _____ Date: _____

Liste de vérification

Légende :

- Vérifié et conforme
 Vérifié et non-conforme

	1	2	3	4
	Tech. F & S	Géologie	Vérificateur	Approbateur
Feuille d'approbation				
Nom du sautage, diamètre et patron de forage	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de trous selon plan forage & selon SHOTPlus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Devis de chargement & Dégagement de banquette	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Type d'explosif	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zone de tir	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enveloppe temporelle	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Recouvrement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan de la séquence de tir				
Présence de trous de pré-découpage? tampons?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ligne de coupure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Face(s) libre(s) indiquée(s) par une ligne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Direction de dégagement indiquée par une flèche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trous annulés bien indiqués et vérifier log book/ chantier (rapp. Charg.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérifier le "packet" et .dxf sur le plan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Note : "Chargement et recouv. selon plan de forage & rap. de chargement"	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Note : "Initier charge du bas en premier" (si charges étagées)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inscrire une note si des "M" sont à l'extérieur du secteur recouvert	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nb de decks au chargement: _____	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trou sans délai (vérification visuelle)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sécurisation des BMMs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Séquence de tir vérifiée (si applicable : de la ville en s'éloignant et chantier adjacent)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dégagement de banquette vérifié	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indiquer si secteur avec dégagement de banquette inférieur à 30ms/m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enveloppe temporelle: _____ ms	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durée : de _____ ms à _____ ms	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Impression de la feuille "Premier mouvement"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inscrire le timing sur le tableau blanc du bureau F/S	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rapport de contrôle de reprises de forage	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mise en page				
Nom du sautage (titre + cartouche), dessinateur, quadrillage (grid), axes	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Étampe: Double vérification de la séquence de tir	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Après approbation				
Tirs jumelés, feuille de référence classée	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transfert dans le dossier "Pour exécution" + mise à jour du tableau blanc	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si révision : étampe "ANNULÉ" sur la version précédente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Date:			
Heure:	11h00	15h00	
Vérifié par:			

# sautage	Données météorologiques		
	Sautages refusés entre	° et	°
	Sautages refusés entre	° et	°
	Sautages refusés entre	° et	°
	Sautages refusés entre	° et	°
	Sautages refusés entre	° et	°
	Sautages refusés entre	° et	°
	Heure (hh:mm:ss)	Direction des vents (°)	Vitesse des vents (km/h)
Sautage			

Sautage	tonnage total	
---------	---------------	--

Sautage			
---------	--	--	--

Situation des sismographes	Avant dynamitage			Après dynamitage			
	% de mémoire restante	Paramètres conformes		Numéro de l'événement	Heure (hh:mm:ss)	Résultats	
		(O/N)	Diff. Heure			mm/s	dB
514 Jacques-Cartier	8						
Musée Minier	14						
481 Renaud	13						
460 Des Saules	12						
213 Abitibi	9						
471 Royale	7						
710 Lasalle	11						

Stations (6) de qualité de l'air fonctionnelles? Oui Non

Sinon, contacter la coordonnatrice Instrumentation

Commentaires:

FEUILLE DE SUIVI AVANT SAUTAGE

Remis le: 15 déc. 2015

Fait par: _____

NOM DU SAUTAGE : 5C220-009

Vérifié par: _____

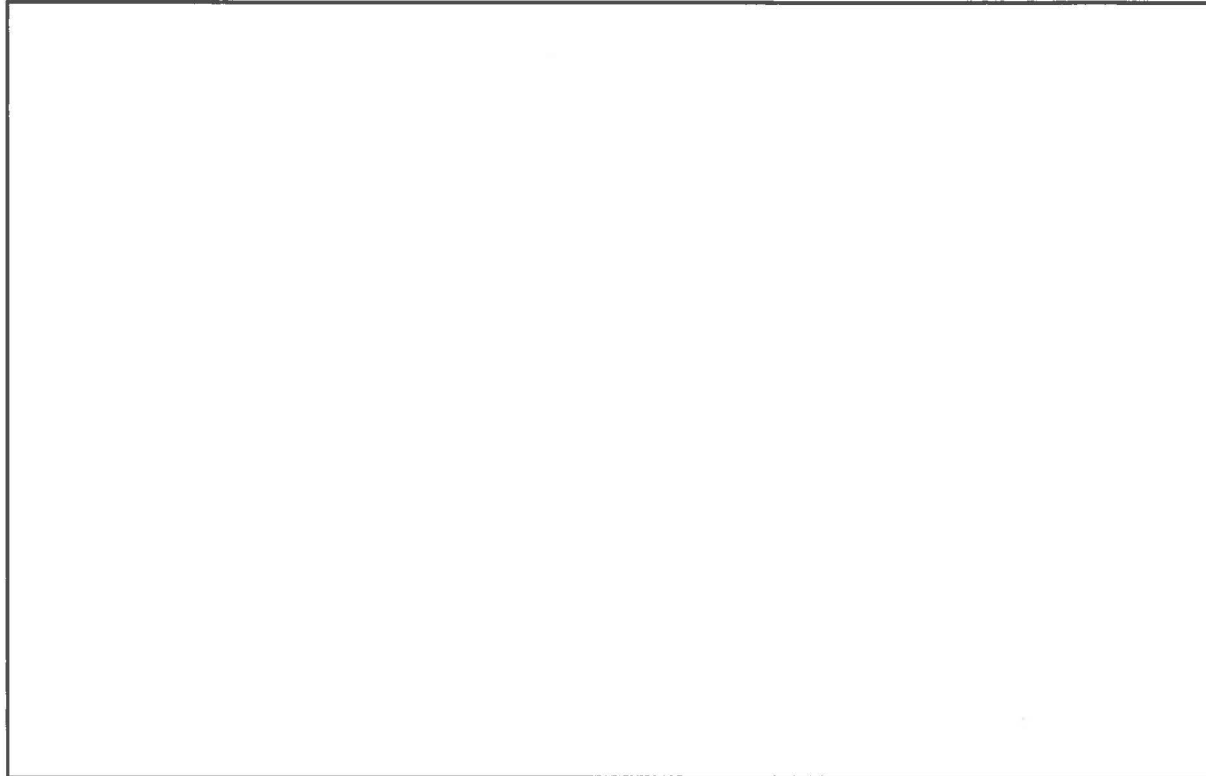
POINTS DE VERIFICATION	VERIFIE	RESPONSABLE	REMARQUE	SIGNATURE	DATE
VÉRIFICATION DE LA 1 ^{re} RANGÉE	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
CONFIRMATION CHARGE 1 ^{re} RANGÉE	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
CONFIRMATION MATELASSAGE BMM	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
CONFIRMATION MATELASSAGE BMM	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
ENSEMBLE DES TROUS BOURRÉ	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
HAUTEUR DE BOURRE ADÉQUATE	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
TROUS RELEVÉS	<input type="checkbox"/>	ARPENTEUR	_____	_____	_____
PROCÉDURE ET SABLE POUR "M" OK	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
PROCÉDURE ET SABLE POUR "M" OK	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
MATELAS SELON PROCÉDURE	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
PROPRETÉ DES MATELAS	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
TROUS ANNULÉS RECOUVERTS	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
TROUS ANNULÉS RECOUVERTS	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
VÉRIFICATION DU MATELASSAGE	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
HAUTEUR DE BOURRE VÉRIFIÉE	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
HAUTEUR DE BOURRE VÉRIFIÉE	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
QUANTITÉ D'EXPLOSIF / TROU	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
QUANTITÉ D'EXPLOSIF / TROU	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
MATÉRIEL SUR LE BANC SORTI	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
BON TYPE D'EXPLOSIFS UTILISÉ	<input type="checkbox"/>	BOUTEFEU	_____	_____	_____
BON TYPE D'EXPLOSIFS UTILISÉ	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
DOUBLE VÉRIFICATION SÉQUENCE	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
TIR COUPÉ	<input type="checkbox"/>	OUI			
	<input type="checkbox"/>	NON	BOUTEFEU	_____	_____
TIR COUPÉ CONFORME		TECH. CM	_____	_____	_____
VÉRIFICATION CONFORME POUR TIR	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
PRÉSENCE DE "MISS HOLE"	<input type="checkbox"/>	OUI			
	<input type="checkbox"/>	NON	BOUTEFEU	No. de trou: _____	_____
TRAITEMENT "MISS HOLE" APRÈS TIR	<input type="checkbox"/>	TECH. CM	_____	_____	_____
	<input type="checkbox"/>	Mise a jour de la Liste "miss hole"		<input type="checkbox"/>	Confirmation en Gem et Excel
	<input type="checkbox"/>	Dessiné dans GEMS		<input type="checkbox"/>	AQM à jour
	<input type="checkbox"/>	Envoi du Courriel			

REMARQUES : _____

CONFIRMATION DE LA 1^{RE} RANGÉE

Utiliser cet espace pour dessin à main levée de la première rangée (au besoin)

Schématiser: Fardeau, haut et bas de talus; épaisseurs de confinement et toutes autres données pertinentes



Vérification du Rapport de Chargement :

	Concepteur	Vérificateur
Diamètre:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coupure:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Collets ajustés en fonction de la roche cassée:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trou IN (à dégriser):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	oui non	oui non
*ASCII des "M" émis :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Présence de trous plus profonds que 11.2m:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	*: Si non émis aviser concepteurs	
	Conforme	Conforme
Si trous profonds, ramenés à 11.2m ou chargés tel quel:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage										Chargement						Information						
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)	(S/H)							
1	9	1011		0	0	0															1011		
2	9	1012		0	0	0																1012	
3	9	1013		0	0	0																1013	
4	9	1014		0	0	0																1014	
5	9	1015		0	0	0																1015	
6	9	1016		0	0	0																1016	
7	9	1017		0	0	0																1017	
8	9	1018		0	0	0																1018	
9	9	1019		0	0	0																1019	
10	9	1020		0	0	0																1020	
11	9	1021		0	0	0																1021	
12	9	1022		0	0	0																1022	
13	9	1023		0	0	0																1023	
14	9	1024		0	0	0																1024	
15	9	1111		0	0	0																1111	
16	9	1112		0	0	0																1112	
17	9	1113		0	0	0																1113	
18	9	1114		0	0	0																1114	
19	9	1115		0	0	0																1115	
20	9	1116		0	0	0																1116	
21	9	1117		0	0	0																1117	
22	9	1118		0	0	0																1118	
23	9	1119		0	0	0																1119	
24	9	1120		0	0	0																1120	
25	9	1121		0	0	0																1121	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage									Chargement						Information							
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)	(S/H)							
26	9	1122		0	0	0															1122		
27	9	1123		0	0	0																1123	
28	9	1124		0	0	0																1124	
29	9	1125		0	0	0																1125	
30	9	1211		0	0	0																1211	
31	9	1212		0	0	0																1212	
32	9	1213		0	0	0																1213	
33	9	1214		0	0	0																1214	
34	9	1215		0	0	0																1215	
35	9	1216		0	0	0																1216	
36	9	1217		0	0	0																1217	
37	9	1218		0	0	0																1218	
38	9	1219		0	0	0																1219	
39	9	1220		0	0	0																1220	
40	9	1221		0	0	0																1221	
41	9	1222		0	0	0																1222	
42	9	1223		0	0	0																1223	
43	9	1224		0	0	0																1224	
44	9	1225		0	0	0																1225	
45	9	1311		0	0	0																1311	
46	9	1312		0	0	0																1312	
47	9	1313		0	0	0																1313	
48	9	1314		0	0	0																1314	
49	9	1315		0	0	0																1315	
50	9	1316		0	0	0																1316	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage										Chargement						Information						
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)	(S/H)							
51	9	1317		0	0	0															1317		
52	9	1318		0	0	0																1318	
53	9	1319		0	0	0																1319	
54	9	1320		0	0	0																1320	
55	9	1321		0	0	0																1321	
56	9	1322		0	0	0																1322	
57	9	1323		0	0	0																1323	
58	9	1324		0	0	0																1324	
59	9	1411		0	0	0																1411	
60	9	1412		0	0	0																1412	
61	9	1413		0	0	0																1413	
62	9	1414		0	0	0																1414	
63	9	1415		0	0	0																1415	
64	9	1416		0	0	0																1416	
65	9	1417		0	0	0																1417	
66	9	1418		0	0	0																1418	
67	9	1419		0	0	0																1419	
68	9	1420		0	0	0																1420	
69	9	1421		0	0	0																1421	
70	9	1422		0	0	0																1422	
71	9	1423		0	0	0																1423	
72	9	1424		0	0	0																1424	
73	9	1511		0	0	0																1511	
74	9	1512		0	0	0																1512	
75	9	1513		0	0	0																1513	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage									Chargement						Information							
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond			Deck haut			Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)	(S/H)							
76	9	1514		0	0	0															1514		
77	9	1515		0	0	0																1515	
78	9	1516		0	0	0																1516	
79	9	1517		0	0	0																1517	
80	9	1518		0	0	0																1518	
81	9	1519		0	0	0																1519	
82	9	1520		0	0	0																1520	
83	9	1521		0	0	0																1521	
84	9	1522		0	0	0																1522	
85	9	1523		0	0	0																1523	
86	9	1524		0	0	0																1524	
87	9	1611		0	0	0																1611	
88	9	1612		0	0	0																1612	
89	9	1613		0	0	0																1613	
90	9	1614		0	0	0																1614	
91	9	1615		0	0	0																1615	
92	9	1616		0	0	0																1616	
93	9	1617		0	0	0																1617	
94	9	1618		0	0	0																1618	
95	9	1619		0	0	0																1619	
96	9	1620		0	0	0																1620	
97	9	1621		0	0	0																1621	
98	9	1622		0	0	0																1622	
99	9	1623		0	0	0																1623	
100	9	1624		0	0	0																1624	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

	Forage										Chargement						Information							
	Diamètre	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
											Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
				(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)			(S/H)					
101	9	1711			0	0	0															1711		
102	9	1712			0	0	0																1712	
103	9	1713			0	0	0																1713	
104	9	1714			0	0	0																1714	
105	9	1715			0	0	0																1715	
106	9	1716			0	0	0																1716	
107	9	1717			0	0	0																1717	
108	9	1718			0	0	0																1718	
109	9	1719			0	0	0																1719	
110	9	1720			0	0	0																1720	
111	9	1721			0	0	0																1721	
112	9	1722			0	0	0																1722	
113	9	1723			0	0	0																1723	
114	9	1724			0	0	0																1724	
115	9	1811			0	0	0																1811	
116	9	1812			0	0	0																1812	
117	9	1813			0	0	0																1813	
118	9	1814			0	0	0																1814	
119	9	1815			0	0	0																1815	
120	9	1816			0	0	0																1816	
121	9	1817			0	0	0																1817	
122	9	1818			0	0	0																1818	
123	9	1819			0	0	0																1819	
124	9	1820			0	0	0																1820	
125	9	1821			0	0	0																1821	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage									Chargement						Information							
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)	(S/H)							
126	9	1822		0	0	0															1822		
127	9	1823		0	0	0																1823	
128	9	1824		0	0	0																1824	
129	9	1911		0	0	0																1911	
130	9	1912		0	0	0																1912	
131	9	1913		0	0	0																1913	
132	9	1914		0	0	0																1914	
133	9	1915		0	0	0																1915	
134	9	1916		0	0	0																1916	
135	9	1917		0	0	0																1917	
136	9	1918		0	0	0																1918	
137	9	1919		0	0	0																1919	
138	9	1920		0	0	0																1920	
139	9	1921		0	0	0																1921	
140	9	1922		0	0	0																1922	
141	9	1923		0	0	0																1923	
142	9	1924		0	0	0																1924	
143	9	2011		0	0	0																2011	
144	9	2012		0	0	0																2012	
145	9	2013		0	0	0																2013	
146	9	2014		0	0	0																2014	
147	9	2015		0	0	0																2015	
148	9	2016		0	0	0																2016	
149	9	2017		0	0	0																2017	
150	9	2018		0	0	0																2018	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage									Chargement						Information							
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond			Deck haut			Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)			(S/H)					
151	9	2019		0	0	0															2019		
152	9	2020		0	0	0																2020	
153	9	2021		0	0	0																2021	
154	9	2022		0	0	0																2022	
155	9	2023		0	0	0																2023	
156	9	2024		0	0	0																2024	
157	9	2111		0	0	0																2111	
158	9	2112		0	0	0																2112	
159	9	2113		0	0	0																2113	
160	9	2114		0	0	0																2114	
161	9	2115		0	0	0																2115	
162	9	2116		0	0	0																2116	
163	9	2117		0	0	0																2117	
164	9	2118		0	0	0																2118	
165	9	2119		0	0	0																2119	
166	9	2120		0	0	0																2120	
167	9	2121		0	0	0																2121	
168	9	2122		0	0	0																2122	
169	9	2123		0	0	0																2123	
170	9	2124		0	0	0																2124	
171	9	2211		0	0	0																2211	
172	9	2212		0	0	0																2212	
173	9	2213		0	0	0																2213	
174	9	2214		0	0	0																2214	
175	9	2215		0	0	0																2215	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

Diamètre	Forage										Chargement						Information					
	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur
										Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur							
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)	(S/H)						
176	9	2216		0	0	0														2216		
177	9	2217		0	0	0															2217	
178	9	2218		0	0	0															2218	
179	9	2219		0	0	0															2219	
180	9	2220		0	0	0															2220	
181	9	2221		0	0	0															2221	
182	9	2222		0	0	0															2222	
183	9	2223		0	0	0															2223	
184	9	2224		0	0	0															2224	
185	9	2311		0	0	0															2311	
186	9	2312		0	0	0															2312	
187	9	2313		0	0	0															2313	
188	9	2314		0	0	0															2314	
189	9	2315		0	0	0															2315	
190	9	2316		0	0	0															2316	
191	9	2317		0	0	0															2317	
192	9	2318		0	0	0															2318	
193	9	2319		0	0	0															2319	
194	9	2320		0	0	0															2320	
195	9	2321		0	0	0															2321	
196	9	2322		0	0	0															2322	
197	9	2323		0	0	0															2323	
198	9	2324		0	0	0															2324	
199	9	2411		0	0	0															2411	
200	9	2412		0	0	0															2412	

RAPPORT DE CHARGEMENT DÉTAILLÉ 5C220-041

NOTE : Si aucune valeur de collet n'est spécifiée, utiliser la valeur du tableau de chargement inscrit sur le plan de forage et chargement.

	Forage										Chargement						Information							
	Diamètre	No. du trou	Nb Deck théo	BT/NBT (réel)	Profondeur réelle forée	Roche cassée collet	Profondeur planifiée terrain	Profondeur mesurée	Collets calculés	Kg Max selon zone	Deck fond				Deck haut		Opérateur	Boutefeu	Sec/Humide	Remarques	Type explosif	No. du trou	Commentaire du foreur	
											Charge (1)	Nombre de détonateur	Mesure charge (1)	Mesure après bourre	Charge (2)	Nombre de détonateur								Mesure charge (2)
				(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(un)	(m)	(m)	(kg)	(un)	(m)			(S/H)					
201	9	2413			0	0	0															2413		
202	9	2414			0	0	0																2414	
203	9	2415			0	0	0																2415	
204	9	2416			0	0	0																2416	
205	9	2417			0	0	0																2417	
206	9	2418			0	0	0																2418	
207	9	2419			0	0	0																2419	
208	9	2420			0	0	0																2420	
209	9	2421			0	0	0																2421	
210	9	2422			0	0	0																2422	
211	9	2423			0	0	0																2423	
212	9	2424			0	0	0																2424	
213	9	2519			0	0	0																2519	
214	9	2520			0	0	0																2520	
215	9	2521			0	0	0																2521	
216	9	2522			0	0	0																2522	
217	9	2523			0	0	0																2523	
218	9	2524			0	0	0																2524	
219	9	2622			0	0	0																2622	
220	9	2623			0	0	0																2623	
221	9	2624			0	0	0																2624	

ANNEXE S2QC-60

4 mémos techniques

OSISKO

*Projet minier aurifère
Canadian Malartic*

Étude d'impact sur l'environnement

Rapport sectoriel

Climatologie et hydrologie





Projet minier aurifère Canadian Malartic

Étude d'impact sur l'environnement

Rapport sectoriel

Climatologie et hydrologie

Final

JUIN 2008

CONTRIBUTION

La Corporation minière Osisko

Responsable du projet : Jean-Sébastien David, B. Sc., MGP
Vice-président Développement durable

Coordonnateur de projet - Terrain : Antoine Sweet
Directeur de service

GENIVAR Société en commandite

Patron responsable : Donald Blanchet, ing., MBA

Directeur de projet : Bernard Fournier, aménagiste, M. ATDR

Chargé d'étude : Steve Renaud, ing. M. Sc.

Collaborateurs : Zoubir Bouazza, Ph. D.
Karine Lussier, ing.
Pierrick Blin, M. Sc.
Pierre Pelletier, ing., M. Sc.

Relevés terrain : Sylvain Paquet, tech.
Étienne Martineau, tech.
Mathieu Tousignant, ing.
Daniel Dussault, tech.
Steve Renaud, ing., M. Sc.

Cartographie et géomatique : Diane Gagné
Maude Boulanger

Traitement de texte et édition : Cathia Gamache
Patricia Castonguay

Référence à citer :

GENIVAR. 2008. *Projet minier aurifère Canadian Malartic - Étude d'impact sur l'environnement - Rapport sectoriel – Climatologie et hydrologie*. Rapport final de GENIVAR Société en commandite à La Corporation minière Osisko. 64 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1. INTRODUCTION.....	1
2. LOCALISATION DU PROJET.....	3
3. CLIMATOLOGIE	13
3.1 Méthode	13
3.2 Résultats et discussion	15
3.2.1 Température.....	15
3.2.2 Précipitations.....	19
3.2.3 Humidité.....	24
3.2.4 Vent.....	26
3.2.5 Insolation et rayonnement.....	29
3.2.6 Évaporation	30
3.2.7 Bilan des précipitations et de l'évaporation.....	30
4. HYDROLOGIE	33
4.1 Caractéristique du secteur du projet	33
4.2 Méthode	35
4.2.1 Données disponibles.....	35
4.2.1.1 Revue de littérature	35
4.2.1.2 Campagnes de relevés complémentaires	36
4.2.2 Approche générale.....	37
4.2.3 Outils de caractérisation des crues et des étiages	38
4.3 Résultats et discussion	43
4.3.1 Description des principales infrastructures et du plan de gestion des eaux de l'ancien site minier East Malartic	43
4.3.1.1 Principaux critères de conception de la mine East Malartic	44
4.3.1.2 Parc à résidus.....	45
4.3.1.3 Bassin de sédimentation East Malartic.....	46
4.3.1.4 Bassin de polissage East Malartic.....	47

TABLE DES MATIÈRES

	Page
4.3.1.5 Dérivation des eaux naturelles	48
4.3.2 Analyse hydrologique des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet.....	49
4.3.2.1 Hydrologie entre mai et octobre 2007.....	49
4.3.2.2 Débit moyen.....	55
4.3.2.3 Débit d'étiage.....	56
4.3.2.4 Débit de crue	58
5. CONCLUSION	61
6. RÉFÉRENCES.....	63

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Page</i>
Tableau 1	Identification et localisation des stations climatiques consultées. 14
Tableau 2	Principales variables climatiques mesurées aux stations consultées. 14
Tableau 3	Normales mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales quotidiennes de l'air à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 16
Tableau 4	Températures de l'air extrêmes enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 17
Tableau 5	Normales mensuelles des degrés-jours supérieurs à une température donnée à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 18
Tableau 6	Normales mensuelles des degrés-jours inférieurs à une température donnée à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 18
Tableau 7	Normales mensuelles des précipitations moyennes à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 19
Tableau 8	Précipitations extrêmes enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 21
Tableau 9	Coefficients ajustés aux courbes IDF de la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1961 à 1999). 22
Tableau 10	Intensités maximales de pluie en mm/h d'après les IDF à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1961 à 1999). 22
Tableau 11	Normales mensuelles de la pression de vapeur et de l'humidité relative à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 25

LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

	<i>Page</i>
Tableau 12	Indices humidex extrêmes enregistrés mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000)..... 25
Tableau 13	Normales mensuelles de la vitesse des vents à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000)..... 27
Tableau 14	Vitesses extrêmes des vents enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000). 28
Tableau 15	Rafales de vent enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000)..... 28
Tableau 16	Normales mensuelles de l'insolation effective à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000)..... 29
Tableau 17	Normales mensuelles de l'évaporation atmosphérique à la station météorologique d'Amos pour la période de 1968 à 1993..... 30
Tableau 18	Bilan entre les précipitations totales et l'évaporation atmosphérique à la station météorologique d'Amos pour la période de 1968 à 1993. 31
Tableau 19	Principales stations hydrométriques situées à proximité de la mine projetée..... 36
Tableau 20	Ruissellements spécifiques mensuels moyens (mm) des cinq stations hydrométriques les plus proches de la mine projetée..... 39
Tableau 21	Quantiles normalisés régionaux dans le secteur du projet..... 40
Tableau 22	Débits spécifiques d'étiage pour les trois stations les plus proches de la mine projetée. 43
Tableau 23	Débit moyen annuel des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier. 56

LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

	<i>Page</i>
Tableau 24	Comparaison des débits mesurés les 11 et 12 septembre 2007 avec les débits d'étiage estival Q10,7 transposés aux cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier. 57
Tableau 25	Débits d'étiage pour les cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier..... 58
Tableau 26	Débits de crues des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier (en m ³ /s). 59

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation du projet.	5
Figure 2	Stations météorologiques et hydrométriques.	7
Figure 3	Stations de mesure, bassins versants et sens de l'écoulement.	9
Figure 4	Variations des normales mensuelles des précipitations, en équivalent en eau, à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).	20
Figure 5	Précipitations journalières locales enregistrées dans le secteur du projet entre le 9 mai et le 31 octobre 2007.	24
Figure 6	Roses des vents de la station de Val-d'Or-aéroport (période de 1961 à 1999) (source NAV Canada).	26
Figure 7	Ruissellements spécifiques journaliers maximal mesuré, moyen, centennale et millénaire dans un rayon de 150 km autour de la mine projetée.	40
Figure 9	Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H2 du ruisseau Raymond, de mai à octobre 2007.	52
Figure 10	Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H3 de la rivière Piché, de mai à octobre 2007.	53
Figure 11	Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H4 du ruisseau Mainville, de mai à octobre 2007.	54

LISTE DES ANNEXES

- | | |
|----------|--|
| Annexe 1 | Répertoire photographique |
| Annexe 2 | Débit aux stations 043012 et 080101 entre avril et décembre 2007 |
| Annexe 3 | Description du projet |

1. **INTRODUCTION**

La Corporation minière Osisko projette d'exploiter un gisement minier aurifère, anciennement propriété de la mine McWatters. Une partie de ce gisement est située à l'intérieur des limites de la ville de Malartic et l'autre au sud de celle-ci. Le projet comprend, entre autres, une fosse d'extraction à ciel ouvert et une usine de traitement du minerai pour concentrer les métaux.

Lors de l'exploitation de la mine, la gestion de l'eau ainsi que sa qualité pourraient être modifiées dans certains plans et cours d'eau avoisinants. Dans ce contexte, La Corporation minière Osisko a mandaté GENIVAR Société en commandite (GENIVAR) afin d'étudier les caractéristiques climatiques de la région et l'hydrologie des bassins versants susceptibles d'être touchés par le projet d'exploitation minière.

Les objectifs spécifiques de cette étude sur le climat et l'hydrologie sont :

- d'établir les caractéristiques du climat régional;
- d'établir le portrait hydrologique général des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet;
- de fournir des données sur la climatologie et sur les eaux de surface afin d'évaluer les impacts du projet.

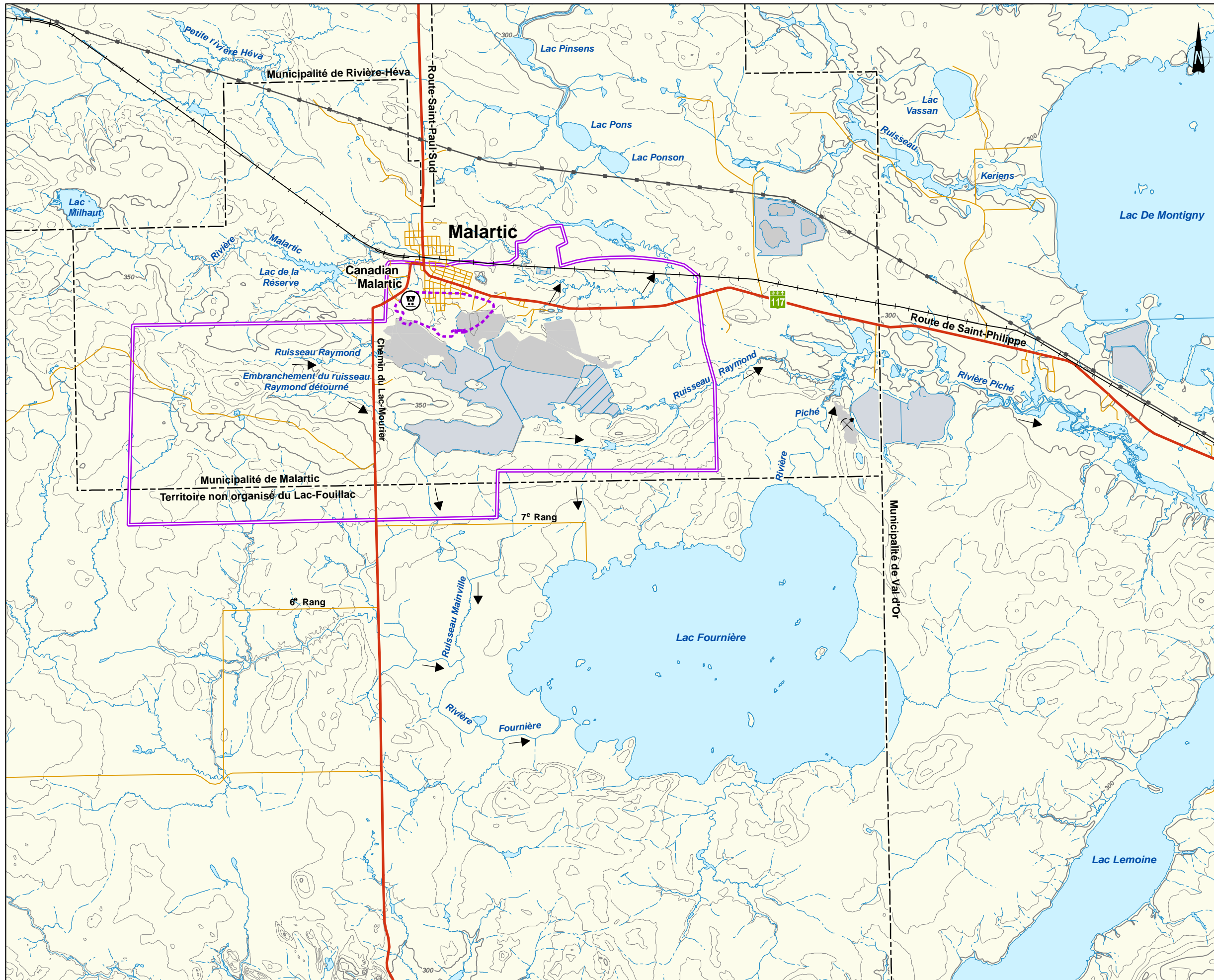
2. LOCALISATION DU PROJET

Le projet minier aurifère Canadian Malartic s'insère dans le milieu urbain et périurbain de Malartic, soit dans la portion sud de cette ville de quelque 3 600 habitants (figure 1). Le projet comprend la mise en place d'une fosse à ciel ouvert dans le périmètre urbain de la Ville, de même qu'une halde à stériles, un complexe industriel et un parc à résidus, lesquels seront situés plus en périphérie, à l'extrême sud de la municipalité. Certains sites seront localisés près du chemin du Lac-Mourier, soit à proximité d'une zone industrielle planifiée par la Ville. D'autres infrastructures sont planifiées dans ce secteur, telles des routes, des lignes électriques et un nouveau bassin de polissage. Une description détaillée du projet est présentée à l'annexe 3.

Il est important de souligner que la mine projetée est localisée dans un secteur qui est caractérisé par un passé minier et industriel important dont les nombreuses infrastructures toujours existantes peuvent avoir des effets sur la qualité de l'eau tels :

- un parc à résidus et des bassins de sédimentation et de polissage encore en place et résultants d'exploitations minières passées (mine East Malartic);
- et, un complexe industriel comportant un moulin qui a été en opération jusqu'en 2002, qui sont sous la responsabilité du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MNR).

Le projet minier aurifère Canadian Malartic se situe dans le bassin versant de la rivière Harricana, dans le sous bassin versant situé à l'amont du lac Malartic. Les interventions projetées sont susceptibles de toucher uniquement le ruisseau Raymond. Quant à la rivière Piché, l'exutoire du lac Fournière, elle suit son cours en direction est jusqu'au lac Lemoine avant d'arriver à l'agglomération urbaine de Val-d'Or. Avant d'atteindre la rivière Harricana, les eaux doivent aussi traverser les lacs De Montigny et Malartic. Le ruisseau Raymond rejoint la rivière Piché à environ 2 km en aval du lac Fournière. Ces derniers s'inscrivent dans le territoire du projet, mais ne seront pas touchés par le projet.



Limites

- Municipalité

Hydrographie

- Sens de l'écoulement

Aires désignées

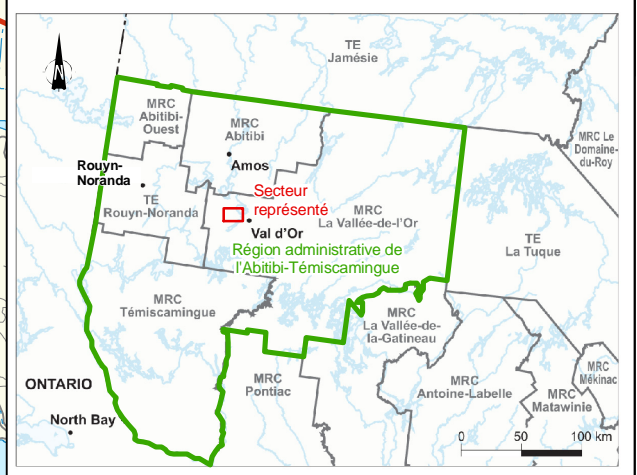
- ⛏ Carrière
- ▨ Bassin de polissage
- Parc à résidus miniers
- Halde

Élément minier

- ⋯ Mine projetée
- Propriété minière Canadian Malartic (décembre 2007)

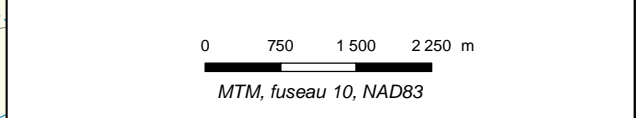
Infrastructures

- ⊙ Ancienne mine
- Route principale
- Rue ou chemin pavé
- Rue ou chemin non pavé
- Voie ferrée
- Ligne de transport d'énergie



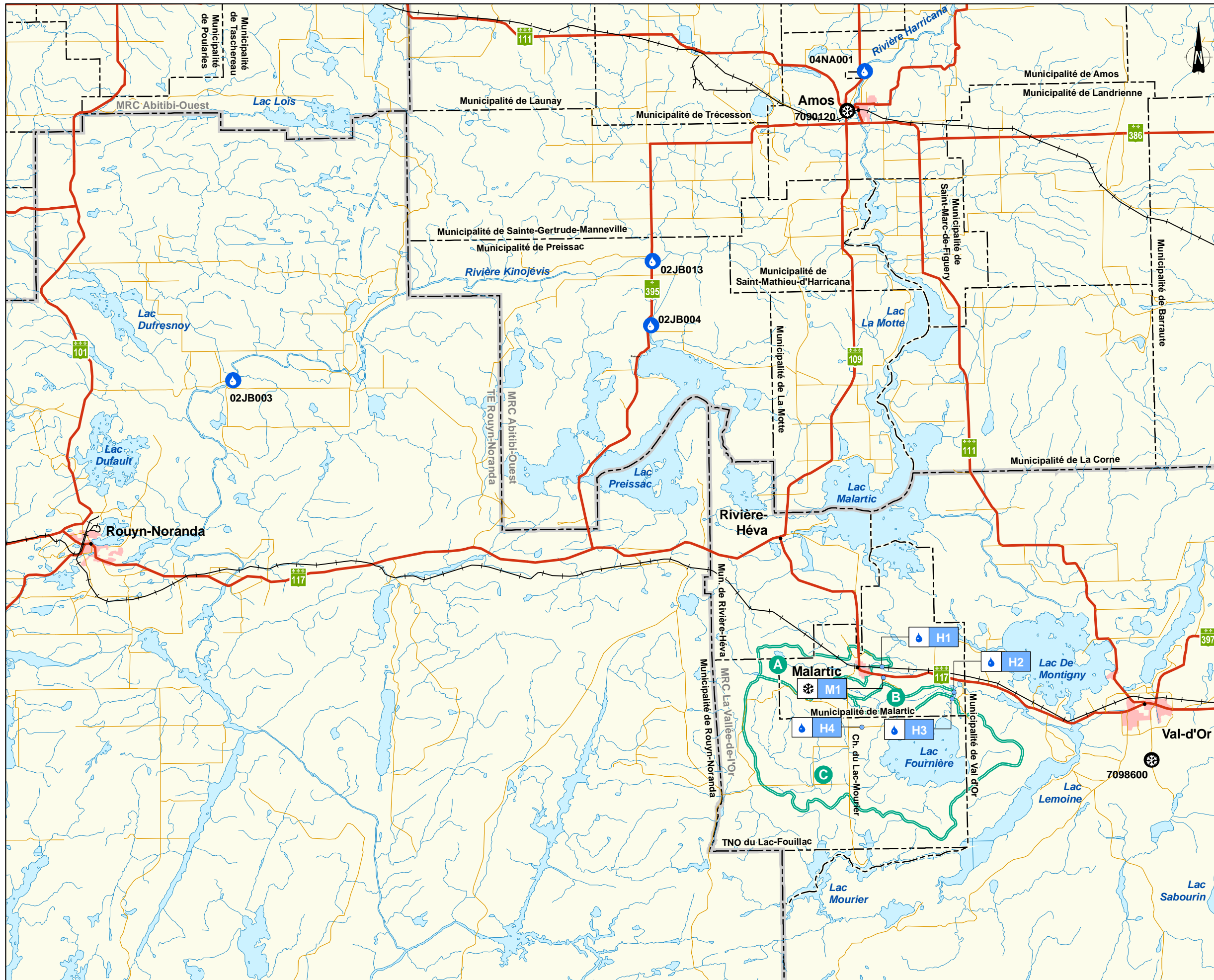
Projet minier aurifère Canadian Malartic
 Étude d'impact sur l'environnement
 Rapport sectoriel – Climatologie et hydrologie

Figure 1
Localisation du projet



Sources :
 BDTQ, 1 : 20 000, MRNF Québec (32C04-200-0101, 32C04-200-0201, 32D01-200-0102 et 32D01-200-0202)
 BNDT, 1 : 50 000, RNCan (32C04 et 31D01)

Fichier GENIVAR : AA106790_CH_F1_loc_080529.mxd



Stations

- 04NA001 Station hydrométrique (HYDAT, 2004)
- H2 Station hydrométrique (GENIVAR, 2007)
- 7090120 Station météorologique (Environnement Canada)
- M1 Station météorologique (GENIVAR, 2007)

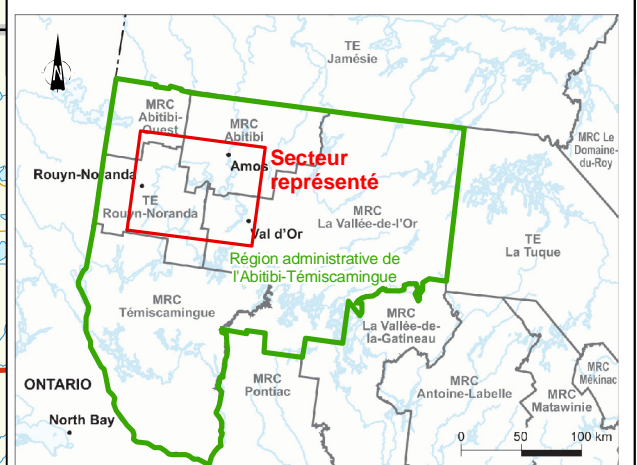
Limites

- Bassin versant
- Municipalité
- Municipalité régionale de comté (MRC)
- Agglomération urbaine

Infrastructures

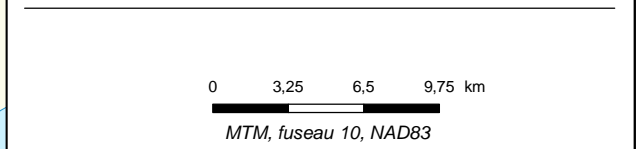
- Route principale
- Route secondaire
- Voie ferrée

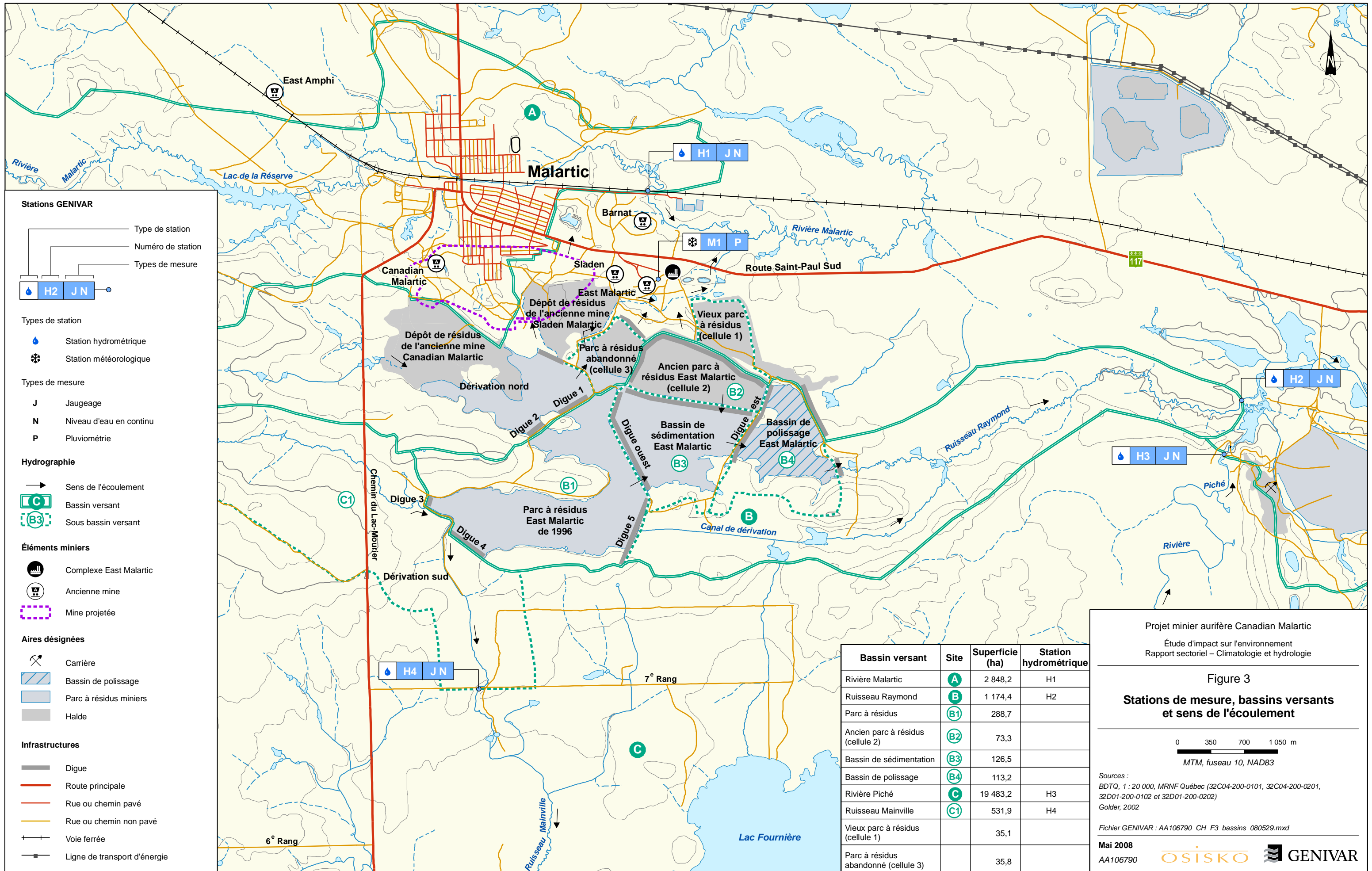
Bassin versant	Site	Superficie (ha)	Station hydrométrique
Rivière Malartic	A	2 848,2	H1
Ruisseau Raymond	B	1 174,4	H2
Rivière Piché	C	19 483,2	H3



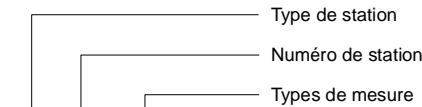
Projet minier aurifère Canadian Malartic
 Étude d'impact sur l'environnement
 Rapport sectoriel – Climatologie et hydrologie

Figure 2
Stations météorologiques et hydrométriques





Stations GENIVAR



- Types de station
- Station hydrométrique
 - Station météorologique
- Types de mesure
- J Jaugeage
 - N Niveau d'eau en continu
 - P Pluviométrie

- Hydrographie
- Sens de l'écoulement
 - Bassin versant
 - Sous bassin versant

- Éléments miniers
- Complexe East Malartic
 - Ancienne mine
 - Mine projetée

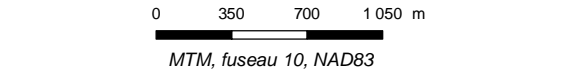
- Aires désignées
- Carrière
 - Bassin de polissage
 - Parc à résidus miniers
 - Halde

- Infrastructures
- Digue
 - Route principale
 - Rue ou chemin pavé
 - Rue ou chemin non pavé
 - Voie ferrée
 - Ligne de transport d'énergie

Bassin versant	Site	Superficie (ha)	Station hydrométrique
Rivière Malartic	A	2 848,2	H1
Ruisseau Raymond	B	1 174,4	H2
Parc à résidus	B1	288,7	
Ancien parc à résidus (cellule 2)	B2	73,3	
Bassin de sédimentation	B3	126,5	
Bassin de polissage	B4	113,2	
Rivière Piché	C	19 483,2	H3
Ruisseau Mainville	C1	531,9	H4
Vieux parc à résidus (cellule 1)		35,1	
Parc à résidus abandonné (cellule 3)		35,8	

Projet minier aurifère Canadian Malartic
 Étude d'impact sur l'environnement
 Rapport sectoriel – Climatologie et hydrologie

Figure 3
Stations de mesure, bassins versants et sens de l'écoulement



Sources :
 BDTQ, 1 : 20 000, MRNF Québec (32C04-200-0101, 32C04-200-0201, 32D01-200-0102 et 32D01-200-0202)
 Golder, 2002

Fichier GENIVAR : AA106790_CH_F3_bassins_080529.mxd

Notons que la rivière Malartic, qui traverse la Ville de Malartic, se jette elle aussi dans le lac Malartic. Elle sera tout de même documentée dans l'étude d'impact dans la perspective où elle pourrait recueillir certaines eaux venant du projet.

En raison du procédé d'extraction du minerai qui fait usage d'importantes quantités d'eau, les principaux impacts anticipés d'un projet minier sur le milieu naturel touchent les composantes du milieu aquatique, et par conséquent, la qualité de l'eau, des sédiments, les communautés d'organismes benthiques et les populations de poissons.

La zone dans laquelle s'insère le projet couvrait au départ les bassins versants du ruisseau Raymond et de la rivière Piché. Par contre, suite à des modifications apportées au projet, le bassin versant de la rivière Piché n'est plus inclus dans cette zone. Cependant, puisque les travaux de caractérisation ont porté sur les anciennes limites du projet, les informations seront présentées à titre indicatif.

3. **CLIMATOLOGIE**

La région est sous l'influence d'un climat continental froid et modérément humide. L'éloignement des grandes nappes d'eau tempérée ainsi que la position latitudinale et altitudinale du territoire donnent au climat les caractéristiques suivantes (MAPAQ, 2004) :

- grande variabilité;
- fortes amplitudes thermiques annuelles et journalières;
- précipitations fréquentes et irrégulières.

Le présent chapitre traite des principaux paramètres décrivant la climatologie du secteur du projet, soit la température, les précipitations liquides et solides, l'humidité relative, les vents, l'insolation, le rayonnement ainsi que l'évapotranspiration.

3.1 **Méthode**

Afin de décrire les conditions climatologiques dans le secteur de la mine projetée, une revue des données climatologiques disponibles et la mise en place d'un pluviomètre ont été effectuées. Le pluviomètre a été installé à proximité des bureaux de La Corporation minière Osisko à Malartic et permettra de faire un suivi des précipitations liquides locales.

Données disponibles

Les stations météorologiques des aéroports de Val-d'Or et d'Amos ont été consultées pour établir les caractéristiques climatiques (tableau 1). La mine projetée est située à 23 km à l'ouest de l'aéroport de Val-d'Or, à 49 km au sud d'Amos et à 54 km à l'est de l'aéroport de Rouyn-Noranda. La station de l'aéroport de Val-d'Or est la station la plus représentative en raison de sa proximité avec la mine projetée et de la quasi-homogénéité du relief et de la végétation avec la région de Malartic.

La station de Val-d'Or, exploitée par Environnement Canada, fonctionne de façon officielle depuis 1951. Les variables climatiques mesurées sont la température de l'air, les précipitations pluviales et nivales, l'humidité relative de l'air, la pression atmosphérique, le vent,

l'ensoleillement et la température du sol (tableau 2). D'autres variables y sont observées et/ou mesurées, dont la visibilité et la nébulosité.

Étant donné la présence de plusieurs mines sur le site d'exploitation visé, de nombreuses études ont été réalisées, dont les principales sont :

- Golder Associés Ltée. Mars 2002. *Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation, bassin de polissage et bassin versant nord : Site Est-Malartic*. Rapport soumis à Barrick Gold Corporation;
- Golder Associés Ltée. Novembre 2002. *Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation et de polissage : Division Est-Malartic*. Rapport préliminaire présenté à Barrick Gold Corporation;
- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Janvier 2007. *Manuel d'opération et de surveillance de l'ancien site minier East Malartic*.

Tableau 1				
Identification et localisation des stations climatiques consultées.				
Station	Numéro	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
Val-d'Or - aéroport	7098600	48° 03' N	77° 47' O	337,40
Amos	7090120	48° 34' N	78° 08' O	310,00

Source : Environnement Canada.

Tableau 2						
Principales variables climatiques mesurées aux stations consultées.						
Station	Température	Humidité	Pluie	Neige	Vent	Période d'enregistrement
Val-d'Or - aéroport	X	X	X	X	X	1951-2007+
Amos	X	X	X	X	X	1955-2007+

Toutes les stations météorologiques et hydrométriques sont indiquées sur la figure 2. Quant à la figure 3, les stations de mesure, les délimitations des bassins versant et le sens d'écoulement des eaux y sont rapportés.

Installation d'un pluviomètre

Un pluviomètre de type RainLog, fabriqué par la compagnie RainWise inc., a été mis en place à proximité des bureaux de La Corporation minière Osisko, soit près des anciens convoyeurs de la mine East Malartic. Ce pluviomètre à bascules enregistre chaque incrément de précipitations liquides de 0,25 mm. Les données récoltées permettront d'étudier les averses locales en relation avec l'hydrologie des différents cours d'eau étudiés.

Analyses

Les paramètres climatiques que sont la température, les précipitations, l'humidité relative, le vent, l'insolation et le rayonnement, la visibilité, le brouillard ainsi que l'évaporation, ont été analysés afin de dresser un portrait du climat du secteur du projet.

3.2 Résultats et discussion

3.2.1 Température

Les normales des températures quotidiennes moyennes, minimales et maximales de l'air de la station Val-d'Or-aéroport, sont présentées au tableau 3. Ces statistiques mensuelles ont été synthétisées à partir des données enregistrées au cours de la période allant de 1971 à 2000.

Le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de -17,2 °C. Juillet est le mois le plus chaud, avec une température moyenne de 17,2 °C. Les écarts entre la température maximale et la température minimale au cours d'un même mois sont de l'ordre de 13 °C.

Tableau 3

Normales mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales quotidiennes de l'air à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).

Mois	Moyenne (°C)	Écart-type (°C)	Maximale (°C)	Minimale (°C)
Janvier	-17,2	3,2	-10,9	-23,5
Février	-15,3	3,2	-8,6	-21,9
Mars	-8,1	2,7	-1,5	-14,6
Avril	0,8	2,2	6,6	-5,0
Mai	9,4	1,9	16,1	2,7
Juin	14,4	1,5	21,0	7,8
Juillet	17,2	1,1	23,4	11,0
Août	15,8	1,4	21,7	9,7
Septembre	10,1	1,5	15,5	4,6
Octobre	4,0	2,0	8,5	-0,5
Novembre	-4,1	2,1	0,1	-8,2
Décembre	-13,3	3,7	-7,6	-18,9

Source : Environnement Canada (2006).

Les températures records ayant été enregistrées à Val-d'Or (tableau 4) sont de -43,9 °C et de 36,1 °C. Le spectre de variation des températures atmosphériques est donc très large.

Des statistiques climatiques disponibles, il ressort que le nombre de jours par année ayant une température maximale au-dessous de 0 est de 119,56, soit 33 % du temps pendant une année, et 245,7 jours ayant une température maximale au-dessus du point de congélation, soit 67 %. Les journées avec une température maximale dépassant les 30 °C totalisent à peine 3,82 jours, soit 1 % de l'année alors que les journées dont la température maximale est au-dessus de 25 °C totalisent 78,2 jours, soit 21,4 %. La température maximale est au-dessus de 10 °C 164,7 jours par année, soit 45 % du temps.

Tableau 4				
Températures de l'air extrêmes enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).				
Mois	Maximum extrême (°C)	Date (année/jour)	Minimum extrême (°C)	Date (année/jour)
Janvier	9,7	1995/15	-43,9	1962/29
Février	12,3	1994/19	-42,2	1962/01
Mars	17,6	1995/14	-36,1	1984/12
Avril	28,2	1986/28	-26,1	1974/08
Mai	32,8	1962/18	-11,1	1966/07+
Juin	34,0	1995/18	-3,9	1972/11
Juillet	36,1	1975/31	-0,1	1982/03
Août	36,1	1975/01	-2,8	1951/25
Septembre	32,2	1953/01	-6,2	1993/30
Octobre	26,1	1968/16	-13,3	1976/25
Novembre	18,3	1961/03	-30,0	1995/27
Décembre	13,7	1982/03	-40,6	1968/26

Source : Environnement Canada (2006).

Il ressort aussi des statistiques que la température minimale se trouve au-dessous du point de congélation 56,7 % du temps, soit 207,2 journées par année. Cette température descend en dessous de -30 °C durant 18,7 jours, soit 5,15 % de l'année.

Degrés-jours

Le nombre de degrés-jours sans gel (> 0 °C) à la station de Val-d'Or-aéroport est de 2 324,9 (tableau 5) tandis que le nombre de degrés-jours de gel (< 0 °C) est de 1 876,5 (tableau 6).

Tableau 5						
Normales mensuelles des degrés-jours supérieurs à une température donnée à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).						
Mois	Degré-jours					
	> 24 °C	> 18 °C	> 15 °C	> 10 °C	> 5 °C	> 0 °C
Janvier	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Février	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3
Mars	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	15,9
Avril	0,0	0,2	1,1	6,4	25,1	85,1
Mai	0,1	5,4	16,3	60,4	154,6	292,8
Juin	0,3	17,9	47,6	145,1	283,3	432,4
Juillet	1,6	35,5	88,2	225,1	379,4	534,4
Août	0,6	23,7	64,0	180,9	333,2	488,2
Septembre	0,1	4,0	12,8	55,8	158,5	302,5
Octobre	0,0	0,1	0,8	9,8	48,6	141,4
Novembre	0,0	0,0	0,0	0,3	3,6	27,2
Décembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,3

Source : Environnement Canada (2006).

