

**ANNEXE QC-254**

**Étude hydrologique et hydraulique pour le système d'évacuation d'eau  
opérationnel du bassin de polissage 2015**

---



**Date:** 10 juin 2015  
CONFIDENTIEL

**N° de référence:** 078-13-1221-0020-3050-3059 Rev0

**À:** Carl Pednault  
Canadian Malartic GP

**c.c.:**

**De:** Emanuelle Desrochers, Vlad Rojanschi,  
Mayana Kissiova

**Adresse courriel:** vlad\_rojanschi@golder.com

**OBJET : ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE POUR LE SYSTÈME D'ÉVACUATION D'EAU  
OPÉRATIONNEL DU BASSIN DE POLISSAGE 2015**

## 1.0 INTRODUCTION ET DÉFINITION DU MANDAT

La Mine Canadian Malartic (CMGP) prévoit aménager un bassin de polissage (BP2015) dans le secteur situé à l'est du bassin Sud-est afin de permettre l'utilisation complète du bassin de polissage actuel pour la déposition des résidus. Le BP2015 (voir la figure A1 à l'annexe A) nécessitera deux structures de rétention pour permettre l'entreposage d'environ 300 000 m<sup>3</sup> d'eau. Le bassin sera confiné par deux structures de rétention ayant un noyau de faible perméabilité. Un déversoir d'urgence protégera l'intégrité des digues pendant des événements climatiques dépassant les crues de conception. De plus, le BP2015 sera muni d'un système opérationnel d'évacuation d'eau pour décharger l'eau vers l'environnement lorsque sa qualité respecte les exigences réglementaires.

CMGP a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de préparer un plan de localisation et de faire le dimensionnement de certaines structures hydrauliques du système opérationnel d'évacuation d'eau du BP2015 :

- Un siphon d'évacuation de l'eau du bassin;
- Un canal de jaugeage de type Parshall;
- Un canal en amont du canal de jaugeage;
- Un canal de connexion entre le canal Parshall et le cours d'eau naturel en aval du BP2015 (un tributaire du ruisseau Raymond).

Ce mémorandum technique présente les résultats de l'étude et documente la méthodologie de travail et les critères de conception. En plus des tâches énoncées, ce mémorandum propose des niveaux d'eau opérationnels pour le BP2015. Les niveaux d'eau opérationnels sont nécessaires pour le dimensionnement des structures du système d'évacuation d'eau. Ces niveaux visent à respecter les exigences réglementaires et à appuyer CMGP dans la gestion de l'eau du BP2015.



## 2.0 BASSIN DE POLISSAGE 2015 – NIVEAUX D'EAU OPÉRATIONNELS

Le BP2015 est un bassin de transition entre le bassin Sud-est, qui est le principal bassin collecteur du site minier, et l'environnement. Une usine de traitement des eaux, qui a une capacité prévue de 1 000 m<sup>3</sup>/heure, traite les eaux du bassin Sud-est et les rejette par pompage dans le BP2015. La mine pompe aussi directement vers le BP2015 de l'eau collectée sur le site minier et qui respecte les exigences réglementaires en matière de qualité de l'eau; CMGP prévoit que ce taux de pompage peut attendre un maximum de 700 m<sup>3</sup>/heure.

La capacité d'emmagasinement totale du BP2015 d'environ 340 100 m<sup>3</sup> (au seuil du noyau de faible perméabilité du déversoir d'urgence à l'élévation 317,05, voir l'illustration 1) suffit pour contenir sans évacuation 8,3 jours de pompage au taux maximal vers le BP2015. Le BP2015 est donc un bassin de transfert; il est trop petit pour jouer un rôle collecteur significatif.

CMGP utilisera le BP2015 pour une dernière vérification de la qualité de l'eau avant de la rejeter vers l'environnement. En plus des eaux pompées dans le bassin, le BP2015 gèrera les entrées d'eau naturelle (ruissellement vers le bassin et précipitation directe sur le bassin) en provenance du bassin versant du BP2015 qui a une aire relativement faible de 0,24 km<sup>2</sup>.

Golder a utilisé les critères suivants pour établir des niveaux d'eau opérationnels pour le BP2015 :

- Contenir sans déborder la crue de projet, tel que recommandé par la *Directive 019 sur l'industrie minière* (MDDELCC<sup>1</sup>, 2012) (*Directive 019* dans le reste du document). La compréhension de Golder de la définition de cette crue pour le cas de la mine Canadian Malartic est la suivante (voir aussi Golder, 2013) :
  - La crue générée par une pluie 1 : 2 000 ans de 24 heures (132 mm, voir Golder, 2013) pour la période été-automne; et
  - La crue générée par une pluie 1 : 2000 ans de 24 heures s'ajoutant à la fonte de neige 1 : 100 ans, distribuée sur 30 jours pour la période printanière (654 mm, voir Golder, 2013).
- Contenir sans déborder la crue générée par une pluie 1 : 100 ans de 4 jours (126 mm), soit une crue de probabilité plus élevée et de durée plus longue (pour la période été-automne) que la crue de la *Directive 019*. Ce critère n'est pas une recommandation de la *Directive 019*, mais une vérification supplémentaire du fonctionnement du bassin en période de crue potentielle;
- Permettre le maintien d'un temps de résidence de 8 jours à l'intérieur du bassin de polissage BP2015 au niveau cible d'opération, pour l'eau pompée vers le bassin en provenance de l'usine de traitement de l'effluent, et en supposant qu'il n'y a pas d'autre pompage vers le bassin.
- Permettre le maintien d'un temps de résidence de 4 jours à l'intérieur du bassin de polissage BP2015 au niveau minimal d'opération, pour l'eau pompée vers le bassin en provenance de l'usine de traitement de l'effluent, et en considérant aussi du pompage additionnel allant jusqu'à 700 m<sup>3</sup>/heure vers le bassin de polissage. L'application de ce critère, comme celui du critère précédent, suppose que le bassin n'a pas de zones « mortes » du point de vue du mélange de l'eau pompée. C'est une hypothèse raisonnable, car le point de décharge dans le bassin et le point d'évacuation seront situés aux extrémités opposées du bassin.

---

<sup>1</sup> MDDELCC : ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, anciennement connu comme le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) ou le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF).

Le tableau 1 présente le sommaire des volumes d'eau ayant une importance pour la gestion de l'eau dans le BP2015. De plus, l'analyse a supposé qu'en période de crue, CMGP procédera soit à l'arrêt du pompage vers le BP2015, soit à l'évacuation de l'eau pompée par le système de siphons, ou à une combinaison des deux.

**Tableau 1 : Volumes importants pour la gestion de l'eau dans le BP2015**

Variable	Volume d'eau dans le bassin de polissage BP2015 (m <sup>3</sup> )	Note
Volume d'eau au seuil du noyau de faible perméabilité du déversoir d'urgence (317,05 m)	340 100	Une couche d'enrochement perméable de 0,3 m est prévue sous le seuil du déversoir d'urgence (à l'élévation 317,35 m).
Volume d'eau de la crue recommandée par la <i>Directive 019</i> pour la période printanière	139 200	Le calcul a utilisé un coefficient de ruissellement de 0,9.
Volume d'eau de la crue recommandée par la <i>Directive 019</i> pour la période été-automne	31 200	Le calcul a utilisé un coefficient de ruissellement de 1,0.
Volume d'eau de la crue 1 : 100 ans de 4 jours pour la période été-automne	28 300	Le calcul a utilisé un coefficient de ruissellement de 0,95.
Volume d'eau maximal pompé vers le bassin de polissage BP2015 en 8 jours de l'usine de traitement du bassin Sud-est	192 000	Le calcul suppose un pompage continu de 1 000 m <sup>3</sup> /heure.
Volume d'eau maximal pompé vers le bassin de polissage BP2015 en 4 jours en considérant un débit de pompage additionnel allant jusqu'à 700 m <sup>3</sup> /heure en plus du taux de traitement de l'usine de traitement du bassin Sud-est	163 200	Le calcul suppose un pompage continu de 1 700 m <sup>3</sup> /heure.

Le tableau 2 et l'illustration 1 présentent les quatre niveaux d'eau d'opération proposés. Le calcul des niveaux d'eau dépend de la courbe de capacité du BP2015 présentée à l'illustration 1. Cette courbe et les niveaux qui en dépendent seront confirmés une fois que l'arpentage complet du secteur aura été effectué, à la suite du déboisement du secteur du BP2015.

