



RAPPORT

# Parc à résidus et bassin de polissage de la mine Louvicourt

*Inspection annuelle du parc à résidus*

Présenté à :

**Morgan Lypka, P.Eng.**

TECK RESOURCES Ltd.

601 Knighton Road,

Kimberley, BC

V1A 3E1

Présenté par :

**Golder Associés Ltée**

7250, rue du Mile-End, 3<sup>e</sup> étage, Montréal (Québec) H2R 3A4, Canada

+1 514 383 0990

001-20145710-3000-RA-Rev0 FRA

12 avril 2021



## Liste de distribution

1 copie électr : Teck Resources Ltd., Kimberley, BC

1 copie électr : Golder Associates Ltd., Saskatoon, SK

1 copie électr : Golder Associés Ltée., Montreal, QC

## Limitations

*« Golder Associés est responsable uniquement de la version électronique officielle anglaise du document datée du 2 avril (laquelle est conservée dans nos dossiers) et se dégage de toute responsabilité advenant l'utilisation par le client d'extraits tirés du rapport électronique non sécurisé ou d'une reproduction du document électronique sécurisé. »*

*"Golder Associates is only liable for the official electronic English copy of the document dated April 2 (kept in our internal records) and denies any liability if extracts are made by the client from unprotected electronic reports or where protected electronic documents are reproduced."*

## Sommaire exécutif

Ce rapport présente l'inspection annuelle de 2020 du parc à résidus (IAPAR) et du bassin de polissage sur le site fermé de la mine Louvicourt, située près de Val-d'Or (Québec). Il est basé sur une visite de site effectuée le 17 août 2020 par Laurent Gareau et Nicolas Pepin de Golder Associés Ltée (Golder), Morgan Lypka et Jonathan Charland de Teck Resources Limited (Teck, propriétaire), ainsi que sur une revue des données disponibles représentatives des conditions depuis la dernière IAPAR. Golder Associés est le concepteur d'origine du parc en plus d'être l'ingénieur de référence depuis 2017. Golder a réalisé une inspection en 2009, et réalise maintenant des inspections annuelles du parc depuis 2014. Laurent Gareau a pris en charge le rôle d'ingénieur de référence du parc à résidus Louvicourt en 2018. L'objectif de la visite de site dans le cadre de l'IAPAR pour ce genre de site est d'observer les conditions physiques des structures du parc à la recherche de signes de changement des performances géotechniques comme le tassement, les déformations, la fissuration, l'érosion, les exfiltrations et la formation de renards. La revue des données vient compléter les observations visuelles et fournit une perspective historique de la performance annuelle du parc.

L'IAPAR est complétée par des inspections régulières, un suivi à l'aide d'instruments et un suivi de la qualité de l'eau par des consultants externes de soutien durant toute l'année (de janvier à mars 2020, le consultant externe de soutien était un employé de Glencore).

### Résumé de la description du parc

La mine Louvicourt est une mine de métaux de base (cuivre et zinc avec un peu d'or et d'argent), maintenant fermée, située au nord de la route 117, environ 20 km à l'est de Val-d'Or, Québec. Le PAR est situé à environ 8,5 km au nord-ouest de l'ancien site minier. La propriété Louvicourt appartient présentement à Teck (55 %) et à Glencore (45 %). Le PAR et le parc du bassin de polissage sont gérés par Teck.

Les infrastructures de confinement sur le site consistent en un parc à résidus juxtaposé à un bassin de polissage. Le bassin de polissage est situé immédiatement en aval (à l'est) du parc à résidus. Le parc à résidus est circonscrit par les digues 1A, 1B et 1C au nord, par les digues 1D et 1E à l'est, par les digues 2A et 2B à l'ouest, et par un terrain naturel élevé au sud. Un déversoir opérationnel ainsi que deux déversoirs d'urgence sont situés à l'est de la digue 1E, au coin nord-est de l'aire.

Le bassin de polissage est circonscrit par la digue 4 au nord, par la digue 1D (agissant comme limite entre le bassin de polissage et le parc à résidus) à l'ouest, et par un terrain naturel élevé au sud et à l'est. Un déversoir opérationnel ainsi qu'un déversoir d'urgence sont situés à l'extrémité nord du bassin, à l'est de la digue 4 B.