Tableau 6					
Normales mensuelles des degrés-jours inférieurs à une température donnée à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).					
Mois	Degré-jours				
	< 0 °C	< 5 °C	< 10 °C	< 15 °C	< 18 °C
Janvier	533,0	687,6	842,6	997,6	1 090,6
Février	433,9	572,9	714,0	855,2	939,9
Mars	265,8	406,2	559,9	714,9	807,9
Avril	61,3	151,4	282,6	427,3	516,4
Mai	1,7	18,5	79,3	190,2	272,3
Juin	0,0	0,9	12,6	65,1	125,5
Juillet	0,0	0,0	0,7	18,7	59,1
Août	0,0	0,0	2,7	40,8	93,5
Septembre	0,1	6,1	53,5	160,4	241,6
Octobre	16,0	78,2	194,5	340,5	432,7
Novembre	150,3	276,7	423,4	573,1	663,1
Décembre	414,4	567,3	722,1	877,1	970,1
Annuel	1 876,5	2 765,8	3 887,9	5 260,9	6 212,7

Source : Environnement Canada (2006).

3.2.2 Précipitations

La synthèse des normales de précipitations (pluie et neige) est présentée au tableau 7 et leurs variations mensuelles sont illustrées à la figure 4. Les précipitations nivales atteignent une moyenne annuelle de 300,4 mm équivalent en eau et les précipitations pluviométriques sont de 635,2 mm en moyenne. La précipitation moyenne annuelle totale est de 913,9 mm. La couverture de neige atteint environ 42 cm d'épaisseur en moyenne. La saison pluvieuse, sans chute de neige, s'étend du mois de juin au mois de septembre. La saison de neige, sans chute significative de pluie, s'étend de novembre à mars.

Tableau 7						
Normales mensuelles des précipitations moyennes à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).						
Mois	Précipitation liquide (mm)	Précipitation solide équivalent eau (mm)	Précipitation totale (mm)	Moyenne couverture de neige (cm)	Médiane couverture de neige (cm)	Couverture de neige, fin de mois (cm)
Janvier	5,5	56,0	56,0	49	48	58
Février	3,4	40,8	40,5	60	59	56
Mars	20,1	48,6	65,2	53	53	37
Avril	35,8	29,2	66,0	20	20	2
Mai	75,0	2,5	77,7	0	0	0
Juin	92,4	0,3	92,7	0	0	0
Juillet	95,4	0,0	95,4	0	0	0
Août	93,2	0,0	93,2	0	0	0
Septembre	99,8	1,9	101,9	0	0	0
Octobre	72,2	14,6	86,6	1	0	1
Novembre	34,1	45,5	76,2	8	7	14
Décembre	8,3	61,0	62,5	27	28	39
Année	635,2	300,4	913,9	-	-	-

Source : Environnement Canada (2006).

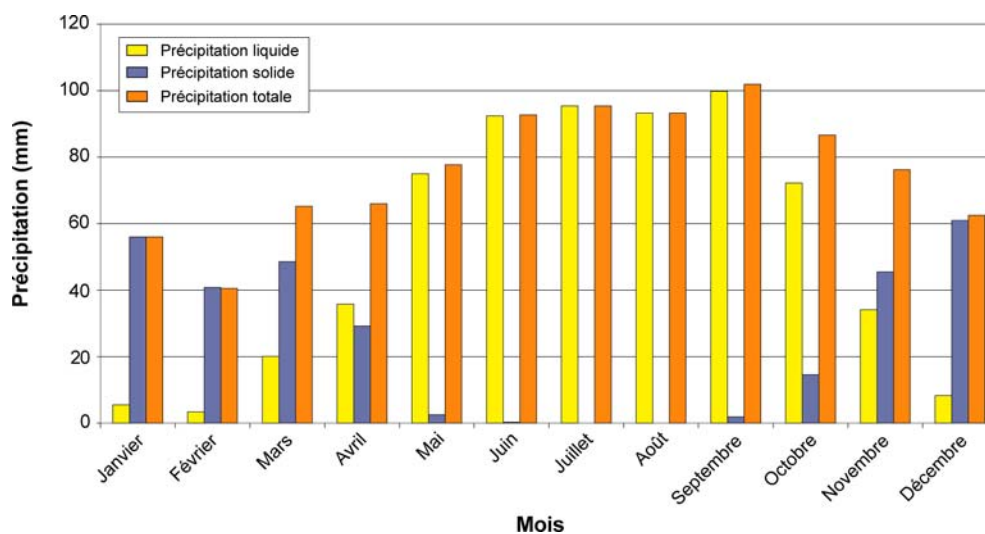


Figure 4 Variations des normales mensuelles des précipitations, en équivalent en eau, à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).

Les précipitations extrêmes quotidiennes de pluie et de neige sont respectivement de 67,8 mm, enregistrés le 9 septembre 1952, et de 54,1 mm équivalent en eau, enregistrés le 25 février 1965 (tableau 8). Le couvert de neige au sol a atteint un record de 142 cm en mars 1972.

En ce qui concerne les pluies, les statistiques de 1971 à 2000 ont permis d'estimer la fréquence moyenne annuelle des journées ayant une pluviométrie au-dessus d'un seuil donné. Ainsi, le nombre de journées avec une pluie significativement supérieure ou égale à 0,2 mm, 5 mm, 10 mm et 25 mm est en moyenne respectivement de 110,5 jours, 41,2 jours, 20,3 jours et 3,6 jours.

Quant aux précipitations de neige, le nombre de journées avec une chute d'au moins 0,2 cm (soit 0,2 mm en équivalent-eau) est de 103,4 jours en moyenne répartis principalement durant les mois de novembre, décembre, janvier et février. Des données plus exhaustives sur les précipitations sont aussi fournies dans le manuel d'opération et d'entretien du site minier East Malartic (MRNF, 2007).

Tableau 8

Précipitations extrêmes enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).

Mois	Pluie (mm)	Date (aaaa/jj)	Neige en équivalent en eau (mm)	Date (aaaa/jj)	Précipitation totale (mm)	Date (aaaa/jj)	Couverture de neige maximale (cm)	Date (aaaa/jj)
Janvier	25,8	1995/14	32,5	1964/09	30,5	1964/09	118,0	1956/09
Février	12,2	1994/20	54,1	1965/25	65,0	1965/25	142,0	1960/28+
Mars	34,4	1980/21	28,0	1987/31	35,8	1980/21	142,0	1972/24
Avril	27,2	1974/14	32,6	1986/21	33,6	1986/21	99,0	1972/06+
Mai	42,4	1952/12	8,2	1989/08	42,4	1952/12	23,0	1972/01
Juin	67,1	1960/24	3,2	1980/10	67,1	1960/24	0,0	1955/01+
Juillet	67,8	1952/09	0,0	1952/01+	67,8	1952/09	0,0	1955/01+
Août	64,0	1963/04	0,0	1952/01+	64,0	1963/04	0,0	1955/01+
Septembre	53,8	1974/11	9,6	1980/17	53,8	1974/11	4,0	1956/19+
Octobre	50,5	1951/24	20,8	1957/24	51,0	1988/18	23,0	1957/26+
Novembre	37,6	1984/01+	38,1	1961/27	41,8	1994/06	41,0	1959/30+
Décembre	20,6	1977/01	33,0	1957/10	33,0	1957/10	122,0	1955/30

Source : Environnement Canada (2006).

Intensités

En se basant sur le critère de proximité, les intensités pluviométriques les plus représentatives du secteur de la mine projetée sont celles de la station de Val-d'Or-aéroport pour laquelle des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) sont disponibles.

Les données des IDF de ce site ont été obtenues à partir de la base de données AquaIDF – version 3.3.1 (Aquapraxis inc.), basée sur les données climatologiques de 1961 à 1990, du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada. Les résultats extraits de cette base de données sont synthétisés aux tableaux 9 et 10.

Tableau 9			
Coefficients ajustés aux courbes IDF de la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1961 à 1999).			
Période de retour (années)	a	b	c
2	453,05	4,4	0,765
5	599,44	4,2	0,779
10	704,06	4,3	0,788
25	832,18	4,2	0,795
50	935,28	4,3	0,801
100	1 035,49	4,3	0,805

Tableau 10			
Intensités maximales de pluie en mm/h d'après les IDF à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1961 à 1999).			
Durée (min.)	Période de retour (années)		
	10	50	100
10	82,2	103,2	112,2
30	46,0	59,6	65,4
60	28,2	36,5	40,1
120	15,6	19,6	21,3
360	6,5	7,8	8,4
720	3,9	4,7	5,0
1 440	2,3	2,8	3,0

La relation générale décrivant les IDF de ces stations est de la forme :

$$i = \frac{a}{(t + b)^c}$$

i : est l'intensité pluviométrique (mm/h)

t : est le temps (minutes)

a, b et c : sont des coefficients empiriques ajustés en fonction de la période de récurrence.

Dans le cadre de la conception des ouvrages hydrauliques du site minier East Malartic, une extrapolation des données de la courbe IDF a été faite par Golder afin d'obtenir une approximation des intensités pour une récurrence de 1 000 ans ainsi que pour des durées atteignant jusqu'à 3 jours (Golder, 2002a). La pluie maximale probable (PMP) a aussi été estimée à 375 mm, pour une durée de 24 heures (Golder, 2002b).

Précipitations

Les précipitations liquides locales enregistrées par le pluviomètre installé par GENIVAR indiquent que 424 mm de pluie sont tombés dans le secteur du projet entre le 8 mai et le 31 octobre 2007 (figure 5). Selon le bilan climatique 2007 du Centre de ressources en impacts et en adaptation au climat et à ses changements (CRIACC), les précipitations à l'aéroport de Val-d'Or entre le 1^{er} juin et le 31 août 2007 auraient été de 249 mm, ce qui s'approche de la normale qui est de 281 mm (1971-2000). Toutefois, les mois de septembre et octobre ont été très secs, respectivement les 2^e et 5^e mois les plus secs depuis 1951, soit moins de 50 % des précipitations observées (CRIACC, 2007b; c). La quantité de précipitations enregistrées au cours du mois de septembre par le pluviomètre de GENIVAR est de 41,25 mm, ce qui s'approche des 38 mm enregistrés à l'aéroport de Val-d'Or. Toutefois, pour le mois d'octobre, des différences importantes sont notables, avec un écart de près de 56 mm. Les 19, 30 et 31 octobre 2007, le pluviomètre a enregistré des averses de respectivement 20, 11 et 22 mm, alors qu'à Val-d'Or, les précipitations journalières n'ont pas dépassé les 6 mm durant ces jours. De fortes averses locales semblent donc être à l'origine de ces différences.

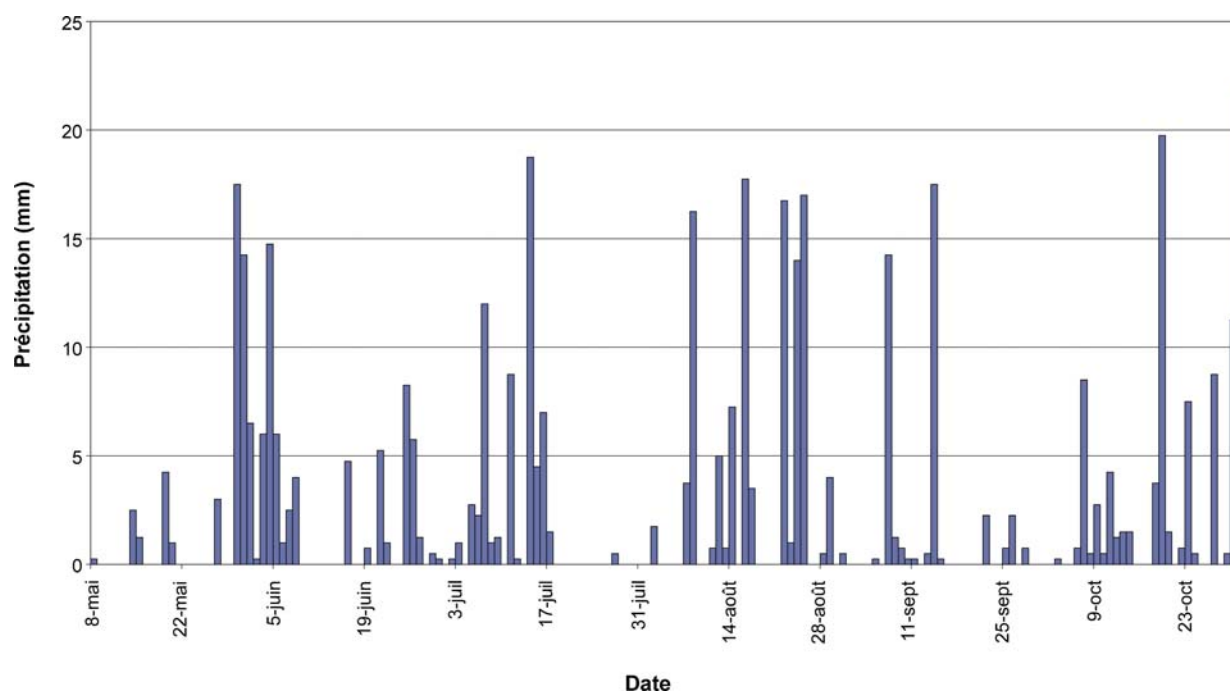


Figure 5 Précipitations journalières locales enregistrées dans le secteur du projet entre le 9 mai et le 31 octobre 2007.

3.2.3 Humidité

Les données de la station météorologique de Val-d'Or-aéroport enregistrées entre 1971 et 2000 sont utilisées pour décrire l'humidité de l'air dans le secteur de la mine projetée (tableaux 11 et 12). Le taux d'humidité relative varie entre 60,8 % et 81,1 % en moyenne. Il est élevé en été, alors qu'il est faible en hiver. Le taux maximum est de 90,2 % en septembre, le matin, alors que le taux minimum de 48,3 % a lieu en mai, dans l'après-midi.

Les valeurs extrêmes de l'indice humidex sont présentées au tableau 12. L'indice dépasse rarement la valeur 30. L'extrême supérieur a été de 47,9, enregistré le 31 juillet 1955. L'extrême inférieur a été de 10,6, enregistré le 15 janvier 1995.

Tableau 11

Normales mensuelles de la pression de vapeur et de l'humidité relative à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).

Mois	Pression de vapeur (kPa)	Humidité relative 0600LST (%)	Humidité relative 1500LST (%)
Janvier	0,2	73,1	68,4
Février	0,2	72,8	60,3
Mars	0,3	75,0	55,9
Avril	0,5	77,7	52,4
Mai	0,8	77,5	48,3
Juin	1,2	81,0	51,5
Juillet	1,4	84,8	54,4
Août	1,4	89,2	57,4
Septembre	1,0	90,2	63,5
Octobre	0,7	86,9	66,5
Novembre	0,4	85,6	76,0
Décembre	0,3	79,3	75,0
Moyenne annuelle	0,7	81,1	60,8

00LST : Valeurs considérées à 6 h le matin.

1500LST : Valeurs considérées à 15 h.

Tableau 12

Indices humidex extrêmes enregistrés mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).

Mois	Indice humidex extrême	Date (année/jour)	Journées avec humidex >= 30
Janvier	10,6	1995/15	0,0
Février	11,9	1994/19	0,0
Mars	17,9	1998/28	0,0
Avril	29,0	1990/26	0,0
Mai	37,6	1962/16	0,9
Juin	46,0	1970/09	3,7
Juillet	47,9	1955/31	6,3
Août	41,5	1975/01	4,4
Septembre	39,9	2002/08	1,0
Octobre	31,5	1968/16	0,0
Novembre	20,8	1961/03	0,0
Décembre	16,2	1982/03	0,0

Source : Environnement Canada (2006).

3.2.4 Vent

La station de l'aéroport de Val-d'Or est une station utilisée, entre autres, pour l'aviation civile. Le vent y est mesuré, selon les standards de l'aviation civile, à une élévation de 10 m au-dessus du sol.

Les vents dominants à Val-d'Or (tableau 13 et figure 6) sont principalement influencés par les configurations de pression à grande échelle. En hiver, comme en été, les vents proviennent souvent du sud ou du nord-ouest. Les vents en provenance de l'ouest, du sud-ouest et aussi du nord sont également fréquents. On observe des vents calmes environ 8 % du temps. Les vents du nord-est, de l'est et du sud-est sont rares l'été, cependant les vents du sud-est sont observés durant l'hiver et sont relativement fréquents.

Des variations saisonnières de la direction du vent sont observées. Le vent du printemps (avril à juin) provient surtout du nord et celui de l'été (juillet à octobre) principalement du sud et du sud-ouest. La vitesse moyenne du vent est de 14,4 km/h, soit 4 m/s. Elle varie durant l'année entre 13,3 km/h et 15,8 km/h en moyenne chaque mois.

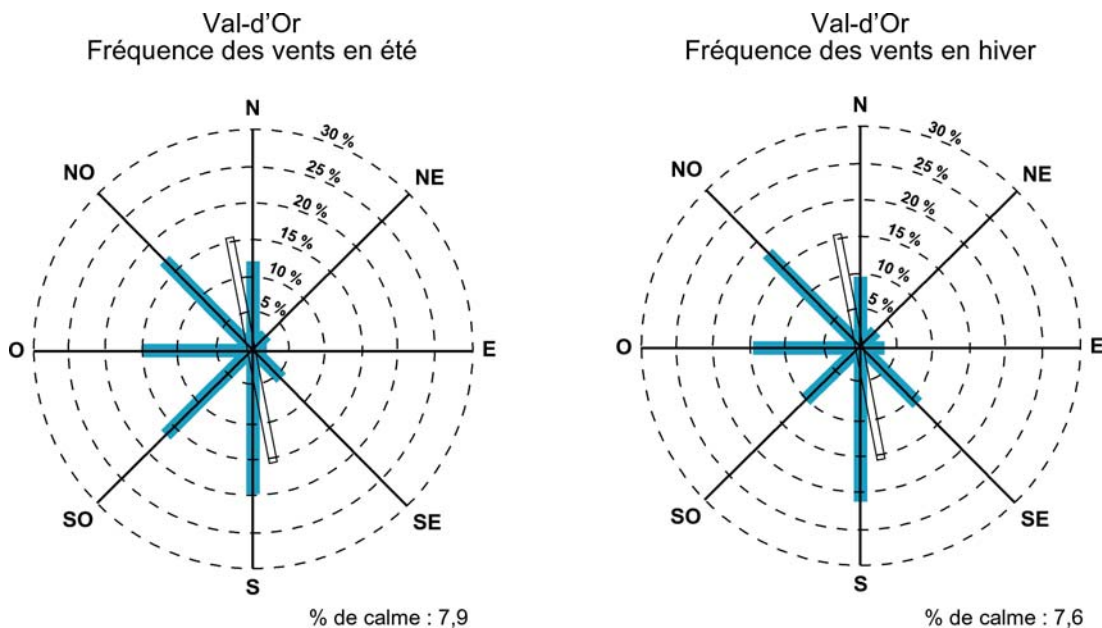


Figure 6 Roses des vents de la station de Val-d'Or-aéroport (période de 1961 à 1999) (source NAV Canada).

Tableau 13

**Normales mensuelles de la vitesse des vents à la station
météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).**

Mois	Vitesse moyenne (km/h)	Provenance dominante
Janvier	12,8	S
Février	12,5	NO
Mars	13,6	NO
Avril	13,5	NO
Mai	13,0	NO
Juin	12,6	NO
Juillet	11,5	S
Août	10,7	S
Septembre	12,3	S
Octobre	13,3	S
Novembre	13,1	S
Décembre	12,2	S
Année	12,6	NO

Source : Environnement Canada (2006).

Les vents extrêmes (tableau 14) atteignent des vitesses de l'ordre de 80 km/h, soit cinq fois la vitesse moyenne. Ces vents proviennent le plus souvent de l'ouest, mais ils peuvent provenir aussi du nord-ouest et du sud-ouest.

Les rafales de vent (tableau 15) atteignent des vitesses de l'ordre de 130 km/h. Les rafales enregistrées proviennent principalement de l'ouest, du nord-ouest et du sud, et du nord-est dans une moindre mesure. Les rafales ayant dépassé les 52 km/h ont une durée inférieure à trois jours.

Tableau 14		
Vitesses extrêmes des vents enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).		
Mois	Vitesse (km/h)	Date (année/jour)
Janvier	63,0	1978/26
Février	48,0	1957/12+
Mars	56,0	1963/29+
Avril	56,0	1959/28
Mai	56,0	1988/13
Juin	54,0	1986/16
Juillet	56,0	1957/01
Août	48,0	1986/24
Septembre	48,0	1957/15+
Octobre	57,0	1978/30
Novembre	61,0	1956/21
Décembre	56,0	1970/02

Source : Environnement Canada (2006).

Tableau 15			
Rafales de vent enregistrées mensuellement à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).			
Mois	Vitesse (km/h)	Date (année/jour)	Direction
Janvier	96,0	1978/26	NE
Février	89,0	1971/27	S
Mars	91,0	1978/19	O
Avril	89,0	1973/16	S
Mai	89,0	1977/01	S
Juin	119,0	1979/10	NO
Juillet	100,0	1977/08	O
Août	84,0	1973/29	SO
Septembre	98,0	1977/09	SE
Octobre	98,0	1984/30	S
Novembre	124,0	1992/13	S
Décembre	104,0	1977/02	SO
Année			S

Source : Environnement Canada (2006).

3.2.5 Insolation et rayonnement

Les normales de l'ensoleillement (tableau 16) atteignent un maximum de 260,5 heures en juillet et un minimum de 57,6 heures en novembre. En moyenne, il y a 1 897 heures d'ensoleillement par année. La durée d'ensoleillement quotidien la plus longue a été de 15,7 heures le 31 mai 1996.

Tableau 16					
Normales mensuelles de l'insolation effective à la station météorologique de Val-d'Or-aéroport (période de 1971 à 2000).					
Mois	Total d'heures	Journées avec ensoleillement	% d'heures d'ensoleillement probable	Extrême quotidien	Date (année/jour)
Janvier	90,9	21,2	33,1	8,9	1973/29
Février	130,0	22,4	45,2	10,6	1982/28
Mars	160,8	24,2	43,7	12,1	1985/30
Avril	179,7	24,5	43,9	13,9	1976/29
Mai	236,9	27,9	50,4	15,7	1996/31
Juin	246,0	28,1	51,3	15,4	1978/15+
Juillet	260,5	29,6	53,8	15,3	1975/05+
Août	230,0	29,4	51,9	14,2	1976/07+
Septembre	140,2	26,3	37,1	12,6	1996/01
Octobre	93,9	23,0	27,9	11,5	1999/04
Novembre	57,6	17,2	20,6	9,5	1981/02
Décembre	70,4	18,5	26,9	8,3	1994/29
Année	1 896,9				

Source : Environnement Canada (2006).

3.2.6 Évaporation

Le tableau 17 présente une estimation de l'évaporation atmosphérique mensuelle pour Amos, située à 50 km au nord de Malartic, pour la période 1968 à 1993 (Golder, 2002a).

Tableau 17	
Normales mensuelles de l'évaporation atmosphérique à la station météorologique d'Amos pour la période de 1968 à 1993.	
Mois	Évaporation atmosphérique mensuelle (mm)
Janvier	0
Février	0
Mars	20
Avril	69
Mai	116
Juin	121
Juillet	127
Août	102
Septembre	59
Octobre	38
Novembre	0
Décembre	0
Année	652

Source : Golder (2002a). Établie par Environnement Canada et est dérivée de la méthode de Kohler, Nordenson et Fox.

3.2.7 Bilan des précipitations et de l'évaporation

Le tableau 18 présente le bilan entre les précipitations totales et l'évaporation moyenne sur une base mensuelle et annuelle. Le bilan annuel est positif et de 262 mm. Entre mai et août, l'évaporation et l'évapotranspiration dépassent habituellement les précipitations, ce qui mène à un bilan négatif durant cette période. L'évaporation moyenne est de 466 mm, alors que les précipitations moyennes sont de 359 mm.

Tableau 18**Bilan entre les précipitations totales et l'évaporation atmosphérique à la station météorologique d'Amos pour la période de 1968 à 1993.**

Mois	Précipitation totale (tableau 7) (mm)	Évaporation atmosphérique mensuelle (tableau 17) (mm)	Bilan (mm)
Janvier	56	0	56
Février	41	0	40
Mars	65	20	45
Avril	66	69	-3
Mai	78	116	-38
Juin	93	121	-28
Juillet	95	127	-32
Août	93	102	-9
Septembre	102	59	43
Octobre	87	38	49
Novembre	76	0	76
Décembre	63	0	63
Année	914	652	262

4. HYDROLOGIE

L'ensemble des informations présentées dans cette section dresse un portrait sommaire des conditions hydrologiques dans le secteur du projet. Elles peuvent être utilisées pour évaluer les impacts du projet minier aurifère Canadian Malartic. Toutefois, leur utilisation pour la conception d'ouvrages est laissée au jugement du concepteur et n'engage aucune responsabilité des rédacteurs de ce document.

4.1 Caractéristique du secteur du projet

Le projet minier Canadian Malartic est en partie localisé sur le site de l'ancienne mine East Malartic. Le régime hydrologique de ce site n'est plus naturel et est déterminé par l'ensemble des infrastructures servant à la gestion des eaux. L'exploitation de cette mine a eu lieu entre 1938 et 2002. Les infrastructures ont évolué au cours de ces années, si bien qu'aujourd'hui, la mine comprend en plus des nombreux bâtiments, plusieurs aires d'accumulation, des digues ainsi que des fossés de dérivation permettant de gérer les eaux du site et d'entreposer les résidus miniers. Afin de sécuriser le site, le MRNF, propriétaire actuel de ce site orphelin, assure le contrôle des eaux par dissolution. Le drainage du site est entièrement contrôlé par différents ouvrages, assurant le traitement des eaux minières acides ainsi que la dérivation des eaux naturelles en provenance de l'amont du site, vers les cours d'eau avoisinants. Le plan de gestion des eaux du site est donc une source d'information de premier ordre pour décrire le comportement hydrologique du site (MRNF, 2007). Un résumé à ce sujet est présenté à la section 4.3.1.

Le relief dans le secteur du projet est peu accentué, l'altitude oscillant entre 320 m et 335 m environ sur les deux tiers du territoire (surtout à l'est). Le dernier tiers, situé à l'ouest de la mine projetée et du parc à résidus de l'ancienne mine, atteint par contre une élévation de plus de 390 m. Le territoire est couvert d'une forêt dominée par l'épinette noire, le pin gris et le sapin baumier (MRNF, 2007). De nombreux marécages sont présents en bordure des cours d'eau et de nombreux barrages de castors entravent l'écoulement et provoquent des inondations locales (Golder, 2002a; b).

Le réseau hydrographique est constitué de petits ruisseaux à écoulement lent formant de nombreux petits méandres (cours d'eau en lacet). L'effluent final de l'ancienne mine se jette dans le ruisseau Raymond, à l'extrémité est du secteur du projet. Le ruisseau sillonne à travers des marécages et de nombreux barrages de castors, puis se jette dans la rivière Piché, dans une zone particulièrement marécageuse. Son bassin versant, incluant les aires drainées par le site minier, est de 11,7 km² (bassin B, figure 3). La partie de son bassin versant, située en aval du site minier, a une superficie de 5,7 km² ainsi qu'une longueur d'environ 4,7 km (station H2, bassin versant B en excluant les sous-bassins B1 à B4, figure 3). La rivière Piché constitue l'exutoire du lac Fournière, situé à environ 4,3 km en amont de la station H3, et son régime hydrologique est principalement relié aux variations du niveau du lac. La superficie de son bassin versant à sa confluence avec le ruisseau Raymond est d'environ 194,8 km² (figure 3).

Le ruisseau Mainville, qui reçoit les eaux naturelles du fossé de dérivation sud de la partie ouest du site minier, coule jusqu'au lac Fournière, 8 km plus au sud. Le bassin versant de ce cours d'eau est de l'ordre de 5,3 km² à sa rencontre du chemin du 7^e Rang, situé approximativement à la limite du projet (station H4, figure 3).

La rivière Malartic, située au nord de la mine projetée, traverse le village de Malartic. À l'extrémité est, elle bifurque vers le nord pour aller rejoindre la rivière Harricana, en passant notamment par le lac Malartic situé à 12 km au nord. La superficie du bassin versant de la rivière Malartic, à sa croisée du chemin de fer du Canadien National (CN), est d'environ 28,5 km² (station H1, figure 3). Elle reçoit les eaux naturelles en provenance de la dérivation nord du site minier. Ces quatre cours d'eau sont caractérisés en détail dans les sections suivantes.

4.2 **Méthode**

4.2.1 **Données disponibles**

4.2.1.1 **Revue de littérature**

Une liste exhaustive de rapports portant sur le site minier East Malartic est répertoriée dans le manuel d'opération et de surveillance du site (MRNF, 2007), dont les principaux traitant particulièrement de l'hydrologie et des ouvrages hydrauliques du site sont :

- Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF). Janvier 2007. *Manuel d'opération et de surveillance de l'ancien site minier East Malartic*;
- Golder Associés Ltée. 2002a. *Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation, bassin de polissage et bassin versant nord : Site Est-Malartic*. Rapport soumis à Barrick Gold Corporation (mars 2002);
- Golder Associés Ltée. 2002b. *Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation et de polissage : Division Est-Malartic*. Rapport préliminaire présenté à Barrick Gold Corporation (novembre 2002).

Les stations hydrométriques avoisinantes du projet minier Canadian Malartic pour lesquelles des données de débits sont disponibles proviennent de bassins versants importants, soit de plus de 984 km² (tableau 19 et figure 2). La base de données Hydrologic data (HYDAT) d'Environnement Canada (2004) fourni, en détail, les débits mesurés à ces stations.

Tableau 19					
Principales stations hydrométriques situées à proximité de la mine projetée.					
N° HYDAT/ CEHQ	Localisation	Latitude	Longitude	Superficie du bassin versant (km²)	Période
02JB003	Kinojévis - en aval de la rivière Villemont	48° 27' 21" N	78° 21' 40" O	1 680	1933 – 1966
02JB004/ 043008	Kinojévis - en aval du lac Preissac	48° 24' 20" N	78° 21' 51" O	984	1938 – 1972
02JB013/ 043012	Kinojévis - à Cléricy	48° 22' 0" N	78° 51' 12" O	2 590	1965 -
04NA001/ 080101	Harricana - à Amos	48° 36' 2" N	78° 6' 34" O	3 680	1933 -

De nombreuses données sont aussi disponibles pour ces stations auprès du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), notamment les principales statistiques d'étiage ainsi que pour certaines, les données récentes de débit (<http://www.cehq.gouv.qc.ca/>).

4.2.1.2 Campagnes de relevés complémentaires

Deux campagnes de terrain ont été réalisées afin de récolter des données spécifiques à l'hydrologie des quatre cours d'eau étudiés. La première campagne s'est déroulée du 1^{er} au 5 mai 2007. Les travaux réalisés ont comporté les actions suivantes :

- la validation et la sélection finale des sites des stations hydrométriques;
- la mise en place d'une sonde à niveau d'eau à chacune des stations hydrométriques;
- la mise en place à chaque station d'un référentiel d'élévation arbitraire;
- les relevés topographiques (profils en long et profils en travers);
- la réalisation des premiers jaugeages;
- la mise en place d'un pluviomètre au voisinage des bureaux de La Corporation minière Osisko, à Malartic.

La deuxième campagne de mesures a eu lieu les 11 et 12 septembre 2007. Les travaux réalisés durant cette campagne ont consisté en des jaugeages et des mesures de niveaux d'eau aux mêmes stations hydrométriques. Entre ces deux campagnes de mesures, des vérifications des sondes à niveau d'eau ont aussi été effectuées afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. L'annexe 1 présente des photographies décrivant les conditions lors de ces deux campagnes de mesures.

4.2.2 Approche générale

La majeure partie du secteur du projet ne possède pas un régime hydrologique naturel. Elle est affectée par les structures et les opérations de l'ancien site East Malartic qui visaient à prévenir l'exondation des résidus ainsi qu'à gérer et à traiter les eaux adéquatement avant leur rejet dans le milieu naturel. Dans ces circonstances, la revue des rapports portant sur la gestion des eaux du site minier East Malartic fournit les principales informations. Le document en présente l'essentiel pour mieux comprendre les conditions hydrologiques, particulièrement dans le secteur de l'ancienne mine East Malartic ainsi que pour les cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier aurifère Canadian Malartic.

Puisque les sources d'informations sont nombreuses, les plus récentes, soit celles fournies par le Manuel d'opération et de surveillance de l'ancien site minier East Malartic (2007), sont considérées prévaloir sur les informations plus anciennes, à moins qu'elles ne proviennent d'une référence clairement citée.

L'hydrologie des cours d'eau étant susceptibles d'être affectés par le projet est étudiée à la suite de cette revue. Les relevés effectués au cours de 2007 sont tout d'abord analysés afin de bien comprendre le comportement hydrologique. La pluviométrie mesurée sur le site est comparée avec les variations du niveau d'eau et les quelques débits mesurés de manière à présenter un portrait le plus complet possible du ruissellement.

Par la suite, les caractéristiques hydrologiques (débits moyen, de crue et d'étiage) sont estimées de diverses façons. À cette fin, les études de Golder (2002a; b) qui ont été produites dans le cadre de la conception des ouvrages hydrauliques de gestion des eaux du site East Malartic sont utilisées. En guise de comparaison, une méthode basée sur une étude de régionalisation des crues est aussi employée (Anctil *et al.*, 1998; Messier *et al.*, 2007). Pour les

petits bassins versants d'une superficie de moins de 40 km², la méthode rationnelle, présentée dans le *Guide de conception des ponceaux* (MTQ, 2004), est aussi utilisée, laquelle est basée sur la morphologie du bassin et les données de précipitation.

Pour les étiages, les débits sont tirés des études effectuées par le CEHQ pour les stations hydrométriques situées à proximité de la mine projetée. De plus amples détails sur les méthodes de détermination des étiages et des crues sont fournis dans la section suivante.

4.2.3 Outils de caractérisation des crues et des étiages

Ruissellement régional (Golder, 2002a)

Dans le cadre de l'étude de la performance des bassins et des ouvrages hydrauliques du site minier East Malartic, un bilan hydrique de crue a notamment été réalisé (Golder, 2002a). Comme base de comparaison, une analyse du ruissellement régional a été effectuée à partir des stations hydrométriques exploitées par le CEHQ. Un portrait du ruissellement moyen mensuel ainsi que des crues centennales et millennales a été produit.

Le ruissellement mensuel a été établi à partir des stations hydrométriques 02JB004 (984 km²), 02JB013 (1 680 km²) et 02JB003 (2 590 km²) de la rivière Kinojévis, des stations 03AC001 de la rivière Bell à Senneterre (1 990 km²) et 04NA001 de la rivière Harricana à Amos (3 680 km²). Le tableau 20 présente les ruissellements mensuels moyens minimums et maximums pour ces stations. Étant donné que les bassins versants de ces stations sont beaucoup plus grands que ceux étudiés dans le contexte de la présente étude, leur utilisation comme base d'analyse régionale ne fournit qu'une estimation des caractéristiques hydrologiques.

Tableau 20												
Ruissellements spécifiques mensuels moyens (mm) des cinq stations hydrométriques les plus proches de la mine projetée.												
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Moyenne ¹	21	14	15	56	100	68	46	34	33	41	41	31
Maximum extrême	46	31	37	151	206	170	107	80	83	118	99	85
Minimum ²	15	12	14	32	89	50	32	25	25	39	37	22
Maximum ³	25	17	16	93	113	77	56	40	37	45	45	36

1 Moyenne de toutes les stations, soit 02JB004, 0JB013, 0JB003, 03AC001 et 04NA001.

2 Minimum des cinq stations du CEHQ les plus proches de la mine projetée.

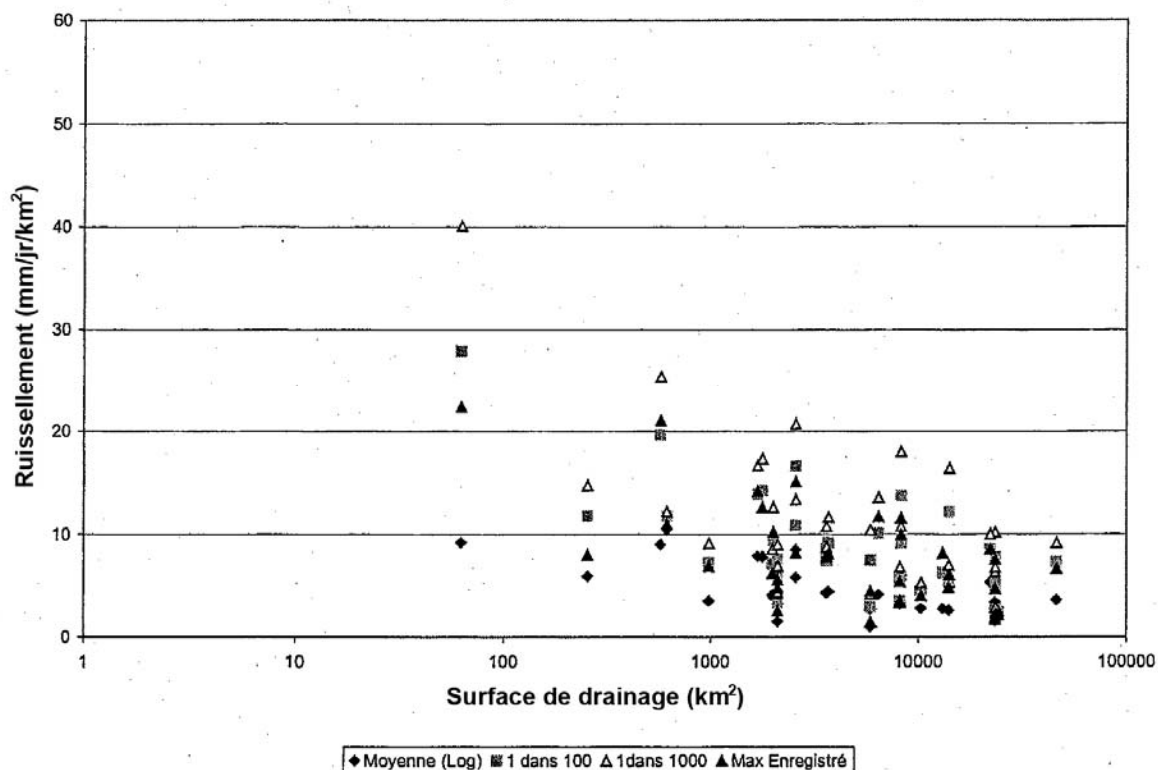
3 Maximum des cinq stations du CEHQ les plus proches de la mine projetée.

Source : Tiré de Golder (2002a).

Des analyses fréquentielles (distribution log-normale à 2 paramètres) ont aussi été réalisées par Golder (2002a) à partir des données de stations hydrométriques situées dans un rayon de 150 km autour du site. Les résultats ont été portés en graphique semi-logarithmique sous forme de ruissellement spécifique journalier maximal mesuré, moyen, centennale et millénaire en fonction de la surface de drainage (figure 7).

Méthode régionale

Pour générer les statistiques de crues, des méthodes de régionalisation ont été développées pour l'ensemble du Québec, à partir des données des stations hydrométriques québécoises (Hoang, 1977; Anctil *et al.* 1998). La méthode la plus récente, c'est-à-dire en raison du procédé d'extraction du minerai qui fait usage d'importantes quantités d'eau celle développée par Anctil et ses collaborateurs, a été utilisée. Les débits de crue sont déterminés à partir de la multiplication du débit de crue moyen (moyenne des maximums annuels) par des quantiles normalisés régionaux de crue associés à différentes récurrences. Tel que défini dans la méthode, le projet minier Canadian Malartic est situé dans la région homogène III et les quantiles normalisés régionaux associés sont présentés au tableau 21.



Source : Tiré de Golder (2002a).

Figure 7 Ruissellements spécifiques journaliers maximal mesuré, moyen, centennale et milléniale dans un rayon de 150 km autour de la mine projetée.

Tableau 21	
Quantiles normalisés régionaux dans le secteur du projet.	
Réurrence (ans)	Quantiles normalisés régionaux¹
2	0,90
10	1,28
25	1,43
50	1,54
100	1,64

¹ De la région homogène III; estimés selon Ancil *et al.* (1998).

Puisque la crue moyenne des cours d'eau étudiés n'est pas connue, une estimation du débit (Q) est calculée à l'aide de l'équation suivante qui est fonction du bassin versant drainé (Messier *et al.*, 2007) :

$$Q = 0,84 A^{0,79}$$

où :

A = est l'aire du bassin versant (km²)

Cette équation a été développée particulièrement pour les petits bassins versants de 10 à 360 km².

Méthode rationnelle

La méthode rationnelle a été employée pour l'ensemble des cours d'eau dont la superficie du bassin versant est inférieure à 40 km² (MTQ, 2004). L'équation à la base de cette méthode a la forme suivante :

$$Q = 0,278 C i A$$

où :

Q = est le débit de pointe (m³/s)

C = est le coefficient de ruissellement de pointe

i = est l'intensité des précipitations (mm/h)

A = est la superficie du bassin versant (km²)

Les valeurs de i qui ont été utilisées proviennent de la courbe IDF de la station Val-d'Or-aéroport (section 3.2.2). De plus amples détails sur la procédure de calculs et sur les hypothèses sous-jacentes de la méthode sont fournis dans le MTQ (2004).

Statistiques des étiages du CEHQ

Afin d'offrir un portrait rapide des débits d'étiage à un endroit quelconque de l'ensemble du territoire québécois, le CEHQ a calculé et cartographié les débits d'étiage de plusieurs cours d'eau du Québec (CEHQ, 2005). Trois valeurs de débits d'étiage ont été estimées aux stations hydrométriques québécoises pour la période annuelle et estivale (1^{er} juin au 31 octobre) :

- $Q_{2,7}$ et $Q_{10,7}$: débits d'étiage de récurrence 2 et 10 ans calculés sur une plage de 7 jours consécutifs;
- $Q_{5,30}$: débit d'étiage de récurrence 5 ans calculé sur une plage de 30 jours consécutifs.

Les valeurs sont présentées sous forme de débit spécifique, soit le débit divisé par la superficie du bassin versant. Les séries de données estivales et annuelles ont été validées à l'aide de différents tests statistiques (Kendall, Wald-Wolfowitz). Des lois de distribution pour les débits d'étiage ont ensuite été ajustées à l'aide du logiciel HYFRAN, développé par l'Institut national de la recherche scientifique Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE).

Les trois stations les plus proches de la mine projetée traitées dans l'étude du CEHQ sont présentées au tableau 22 avec leurs débits spécifiques d'étiage respectifs.

Tableau 22			
Débits spécifiques d'étiage pour les trois stations les plus proches de la mine projetée.			
Caractéristique	Kinojévis – aval du lac Preissac (043008 / 02JB004)	Kinojévis – à Cléricy (043012 / 02JB013)	Harricana – à Amos (080101 / 04NA001)
Bassin versant (km ²)	984	2 590	3 680
Q _{2,7} estival (l/s/km ²)	9,53	4,78	7,42
Q _{10,7} estival (l/s/km ²)	5,84	3,29	4,77
Q _{5,30} estival (l/s/km ²)	7,53	4,24	6,22
Q _{2,7} annuel (l/s/km ²)	5,26	3,22	4,49
Q _{10,7} annuel (l/s/km ²)	4,01	2,09	3,74
Q _{5,30} annuel (l/s/km ²)	4,61	2,62	4,28

Les petits bassins versants de moins de 100 km² étant peu nombreux dans l'étude du CEHQ, il est donc difficile de faire des estimations précises des débits d'étiage à partir des résultats de cette étude. Les valeurs obtenues doivent donc être comparées avec les débits obtenus par jaugeages au cours de 2007 afin de s'assurer que les estimations soient cohérentes avec les observations effectuées.

4.3 Résultats et discussion

4.3.1 Description des principales infrastructures et du plan de gestion des eaux de l'ancien site minier East Malartic

L'ancien site minier East Malartic est séparé en deux grands secteurs, soit celui contrôlant et permettant le traitement des eaux de drainage minier acide, et celui permettant de dériver les eaux naturelles afin d'éviter leur contamination. Certains parcs à résidus sont neutres, ce qui permet de diriger les eaux qui y sont en contact vers le milieu naturel, alors que pour ceux ayant un potentiel acidogène, les eaux doivent être acheminées pour traitement vers les bassins de sédimentation et de polissage. Les aires d'accumulation ayant un potentiel d'acidification des eaux sont les suivantes : la cellule 2 et le plus récent parc à résidus East Malartic (figure 3). Les bassins de sédimentation et de polissage, de par leur nature, constituent aussi des sources potentielles de drainage minier acide et sont considérés comme

des aires d'accumulation. Les fosses d'extraction Canadian Malartic, Barnat et East Malartic, lesquelles sont reliées entre elles par la voie des écoulements souterrains, ont aussi un potentiel acidogène. Les eaux drainées des cellules 1 et 3 de l'ancienne usine de traitement, ainsi que toutes celles situées en amont du site minier (à l'ouest), sont considérées comme naturelles et sont acheminées vers la rivière Malartic et le ruisseau Mainville (figure 6).

Les différentes aires d'accumulation, localisées sur le site de l'ancienne mine, ont été construites au fil des années afin de gérer les résidus miniers. Les bassins sont délimités par une série de digues ainsi que par la topographie. Les sous-sections suivantes fournissent une description des principales infrastructures en lien avec l'hydrologie du site.

4.3.1.1 Principaux critères de conception de la mine East Malartic

Les plus récentes modifications aux infrastructures de la mine East Malartic, en relation avec la gestion des eaux, ont été réalisées en considérant les critères de conception suivants (Golder, 2002a) :

- les résidus acidifiants ne doivent pas être exposés à l'air, même sous des conditions de sécheresse extrême (récurrence 1 000 ans);
- aucune submersion des digues ni dépassement de la capacité des ouvrages d'évacuation et de dérivation ne doit survenir lors de l'évènement d'une crue occasionnée par une pluie maximale probable (PMP) sur 24 heures.

En novembre 2002, Golder (2002b) a réalisé une étude visant à évaluer l'adéquation des différentes infrastructures lors du passage d'un évènement de PMP sur 24 heures. Les analyses réalisées démontrent que l'évènement d'une PMP sur 24 heures est plus critique qu'une pluie de récurrence 1 000 ans jumelée à la fonte du couvert de neige en 3 jours, particulièrement en ce qui a trait au débit de pointe.

4.3.1.2 Parc à résidus

Le parc à résidus East Malartic est ennoyé depuis la fermeture de la mine, contrairement aux cellules 1 à 3. Les aires ayant un potentiel de générer du drainage minier acide sont aménagées pour permettre de capter et d'acheminer les eaux vers le bassin de sédimentation afin de procéder à leur traitement.

Cellule 1

Du début des opérations minières et jusque dans les années 60, les résidus ont été disposés dans la cellule 1, et aujourd'hui, ils sont considérés neutres. La superficie de la cellule est d'environ 35 ha, laquelle est drainée vers le nord vers le fossé de dérivation nord. La digue de la cellule 1 sépare les eaux des cellules. Celles-ci sont de composition différente (MRNF, 2007).

Cellule 2

Durant les années 60 à 80, les résidus furent accumulés dans les cellules 2 et 3. La cellule 2, dont les résidus ont encore un potentiel de génération d'acide, possède une superficie d'environ 73 ha. Deux tours de décantation sont en opération aux extrémités est et ouest de la cellule et permettent de faire transiter les eaux vers le bassin de sédimentation. Un petit déversoir d'urgence, localisé près de la tour est, est aussi présent pour sécuriser les digues advenant des précipitations importantes.

Cellule 3

La cellule 3 est située dans une dépression limitrophe à l'est de la cellule 2. La superficie de la cellule est d'environ 36 ha. De récentes analyses de la qualité des eaux circulant dans la cellule montrent que le site ne génère plus d'acide. Dans ces circonstances, les eaux sont drainées vers le fossé de dérivation nord, qui longe la cellule au nord-ouest. Lors de forts débits, ce dernier inonde la partie marécageuse de la cellule.

Parc à résidus East Malartic

Le parc à résidus East Malartic, utilisé durant les années 90 ainsi qu'au début des années 2000, contient des résidus acides. La superficie de l'aire d'accumulation des résidus est de l'ordre de 180 ha et son bassin versant est d'environ 280 ha (MRNF, 2007). Il a été conçu pour envoyer les résidus à la fin des activités d'exploitation, comme c'est le cas maintenant. Les digues 1, 2 et 3 assurent la dérivation des eaux vers les fossés au nord et au sud du parc. Les digues 4, 5 et ouest retiennent les eaux recouvrant le parc.

Décanteur n° 1

Le décanteur n° 1, situé au nord de la digue 5, est un ouvrage en béton d'environ 15 m de long, comportant deux canaux de section rectangulaire de 2 m de largeur, munis de poutrelles, dont l'élévation du radier est à 327,3 m (MRNF, 2007). À la sortie du décanteur, les eaux sont acheminées au bassin de sédimentation par un canal d'environ 400 m de longueur.

Déversoirs d'urgence

Lors d'événements de pluies importantes, deux déversoirs d'urgence entrent en opération. Le premier déversoir est situé à l'extrémité sud de la digue 5 et son radier est à l'élévation 328,3 m et possède une largeur de 10 m. Le second déversoir, plus récent, est situé à l'extrémité nord de la digue ouest et permet, par son ajout, le passage des eaux lors d'une PMP. Le niveau maximal atteint au passage de la PMP est de 328,02 m et le niveau normal d'opération est de 327,45 m (MRNF, 2007).

4.3.1.3 Bassin de sédimentation East Malartic

La superficie de ce bassin de sédimentation est de 110 ha et la superficie drainée est de 135 ha, excluant les eaux en provenance du parc à résidus et de la cellule 2 qui s'y déversent (MRNF, 2007). En 2005, un déversoir a été ajouté de manière à évacuer les eaux provenant d'une PMP. Afin de permettre l'accumulation des eaux de fonte au printemps, une vidange du bassin est effectuée durant les mois d'octobre et novembre de manière à descendre le niveau d'eau à la cote 324,0 m.

Décanteur n° 2

La tour de décantation, d'environ 1 m de largeur (42 po), est située au sud de la digue est (MRNF, 2007). À la sortie du décanteur, les eaux sont acheminées au bassin de sédimentation par un canal d'environ 250 m de longueur.

Déversoir d'urgence

En 2005, un déversoir d'urgence a été ajouté au sud de la tour de décantation n° 2, dont le radier est à l'élévation 325,5 m, de manière à permettre l'évacuation des eaux provenant d'une PMP. Le niveau maximal atteint au passage de la PMP est de 326,07 m et le niveau normal d'opération est de 325,50 m (MRNF, 2007 et Golder, 2002b).

4.3.1.4 Bassin de polissage East Malartic

Le bassin de polissage constitue l'étape ultime dans le traitement des eaux avant de les acheminer dans le milieu naturel (effluent final). La superficie du bassin de polissage est d'environ 55 ha et la superficie drainée est de l'ordre des 120 ha (MRNF, 2007). Le bassin est ceinturé à l'ouest par la digue est et par les digues de polissage nord et sud à l'est. Au nord et au sud, les eaux sont contenues par la topographie naturelle.

Tout comme pour le bassin de sédimentation, une vidange du bassin de polissage a lieu chaque automne. Étant donné la faible capacité du bassin de polissage, une vidange du bassin est aussi réalisée dès que possible au printemps.

L'effluent final moyen déversé durant la période de 1994 à 2004 est de l'ordre de 2,5 millions m³/an (Mm³/an), avec un minimum et un maximum de 1,8 et 3,3 Mm³/an. Puisque les eaux souterraines puisées sont maintenant envoyées dans le bassin de sédimentation, on peut majorer ce volume de 350 000 m³/an (MRNF, 2007).

Caractéristique du décanteur

La tour de décantation est située à l'extrémité sud de la digue de polissage sud et possède trois passes, dont une seule est actuellement en opération. Les deux autres sont fermées à l'aide de poutrelles. La passe en opération possède une largeur de 1,9 m et son radier est à l'élévation 319,10 m.

Déversoir d'urgence

Un déversoir d'urgence, dont le radier est à l'élévation 319,39 m, est aussi attenant à la tour de décantation. Le niveau maximal atteint au passage de la PMP est de 319,67 m et le niveau normal d'opération est de 319,10 m (MRNF, 2007 et Golder, 2002b). La capacité des systèmes d'évacuation du bassin de polissage permettrait d'évacuer les eaux de la PMP à un débit de l'ordre de 7,8 m³/s (Golder, 2002b).

4.3.1.5 Dérivation des eaux naturelles

Fossé de dérivation sud

Le fossé de dérivation sud sert à dériver vers le ruisseau Mainville une partie des eaux drainées dans la partie amont du bassin versant du ruisseau Raymond (superficie d'environ 532 ha). Après un parcours d'environ 9 km, le ruisseau Mainville se jette dans le lac Fournière.

Fossé de dérivation nord

Le fossé de dérivation nord sert à dériver le reste des eaux drainées de la partie amont du bassin versant du ruisseau Raymond vers la rivière Malartic. Le secteur est du bassin versant est relativement plat et composé d'étangs et de marécages, alors qu'à l'ouest, les pentes sont plus fortes et offrent de meilleures capacités de drainage.

Les digues 1 et 2 du parc à résidus interceptent et redirigent les eaux drainées du bassin versant nord vers le fossé de dérivation nord. Les digues nord, 1 et 2 agissent comme un bassin de rétention et limitent l'amplitude des débits lors de crues. Quatre ponceaux insérés

dans la digue de rétention nord contrôlent les eaux et les acheminent vers le fossé de dérivation nord, lequel traverse la cellule n° 3, la route 117 et puis atteignent la rivière Malartic sur un parcours d'environ 3 km. Les pentes du fossé oscillent entre 0,1 et 1,0 %.

La capacité d'emmagasinement du bassin de rétention est de l'ordre de 330 000 m³ à une élévation de 328,50 m (évaluée par Cumming Cockburn, 1992). La capacité du canal trapézoïdal de 1 m de largeur a été estimée à environ 1,3 m³/s dans les secteurs de plus faible pente, en considérant un coefficient de Manning de l'ordre de 0,04 (Golder, 2002a).

Fossé en aval de la digue 5

Ce fossé achemine les eaux drainées en aval de la digue n° 5 vers un tributaire du lac Fournière.

4.3.2 Analyse hydrologique des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet

4.3.2.1 Hydrologie entre mai et octobre 2007

Contexte hydrologique

Tel que décrit à la section 3.2.2, les précipitations à l'automne 2007, particulièrement en septembre, ont été plutôt rares (2^e septembre le plus sec depuis 1951). Le temps a aussi été plus chaud qu'à l'habitude en octobre, soit le 4^e plus chaud depuis 1951 (CRIACC, 2007c). Ces conditions climatiques sévères ont eu pour effet de créer un stress sur les cours d'eau, en y limitant les apports. En octobre, les rivières Kinojévis (station 043012 / 02JB013) et Harricana (station 080101 / 04NA001) ont atteint des débits en deçà des minimums observés entre 1970 et 2000 (annexe 2), alors qu'en septembre, ils y étaient comparables. Le débit de la rivière Kinojévis a notamment été de l'ordre de 8,5 m³/s durant près de 7 jours au milieu du mois d'octobre, ce qui correspond environ au débit d'étiage $Q_{10,7}$ de cette station (CEHQ, 2005). Le même constat est aussi observable sur la rivière Harricana et comme le comportement hydrologique de toutes les rivières instrumentées dans la région est le même, il est raisonnable d'anticiper que les conditions hydrologiques mesurées aux stations hydrométriques installées par GENIVAR en 2007 suivent la même tendance.

Données récoltées sur les cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier

Les figures 8 à 11 présentent les données qui ont été récoltées par GENIVAR entre les mois de mai et d'octobre en 2007 aux stations hydrométriques H1, H2, H3 et H4 ainsi qu'au pluviomètre (M1). Sur chacune des figures, le hyétogramme de la station M1 est présenté afin de mieux mettre en relation les précipitations avec les variations du niveau d'eau aux stations hydrométriques.