Les quatre niveaux d'eau d'opération proposés sont les suivants :

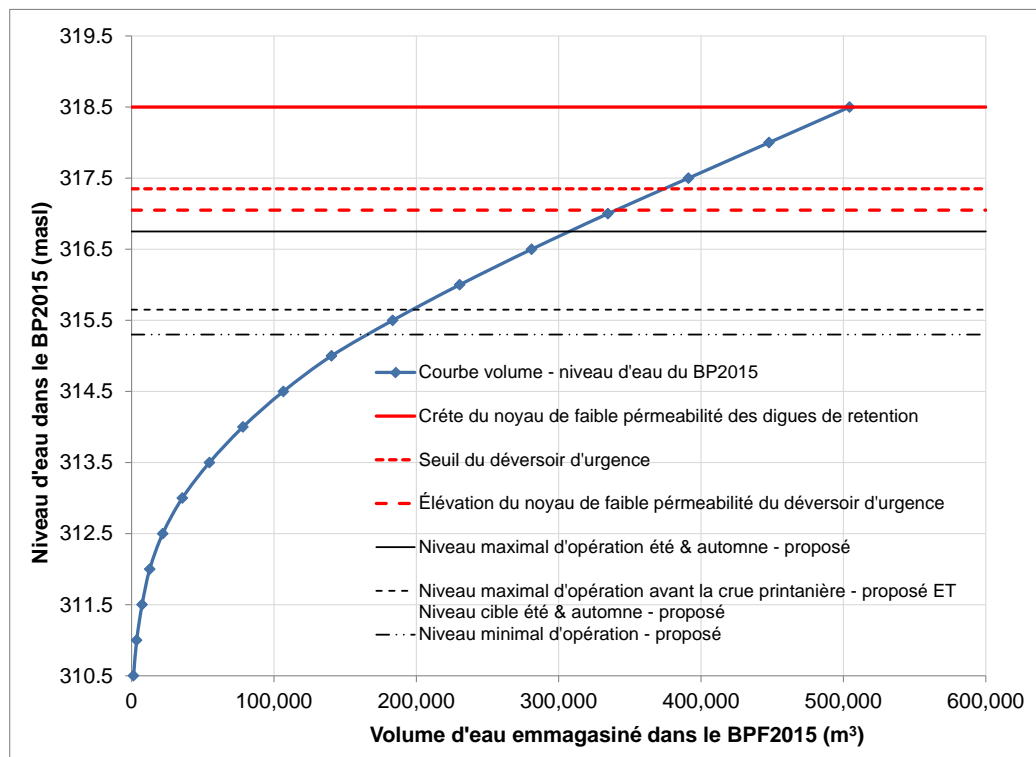
- Le niveau d'eau minimal d'opération à 315,30 m. Un niveau d'eau inférieur à ce niveau pourrait conduire à un temps de résidence de moins de quatre jours en fonction du taux de pompage de l'eau vers le BP2015;
- Le niveau d'eau maximal d'opération en période printanière à 315,65 m. Ce niveau permet d'emmagasiner la crue recommandée par la *Directive 019* de 30 jours sans atteindre le niveau d'eau de 317,05 m (niveau du sommet du noyau du déversoir d'urgence);

- Le niveau d'eau maximal d'opération en période été-automne à 316,75 m. Ce niveau permet d'emmagasiner la crue recommandée par la *Directive 019* de 24 heures ou la crue 1 : 100 ans de 4 jours sans atteindre le niveau d'eau de 317,05 m;
- Le niveau d'eau cible d'opération en période été-automne à 315,65 m. Maintenir en dehors des périodes de crue le BP2015 à ce niveau d'eau permettra à CMGP de collecter 2 à 3 jours de pompage avant d'atteindre le niveau maximal d'opération. Ce niveau est aussi équivalent à un temps de résidence d'environ 8 jours pour l'eau traitée par l'usine de traitement du bassin de l'effluent en l'absence d'autres transferts d'eau vers le bassin.

**Tableau 2 : Sommaire des niveaux d'eau opérationnels proposés pour le BP2015**

Variable	Niveaux d'eau (note 1) (masl)	Volume d'eau dans le BP2015 (m <sup>3</sup> )
Niveau maximal d'opération en période printanière	315,65	197 300
Niveau maximal d'opération en période été-automne	316,75	307 400
Niveau cible d'opération en période été-automne	315,65	197 300
Niveau minimal d'opération	315,30	165 500

Note 1 : Estimation basée sur la topographie disponible pour le secteur du BP2015 au moment de la préparation de l'étude actuelle.



*Illustration 1 : Courbe de capacité du BP2015 et élévations significatives pour la gestion de l'eau dans le BP2015*

### **3.0 DIMENSIONNEMENT DU SYSTÈME D'ÉVACUATION D'EAU OPÉRATIONNEL DU BASSIN DE POLISSAGE 2015**

#### **3.1 Présentation du système**

Le système d'évacuation d'eau opérationnel du BP2015 inclut les éléments principaux suivants (voir la figure A1 à l'annexe A) :

- Plusieurs tuyaux, qui seront installés par-dessus la digue F et qui fonctionneront comme des siphons, évacueront l'eau du BP2015 pour l'amener au pied de la digue. Les tuyaux seront installés du côté est de la digue F, où le terrain naturel est au plus bas, ce qui est favorable à l'évacuation de l'eau par siphons. Les tuyaux seront prolongés pour qu'ils traversent la route d'accès projetée située au pied aval de la digue;
- Un bassin qui servira pour l'injection de CO<sub>2</sub> dans l'eau, soit la dernière étape de traitement avant le rejet vers l'environnement. CMGP a indiqué que le bassin aura une surface d'environ 5 m×4,5 m et une profondeur d'environ 3,5 m;
- Un canal de jaugeage de type Parshall qui permettra à CMGP de mesurer les débits évacués du BP2015 par les siphons;
- Un canal connectant le bassin d'injection de CO<sub>2</sub> avec le canal Parshall. Pour des raisons de constructibilité, il est proposé que ce canal soit en béton (ou équivalent), pour mieux joindre le bassin et la structure du canal Parshall;
- Un canal qui fait la connexion du système avec le cours d'eau naturel en aval du BP2015.

Le système d'évacuation d'eau inclura d'autres éléments, qui ne font pas partie du mandat de l'étude actuelle. Parmi eux se trouvent :

- Les valves, les événements, le compresseur et d'autres éléments mécaniques nécessaires pour le fonctionnement des siphons;
- L'élément de mesure du niveau d'eau, les installations d'échantillonnage d'eau ainsi qu'une structure légère fermée (une petite cabane), pour abriter ces équipements, autour du canal Parshall.
- Les installations d'injection du CO<sub>2</sub>;
- Les installations (générateurs, câbles électriques, panneaux solaires) d'alimentation en électricité des équipements.

#### **3.2 Critères de conception**

Le tableau 3 présente les critères de conception utilisés pour le dimensionnement hydraulique des structures.

**Tableau 3 : Critères de conception utilisés pour le dimensionnement hydraulique des structures**

Critère	Définition	Commentaire
Capacité d'évacuation du système opérationnel	Voir la discussion à la section 3.3	On peut noter que la capacité d'évacuation des siphons augmente avec l'augmentation du niveau d'eau dans le bassin.
Dimensionnement des tuyaux siphons		
Type de tuyau	HDPE	Informations transmises par CMGP
Diamètres disponibles	6, 8, 10, 12 et 16 pouces	
Classes de tuyau disponibles	DR11 et DR17	
Nombre de valves par tuyau	1 (à l'extrémité aval)	
Canal de jaugeage de type Parshall		
Document de référence pour le dimensionnement	<i>Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale, Cahier 7</i> (MDDELCC, 2008)	L'utilisation du guide est indiquée dans la <i>Directive 019</i>
Intervalle d'opération pour la conception	430 m <sup>3</sup> /heure à 5 300 m <sup>3</sup> /heure (voir la discussions dans les sections 3.3 et 3.6)	Le canal Parshall permettra la mesure avec la précision requise par le cadre réglementaire (10 % d'écart maximal) des débits situés à l'intérieur de l'intervalle d'opération (voir la note 1).
Canal en amont du canal Parshall		
Dimensions	Tel que requis pour le bon fonctionnement du canal Parshall (voir la section 3.6)	Basé sur MDDELCC (2008)
Canal en aval du canal Parshall		
Dimensions	Tel que requis pour le bon fonctionnement du canal Parshall (voir la section 3.7)	Basé sur MDDELCC (2008)

Note 1 : L'erreur de mesure avec un canal Parshall est de l'ordre de  $\pm 3\%$ . Pour obtenir cette précision, il importe de respecter scrupuleusement toutes les dimensions recommandées lors de la fabrication du canal et de son installation. Aussi, la précision de la mesure du niveau d'eau doit être suffisante.

### 3.3 Calcul de la capacité d'évacuation d'eau du système opérationnel

Le système d'évacuation d'eau opérationnel du BP 2015 doit avoir la capacité :

- d'évacuer les débits en provenance du site minier pompés dans le bassin;
- d'évacuer les apports en eau naturelle (précipitation directe sur le bassin et ruissellement gravitaire vers le bassin) en provenance du bassin versant du BP2015.

Comme déjà discuté, le BP2015 est un bassin de transfert avec une faible capacité d'emmagasinement par rapport au débit pompé. Il est donc nécessaire que la capacité d'évacuation soit supérieure ou égale aux débits entrants pour éviter une accumulation excessive d'eau dans le bassin.

Les paragraphes suivants présentent une discussion au sujet de l'estimation de la capacité d'évacuation nécessaire pour les apports en eau naturelle et pour les débits pompés selon deux configurations du site minier :



- court terme (premières années après la construction du BP2015);
- moyen terme (après la construction du bassin de pompage Nord-est).

### 3.3.1 Capacité d'évacuation nécessaire pour les apports en eau naturelle

Golder a développé un modèle de bilan d'eau pour quantifier les apports en précipitation directe sur le bassin et en ruissellement gravitaire vers le bassin. Les simulations ont considéré différents taux d'évacuation et ont vérifié le niveau d'eau dans le BP2015 pour une variété de conditions climatiques. Les données historiques de la station climatique de Val-d'Or ont servi pour simuler 58 années différentes (voir Golder, 2014, pour une description des données climatiques et de la méthodologie utilisée).

Le modèle a considéré les règles d'opération suivantes :

- L'évacuation de l'eau du BP2015 commence si le niveau d'eau dépasse le niveau cible d'opération de 315,65 m;
- L'évacuation de l'eau du BP2015 s'arrête si le niveau d'eau est plus bas que le niveau minimal d'opération de 315,3 m.