Le site est inspecté chaque semaine pendant la période estivale et chaque mois pendant les mois d'hiver.

### Résumé des principaux risques potentiels et conséquences hypothétiques

En tant que composante obligatoire de l'IAPAR, une revue des implications relatives à la sécurité des digues découlant des données de l'instrumentation et des observations du site faites en août 2020 relativement aux risques potentiels a été effectuée pour déterminer si la performance observée indique l'absence ou la présence de modes de rupture crédibles. Des études en cours pour évaluer les modes de rupture potentiels sont abordées. Les parcs à résidus miniers peuvent comporter trois grandes catégories de modes de rupture. Celles-ci ont été examinées dans le cadre du présent résumé annuel : le débordement, l'instabilité des pentes et l'érosion interne. La conception de référence des modes de rupture a été passée en revue. Il n'y a pas eu de changement important touchant les principaux risques potentiels, d'après les conditions observées en 2020, comparativement aux périodes visées par les rapports précédents, et aucune préoccupation relative à la sécurité des installations existantes n'a été relevée. Golder comprend que l'objectif à long terme de Teck pour toutes les installations de gestion des résidus miniers est d'atteindre l'état de relief naturel en ramenant tous les modes de rupture potentiels à non crédibles ou, lorsque cela n'est pas possible, au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement

possible d'atteindre (principe ALARP), sans déclencheur clair de défaillance dans le contexte des mesures de sécurité redondantes en place. Un mode de défaillance non crédible est un état où, dans les conditions de charge extrêmes applicables, il y a une probabilité négligeable de déclencher le mode de défaillance en question.

### **Érosion interne**

Les débits aux déversoirs en V et aux points d'exfiltration autour du PAR sont estimés ou mesurés au cours des inspections mensuelles durant les saisons exemptes de neige. Les écoulements observables et les zones d'accumulation d'eau sont observés pour y déceler les solides en suspension ou les écoulements troubles, ce qui pourrait indiquer la présence d'érosion interne. Au moment de la visite sur place, les résultats du suivi de l'année précédente ont été examinés, et il a été observé que les débits mesurés se situaient à l'intérieur des limites historiques normales et qu'il n'y avait aucune preuve de solides en suspension dans l'écoulement ni de résidus indiquant la présence de tels solides au cours de la dernière année. Bien que les écoulements des déversoirs en V fluctuent en fonction des précipitations et de la fonte des neiges, les données historiques n'indiquent pas qu'il y a une tendance à l'augmentation des débits d'exfiltration. Les écoulements observés étaient clairs et ne contenaient pas de particules en suspension visibles. Aucune zone de subsidence et aucun affaissement indicatif d'érosion interne n'ont été observés sur le site. Aucune évidence d'érosion interne n'a donc été observée lors de l'IAPAR ni indiquée par le suivi du débit. Cela a été le cas tout au long de l'exploitation et pendant la période de fermeture de la mine.

Des études visant à éliminer ce danger en tant que mode de défaillance crédible pour l'installation sont en cours ou prévues et comprennent ce qui suit :

- Examen des documents de construction antérieurs pour évaluer la compatibilité filtrante entre les sols naturels et les matériaux de construction
- Surveillance piézométrique pour mesurer les gradients des transitions d'érosion possibles
- Modélisation des exfiltrations pour valider les gradients mesurés
- Évaluation des effets potentiels du gel sur l'intégrité du noyau

### **Instabilité**

La pratique exemplaire de gestion des structures de rétention d'eau est d'utiliser des instruments pour compléter l'évaluation visuelle régulière de la performance des digues par rapport aux modes de défaillance potentiels. Pour le PAR de Louvicourt, l'instrumentation de suivi de la performance consiste en des piézomètres, des thermistances et des monuments d'arpentage.

Le réseau de suivi des eaux souterraines est composé au total de huit piézomètres à tube vertical (4 nouveaux, installés en 2020) et de 11 piézomètres à fil vibrant (tous nouveaux, installés en 2020) sur les bermes des trois digues (1, 2 et 4). Ces instruments indiquent un niveau piézométrique stable sans tendance significative à la hausse ou à la baisse.