La sonde à niveau d'eau, mise en place à la station H1 de la rivière Malartic, montre que cette rivière réagit plutôt rapidement aux précipitations (figure 8). L'écart entre les niveaux minimums et maximums enregistrés est d'environ 60 cm. Les débits jaugés les 1^{er}, 4 et 5 mai 2007 sont respectivement de 1,36, 1,07 et 0,71 m³/s, alors qu'en étiage, les jaugeages ont donné des débits aussi faibles que 0,018 m³/s. Si on en croit les faibles variations du niveau d'eau, ce débit aurait perduré jusqu'en octobre, alors que les rivières Kinojévis et Harricana subissaient un étiage estival de récurrence 10 ans ($Q_{10,7}$). Un débit de 0,018 m³/s pourrait donc correspondre à de telles conditions hydrologiques.

Les niveaux d'eau mesurés à la station H2 du ruisseau Raymond, entre le 4 mai et le 12 septembre 2007, montrent à quel point les nombreux marécages et barrages de castors ont une influence sur l'hydrologie de ce cours d'eau (figure 9). Comparativement à la rivière Malartic, les variations du niveau d'eau (et du débit) sont généralement faibles et lentes. Durant la période de mesure, aucun déversement n'a eu lieu au déversoir du bassin de polissage et la vidange automnale des bassins a débuté le 11 septembre 2007. La présence des marécages et l'activité des castors ainsi que le refoulement possible de la rivière Piché font en sorte que les données qui sont récoltées sur ce cours d'eau sont difficiles à interpréter. En effet, la construction des barrages de castors affecte le comportement hydrologique du cours d'eau, ce qui fait que la relation entre le niveau d'eau et le débit peut varier dans le temps, alors que les marais font en sorte que les variations de niveaux d'eau sont la plupart du temps faibles. Des débits avoisinant les 0,13 m³/s ont été mesurés les 2, 3 et 5 mai 2007.

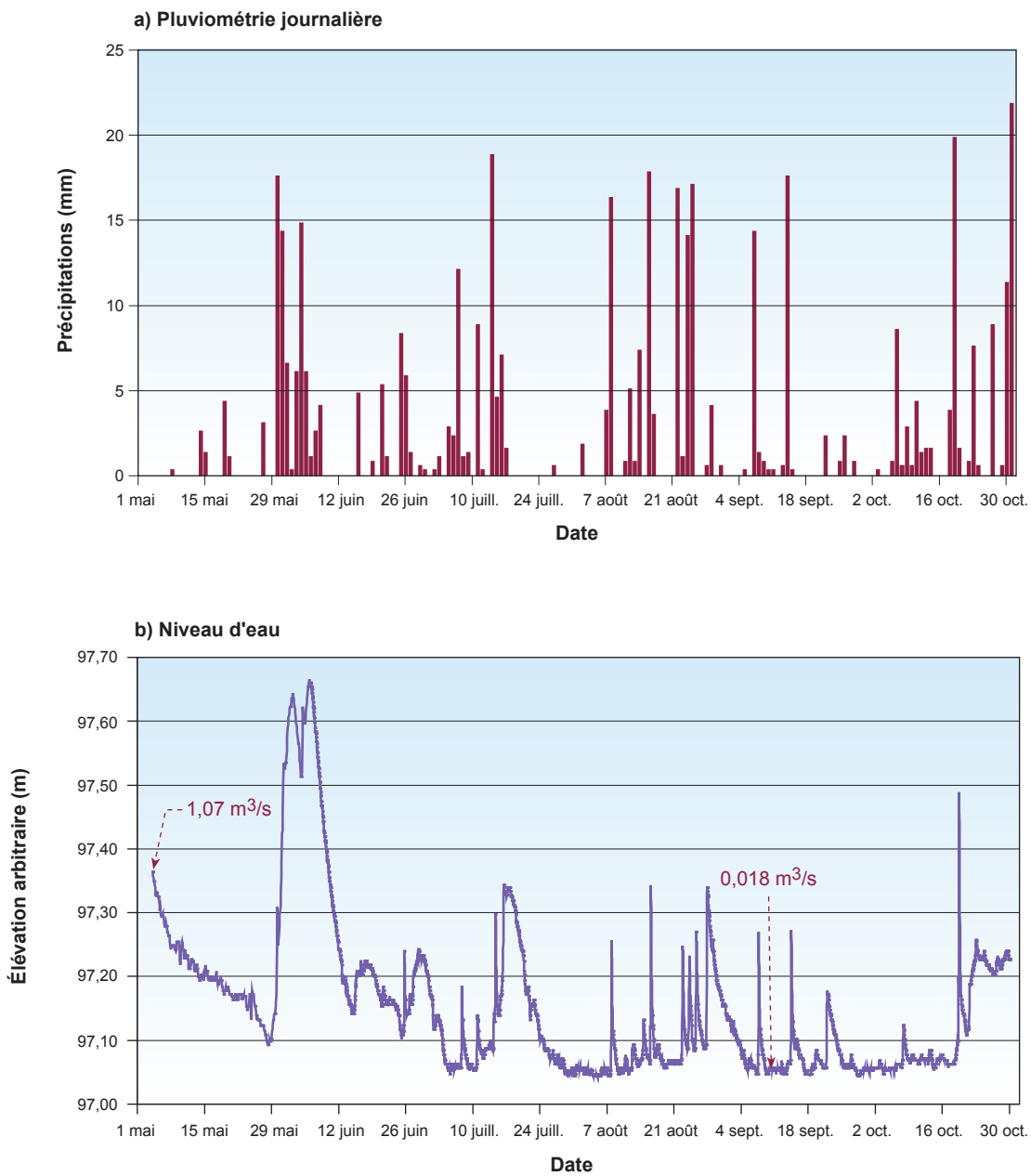


Figure 8 Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H1 de la rivière Malartic, de mai à octobre 2007.

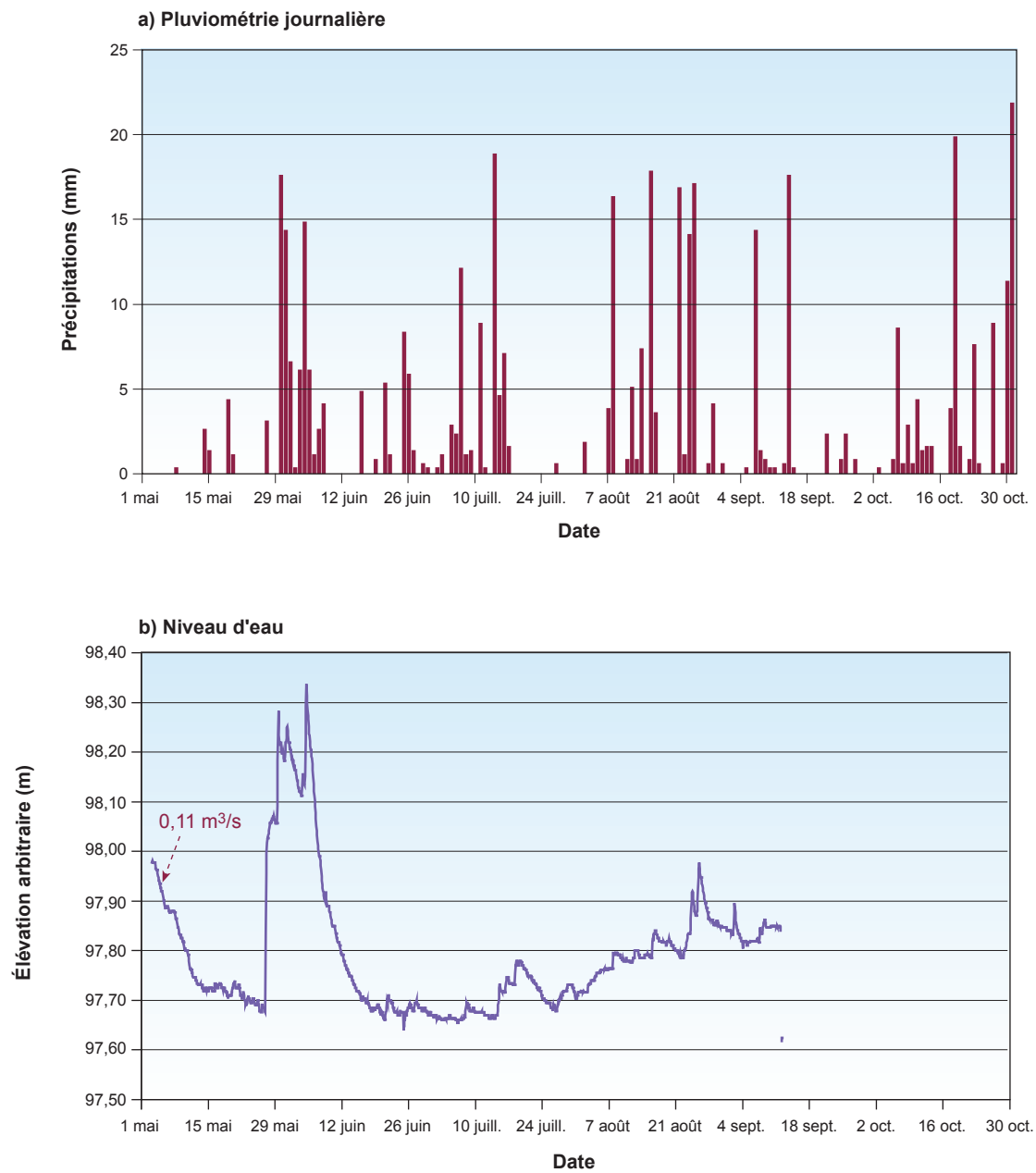


Figure 9 Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H2 du ruisseau Raymond, de mai à octobre 2007.

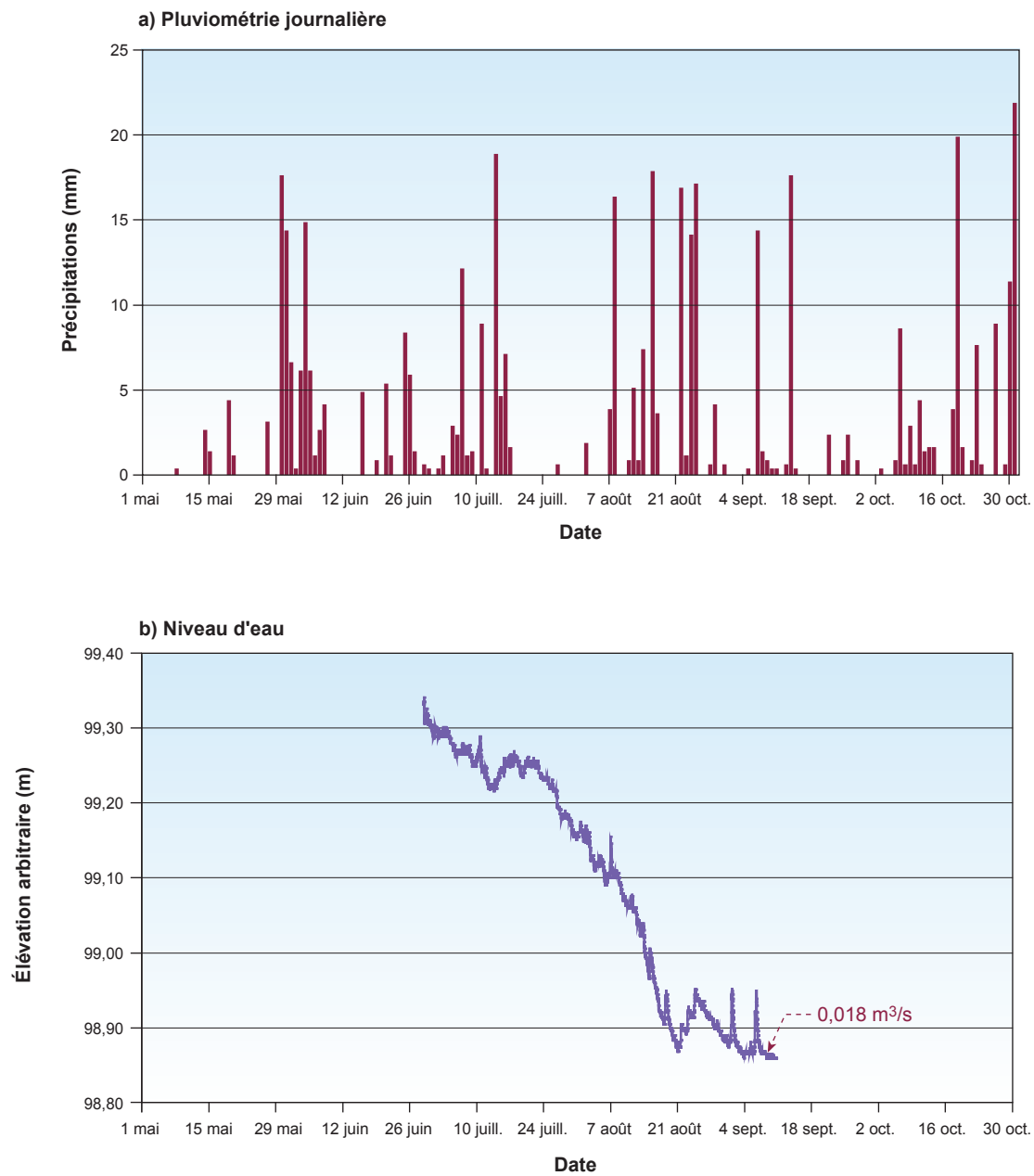


Figure 10 Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H3 de la rivière Piché, de mai à octobre 2007.

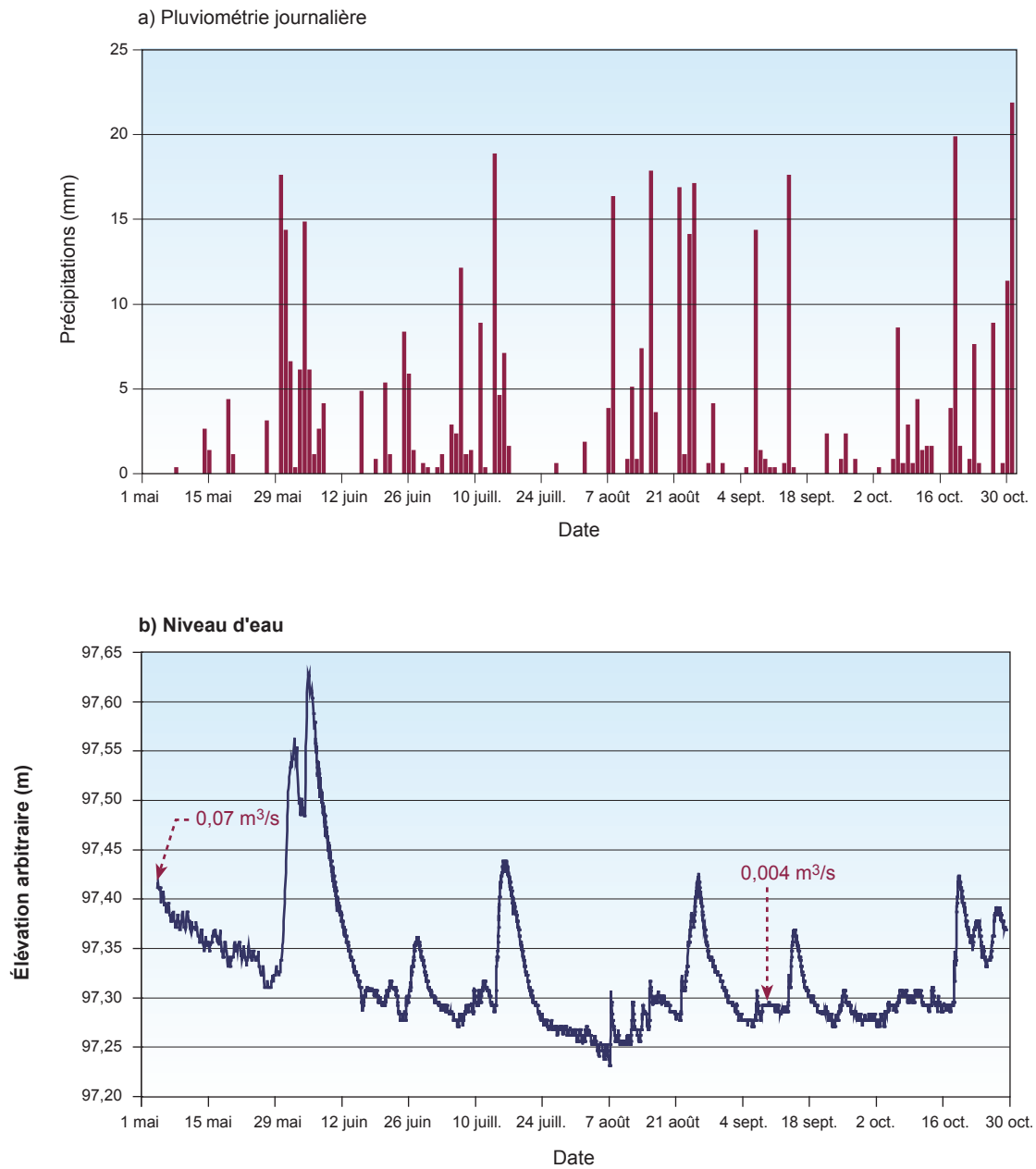


Figure 11 Pluviométrie à la station M1, niveaux d'eau et débits mesurés à la station H4 du ruisseau Mainville, de mai à octobre 2007.

La rivière Piché possède une hydrologie particulière qui est caractérisée par l'influence dominante du lac Fournière, dont elle est l'exutoire. Ce lac agit comme une zone tampon qui emmagasine les apports de la fonte des neiges, des précipitations et du ruissellement de son bassin versant de 194,8 km². Les débits à la station H3 de la rivière Piché sont donc contrôlés par le niveau du lac. De juillet jusqu'au début de septembre 2007, le niveau d'eau a baissé graduellement malgré les quelques précipitations enregistrées au début de juillet et d'août (figure 10). Entre le 1^{er} mai et le 12 septembre 2007, le débit est passé de 7,9 m³/s à 0,018 m³/s et le niveau d'eau a subi une baisse d'environ 70 cm. Tout comme pour la rivière Malartic, il est jugé adéquat d'estimer que le débit d'étiage estival $Q_{10,7}$ soit de l'ordre de 0,018 m³/s.

Enfin, les niveaux d'eau du ruisseau Mainville, mesurés à la station H4, montrent qu'il réagit rapidement aux averses (figure 11). La petite dimension de son bassin versant et la faible présence de marais et de barrages de castors expliquent en grande partie ce comportement. Les débits mesurés dans ce cours d'eau sont très faibles, soit de l'ordre de 0,07 m³/s au début mai 2007 et de 0,004 m³/s en étiage (11 et 12 septembre 2007). Tout comme pour la rivière Malartic, il est jugé adéquat d'estimer que ce débit correspond environ au débit d'étiage estival $Q_{10,7}$.

4.3.2.2 Débit moyen

Les débits moyens annuels spécifiques des stations 02JB008 et 02JB013 de la rivière Kinojévis sont respectivement de 0,0157 et de 0,0160 m³/s/km², alors que celui de la rivière Harricana à Amos (04NA001) est de 0,0147 m³/s/km². Ces valeurs sont très semblables malgré les bassins versants ayant des superficies variant entre 984 et 3 680 km². Il est donc jugé adéquat, à défaut d'avoir de l'information pour de plus petits bassins versants dans la région, que le débit annuel spécifique des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier est d'environ 0,0155 m³/s/km², soit la valeur moyenne des trois stations (tableau 23). Il est à noter que la superficie du bassin versant à la station H2 ne considère pas les eaux en provenance du site minier East Malartic (bassin B moins les bassins B1 à B4, figure 6).

Tableau 23			
Débit moyen annuel des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier.			
Station	Cours d'eau	Aire bassin (km²)	Débit moyen annuel (m³/s)
H1	Malartic	28,5	0,44
H2	Raymond	5,7	0,09 ¹
H3	Piché	194,8	3,02
H4	Mainville	5,3	0,08

1 Ne tient pas compte des déversements du bassin de polissage du site East-Malartic.

Il n'a pas été jugé approprié d'utiliser l'analyse du ruissellement moyen mensuel des stations hydrométriques avoisinantes de la mine projetée, laquelle est présentée en détail à la section 4.2.3. En effet, les bassins versants d'où sont tirées les données sont très différents de ceux des cours d'eau étudiés, notamment en termes de superficie, ce qui pourrait mener à de fausses interprétations du régime hydrologique. Néanmoins, ces stations hydrométriques représentent bien le ruissellement annuel moyen, soit la quantité totale d'eau ruisselé, laquelle ne tient pas compte de la répartition mensuelle.

4.3.2.3 Débit d'étiage

Basé sur les conditions d'étiage rencontrées à l'automne 2007, il est intéressant de comparer les débits jaugés les 11 et 12 septembre 2007 avec les estimations du débit d'étiage faites à partir des quantiles normalisés régionaux (CEHQ, 2005). De manière à être conservateur, les quantiles de la station 043012 / 02JB013 de la rivière Kinojévis à Cléricy sont retenus en raison de leurs faibles valeurs. Le débit spécifique estival $Q_{10,7}$ de cette station est de 3,29 l/s/km². Le tableau 24 compare les débits mesurés les 11 et 12 septembre 2007 avec les débits d'étiage estival $Q_{10,7}$ transposés aux cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier.

Tableau 24

**Comparaison des débits mesurés les 11 et 12 septembre 2007
avec les débits d'étiage estival Q10,7 transposés aux cours
d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier.**

Station	Cours d'eau	Aire bassin (km ²)	Q10,7 ¹ (m ³ /s)	Q mesuré ² (m ³ /s)	Rapport Q10,7/Q mesuré
H1	Malartic	28,5	0,09	0,018	5,2
H2	Raymond	5,7	0,02	-	-
H3	Piché	194,8	0,64	0,018	35,6
H4	Mainville	5,3	0,02	0,004	4,4

1 Obtenu à partir des quantiles normalisés régionaux de la station 043012 / 02JB013.

2 Mesuré le 12 septembre 2007.

On remarque tout d'abord que l'estimation faite à partir des quantiles normalisés régionaux semble surestimer les débits d'étiage, probablement en raison de la grande différence entre les superficies des bassins versants étudiés et celle du bassin de la rivière Kinojévis. Les quantiles amènent une surestimation des débits dans un rapport d'environ 4 à 5, à l'exception de la rivière Piché, où le rapport est d'environ 35. Cette dernière valeur est plutôt élevée en raison d'un débit très faible jaugé en septembre (0,018 m³/s).

En comparaison, pour la même journée, le débit était à peu près identique dans la rivière Malartic, dont le bassin versant est près de 7 fois plus petit. Ce phénomène pourrait être attribuable à la présence du lac Fournière tout juste en amont de la station H3. Toutefois, il est aussi possible que la totalité du débit n'ait pas été jaugée. En effet, comme le montrent les photos à l'annexe 1, le cours d'eau est large pour le débit mesuré et une partie significative du débit peut avoir passé dans un petit canal non identifié lors du jaugeage. Une partie non négligeable du débit pourrait aussi couler à travers le gravier et le galet, laquelle ne peut être mesurée. Un tel phénomène est souvent observé lors d'étiage sévère. En raison de ces sources possibles d'imprécision, il est jugé plus réaliste d'utiliser un rapport de surestimation du débit d'étiage de 5,2, tout comme pour la rivière Malartic.

Puisqu'aucun jaugeage n'a été réalisé en septembre dans le ruisseau Raymond, un rapport de surestimation du débit d'étiage de 4,4 sera utilisé, tout comme le ruisseau Mainville, dont la

superficie du bassin versant est similaire. Ainsi, afin de déterminer les débits d'étiage estivaux et annuels $Q_{2,7}$, $Q_{10,7}$ et $Q_{5,30}$, les débits obtenus à partir des quantiles normalisés régionaux de la rivière Kinojévis à Cléricy sont réduits par un facteur de 4,4 pour les stations H2 et H4 et par un facteur de 5,2 pour les stations H1 et H3 (tableau 25).

Tableau 25								
Débits d'étiage pour les cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier.								
Station	Cours d'eau	Aire bassin (km ²)	Débit d'étiage (m ³ /s)					
			Période estivale ¹			Période annuelle		
			Q _{2,7}	Q _{10,7}	Q _{5,30}	Q _{2,7}	Q _{10,7}	Q _{5,30}
Débit spécifique (l/s/km²)²			4,78	3,29	4,24	3,22	2,09	2,62
H1	Malartic	28,5	0,026	0,018	0,023	0,018	0,011	0,014
H2	Raymond	5,7 ³	0,006	0,004	0,006	0,004	0,003	0,003
H3	Piché	194,8	0,18	0,12	0,16	0,12	0,08	0,10
H4	Mainville	5,3	0,006	0,004	0,005	0,004	0,003	0,003

1 Période estivale : 1^{er} juin au 31 octobre.

2 Débit spécifique à la station 043012/02JB013 de la rivière Kinojévis et à Cléricy.

3 Ne tient pas compte des déversements du bassin de polissage du site East Malartic.

4.3.2.4 Débit de crue

Les débits de crue des quatre cours d'eau étudiés ont été obtenus à partir de la moyenne des valeurs calculées avec la méthode régionale d'Antil *et al.* (1998) et de Messier *et al.* (2007), de la méthode rationnelle (MTQ, 2005) et de l'analyse du ruissellement régional réalisée par Golder (2002a). De manière générale, la méthode rationnelle et la méthode utilisée par Golder donnent des valeurs du même ordre de grandeur, alors que la méthode régionale donne des valeurs pratiquement deux fois plus élevées (tableau 26). La plupart du temps, les valeurs retenues pour les crues proviennent de la moyenne des différentes méthodes. Dans le cas de la rivière Piché, la moyenne a été faite pour la crue centennale puisque la méthode rationnelle ne peut être employée. Pour les autres récurrences, le rapport entre le débit de la méthode régionale et celui retenu pour la crue centennale est appliqué au débit de la méthode régionale.

Tableau 26

Débits de crues des cours d'eau susceptibles d'être affectés par le projet minier (en m³/s).

Cours d'eau	Malartic				Raymond⁴				Piché			Mainville			
Station	H1				H2				H3			H4			
Aire (km ²)	28,5				5,7				194,8			5,3			
Réurrence	Messier/ Anctil ¹	Golder ²	MTQ ³	Valeur retenue	Messier/ Anctil ¹	Golder ²	MTQ ³	Valeur retenue	Messier/ Anctil ¹	Golder ²	Valeur retenue	Messier/ Anctil ¹	Golder ²	MTQ ³	Valeur retenue
2	10,7		5,7	8,2	3,0		1,5	2,2	48,8		39,0	2,8		2,2	2,5
10	15,1		7,8	11,4	4,2		2,0	3,1	69,0		55,1	4,0		3,1	3,5
25	17,0		8,9	12,9	4,8		2,3	3,5	77,6		62,0	4,5		3,5	4,0
50	18,3		9,6	13,9	5,1		2,5	3,8	83,4		66,6	4,8		3,8	4,3
100	19,4	9,9		14,7	5,4	2,3		3,9	88,7	53,0	70,8	5,1	2,2		5,1

5. CONCLUSION

Le climat dans le secteur du projet minier Canadian Malartic est caractérisé par un hiver long et froid et un été relativement court. En hiver, le thermomètre atteint des valeurs moyennes de -17 °C, alors qu'en été, la température moyenne mensuelle ne dépasse que rarement les 17 °C. Les précipitations totales atteignent 914 mm. Les averses locales sont fréquentes et la pluviométrie est donc très variable dans le temps et dans l'espace. Les chutes de neige s'échelonnent de novembre à avril et équivalent en moyenne à 300 mm d'eau. Les vents soufflent généralement du sud ou du nord-ouest, alors que ceux du nord-est et d'est sont rares. L'évaporation équivaut à 652 mm par an et est prédominante en période estivale, alors que le bilan en eau est en moyenne négatif.

La rivière Malartic et la rivière Piché sont les deux principaux cours d'eau du secteur. Toutefois, ces cours d'eau ne sont pas susceptibles d'être affectés par le projet. Quant aux autres cours d'eau, ils ont pour la plupart un régime hydrologique non naturel en raison de la gestion des eaux sur l'ancien site minier de la East Malartic où le projet sera développé.

La présence de lacs (ex. lac Fourrière), de marécages et de barrages de castors sur certains cours d'eau ainsi que la taille du bassin versant du ruisseau Raymond font en sorte que les caractéristiques hydrologiques et la répartition mensuelle des débits sont très différentes selon les cours d'eau. L'étiage automnal 2007 a été sévère, avec une récurrence de l'ordre de 10 ans. Lors de tels événements, dans les petits bassins versants d'une superficie inférieure à 30 km², les débits des cours d'eau atteignent à peine quelques dizaines de litres par seconde.

Les données présentées fournissent un portrait sommaire de la climatologie et l'hydrologique dans le secteur du projet et pourront être utilisées pour l'évaluation des impacts du projet, ainsi que pour orienter les choix de conception des installations projetées par La Corporation minière Osisko.

6. RÉFÉRENCES

- ANCTIL, F., NICOLAS, M. et V.D. HOANG. 1998. *Analyse régionale des crues journalières de la province de Québec*. Can. J. Civ. Eng. 25 : p. 360-369.
- AQUAPRAXIS INC. 2005. *AqualDF – version 3.3.1, base de données de courbes IDF 1961 à 1990*.
- CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC (CEHQ). 2005. *Guide sommaire des méthodes d'estimation des débits d'étiage pour la province de Québec*. <http://www.cehq.gouv.qc.ca/debit-etiage/methode/index.htm>.
- CENTRE DE RESSOURCES EN IMPACTS ET ADAPTATION AU CLIMAT ET À SES CHANGEMENTS (CRIACC). 2007a. Bilan climatologique de l'été 2007. www.criacc.qc.ca/climat/suivi/ete07/bilan_f.html
- CENTRE DE RESSOURCES EN IMPACTS ET ADAPTATION AU CLIMAT ET À SES CHANGEMENTS (CRIACC). 2007b. Bilan climatologique de septembre 2007. www.criacc.qc.ca/climat/suivi/ete07/bilan_f.html
- CENTRE DE RESSOURCES EN IMPACTS ET ADAPTATION AU CLIMAT ET À SES CHANGEMENTS (CRIACC). 2007c. Bilan climatologique d'octobre 2007. www.criacc.qc.ca/climat/suivi/ete07/bilan_f.html
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2004. *HYDAT 2004, version 2.04*.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2006. *Normales et moyennes climatiques au Canada 1971-2000*. www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE. 2002a. *Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation, bassin de polissage et bassin versant nord : Site Est-Malartic*. Rapport soumis à Barrick Gold Corporation (mars 2002).
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE. 2002b. *Bilan hydrique, parc à résidus, bassin de sédimentation et de polissage: Division Est-Malartic*. Rapport préliminaire présenté à Barrick Gold Corporation (novembre 2002).
- MESSIER, F., ANCTIL, F. ET B. BEAULIEU. 2007. *Échelonnage de la crue journalière pour des bassins versants de superficie entre 10 et 360 km² au Québec*.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2007. *Manuel d'opération et de surveillance de l'ancien site minier East Malartic*.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. 2004. *Guide de conception des ponceaux. Guides et manuels techniques.*

NAV CANADA. 2007. <http://www.flightplanning.navcanada.ca/>

ANNEXE 1

Répertoire photographique



Photo 1 Station H1 sur la rivière Malartic, le 2 mai 2007.



Photo 2 Station H1 sur la rivière Malartic, jaugeage le 4 mai 2007.



Photo 3 Vue vers l'aval de la station H2 sur le ruisseau Raymond, le 2 mai 2007.



Photo 4 Vue vers l'amont de la station H2 sur le ruisseau Raymond, le 3 mai 2007.



Photo 5 Vue vers l'aval de la station H2 sur le ruisseau Raymond, le 12 septembre 2007.



Photo 6 Repère arbitraire de nivellement de station H2 sur le ruisseau Raymond.



Photo 7 Vue vers l'aval du déversoir du bassin de polissage vers le ruisseau Raymond, le 2 mai 2007.



Photo 8 Vue de la sortie du déversoir du bassin de polissage, le 12 septembre 2007.



Photo 9 Vue vers l'aval de la station H3 sur la rivière Piché, le 2 mai 2007.



Photo 10 Pont au-dessus de la rivière Piché, le 4 mai 2007.



Photo 11 Vue vers l'aval de la station H3 sur la rivière Piché, le 12 septembre 2007.



Photo 12 Pont au-dessus de la rivière Piché (site de jaugeage), le 12 septembre 2007



Photo 13 Vue en amont de la station H4 sur le ruisseau Mainville, le 2 mai 2007.



Photo 14 Vue au droit de la station H4 sur le ruisseau Mainville, le 12 septembre 2007.



Photo 15 Repère arbitraire de nivellement de la station H4 sur le ruisseau Mainville.



Photo 16 Pluviomètre installé à la station M1, à proximité des bureaux d'OSISKO Exploration Ltée.

ANNEXE 2

Débit aux stations 043012 et 080101 entre avril et décembre 2007

Centre d'expertise
hydrique

Québec

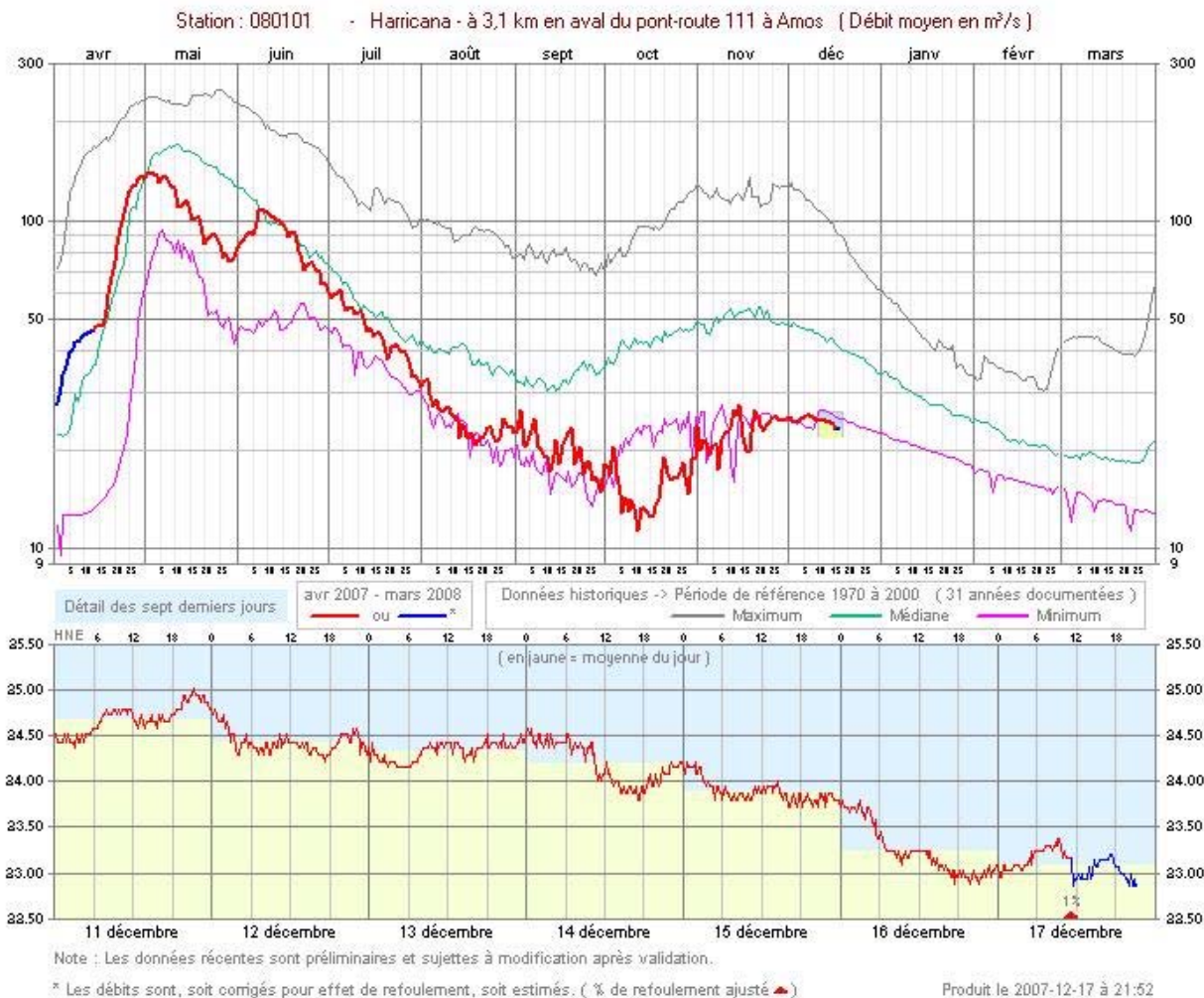


Accueil Plan du site Courrier Portail Québec Recherche English
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs



Débit à la station

(Données préliminaires)

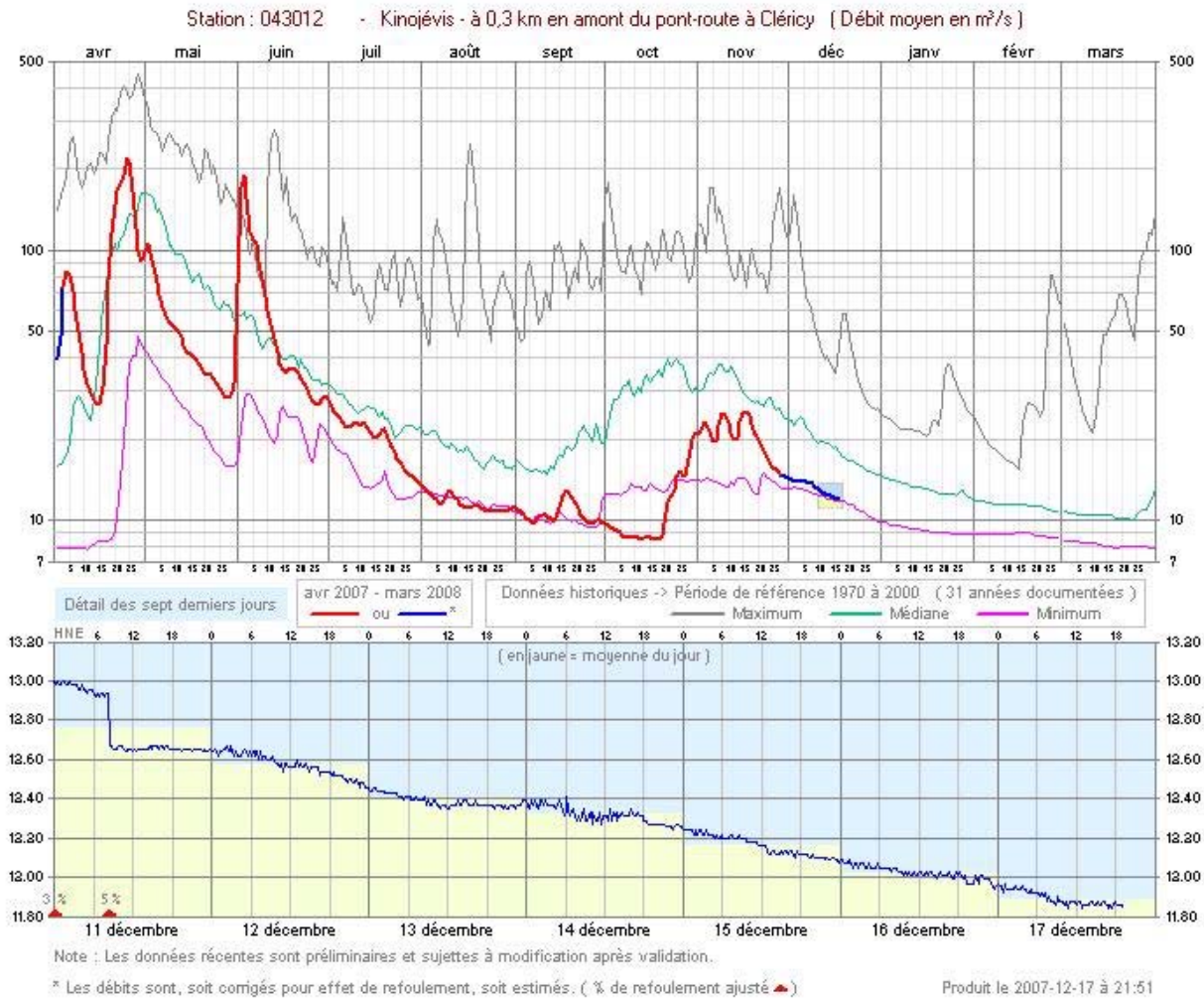


Numéro de la station :	080101
Nom de la station :	Harricana
Description :	à 3,1 km en aval du pont-route 111 à Amos
Municipalité :	Amos
Région administrative :	Abitibi-Témiscamingue
Lac ou cours d'eau :	Harricana, Rivière
Région hydrographique :	Baies de Hannah et de Rupert
Bassin versant à la station :	3 680 km ²
Régime d'écoulement :	Naturel
Numéro fédéral de la station :	04NA001



Débit à la station

(Données préliminaires)



Numéro de la station :	043012
Nom de la station :	Kinojévis
Description :	à 0,3 km en amont du pont-route à Cléricy
Municipalité :	Rouyn-Noranda
Région administrative :	Abitibi-Témiscamingue
Lac ou cours d'eau :	Kinojévis, Rivière
Région hydrographique :	Otaouais et Montréal
Bassin versant à la station :	2 590 km ²
Régime d'écoulement :	Naturel
Numéro fédéral de la station :	02JB013

ANNEXE 3

Description du projet

DESCRIPTION DU PROJET

Situé au cœur de la prolifique ceinture aurifère abitibienne du Québec, le projet à l'étude vise l'exploitation d'un gisement d'or localisé tout juste au sud du noyau urbain de la Ville de Malartic et de la route 117, approximativement 20 km à l'ouest de Val-d'Or. Ce gisement fait partie de la propriété minière Canadian Malartic qui appartient à la compagnie Osisko Exploration Ltée. La figure 1 permet visualiser la localisation de ce projet au sein du secteur de Malartic et des territoires municipaux limitrophes, dont ceux de Rivière-Héva au nord et du territoire non organisé (TNO) du Lac-Fouillac au sud. L'ensemble de ces territoires municipaux font partie de la MRC de la Vallée-de-L'Or.

Le projet comporte quatre principales composantes, soit : un secteur d'exploitation (fosse à ciel ouvert), un complexe industriel, un parc à résidus et une halde à stériles. L'ensemble de ces composantes prendront place dans un périmètre qui peut être circonscrit comme suit : au nord, par la rue de la Paix et la route 117 dans la Ville de Malartic et la route 117; à l'est, par les installations de la East-Malartic; au sud par le 7e Rang dans le TNO du lac-Fouillac; et à l'ouest par le chemin du Lac-Mourier.

Secteur d'exploitation (fosse à ciel ouvert)

Le gisement aurifère sera exploité par la méthode conventionnelle d'une fosse à ciel ouvert. Cette fosse d'une dimension d'environ 1,8 km x 0,8 km prendra place dans la partie sud du périmètre urbain de Malartic et se rendra non loin de la route 117.

À cet effet, près de 200 bâtiments résidentiels devront alors être déplacés et relocalisés sur le territoire de la Ville de Malartic, ou encore acquis par la compagnie avant de pouvoir commencer l'exploitation du gisement. L'exploitation des fosses demandera aussi le déplacement de cinq (5) institutions (2 écoles primaires, 1 garderie, 1 HLM et 1 résidence pour personnes âgées) qui se trouvent actuellement à l'intérieur de l'étendue couverte par celle-ci. Les bâtiments du périmètre urbain qui n'ont pas à être déplacés ou acquis seront séparés de la fosse et du secteur d'exploitation par une zone tampon (zone verte) qui, tout en permettant une exploitation sécuritaire du gisement, contribuera également à réduire le plus possible les impacts dans le milieu environnant. La zone verte sera notamment caractérisée par une butte-écran de 10 m de hauteur qui aura une largeur moyenne de 70 à 80 m.

Par ailleurs, la fosse interceptera des anciennes galeries souterraines de la mine Canadian Malartic exploitée de 1938 à 1965, lesquelles sont aussi interconnectées avec les galeries souterraines des autres anciennes mines environnantes dans le secteur d'étude.

Des travaux de forage et de dynamitage permettront d'extraire le minerai et les roches stériles du secteur d'exploitation. Des pelles hydrauliques et des bennes serviront à charger les camions de convoyage de grande capacité qui, pour une partie, achemineront la roche minéralisée vers un broyeur et un système de convoyeurs et qui, pour l'autre, achemineront la roche stérile vers le site de disposition à cet effet.

Complexe industriel

Le broyeur et le système de convoyeurs (dont une partie sera souterraine) seront installés au sud-ouest de la fosse, donc en s'éloignant du noyau urbain de Malartic. D'une part, le broyeur qui accueillera la roche minéralisée en provenance de la fosse sera situé à environ 1,5 km au sud de la route 117 et à 0,5 km à l'est du chemin du Lac-Mourier. Quant à lui, le système de convoyeurs se dirigera parallèlement à ce chemin à partir du broyeur jusqu'à une pile de minerai et à l'usine de traitement qui seront localisées encore plus au sud, soit pratiquement à mi-chemin entre le noyau urbain de Malartic et les habitations du 7e Rang. De fait, l'usine de situera à environ 2,5 – 3,0 km de chacun de ces milieux habités, soit à un endroit optimal afin de limiter les incidences à leur égard. D'autres localisations ont été étudiées pour l'usine, mais ont vite été écartées en raison de leur rapprochement avec les milieux habités. L'accès à l'usine se fera par le chemin du Lac-Mourier qui devra faire l'objet d'une réfection avec la réalisation du projet.

Le processus de traitement retenu réside dans la cyanurisation et les résidus miniers qui en seront issus seront épaissis à 65 %. La capacité nominale de traitement de l'usine a été fixée à 55 000 t/j (tonnes par jour). Pour le gisement de Canadian Malartic, cela amène la durée de vie du projet à l'étude à environ 13 ans. Néanmoins, la durée de vie de l'usine à proprement parler pourra être passablement plus longue avec l'exploitation éventuelle d'autres gisements à proximité du secteur d'étude.

Parc à résidus miniers

Le parc à résidus miniers sera aménagé sur les installations de l'ancienne East-Malartic. En réalité, il est prévu de procéder à la fermeture de cet ancien site minier avec les résidus épaissis du nouveau projet Canadian Malartic. Le plan de fermeture proposé vise le parc à résidus qui est toujours en opération sur le site de la East-Malartic ainsi que le bassin de polissage, le bassin de sédimentation et l'ancien parc à résidus de ce site. Les résidus épaissis du projet Canadian Malartic seront amenés sur ces lieux avec un pipeline amovible en provenance de l'usine.

Ce faisant, l'effluent final du projet Canadian Malartic demeurera dans le même bassin versant que l'effluent actuel venant des installations de la East-Malartic, soit celui du ruisseau Raymond. À l'origine, il avait été envisagé d'aménager le parc à résidus à l'ouest du chemin du Lac-Mourier selon un système de flottation conventionnel. Cette option avait toutefois le désavantage d'impliquer un autre bassin versant, soit celui du ruisseau Mainville qui se dirige vers le lac Fournière. Or, dès les premiers inventaires de terrain, il est apparu que le lac Fournière et son environnement immédiat étaient des milieux naturels intéressants à plusieurs égards. C'est donc dans cette optique que la technique de gestion des résidus a changé en cours d'étude, d'autant que cela amenait une opportunité pour mettre en œuvre un plan de fermeture pour les installations de l'ancienne East-Malartic.

Halde à stériles

La halde à stériles sera localisée entre le parc à résidus et la fosse d'exploitation, soit au sud-est du noyau urbain de Malartic. Une partie de cette halde pourra aussi se superposer au parc à résidus une fois les résidus séchés et durcis. De plus, à terme, de la roche stérile pourra recouvrir l'ensemble du parc à résidus avant de pouvoir y déposer de la matière organique et d'y effectuer des ensemencements. La configuration de la halde à stériles n'est pas définitive à ce stade-ci du projet (mars 2008) et dépend elle-même de la configuration du parc à résidus. Quoiqu'il en soit, les amas de roche de la halde devront être disposés et gérés de manière à prévenir le drainage minier acide vers le milieu naturel (mécanismes de retenu, de traitement, séparation des stériles non acidogènes du minerai pauvre et de ceux qui sont acidogènes, etc.).

Infrastructures et équipements connexes

Aux aménagements spécifiquement reliés au domaine minier, s'ajoutera une série d'infrastructures et d'équipements connexes visant la mise en valeur et la bonne gestion du site. D'abord, des chemins d'accès pour les camions et la machinerie seront aménagés entre les différentes composantes du projet.

Ensuite, un complexe administratif se jouxtera aux installations de traitement du minerai à l'usine. À cet endroit, on trouvera toutes les facilités requises pour l'entretien de la machinerie et des équipements.

Aussi, un réservoir avec des digues sera créé afin de procurer l'eau nécessaire au bon fonctionnement de l'usine. Ce réservoir se situera au sud-est du parc à résidus et aura une capacité de 5 M m³. Au départ, il sera créé avec le ruissellement et de l'eau de pluie avant l'exploitation du site et, après coup, il sera parachevé avec les eaux souterraines qui devront être pompées à partir de la fosse. Il se peut aussi qu'une prise d'eau d'appoint soit nécessaire, mais rien n'a encore été déterminé à ce sujet à ce stade-ci du projet (mars 2008).

Enfin, une ligne de transport et un poste de transformation devront être construits pour desservir le site et le complexe industriel en électricité. Cette alimentation en électricité se fera à partir du corridor de transport énergétique situé au nord de la Ville de Malartic. C'est Hydro-Québec qui prendra en charge la construction de la nouvelle ligne électrique et les aménagements en découlant.

Restauration du site

Puis, à la suite de l'exploitation du dépôt minier Canadian Malartic, des mesures de restauration seront entreprises en vue de rendre le milieu le plus près possible de son état d'origine. Ces mesures concerneront la gestion du secteur d'exploitation, des stériles, des résidus de traitement et des eaux des bassins de rétention, ainsi que le démantèlement des infrastructures de transformation du minerai. Une approche de restauration progressive sera déployée en fonction de l'usage de chacun des lieux du projet.



Date: 18 mai 2012
CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

N° de référence: 027-10-1221-0065-MTF-RevB

À: Luc Lessard
Corporation minière Osisko

c.c: Mayana Kissiova

De: Vlad Rojanschi, Joao Paulo Lutti, Murray
Fitch

Adresse courriel: vrojanschi@golder.com

OBJET : CALCUL DES DÉBITS DE CONCEPTION DES PONCEAUX SOUS LE NOUVEL ALIGNEMENT DE LA ROUTE 117 – MINE CANADIAN MALARTIC

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre de l'expansion de la mine Canadian Malartic, la relocalisation d'un tronçon de la route 117 est envisagée. Plusieurs ponceaux, qui permettent aux ruisseaux naturels de traverser sous la route 117 vers la rivière Malartic, devront aussi être relocalisés. La Corporation Minière Osisko (Osisko) a mandaté Golder Associés (Golder) pour calculer les débits de crue pour trois ruisseaux Est, Central et Ouest (voir figures 1 et 2 de l'annexe A), aux points de croisement sous la route 117. Les débits de crue à récurrence 1 : 50 ans serviront pour le dimensionnement des ponceaux lors de la construction du nouveau tronçon de la route 117. Les débits de crue à récurrence 1 : 2 ans serviront à la vérification des critères environnementaux. Les deux récurrences ont été indiquées à Golder lors de la description du mandat par M. Johnson (Osisko).

Ce mémorandum technique présente l'analyse effectuée et les résultats obtenus.

2.0 MÉTHODOLOGIE

Les paragraphes suivants présentent les scénarios de conception, soit les configurations du site minier prises en compte pour l'analyse, la méthodologie hydrologique de calcul et les données climatiques, qui constituent la base des calculs.

2.1 Scénarios de conception

Le futur développement du site minier influencera les bassins versants des trois ruisseaux et par conséquent, leurs débits de crue. Pour diminuer les risques de dommages pour la route 117 en cas de crue, plusieurs scénarios ont été considérés, ce qui a permis de calculer les débits 1 : 50 ans pour le dimensionnement des ponceaux et les débits 1 : 2 ans pour la vérification des critères environnementaux. Deux scénarios ont été retenus pour une analyse détaillée :

Le scénario « court-terme » (figure 1 en annexe A) : correspond à la situation suivant la relocalisation de la route 117, mais avant l'expansion vers l'est de la fosse à ciel ouvert et des haldes à stériles.

- Le ruisseau Est, à son point de croisement sous la route 117 relocalisée, draine un bassin versant de 0,10 km² immédiatement au sud de la route. Les données topographiques disponibles indiquent qu'un reprofilage du terrain naturel durant les travaux de construction de la route pourrait augmenter ce bassin versant de manière assez significative. Il sera important de vérifier cet aspect avant la mise en place des ponceaux.
- Le ruisseau Central draine un bassin versant de 3,9 km². Le bassin versant inclut, à part de la zone immédiatement au sud de la route, le bassin versant du fossé de dérivation Nord. Ce fossé draine actuellement vers le ruisseau Ouest. Toutefois, le fossé sera relocalisé pour accommoder la future expansion de la fosse à ciel ouvert. Selon notre compréhension, la relocalisation du fossé aura lieu pendant la même période que la relocalisation de la route 117. La zone autour du concasseur, à l'ouest du site minier, a été incluse au bassin versant du fossé de dérivation Nord.
- Le ruisseau Ouest possède, suite à la relocalisation du fossé de dérivation Nord, un bassin versant de 0,18 km² situé entre la route 117 et les anciennes fosses Mammoth.

Le scénario « post-fermeture » (figure 2 en annexe A) : correspond à la situation après la fin des opérations minières et après le remplissage complet avec de l'eau de la fosse à ciel ouvert. Le site minier est entièrement restauré, incluant les haldes à stériles. Les fossés collecteurs au pied des haldes à stériles ont été défaits et les eaux de ruissellement sur les haldes drainent vers les différents ruisseaux naturels ou directement vers la fosse à ciel ouvert. Le fossé de dérivation Nord draine aussi directement vers la fosse à ciel ouvert.

- Le ruisseau Est a, à son point de croisement avec la route 117 relocalisée, un bassin versant de 0,38 km², qui inclut une zone des haldes à stériles restaurés. Une empreinte prudente pour le but du calcul a été supposée pour la configuration finale des haldes. Selon l'analyse, il est considéré que l'eau de ruissellement du plateau supérieur des haldes se draine vers le nord. Il s'agit d'une hypothèse prudente qui influence à la hausse les débits de crue.
- Le ruisseau Central draine un bassin versant de 0,40 km² avec les mêmes caractéristiques que celui du ruisseau Est.
- Le ruisseau Ouest a un bassin versant de 9,3 km². Ce bassin se compose de la zone de 0,098 km², entre la route 117 et la fosse à ciel ouverte, et le bassin versant de 9,2 km² de la fosse même. Les données actuelles indiquent que le fossé d'évacuation de la fosse enoyée drainera vers le ruisseau Ouest. Les 9,3 km² incluent la superficie de la fosse, la partie nord-est des haldes à stériles, le bassin versant du fossé de dérivation Nord ainsi que la zone au nord de la fosse, mais au sud du mur vert. La moitié nord du site de l'usine et la zone des haldes à minerai haute-teneur ont été ajoutées au bassin versant, suivant leur restauration.

2.2 Méthodologie de calcul

Plusieurs méthodes hydrologiques sont disponibles dans la littérature pour le calcul des débits de crue des petits bassins versants. La méthode rationnelle, dans sa version présentée dans le « Manuel de Conception des Ponceaux » (ministère des Transports du Québec- MTQ - 2010)¹ représente au Québec la méthode standard de calcul pour le dimensionnement des ponceaux avec des bassins versants inférieurs à 25 km². Pour l'analyse présentée ici, cette méthode a été utilisée.