Le résultat des simulations (illustration 2) indique qu'un taux d'évacuation de 200 m<sup>3</sup>/heure est suffisant pour maintenir le niveau de l'eau autour du niveau cible 315,65 m si seuls les apports en eau naturelle sont considérés (voir l'illustration 2). Le taux de 200 m<sup>3</sup>/heure correspond à une évacuation d'environ 20 mm/jour de précipitation nette sur la surface du bassin versant de 0,24 km<sup>2</sup>. Le ruissellement sur une surface naturelle atteint en moyenne entre 315 mm et 390 mm par an. Le taux additionnel de 200 m<sup>3</sup>/heure est donc suffisant pour évacuer l'apport en eau naturelle d'une année moyenne en seulement 20 jours.

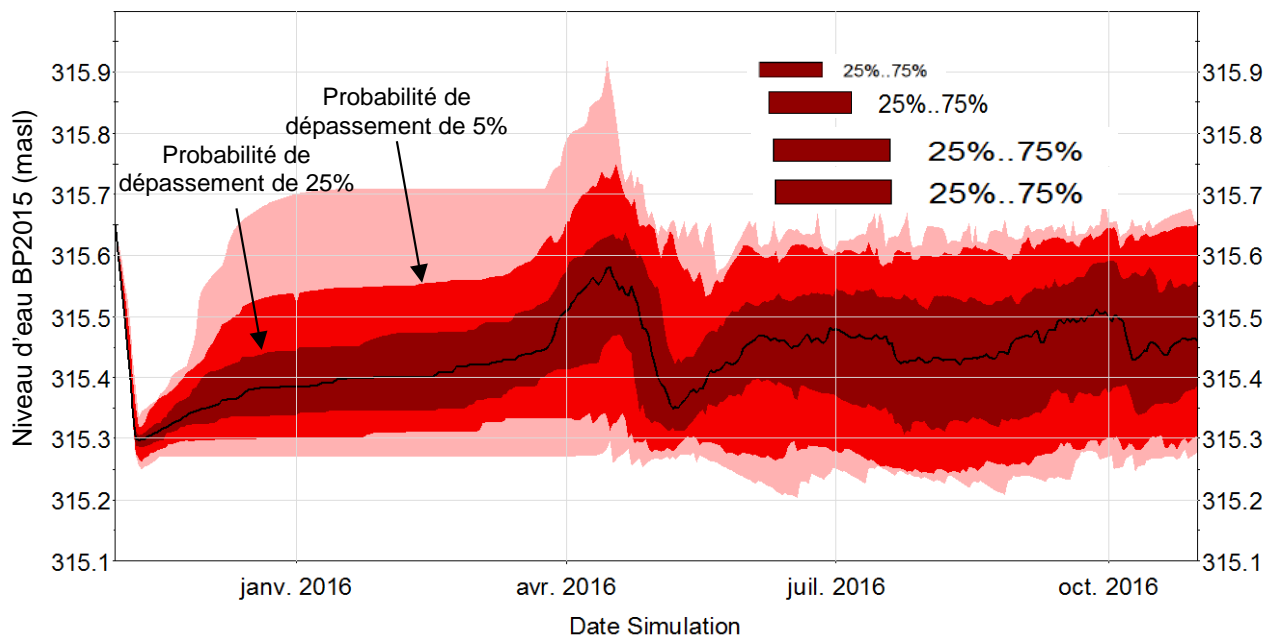


Illustration 2 : Résultats de la modélisation - niveau d'eau dans le BP2015 pour une capacité d'évacuation totale de 1 900 m<sup>3</sup>/heure et pour différentes conditions climatiques

### 3.3.2 Capacité d'évacuation nécessaire pour les débits d'eau pompés vers le bassin de polissage BP2015

Suivant des discussions avec des représentants de CMGP, Golder comprend :

- qu'une capacité d'évacuation correspondant à un débit pompé vers le bassin de 1 700 m<sup>3</sup>/heure (1 000 m<sup>3</sup>/heure de l'usine de traitement du bassin Sud-est et 700 m<sup>3</sup>/heure des galeries souterraines) est une estimation correcte pour la gestion des eaux sur le site minier à court terme.
- qu'une capacité d'évacuation correspondant à un débit pompé vers le bassin de 3 000 à 4 000 m<sup>3</sup>/heure pourrait être nécessaire à moyen terme. Le débit additionnel de 1 300 à 2 300 m<sup>3</sup>/heure proviendrait du bassin Nord-est si la qualité de l'eau dans ce bassin permet une évacuation directe vers l'environnement. On note que le plan de gestion des eaux (Golder, 2014) prévoit le pompage de l'eau du bassin Nord-est vers le bassin Sud-est.

### 3.3.3 Sommaire des capacités d'évacuation du système opérationnel du BP2015

Les discussions de Golder avec les représentants de CMGP ont conclu que :

- l'étude actuelle devrait proposer un dimensionnement des tuyaux-siphons selon une capacité d'évacuation de 1 900 m<sup>3</sup>/heure (1 700 m<sup>3</sup>/heure pour évacuer le débit pompé + 200 m<sup>3</sup>/heure pour évacuer les apports en eau naturelle) pour atteindre le niveau d'eau minimal d'opération dans le bassin (la capacité des siphons augmentera avec le niveau d'eau dans le bassin);
- l'étude actuelle devrait fournir l'information nécessaire pour permettre à CMGP d'augmenter la capacité d'évacuation en ajoutant des tuyaux, si nécessaire;
- l'étude devrait proposer un dimensionnement du canal de jaugeage Parshall ainsi que des canaux connexes (amont et aval) qui considère un débit d'évacuation d'au moins 4 000 m<sup>3</sup>/heure pour atteindre le niveau d'eau minimal d'opération dans le bassin. Ces canaux seront construits en béton (ou équivalent) et il est raisonnable de les dimensionner dès maintenant pour le cas de débit élevé et donc plus prudent.

## 3.4 Siphon d'évacuation

Golder a utilisé les paramètres de calcul suivants pour le dimensionnement des tuyaux-siphons qui seront installés par-dessus la digue F du BP2015 :

- l'extrémité amont des tuyaux sera installée dans le réservoir sur la pente de la digue jusqu'à l'élévation de 313,0 m pour rechercher une profondeur d'eau de plus de 2 m au-dessus de l'extrémité des tuyaux et éviter ainsi la formation d'un vortex qui pourrait diminuer la capacité du siphon, voire l'interrompre (IIHR, 1997);
- l'extrémité aval des tuyaux sera installée sur le bord du bassin d'injection de CO<sub>2</sub> en aval de la digue F du BP2015 à une élévation maximale de 313,3 m, soit l'élévation approximative du terrain naturel dans la zone prévue. Le niveau d'eau maximal dans le bassin d'injection de CO<sub>2</sub> ne dépassera pas l'élévation 313,3 m.
- la longueur des tuyaux sera d'environ 70 m (jusqu'à 30 m pour les pentes de la digue, 10 m pour la crête de la digue et jusqu'à 30 m pour l'aval de la digue). Le calcul inclut un facteur de sécurité de 1,2 sur la longueur des tuyaux.
- la rugosité absolue des tuyaux en HPDE est de 0,0152 mm (Mutchmann and Stimmelmayer, 1995).

- les coefficients de pertes de charge considérés dans les calculs sont (Mutchmann and Stimmelmayer, 1995) :
  - entrée : 0,78;
  - sortie : 1,0;
  - pour 4 coudes (deux sur la crête et deux au pied aval de la digue) :  $4 \times 0,21 = 0,84$ ;
  - pour une valve (à l'extrémité aval) : 0,26.

L'utilisation de la classe de conduite de type DR11 ou équivalent est recommandée pour prévenir la déformation (le flambement) de la conduite sous l'effet de la pression négative jusqu'à un équivalent de 6 m de colonne d'eau (Sclairpipe, 1975).

Avec ces paramètres, Golder a déterminé la capacité des tuyaux de différents diamètres pour différents niveaux d'eau dans le BP2015 (tableau 4).

**Tableau 4 : Capacité des siphons (m<sup>3</sup>/s) de différents diamètres (classe de tuyau DR11) et pour différents niveaux d'eau dans le BP2015**

Diamètre nominal du tuyau (pouce)	Niveau d'eau dans le bassin de polissage BP2015 (masl)											
	313,35	313,5	314,0	314,5	315,0	315,3	315,5	315,65	316,0	316,5	316,75	317,0
6	0,003	0,007	0,014	0,019	0,023	0,025	0,026	0,027	0,029	0,032	0,033	0,035
8	0,007	0,014	0,027	0,036	0,043	0,047	0,050	0,051	0,055	0,061	0,063	0,065
10	0,011	0,024	0,046	0,061	0,073	0,080	0,084	0,087	0,093	0,102	0,106	0,110
12	0,017	0,035	0,068	0,091	0,109	0,119	0,125	0,129	0,139	0,152	0,158	0,164
14	0,021	0,044	0,085	0,113	0,135	0,147	0,155	0,160	0,172	0,188	0,196	0,203
16	0,029	0,060	0,116	0,153	0,184	0,200	0,210	0,217	0,234	0,255	0,265	0,275

Note : La zone grisée du tableau indique l'intervalle d'opération proposé du BP2015.