Tous les monuments ont été arpentés le 10 et le 11 septembre 2020 par Corriveau J.L. & Assoc. (Corriveau), un arpenteur basé à Val-d'Or. Les données (annexe C) indiquent que, dans de nombreux cas, les mouvements verticaux et horizontaux incrémentiels sont inférieurs à l'intervalle de précision déclarée du levé, ce qui donne à penser que, dans la plage de précision du levé, ces instruments ne subissent pas de déplacements importants. Pour les instruments qui présentent un déplacement supérieur à la précision déclarée du levé, les déplacements totaux depuis l'installation sont relativement faibles et certains mouvements saisonniers peuvent se produire. Les éléments généraux suivants ont été notés :

- Le total des tassements pour tous les monuments d'arpentage ne dépasse en aucun cas 31 mm.
- Au cours de la dernière année (2019 à 2020), les tassements différentiels ont généralement été inférieurs à 2 mm (ce qui correspond à la précision déclarée du levé). Le tassement progressif maximal était de 5 mm pour un instrument (SP-11-4 à la digue 4B).
- Il n'y a aucun signe d'accélération des tassements.
- Les données horizontales montrent que tous les instruments de levé présentaient des mouvements horizontaux dans la fourchette de variabilité annuelle et, dans tous les cas, de moins de 9 mm de 2019 à 2020, ainsi que des mouvements horizontaux totaux de moins de 17 mm depuis leur installation. Les données sont dans l'intervalle de précision de l'instrument de suivi et donnent à penser qu'il n'y a pas de mouvements horizontaux importants.

D'après les résultats de suivi, la déformation et l'instabilité potentielle n'étaient pas une préoccupation notée pour l'installation en 2020. Des études visant à éliminer ce danger en tant que mode de défaillance crédible pour l'installation sont en cours ou prévues et comprennent ce qui suit :

- Évaluation des dangers sismiques propres au site et mise à jour de la stabilité sismique et de la susceptibilité à la liquéfaction pour une période de retour sismique de 1 : 10 000 ans.

### **Débordement**

Les digues du parc à résidus et du bassin de polissage ont été initialement conçues avec une revanche respective de 2,0 m et de 1,5 m. Klohn Crippen Berger (2011) a examiné l'évaluation de la revanche du bassin de résidus par rapport aux exigences de l'ACB (2007) dans son évaluation de la sécurité des digues (ESD) indépendante de 2010. Ce rapport fournit un résumé des niveaux des bassins de résidus et de polissage. En 2020, la revanche disponible était supérieure aux exigences minimales de l'ACB en tout temps. Ces conditions ne posent pas de risque de débordement.

Une étude hydrologique consolidée (version préliminaire en attente de révision) a permis d'établir que le bassin du parc à résidus et le bassin de polissage avaient une capacité suffisante pour subir une crue maximale probable en toute sécurité, avec une marge importante. Teck a fait preuve de diligence dans l'entretien des déversoirs. Dans le contexte d'un entretien de fermeture actif, il est conclu que le débordement n'est pas un mode de défaillance crédible.

### **Classification des conséquences**

Une étude de SNC-Lavalin (2012) a conclu que les digues à stériles devraient être classées comme des digues à conséquences « très élevées », conformément aux critères de l'ACB 2007. Lors de l'évaluation de la sécurité des digues (ESD) effectuée en 2010 (Klohn Crippen Berger, 2011), il a été déterminé que la digue 4B, qui confine le bassin de polissage, était de classe à « risque élevé ». La classification était déterminée par les conséquences environnementales d'une rupture de digue qui aurait un impact sur la rivière Bourlamaque, dont les travaux de réhabilitation seraient complexes.

Teck a demandé à Golder d'évaluer la stabilité et la performance physique des diverses structures du PAR et du bassin de polissage dans des conditions de charge extrêmes, à savoir une crue maximale probable et un événement sismique avec période de retour de 1 : 10 000 ans. Ces conditions de charge de référence s'appliquent à une classification de conséquences extrêmes, soit le niveau de conséquence le plus élevé envisagé dans les directives de l'ACB. Si la performance des structures dans des conditions de charge extrêmes est vérifiée, Teck pourra choisir de mettre fin à l'examen périodique de la classification des conséquences. La

classification des conséquences pourra redevenir nécessaire si les directives de classification des structures évoluent ou si l'ampleur des événements de charges extrêmes change.