¹ MTQ, 2010 – *Manuel de conception des ponceaux*, ministère de Transports du Québec, rév 2, 2010.

Toutefois, plusieurs aspects limitent l'applicabilité de la méthode rationnelle dans le cas précis de l'analyse présentée :

- Dans le scénario « court-terme », le bassin versant du fossé de dérivation Nord inclut dans sa partie amont une grande zone humide. Le débit du fossé est influencé par l'accumulation de l'eau derrière les ponceaux sous le chemin de la fosse. Dans sa partie aval, le bassin versant inclut des zones drainant directement vers le fossé. Le débit de crue est le résultat de la superposition des réponses hydrologiques de ces sous-bassins versants aux événements pluvieux. La méthode rationnelle est surtout applicable pour des bassins versants homogènes de point de vue de la réponse hydrologique. Cette condition d'homogénéité n'est pas respectée dans ce cas.
- Dans le scénario « post-fermeture », l'atténuation des crues dans la fosse enoyée, qui représente environ 23% du bassin versant total du ruisseau Ouest, est un des éléments principaux qui déterminent les débits de crue dans ce ruisseau. La manière simplificatrice de la méthode rationnelle de considérer cette atténuation n'est pas appropriée dans ce cas, étant donné le poids de cet élément dans le calcul.

En prenant en compte ces considérations, le logiciel de modélisation hydrologique HEC-HMS (HEC-HMS, 2000)² a été utilisé en plus à la méthode rationnelle. Les modèles développés à l'aide de HEC-HMS ont intégré de manière explicite l'atténuation des crues dans la zone humide et dans la fosse. Aussi, ils ont modélisé à l'aide de la méthode SCS (USDA, 1986)³ les réponses hydrologiques de différents sous-bassins versants et leurs superpositions en tenant compte du temps d'écoulement dans le fossé de dérivation Nord.

Les deux méthodes ont été utilisées en parallèle pour la plupart des cas étudiés. La méthode rationnelle n'a pas été utilisée pour le scénario « post-fermeture » du ruisseau Ouest pour les raisons mentionnées plus haut. La section 3.0 présente les résultats obtenus et les valeurs recommandées pour la conception. Les tableaux et les figures dans l'annexe B présentent les différents paramètres de calcul utilisés.

2.3 Événements pluvieux de conception

Les données historiques de la station météorologique de Val-d'Or (Environnement Canada ID 7098600, 7098603 et 7098605) ont servi pour le calcul des événements pluvieux 1 : 2 ans et 1 : 50 ans. Parmi les stations météorologiques publiques fédérales ou provinciales, la station de Val-d'Or est la plus proche station du site minier Canadian Malartic et elle dispose de presque 60 années de données historiques complètes :

- Les courbes intensité-durée-fréquence publiées par Environnement Canada pour la station de Val-d'Or ont servi pour extraire les intensités de pluie 1 : 2 ans et 1 : 50 ans correspondantes aux bassins versants analysés avec la méthode rationnelle.
- Pour le modèle HEC-HMS, les intensités de pluie 1 : 2 ans et 1 : 50 ans de 24 heures calculées par Environnement Canada ont été utilisées pour construire des événements pluvieux estivaux. La fonction SCS de type 2 (USDA, 1986) a servi pour la distribution des événements.
- Pour le même modèle HEC-HMS, les résultats d'une analyse d'Environnement Canada ont été utilisés pour simuler les débits dans les ruisseaux suivant une crue printanière de pluie superposée à la fonte de neige.

² HEC-HMS, 2000 – US Army Corps of Engineers, mars 2000. *Hydrological Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual.* Document no. CPD-74B

³ USDA, 1986 – US Department for Agriculture, juin 1986. *Urban Hydrology for Small Watersheds.* Document no. TR-55

Les intensités de pluie et de fonte de neige des durées de 1 jour jusqu'à 30 jours ont été consolidées dans un seul événement de 30 jours.

Les figures et les tableaux à l'annexe C présentent les détails des événements pluvieux de conception.

3.0 RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Les tableaux 1 et 2 présentent les débits de crue 1 : 2 ans et 1 : 50 ans calculés pour les deux scénarios. Les tableaux 3 et 4 présentent les débits finaux 1 : 2 ans et 1 : 50 ans, qui sont recommandés pour la conception des ponceaux sous la route 117 et pour la vérification des critères environnementaux.

- La méthode rationnelle a conduit aux débits de crue relativement similaires aux débits calculés avec le modèle HEC-HMS pour la crue estivale.
- La crue printanière a conduit aux débits inférieurs aux débits de la crue estivale. La différence est majeure pour les bassins versants sans zones d'accumulation d'eau. La différence est moins importante pour les bassins versants où les débits sont plus influencés par les zones d'accumulations d'eau : le ruisseau Central pour le scénario « court-terme » et le ruisseau Ouest pour le scénario « post-fermeture ».
- Le scénario « court-terme » conduit aux débits de crue maximaux pour le ruisseau Central alors que les scénarios « post-fermeture » conduit aux débits de crue maximaux pour les ruisseaux Est et Ouest.
- En général, les débits de crue sont déterminés par les sous-bassins versants immédiatement en aval des points de croisement avec la route 117. De petits changements de ces superficies, par exemple le reprofilage du terrain au long de la route, peuvent avoir une influence majeure sur les débits de crue. De l'autre côté, les débits de crue sont relativement peu sensibles aux changements des sous-bassins versants situés en amont de la zone humide ou en amont de la fosse remplie d'eau.

Tableau 1: Résultats de calcul - scénario court-terme

Bassins versants	Superficie	Débits de crue 1 : 2 ans (m ³ /s)			Débits de crue 1 : 50 ans (m ³ /s)		
	km ²	MTQ	HEC-HMS		MTQ	HEC-HMS	
			Crue estivale	Crue printanière		Crue estivale	Crue printanière
Ruisseau Ouest	0,18	1,2	0,88	0,05	2,1	2,3	0,09
Ruisseau Central	3,9	1,9	2,0	0,85	3,3	4,7	1,6
Ruisseau Est	0,10	0,58	0,45	0,03	1,1	1,2	0,05

Tableau 2: Résultats de calcul - scénario post-fermeture

Bassins versants	Superficie km ²	Débits de crue 1 : 2 ans (m ³ /s)			Débits de crue 1 : 50 ans (m ³ /s)		
		MTQ	HEC-HMS		MTQ	HEC-HMS	
			Crue estivale	Crue printanière		Crue estivale	Crue printanière
Ruisseau Ouest	9,3	na	1,7	1,1	na	2,7	2,5
Ruisseau Central	0,40	1,5	0,84	0,11	2,7	3,0	0,19
Ruisseau Est	0,38	1,3	0,75	0,10	2,4	2,7	0,18

Note : (*) La méthode rationnelle n'a pas été utilisée pour ce cas (voir explications dans la section 2.2).

En conformité avec MTQ (2010), un facteur de 10% a été ajouté aux débits de crue calculés pour tenir compte de l'augmentation potentielle des intensités pluvieuses extrêmes à cause des changements climatiques.

Tableau 3: Résultats de calcul - valeurs recommandées pour les débits 1 : 2 ans (m³/s)

Bassins versants	Valeur maximale calculée	Augmentation recommandée par le MTQ (2010) due aux changements climatiques	Valeurs 1 : 2 ans recommandées pour la vérification des critères environnementaux
Ruisseau Ouest	1,7	+10%	1,9
Ruisseau Central	2,0		2,2
Ruisseau Est	1,3		1,5

Tableau 4: Résultats de calcul - valeurs recommandées pour les débits de crue 1 : 50 ans (m³/s)

Bassins versants	Valeur maximale calculée	Augmentation recommandée par le MTQ (2010) due aux changements climatiques	Valeurs 1 : 50 ans recommandées pour la conception des ponceaux
Ruisseau Ouest	2,7	+10%	3,0
Ruisseau Central	4,7		5,2
Ruisseau Est	2,7		3,0

4.0 LIMITATIONS

L'analyse présentée dans les sections précédentes a utilisé des méthodes hydrologiques standard, les données climatiques régionales et les données disponibles sur la configuration actuelle et future du site minier. Tous les efforts ont été faits pour atteindre un degré de prudence conforme à l'importance de la route 117. Toutefois, plusieurs éléments pourraient influencer les résultats de l'analyse :

- Les débits de crue calculés sont très sensibles aux tailles et aux caractéristiques (pente, couverture du sol) des sous-bassins versants des ruisseaux situés immédiatement en amont de la route 117. Des changements dans le développement de ces zones, différentes des changements supposés dans ce memorandum, pourraient résulter en des débits de crue supérieurs aux valeurs présentées.

- Une des hypothèses de l'analyse est que la relocalisation du fossé de dérivation Nord sera faite dans la même période que la relocalisation de la route 117. Après relocalisation, le fossé de dérivation Nord drainera vers le ruisseau Central et non pas vers le ruisseau Ouest, comme c'est le cas actuellement. Si cette hypothèse ne reflète pas le vrai échéancier de construction, le débit de crue dans le ruisseau Ouest pourrait être plus important que présenté dans l'analyse.
- Pour le scénario « post-fermeture », un plan de gestion des eaux suivant la fermeture de la mine Canadian Malartic a été supposé. Si le plan réel mis en place varie de manière substantielle du plan supposé, les débits de crue calculés pourraient être différents.
- Finalement, l'analyse présentée a fait l'hypothèse que les données météorologiques de la station de Val-d'Or sont représentatives pour les statistiques pluviométriques du site minier Canadian Malartic. Cette hypothèse, qui est justifiée par la distance de moins de 25 km entre les deux sites, n'a pas été vérifiée avec des données locales mesurées sur le site minier.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE

PRÉLIMINAIRE

Vlad Rojanschi, ing., Ph.D.
Ingénieur Ressources hydriques

PRÉLIMINAIRE

Murray Fitch, P.Eng. (Alberta), M.A.Sc.
Ingénieur Ressources hydriques. Associé principal

PRÉLIMINAIRE

Joao Paulo Lutti
Spécialiste Ressource en eau

VR/JPL/MF/ig

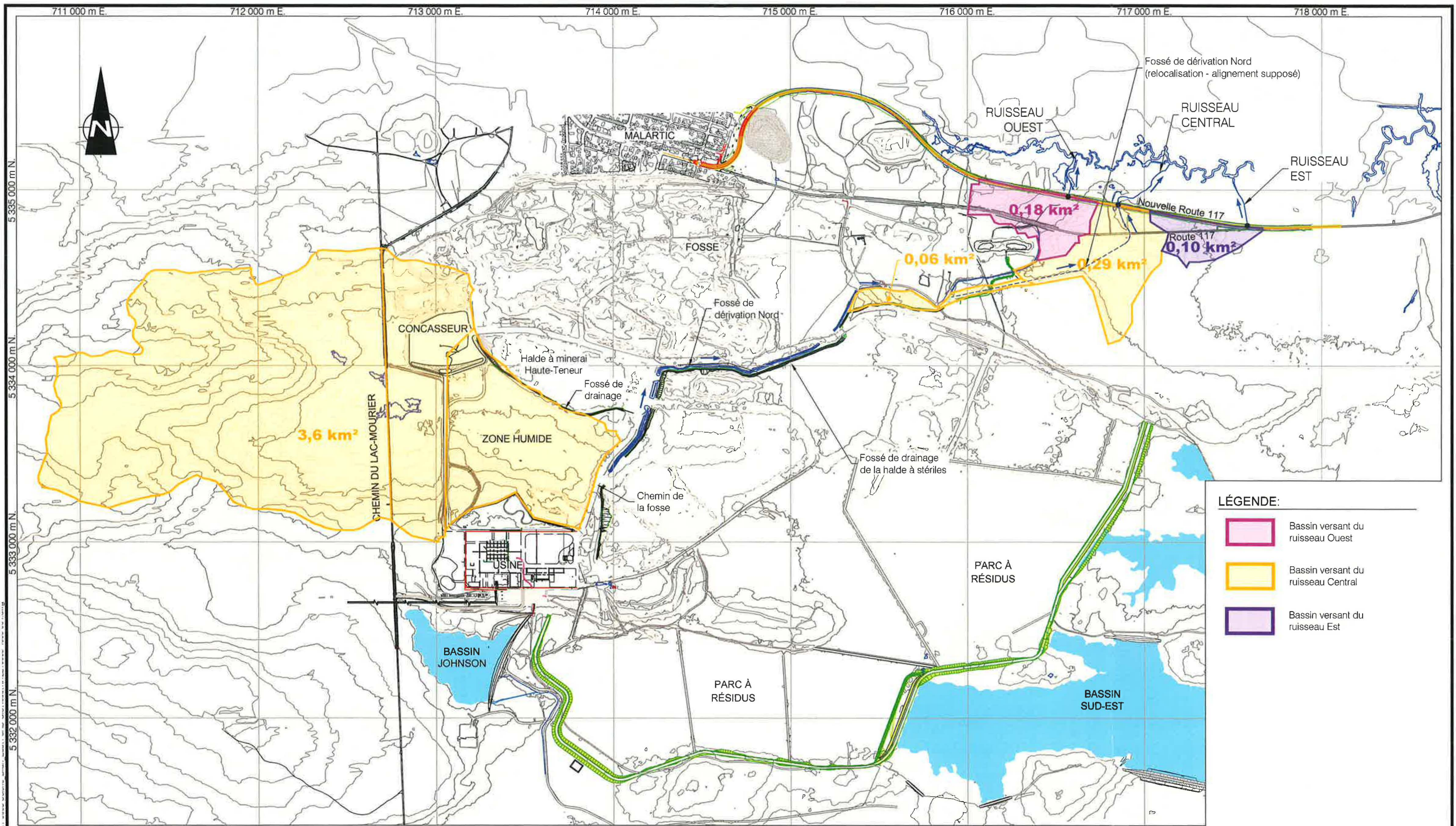
Pièces jointes :

- Annexe A : Bassins versants des ruisseaux Ouest, Central et Est pour les scénarios « court-terme » et « post-fermeture »
- Annexe B : Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul
- Annexe C : Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Données météorologiques

\\mon1-s-filesrv1\data\actif\2010\1221\10-1221-0065 osisko_bilan_eau\6 livrables émis\027-10-1221-0065-mtf-revb.docx

ANNEXE A

Bassins versants des ruisseaux Ouest, Central et Est pour les scénarios « court-terme » et « post-fermeture »



- LÉGENDE:**
- Bassin versant du ruisseau Ouest
 - Bassin versant du ruisseau Central
 - Bassin versant du ruisseau Est

PRÉLIMINAIRE



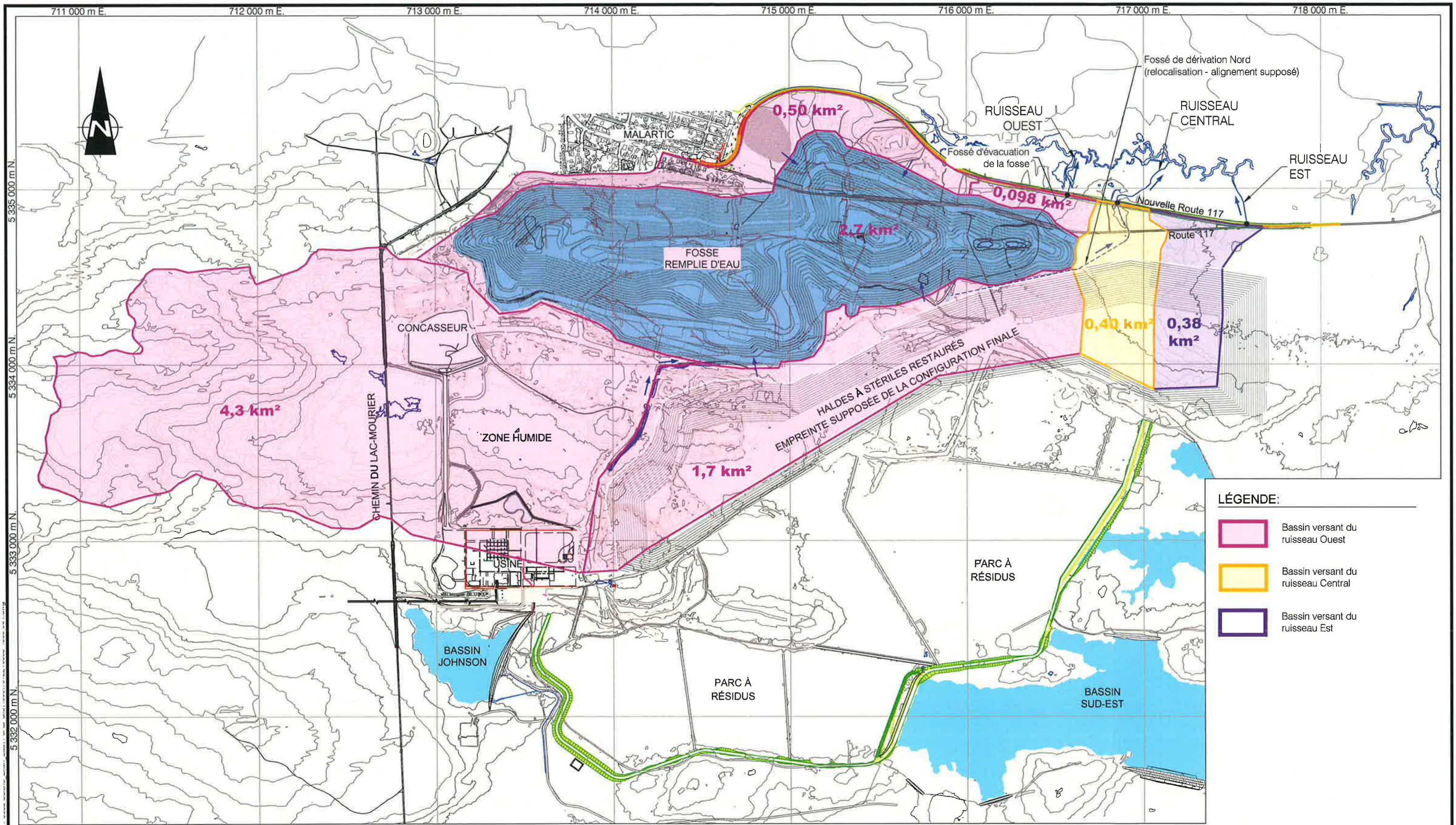
No. DE DESSIN 1012210065-4000-004
 No. DE PROJET 10-1221-0065-4000 RÉV. B

ÉCHELLE 1 : 20 000
 DATE 2012-05-14
 PROJETÉ V. Rojanski
 DESSINÉ R. Gravel
 VÉRIFIÉ V. Rojanski
 APPROUVÉ M. Kissiova

TITRE **SCÉNARIO POST-FERMETURE -
 BASSINS VERSANTS DES RUISSEAUX
 OUEST, CENTRAL ET EST**

RELOCALISATION DE LA ROUTE 117

FIGURE **1**



- LÉGENDE:**
- Bassin versant du ruisseau Ouest
 - Bassin versant du ruisseau Central
 - Bassin versant du ruisseau Est

PRÉLIMINAIRE

Golder Associés
Montréal, Québec

No. DE DESSIN 1012210065-4000-004
No. DE PROJET 10-1221-0065-4000

ÉCHELLE	1 : 20 000
DATE	2012-05-14
PROJETÉ	V. Rojanschi
DESSINÉ	R. Gravel
VÉRIFIÉ	V. Rojanschi
APPROUVÉ	M. Kissiova

TITRE	SCÉNARIO POST-FERMETURE - BASSINS VERSANTS DES RUISSEAUX OUEST, CENTRAL ET EST
RELOCALISATION DE LA ROUTE 117	FIGURE 2

ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

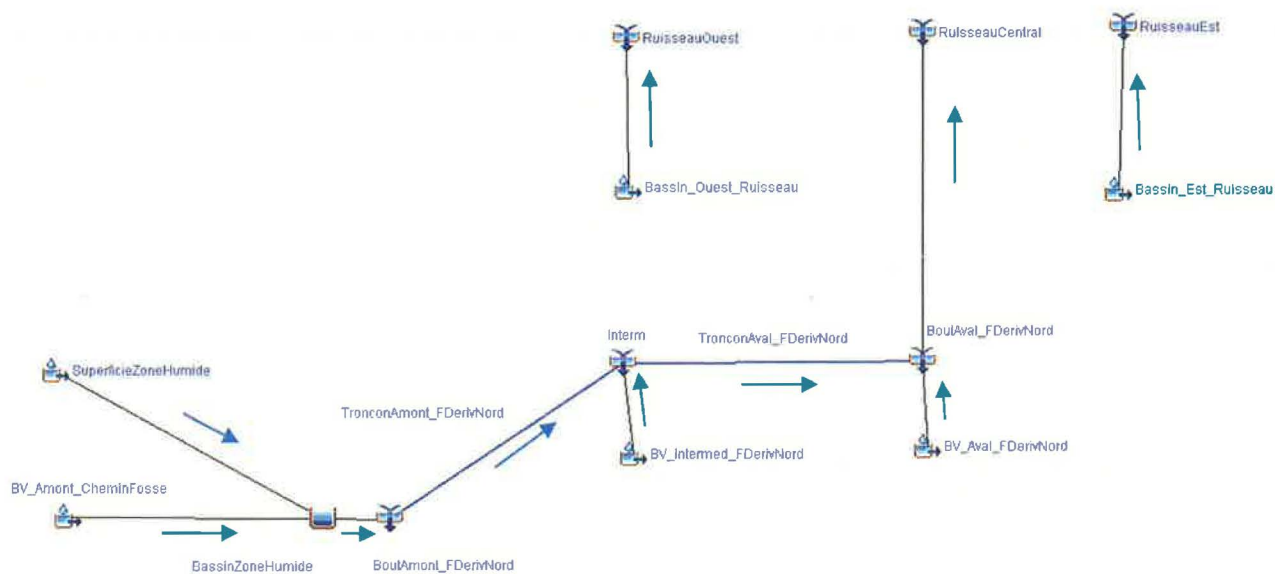


Figure 1: Schéma conceptuel du modèle HEC-HMS - scénario « courte-terme », après la relocalisation de la route 117 et du fossé de dérivation Nord

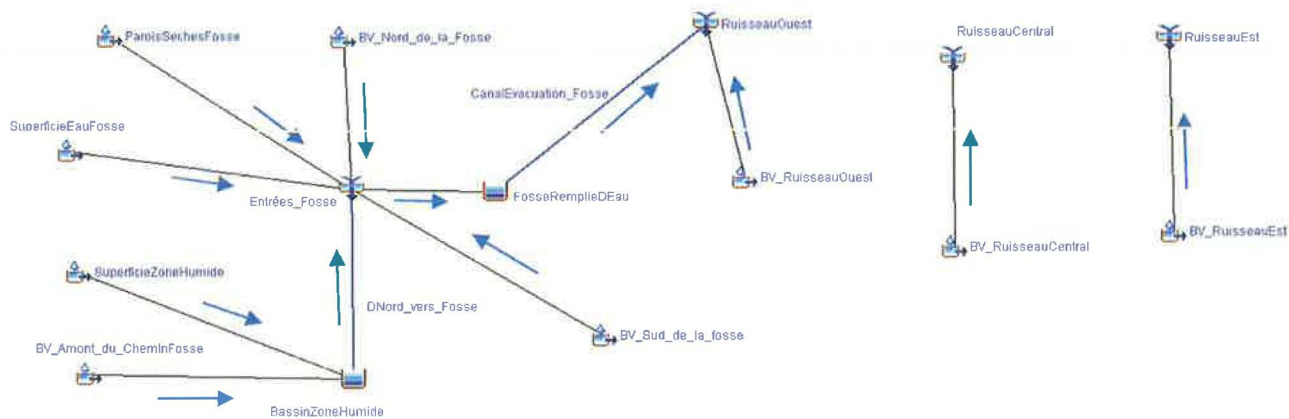


Figure 2: Schéma conceptuel du modèle HEC-HMS - scénario « post-fermeture », après le remplissage avec de l'eau de la fosse et la restauration du site minier



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

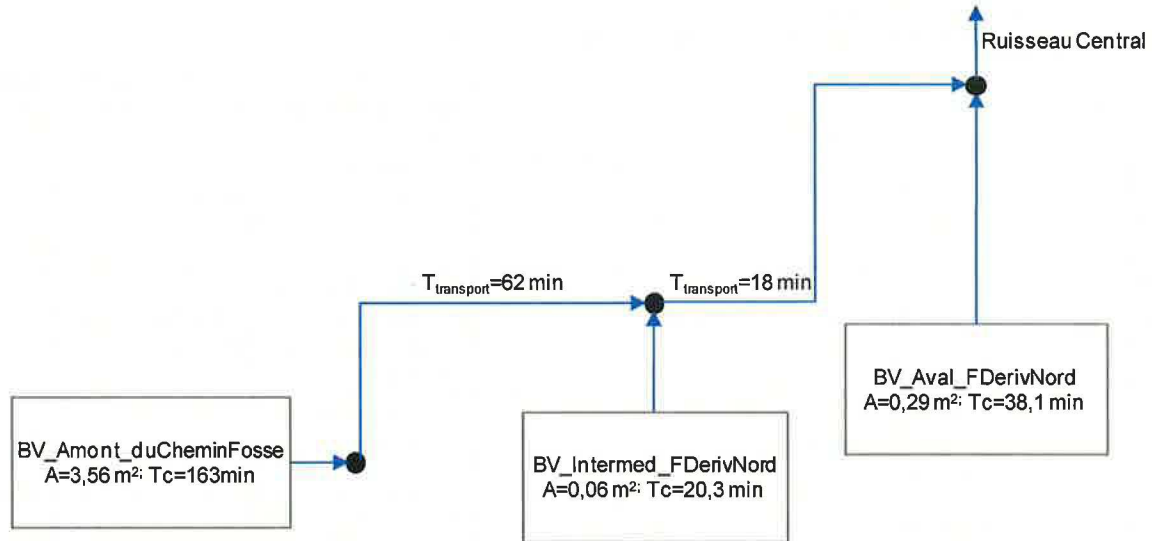


Figure 3: Schéma conceptuel de l'utilisation de la méthode rationnelle pour le ruisseau Central - scénario « courte-terme », après la relocalisation de la route 117 et du fossé de dérivation Nord



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

Tableau 1: Paramètres de calcul des précipitations nettes – scénario « court-terme », après le remplissage avec de l'eau de la fosse et la restauration du site minier

Bassin versant	Superficie bassin versant	Sous-bassin versant	Superficie sous-bassin versant	Description - caractérisation actuelle ou estimation pour le futur	Coefficient de ruissellement - méthode rationnelle MTQ ⁽¹⁾	Numéro SCS CN - méthode SCS ⁽²⁾
	km ²		km ²		-	-
Ruisseau Ouest	0,18	Zone drainant vers le ruisseau Ouest	0,18	Sol partiellement dénudé site minier, très peu perméable	0,60 (0,80 pour la route)	89
Ruisseau Central	3,9	En amont du chemin de la fosse, excluant la zone humide	2,94	Terrain vallonné, boisé avec sol peu perméable	0,26	73
		Superficies construites autour du concasseur	0,26	Terrain construit, couverture en gravier	0,75	91
		Zone humide (lac, marécage) en amont du chemin de la fosse	0,36	Surface d'eau	0,05	100
		Zones au long du fossé de dérivation Nord drainant dans le fossé	0,063	Sol dénudé site minier, plat, peu perméable	0,60	89
		Zone en aval du fossé de la dérivation Nord (après relocalisation) drainant vers le fossé (qui devient le ruisseau central)	0,29	Sol partiellement dénudé site minier, plat, très peu perméable	0,60 (0,80 pour la route)	89
Ruisseau Est	0,10	Zone drainant vers le ruisseau Est	0,10	Sol partiellement dénudé site minier, plat, très peu perméable	0,60 (0,80 pour la route)	89

Notes : (1) Le « Manuel de conception des ponceaux » (MTQ, 2010) a été utilisé pour les choix des valeurs.

(2) « Hydrologic Analysis and Design » (McCuen, R.H., 1994) a été utilisé pour les choix des valeurs.



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

Tableau 2: Paramètres de calcul des précipitations nettes – scénario « post-fermeture », après le remplissage avec de l'eau de la fosse et la restauration du site minier

Bassin versant	Superficie bassin versant	Sous-bassin versant	Superficie sous-bassin versant	Description - caractérisation actuelle ou estimation pour le futur	Coefficient de ruissellement - méthode rationnelle MTQ	Numéro SCS CN
	km ²		km ²			
Ruisseau Ouest	9,3	En amont du chemin de la fosse, excluant la zone humide	3,91	Terrain vallonné, boisé avec sol peu perméable	La méthode n'a pas été utilisée pour ce bassin versant	73
		Zone humide (lac, marécage) en amont du chemin de la fosse	0,36	Surface d'eau		100
		Halde à stériles restaurées au sud de la fosse drainant directement vers la fosse	1,7	Partiellement à forte pente, sol à la base très perméable, mais couvert avec du sol organique et végété		80
		Zone entre la route 117 et la fosse (au nord de la fosse)	0,52	Terrain plat, végété, sol peu perméable		83
		Parois de la fosse	0,53	Roc imperméable		100
		Superficie eau de la fosse enoyée (on suppose qu'elle occupe 80% de la superficie totale de la fosse)	2,1	Surface d'eau		100
		Zone drainant directement vers le ruisseau Ouest	0,098	Terrain plat, végété, sol peu perméable		83
Ruisseau Central	0,40	Zone drainant directement vers le ruisseau Central	0,40	Mélange entre haldes à stériles restaurées (en amont) et terrain plat, végété, sol peu perméable (en aval)	0,40 (0,80 pour la route)	80
Ruisseau Est	0,38	Zone drainant directement vers le ruisseau Est	0,38	Mélange entre haldes à stériles restaurées (en amont) et terrain plat, végété, sol peu perméable (en aval)	0,40 (0,80 pour la route)	80

Notes : (1) Le « Manuel de conception des ponceaux » (MTQ, 2010) a été utilisé pour les choix des valeurs.

(2) « Hydrologic Analysis and Design » (McCuen, R.H., 1994) a été utilisé pour les choix des valeurs.



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 -
Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

Tableau 3: Temps de concentrations des sous-bassins versants – scénario « courte-terme », après la relocalisation de la route 117 et du fossé de dérivation Nord

Bassin versant	Sous-bassin versant	Superficie sous-bassin versant	Longueur du cours d'eau	Pente S_{85-10} du cours d'eau	Temps de concentration du sous-bassin versant ⁽¹⁾
		km ²	m	%	min
Ruisseau Ouest	Zone drainant vers le ruisseau Ouest	0,18	457	1,0%	19,6
Ruisseau Central	En amont du chemin de la fosse – calcul pour la méthode rationnelle MTQ	3,56	3350	0,88%	163
	En amont du chemin de la fosse jusqu'à l'entrée dans la zone humide – calcul pour la méthode HEC-HMS	3,20	2452	1,2%	123
	Zones au long du fossé de dérivation Nord drainant dans le fossé	0,063	521	2,7%	20,3
	Zone en aval du fossé de la dérivation Nord (après relocalisation) drainant vers le fossé (qui devient le ruisseau central)	0,29	881	0,76%	38,1
Ruisseau Est	Zone drainant vers le ruisseau Est	0,10	553	1,2%	24,4

Notes : (1) Le « Manuel de conception des ponceaux » (MTQ, 2010) a été utilisé pour la méthodologie de calcul.



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 -
Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

Tableau 4: Temps de concentrations des sous-bassins versants – scénario « post-fermeture », après le remplissage avec de l'eau de la fosse et la restauration du site minier

Bassin versant	Sous-bassin versant	Superficie sous-bassin versant	Longueur du cours d'eau	Pente S_{85-10} du cours d'eau	Temps de concentration du sous-bassin versant ⁽¹⁾
		km ²	m	%	min
Ruisseau Ouest	En amont du chemin de la fosse jusqu'à l'entrée dans la zone humide– calcul pour la méthode HEC-HMS	3,9	2452	1,2%	123
	Halde à stériles restaurées au sud de la fosse drainant directement vers la fosse	1,7	689	16%	13,5
	Zone entre la route 117 et la fosse (au nord de la fosse)	0,52			0
	Parois de la fosse	0,53			0
	Zone drainant directement vers le ruisseau Ouest	0,098	240	3,3%	8,7
Ruisseau Central	Zone drainant directement vers le ruisseau Central	0,40	1043	14%	24,3
Ruisseau Est	Zone drainant directement vers le ruisseau Est	0,38	1115	13%	26,4

Notes : (1) Le « Manuel de conception des ponceaux » (MTQ, 2010) a été utilisé pour la méthodologie de calcul.



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

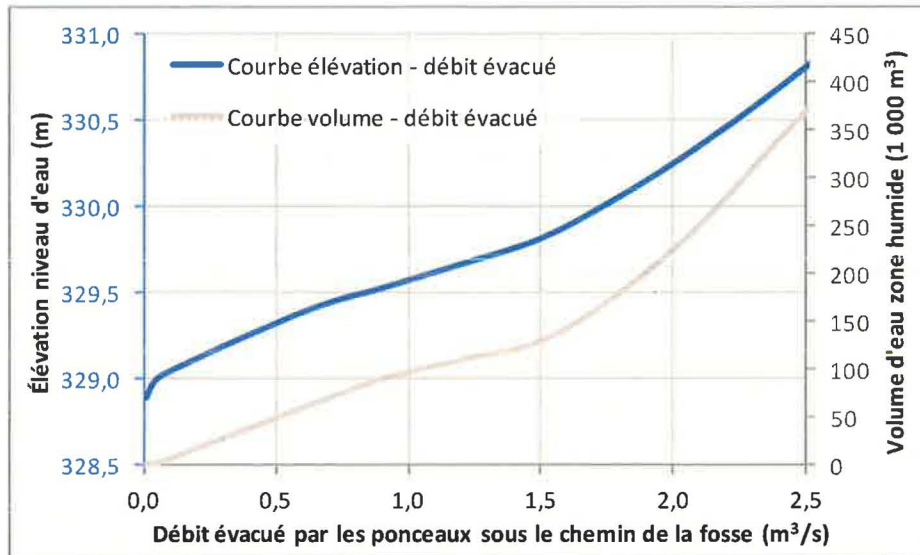


Figure 4: Courbes débits évacués – niveaux d'eau – volume emmagasiné pour la zone humide en amont du chemin de la fosse – scénario « courte-terme »

Note : Les données topographiques disponibles ainsi que le calcul hydraulique des ponceaux en place sous le chemin (2* 90 cm) ont été utilisées pour générer ces courbes.

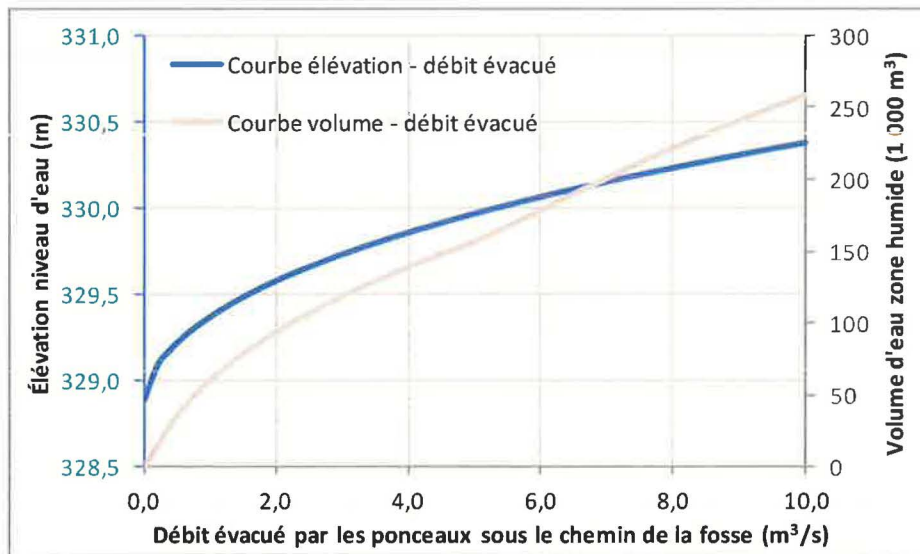


Figure 5: Courbes débits évacués – niveaux d'eau – volume emmagasiné pour la zone humide en amont du chemin de la fosse – scénario « post-fermeture », après le remplissage avec de l'eau de la fosse et la restauration du site minier

Note : Les données topographiques disponibles ainsi que le calcul hydraulique d'un fossé similaire au fossé de dérivation Nord ont été utilisées pour générer ces courbes. Nous avons supposé que le chemin de la fosse ainsi que les ponceaux ont été désinstallés.



ANNEXE B

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Paramètres de calcul - CONFIDENTIEL - PRÉLIMINAIRE

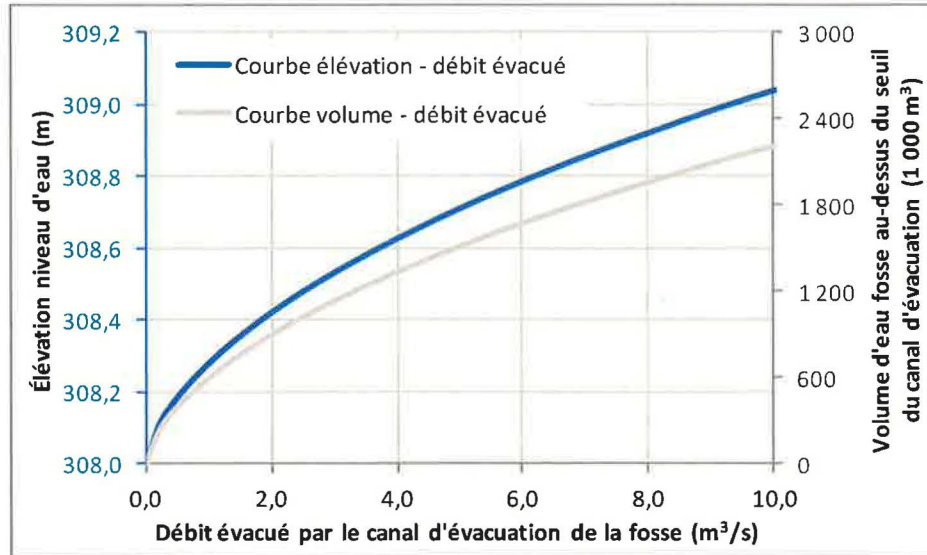


Figure 6: Courbes débits évacués – niveaux d'eau – volume emmagasiné pour la fosse remplie d'eau – scénario « post-fermeture », après le remplissage avec de l'eau de la fosse et la restauration du site minier

Note : Un canal d'évacuation 4 m de large et avec une pente d'environ 0,6%, ce qui correspond à la pente actuelle du terrain naturel, ont été utilisés pour générer cette courbe.

ANNEXE C

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 - Données météorologiques



ANNEXE C

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 -
Données météorologiques – CONFIDENTIEL – PRÉLIMINAIRE

Tableau 1: Courbes intensité-durée-fréquence pour la station de Val-d'Or sur la base des données historiques 1961 - 1995 (Environnement Canada, 2012)

Période de retour (ans)	Intensité de pluie (mm/événement) en fonction de la durée de l'événement								
	5 min	10 min	15 min	30 min	1 h	2 h	6 h	12 h	24 h
2	6,9	9,8	11,9	15,2	18,4	21,8	30,4	36,1	41,1
5	8,9	12,2	14,7	19,7	23,9	27,3	37,8	43,9	50,2
10	10,3	13,8	16,6	22,6	27,5	31,0	42,8	49,0	56,3
25	12,0	15,8	19,0	26,3	32,1	35,6	49,0	55,6	63,9
50	13,2	17,3	20,8	29,0	35,5	39,0	53,6	60,4	69,6
100	14,5	18,7	22,5	31,8	38,9	42,4	58,2	65,2	75,2

Environnement Canada, 2012 - <ftp://arcdm20.tor.ec.gc.ca/pub/dist/IDF/>

Tableau 2: Événements de crue printanière pour la station de Val-d'Or

Durées (jours)	Pluie printanière + Fonte de neige (mm)	
	Source : Environnement Canada, 2010	
	Période de retour	
	1 : 2 ans	1 : 50 ans
1	26	42
2	41	66
3	54	90
4	65	110
5	74	132
6	82	147
7	88	158
8	95	170
9	100	180
10	106	191
15	133	239
20	151	274
25	165	290
30	175	319

Environnement Canada, 2010 – Message électronique de Service météorologique du Canada (Walter.Dnes@ec.gc.ca), 20 mai 2010. Les résultats correspondant au modèle de fonte de neige no. 1 (bassin versant boisé, Canada de l'est) ont été utilisés.



ANNEXE C

Calcul des débits de conception pour de ponceaux sous la route 117 -
Données météorologiques – CONFIDENTIEL – PRÉLIMINAIRE

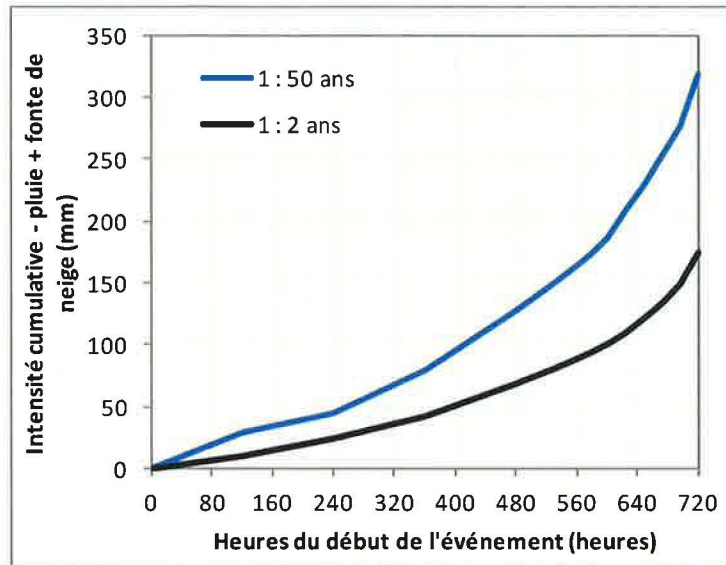


Figure 1: Distribution de la crue printanière utilisée pour le modèle HEC-HMS

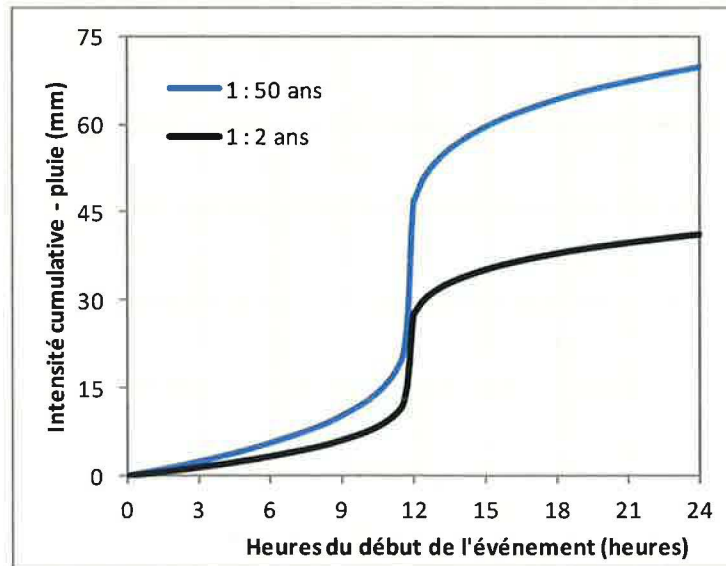


Figure 2: Distribution de la crue estivale utilisée pour le modèle HEC-HMS

\\mon1-s-filesrv1\data\actif\2010\1221\10-1221-0065 osisko_bilan_eau\5 préparation livrables\027-10-1221-0065-
débitconceptionponceauxroute117\revb\027_10_1221_0065_mtf_revb_annexec.docx



Date: Octobre 2012

N° de référence: 001-12-1221-0074-MTF-Rev0

À: Luc Lessard
Corporation Minière Osisko

De: Vlad Rojanschi, Joao-Paulo Lutti, Murray Fitch
Adresse courriel: vrojanschi@golder.com

RÉPONSES À LA LETTRE MTQ DE 5 OCTOBRE 2012 CONCERNANT LE MÉMORANDUM TECHNIQUE SUR LE CALCUL DES DÉBITS DE CONCEPTION DES PONCEAUX - DÉVIATION DE LA ROUTE 117 À L'ENTRÉE EST DE MALARTIC

Monsieur Lessard,

Cette lettre répond aux commentaires et questions contenus dans la lettre que le Ministère des Transports de Québec (MTQ) vous a adressée, le 5 octobre 2012, au sujet du mémorandum technique de Golder (Golder, 2012). Ce dernier présentait le calcul des débits de conception des ponceaux sous la déviation de la route 117, à l'entrée est de Malartic. Cette déviation est envisagée dans le cadre de l'expansion de la mine Canadian Malartic.

La lettre (MTQ, 2012 – aussi en pièce jointe à la fin du document) discute de la méthodologie présentée par Golder (Golder, 2012)¹ et demande plus d'explications sur certains résultats, notamment sur les débits de crue 1 :2 ans pour les ruisseaux Ouest et Central, pour les deux scénarios de calcul, soit « court terme »² et « post-fermeture »³. Les figures A et B en pièces jointes, qui sont extraites du rapport de Golder (2012), présentent les deux scénarios.

Explication des résultats pour le ruisseau Ouest (Golder, 2012)

Dans le scénario « court terme », la superficie du bassin versant du ruisseau Ouest est de 0,18 km². L'estimation du débit de crue pour une période 1 :2 ans est de 1,2 m³/s (Golder, 2012)⁴. Dans le scénario « post-fermeture », la superficie du bassin versant du même ruisseau est de 9,3 km². L'estimation du débit de crue pour une période 1 :2 ans est de 1,7 m³/s (Golder, 2012). Des explications supplémentaires sont demandées par le

¹ Golder Associés Ltée, mai 2012b. OBJET : Calcul des débits de conception des ponceaux sous le nouvel alignement de la route 117 – Mine Canadian Malartic, mémorandum technique no. 027-10-1221-0065-MTF-RevB

² Le scénario " court-terme " (Golder, 2012) correspond à la situation suivant la relocalisation de la route 117, mais avant l'expansion vers l'est de la fosse à ciel ouvert et des haldes à stériles (figure A en pièce jointe).

³ Le scénario " post-fermeture " (Golder, 2012) correspond à la situation après la fin des opérations minières et après le remplissage complet avec de l'eau de la fosse à ciel ouvert (figure B en pièce jointe).

⁴ Tous les débits de crue mentionnés dans ce mémo sont les résultats de calcul pour les conditions climatiques actuelles. Pour tenir compte de la longue durée de vie utile des ponceaux et de recommandations du MTQ, (Golder, 2012) a proposé l'augmentation avec un facteur de 10% des valeurs de calcul.

MTQ (MTQ, 2012) sur le fait qu'une augmentation si importante du bassin versant (environ 52 fois) conduit à une augmentation du débit de conception de seulement 42 %.

La question est légitime. La superficie du bassin versant est un des paramètres les plus importants pour les débits de crue d'un cours d'eau. Une augmentation si significative de cette superficie conduit habituellement à une augmentation plus importante des débits de crue.

La configuration hydrologique des bassins versants dans les deux scénarios (figure B, à la fin du document) explique ce résultat :

- **Scénario « court terme »** : le ruisseau Ouest draine un bassin versant très concentré autour de son exutoire, le ponceau sous la route 117 relocalisée. Le temps de concentration, un paramètre hydrologique qui indique la rapidité avec laquelle les eaux de pluie se concentrent à l'exutoire du bassin versant, est d'environ 20 minutes. L'atténuation des averses pluvieuses est réduite. Cela occasionne un débit de crue 1 :2 ans relativement important ($1,2 \text{ m}^3/\text{s}$), en dépit de la superficie réduite du bassin versant ($0,18 \text{ km}^2$).
- **Scénario « post-fermeture »** : le ruisseau Ouest connaît une configuration hydrologique complètement différente. Une partie importante du site minier actuel, à ce moment complètement restauré, draine vers la fosse à ciel ouvert. Celle-ci est remplie d'eau et constitue un lac avec une superficie d'environ $2,1 \text{ km}^2$. Le ruisseau Ouest est le canal d'évacuation du trop-plein de ce lac. Le lac, dont la superficie constitue 23 % du bassin versant total, atténue grandement les eaux de crue. Pour chaque centimètre de profondeur de la lame d'eau dans le canal exutoire, le lac accumule un volume d'eau égal à $1 \text{ cm} * 2,1 \text{ km}^2 = 21,000 \text{ m}^3$. Un volume très important d'eau de ruissellement doit donc premièrement s'accumuler dans le lac avant que le débit à la sortie du lac augmente. L'accumulation est ralentie par le fait que le lac évacue continuellement de l'eau en parallèle avec l'augmentation de son niveau d'eau. La pointe de la crue est donc retardée et aussi grandement diminuée. Cet effet atténuateur, aussi appelé le laminage de la crue par le lac, est l'explication pour le débit de crue relativement réduit évalué par Golder (Golder, 2012).

Pour soutenir cette argumentation, les paragraphes suivants ainsi que la figure 1 présentent plus de résultats de calcul pour le scénario post-fermeture, crue estivale (Golder, 2012) :

- Le débit maximum instantané entrant dans le lac ($47 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ par km^2 du bassin versant) est comparable avec le débit maximum de crue pour le ruisseau Ouest dans le scénario « court terme » ($1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $6,7 \text{ m}^3/\text{s}$ par km^2 du bassin versant).
- Le degré d'atténuation de la crue dans le lac de la fosse est une fonction de la dimension du canal exutoire. Plus le canal est large, plus l'atténuation est réduite. Un canal trapézoïdal avec une largeur à la base de 4,0 m a été supposé pour le calcul. Il s'agit d'une hypothèse prudente, car un ruisseau naturel avec la même taille de bassin versant aurait une largeur moindre. Il est à noter qu'il est techniquement possible de construire un fossé de largeur nettement inférieure aux 4 m supposés dans l'étude.
- Une profondeur d'eau initiale dans le canal de l'exutoire du lac de la fosse de 0,3 m a été supposée. Selon la géométrie typique du canal, cette profondeur correspond à un débit de $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $0,12 \text{ m}^3/\text{s}$ et par km^2 du bassin versant. Pour la comparaison, la moyenne annuelle des débits journaliers maximums à la station régionale, sur la rivière Kinojevis (numéro d'identification CEHQ 043012, bassin versant de $2\,590 \text{ km}^2$) est autour de $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ et par km^2 du bassin versant. Les conditions initiales sont donc très prudentes, correspondant à une période très humide, qui précède l'événement extrême de pluie.

- Suivant une pluie 1 :2 ans de 41 mm en 24 h, environ 21 mm de ruissellement sont générés en moyenne sur l'ensemble du bassin versant du lac de la fosse. Le coefficient de ruissellement de pointe pour le bassin versant se situe à 51 % pour l'événement 1:2 ans. Des valeurs différenciées par type de couverture du sol ont été considérées (Golder, 2012). Le volume total de ruissellement entrant dans le lac dans les 48 h après la crue est de 192 000 m³.
- Le ruissellement entrant dans le lac de la fosse augmente le niveau d'eau de seulement 0,035 m. Toutefois cela correspond à une accumulation d'environ 75,000 m³, soit 40 % du volume total de la crue. En relation directe avec l'augmentation du niveau d'eau, le débit sortant de la fosse augmente de 1,1 m³/s jusqu'à un maximum de 1,35 m³/s.
- Entre le point de sortie du lac de la fosse et le ponceau à la route 117, un bassin versant de 0,098 km² s'ajoute, en augmentant le débit de crue jusqu'à 1,7 m³/s.

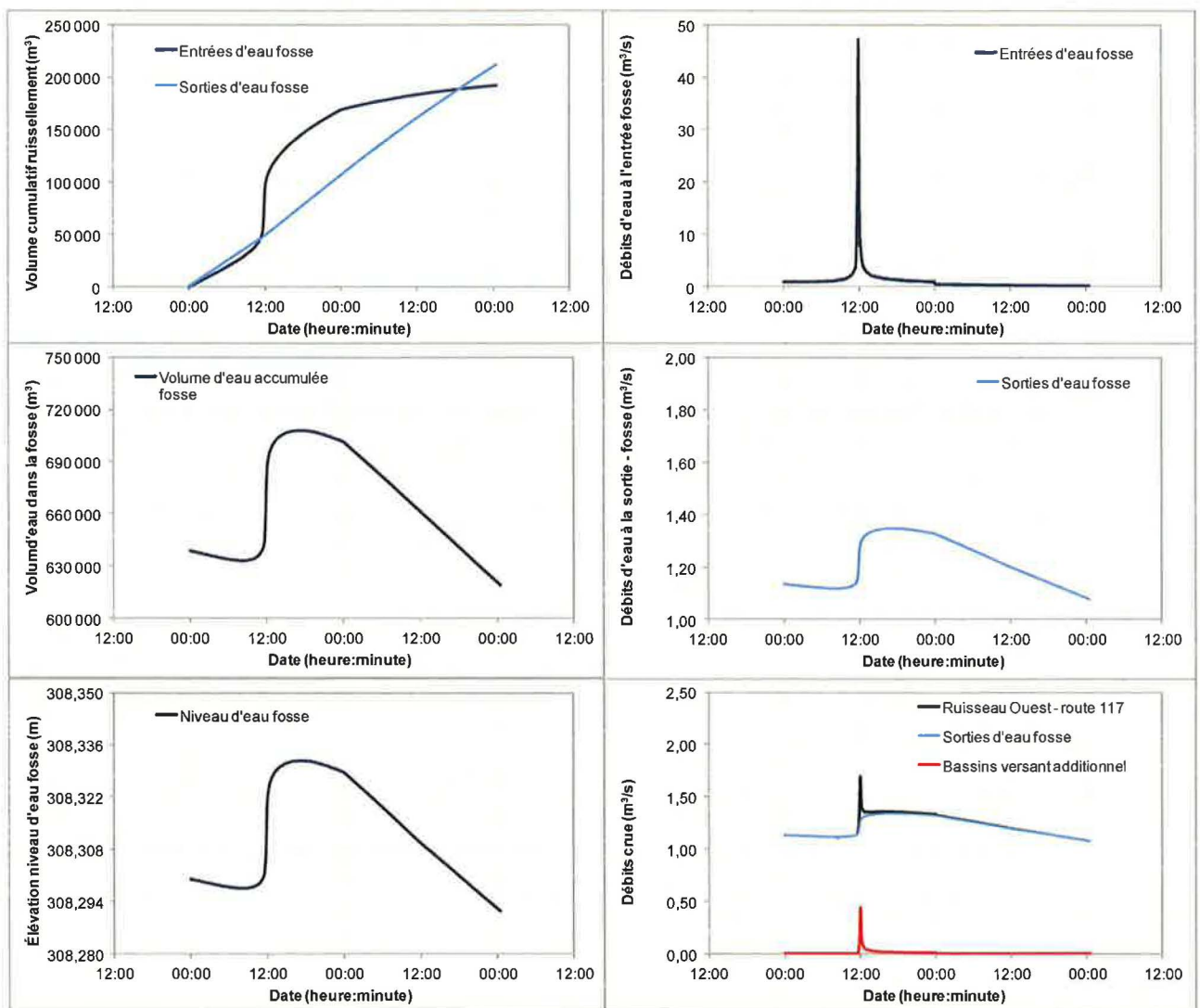


Figure 1: Résultats de calcul pour le scénario "post-fermeture", crue estivale 1:2 ans, ruisseau Ouest (simulation avec le logiciel HEC-HMS)

Autre que la crue estivale, une estimation des débits de pointe pour la crue printanière a aussi été fournie (Golder, 2012). Le scénario de crue printanière a consolidé dans une seule crue de 30 jours les résultats d'une analyse d'Environnement Canada sur les fontes de neige combinées avec les pluies printanières de durées de 1 jour jusqu'à 30 jours. Pour la crue 1 :2 ans, l'intensité totale sur 30 jours est de 175 mm en fonte de neige et en pluie. La journée la plus humide, avec une intensité de 26 mm, a été placée à la fin de la période de 30 jours. Le calcul indique un débit 1 :2 ans de $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$, soit moins important que le débit de crue estivale.