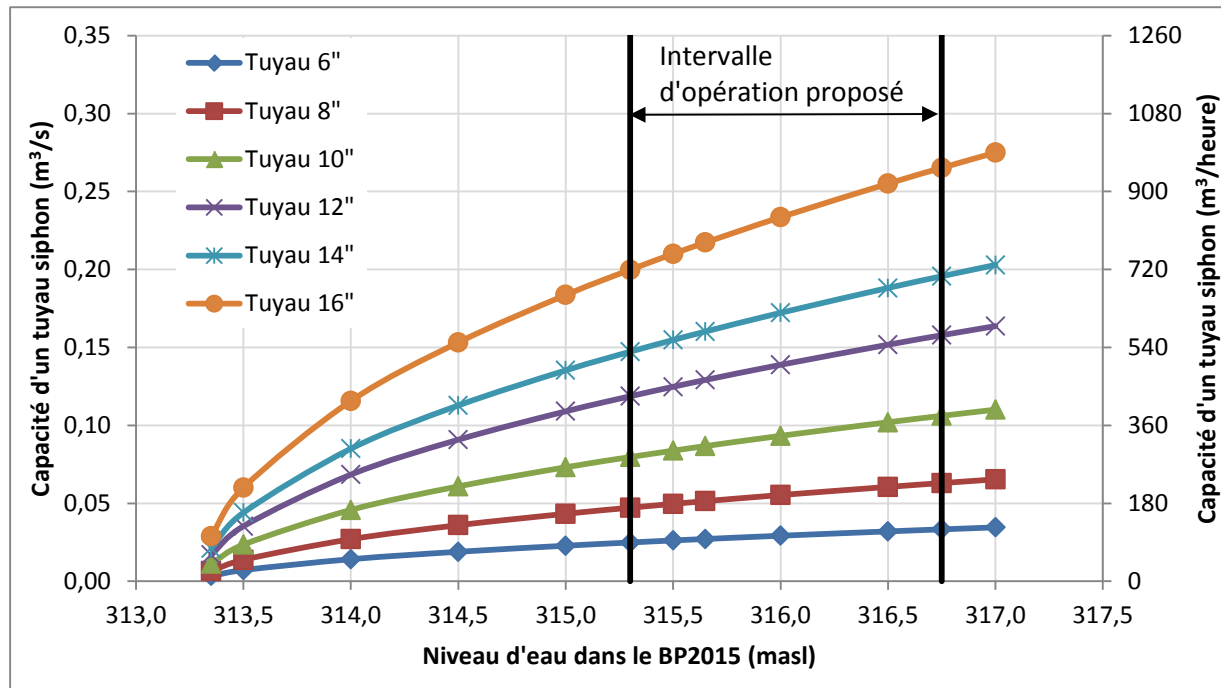


Illustration 3 : Capacité d'évacuation des siphons de différents diamètres (classe de tuyau DR11) et pour différents niveaux d'eau dans le BP2015

Sur la base de ces calculs, Golder recommande la mise en place de 3 tuyaux, dont 2 de 16 po. de diamètre nominal et 1 de 12 po. de diamètre nominal :

- Les trois tuyaux auraient une capacité de 1 870 m<sup>3</sup>/heure au niveau minimal d'opération de 315,3 m et une capacité de 2 480 m<sup>3</sup>/heure au niveau maximal d'opération de 316,75 m. Ces valeurs sont valides si les paramètres et les conditions d'installation décrits plus haut sont respectés.
- Les trois tuyaux permettront à CMGP d'adapter le débit évacué selon le débit effectivement pompé vers le BP2015 et selon les conditions climatiques en évitant ainsi le démarrage et l'arrêt très fréquents des siphons. CMGP pourra de plus utiliser les valves aux extrémités aval des tuyaux pour ajuster davantage les débits évacués.

Le surdimensionnement du système en proposant des siphons avec des capacités de beaucoup supérieures aux besoins d'évacuation conduirait à l'arrêt fréquent des siphons en raison de la baisse rapide du niveau d'eau dans le BP2015. Le dimensionnement fait par Golder propose un système qui évite ce surdimensionnement.

D'autres combinaisons de tuyaux de différents diamètres sont possibles. Plusieurs tuyaux de diamètre plus petit, par exemple, permettraient éventuellement un contrôle plus précis du débit.

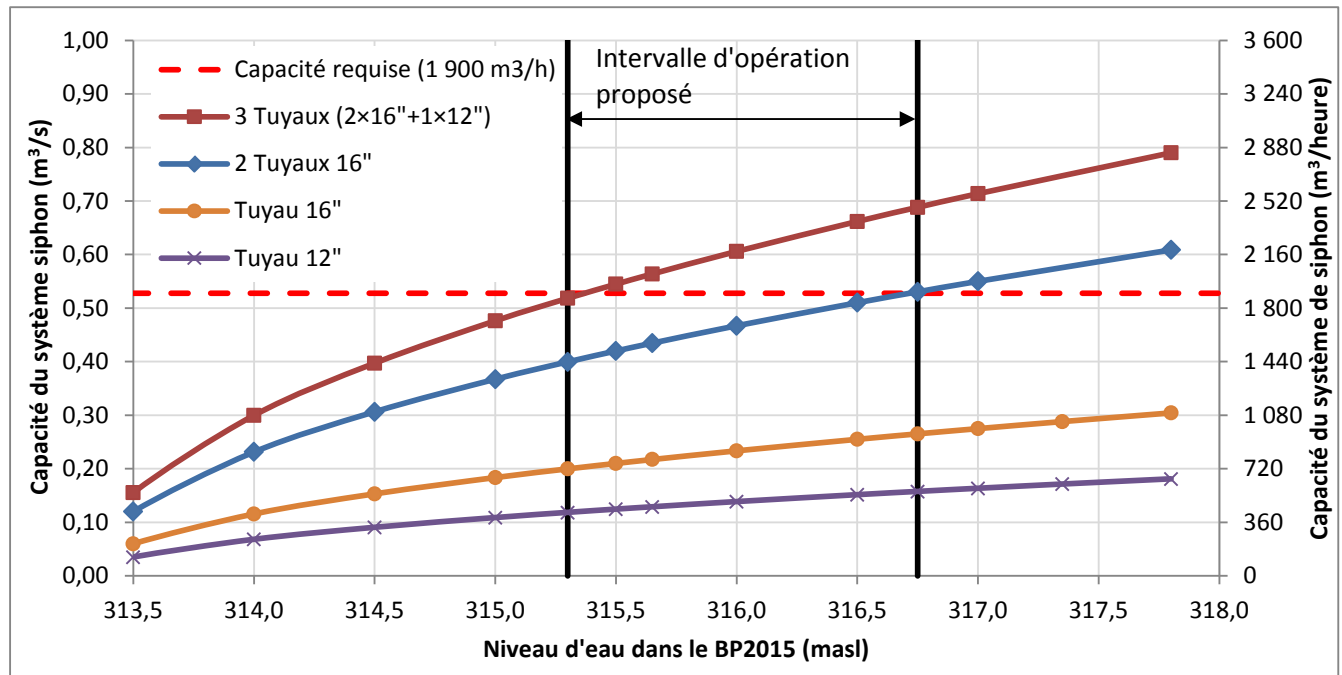


Illustration 4 : Courbes de capacité du système de siphon proposé pour le BP2015

### 3.5 Sommaire des dimensions des structures hydrauliques en aval des siphons

La figure A1 à l'annexe A et le tableau 4 ci-dessous résument le dimensionnement proposé des structures en aval du système d'évacuation d'eau du BP2015. Les élévations proposées des radiers des structures sont préliminaires et sont à confirmer suivant un arpentage détaillé et suivant la conception détaillée des structures. Il est à noter que des changements à la conception d'une structure en particulier pourraient influencer les structures en aval ou en amont de cette dernière.

Les sections 3.6 à 3.8 ci-dessous donnent des détails additionnels sur le dimensionnement des structures proposées.

**Tableau 5 : Dimensions proposées des structures en aval du système des siphons**

Structure	Localisation	Élévation (masl)	Justification
<b>Terrain naturel</b>	Terrain naturel à l'extrémité aval des siphons	313,30	Hypothèses à confirmer avant de finaliser la conception du système
	Lit du cours dans la zone humide	309,50	
<b>Bassin d'injection de CO<sub>2</sub> (ne fait pas partie du mandat actuel – note 1)</b>			
Surface approx. : 4,5 m x 5 m Profondeur approx. : 3,5 m	Niveau d'eau maximal dans le bassin	312,8	0,5 m de revanche par rapport au terrain naturel
<b>Canal entre le bassin d'injection et le canal Parshall</b>			
Longueur : 32 m Construit en béton (ou équivalent) Forme : rectangulaire Largeur à la base : 2 m Profondeur minimale : 1,25 m Talus verticaux Pente longitudinale de 0,5 %	Extrémité amont - niveau d'eau de conception (note 2)	312,55	Suppose un maximum de 0,25 m de perte de charge entre le bassin et le canal (note 3)
	Extrémité amont - élévation du radier	311,55	La profondeur d'eau pour la crue de conception est de 1,0 m; la valeur est due au rehaussement du niveau d'eau engendré par la présence du canal Parshall en aval
	Extrémité aval - niveau d'eau de conception (note 2)	312,39	32 m de longueur de canal avec une pente de 0,5 %
	Extrémité aval - élévation du radier	311,39	La profondeur d'eau pour la crue de conception est de 1,0 m; la valeur est due au rehaussement du niveau d'eau engendré par la présence du canal Parshall en aval
<b>Canal Parshall</b>			
Dimensions normalisées : largeur à la gorge de 914 mm (voir MDDELCC, 2008)	Élévation du plancher du canal	311,58	0,19 m plus haut que le radier du canal en amont selon MDDELCC, 2008 (note 4)