## **Résumé des observations clés**

### **Résumé des observations de terrain**

Les observations principales suivantes ont été émises au moment de l'IAPAR :

- Toutes les bermes étaient en bon état et ne présentaient aucun signe de détérioration géotechnique.
- Les déversoirs de la digue 4B et 1D étaient fonctionnels et en bonne condition.
- Le peigne à débris en amont du déversoir du bassin de résidus a été réparé.
- Des accumulations d'eau ou des exfiltrations à faible débit ont été observées au pied de plusieurs digues, généralement aux endroits indiqués les années précédentes. De manière générale, les accumulations et les exfiltrations étaient semblables à celles des années passées. Les instances d'accumulation et d'exfiltration d'eau ne posent aucun problème de sécurité pour les digues.
- Une érosion mineure a été observée sur les crêtes de la digue en raison des conditions météorologiques (gel-dégel et action éolienne). Cette situation devrait continuer d'être surveillée et des efforts d'entretien pourraient s'avérer nécessaires à l'avenir.

### **Résumé des bilans climatique et hydrique**

Les précipitations totales au cours de l'année hydrologique (novembre 2019 à octobre 2020) ont été de 1 009,6 mm, soit 11 % de plus que la moyenne à long terme de 912,7 mm. D'après l'étude hydrologique consolidée préliminaire pour le site de Louvicourt (Golder, 2020b), cela correspond à une année de précipitations humides d'environ 1 : 25 ans. Les mois de mars (110,1 mm par rapport à une moyenne à long terme de 55,3 mm), septembre (158,3 mm par rapport à une moyenne à long terme de 101,3 mm) et octobre (120,8 mm par rapport à une moyenne à long terme de 84 mm) ont été particulièrement humides.

D'après un bilan d'eau sommaire, il est estimé que 0,5 million de mètres cubes d'eau ont été déchargés au bassin de polissage par le déversoir opérationnel du bassin de résidus.

## **Résumé des changements significatifs**

En 2020, le peigne à débris du bassin de résidus a été remplacé au quatrième trimestre de 2020. Il n'y a pas eu d'autres travaux de construction en 2020.

## **Résumé de la revue du manuel EES et du PIU**

Le manuel d'exploitation, entretien et surveillance (EES) a été mis à jour en 2017, avec une mise à jour provisoire en 2019, puis de nouveau en 2020. Au moment de la préparation du présent rapport, une autre mise à jour du manuel EES est en cours pour s'assurer que le format soit conforme à la directive Tailings and Water Retaining Structures (TWRS) de Teck, qui est entièrement conforme aux lignes directrices de l'Association minière du Canada (AMC) sur les pratiques exemplaires du manuel EES. L'achèvement de la mise à jour est prévu pour le deuxième trimestre de 2021.

Le Plan d'intervention en cas d'urgence (PIU) a été mis à jour en mars 2019. Le PIU est adapté à l'objectif visé. Teck a également préparé une version préliminaire de plan d'intervention d'urgence pour les mines, qui comprend des procédures d'intervention pour les bassins de résidus miniers et de polissage avec contribution de l'ingénieur de référence, et une fois achevé, ce plan remplacera le PIU. La plus récente mise à l'essai du plan d'intervention d'urgence pour les mines a été effectuée pour l'installation le 3 novembre 2020.

## Évaluation de la sécurité des digues

Une ESD indépendante du parc à résidus et du bassin de polissage a été réalisée en 2015 (SNC-Lavalin, 2015). Les services de Wood ont été retenus pour la prochaine ESD. Celle-ci devait initialement avoir lieu en 2020, d'après le document d'orientation de Teck, mais il a été jugé approprié de reporter à 2021 l'inspection du site initialement prévue pour 2020 en raison des restrictions imposées par la COVID-19, étant donné que le volet d'examen sur le terrain est un élément intrinsèque d'une ESD.

## Statut des actions clés recommandées à la suite de l'inspection de sécurité annuelle des digues

Les statuts des déficiences et des non-conformités sont présentés au tableau suivant.