En conclusion, l'atténuation de la vague de crue dans le lac de la fosse est l'explication pour le débit de crue relativement faible par rapport à la taille du bassin versant qui a été observé par le MTQ (MTQ, 2012) pour le ruisseau Ouest dans le scénario « post-fermeture ».

Explication des résultats pour le ruisseau Central (Golder, 2012)

Dans le scénario « court terme », la superficie du bassin versant du ruisseau Ouest est de $3,9 \text{ km}^2$. L'estimation du débit de crue pour une période 1 :2 ans est de $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Golder, 2012). Dans le scénario « post-fermeture », la superficie du bassin versant du même ruisseau est de $0,40 \text{ km}^2$. L'estimation du débit de crue pour une période 1 :2 ans est de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Golder, 2012). Des explications supplémentaires sur le fait qu'une diminution si importante du bassin versant (environ 10 fois) conduise à une diminution du débit de conception de seulement 25 % sont demandées par le MTQ (MTQ, 2012).

Comme pour le ruisseau Ouest, la configuration hydrologique des bassins versants dans les deux scénarios explique ce résultat :

- **Scénario « court terme »** : le ruisseau Central draine un bassin versant (appelé actuellement le bassin versant du fossé de dérivation Nord) très peu concentré autour de son exutoire. En fait, $3,6 \text{ km}^2$, soit 92 % du bassin versant, se trouvent en amont du fossé de dérivation Nord (voir figure 1 en annexe) et se drainent vers ce fossé, à travers deux ponceaux de 1,2 m de diamètre. Une zone humide assez importante atténue les crues sur ces $3,6 \text{ km}^2$, de la même manière que le lac de la fosse dans la section précédente. En plus, trois traversées de route par des ponceaux (chemin du lac Mourier, chemin reliant le concasseur à l'usine, chemin reliant la fosse à l'usine) constituent tous autant de points de constriction de l'écoulement. La constriction au niveau des ponceaux a aussi un effet atténuateur.

La conséquence de cette configuration, comme indiqué aussi par les diagrammes dans la figure 2, est que le débit de crue dans le ruisseau Central est plutôt déterminé par les deux zones en aval du bassin versant, avec une superficie de $0,35 \text{ km}^2$, que par la zone de $3,6 \text{ km}^2$, située en amont. Cela explique mieux la valeur de $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,51 \text{ m}^3/\text{s}$ et par km^2) pour le débit de crue 1 :2 ans.

- **Scénario « post-fermeture »** : le ruisseau Central draine une superficie d'environ $0,40 \text{ km}^2$, constituée d'une partie de la halde à stériles restaurée et d'une zone la séparant de la route 117 relocalisée. La bonne perméabilité de la halde à stériles justifie l'hypothèse que les pertes par infiltrations seront assez importantes. Le débit de crue 1 :2 ans est donc un peu plus bas ($1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ par km^2) que pour d'autres bassins versants similaires.

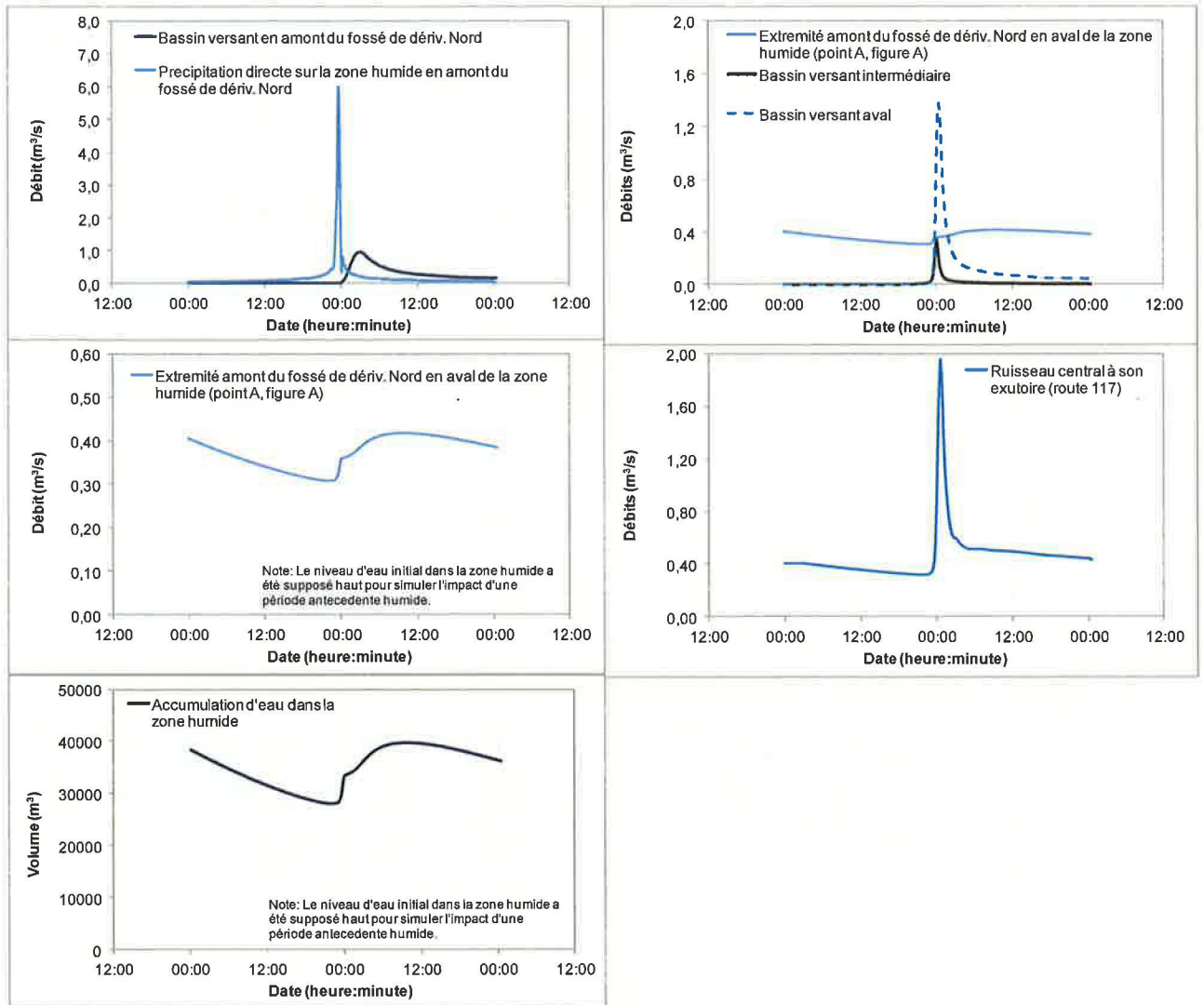


Figure 2: Résultats de calcul pour le scénario "court-terme", crue estivale 1:2 ans, ruisseau Central (simulation avec le logiciel HEC-HMS) – voir figure A pour la localisation des sous-bassins versants

Nous espérons que ces explications répondent de manière satisfaisante aux questions et commentaires du Ministère des Transports de Québec. Nous restons disponibles pour toute question ou demande d'explication additionnelle.



Vlad Rojanschi, ing., Ph.D.
Ingénieur Ressources hydriques



Murray Fitch, P.Eng. (Alberta), M.Sc.
Ingénieur Senior Ressources hydriques
Associé principal



Joao Paulo Lutti
Spécialiste Ressources hydriques

VR/MF/JPL/ig

Pièces jointes :

- MTQ, 2012 – Ministère des Transports Québec, Direction de l'Abitibi-Témiscaminque, 5 octobre 2012. Déviation de la route 117 à l'entrée est de Malartic. Mémoire technique – Calcul des débits de conception des ponceaux. N/D : 40200 – Projet 154100120
- Figures A et B - Bassins versants des ruisseaux Ouest, Central et Est identifiés dans le mémoire technique (Golder, 2012) pour les scénarios « court-terme » et « post-fermeture »

\\mon1-s-filesrv1\data\aclif\2012\1221\12-1221-0074 osisko - questions gestions eaux - malartic\6 livrables émis\001-12-1221-0074-mtf-rev0.docx



Le 5 octobre 2012

Monsieur Luc Lessard, ing.
Vice-président principal et chef de l'exploitation
Corporation Minière Osisko
1100, avenue des Canadiens-de-Montréal, bureau 300
Montréal (Québec) H3B 2S2

Objet : Déviation de la route 117 à l'entrée est de Malartic
Mémoire technique – Calcul des débits de conception des ponceaux
N/D : 40200 – Projet 154100120

Monsieur,

Nous donnons suite à la transmission du Mémoire technique « Calcul des débits de conception des ponceaux » réalisé par la firme Golder Associés Ltée.

L'analyse a porté spécifiquement sur les procédures et les méthodes utilisées pour la réalisation des études hydrauliques et non sur une validation des calculs et des résultats présentés dans le rapport.

Deux scénarios ont été étudiés par la firme Golder Associés Ltée, soit court-terme et post-fermeture. Les tableaux 1 et 2 de l'étude (pp. 4 et 5) présentent les résultats des calculs pour chacun de ces scénarios. Plusieurs facteurs hydrologiques peuvent influencer sur l'évaluation des débits des eaux de ruissellement, mais la superficie du bassin versant en est un très important.

Dans le scénario « court terme », la superficie du bassin versant du ruisseau ouest est de 0,18 km² et le débit des eaux de 2 ans de récurrence est de 1,2 m³/s; d'après le scénario « post fermeture », la superficie du bassin versant du ruisseau ouest est de 9,3 km² et le débit des eaux de 2 ans de récurrence est de 1,7 m³/s. Avec une augmentation de superficie du bassin versant d'environ 5 000 %, le débit des eaux a augmenté seulement d'environ 40 %.



Le Ministère se questionne sur la faible différence obtenue pour le débit des eaux de 2 ans de récurrence à la suite du changement notable de la superficie des bassins versants des ruisseaux ouest et central. Par conséquent, le Ministère demande des explications à ce sujet.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

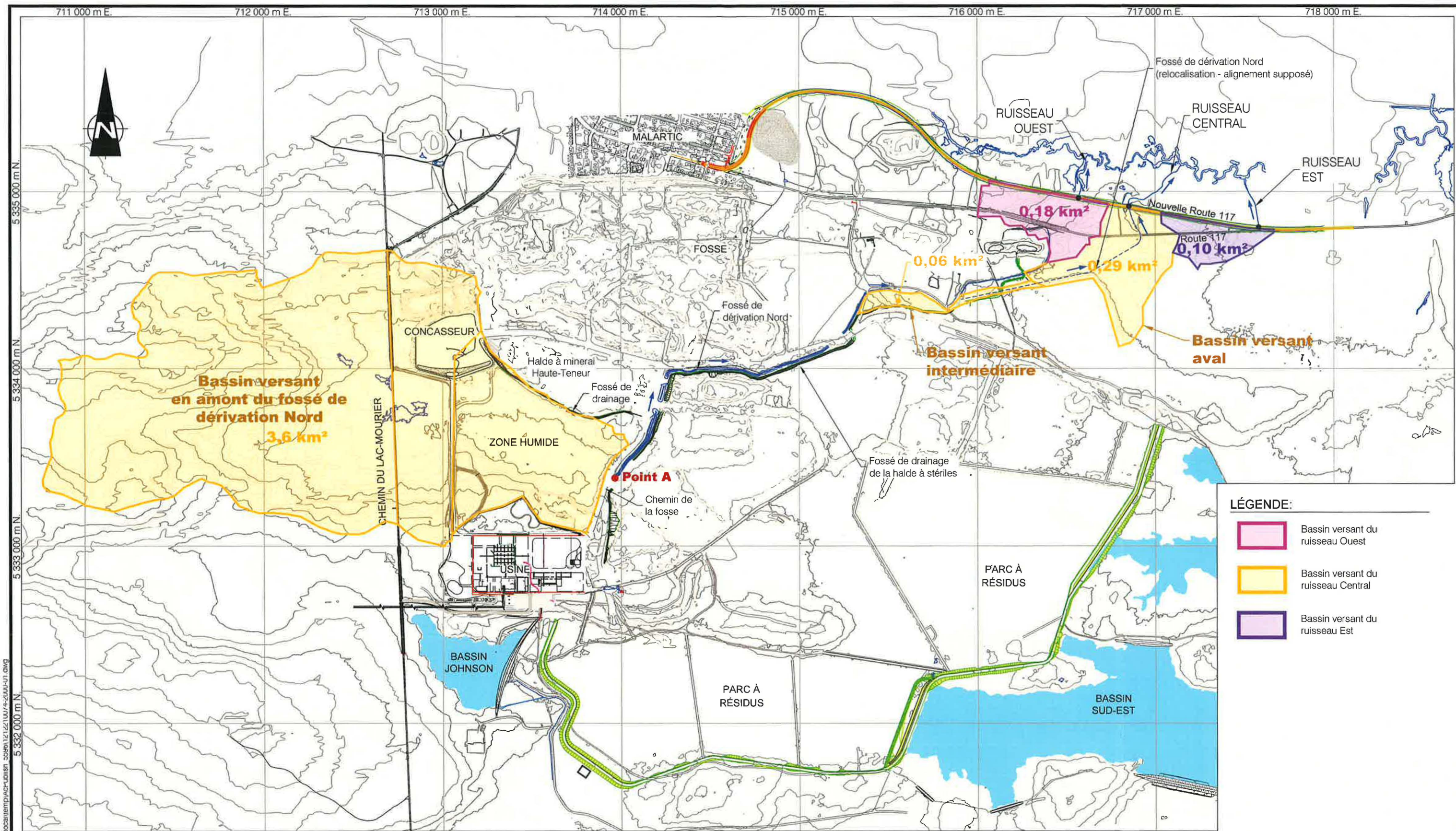
Le chef du Service des inventaires et plan,



Jean Iracà

Jl/LG/cm

c. c. M. Yves Coutu, directeur de l'Abitibi-Témiscamingue, MTQ
M. Mario Grenier, chef des CS d'Amos et de Val-d'Or, MTQ
M^{me} Lucie Roger, directrice générale et trésorière, Ville de Malartic



- LÉGENDE:**
- Bassin versant du ruisseau Ouest
 - Bassin versant du ruisseau Central
 - Bassin versant du ruisseau Est

5 335 000 m N
 5 334 000 m N
 5 333 000 m N
 5 332 000 m N

711 000 m E. 712 000 m E. 713 000 m E. 714 000 m E. 715 000 m E. 716 000 m E. 717 000 m E. 718 000 m E.

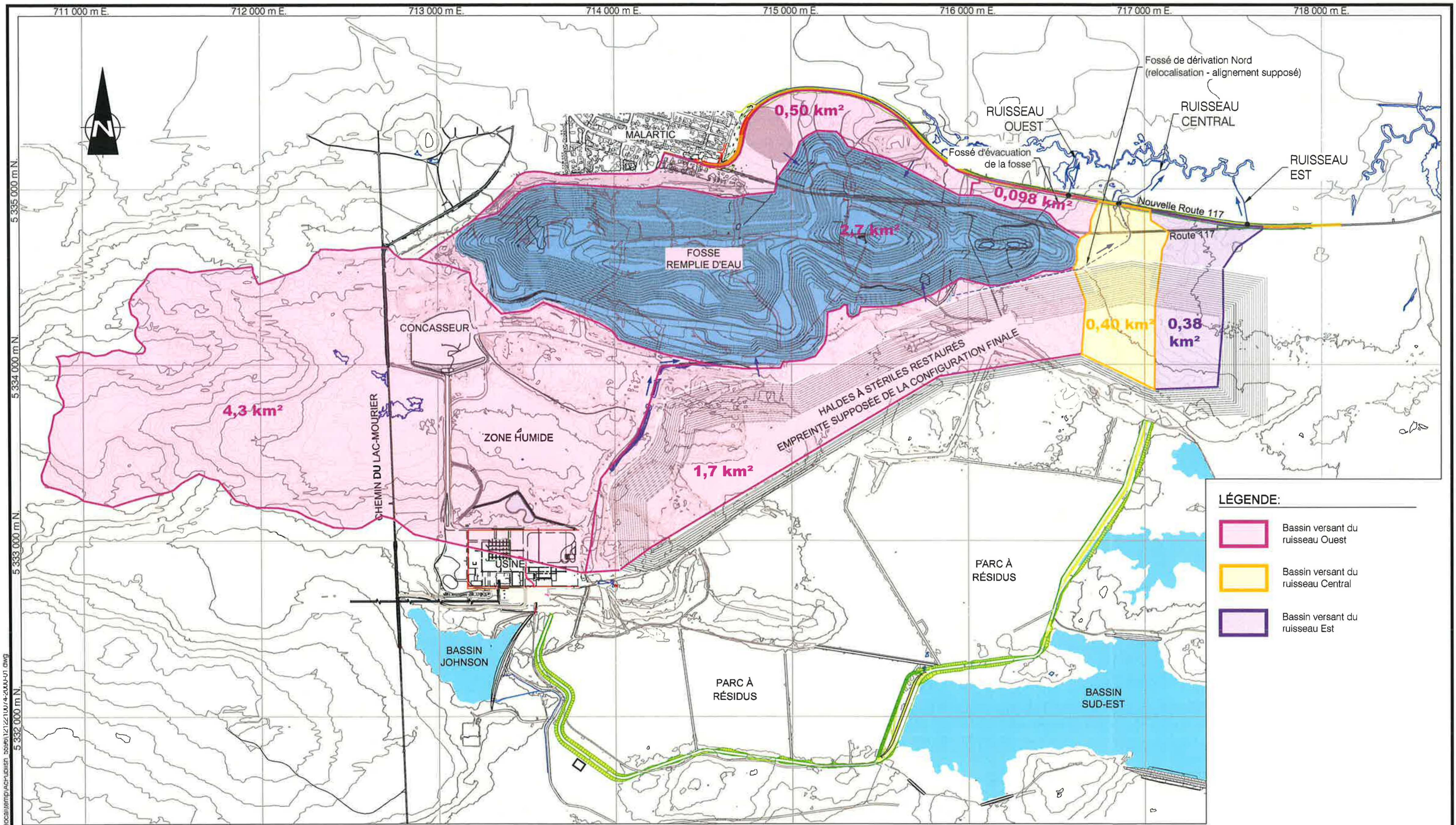
I:\Users\gravel\appdata\temp\p\ac-r\unissn_5566\1212210074-2000-01.dwg
 5 332 000 m N

PRÉLIMINAIRE



No. DE DESSIN	1212210074-2000-01
No. DE PROJET	12-1221-0074-2000
ÉCHELLE	1 : 20 000
DATE	2012-10-25
PROJETÉ	V. Rojanschi
DESSINÉ	R. Gravel
VÉRIFIÉ	V. Rojanschi
APPROUVÉ	M. Fitch


TITRE	SCÉNARIO POST-FERMETURE - BASSINS VERSANTS DES RUISSEAUX OUEST, CENTRAL ET EST
FIGURE	A
RELOCALISATION DE LA ROUTE 117	



- LÉGENDE:**
- Bassin versant du ruisseau Ouest
 - Bassin versant du ruisseau Central
 - Bassin versant du ruisseau Est

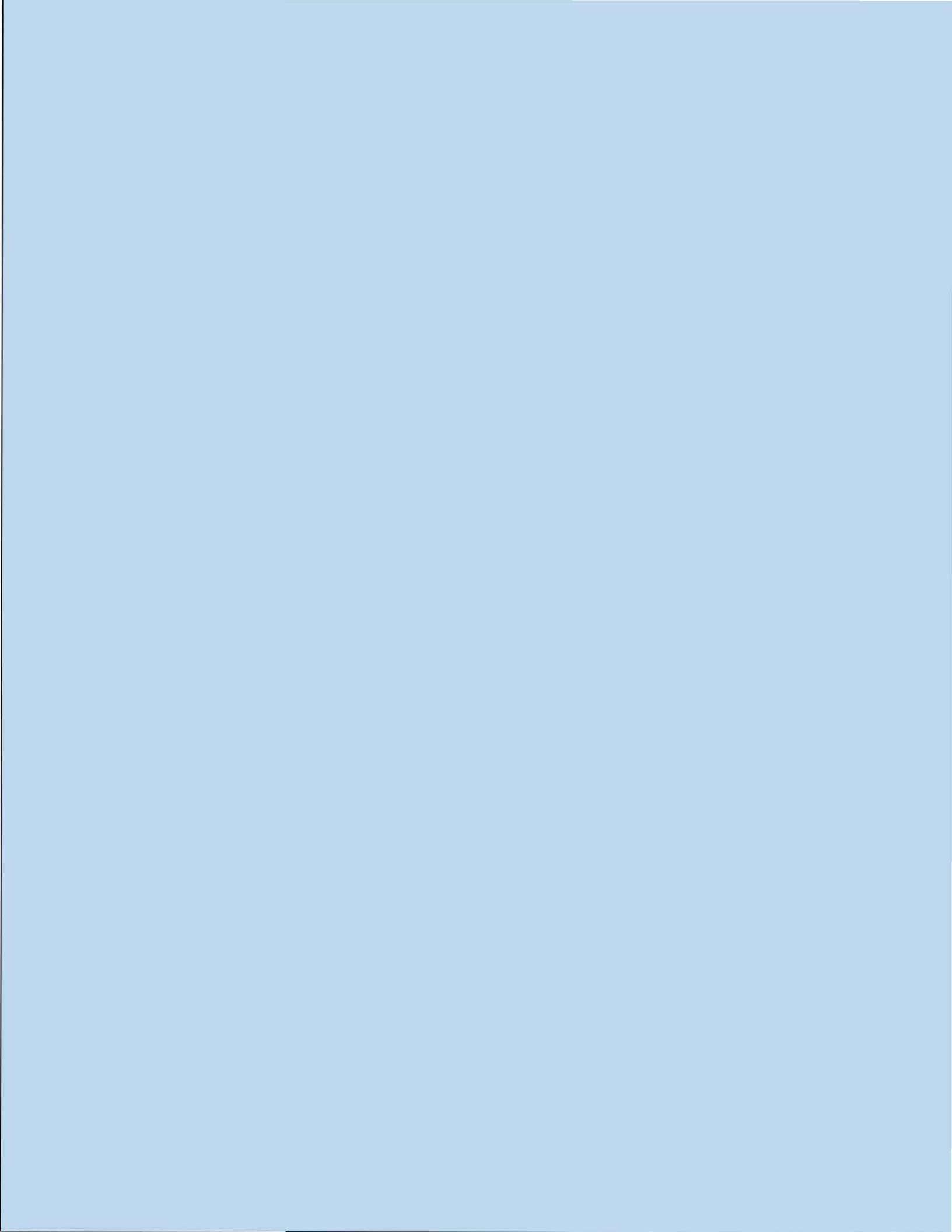
FILENAME: C:\Users\gravel\appdata\local\temp\acrcubist_258512\2100\4-2000-01.dwg
 5 332 000 m N
 5 333 000 m N
 5 334 000 m N
 5 335 000 m N

PRÉLIMINAIRE


Golder Associés
 Montréal, Québec
 No. DE DESSIN 1212210074-2000-01
 No. DE PROJET 12-1221-0074-2000

ÉCHELLE	1 : 20 000
DATE	2012-10-25
PROJETÉ	V. Rojanski
DESSINÉ	R. Gravel
VÉRIFIÉ	V. Rojanski
APPROUVÉ	M. Fitch

TITRE SCÉNARIO POST-FERMETURE - BASSINS VERSANTS DES RUISSEAUX OUEST, CENTRAL ET EST	
RELOCALISATION DE LA ROUTE 117	FIGURE B



Date: 6 août 2013
CONFIDENTIEL

N° de référence: 003-12-1221-0074-MTF-Rev0

À: Monsieur François Fortin
Corporation minière Osisko

De: Joao P. Lutti, Vlad Rojanschi, Mayana Kissiova

OBJET : ANALYSES HYDRAULIQUES DES RUISSEAUX CENTRAL ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA RIVIÈRE MALARTIC – MALARTIC, CANADA

1.0 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Corporation Minière Osisko (Osisko) a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin d'estimer :

- Les débits de crue, en situation de crue 1 :2 ans, dans les ruisseaux Ouest et Central pour les secteurs situés entre la route 117 et la rivière Malartic (figures 1 et 2). Le scénario de développement du site est la situation actuelle (scénario « 2013 », figure 3).
- Les niveaux d'eau et la largeur d'eau en surface (la largeur au miroir) en situation de crue 1 :2 ans dans les ruisseaux Ouest et Central pour deux scénarios :
 - le scénario « 2013 »; et
 - la situation correspondant aux débits les plus élevés parmi les scénarios « court-terme » et « post-fermeture » (voir Golder, 2012).

La déviation de la route 117 vers un emplacement plus proche de la rivière Malartic et l'influence que cette déviation pourrait avoir sur l'habitat aquatique des deux ruisseaux constituent le contexte du mandat.

Les zones d'étude, soit les deux secteurs des ruisseaux, sont des zones humides avec des topographies très planes et des différences d'élévation du terrain naturel de moins de 1 m sur plusieurs dizaines de mètres de section perpendiculaire à la direction d'écoulement. La structure du couvert végétal, telle que visible sur les photos aériennes (figures 1 et 2), témoigne de zones humides inondées plusieurs fois par année. En situation de crue 1 :2 ans, il est donc probable qu'une grande partie de ces zones humides devient active du point de vue hydraulique. L'analyse présentée ci-dessous a inclus cette compréhension du comportement des zones d'étude. Des largeurs d'eau en surface (largeurs au miroir) assez importantes, de plusieurs dizaines de mètres, en ont résulté du calcul. Les profondeurs de l'eau sont très faibles (moins de 0,25 m, typiquement près de 0,1 m) sur la plus grande partie de ces largeurs; l'eau s'écoulerait donc plutôt à travers le couvert végétal que par-dessus le couvert végétal. Les profondeurs d'eau sont plus grandes (jusqu'à 1,3 m, typiquement près de 0,5 m) sur des



largeurs plus restreintes des mêmes sections; ces largeurs correspondent aux canaux d'écoulement principaux; jusqu'à trois canaux sont observables pour beaucoup de sections arpentées.

L'analyse présentée dans ce mémorandum technique comportait les aspects hydrauliques seulement. L'intégration des résultats dans le contexte du projet, c'est-à-dire l'analyse d'étude d'impact de la déviation ou de la conception des nouveaux ponceaux sous la future route, n'a pas fait l'objet de ce mandat.

2.0 DONNÉES DISPONIBLES

Genivar (2013) a mis à la disposition de Golder plusieurs sections arpentées relativement aux deux ruisseaux (figures 3 à 6). Les 16 sections pour le ruisseau Ouest et les 25 sections pour le ruisseau Central sont étendues sur la longueur des deux ruisseaux, entre la rivière Malartic et la route 117 dans sa position actuelle. Les longueurs des deux secteurs étudiés sont de 0,43 km pour le ruisseau Ouest et de 0,49 km pour le ruisseau Central. Les sections arpentées incluent la zone humide dans la vallée des deux ruisseaux. Pour le ruisseau Central, l'arpentage inclut quatre barrages de castors qui influencent les niveaux d'eau.

Des cartes topographiques LIDAR (Genivar 2013) sont aussi disponibles pour la zone d'étude. Toutefois, les sections arpentées directement sur le terrain ont un degré de précision et une densité des points supérieure aux cartes LIDAR. Par conséquent celles-ci n'ont pas été utilisées pour l'analyse hydraulique.

Des photos aériennes (voir figures 1 et 2) ont contribué au support visuel pour l'identification des canaux principaux d'écoulement; les différences dans la végétation à travers la vallée des ruisseaux ont permis de conclure sur le régime hydraulique en cas de crue.

L'étude de Genivar (2012) présente une analyse de modélisation hydraulique pour la rivière Malartic en situation de crue. Les paramètres hydrauliques calibrés sur la base des données historiques ainsi que les niveaux d'eau 1 :2 ans calculés pour la rivière Malartic aux confluences avec les ruisseaux Ouest et Central ont été utilisés dans la présente analyse.

Finalement, l'étude de Golder (2012) inclut l'estimation des débits de crue 1 :2 ans pour les ruisseaux Ouest et Central en considérant à la fois la situation actuelle du site et son développement futur à court-terme et post-fermeture qui est lié au développement du site minier Canadian Malartic. Aux fins de cette analyse, les débits considérés sont les plus prudents (les plus forts) entre les deux scénarios: 1,9 m³/s pour le ruisseau Ouest et 2,2 m³/s pour le ruisseau central.

3.0 MÉTHODOLOGIE

Cette section présente la méthodologie de calcul des débits de crue ainsi que des niveaux et des largeurs des cours d'eau.

3.1 Calcul des débits de crue

Les méthodologies présentées dans l'étude de Golder (2012) ont été utilisées pour calculer les débits de crue 1 :2 ans pour le scénario « 2013 » pour les ruisseaux Ouest et Central.

Le scénario « 2013 » correspond à la situation actuelle avant toute intervention, soit pour la déviation de la route 117 ou pour la déviation du fossé de dérivation Nord. La figure 3 présente les bassins versants des ruisseaux Ouest et Central considérés dans les calculs hydrologiques pour le scénario « 2013 ». Pour le scénario

« 2013 », les débits de crue n'ont pas été augmentés pour tenir compte de l'augmentation potentielle des intensités pluvieuses extrêmes à cause des changements climatiques, tel que recommandé par le MTQ (2010) pour les projets de ponceaux.

Les débits de crue 1 :2 ans calculés pour le scénario « 2013 » sont de 1,8 m³/s pour le ruisseau Ouest et 1,2 m³/s pour le ruisseau Central.

3.2 Calculs des niveaux d'eau et des largeurs des cours d'eau

Le logiciel de modélisation hydraulique HEC-RAS (version 4.1, janvier 2010, développé par le United States Army Corps of Engineers) a été utilisé pour calculer l'écoulement dans les deux ruisseaux en supposant un régime hydraulique stationnaire avec un débit égal au débit de crue 1 :2 ans. HEC-RAS est l'outil le plus fréquemment utilisé en Amérique du Nord pour la modélisation unidimensionnelle de l'écoulement dans des cours d'eau à surface libre.

Les sections arpentées ont été intégrées dans les modèles hydrauliques des deux ruisseaux. Deux valeurs différentes ont été estimées pour la rugosité hydraulique (le coefficient de Manning), le paramètre qui indique la perte d'énergie hydraulique causée par le frottement de l'eau avec la surface solide :

- Une valeur de 0,03 a été attribuée aux zones de chaque section, pour lesquelles l'arpentage et l'image aérienne témoignent d'un écoulement d'eau continu avec peu de végétation. La valeur provient de Genivar (2011), qui l'a calibré pour le canal de la rivière Malartic.
- Une valeur de 0,06 a été attribuée aux zones de chaque section, pour lesquelles l'arpentage et l'image aérienne suggèrent un écoulement d'eau en situation de crue seulement et donc avec une couche végétale beaucoup plus développée. La valeur est basée sur l'expérience et sur la littérature; McCuen (1998) recommande un intervalle de 0,05 à 0,07 pour des zones inondables adjacentes aux cours d'eau naturels avec une couverture végétale d'herbes denses et de broussailles isolées.

Les calculs hydrauliques pour les ruisseaux Ouest et Central ont été faits pour le scénario « 2013 » et pour la situation « future ». Tel que déjà mentionné, la situation « future » considère les plus grands débits parmi les résultats présentés dans l'étude de Golder (2012), après la déviation de la route 117.

Les débits 1 :2 ans déjà mentionnés constituent les conditions aux frontières en amont. Les niveaux d'eau dans la rivière Malartic constituent les conditions aux frontières en aval. Le bassin versant de la rivière Malartic est beaucoup plus grand que les bassins versants des deux ruisseaux ; il est alors peu probable que le niveau d'eau 1 :2 ans dans la rivière soit atteint en même temps que le niveau similaire dans les deux ruisseaux. Deux modélisations différentes pour le scénario « 2013 » et pour la situation « future » ont été réalisées afin d'analyser la sensibilité des résultats par rapport à cet aspect :

- Une première modélisation réalisée a utilisé, comme conditions aux frontières, les niveaux d'eau 1 :2 ans dans la rivière Malartic (débit 1 :2 ans de 8,2 m³/s) calculés par Genivar (2012): 307,5 m à la confluence avec le ruisseau Ouest et 306,7 m à la confluence avec le ruisseau Central.
- Une deuxième modélisation réalisée a utilisé, comme conditions aux frontières, des niveaux d'eau en conditions climatiques normales dans la rivière Malartic. Comme estimation de ces conditions, l'analyse a utilisé les niveaux d'eau arpentés en octobre 2011 et documentés par Genivar (2012); le débit estimé au moment de l'arpentage a été de 1,0 m³/s: 307,14 m à la confluence avec le ruisseau Ouest et 306,27 m à la confluence avec le ruisseau Central.

Les figures 4 à 13 en annexe présentent les sections arpentées à travers les vallées des deux ruisseaux :

- Pour le ruisseau Ouest, on observe qu'un canal d'écoulement principal est bien défini pour les tronçons aval et amont seulement (sections 1 à 4 et 15 et 16). Pour le tronçon au milieu (sections 5 à 14), les sections sont très planes avec des différences d'environ 0,5 m sur plusieurs dizaines de mètres. Entre une et trois zones (canaux), plus profondes de quelques dizaines de centimètres que les zones adjacentes, peuvent être observées. Corroborées avec la structure du couvert végétal dans la figure 1, les données suggèrent que toute la zone humide arpentée soit inondée plusieurs fois par année. Nous proposons donc de conclure que la zone humide participe de manière active à l'écoulement 1 :2 ans vers la rivière Malartic. Le niveau d'eau 1 :2 ans a été calculé en supposant que toute la section de calcul soit connectée de manière hydraulique; en d'autres mots, la surface d'eau est étendue à travers la section sur toute la largeur, dont l'élévation arpentée du terrain est plus basse que le niveau d'eau calculé.
- Pour le ruisseau Central, les sections arpentées indiquent la même situation que celle pour le ruisseau Ouest. Comme pour le ruisseau Ouest, la structure du couvert végétal dans la figure 2 suggère que ce canal déborde plusieurs fois par année et que la zone humide à droite et à gauche du canal participe de manière active à l'écoulement. Les mêmes hypothèses de calcul ont été faites pour le ruisseau Ouest.

4.0 RÉSULTATS

Les tableaux 1 à 8, les diagrammes 1 à 4 ainsi que les figures 4 à 13 à la fin de ce mémo technique présentent les résultats des calculs pour les deux ruisseaux selon les deux conditions aux frontières en aval (niveau d'eau dans la rivière Malartic) pour le scénario « 2013 » et pour la situation « future » :

- Pour le ruisseau Ouest :
 - L'impact d'un niveau de crue dans la rivière Malartic se fait sentir jusqu'à environ 230 m en amont de la confluence du ruisseau avec la rivière. Cela correspond à la section 10, soit de manière approximative à la limite aval de la future déviation de la route 117.
 - La largeur de la zone inondée, et supposée active d'un point de vue hydraulique, atteint son minimum près de la confluence avec la rivière Malartic (section 1) : 6 m pour un niveau d'eau dans la rivière Malartic « conditions normales » et 31 m pour un niveau d'eau 1 :2 ans. Le maximum correspond à la section 7, soit près de l'étang d'eau visible sur la figure 1 : 75 m et 91 m pour les deux cas respectivement. Les différences entre le scénario « 2013 » et la situation « future » sont considérées faibles.
 - **Près de la future déviation de la route 117, la largeur de la zone inondée, et supposée active d'un point de vue hydraulique, varie entre 47 m et 59 m pour le scénario « 2013 » et entre 48 m et 63 m pour la situation « future » (sections 10 à 12, figures 5 et 10).** Ces valeurs incluent une ou deux zones (canaux) distinctes avec des largeurs relativement restreintes et avec une profondeur de l'eau de l'ordre de 0,5 m à 0,6 m et des zones plus larges avec une profondeur de l'eau de l'ordre de 0,1 m. En fonction du temps de l'année, il est probable que l'eau s'écoule dans ces dernières zones à travers la végétation plutôt que par-dessus le couvert végétal.

■ Pour le ruisseau Central :

- L'impact d'un niveau de crue dans la rivière Malartic se fait sentir jusqu'à environ 100 m en amont de la confluence du ruisseau avec la rivière. Cela reste à approximativement 250 m de distance de la limite aval de la future déviation de la route 117.
- La largeur de la zone inondée, et supposée active d'un point de vue hydraulique, varie entre 9 m et 58 m pour le scénario « 2013 » et entre 15 m et 58 m pour la situation « future ». La valeur la plus large est atteinte près de la confluence avec la rivière Malartic.
- **Près de la future déviation de la route 117, la largeur de la zone inondée, et supposée active d'un point de vue hydraulique, varie entre 26 m et 31 m pour le scénario « 2013 » et entre 31 m et 33 m pour la situation « future » (sections 16 à 18).** Ces valeurs incluent une ou deux zones (canaux) distinctes avec des largeurs relativement restreintes et avec une profondeur de l'eau l'ordre de 0,4 m à 0,5 m et des zones plus larges avec une profondeur de l'eau de l'ordre de 0,1 m (section 18) ou de 0,25 m (sections 16 et 17). En fonction du temps de l'année, il est probable que l'eau s'écoule dans ces dernières zones à travers la végétation plutôt que par-dessus le couvert végétal.

Tableau 1 : Résultats de calcul pour le ruisseau Ouest en considérant un niveau d'eau « conditions 1 :2 ans » dans la rivière Malartic – scénario « 2013 »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
16	430	1,8	308,2	0,50	0,4	72
14	360	1,8	308,1	0,50	0,6	75
13	340	1,8	308,1	0,45	0,5	45
12 (*)	300	1,8	308,0	0,32	0,5	51
11 (*)	260	1,8	307,8	0,49	0,5	59
10 (*)	230	1,8	307,6	0,59	0,6	47
9	150	1,8	307,5	0,74	0,2	57
8	140	1,8	307,5	0,61	0,1	72
7	130	1,8	307,5	0,69	0,1	91
6	100	1,8	307,5	0,92	0,1	77
5	80	1,8	307,5	0,90	0,1	75
4	40	1,8	307,5	1,05	0,3	65
3	20	1,8	307,5	0,91	0,2	32
2	10	1,8	307,5	1,01	0,2	32
1	0	1,8	307,5	1,17	0,3	31

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 2 : Résultats de calcul pour le ruisseau Ouest en considérant un niveau d'eau « conditions normales » dans la rivière Malartic – scénario « 2013 »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
16	430	1,8	308,2	0,50	0,4	72
14	360	1,8	308,1	0,50	0,6	75
13	340	1,8	308,1	0,45	0,5	45
12 (*)	300	1,8	308,0	0,32	0,5	51
11 (*)	260	1,8	307,8	0,49	0,5	59
10 (*)	230	1,8	307,5	0,55	0,8	42
9	150	1,8	307,3	0,49	0,5	40
8	140	1,8	307,2	0,34	0,3	52
7	130	1,8	307,2	0,42	0,2	75
6	100	1,8	307,2	0,65	0,2	58
5	80	1,8	307,2	0,62	0,3	30
4	40	1,8	307,2	0,73	0,8	18
3	20	1,8	307,2	0,57	0,5	15
2	10	1,8	307,2	0,66	0,6	9
1	0	1,8	307,1	0,81	0,5	6

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 3 : Résultats de calcul pour le ruisseau Central en considérant un niveau d'eau « conditions 1 :2 ans » dans la rivière Malartic – scénario « 2013 »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
25	490	1,2	309,4	0,42	0,7	16
24	470	1,2	309,4	0,63	0,6	14
23	460	1,2	309,4	0,46	0,6	19
22	450	1,2	309,3	0,46	0,9	24
21	450	1,2	309,3	0,40	1,0	16
20	440	1,2	309,2	0,39	0,7	40
19	400	1,2	309,1	0,42	0,6	32
18 (*)	380	1,2	309,0	0,40	1,1	27
17 (*)	370	1,2	308,9	0,37	0,8	31
16 (*)	360	1,2	308,8	0,39	0,5	26
15	330	1,2	308,6	0,35	0,9	28
14	310	1,2	308,4	0,49	0,8	14
13	290	1,2	308,1	1,20	1,7	9
12	250	1,2	307,9	0,64	0,2	39
11	230	1,2	307,8	0,22	1,0	11
10	220	1,2	307,7	0,45	0,8	24
9	210	1,2	307,6	0,22	0,3	35
8	190	1,2	307,4	0,14	0,7	33
7	160	1,2	307,2	0,28	1,1	32
6	140	1,2	307,1	0,46	0,2	35
5	140	1,2	307,1	0,31	0,4	23
4	130	1,2	307,0	0,21	0,7	29
3	120	1,2	307,0	0,26	0,7	31
2	60	1,2	306,7	0,16	0,5	41
1	0	1,2	306,7	0,54	0,1	58

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 4 : Résultats de calcul pour le ruisseau Central en considérant un niveau d'eau « conditions normales » dans la rivière Malartic – scénario « 2013 »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
25	490	1,2	309,4	0,42	0,7	16
24	490	1,2	309,4	0,63	0,6	14
23	470	1,2	309,4	0,46	0,6	19
22	460	1,2	309,3	0,46	0,9	24
21	450	1,2	309,3	0,40	1,0	16
20	450	1,2	309,2	0,39	0,7	40
19	440	1,2	309,1	0,42	0,6	32
18 (*)	400	1,2	309,0	0,40	1,1	27
17 (*)	380	1,2	308,9	0,37	0,8	31
16 (*)	370	1,2	308,8	0,39	0,5	26
15	360	1,2	308,6	0,35	0,9	28
14	330	1,2	308,4	0,49	0,8	14
13	310	1,2	308,1	1,20	1,7	9
12	290	1,2	307,9	0,64	0,2	39
11	250	1,2	307,8	0,22	1,0	11
10	230	1,2	307,7	0,45	0,8	24
9	220	1,2	307,6	0,22	0,3	35
8	210	1,2	307,4	0,14	0,7	33
7	190	1,2	307,2	0,28	1,1	32
6	160	1,2	307,1	0,46	0,2	35
5	140	1,2	307,1	0,31	0,4	23
4	140	1,2	307,0	0,21	0,7	29
3	130	1,2	307,0	0,26	0,7	31
2	120	1,2	306,7	0,14	0,6	39
1	60	1,2	306,3	0,11	0,7	44

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 5 : Résultats de calcul pour le ruisseau Ouest en considérant un niveau d'eau « conditions 1 :2 ans » dans la rivière Malartic – situation « future »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
16	430	1,9	308,2	0,51	0,5	77
14	360	1,9	308,1	0,51	0,6	78
13	340	1,9	308,1	0,47	0,5	63
12 (*)	300	1,9	308,0	0,33	0,5	60
11 (*)	260	1,9	307,9	0,51	0,6	63
10 (*)	230	1,9	307,6	0,60	0,7	48
9	150	1,9	307,5	0,74	0,2	57
8	140	1,9	307,5	0,61	0,1	72
7	130	1,9	307,5	0,69	0,1	91
6	100	1,9	307,5	0,92	0,1	77
5	80	1,9	307,5	0,90	0,1	75
4	40	1,9	307,5	1,05	0,3	65
3	20	1,9	307,5	0,91	0,3	32
2	10	1,9	307,5	1,01	0,3	32
1	0	1,9	307,5	1,17	0,3	31

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 6 : Résultats de calcul pour le ruisseau Ouest en considérant un niveau d'eau « conditions normales » dans la rivière Malartic – situation « future »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
16	430	1,9	308,2	0,51	0,5	77
14	360	1,9	308,1	0,51	0,6	78
13	340	1,9	308,1	0,47	0,5	63
12 (*)	300	1,9	308,0	0,33	0,5	60
11 (*)	260	1,9	307,9	0,51	0,6	63
10 (*)	230	1,9	307,6	0,58	0,8	46
9	150	1,9	307,3	0,50	0,6	43
8	140	1,9	307,3	0,35	0,3	53
7	130	1,9	307,3	0,43	0,2	77
6	100	1,9	307,3	0,66	0,2	59
5	80	1,9	307,2	0,63	0,3	33
4	40	1,9	307,2	0,74	0,9	18
3	20	1,9	307,2	0,58	0,5	15
2	10	1,9	307,2	0,66	0,6	9
1	0	1,9	307,1	0,81	0,5	6

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 7 : Résultats de calcul pour le ruisseau Central en considérant un niveau d'eau « conditions 1 :2 ans » dans la rivière Malartic – situation « future »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
25	490	2,2	309,5	0,52	0,8	32
24	470	2,2	309,5	0,71	0,9	24
23	460	2,2	309,5	0,55	0,7	28
22	450	2,2	309,4	0,52	1,1	27
21	450	2,2	309,4	0,47	1,2	25
20	440	2,2	309,3	0,46	0,8	46
19	400	2,2	309,2	0,49	0,8	34
18 (*)	380	2,2	309,0	0,46	1,3	31
17 (*)	370	2,2	308,9	0,43	0,9	33
16 (*)	360	2,2	308,9	0,46	0,7	33
15	330	2,2	308,7	0,42	1,1	36
14	310	2,2	308,5	0,57	1,2	24
13	290	2,2	308,3	1,33	1,5	20
12	250	2,2	308,0	0,73	0,3	43
11	230	2,2	307,8	0,28	1,1	15
10	220	2,2	307,7	0,49	1,1	34
9	210	2,2	307,7	0,27	0,4	39
8	190	2,2	307,5	0,18	0,9	35
7	160	2,2	307,3	0,33	1,3	37
6	140	2,2	307,2	0,53	0,3	35
5	140	2,2	307,2	0,37	0,5	26
4	130	2,2	307,1	0,26	0,8	30
3	120	2,2	307,0	0,32	0,9	33
2	60	2,2	306,8	0,20	0,7	43
1	0	2,2	306,7	0,54	0,2	58

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

Tableau 8 : Résultats de calcul pour le ruisseau Central en considérant un niveau d'eau « conditions normales » dans la rivière Malartic – situation « future »

Section	Distance de la confluence avec la rivière Malartic	Débit	Élévation de la surface de l'eau	Profondeur maximale de l'eau	Vitesse dans le chenal principal	Largeur de la surface de l'eau (largeur au miroir)
	(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
25	490	2,2	309,5	0,52	0,8	32
24	470	2,2	309,5	0,71	0,9	24
23	460	2,2	309,5	0,55	0,7	28
22	450	2,2	309,4	0,52	1,1	27
21	450	2,2	309,4	0,47	1,2	25
20	440	2,2	309,3	0,46	0,8	46
19	400	2,2	309,2	0,49	0,8	34
18 (*)	380	2,2	309,0	0,46	1,3	31
17 (*)	370	2,2	308,9	0,43	0,9	33
16 (*)	360	2,2	308,9	0,46	0,7	33
15	330	2,2	308,7	0,42	1,1	36
14	310	2,2	308,5	0,57	1,2	24
13	290	2,2	308,3	1,33	1,5	20
12	250	2,2	308,0	0,73	0,3	43
11	230	2,2	307,8	0,28	1,1	15
10	220	2,2	307,7	0,49	1,1	34
9	210	2,2	307,7	0,27	0,4	39
8	190	2,2	307,5	0,18	0,9	35
7	160	2,2	307,3	0,33	1,3	37
6	140	2,2	307,2	0,53	0,3	35
5	140	2,2	307,2	0,37	0,5	26
4	130	2,2	307,1	0,26	0,8	30
3	120	2,2	307,0	0,32	0,9	33
2	60	2,2	306,8	0,19	0,8	42
1	0	2,2	306,3	0,12	1,1	44

Note : (*) Sections de calcul autour de la future déviation de la route 117.

5.0 LIMITATIONS

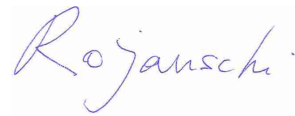
La topographie plane et l'incertitude par rapport aux connexions hydrauliques entre les différentes zones basses rendent la modélisation hydraulique des zones humides très complexe. Les données d'arpentage disponibles et les hypothèses prudentes et raisonnables par rapport à la définition du mandat ont été utilisées dans l'analyse actuelle. Toutefois, il est possible qu'une analyse plus détaillée, qui considérerait des données d'arpentage

additionnelles et qui prendrait en compte différents scénarios de développement du couvert végétal au courant de l'année, arrive à de conclusions différentes au sujet des largeurs d'eau en surface en situation de crue dans les ruisseaux Ouest et Central par rapport aux résultats de nos modélisations.

GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



Joao Paulo Lutti
Spécialiste ressources hydriques



Vlad Rojanschi, ing., Ph.D.
Ingénieur ressources hydriques



Mayana Kissiova, ing., M.Ing.
Associée, directrice de projet

JPL/VR/MK

Pièces jointes : Diagrammes 1 à 4 – Résultats de modélisation hydraulique. Profils longitudinaux
Figures 1 à 13 – Vues en plan de la zone d'étude. Sections arpentées et de calculs.

6.0 RÉFÉRENCES

Genivar (2012) – Genivar, avril 2012. Étude du tracé et rapport d'avant-projet – *Déviations de la route 117, à Malartic*. Numéro de référence : 081-50334-00 (M114768).

Genivar (2013) – Objet : *Hydrologie EIE extension de la fosse Canadian Malartic et déviation de la route 117 : Plans autocadt*, Leïla Ouahit, Ing. Civil Jr., Hydroélectricité et hydraulique, Genivar Inc., courriel électronique à Golder Associés Ltée, Emanuelle Desrochers, Ing. Jr, Spécialiste Ressources en Eau. Reçue le 11 avril 2013.

Golder (2012) – Golder Associés Ltée, mai 2012. Mémoire technique – *Objet : Calcul des débits de conception des ponceaux sous le nouvel alignement de la route 117 – Mine Canadian Malartic*. Numéro de référence : 027-10-1221-0065-MTF-RevB.

McCuen (1998) – Mc Cuen, R.H., 1997. *Hydrologic Analysis and Design*. Prentice-Hall, Inc.

MTQ (2010) – Manuel de conception des ponceaux, Ministère de Transports du Québec, rév 2, 2010.