Structure	Localisation	Élévation (masl)	Justification
<b>Canal en aval du canal Parshall - Segment 1</b>			
Longueur : 38,5 m Construit en enrochement Forme : trapézoïdale D <sub>50</sub> =200 mm Largeur à la base : 1,5 m Profondeur minimale : 1,0 m Talus 3H:1V Pente longitudinale de 5 %	Extrémité amont - niveau d'eau de conception (note 2)	311,79	La profondeur d'eau pour la crue de conception est de 0,29 m (note 5)
	Extrémité amont - élévation du radier	311,50	0,08 m plus bas que le plancher du canal Parshall, selon MDDELCC, 2008
	Extrémité aval - niveau d'eau de conception (note 2)	309,87	La profondeur d'eau pour la crue de conception est de 0,29 m (note 5)
	Extrémité aval - élévation du radier	309,58	38,5 m de longueur de canal avec une pente de 5 %

**Canal en aval du canal Parshall - Segment 2 (raccordement au cours d'eau naturel)**

Longueur : 18 m Construit en enrochement D <sub>50</sub> =200 mm Largeur à la base : 1,5 m Profondeur minimale : 1,0 m Talus 3H:1V Pente longitudinale de 0,5 %	Extrémité amont - niveau d'eau de conception (note 2)	310,10	La profondeur d'eau pour la crue de conception est de 0,52 m (note 5)
	Extrémité amont - élévation du radier	309,58	L'élévation du radier de l'extrémité aval du Segment 1
	Extrémité aval - niveau d'eau de conception (note 2)	310,02	La profondeur d'eau pour la crue de conception est de 0,52 m
	Extrémité aval - élévation du radier	309,50	18 m de longueur de canal avec une pente de 0,5 %

Notes :

Note 1 : Il est important que la conception du bassin d'injection respecte le fonctionnement de l'ensemble du système, incluant les siphons en amont et le canal en aval.

Note 2 : Une crue de conception de 1,43 m<sup>3</sup>/s (5 135 m<sup>3</sup>/heure) a été utilisée pour le dimensionnement des canaux en amont et en aval du canal Parshall. Il s'agit du débit maximal d'opération pour le canal Parshall sélectionné. La section 3.6 fournit des explications sur ce choix. Les revanches incluses dans la conception permettront au système d'évacuer des débits plus importants; néanmoins, la précision des mesures de ces débits dans le canal Parshall sera moindre et le risque d'érosion dans le canal aval sera plus important.

Note 3 : Cette hypothèse est à prendre en compte lors de la conception du raccordement entre le bassin d'injection et le canal en amont du canal Parshall.

Note 4 : Il est essentiel pour la précision des mesures au canal Parshall de respecter les dimensions recommandées lors de la fabrication du canal et de son installation.

Note 5 : Pour simplification, les valeurs dans le tableau ne considèrent pas la variation graduelle du niveau d'eau autour de la jonction entre le Segment 1 et le Segment 2.

### 3.6 Canal de jaugeage Parshall

Le canal de jaugeage Parshall a une géométrie particulière (figure B1 à l'annexe B) qui restreint localement la largeur d'écoulement et crée ainsi une section de contrôle. La restriction provoque un rehaussement du niveau d'eau en amont de la section de contrôle. Le débit peut être obtenu en mesurant la hauteur d'eau à un point précis en amont de la restriction (point  $h_1$  sur la figure B1 à l'annexe B), puisque la hauteur varie proportionnellement avec le débit.

L'intervalle d'opération pour la conception du canal de jaugeage Parshall a été défini en fonction de la capacité des siphons proposés (section 3.4) et sur la base des considérations énumérées à la section 3.3.3 :

- La limite supérieure ( $1,47 \text{ m}^3/\text{s}$ , soit  $5\,300 \text{ m}^3/\text{heure}$ ) correspond au débit évacué au niveau d'eau maximal d'opération de  $316,75 \text{ m}$  dans le BP2015 par un système de siphon dont la capacité au niveau d'eau minimal d'opération de  $315,3 \text{ m}$  est de  $4\,000 \text{ m}^3/\text{heure}$ .
- La limite inférieure ( $0,025 \text{ m}^3/\text{s}$ , soit  $90 \text{ m}^3/\text{heure}$ ) correspond au débit évacué par un tuyau de 6 po. de diamètre nominal au niveau d'eau minimal d'opération de  $315,3 \text{ m}$  dans le BP2015. Cela donnera la flexibilité à CMGP d'installer un tuyau de diamètre plus réduit que les tuyaux proposés dans ce document.

Les canaux Parshall ont des dimensions normalisées (voir MDDELCC, 2008 et l'annexe B de ce document). Sur la base de l'intervalle d'opération et à la suite des discussions avec des représentants de CMGP, un canal Parshall avec une largeur à la gorge (la section la plus étroite) de  $914 \text{ mm}$  a été sélectionné. Ce canal a un intervalle d'opération recommandé de  $0,016 \text{ m}^3/\text{s}$  à  $1,43 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $59 \text{ m}^3/\text{heure}$  à  $5\,137 \text{ m}^3/\text{heure}$ ).

Il est important de noter les particularités suivantes :

- Le canal Parshall a une limite supérieure recommandée d'opération qui est légèrement inférieure au critère proposé plus haut. Nous jugeons cela acceptable pourvu que CMGP n'opère que rarement le bassin BP2015 au niveau maximal d'opération et, en même temps, à la capacité maximale des siphons. Un canal Parshall plus grand serait nécessaire si ces hypothèses ne sont pas valides.
- La mise en place d'un système de siphons à capacité plus grande que décrit plus haut pourrait augmenter le débit d'évacuation du BP2015 au-delà de l'intervalle d'opération du canal Parshall sélectionné.
- Le choix du modèle de canal Parshall dépend largement des niveaux d'eau d'opération dans le BP2015. Un canal plus large serait nécessaire si CMGP choisit d'opérer le bassin à des niveaux d'eau supérieurs aux niveaux proposés. Ce choix aurait aussi un impact sur les dimensions nécessaires des canaux en amont et en aval du canal Parshall.



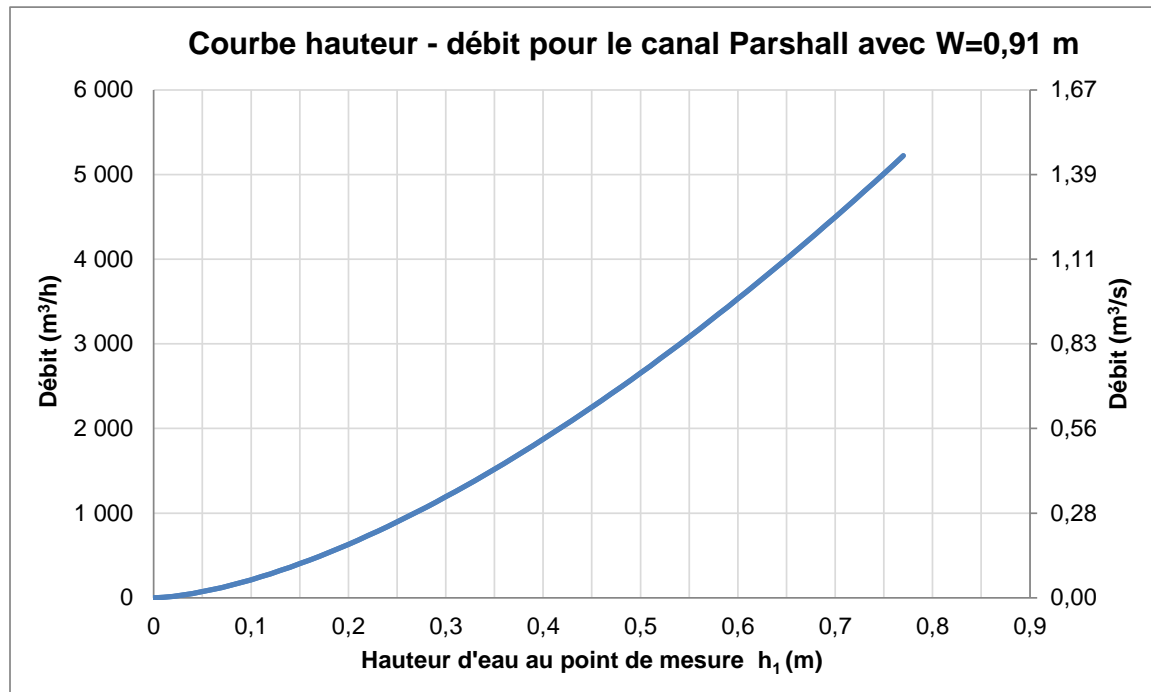


Illustration 5 : Courbe de capacité du canal de jaugeage Parshall proposé

L'illustration 5, la figure B1 et les tableaux B1 à B3 de l'annexe B présentent les dimensions détaillées du canal de jaugeage Parshall proposé. Il est recommandé de vérifier, avant l'acquisition du canal préfabriqué, que le fournisseur respecte les modèles normalisés indiqués par le MDDELCC (2008).

Le fonctionnement du canal Parshall en conditions hivernales pourrait s'avérer problématique si CMGP évacue de faibles débits, qui correspondent à des profondeurs d'eau de quelques centimètres. La formation de glace serait difficile à éviter en l'absence d'un système d'isolation thermique.

La courbe de capacité à l'illustration 5 est valide si le canal Parshall fonctionne en écoulement libre, c'est-à-dire sans influence de l'écoulement en aval. Le dimensionnement du canal en aval du canal Parshall a considéré cet aspect. Néanmoins, il est recommandé de faire de vérifications ponctuelles en mesurant le niveau d'eau au point  $h_2$  (voir la figure B2) afin de confirmer la validité de la courbe de capacité.