Structure	Identifiant	Déficience ou non-conformité	Réglementation applicable ou référence au manuel EES	Action recommandée	Priorité	Échéance recommandée / statut
<b>Recommandations précédentes fermées ou remplacées</b>						
Digue 1E	2018-02	Le peigne à débris à l'entrée du déversoir opérationnel du bassin de polissage est endommagé	Manuel EES section 6.2	Réparer le peigne à débris.	3	TERMINÉ. Peigne à débris remplacé — quatrième trimestre de 2020
Digue 1D	2018-03	Le chemin d'accès au deuxième déversoir d'urgence est susceptible à l'érosion	ACB 2013 section 3.5.5	Entreprendre une analyse de l'érosion afin d'évaluer l'intégrité de la berme. Au besoin, installer un dispositif de protection pour les pentes en travers de la route et du canal de sortie, afin d'éloigner l'écoulement potentiel du déversoir des bermes.	3	L'analyse a été effectuée et la note technique préliminaire a été soumise à Teck pour révision. Aucune mesure corrective ne devrait être nécessaire pour régler ce problème.
<b>Recommandations précédentes en cours</b>						
Tous	2015-06	Effectuer une revue de la stabilité sismique des digues et des conditions de liquéfaction	Directive 019 section 2.9.3	Effectuer une revue de la stabilité sismique des digues et des conditions de liquéfaction.	4	EN COURS - L'analyse de liquéfaction est terminée et l'analyse de déformation est en cours. Deuxième trimestre de 2021. Les résultats préliminaires donnent à penser que la performance sismique est adéquate.
Digue 4B	2019-02	Un remblai granulaire a été placé à l'est du déversoir principal, dans une zone conçue comme un déversoir d'urgence.	ACB 2013 section 3.5.5	Évaluer si la configuration actuelle peut surmonter la tempête de conception. Selon les premières indications, la configuration actuelle ne pose pas de problème de débordement.	2	EN COURS - Deuxième trimestre de 2021 Analyses effectuées, rapport préliminaire présenté. En attente de l'examen et de l'achèvement de l'étude hydrologique. Aucune mesure corrective ne devrait être nécessaire pour régler ce problème.

Structure	Identifiant	Déficiência ou non-conformité	Réglementation applicable ou référence au manuel EES	Action recommandée	Priorité	Échéance recommandée / statut
<b>Recommandations pour 2020</b>						
Digue 1A Digue 1C	2020-01	Le remplacement de l'enrochement sur les pentes intérieures des digues 1A et 1C est nécessaire.	ACB 2013, section 3.5.3	Installer un nouvel enrochement comme pour les digues 1B et 1D.	3	Prévoir progressivement pour 2021 et 2022.
Digue 1D	2020-02	Il y a de la végétation de plus grand diamètre (tronc de > 4 po) sur la berme de stabilité en aval de la digue 1D	Manuel EES section 6.2	Envisager l'abattage d'arbres	4	À envisager dans le cadre des activités d'exploitation et d'entretien.
Digue 4B	2020-03	Bois de grève accumulé sur la berme du bassin de polissage	Manuel EES section 6.2	Envisager l'enlèvement du bois de grève	4	À envisager dans le cadre des activités d'exploitation et d'entretien.

Priorité (telle que définie par Teck Resources)	Description
1	Une probabilité élevée ou une préoccupation réelle à l'égard de la sécurité d'une digue, considérée comme immédiatement dangereuse pour la vie, la santé ou l'environnement ou un risque significatif de mise en application réglementaire.
2	Si non corrigé, cela pourrait vraisemblablement causer des préoccupations sur la sécurité d'une digue, conduisant à des blessures, un impact environnemental ou une mise en application réglementaire significative.
3	Occurrences uniques de déficiences ou de non-conformités qui, à elles seules, ne sont pas susceptibles de causer des préoccupations à l'égard de la sécurité d'une digue.
4	Meilleure pratique de gestion - Des améliorations additionnelles sont nécessaires de façon à rencontrer les meilleures pratiques de l'industrie ou à réduire les risques potentiels.

Remarque : La description des catégories de priorités est cohérente avec les directives de l'Association minière du Canada (AMC).