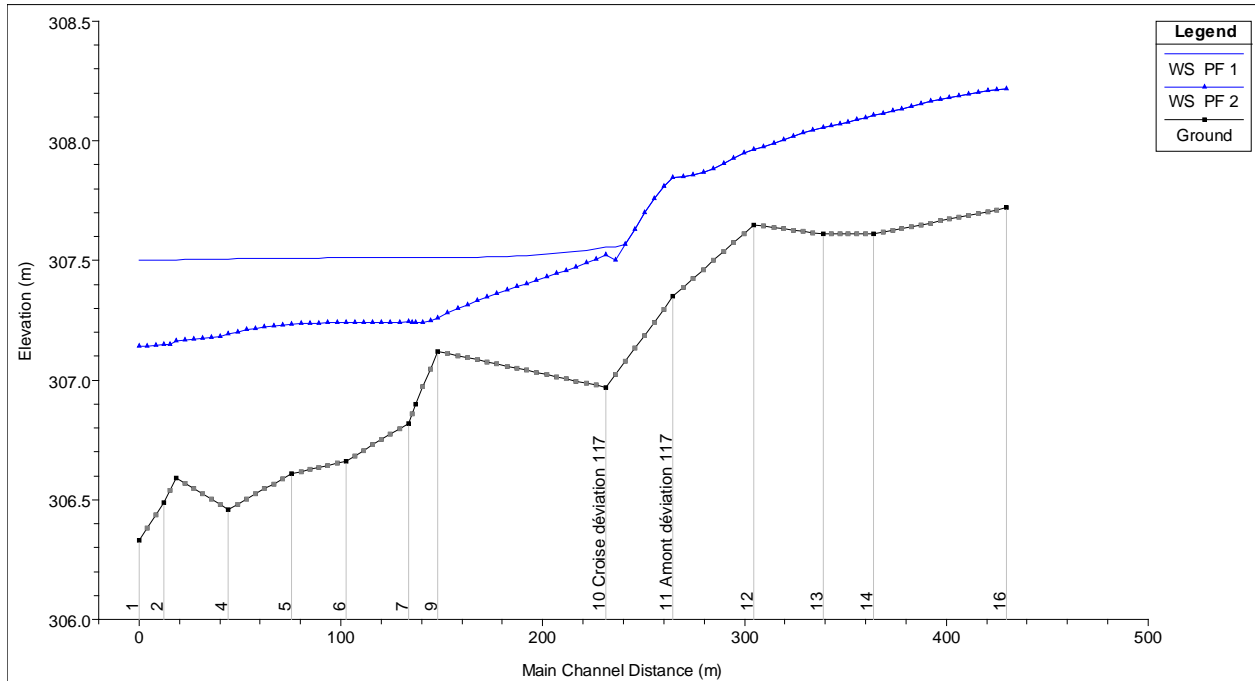


Diagramme 1: Résultats de modélisation hydraulique - profil calculé du niveau d'eau pour le ruisseau Ouest – scénario « 2013 »

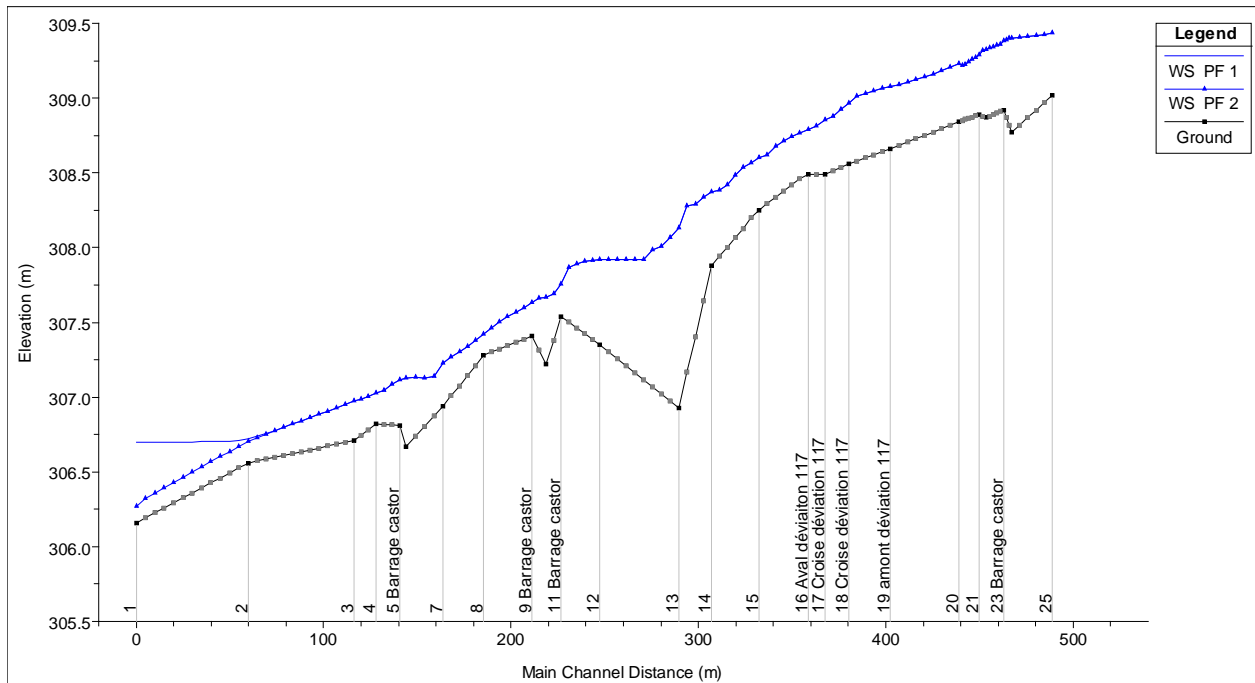


Diagramme 2: Résultats de modélisation hydraulique - profil calculé du niveau d'eau pour le ruisseau Central – scénario « 2013 »

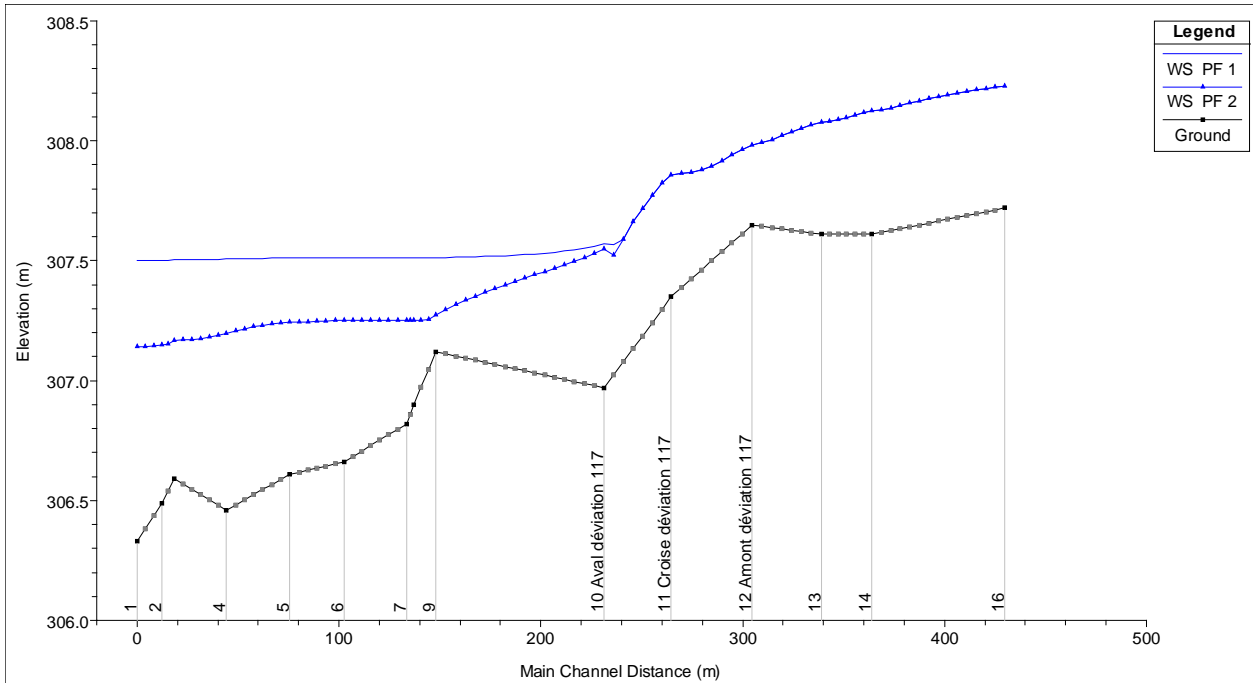


Diagramme 3: Résultats de modélisation hydraulique - profil calculé du niveau d'eau pour le ruisseau Ouest – situation « future »

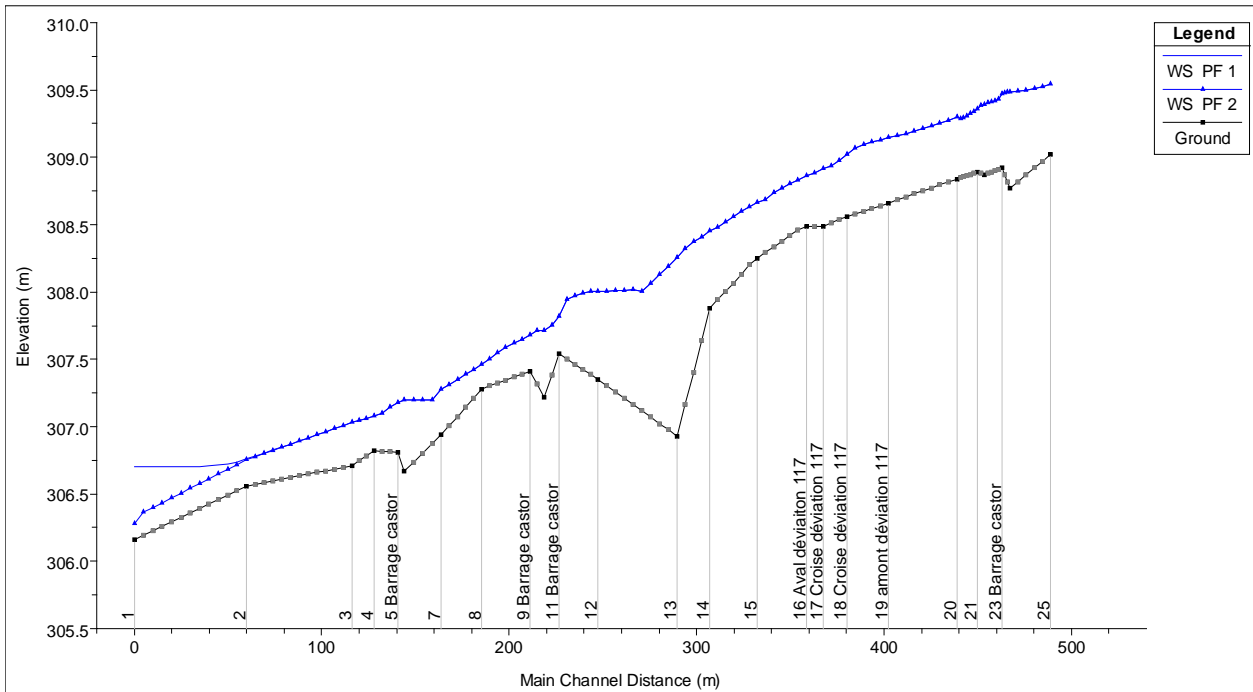
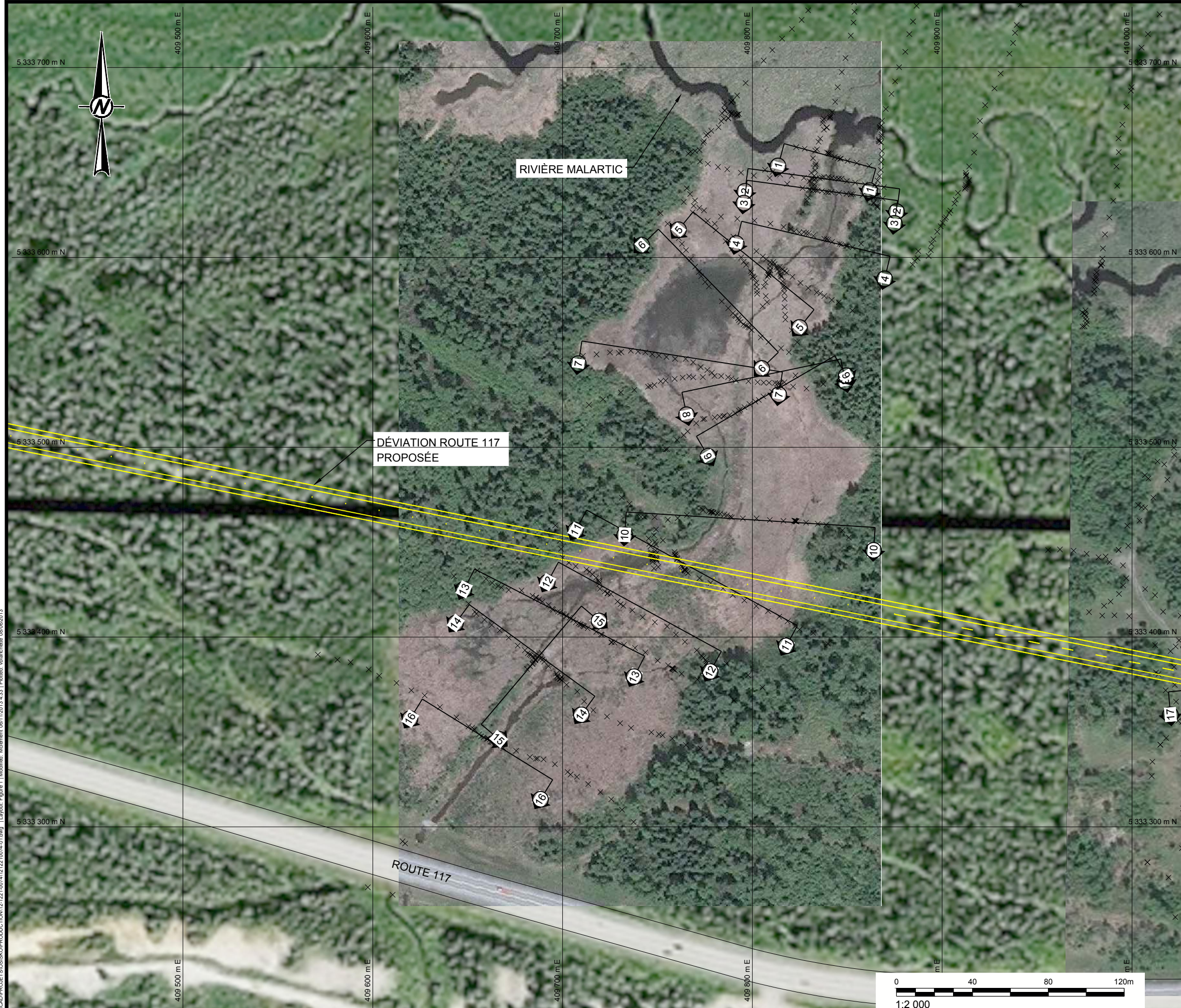
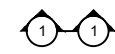


Diagramme 4: Résultats de modélisation hydraulique - profil calculé du niveau d'eau pour le ruisseau Central – situation « future »



RUISSEAU OUEST

LÉGENDE

- × POINT ARPENTÉ
-  LOCALISATION DES SECTIONS ARPENTÉES ET UTILISÉES POUR LA MODÉLISATION HYDRAULIQUE

NOTE

SYSTÈME DE COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 10

RÉFÉRENCES

- PHOTOS AÉRIENNES 2011 FOURNIES PAR OSISKO
- DONNÉES D'ARPENTAGE FOURNIES PAR GENIVAR (2013)

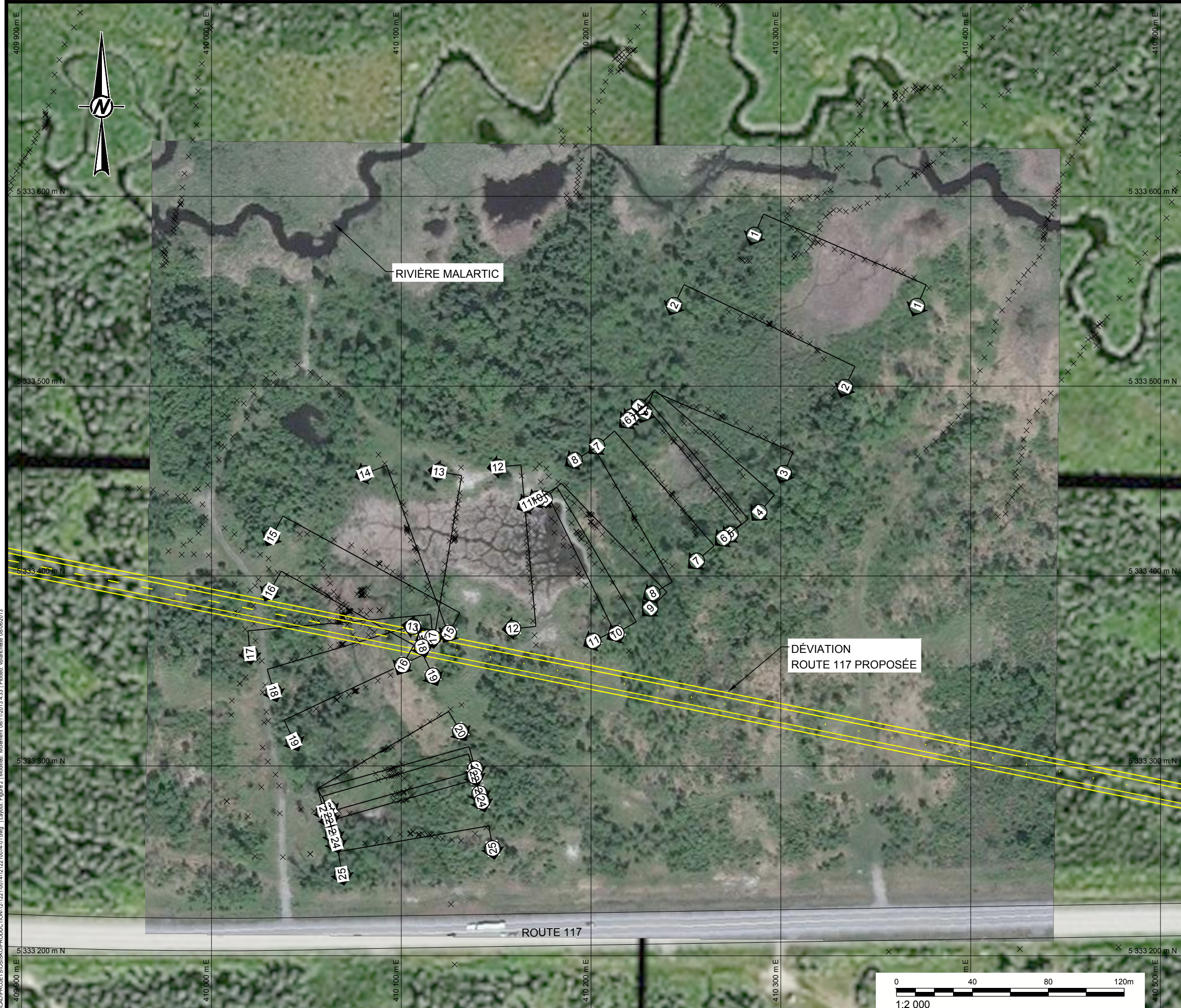
PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEAUX CENTRAL ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

TITRE **RUISSEAU OUEST VUE EN PLAN**

No. DE PROJET		12-1221-0074/3000	No. DE FICHIER		1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE		
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25	FIGURE 1		
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01			
APPROUVÉ	M.K.	-			



H:\CAD\PROJETS\OSISKO\PRODUCTION\12-1221-0074\1212210074-01.dwg | Layout: Figure 1 | Modified: Mercredi, 06/11/2013 13:33 | Plotté: vendredi, 06/06/2013



RUISSEAU CENTRAL

LÉGENDE

- × POINT ARPENTÉ
- LOCALISATION DES SECTIONS ARPENTÉES ET UTILISÉES POUR LA MODÉLISATION HYDRAULIQUE

NOTE

SYSTÈME DE COORDONNÉES MTM NAD 83, ZONE 10

RÉFÉRENCES

- PHOTOS AÉRIENNES 2011 FOURNIES PAR OSISKO
- DONNÉES D'ARPENTAGE FOURNIES PAR GENIVAR (2013)

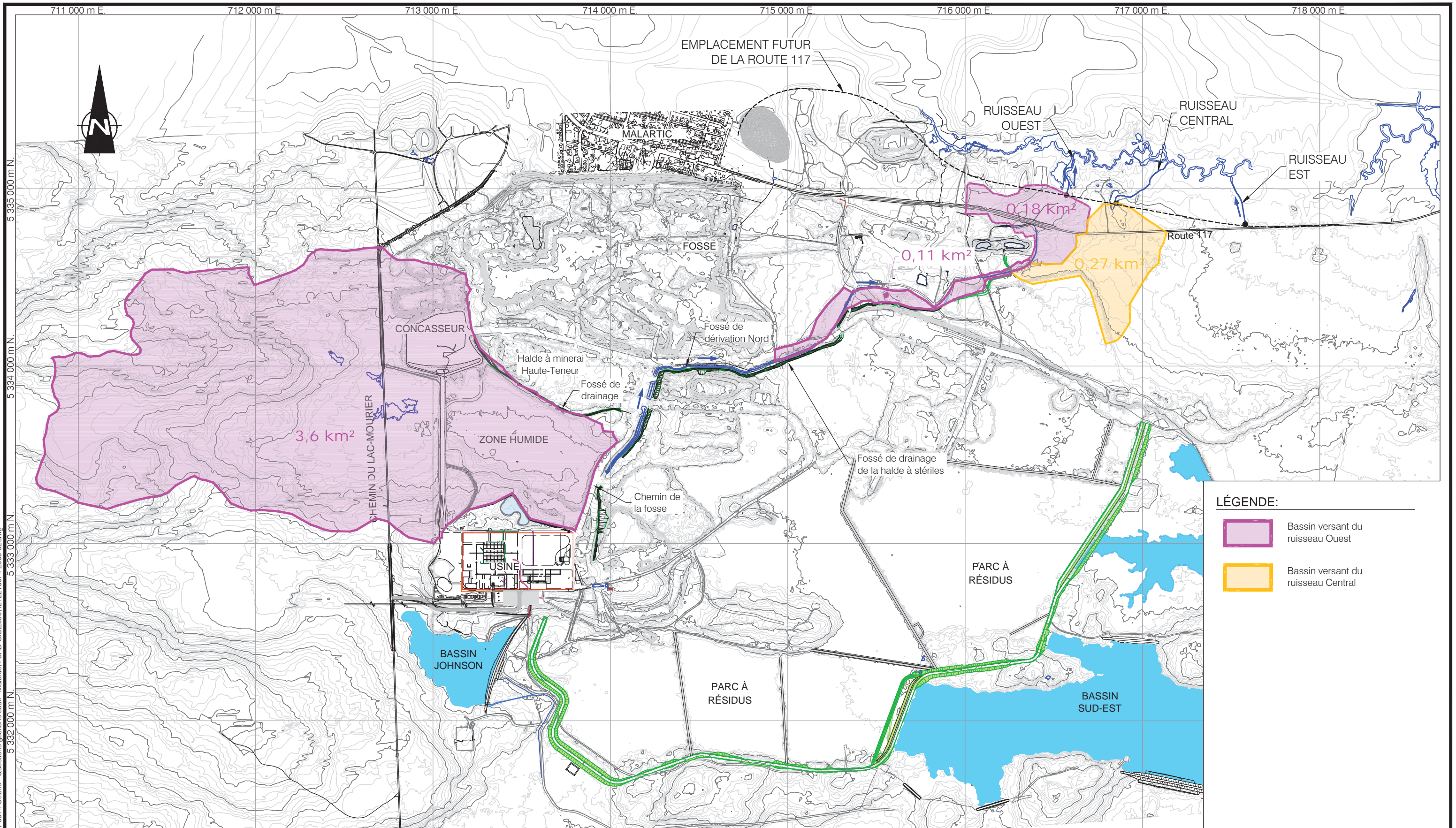
PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEAUX CENTRAL ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

TITRE **RUISSEAU CENTRAL VUE EN PLAN**

No. DE PROJET	12-1221-0074/3000		No. DE FICHIER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE	-
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25		
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01		
APPROUVÉ	M.K.	-		



H:\CAD\PROJETS\OSISKO\PRODUCTION\12-1221-0074\1212210074-01.dwg | Layout: Figure 2 | Modifié: Mercredi, 06/11/2013 13:33 | Plotté: vendredi, 06/06/2013

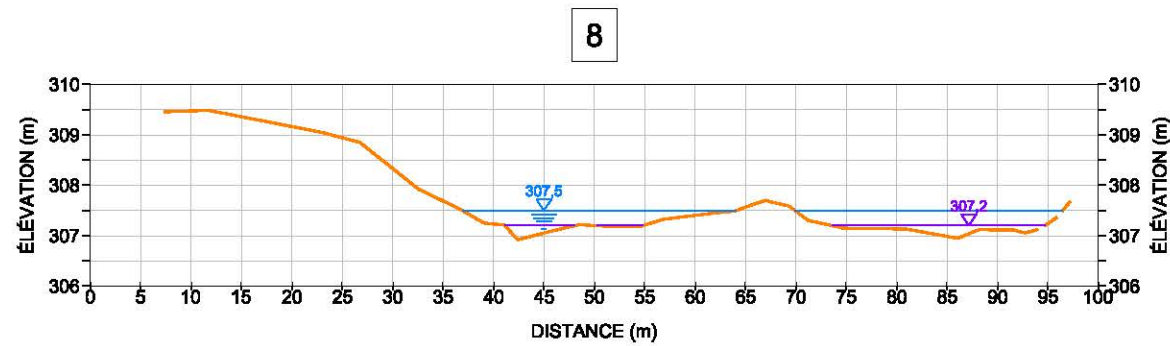
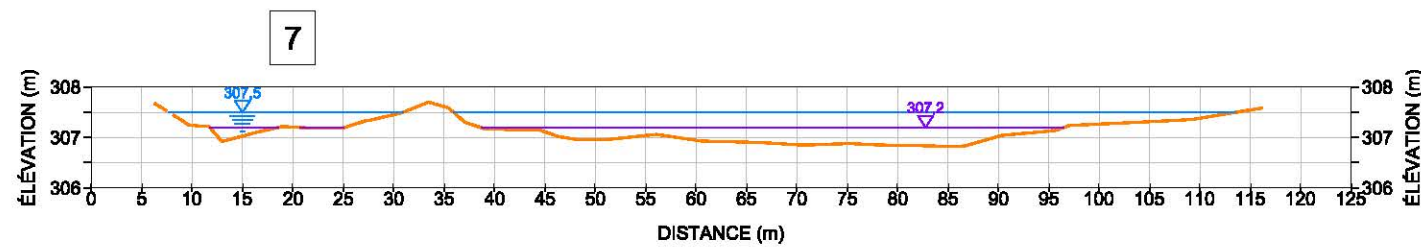
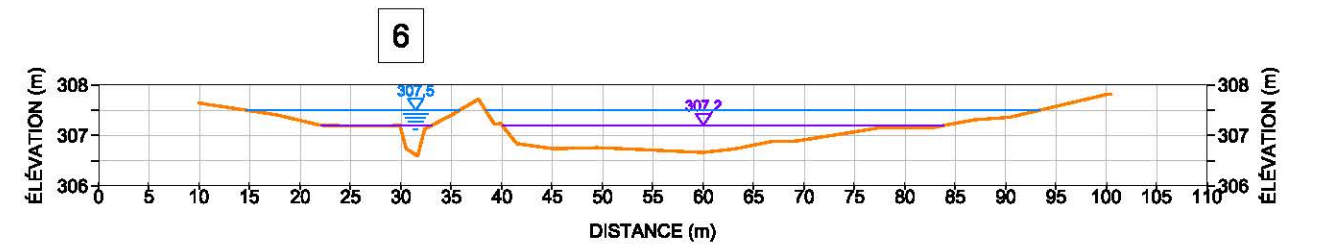
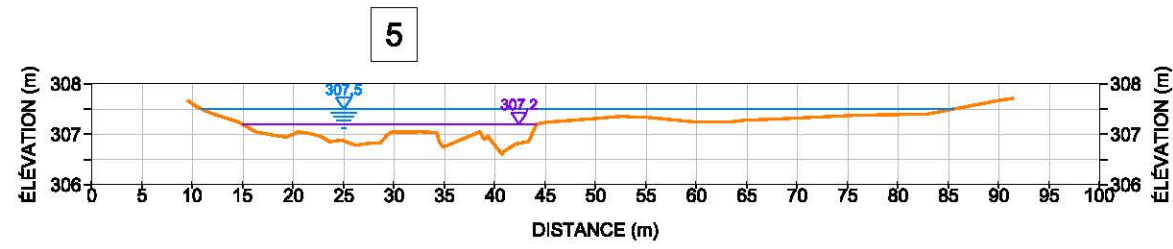
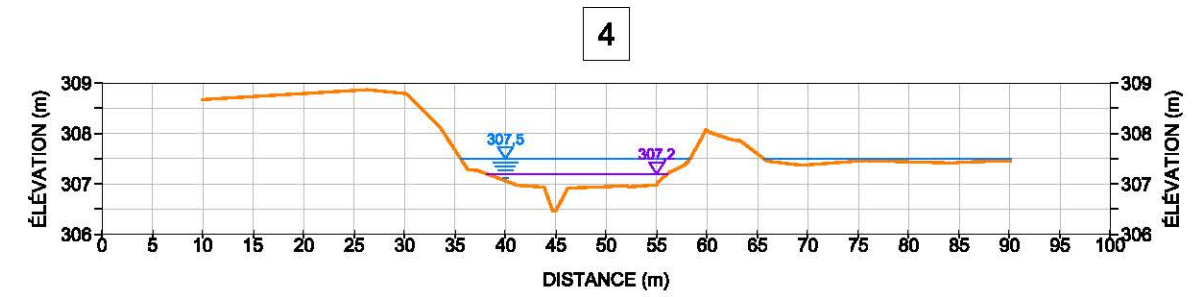
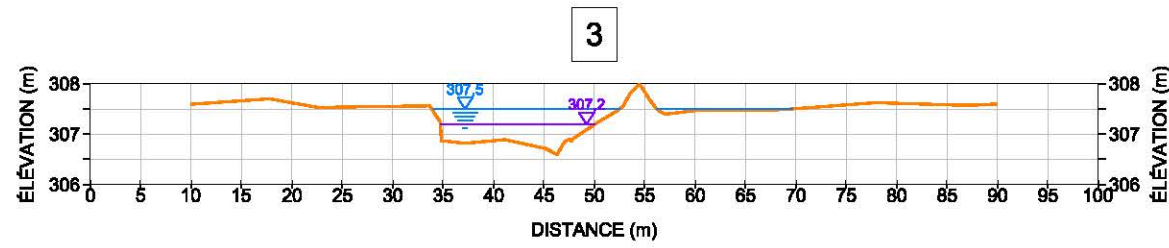
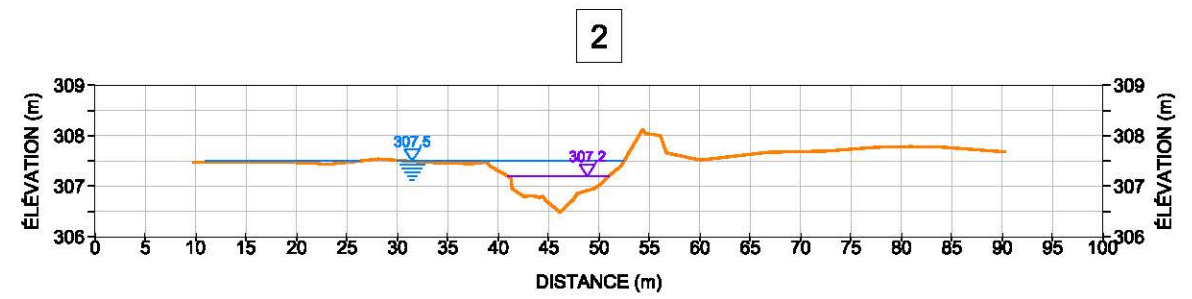
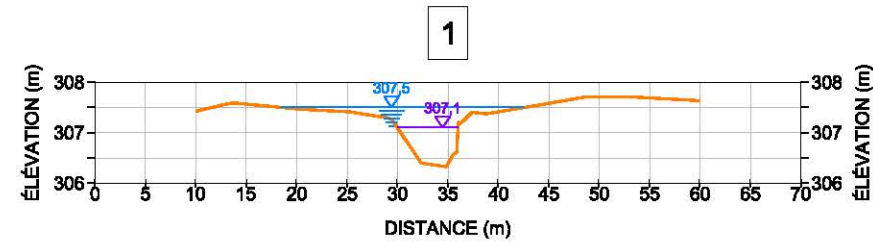


LÉGENDE:

- Bassin versant du ruisseau Ouest
- Bassin versant du ruisseau Central

 Golder Associés Montréal, Québec	ÉCHELLE 1 : 20 000	TITRE SCÉNARIO 2013 - BASSIN VERSANT DES RUISSEaux OUEST ET CENTRAL
	DATE 2013-06-06	
No. DE DESSIN 1212210074-2000-02	PROJETÉ J. Lutti	RELOCALISATION DE LA ROUTE 117
No. DE PROJET 12-1221-0074	DESSINÉ R. Gravel	
REV. B	VÉRIFIÉ V. Rojanschi	FIGURE 3
	APPROUVÉ M. Kissiova	

RUISSEAU OUEST
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

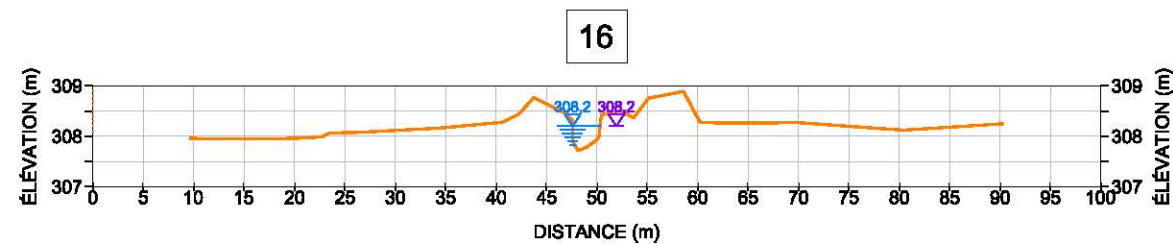
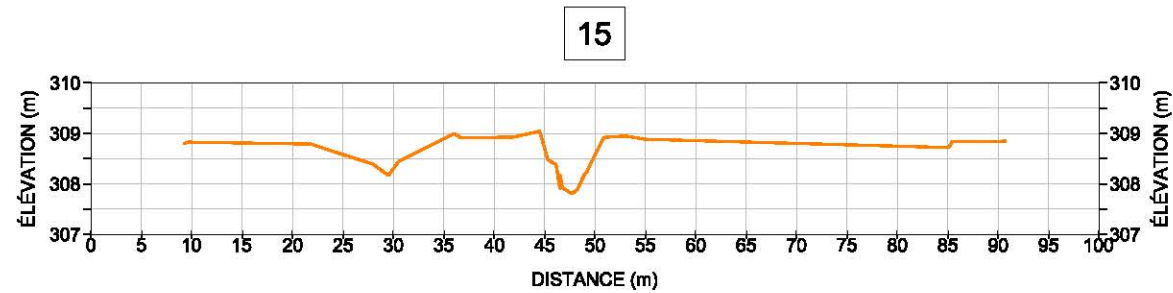
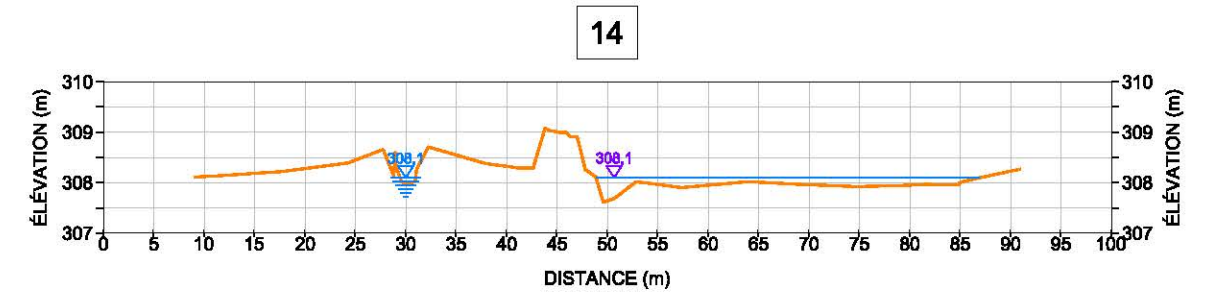
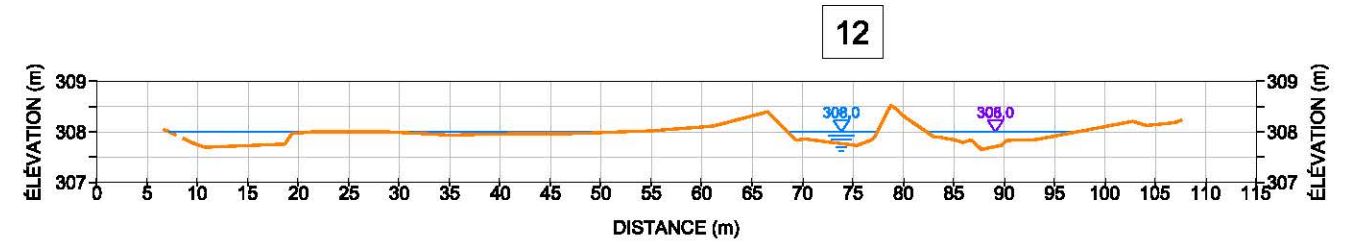
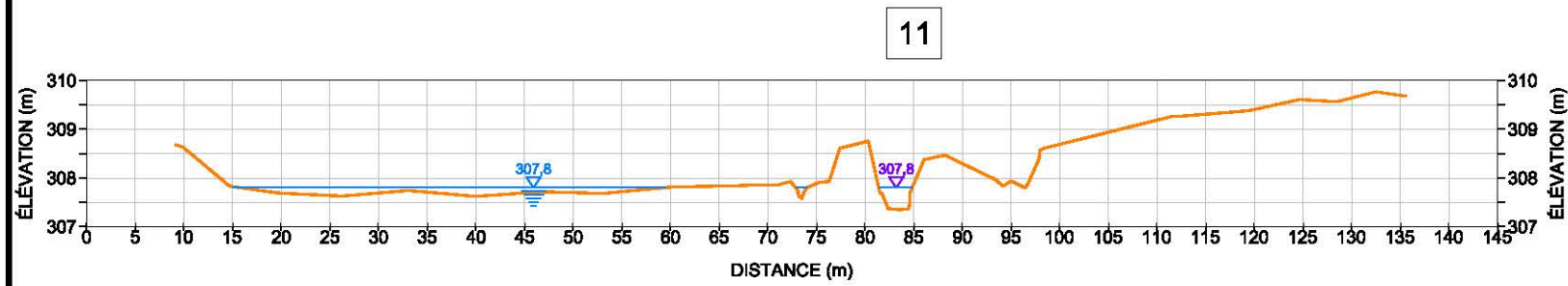
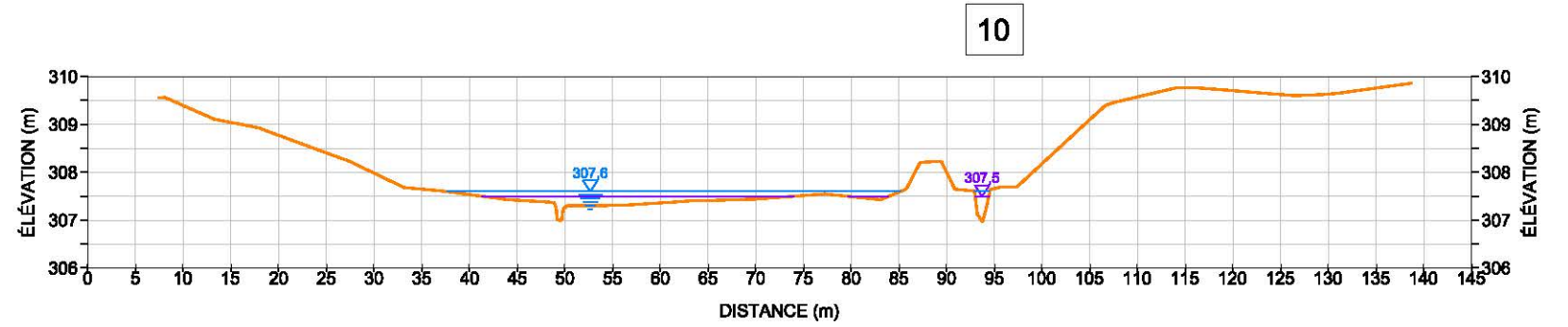
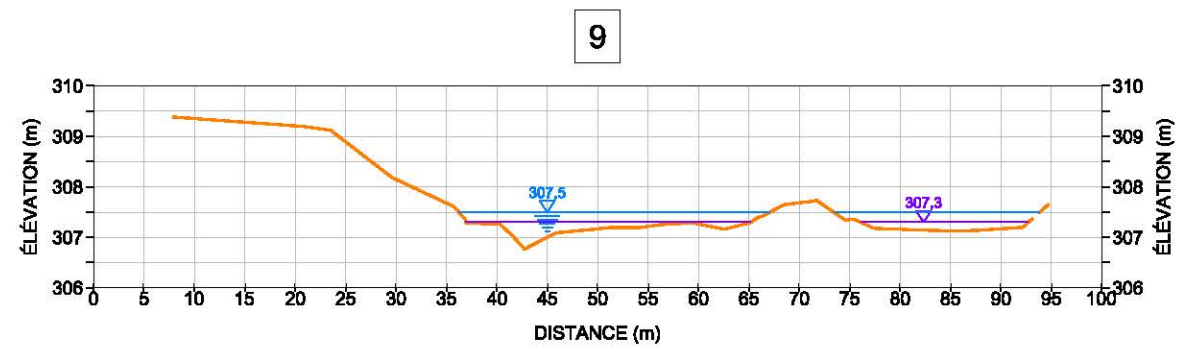
TITRE
RUISSEAU OUEST
SECTION ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SCÉNARIO 2013

No. DE PROJET		12-1221-0074/3000	No. DE FICHER		1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE		
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25			
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01			
APPROUVÉ	M.K.	-			



FIGURE 4

RUISSEAU OUEST
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- 307,5 NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- 307,3 NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

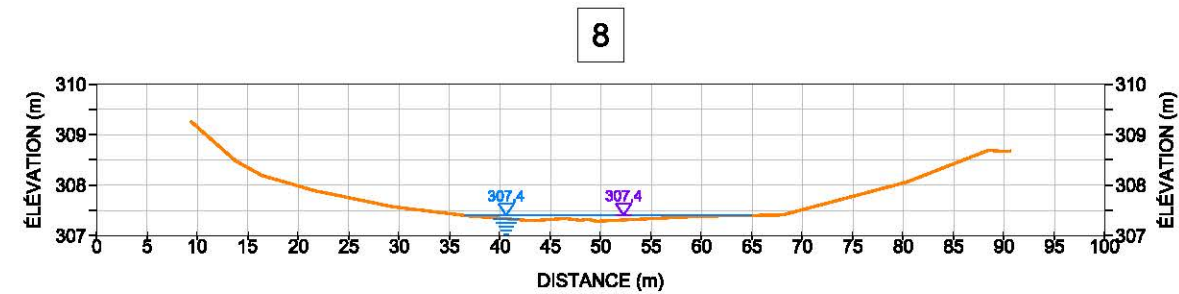
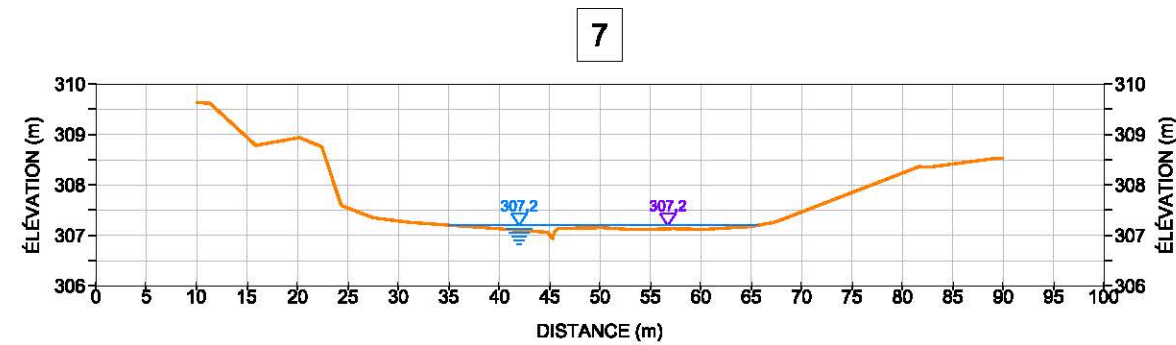
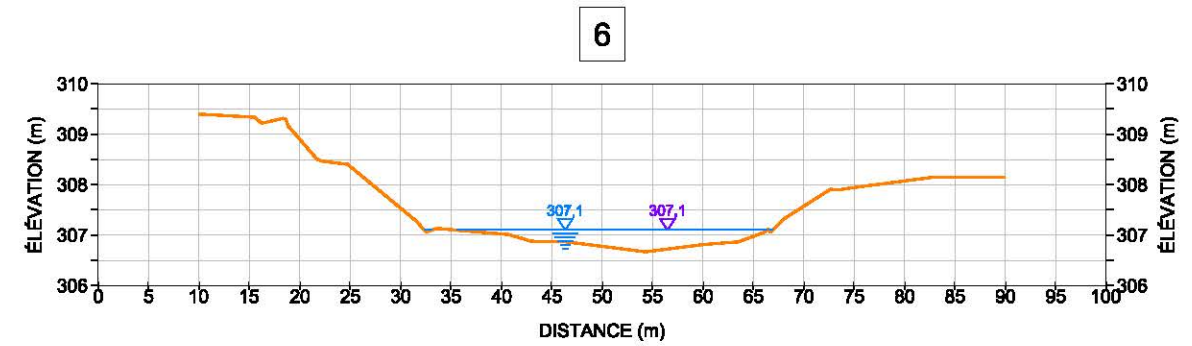
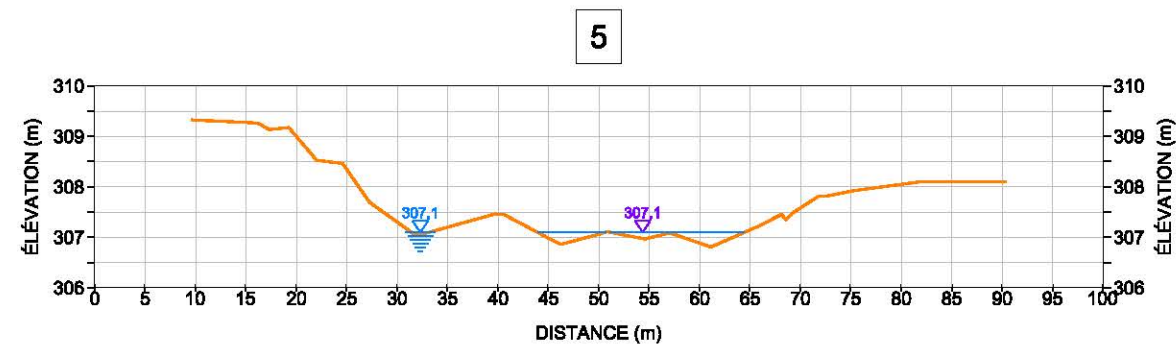
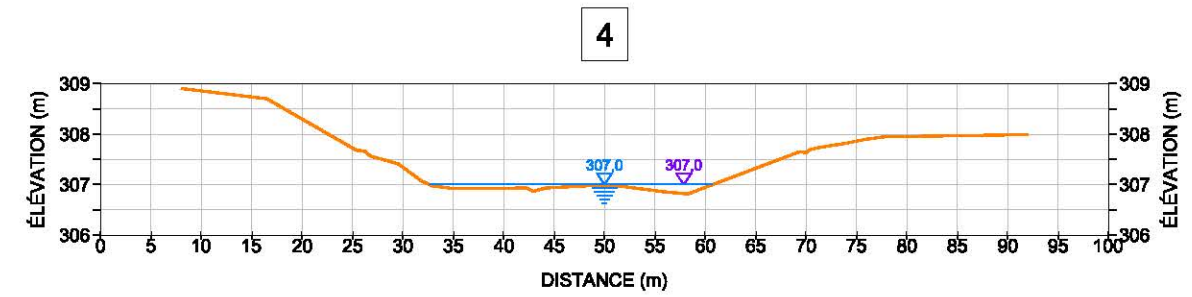
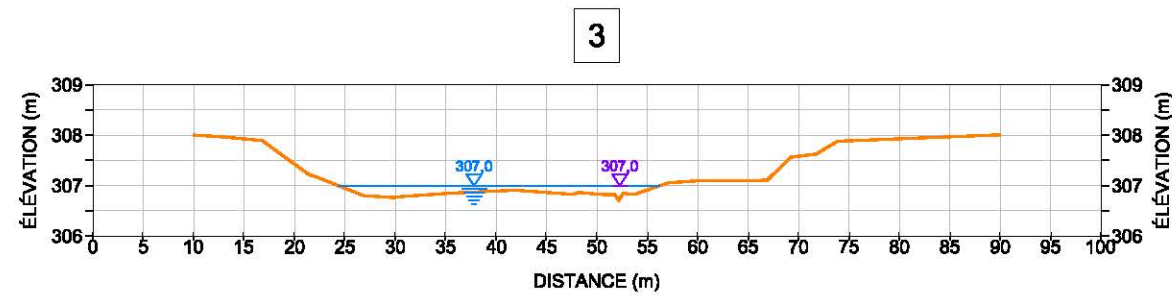
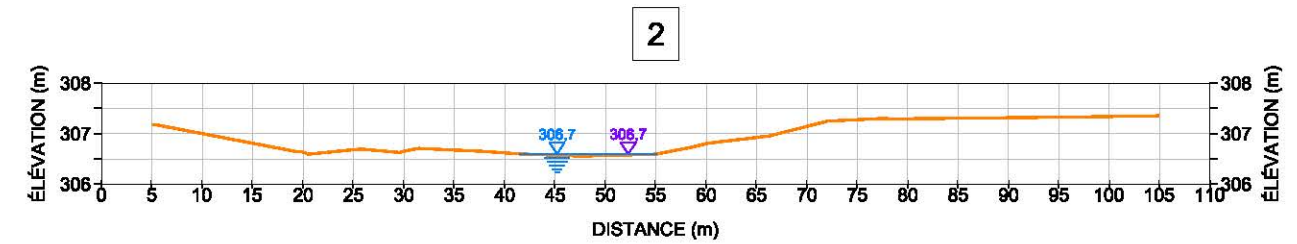
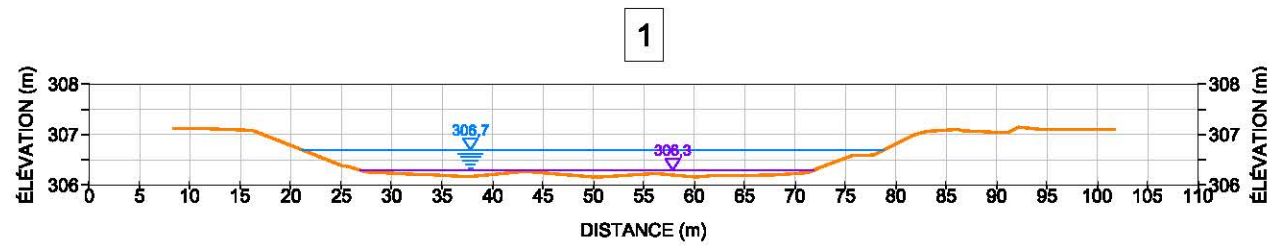
TITRE
RUISSEAU OUEST
SECTION ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SCÉNARIO 2013

No. DE PROJET	12-1221-0074/3000	No. DE FICHER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25	
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01	
APPROUVÉ	M.K.	-	



FIGURE 5

RUISSEAU CENTRAL
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

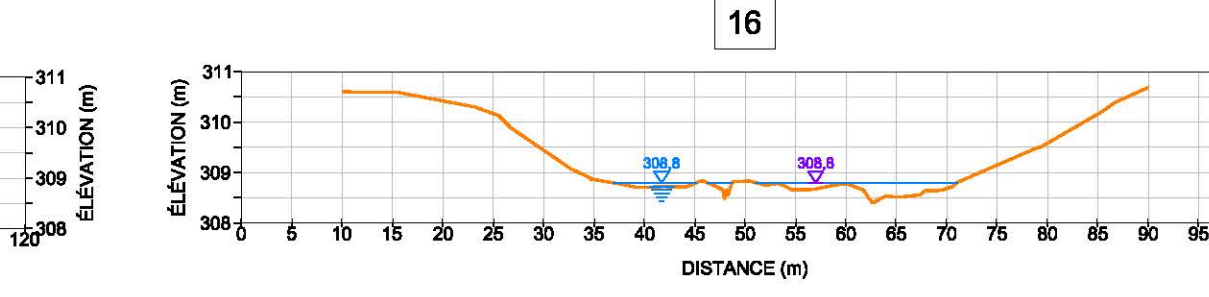
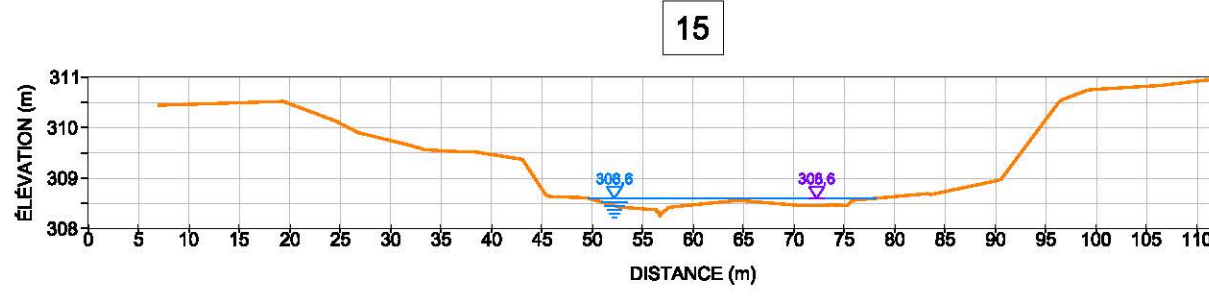
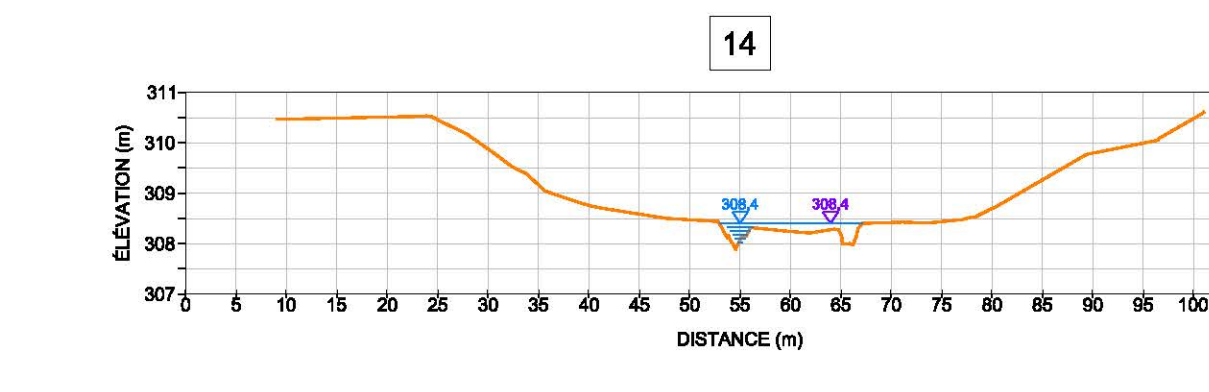
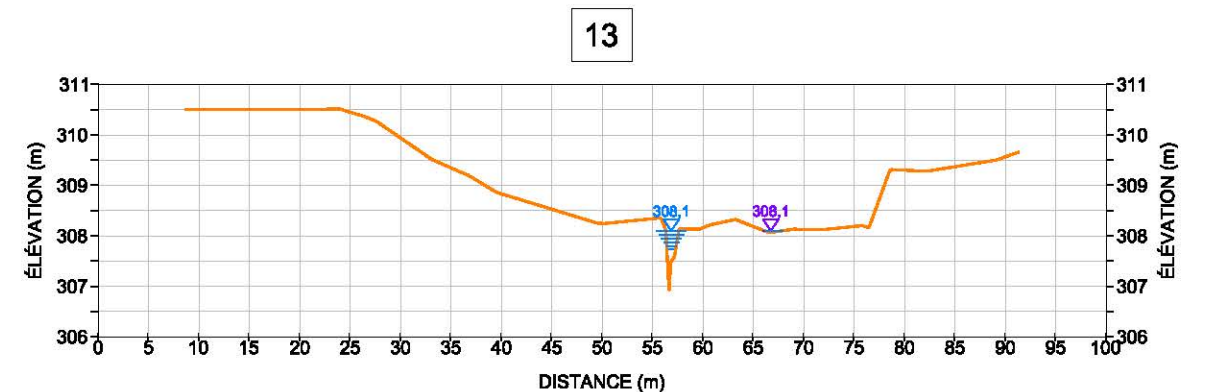
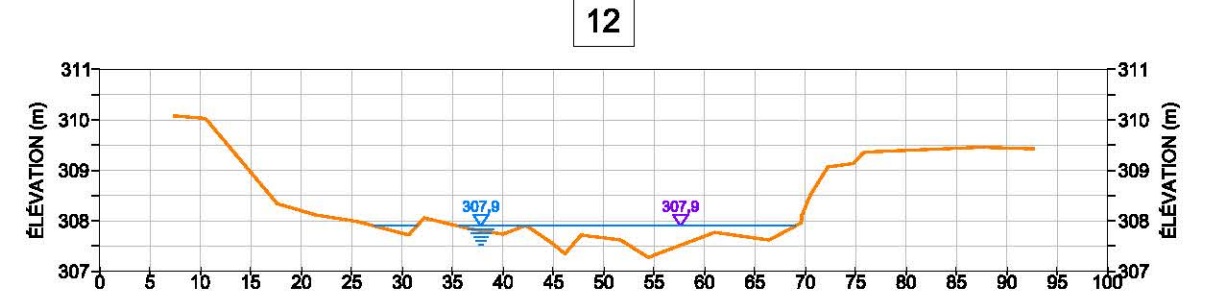
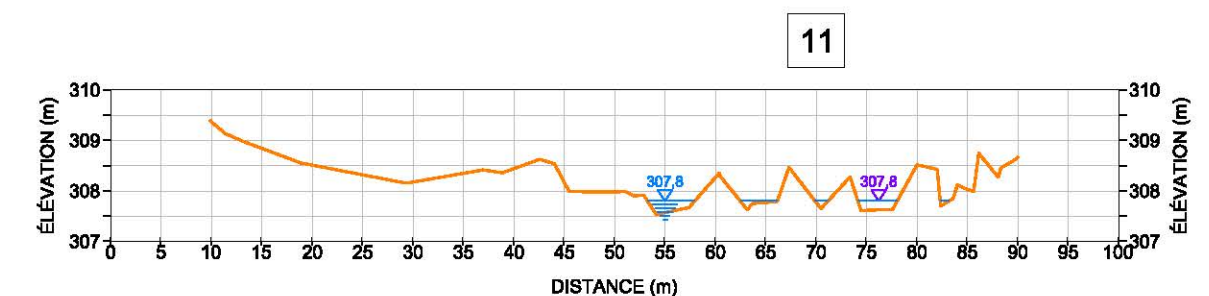
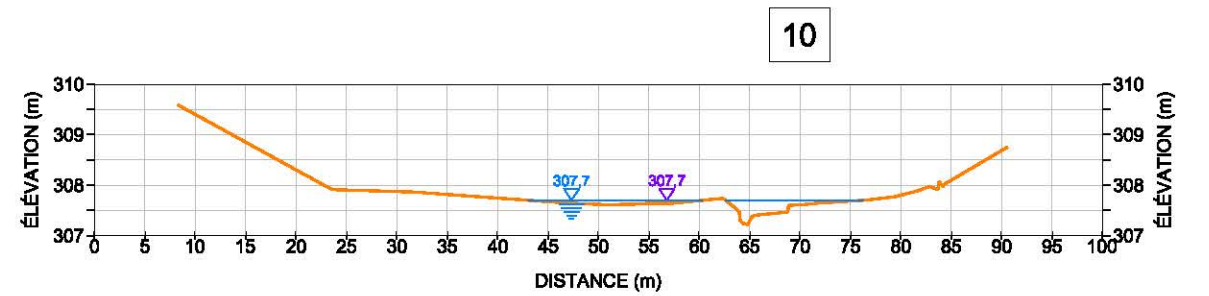
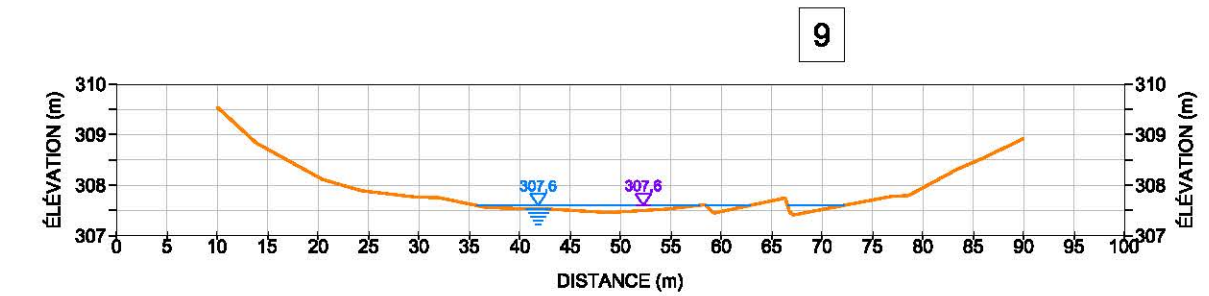
PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