La transition entre le canal d'approche et le canal Parshall devrait être graduelle (par ex. avec des parois arrondies) pour éviter la formation des tourbillons qui feraient fluctuer le niveau d'eau, faussant ainsi la mesure.

Si CMGP installe des instruments de lecture automatique du niveau d'eau dans le canal Parshall (au point  $h_1$ , voir la figure B2), il est important de sélectionner une technologie et de l'équipement à précision suffisante.

### 3.7 Canal en amont du canal Parshall

Le tableau 4 résume les dimensions recommandées pour le canal en amont du canal Parshall et en aval du bassin d'injection de  $\text{CO}_2$ . Il s'agit d'un canal à parois verticales construit en béton (ou équivalent). Les dimensions proposées respectent les recommandations du MDDELCC (2008) pour le canal d'approche en amont du canal Parshall sélectionné.

Il est à noter (voir le tableau 4) que le radier du canal est inférieur à son extrémité aval de 0,19 m par rapport au niveau du plancher du canal Parshall. La jonction entre les deux points devrait être faite selon une pente 4H:1V selon le MDDELCC (2008). Cet aménagement devra être vérifié lors de la conception détaillée.

L'étude actuelle n'a pas abordé la transition entre le bassin d'injection de CO<sub>2</sub> et le canal en amont du canal Parshall. Golder a fait l'hypothèse d'une perte de charge maximale de 0,25 m dans cette transition. Cela devra être vérifié lors de la conception détaillée du système.

### 3.8 Canal de raccordement au cours d'eau naturel

Le tableau 4 résume les dimensions proposées pour le canal raccordant le canal Parshall au cours d'eau naturel (tributaire du ruisseau Raymond). Le canal a deux segments distincts :

- Le segment amont est situé immédiatement en aval du canal Parshall et a une pente longitudinale de 5 %. La pente élevée limite le risque de formation de glace et le risque de refoulement de l'eau du canal aval dans le Parshall, qui pourraient influencer le fonctionnement du canal Parshall. Un enrochement de protection de  $d_{50}=200$  mm a été sélectionné pour ce canal. La pente importante implique un risque d'érosion plus élevé. CMGP devrait inspecter ce canal régulièrement et le réparer au besoin.
- Le segment aval est situé immédiatement en amont de la jonction du cours d'eau naturel. Il a une pente longitudinale faible, soit de 0,5 %, ce qui limite le risque d'érosion dans le cours d'eau naturel.

Les dimensions proposées dans le tableau 4 tiennent compte de l'hypothèse que le radier du cours d'eau naturel est à 309,5 m. Cette information devra être vérifiée avant la conception détaillée.

La profondeur minimale recommandée pour les deux segments est de 1,0 m, ce qui laisse une revanche minimale de 0,70 m (Segment 1) et de 0,48 m (Segment 2) au-dessus du niveau d'eau pendant la crue de conception. Cette revanche peut accommoder :

- le ruissellement en provenance de la colline à l'ouest du canal;
- le refoulement éventuel du cours d'eau naturel à l'extrémité aval du canal.

Il est à noter qu'une profondeur du fossé plus faible pourrait aussi être acceptable pourvu que la constructibilité du fossé ne soit pas diminuée.

## 4.0 RECOMMANDATIONS

Cette section regroupe des commentaires et recommandations concernant le fonctionnement du système d'évacuation opérationnel du bassin de polissage 2015 :

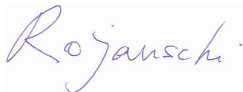
- Les niveaux d'eau opérationnels du bassin de polissage dépendent de la courbe de capacité (volume vs. niveau d'eau) du BP2015. Cette courbe et les niveaux qui en dépendent devraient être confirmés une fois que l'arpentage complet du secteur aura été effectué, à la suite du déboisement du secteur du BP2015.
- Il est recommandé d'actualiser la courbe de capacité du système de siphons à la suite de sa mise en place pour refléter les conditions réelles d'installation (longueur des tuyaux, type de valve, nombre de coudes, etc.).

- La conception de l'entrée et de la sortie du bassin d'injection de CO<sub>2</sub> n'a pas fait l'objet du mandat actuel. Il est important que la conception considère les conditions d'opération du système pour assurer son bon fonctionnement.
- Il est recommandé de revoir le dimensionnement du canal Parshall et des canaux en amont et en aval si CMGP décide d'opérer à des niveaux d'eau différents de ceux recommandés dans ce document.
- Il est également recommandé de revoir l'opération du canal Parshall si CMGP décide d'augmenter la capacité des siphons au-delà des dimensions proposées dans ce document.
- Le fonctionnement du canal Parshall en conditions hivernales ainsi que la précision des mesures de débit qu'il fournira pourraient être affectés par la formation de glace dans le canal Parshall, en amont ou en aval. Il est recommandé d'éviter d'évacuer de l'eau à très faible débit en conditions hivernales et de faire une inspection régulière du canal, si cela n'est pas évitable.
- Le canal de jaugeage Parshall ainsi que les structures hydrauliques en amont et en aval devraient être gardés libres de débris en tout temps pour préserver la validité de la relation entre le niveau d'eau mesuré et le débit dans le canal.

#### GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



Emanuelle Desrochers, ing.  
Spécialiste Ressources en eau



Vlad Rojanschi, ing., Dr.-Ing.  
Ingénieur Ressources hydriques



Mayana Kissiova, ing., M. Ing.  
Associée principale

VR/ED/MK/ch

\\golder.gds\gal\montreal\actif\2013\1221\13-1221-0020 osisko - expansion mine malartic\5 préparation livrables\phase 3000 géotechnique\3050 - bassin de polissage\078-évacuation évacuation polissage 2015\rev0\078-13-1221-0020-mtf-rev0.docx

Pièces jointes : Annexe A Plan de localisation du système d'évacuation opérationnel du bassin de polissage BP2015

Annexe B Détails sur la conception du canal Parshall proposé

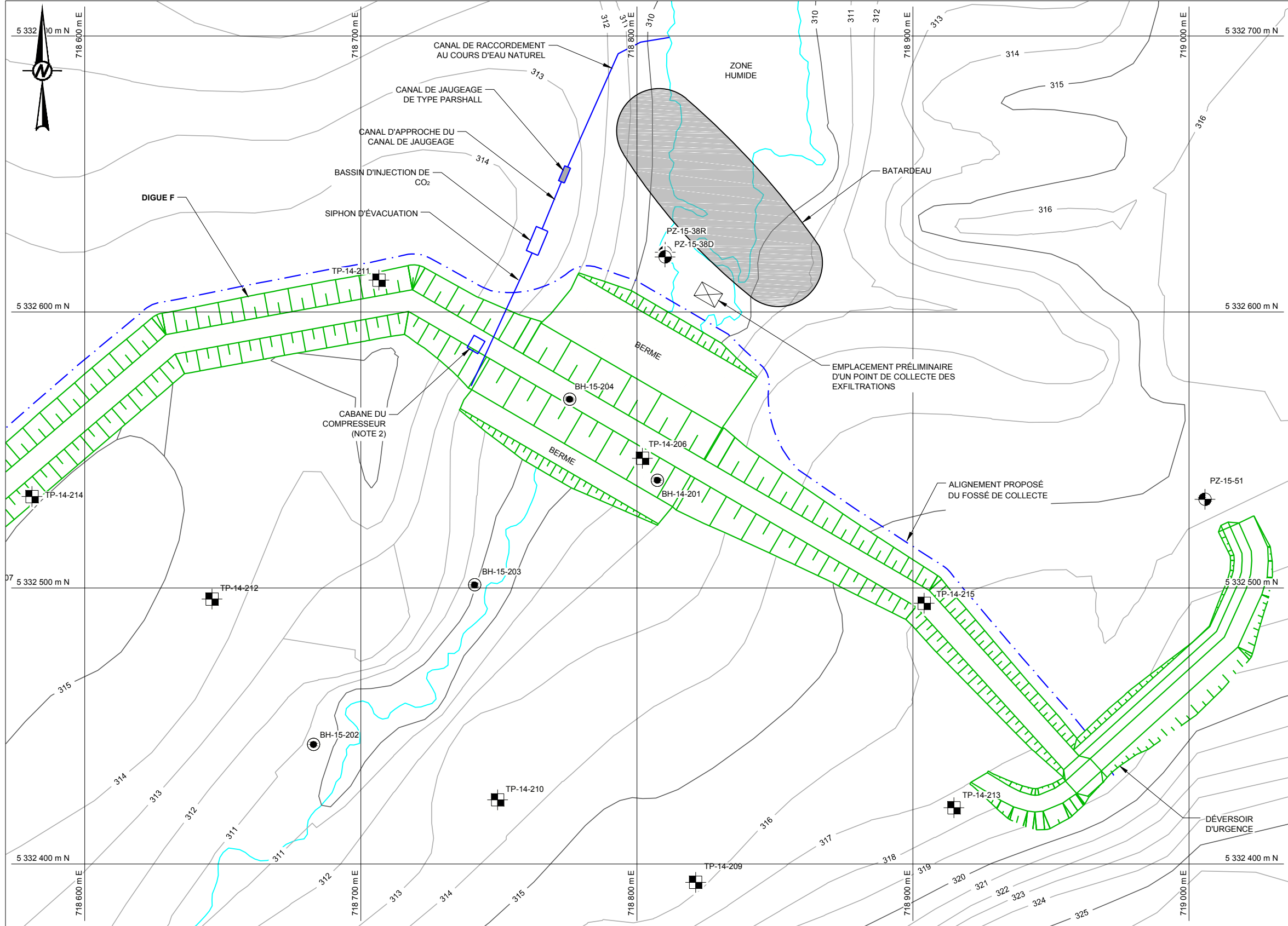
## 5.0 RÉFÉRENCES

- Golder Associés Ltée, 2014. *Plan conceptuel de gestion des eaux et bilan d'eau – Conditions ultimes d'opération*. N° de référence : 048-13-1221-0020-4020-Rev2.
- Golder Associés Ltée, 2013. *Plan conceptuel de gestion des eaux du site minier Canadian Malartic pour la demande de modification Phase II*. N° de référence : 002-13-1221-0085-2010-MTF-Rev0.
- IIHR, 1997 – Bauer, D., I. et Nakato, T., octobre 1997. *Subsurface Vortex Suppression in Water Intakes with Multiple-Pump Sumps*. IIHR Technical Report No. 389.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, août 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 7 – Méthodes de mesure du débit en conduit ouvert*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 248 p.
- Mutchmann, J. and Stimmelmayer, F., 1995. *Taschenbuch des Wasserversorgung*. Frankh-Kosmos Verlag, ISBN 3-440-07024-7.
- Sclairpipe, February 1975 – *Systems Design. Vacuum & External Hydraulic Overpressure*. Document SC-318.