# Table des matières

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1	Objectif, mandat et méthodologie	1
1.2	Exigences réglementaires et directives	1
1.3	Description du parc	2
1.4	Historique et contexte du site	2
<b>2.0</b>	<b>CONSTRUCTION, EXPLOITATION, ENTRETIEN ET SURVEILLANCE</b>	<b>3</b>
<b>3.0</b>	<b>DONNÉES CLIMATIQUES ET BILAN HYDRIQUE</b>	<b>3</b>
3.1	Revue et synthèse des données climatiques	3
3.2	Revue et synthèse du bilan hydrique	4
3.3	Revanche et entreposage	5
3.4	Volumes de l'eau d'exfiltration	5
3.5	Qualité de l'eau d'exfiltration	5
<b>4.0</b>	<b>OBSERVATIONS AU SITE</b>	<b>6</b>
4.1	Observations visuelles	6
4.2	Photographies	7
4.3	Revue de l'instrumentation et des données	7
4.3.1	Niveaux d'eau	8
4.3.2	Déformations/tassement	9
4.3.3	Stabilité et mouvements latéraux	11
4.3.4	Débits d'exfiltration	11
4.4	Qualité de l'eau du bassin et d'exfiltration	13
4.5	Formulaires d'inspections du site	13
<b>5.0</b>	<b>ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ DES DIGUES</b>	<b>13</b>
5.1	Revue de la conception de référence	13
5.1.1	Généralités	13
5.1.2	Digues du bassin de résidus (digues 1 et 2)	14
5.1.3	Digue du bassin de polissage (digue 4B)	14

5.1.4	Paramètres de conception des digues .....	14
5.1.5	Conditions souterraines .....	15
5.1.6	Matériaux de remblai des bermes.....	15
5.1.7	Sismicité.....	16
5.2	Revue des risques et des modes de rupture (évaluation de la sécurité des digues relativement aux modes de rupture potentiels).....	16
5.2.1	Érosion interne.....	16
5.2.2	Instabilité.....	17
5.2.3	Débordement .....	19
5.3	Revue des conditions en amont et en aval.....	20
5.4	Revue de la classification des digues.....	20
5.4.1	Classification des conséquences relatives aux digues.....	20
5.4.2	Revue.....	22
5.5	Performance physique .....	22
5.6	Performance d'exploitation.....	22
5.7	Revue du manuel EES.....	22
5.8	Revue de la préparation et de l'intervention en cas d'urgence.....	22
<b>6.0</b>	<b>SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>23</b>
6.1	Résumé des activités de construction, d'exploitation et d'entretien .....	23
6.2	Résumé des bilans climatique et hydrique .....	23
6.3	Résumé de la performance.....	23
6.4	Classification des conséquences.....	23
6.5	Tableau des déficiences et des non-conformités.....	23
<b>7.0</b>	<b>CLÔTURE .....</b>	<b>26</b>
<b>8.0</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>27</b>
<b>9.0</b>	<b>LIMITATIONS DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>29</b>

**TABLEAUX**

Tableau 1 : Renseignements sur les stations climatiques d'Environnement Canada .....	3
Tableau 2 : Données mensuelles des précipitations de novembre 2019 à octobre 2020 .....	4
Tableau 3 : Bilan d'eau du PAR de novembre 2019 à octobre 2020 .....	5
Tableau 4 : Tassement et déplacement horizontal .....	10
Tableau 5 : Taux de débits mesurés aux déversoirs en V et taux d'exfiltration estimés en 2020 .....	12
Tableau 6 : Géométrie de conception .....	14
Tableau 7 : Propriétés de conception mises à jour, applicables aux matériaux (SNC-Lavalin 2005).....	15
Tableau 8 : Valeurs de l'aléa sismique au site selon l'ESD de 2010 (adapté de Klohn Crippen Berger, 2011)....	16
Tableau 9 : Classification des digues en termes de conséquences de rupture (selon ACB, 2007) .....	21
Tableau 10 : Statut des actions clés recommandées à la suite de l'inspection de sécurité annuelle des digues .....	24
Tableau 11 : Priorités et niveaux de risques .....	25

**FIGURE (APRÈS LE TEXTE)**

Figure 1 : Vue générale du site de gestion des résidus
Figure 2 : Coupe typique des digues du parc à résidus
Figure 3 : Données mensuelles des précipitations de novembre 2019 à octobre 2020
Figure 4 : Mesures des niveaux d'eau - Piézomètres (fournies par Teck)
Figure 5 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage à la digue 1
Figure 6 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage à la digue 2
Figure 7 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage à la digue 4
Figure 8 : Bassin de résidus de la mine Louvicourt - Tendances historiques du débit des exfiltrations mesuré aux déversoirs en V (fournies par Teck)