TITRE **RUISSEAU CENTRAL**
SECTION ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SCÉNARIO 2013

	No. DE PROJET	12-1221-0074/3000	No. DE FICHIER	1212210074-01
	PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE
	DESSINÉ	R.G.	2013-04-25	
	VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01	
APPROUVÉ	M.K.	-		

FIGURE 6

RUISSEAU CENTRAL
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



- LÉGENDE
- TERRAIN NATUREL
 - NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
 - NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE
REGARD VERS L'AMONT

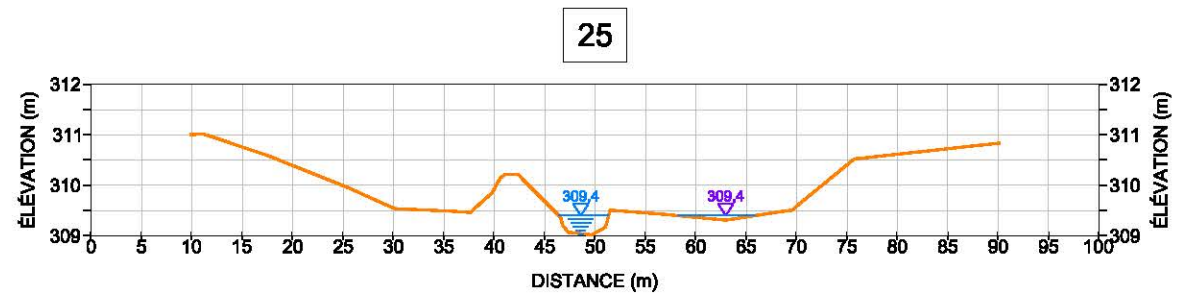
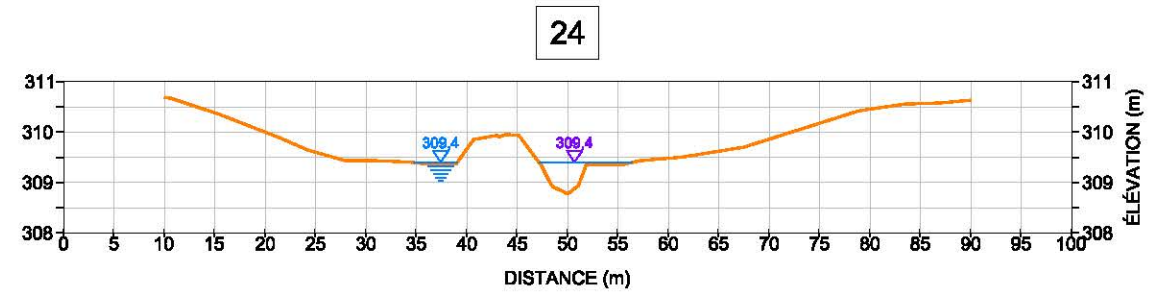
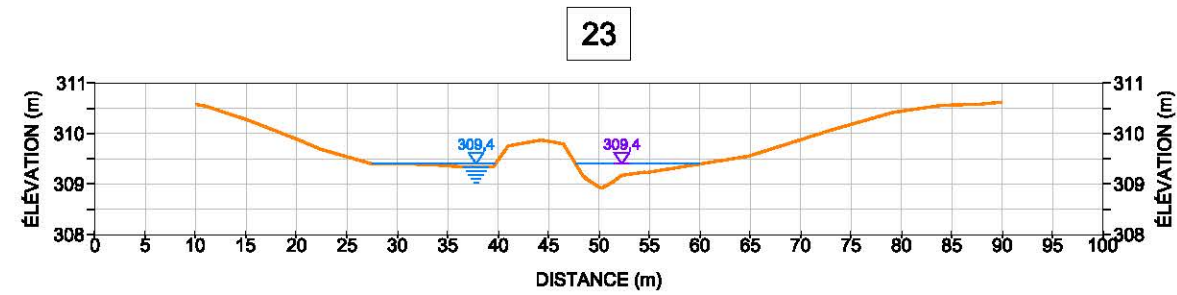
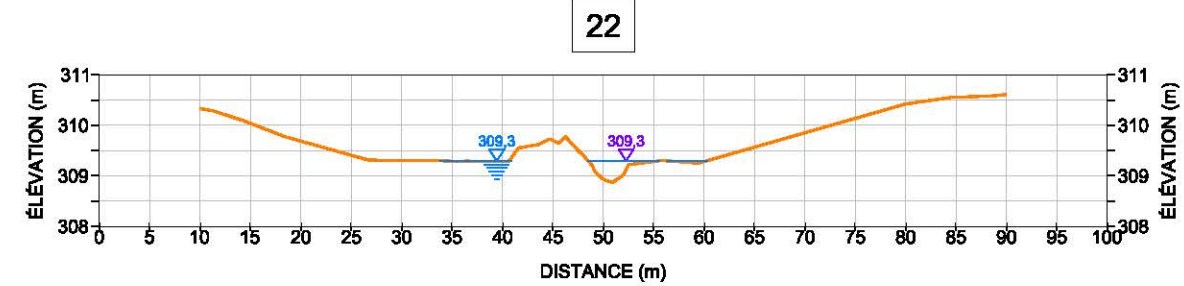
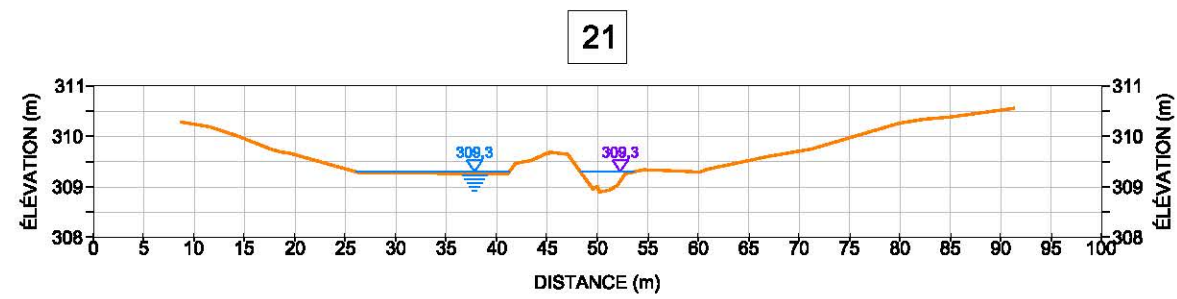
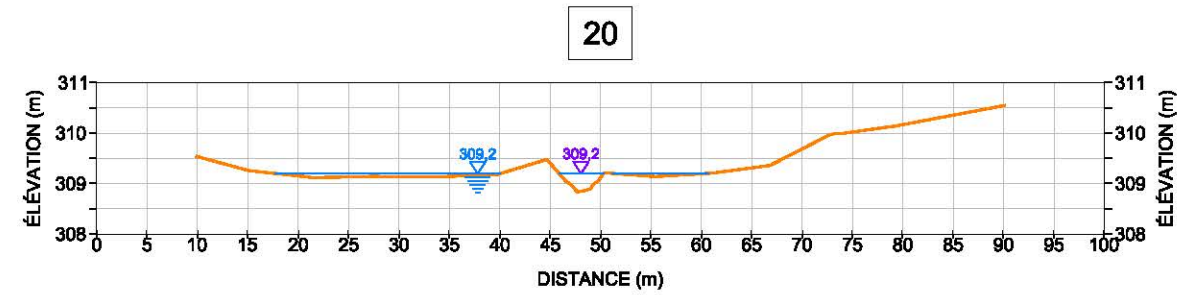
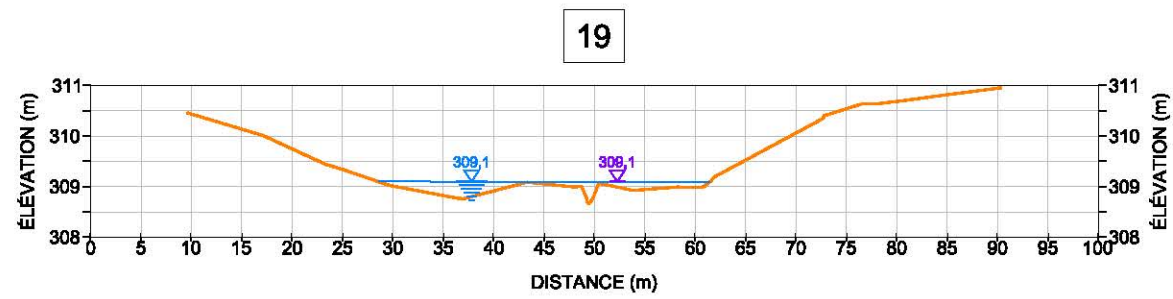
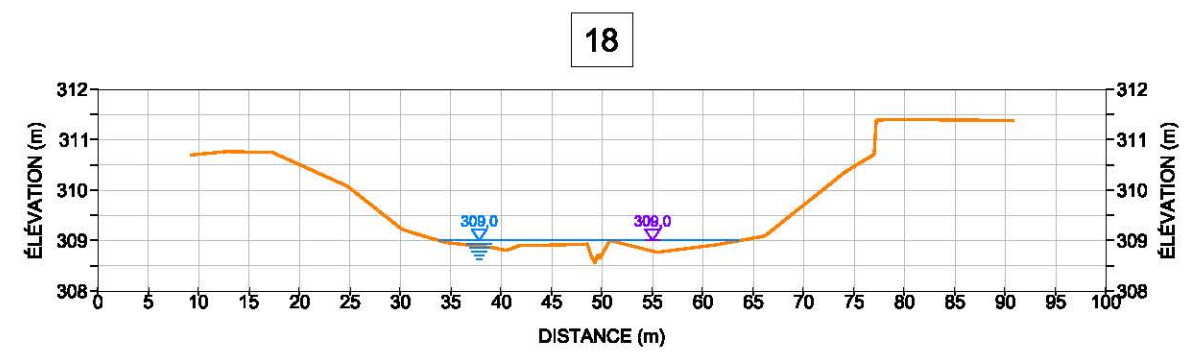
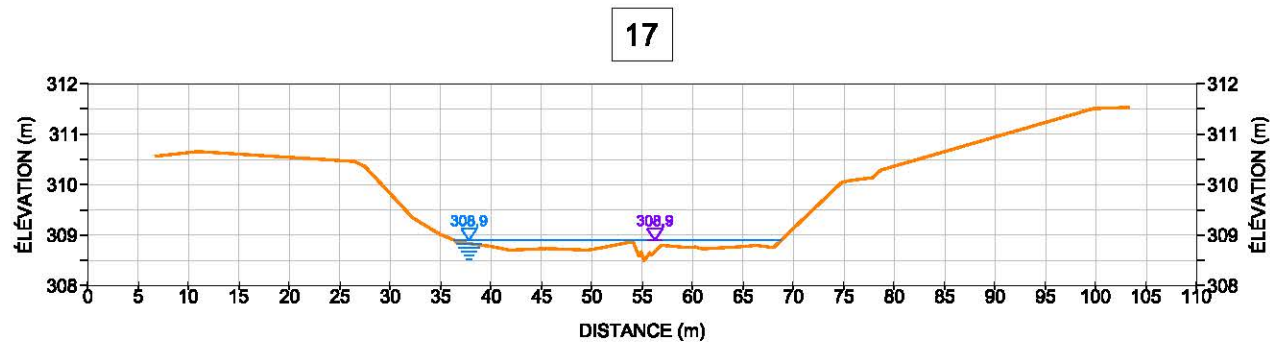
PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA			
TITRE RUISSEAU CENTRAL SECTION ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE CALCULS - SCÉNARIO 2013			
No. DE PROJET	12-1221-0074/3000	No. DE FICHER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25	
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01	
APPROUVÉ	M.K.		



FIGURE 7

H:\CAD\PROJETS\GIS\PRODUCTION\12-1221-0074\1212210074-01.dwg [Layout: Figure 7] [Modifié: Mercredi 06/11/2013 4:33] [Plotté: vendredi 06/06/2013]

RUISSEAU CENTRAL
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

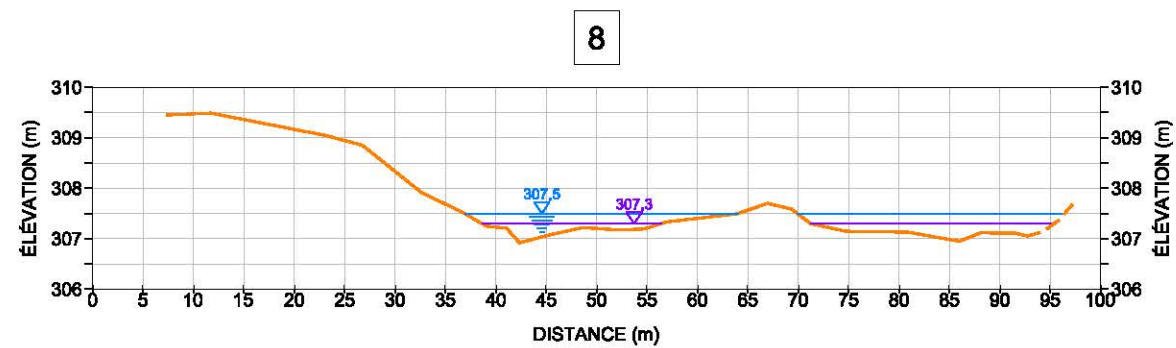
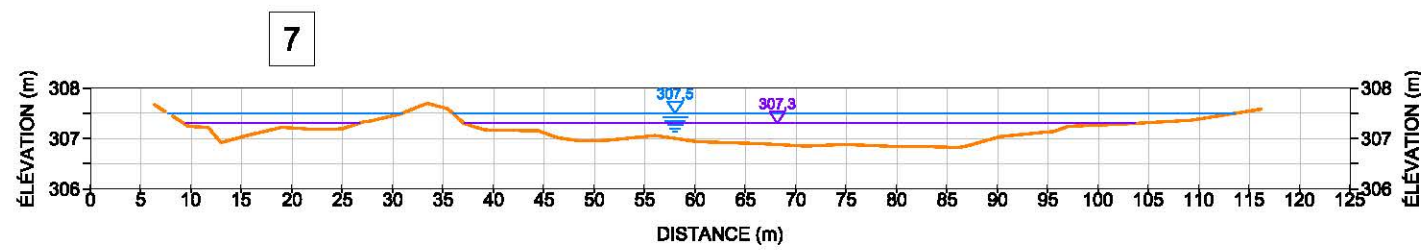
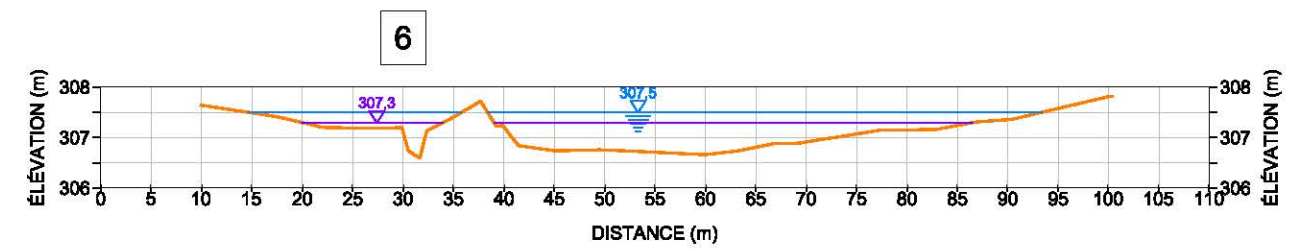
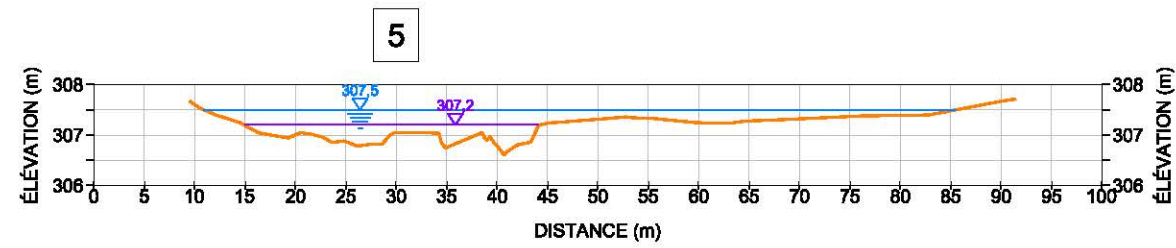
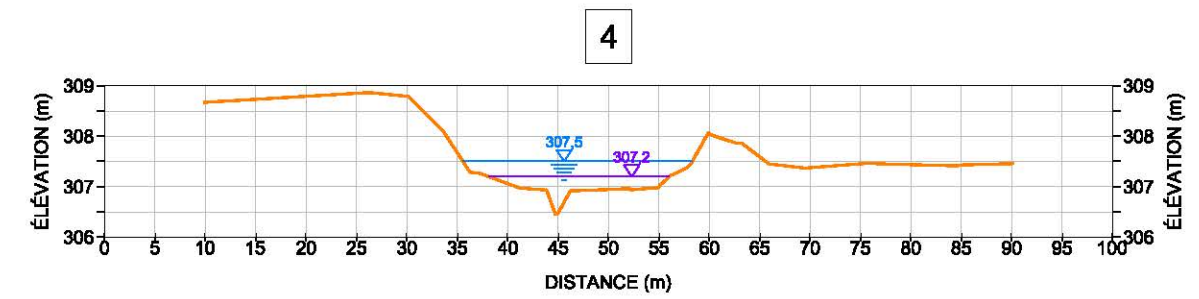
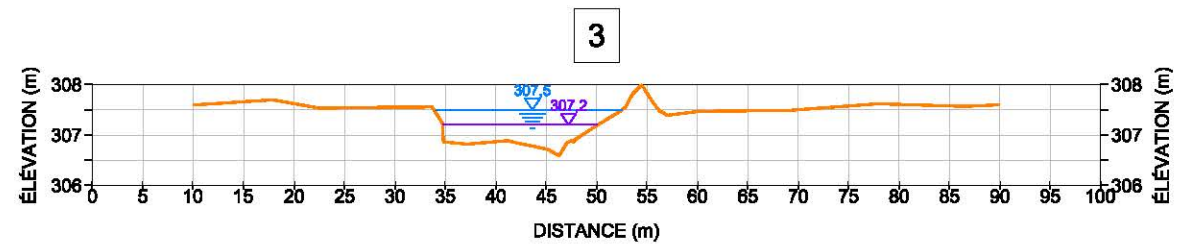
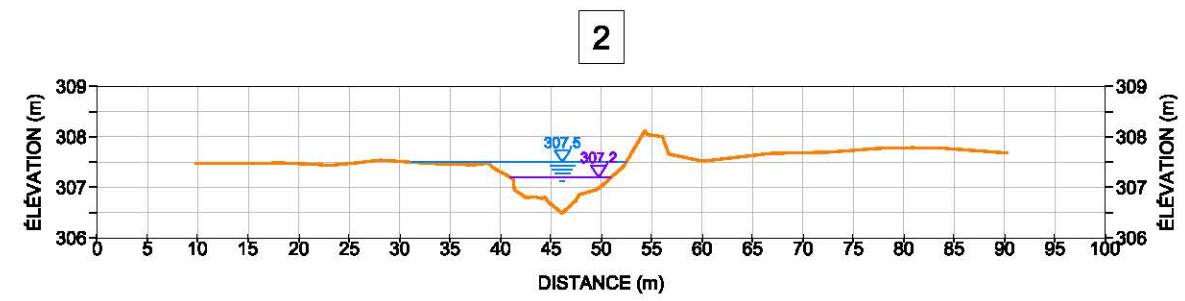
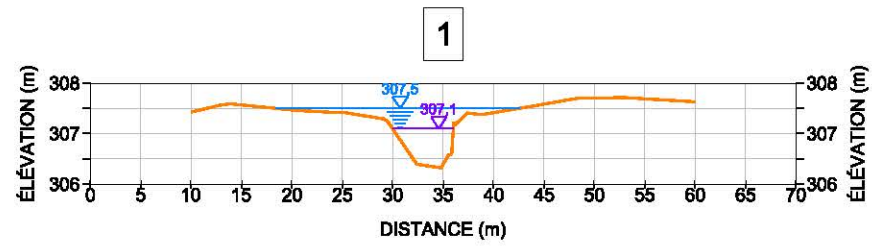
TITRE
**RUISSEAU CENTRAL
SECTION ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SCÉNARIO 2013**

No. DE PROJET	12-1221-0074/3000	No. DE FICHER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25	
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01	
APPROUVÉ	M.K.		



FIGURE 8

RUISSEAU OUEST
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEAUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

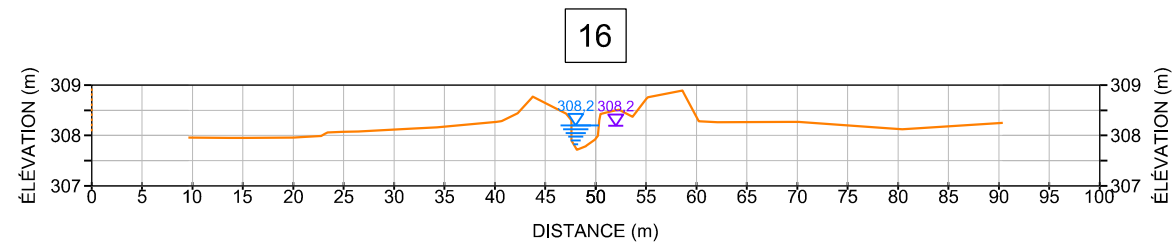
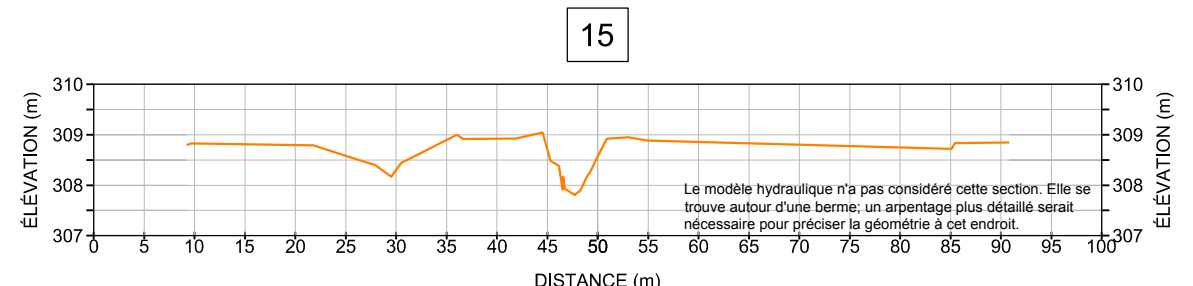
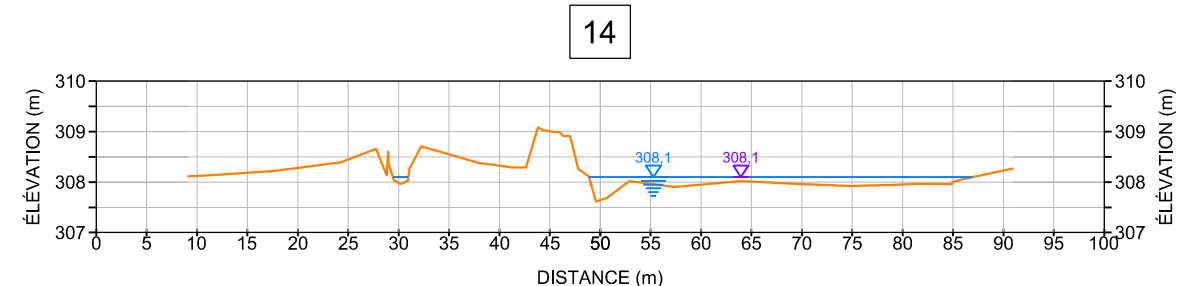
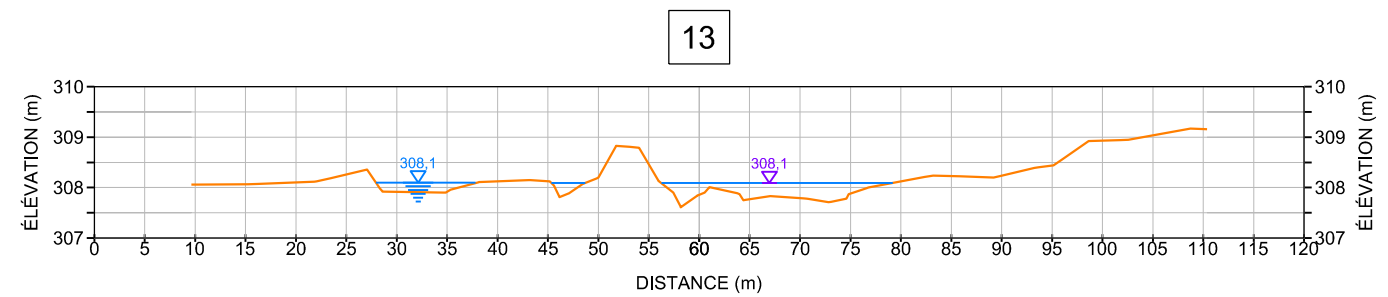
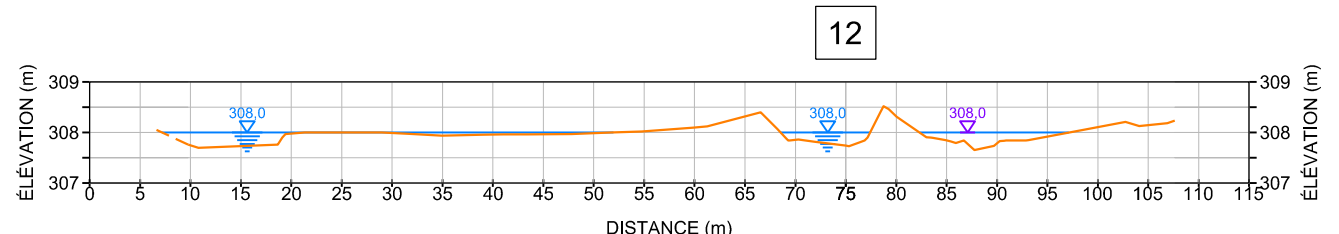
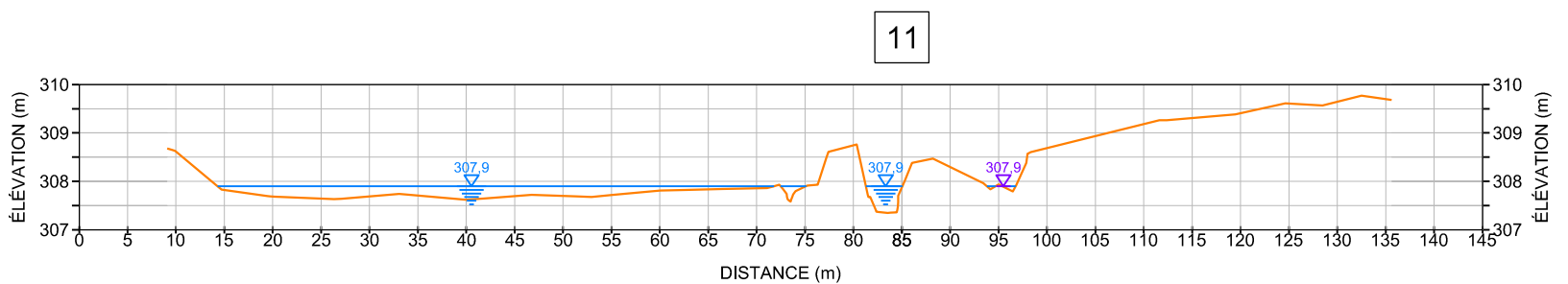
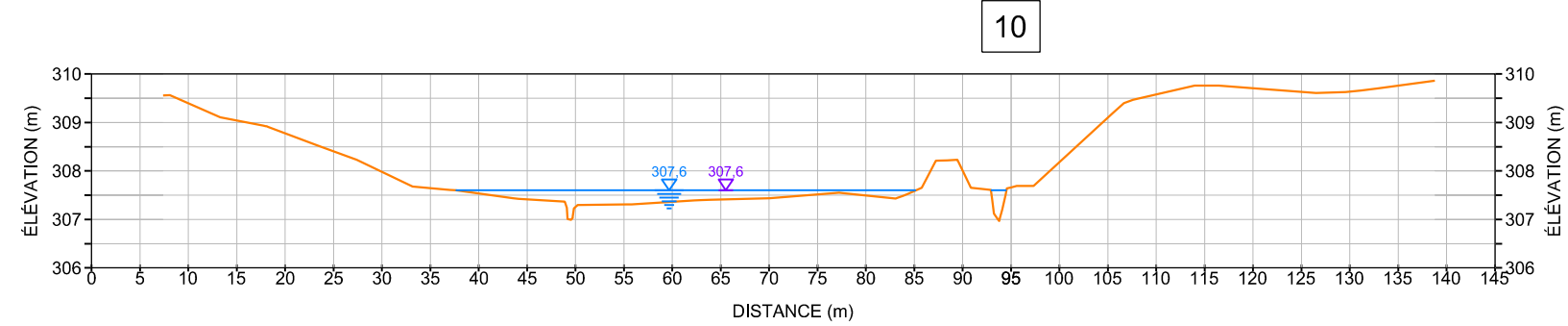
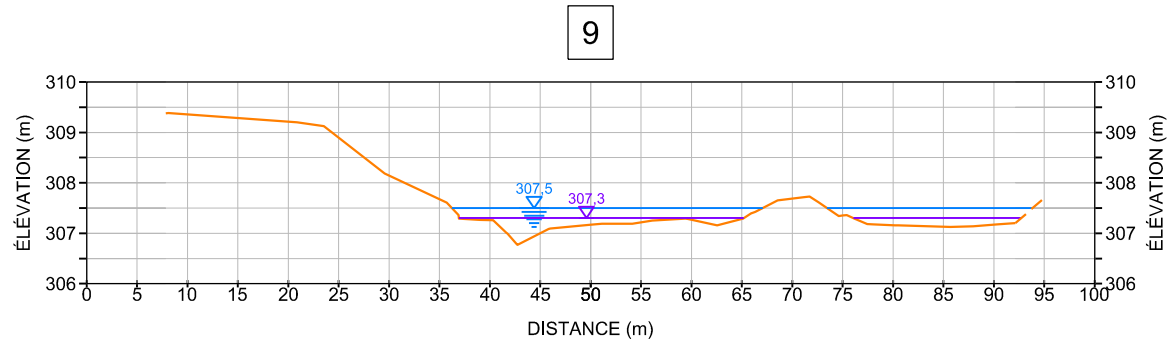
TITRE
RUISSEAU OUEST
SECTIONS ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SITUATION FUTURE



No. DE PROJET	12-1221-0074/3000		No. DE FICHIER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE	-
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25		
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01		
APPROUVÉ	M.K.	-		

FIGURE 9

RUISSEAU OUEST
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



- LÉGENDE**
- TERRAIN NATUREL
 - 307.5 NIVEAU D'EAU CALCULÉ CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
 - 307.3 NIVEAU D'EAU CALCULÉ CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

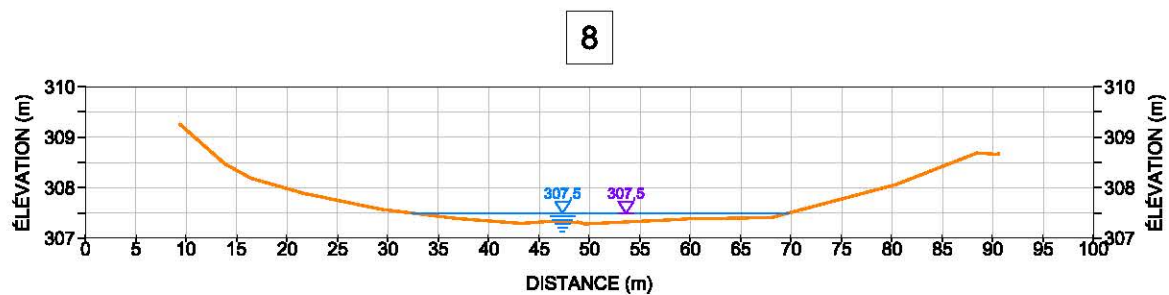
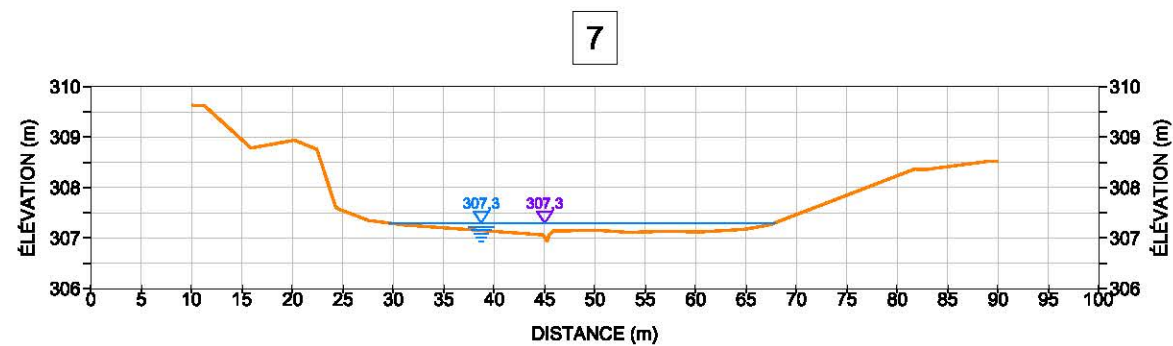
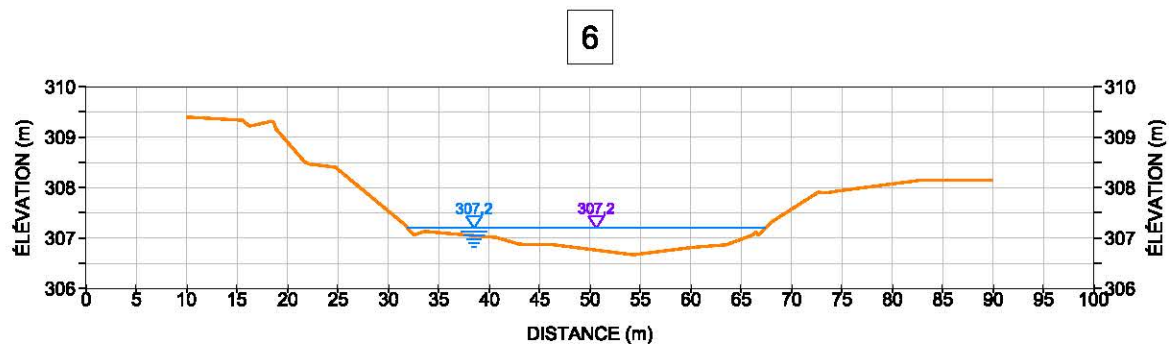
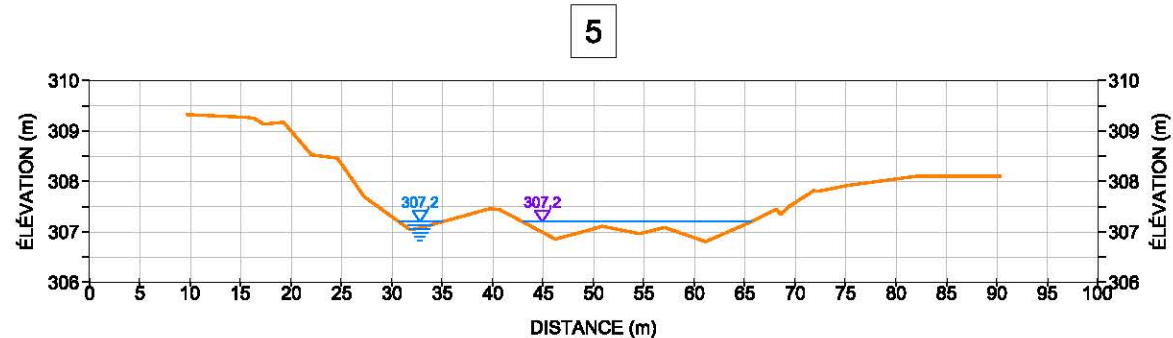
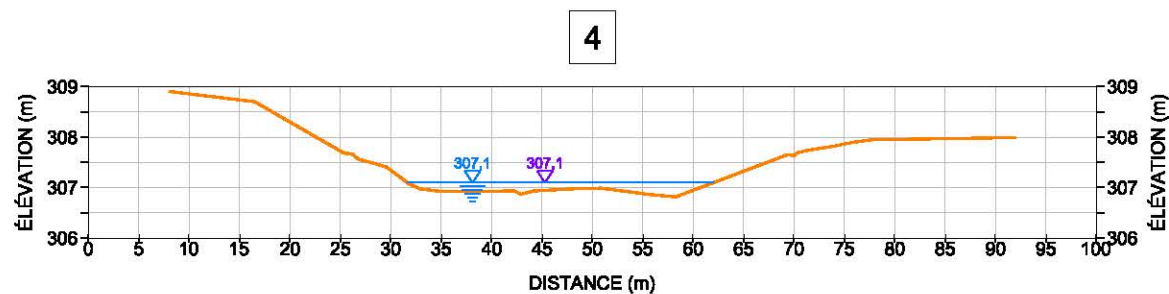
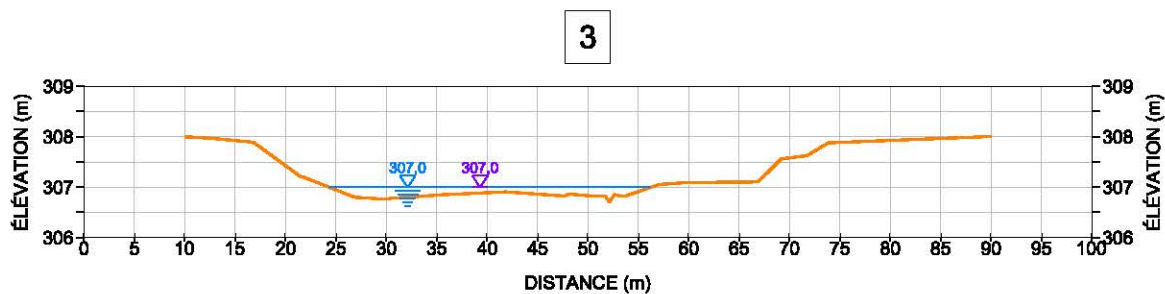
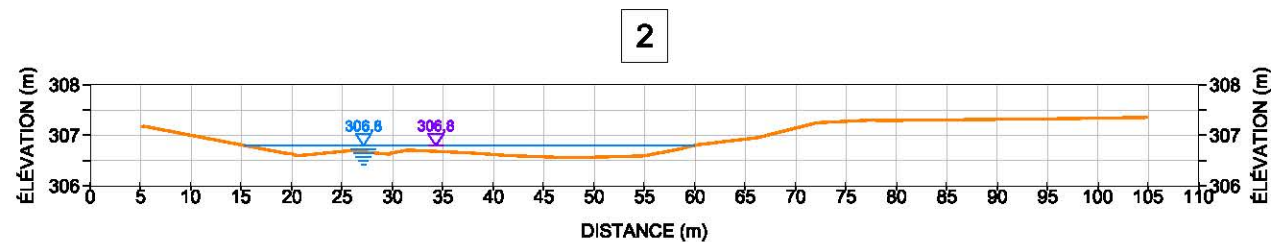
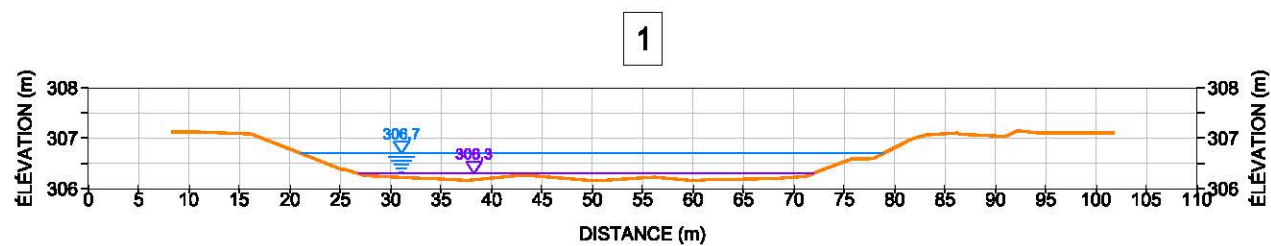
NOTE
REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEAUX CENTRAL ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA			
TITRE RUISSEAU OUEST SECTIONS ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE CALCULS - SITUATION FUTURE			
No. DE PROJET	12-1221-0074/3000	No. DE FICHIER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L. 2013-04-24	ÉCHELLE	-
DESSINÉ	R.G. 2013-04-25		
VÉRIFIÉ	V.R. 2013-05-01		
APPROUVÉ	M.K.		



H:\CAD\PROJETS\OSISKO\PRODUCTION\12-1221-0074\1212210074-01.dwg | Layout: Figure 10 | Modifié: Mercredi 08/11/2013 14:33 | Polet, vancouver 08/06/2013

RUISSEAU CENTRAL
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- 307,5 NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- 307,3 NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE
REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

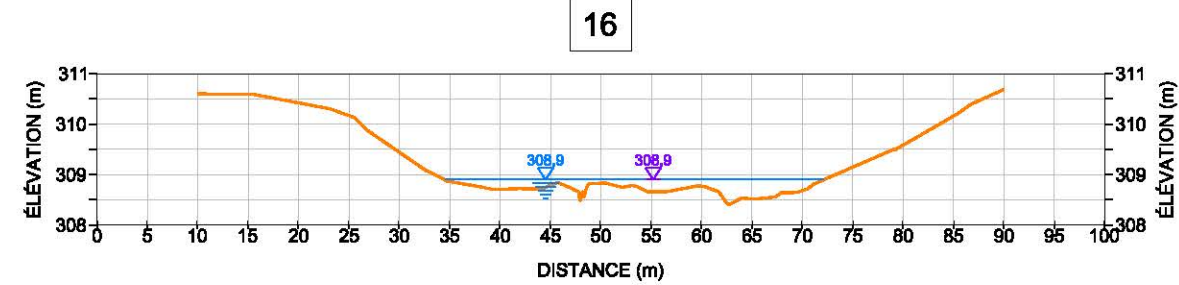
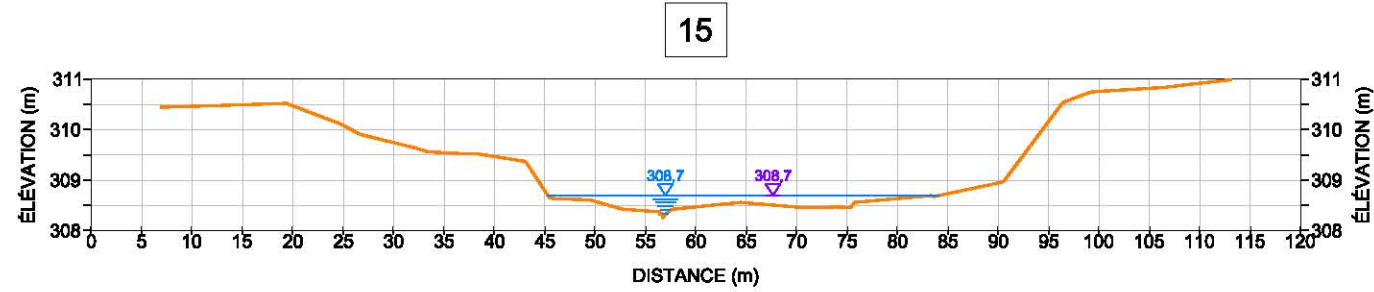
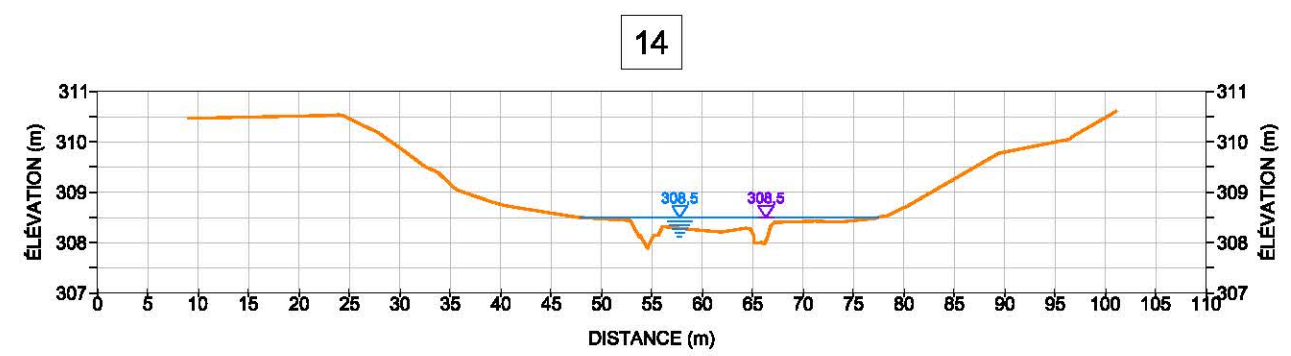
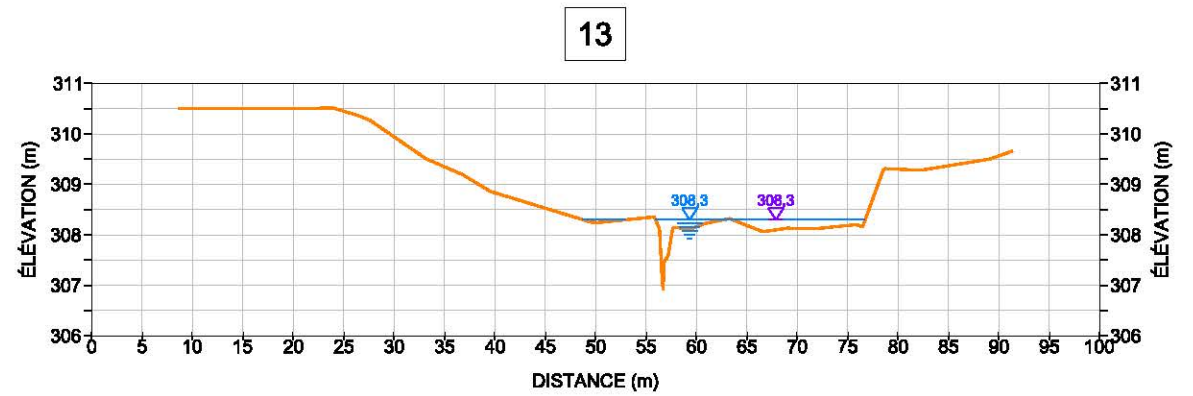
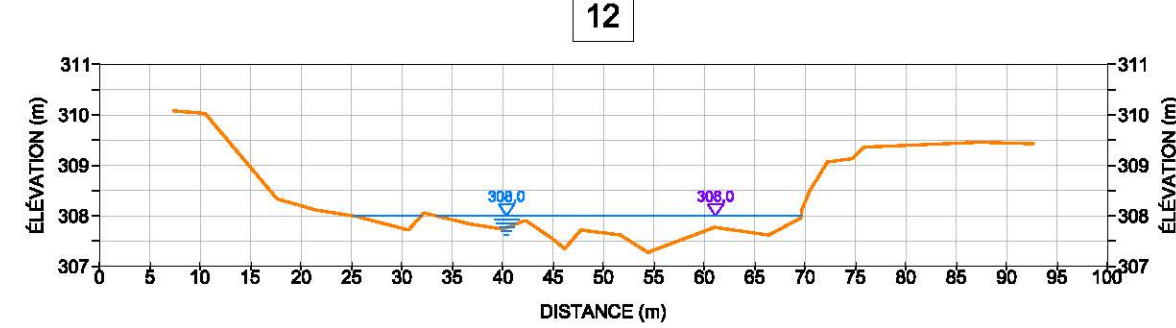
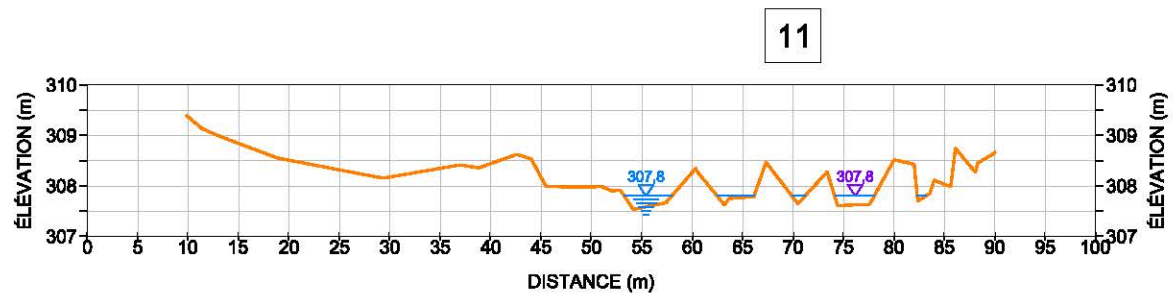
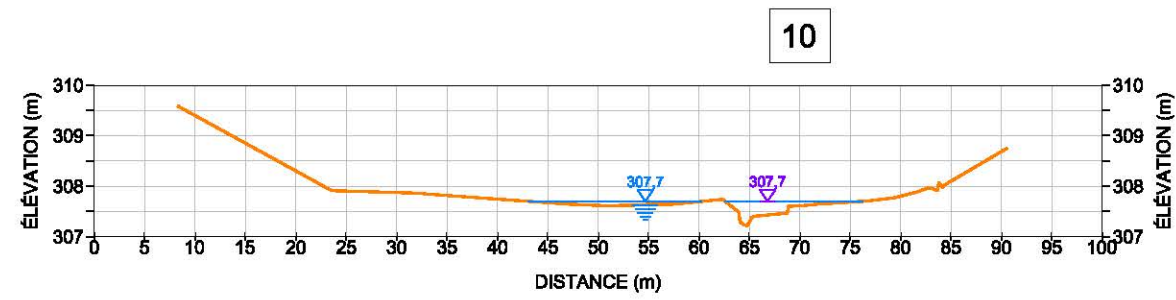
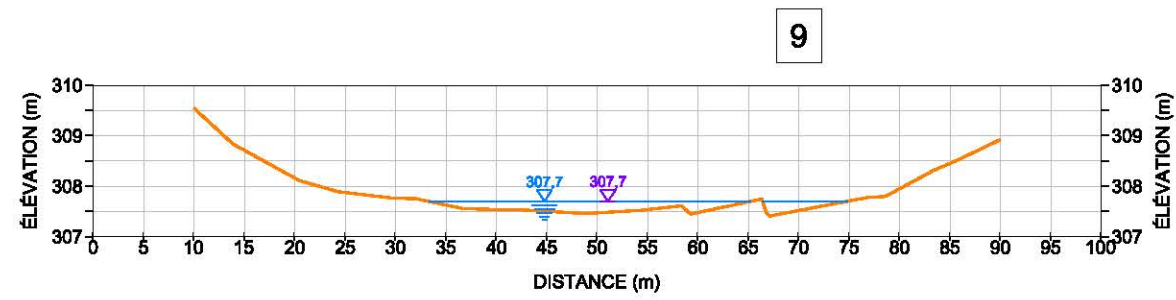
TITRE
RUISSEAU CENTRAL
SECTIONS ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SITUATION FUTURE



No. DE PROJET	12-1221-0074/3000		No. DE FICHIER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE	-
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25		
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01		
APPROUVÉ	M.K.	-		

FIGURE 11

RUISSEAU CENTRAL
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

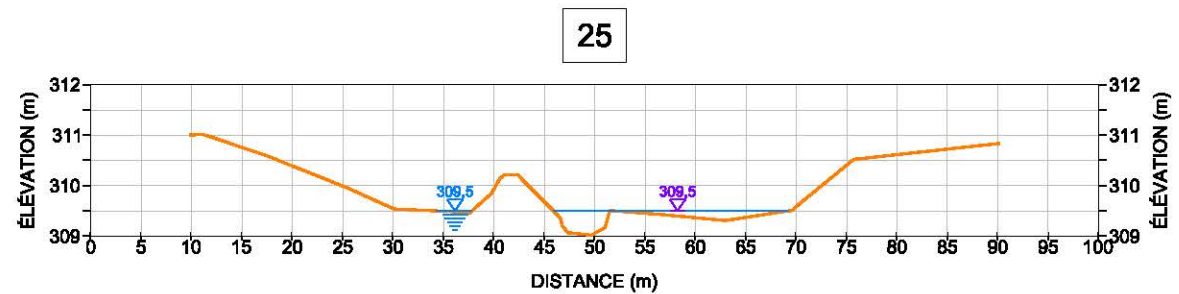
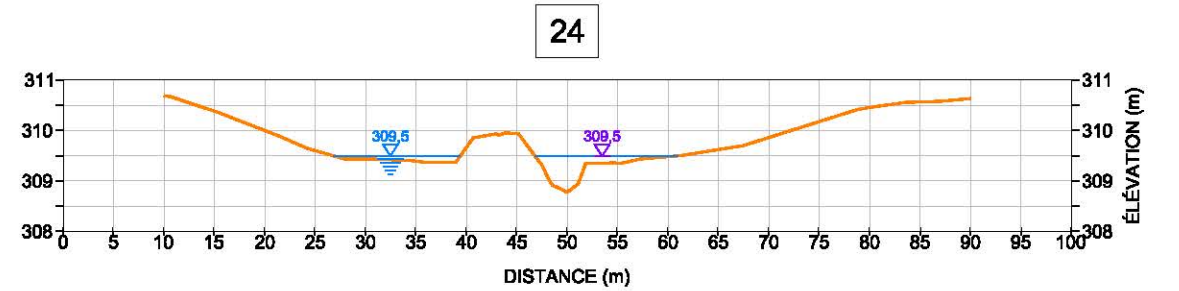
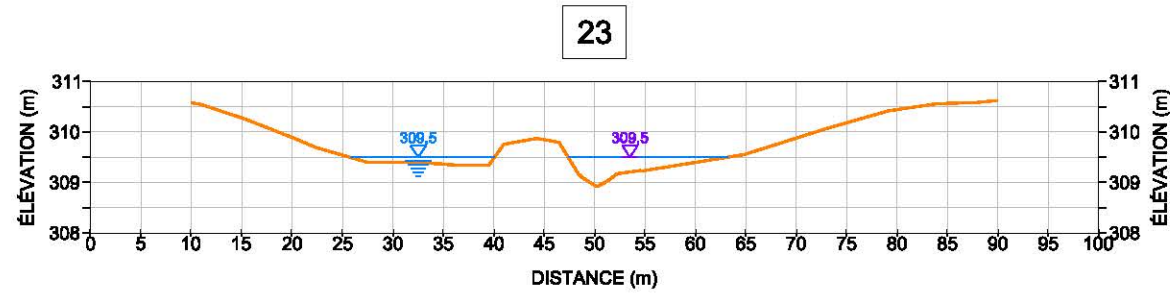
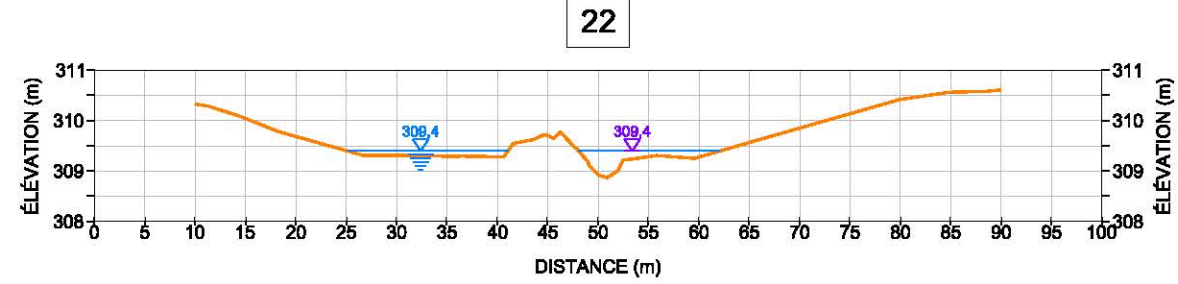
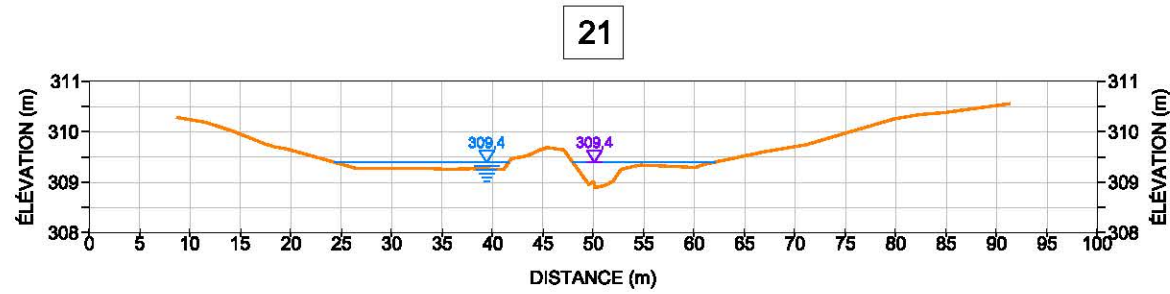
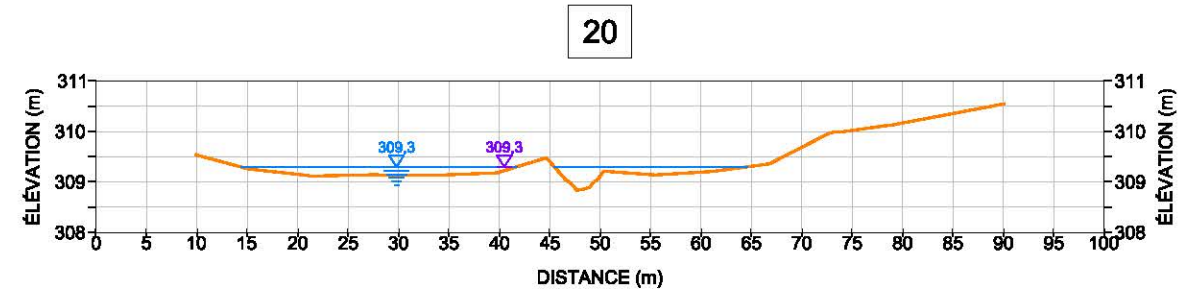
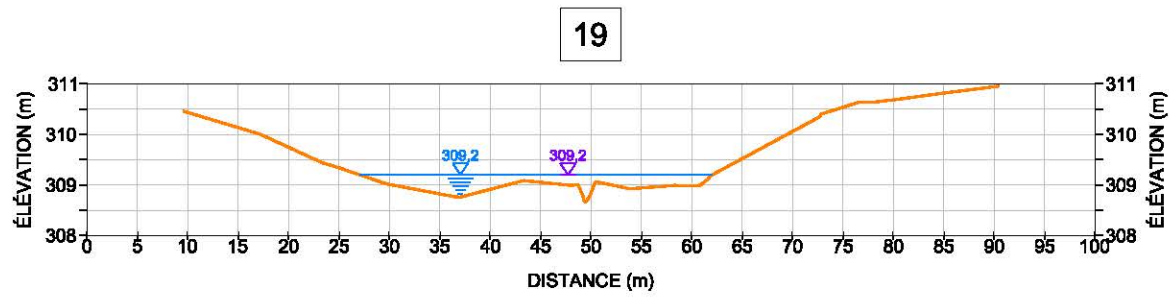
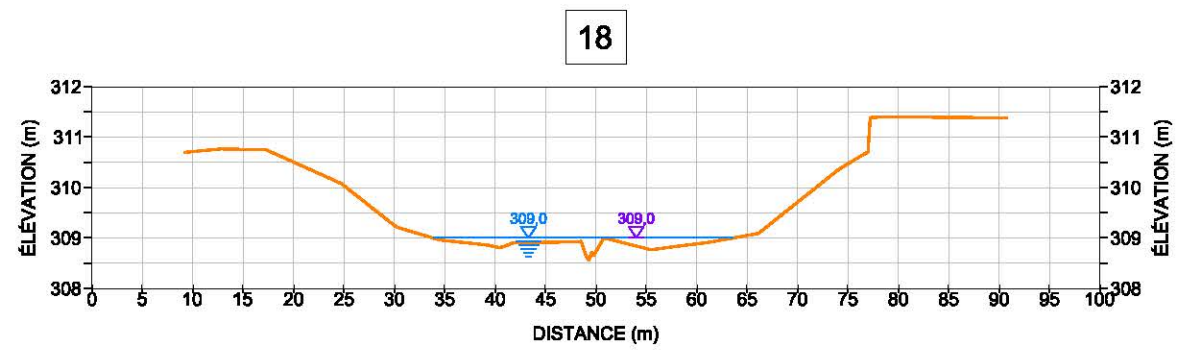
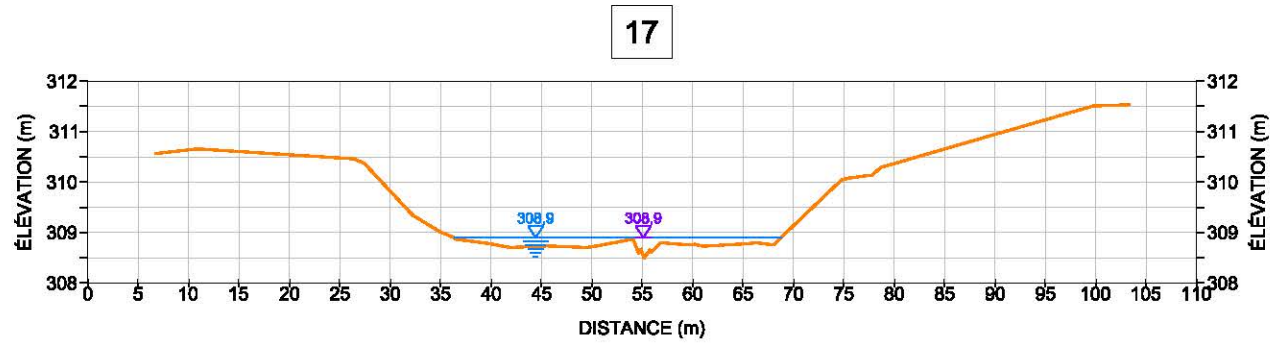
PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

TITRE
RUISSEAU CENTRAL
SECTIONS ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SITUATION FUTURE

No. DE PROJET 12-1221-0074/3000			No. DE FICHIER 1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25	
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01	
APPROUVÉ	M.K.		