# ANNEXE A

## Plan de localisation du système d'évacuation opérationnel du bassin de polissage BP2015





- NOTES**
1. LA LOCALISATION DES STRUCTURES HYDRAULIQUES EST PRÉLIMINAIRE ET DEVRAIT ÊTRE CONFIRMÉE LORS DE LA CONCEPTION DÉTAILLÉE DU SYSTÈME.
  2. CMGP DEVRAIT CONFIRMER SI UN ÉLARGISSEMENT DE LA CRÊTE DE LA DIGUE EST NÉCESSAIRE POUR LA CABANE ABRITANT LE COMPRESSEUR D'AMORÇAGE DU SIPHON.

**PAS POUR CONSTRUCTION**



CLIENT  
CANADIAN MALARTIC GP

PROJET

CONSULTANT



AAAA-MM-JJ	2015-04-29
PROJETÉ	E. Desrochers
DESSINÉ	S. Betnesky
REVISÉ	V. Rojanschi
APPROUVÉ	M. Kissiova

TITRE  
**PLAN DE LOCALISATION DU SYSTÈME D'ÉVACUATION  
OPÉRATIONNEL DU BASSIN DE POLISSAGE BP2015**

N° PROJET	PHASE	Rév.
13-1221-0020	3050	0

FIGURE  
**A1**

Chemin: \\golder\gdm\projets\GIS\PRODUCTION\13-1221-0020\3050\3050.dwg | Nom du fichier: 1312210020-3050-01.dwg

SI LA MESURE NE CORRESPOND PAS À L'ÉCHELLE, LA TAILLE DE LA FEUILLE A ÉTÉ MODIFIÉE ANS/B





# ANNEXE B

## Détails sur la conception du canal Parshall proposé



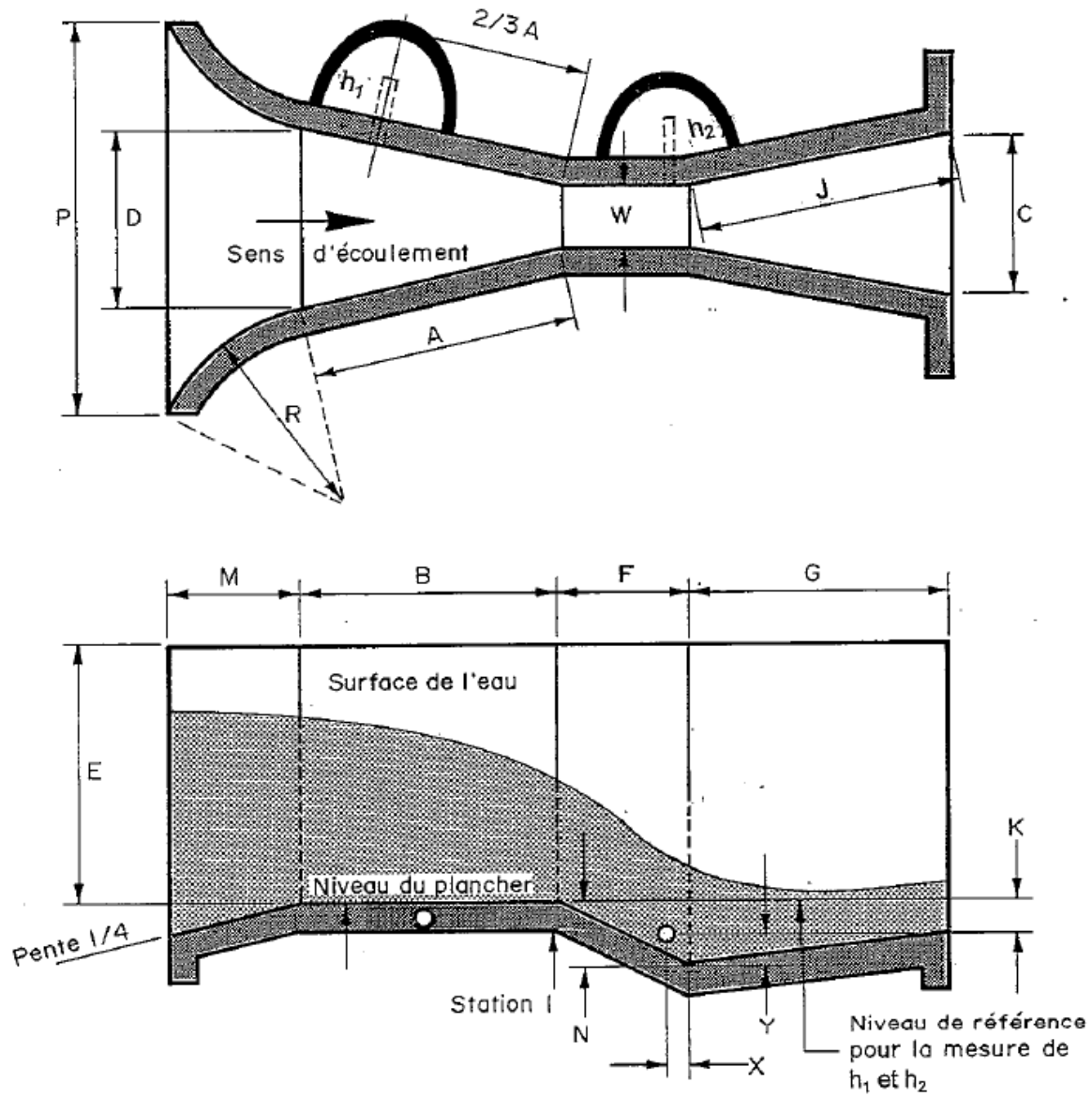


Figure B1 : Canal Parshall – Caractéristiques physiques et d'écoulement - Tiré de MDDELCC (2008)



## ANNEXE B

### Dimensions proposées du canal de jaugeage Parshall - CONFIDENTIEL

DIMENSIONS en mm et (pieds et pouces)