FIGURE 12

RUISSEAU CENTRAL
ÉCHELLE HORIZONTALE 1:750
ÉCHELLE VERTICALE 1:150



LÉGENDE

- TERRAIN NATUREL
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS DE CRUE 1:2 ANS DANS LA RIVIÈRE MALARTIC
- NIVEAU D'EAU CALCULÉ
CONDITIONS NORMALES DANS LA RIVIÈRE MALARTIC

NOTE

REGARD VERS L'AMONT

PROJET ANALYSE HYDRAULIQUE DES RUISSEAUX CENTRAL
ET OUEST ENTRE LA ROUTE 117 ET LA
RIVIÈRE MALARTIC, MALARTIC, CANADA

TITRE **RUISSEAU CENTRAL**
SECTIONS ARPENTÉES ET RÉSULTATS DE
CALCULS - SITUATION FUTURE



No. DE PROJET	12-1221-0074/3000		No. DE FICHIER	1212210074-01
PROJETÉ	J.L.	2013-04-24	ÉCHELLE	-
DESSINÉ	R.G.	2013-04-25		
VÉRIFIÉ	V.R.	2013-05-01		
APPROUVÉ	M.K.	-		

FIGURE 13

ANNEXE S2QC-63

Espèces floristiques à statut particulier

Annexes

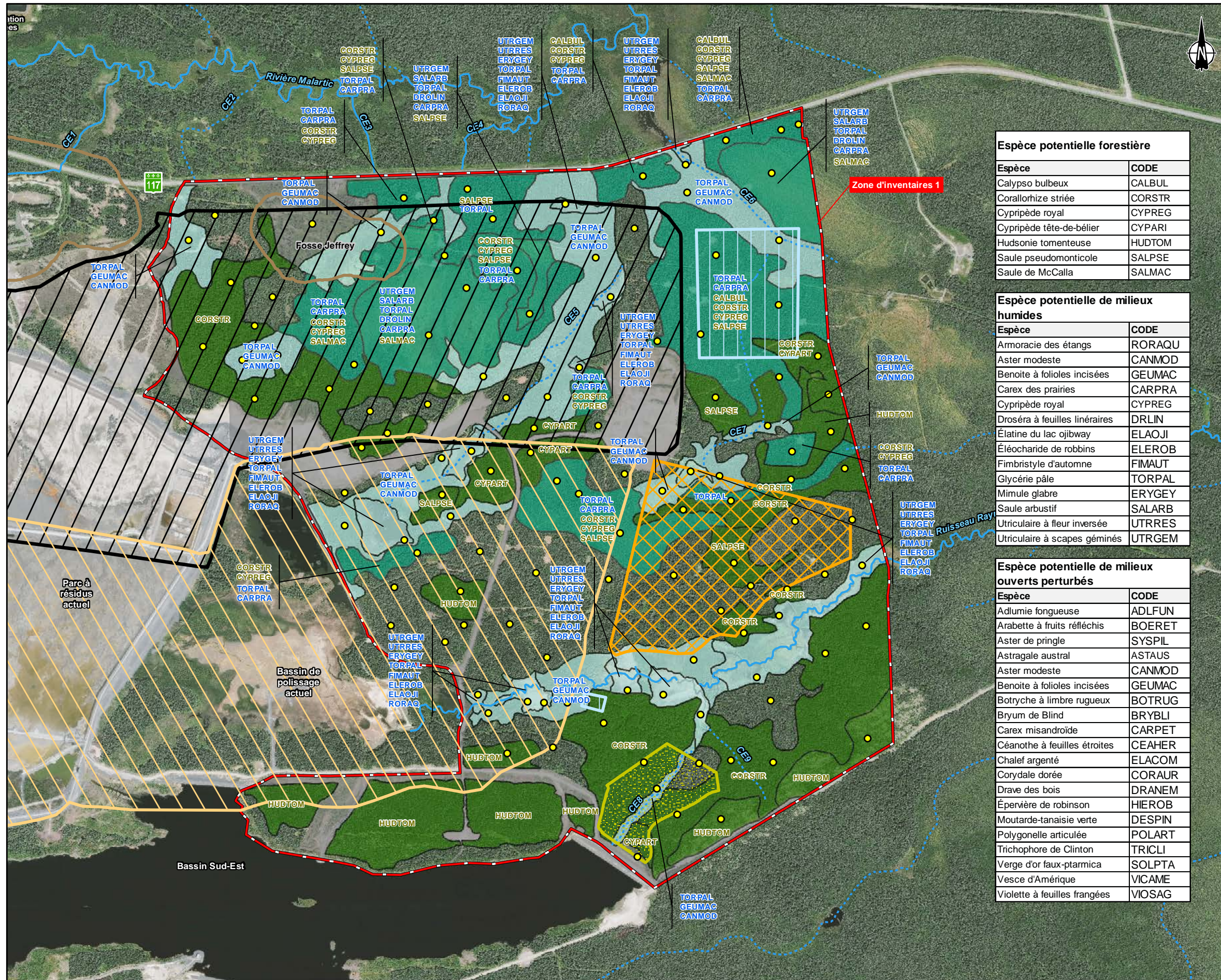
Annexe RQC-137 Espèces floristiques à statut particulier potentiellement présentes dans la zone d'étude ainsi que leurs caractéristiques

ESPÈCE	HABITAT PRÉFÉRENTIEL	HABITAT POTENTIEL DANS LA ZONE D'ÉTUDE	TYPE DE SOL	PHÉNOLOGIE	STATUT ^a
Adlumie fongueuse	Escarpements, talus d'éboulis, clairières et bois rocheux, toujours en milieux calcaires, pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique	Calcaire	Estivale	S
Arabette à fruits réfléchis	Rochers, talus d'éboulis et escarpements, calcaire marbre ou dolomie, pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique	Calcaire	Estivale précoce	S
Armoracie des étangs	Eaux calmes et peu profondes des berges d'étangs, de lacs de ruisseau ou rivière, pleine lumière	Marais	Aquatique	Estivale	S
Aster de Pringle	Rive rocheuses, alvars, clairières, champs friches et bords de route, lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique, rive	Calcaire	Automnale	S
Aster modeste	Friches, prairies humides, aulnaies, bord de ruisseaux et rives, pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, rive, prairie humide, aulnaie		Estivale tardive	S
Astragale austral	Escarpements, talus et rivages, pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique, rive	Calcaire	Estivale précoce	S
Benoite à folioles incisées	Clairières, buissons et prés humides, bords de chemins forestiers et rives sablonneuse	Milieu ouvert perturbé, rive, aulnaie, prairie humide		Estivale	S
Botryche à limbre rugueux	Clairière et friches sablonneuses, dunes	Milieu ouvert perturbé, anthropique	sable	Sporulation estivale tardive	S
Bryum de Blind	Résidus miniers alcalins	Anthropique	Calcaire		S
Calypso bulbeux	Sous-bois et petites clairières des cédrières pures, cédrière à mélèze sur tourbe, pessière à mousses et landes maritimes	Pessière noire sur tourbe	Calcaire	Estivale précoce	S
Carex des prairies	Bords de rivière ou fossés, prairies humides, tourbières minérotrophes et marécages	Rive, prairie humide, tourbière, pessière noire sur tourbe, mélèzin sur tourbe	Calcaire	Estivale	S
Carex misandroïde	Escarpements, talus d'éboulis et affleurement rocheux	Milieu ouvert perturbé, anthropique	Calcaire	Estivale	S
Céanothe à feuilles étroites	milieux ouverts et secs, clairières, escarpements, berges et alvars	Milieu ouvert perturbé	Calcaire	Estivale	S
Chalef argenté	Rivages maritimes actuels ou fossiles, escarpements et talus d'éboulis	Anthropique	Calcaire	Estivale et estivale précoce	S
Corydale dorée	Escarpements, rivages clairières et substrats sableux ou rocheux	Milieu ouvert perturbé, anthropique, rive	Calcaire	Estivale précoce	S

ESPÈCE	HABITAT PRÉFÉRENTIEL	HABITAT POTENTIEL DANS LA ZONE D'ÉTUDE	TYPE DE SOL	PHÉNOLOGIE	STATUT ^a
Corallorhize striée	Forêts de conifère ou mixtes et cédrières tourbeuses	Mélèzaie sur tourbe, pessière noire, pessière noire sur tourbe, résineux humides, mixte à résineux, pessière blanche, peupleraie à résineux, sapinière à feuillus intolérants, sapinière à résineux, mélèzin, sapinière	Calcaire	Estivale précoce	S
Cypripède tête de bélier	Cédrières à thuya, sapin, pin blanc, épinette blanche, chêne roupe ou pruche, sapinière	Sapinière	Calcaire	Printanière	V
Cypripède royal	Cédrières, mélézins, tourbières minérotrophes arbustives et hauts rivage	Rive, mélezaie sur tourbe, tourbière, pessière noire sur tourbe	Calcaire	Estivale précoce	S
Drave des bois	Escarpements, affleurements rocheux et alvars	Milieu ouvert perturbé, anthropique	Calcaire	Printanière ou estivale précoce	S
Droséra à feuilles linéaires	Tourbières minérotrophes et platières de lacs marneux, pleine lumière	Tourbière ouverte	Calcaire	Estivale	S
Épervière de robinson	Rives rocheuses ou argileuse, proximité de chutes ou rapides	Rive	Roche ou argile	Estivale	S
Élatine du lac ojibway	Berges de rivières ou ruisseaux, eaux peu profonde, marais, pleine lumière	Rive, marais	Aquatique	Estivale	S
Éléocharide de robbins	Rives sablonneuses ou tourbeuses exondés ou eaux peu profondes de marais, étangs, lacs. Pleine lumière	Rive, marais	Aquatique	Estivale tardive	S
Fimbristyle d'automne	Rivages et milieux sablonneux ouverts humides, fossés ou bords de sentier humides,	Rive, prairie humide, marais	Sables, limons ou argiles	Estivale tardive	S
Gesse jaunâtre	Rivages rocheux, bordures et clairière forestières, alvars	Rive		Estivale précoce	S
Glycérie pâle	Marais, marécages, eaux peu profondes, bordure de ruisseau, fossés, pleine lumière	Rive, marais, marécage arbustif, prairie humide, aulnaie, peupleraie à aulne, mélèzaie sur tourbe, pessière noire humide, marécage à peupleraie, marécage à résineux, tourbière		Estivale	S
Gratiolle dorée	Rivages sablonneux ou vaseux, pleine lumière	Rive	Aquatique	Estivale tardive	S
Hudsonie tomenteuse	Clairières de pinède grise sur dunes ou terrasse de sable, dunes et landes maritimes, rivages sablonneux, pleine lumière	Rive, pinède grise	sable	Estivale	S
Mimule glabre	Sources froides, bords de ruisseaux, toujours en eau calme et dans les endroits propices à l'entourbement, pleine lumière	Rive, marais	Aquatique	Estivale	M

ESPÈCE	HABITAT PRÉFÉRENTIEL	HABITAT POTENTIEL DANS LA ZONE D'ÉTUDE	TYPE DE SOL	PHÉNOLOGIE	STATUT ^a
Moutarde-tanaïsie verte	Escarpements et rives rocheuses ou sablonneuse, pleine lumière	Rive, anthropique	roche ou sable	Estivale	S
Pigamon pourpré	Rives tourbeuses, clairières et prairies humides	Rive, prairie humide		Estivale	S
Polygale sénéca	Rivages rocheux, alvars, lisières	Rive	Calcaire	Estivale précoce	S
Polygonelle articulée	Prairies et rives sablonneuses, pinèdes grises ouvertes sur sable, emprises et sablières	Milieu ouvert perturbé, anthropique, rive, pinède grise	sable	Estivale tardive	S
Saule arbustif	Rives de lacs, bords de ruisseaux et tourbières minérotrophes	Rive, tourbière ouverte		Estivale	S
Saule de McCalla	Prairies humides, forêts clairsemées, tourbières minérotrophe et ombrotrophes arbustives ou boisées, rives marneuses ou caillouteuses	Rive, tourbière ouverte, prairie humide, pessière noire sur tourbe, mélèzin sur tourbe		Estivale	S
Saule pseudomonticole	Tourbières ombrotrophe et minérotrophes boisée, plaines inondables, forêts clairsemées	Pessière noire sur tourbe, mélèzin sur tourbe, pessière noire, tourbière ouverte pessière blanche		Estivale	S
Trichophore de Clinton	Rives rocheuses, dallages et cailloutis, pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique, rive	Calcaire	Estivale précoce	S
Utriculaire à fleur inversée	Eaux peu profondes d'étangs et de lacs dans la matière organique, pleine lumière	Marais	Aquatique	Estivale	S
Utriculaire à scapes géminés	Mares de tourbières ombrotrophe et eaux calmes et stagnates des étangs et lacs, pleine lumière	Marais, tourbière ouverte	Aquatique	Estivale tardive	S
Vesce d'Amérique	Milieux ouverts ou partiellement ouverts, secs à humides, habitats rocheux naturels ou perturbés, affleurements	Anthropique		Estivale	S
Verge d'or faux-ptarmica	Rivages et affleurements rocheux secs, alvars, pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique, rive	Calcaire	Estivale	S
Violette à feuilles frangées	Prairies, clairières, emprises routières et sablières. Pleine lumière	Milieu ouvert perturbé, anthropique		Printanière	S

Note : ^a Statut de l'espèce selon le MDDELCC : M : Menacée, V : Vulnérable, S : Susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable



Zone d'inventaire 1

Hydrologie

- CE3 Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Parcelle d'inventaire

Espèce floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées

Habitats potentiels

- Milieu boisé
- Milieu humide
- Milieu ouvert perturbé
- Milieu boisé et humide

Espèces potentielles

- ERYGEY Code espèce forestière
- TORPAL Code espèce milieu humide

Infrastructures projetées

- Halde à mort-terrain est
- Bassin de pompage
- Nouveau bassin de polissage
- Fosse Canadian Malartic
- Fosse Jeffrey
- Fosse Gouldie
- Parc à résidus final (2027)
- Halde à stérile

Espèce potentielle forestière

Espèce	CODE
Calypso bulbeux	CALBUL
Corallorhize striée	CORSTR
Cypripède royal	CYPREG
Cypripède tête-de-bélier	CYPARI
Hudsonie tomenteuse	HUDTOM
Saule pseudomonticole	SALPSE
Saule de McCalla	SALMAC

Espèce potentielle de milieux humides

Espèce	CODE
Armoracie des étangs	RORAQU
Aster modeste	CANMOD
Benoite à folioles incisées	GEUMAC
Carex des prairies	CARPRA
Cypripède royal	CYPREG
Droséra à feuilles linéaires	DRLIN
Élatine du lac ojibway	ELAOJI
Éléocharide de robins	ELEROB
Fimbristyle d'automne	FIMAUT
Glycérie pâle	TORPAL
Mimule glabre	ERYGEY
Saule arbustif	SALARB
Utriculaire à fleur inversée	UTRRES
Utriculaire à scapes géminés	UTRGEM

Espèce potentielle de milieux ouverts perturbés

Espèce	CODE
Adlumie fongueuse	ADLFUN
Arabette à fruits réfléchis	BOERET
Aster de pringle	SYSPIL
Astragale austral	ASTAUS
Aster modeste	CANMOD
Benoite à folioles incisées	GEUMAC
Botryche à limbre rugueux	BOTRUG
Bryum de Blind	BRYBLI
Carex misandroïde	CARPET
Céanothe à feuilles étroites	CEAHER
Chalef argenté	ELACOM
Corydale dorée	CORAUR
Drave des bois	DRANEM
Épervière de robinson	HIEROB
Moutarde-tanaïs verte	DESPIN
Polygonelle articulée	POLART
Trichophore de Clinton	TRICLI
Verge d'or faux-ptarmica	SOLPTA
Vesce d'Amérique	VICAME
Violette à feuilles frangées	VIOSAG

MINE CANADIAN MALARTIC

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - Réponses aux questions du MDDELCC - 2^e série

Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

RQC-137

Carte 1

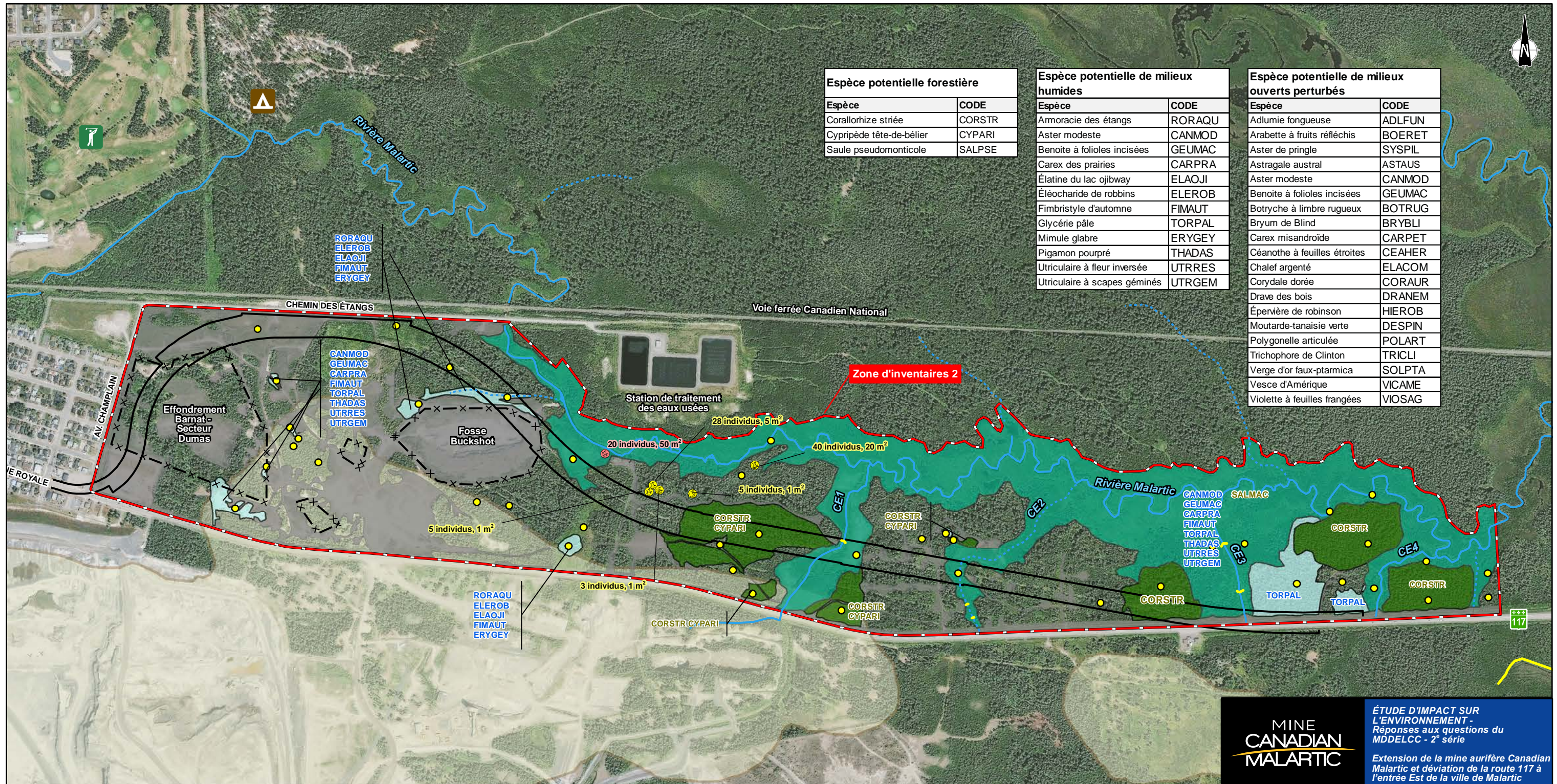
Évaluation du potentiel d'habitat d'espèces floristiques à statut - zone d'inventaire 1

Sources :
 Orthophoto : Digital Globe, WorldView-2 (29-07-2012), 60 cm/pixel
 Fichier WSP : 151_14654_01_210_EIC1_098_RQC137_160112.mxd

0 125 250 m
 NAD83, UTM, zone 17

WSP

12 janvier 2016 151-14654-01-210



Espèce potentielle forestière	
Espèce	CODE
Corallorhize striée	CORSTR
Cypripède tête-de-bélier	CYPARI
Saule pseudomonticole	SALPSE

Espèce potentielle de milieux humides	
Espèce	CODE
Amoracie des étangs	RORAQU
Aster modeste	CANMOD
Benoite à folioles incisées	GEUMAC
Carex des prairies	CARPRA
Élatine du lac ojibway	ELAOJI
Éléocharide de robbins	ELEROB
Fimbristyle d'automne	FIMAUT
Glycérie pâle	TORPAL
Mimule glabre	ERYGEY
Pigamon pourpré	THADAS
Utriculaire à fleur inversée	UTRRES
Utriculaire à scapes géminés	UTRGEM

Espèce potentielle de milieux ouverts perturbés	
Espèce	CODE
Adlumie fongueuse	ADLFUN
Arabette à fruits réfléchis	BOERET
Aster de pringle	SYSPIL
Astragale austral	ASTAUS
Aster modeste	CANMOD
Benoite à folioles incisées	GEUMAC
Botryche à limbre rugueux	BOTRUG
Bryum de Blind	BRYBLI
Carex misandroïde	CARPET
Céanothe à feuilles étroites	CEAHER
Chalef argenté	ELACOM
Corydale dorée	CORAUR
Drave des bois	DRANEM
Épervière de robinson	HIEROB
Moutarde-tanaisie verte	DESPIN
Polygonelle articulée	POLART
Trichophore de Clinton	TRICLI
Verge d'or faux-ptarmica	SOLPTA
Vesce d'Amérique	VICAME
Violette à feuilles frangées	VIOSAG

- Zone clôturée
- Zone d'inventaires 2
- Parcelle d'inventaire
- Hydrologie**
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent

- Espèce floristique menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée**
- Habitat potentiel*
- Milieu boisé
 - Milieu humide
 - Milieu ouvert perturbé
 - Milieu boisé et humide

- Espèce potentielle*
- ERYGEY Code espèce forestière
 - TORPAL Code espèce milieu humide
- Espèce inventoriée susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable*
- Corallorhize striée
 - X individus Nombre et taille de la population

- Vulnérable à récolte*
- Matteuccie fougère-à-l'autruche
 - X individus Nombre et taille de la population

- Infrastructures projetées**
- Emprise route 117
 - Emprise de la fosse

MINE CANADIAN MALARTIC

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - Réponses aux questions du MDDELCC - 2^e série

Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

RQC-137

Carte 2

Évaluation du potentiel d'habitat d'espèces floristiques à statut - zone d'inventaire 2

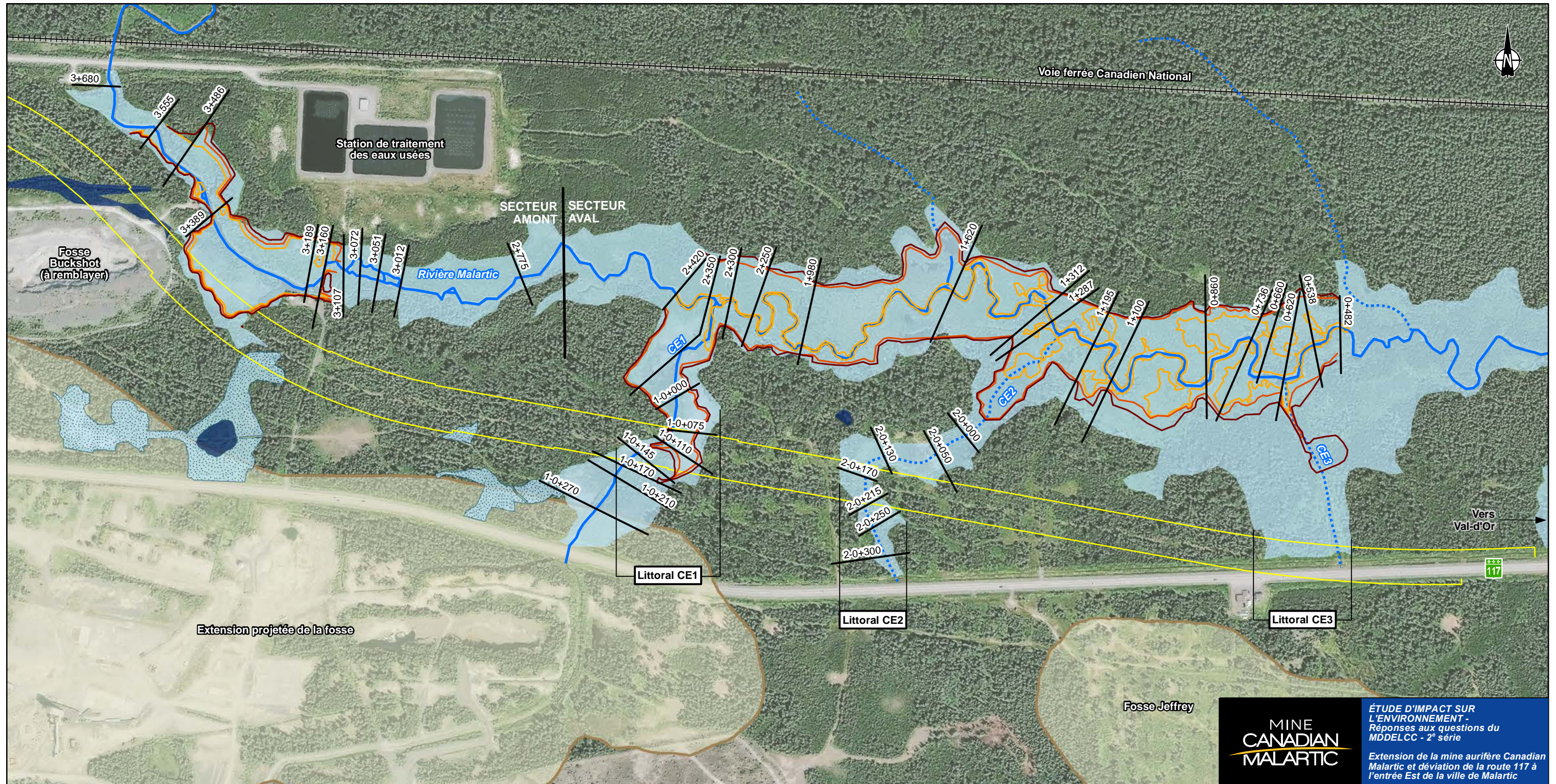
Sources :
 Orthophoto : Digital Globe, WorldView-2 (29-07-2012), 60 cm/pixel
 Emprise du tracé : WSP 2014-01-07
 Fichier WSP : 151_14654_01_210_EIC2_099_RQC137_151201.mxd

0 100 200 m
 NAD83, UTM, zone 17

01 décembre 2015 151-14654-01-210

ANNEXE S2QC-66

Zones inondables de la rivière Malartic et zones humides des CE1 à CE3



Hautes eaux et zones inondables de la rivière Malartic uniquement

- Ligne de récurrence 2 ans
- Ligne de récurrence 20 ans
- Ligne de récurrence 100 ans

Hydrologie

- Cours d'eau
- ⋯ Cours d'eau intermittent

Zones humides

- Marais
- Marécage arbustif et prairie humide
- Marécage arbustif

Déviation de la route 117

- Emprise

Extension Canadian Malartic

- Fosse projetée

Modélisation hydraulique

- Section de calculs
- 2+300 Chaînage des cours d'eau

MINE CANADIAN MALARTIC

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT - Réponses aux questions du MDDELCC - 2^e série

Extension de la mine aurifère Canadian Malartic et déviation de la route 117 à l'entrée Est de la ville de Malartic

S2QC-66 (RQC-292)

Zones inondables de la rivière Malartic et zones humides des CE1 à CE3

Sources :
 Orthophoto : Digital Globe, WorldView-2 (29-07-2012), 60 cm/pixel
 Fichier WSP : 131_14654_00_EIC4_13_031_HeCRasLHE_141223.mxd
 17 décembre 2015 151-14654-01

0 60 120 m
 NAD83, UTM, zone 17

ANNEXE S2QC-75

Extrait des sections 4.12.2 et 4.12.3 de l'ÉIE

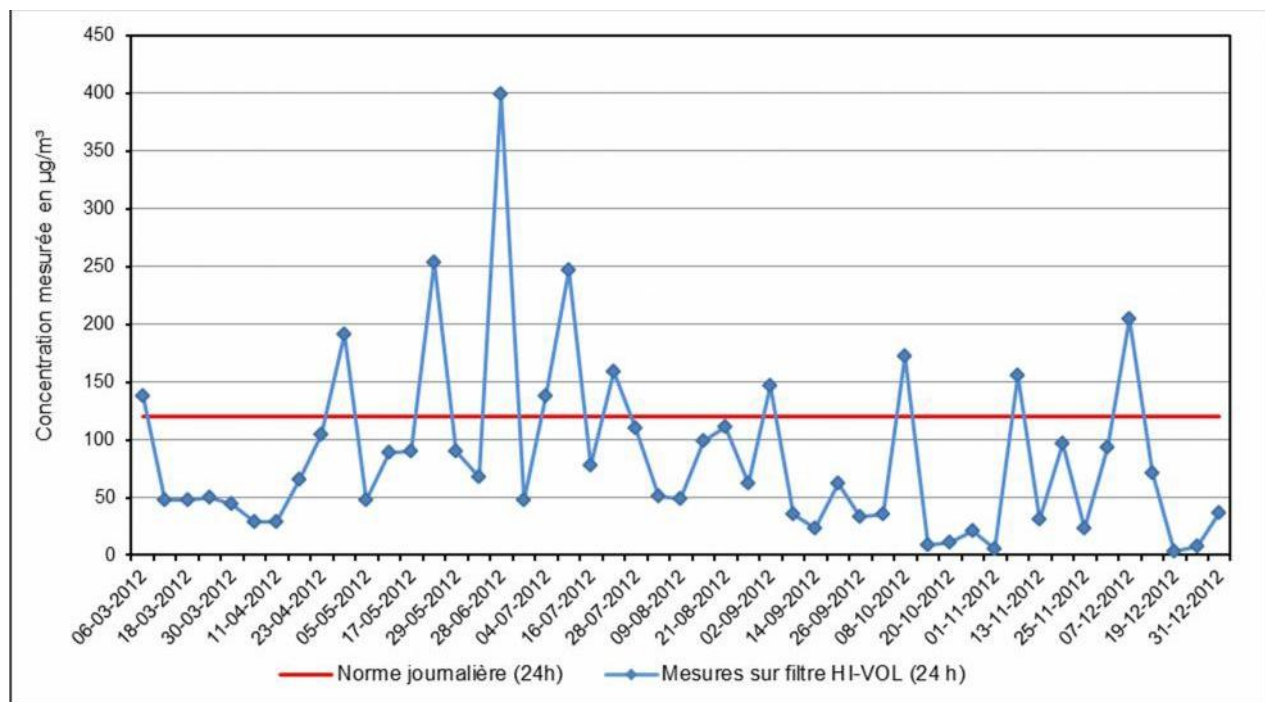
4.12.2 Concentrations ambiantes de particules totales

Cette section décrit les concentrations mesurées sur les filtres Hi-Vol à la station A2 Sud. Rappelons que la station A1 Nord ne possède pas ce type d'échantillonneur puisque cette station est éloignée par rapport à la limite de propriété. En fait, cet instrument de mesure des particules totales est le seul reconnu par le MDDELCC pour s'assurer du respect de la réglementation aux limites de la propriété, et ce, en accord avec les recommandations de l'EPA (*List of Designated Reference and Equivalent Methods, June 18, 2015*).

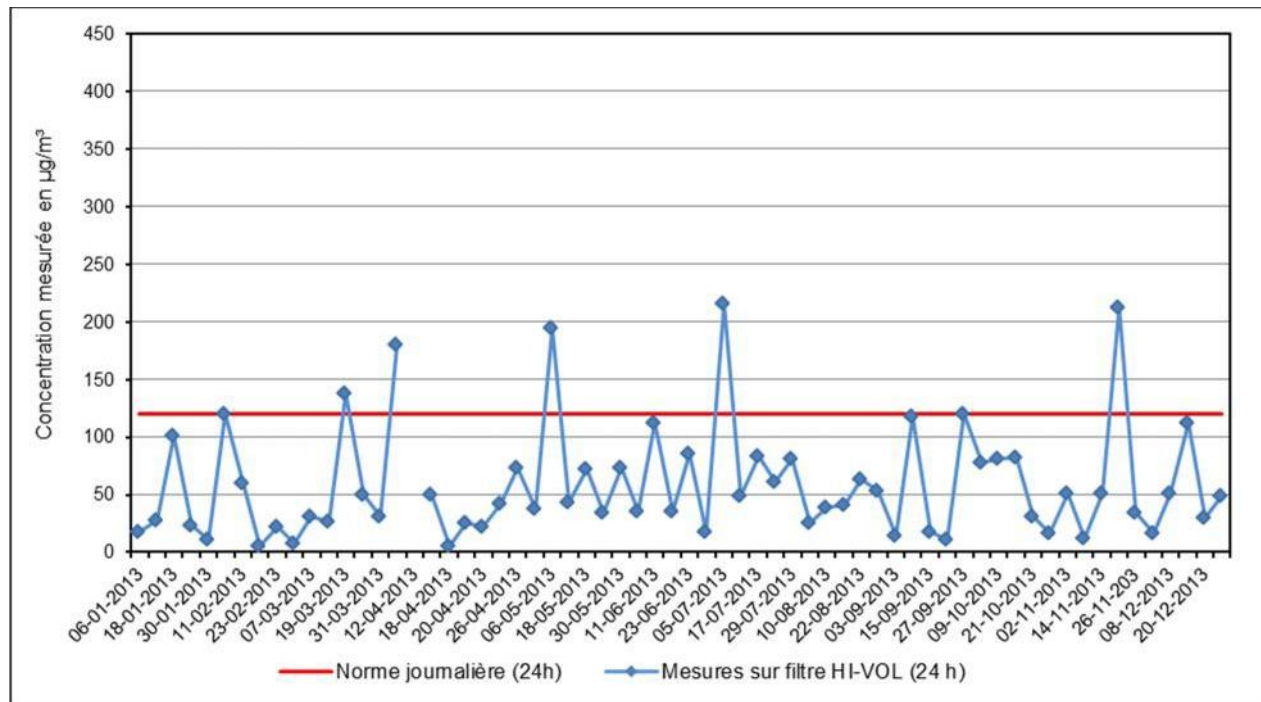
Les particules totales en suspension ont été échantillonnées à une fréquence d'une fois par six jours. Ces échantillonnages ont été réalisés sur des périodes de 24 heures, habituellement de minuit à minuit. Tous les résultats obtenus pour les particules totales sur 24 heures sont présentés sous forme de figures pour les années 2012, 2013, 2014 et 2015 (voir figure 4.3). La ligne rouge montre la norme journalière du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* « **RAA** » qui est actuellement de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figure 4.3 : Concentrations journalières de particules totales en suspension mesurées sur les filtres Hi-Vol (Station A2)

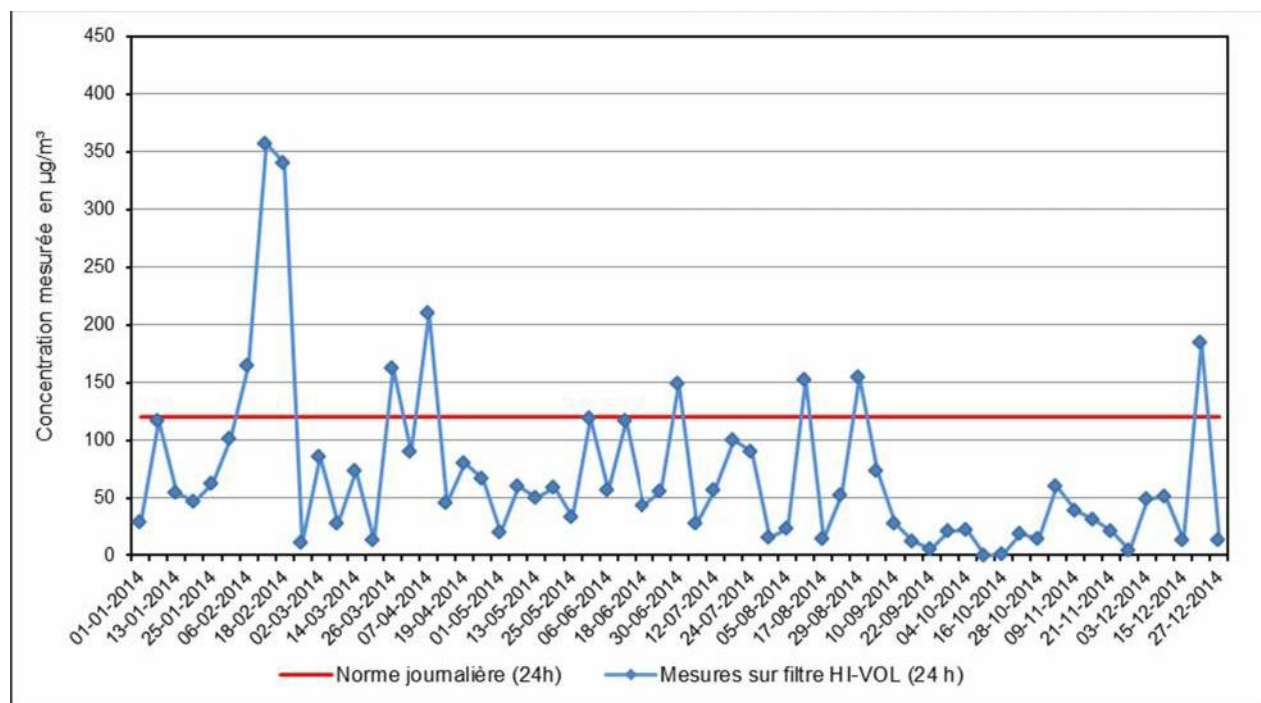
6 mars au 31 décembre 2012



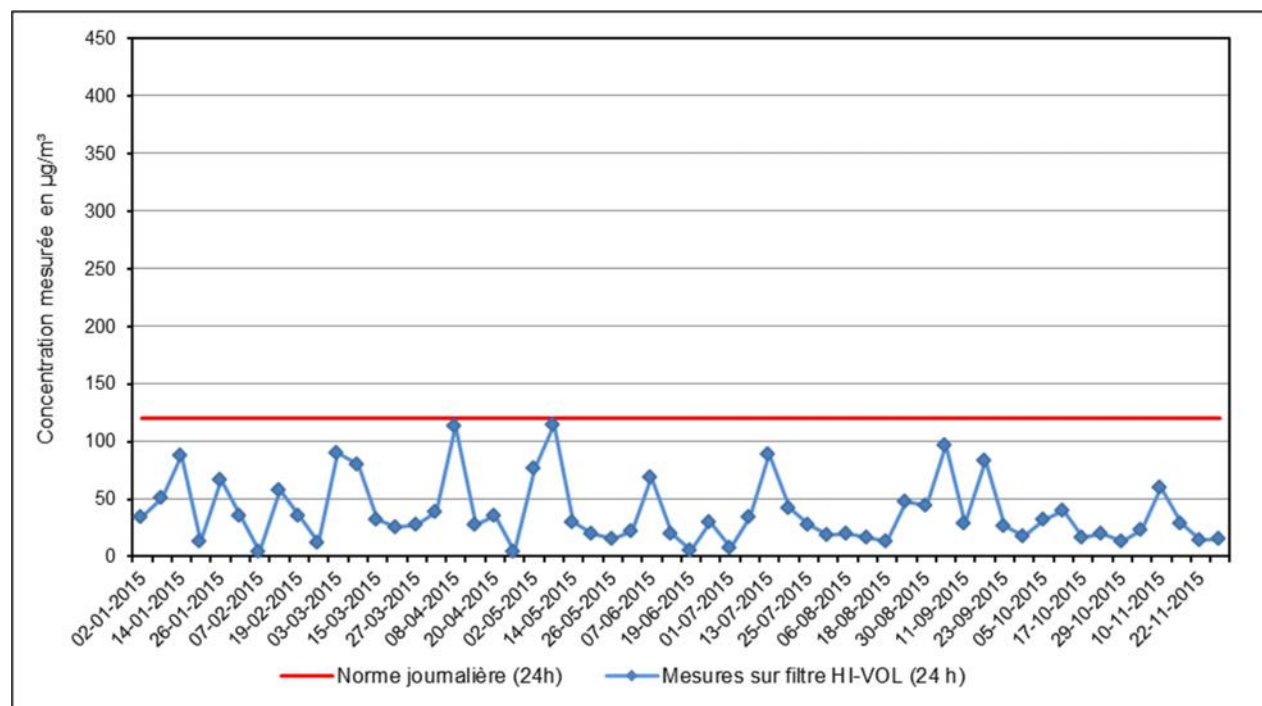
6 janvier au 26 décembre 2013



1 janvier au 27 décembre 2014



2 janvier au 28 novembre 2015



Le tableau 4-14 dresse un portrait statistique des concentrations de particules totales en suspension mesurées entre 2012 et 2015 à la station A2.

Tableau 4.14 : Concentrations de PST observées à la station A2 entre le 1^{er} septembre 2012 et le 13 décembre 2015

Statistique	Unité	Année				2012 à 2015 combinées
		2012	2013	2014	2015	
Nombre d'échantillons	na	49	60	61	56	226
Nombre de dépassements de la norme sur 24 heures ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	na	11	6	9	0	26
Moyenne arithmétique	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	86,0	59,9	69,7	38,5	62,9
Moyenne géométrique	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	57,4	42,8	39,6	29,5	40,7
Écart-type	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	76,7	50,2	71,7	28,1	61,3
Maximum	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	399,7	215,4	356,6	114,7	399,7

L'examen détaillé des résultats montrent qu'en moyenne la norme 24 heures des PST est respectée 88 % du temps. Le nombre de dépassements mesurés oscille autour de 9 par année de 2012 à 2014 et aucune en 2015.

Ces résultats démontrent les efforts de CMGP et la relative efficacité de son système d'alerte « jaune » et « rouge » qui, rappelons-le, vise à réduire les dépassements. Ce système sera renforcé par la mise en place du nouveau plan de gestion des poussières développé en 2015.

Tel que mentionné précédemment, la station A1 ne possède pas d'échantillonneur à grand volume (Hi-Vol). Il est quand même possible de donner un portrait ou d'établir une tendance des concentrations de PST à partir des mesures faites avec un BAM. La figure 4.4 montre les concentrations mesurées entre septembre 2012 et décembre 2015, soient 1150 données journalières avec plus de 18 mesures valides sur une période de 24 heures. La grande majorité des concentrations restent inférieures à la norme du RAA. Seulement 6 valeurs sont au-delà la norme. La norme est donc respectée **99 %** du temps.

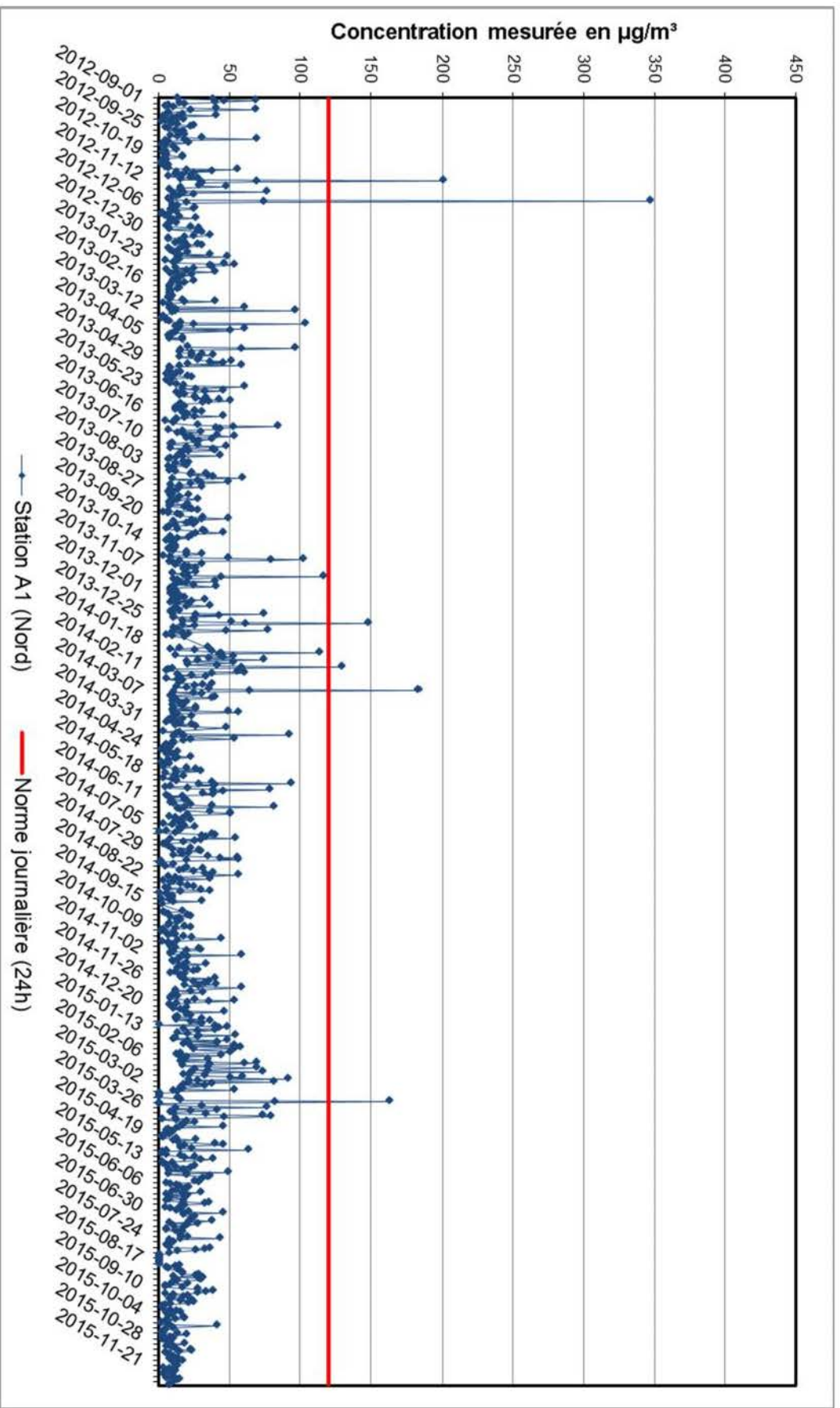


Figure 4.4 : Concentrations journalières de particules totales en suspension mesurées à la station A1 avec un BAM entre le 1^{er} septembre 2012 et le 13 décembre 2015

4.12.3 Concentrations ambiantes de particules fines

En ce qui concerne les particules fines, elles sont mesurées aux deux stations, au moyen d'un BAM 1020 qui mesure 24 concentrations moyennes horaires par jour. Les résultats détaillés sont présentés aux tableaux 4.17 pour la station A1 et au tableau 4.18 pour la station A2. La station A1 montre 4 dépassements sur 1153 périodes mesurées entre septembre 2012 et décembre 2015, soit 4 la même année en 2014. Il n'y en a aucune en 2015. Il est noté que l'année 2012 est incomplète. Les causes exactes des dépassements mesurés n'ont pas été examinées en détail. Par contre, il est probable que le problème soit externe aux opérations minières puisqu'aucun dépassement similaire n'a été observé le même jour à la station A2, ce qui vraisemblablement aurait été le cas si le problème provenait de la Mine. En fait, il n'y a eu aucun dépassement à la station A2 (voir tableau 4.18) depuis le début des mesures de PM_{2,5}.

La moyenne des valeurs journalières observée entre 2012 et 2015 est sensiblement la même pour les deux stations A1 et A2 soit respectivement 7 et 6 µg/m³. La norme de qualité de l'atmosphère du RAA pour les particules fines (PM_{2,5}) est une norme journalière de 30 µg/m³. Cette norme est respectée 99 % du temps à la station A1 et 100 % du temps à la station A2. La valeur au 98^e centile oscille entre 16 µg/m³ et 22 µg/m³ à la station A1 et entre 14 et 17 à la station A2. Enfin la valeur maximale mesurée a été de 41 µg/m³ en 2014 à la station A1.

Tableau 4.17 : Concentrations de PM_{2,5} observées à la station A1 entre le 1^{er} septembre 2012 et le 13 décembre 2015

Statistique	Unité	Année				2012 à 2015 combinées
		2012	2013	2014	2015	
Nombre d'échantillons	na	119	352	348	334	1153
Nombre de dépassements de la norme sur 24 heures (30 µg/m ³)	na	0	0	4	0	4
Moyenne arithmétique	µg/m ³	4	7	6	8	7
98 ^e percentile	µg/m ³	16	19	22	19	20
Maximum	µg/m ³	30	24	41	30	41

Tableau 4.18 : Concentrations de PM_{2,5} observées à la station A2 entre le 1^{er} septembre 2012 et le 13 décembre 2015

Statistique	Unité	Année				2012 à 2015 combinées
		2012	2013	2014	2015	
Nombre d'échantillons	na	122	350	342	319	1133
Nombre de dépassements de la norme sur 24 heures (30 µg/m ³)	na	0	0	0	0	0
Moyenne arithmétique	µg/m ³	4	7	6	7	6
98 ^e percentile	µg/m ³	15	17	14	16	16
Maximum	µg/m ³	24	21	19	23	24