W	A	2/3A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	X	Y
25 ± 0,4 1" ± 1/64"	363 1' 2-9/32"	242 9-17/32"	356 1' 2"	93 3-21/32"	168 6-19/32"	152 a 229 6" a 9"	76 3"	203 8"	206 8-1/8"	19 3/4"		29 1-1/8"			8 5/16"	13 1/2"
51 ± 0,4 2" ± 1/64"	414 14-5/16"	109 10-7/8"	406 1' 4"	135 5-5/16"	214 8-13/32"	152 a 254 6" a 10"	114 4-1/2"	254 10"	257 10-1/8"	22 7/8"		43 1-11/16"			16 5/8"	25 1"
76 ± 0,4 3" ± 1/64"	467 1' 6-3/8"	311 1' 1/4"	457 1' 6"	178 7"	259 10-3/16"	304,8 a 457 1' a 1-1/2"	152 6"	305 1'	309 1' 5/32"	25 1"		57 2-1/4"			25 1"	38 1-1/2"
152 ± 0,8 6" ± 1/32"	621 2' 7/16"	414 1' 4-5/16"	610 2'	394 1' 3-1/2"	397 1' 3-5/8"	610 2'	305 1'	610 2'	----	76 3"	305 1'	114 4-1/2"	902 2' 11-1/2"	406 1' 4"	51 2"	76 3"
229 ± 0,8 9" ± 1/32"	880 2' 10-5/8"	387 1' 11-1/8"	864 2' 10"	381 1' 3"	575 1' 10-5/8"	762 2' 6"	305 1'	457 1' 6"	----	76 3"	305 1'	114 4-1/2"	1080 3' 6-1/2"	406 1' 4"	51 2"	76 3"
305 ± 0,8 12" ± 1/32"	1372 4' 6"	914 3'	1343 4' 4-7/8"	610 2'	845 2' 9-1/4"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	381 1' 3"	229 9"	1492 4' 10-3/4"	508 1' 8"	51 2"	76 3"
457 ± 0,8 18" ± 1/32"	1448 4' 9"	965 3' 2"	1419 4' 7-7/8"	762 2' 6"	1026 3' 4-3/8"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	381 1' 3"	229 9"	1676 5' 6"	508 1' 8"	51 2"	76 3"
610 ± 0,8 24" ± 1/32"	1524 5'	1016 3' 4"	1495 4' 10-7/8"	914 3'	1207 3' 11-1/2"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	381 1' 3"	229 9"	1854 6' 1"	508 1' 8"	51 2"	76 3"
914 ± 0,8 36" ± 1/32"	1676 5' 6"	1118 3' 8"	1645 5' 4-3/4"	1219 4'	1572 5' 1-7/8"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	381 1' 3"	229 9"	2223 7' 3-1/2"	508 1' 8"	51 2"	76 3"
1219 ± 0,8 48" ± 1/32"	1829 6'	1219 4'	1794 5' 10-5/8"	1524 5'	1937 6' 4-1/4"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	457 1' 6"	229 9"	2712 8' 10-3/4"	610 2'	51 2"	76 3"
1524 ± 0,8 54" ± 1/32"	1981 6' 6"	1321 4' 4"	1943 6' 4-1/2"	1829 6'	2302 7' 6-5/8"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	457 1' 6"	229 9"	3080 10' 1-1/4"	610 2'	51 2"	76 3"
1829 ± 0,8 66" ± 1/32"	2134 7'	1422 4' 8"	2092 6' 10-3/8"	2134 7'	2667 8' 9"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	457 1' 6"	229 9"	3442 11' 3-1/2"	610 2'	51 2"	76 3"
2134 ± 0,8 78" ± 1/32"	2286 7' 6"	1524 5'	2242 7' 4-1/4"	2438 8'	3032 9' 11-3/8"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	457 1' 6"	229 9"	3810 12' 6"	610 2'	51 2"	76 3"
2438 ± 0,8 84" ± 1/32"	2438 8'	1626 5' 4"	2391 7' 10-1/8"	2769 9'	3397 11' 1-3/4"	914 3'	610 2'	914 3'	----	76 3"	457 1' 6"	229 9"	4172 13' 8-1/4"	610 2'	51 2"	76 3"
3048 ± 0,8 108" ± 1/32"		1829 6'	4267 14'	3658 12'	4756 15' 7-1/4"	1219 4'	914 3'	1829 6'	----	152 6"		343 1' 1-1/2"			51 2"	305 1'
3658 ± 0,8 126" ± 1/32"		2032 6' 8"	4877 16'	4470 14' 8"	5607 18' 4-3/4"	1524 5'	914 3'	2438 6'	----	152 6"		343 1' 1-1/2"			229 9"	305 1'
4572 ± 0,8 156" ± 1/32"		2337 7' 8"	7620 25'	5588 18' 4"	7620 25'	1829 4'	3048 10'	1219 10'	----	229 9"		457 1' 6"			229 9"	305 1'
6096 ± 0,8 204" ± 1/32"		2845 9' 4"	7620 25'	7315 24'	9144 30'	2134 7'	1829 6'	3658 12'	----	305 1'		686 2' 3"			229 9"	305 1'
7620 ± 0,8 258" ± 1/32"		3353 11'	7620 25'	8941 29' 4"	10668 35'	2134 7'	1829 6'	3962 13'	----	305 1'		686 2' 3"			229 9"	305 1'
9144 ± 0,8 306" ± 1/32"		3861 12' 8"	26' 7925	10566 34' 8"	12313 40' 4-3/4"	2134 7'	1829 6'	4267 14'	----	305 1'		686 2' 3"			229 9"	305 1'
12192 ± 0,8 408" ± 1/32"		4877 16'	8230 27'	13818 45' 4"	15481 50' 9-1/2"	2134 7'	1829 6'	4877 16'	----	305 1'		686 2' 3"			229 9"	305 1'
15240 ± 0,8 504" ± 1/32"		5893 19' 4"	8230 27'	17272 56' 8"	18529 60' 9-1/2"	2134 7'	1829 6'	6096 20'	----	305 1'		686 2' 3"			229 9"	305 1'

Tableau B1 : Canal Parshall – Dimensions normalisées - Tiré de MDDELCC (2008)



## ANNEXE B

### Dimensions proposées du canal de jaugeage Parshall - CONFIDENTIEL

Largeur de la gorge mm (po)	Hauteur minimum mm (po)	DÉBIT MINIMUM		Hauteur maximum mm (po)	DÉBIT MAXIMUM	
		l/s	m <sup>3</sup> /j		l/s	m <sup>3</sup> /j
25 1	19 0,75	0,13	11,2	184 7,25	4,38	378,2
51 2	25 1	0,4	34,3	184 7,25	8,75	756,4
76 3	31 1,25	0,82	70,7	457 18	52,56	4541,1
152 6	31 1,25	1,58	136,2	457 18	110,6	9557,7
229 9	31 1,25	2,63	227,5	610 24	251,3	21 714,1
305 12	31 1,25	3,49	301,9	762 30	456,8	39 471,2
457 18	31 1,25	5,05	436,5	762 30	695,4	60 081,6
610 24	44 1,75	11,3	974,5	762 30	937,4	80 995
914 36	44 1,75	16,4	1417,2	762 30	1426,9	123 286,5
1219 48	64 2,5	38,6	3334,7	762 30	1923,6	166 199,4
1524 60	64 2,5	47,6	4110,2	762 30	2424,4	209 470
1829 72	76 3	74,16	6407,2	762 30	2930,7	253 213
2438 96	76 3	97,2	8401,7	762 30	3950,8	341 350
3048 120	90 3,5	158,4	13 683,6	1067 42	8278,7	715 280
3658 144	101 4	226,1	19 535,9	1372 54	14522,3	1254 725

Tableau B2 : Canal Parshall - Débits minimaux et maximaux recommandés en écoulement libre (non noyé) - Tiré de MDDELCC (2008)



## ANNEXE B

### Dimensions proposées du canal de jaugeage Parshall - CONFIDENTIEL

Dimensions du canal	ÉQUATION DE DÉBIT			
	$m^3/s$ (**)	$m^3/j$ (**)	$pi^3/s$ (*)	$Mgal_{US}/j$ (*)
1"	$0,0604 H^{1,55}$	$5\ 215 H^{1,55}$	$0,338 H^{1,55}$	$0,2185 H^{1,55}$
2"	$0,1207 H^{1,55}$	$10\ 430 H^{1,55}$	$0,676 H^{1,55}$	$0,4369 H^{1,55}$
3"	$0,1765 H^{1,547}$	$15\ 250 H^{1,547}$	$0,992 H^{1,547}$	$0,6412 H^{1,547}$
6"	$0,3812 H^{1,58}$	$32\ 937 H^{1,58}$	$2,060 H^{1,58}$	$1,3314 H^{1,58}$
9"	$0,5354 H^{1,53}$	$46\ 258 H^{1,53}$	$3,070 H^{1,53}$	$1,9842 H^{1,53}$
1'	$0,6909 H^{1,522}$	$59\ 696 H^{1,522}$	$4,0 H^{1,522}$	$2,5853 H^{1,522}$
18"	$1,0563 H^{1,538}$	$91\ 263 H^{1,538}$	$6,0 H^{1,538}$	$3,8779 H^{1,538}$
2'	$1,4286 H^{1,550}$	$123\ 432 H^{1,550}$	$8,0 H^{1,550}$	$5,1706 H^{1,550}$
3'	$2,184 H^{1,566}$	$188\ 701 H^{1,566}$	$12,0 H^{1,566}$	$7,7559 H^{1,566}$
4'	$2,9539 H^{1,578}$	$255\ 214 H^{1,578}$	$16,0 H^{1,578}$	$10,341 H^{1,578}$
5'	$3,732 H^{1,587}$	$322\ 448 H^{1,587}$	$20,0 H^{1,587}$	$12,926 H^{1,587}$
6'	$4,5212 H^{1,595}$	$390\ 632 H^{1,595}$	$24,0 H^{1,595}$	$15,512 H^{1,595}$
8'	$6,1148 H^{1,607}$	$528\ 322 H^{1,607}$	$32,0 H^{1,607}$	$20,682 H^{1,607}$
10'	$7,4628 H^{1,6}$	$644\ 782 H^{1,6}$	$39,38 H^{1,6}$	$25,452 H^{1,6}$
12'	$8,8594 H^{1,6}$	$756\ 453 H^{1,6}$	$46,75 H^{1,6}$	$30,216 H^{1,6}$
15'	$10,955 H^{1,6}$	$946\ 542 H^{1,6}$	$57,81 H^{1,6}$	$37,364 H^{1,6}$
20'	$14,45 H^{1,6}$	$1\ 248\ 466 H^{1,6}$	$76,25 H^{1,6}$	$49,282 H^{1,6}$
25'	$17,944 H^{1,6}$	$1\ 550\ 391 H^{1,6}$	$94,69 H^{1,6}$	$61,20 H^{1,6}$
30'	$21,439 H^{1,6}$	$1\ 852\ 315 H^{1,6}$	$113,13 H^{1,6}$	$73,118 H^{1,6}$
40'	$28,426 H^{1,6}$	$2\ 456\ 000 H^{1,6}$	$150 H^{1,6}$	$96,948 H^{1,6}$
50'	$35,415 H^{1,6}$	$3\ 059\ 848 H^{1,6}$	$186,88 H^{1,6}$	$120,785 H^{1,6}$

(\*) H exprimé en pieds

(\*\*) H exprimé en mètres

Tableau B 3: Canal Parshall - Équations de débit en écoulement libre (non noyé) - Tiré de MDELCC (2008)

\\golder.gds\gal\montreal\actif\2013\1221\13-1221-0020 osisko - expansion mine malartic\5 préparation livrables\phase 3000 géotechnique\3050 - bassin de polissage\078-évacuation évacuation polissage 2015\rev0\078-13-1221-0020-mtf-rev0-annexeb.docx