**ANNEXES****ANNEXE A**

Fiche d'informations du PAR

**ANNEXE B**

Photographies

**ANNEXE C**

Arpentage relatif au suivi des déplacements

**ANNEXE D**

Tracés de points d'origine

Abréviation	Définition
ACB	Association canadienne des barrages
ISD	Inspection de sécurité des digues
ESD	Évaluation de la sécurité des digues
PIU	Plan d'intervention en cas d'urgence
EES	Exploitation, entretien et surveillance
IAPAR	Inspection annuelle du parc à résidus

Unité de mesure	Définition
kPa	kilopascal
m	mètre
m <sup>3</sup>	mètre cube
t/j	tonnes par jour

Terme	Définition
Inspection annuelle du parc à résidus (IAPAR)	Un rapport annuel résumant les résultats d'une inspection de l'état des digues.
Évaluation de la sécurité des digues (ESD)	La revue systématique et l'évaluation de tous les aspects de la conception, de la construction, de l'entretien, de l'opération, des procédés et des systèmes affectant la sécurité des digues, incluant le système de gestion de la sécurité des digues (ACB, 2013).
Aval	La paroi d'un remblai située la plus éloignée d'un réservoir ou d'un bassin.
Résidus miniers	Matériaux résiduels à granulométrie fine qui résultent de l'extraction de produits utilisables à partir du minerai.
Revanche	La distance verticale entre l'élévation de surface de l'eau calme du réservoir et l'élévation la plus basse de la crête de la structure de confinement (ACB, 2013).
Amont	La paroi d'un remblai située la plus près d'un réservoir ou d'un bassin.
Stériles	Enrochement minéral de gros calibre (gravier à bloc). Aussi appelé remblai rocheux.

## 1.0 INTRODUCTION

### 1.1 Objectif, mandat et méthodologie

À la demande de Teck Resources Limited (Teck), Golder Associés Ltée (Golder) a mené l'inspection annuelle du parc à résidus (IAPAR) de 2020 au parc à résidus et au bassin de polissage de la mine Louvicourt, située près de Val-d'Or, Québec. L'aire comprend un bassin de résidus, un bassin de polissage et leurs structures connexes. Ce rapport est basé sur une visite de site réalisée le 17 août 2020 et sur la revue des données disponibles pour la période de référence (septembre 2019 à septembre 2020) par l'ingénieur de référence, Laurent Gareau de Golder. La dernière IAPAR des digues du parc à résidus a été réalisée en septembre 2019, tel que documenté dans le rapport ISD 2019 (Golder, 2020).

L'inspection de 2020 comprenait l'inspection de toutes les digues de l'aire de polissage et des résidus :

- Les digues 1A à 1E
- Les digues 2A et 2B
- Les digues 4A et 4B

Ce rapport a été préparé en conjonction avec les directives « Teck Guideline for Tailings and Water Retaining Structures » (Teck, 2019). Les sections n'étant plus applicables en raison de la fermeture du parc ou du caractère particulier du parc à résidus Louvicourt ont été identifiées « sans objet ». Le lecteur est invité à lire les limitations et les utilisations prévues du rapport, à la suite du texte, qui en fait partie intégrante.

### 1.2 Exigences réglementaires et directives

En plus des exigences de Teck présentées plus haut, l'ISD a été réalisée conformément aux exigences suivantes :

- *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec*, MERN (Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec) et MDDELCC<sup>1</sup> (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques), novembre 2016.
- Directive 019 sur l'industrie minière, MELCC, mars 2012.
- *Recommandations de sécurité des barrages* de l'Association canadienne des barrages. Original en date de 2007, révisé en 2013.
- *Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers* de l'Association canadienne des barrages. Original en date de 2014. Révisé en 2019.

L'IAPAR est une exigence du certificat d'autorisation n° 7610-08-01-70141-52 émis par le ministère en octobre 2010.

---

<sup>1</sup> Le MDDELCC réfère au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, qui est responsable des projets miniers au Québec. Il est à noter que le nom de ce ministère a évolué avec le temps (anciennement MDDEP, actuellement MELCC) et lorsque ces acronymes sont utilisés dans le document, il est entendu qu'ils font référence de manière interchangeable au ministère actuel ou à l'un de ses prédécesseurs.

### 1.3 Description du parc

La mine Louvicourt est une mine de métaux de base (cuivre et zinc avec un peu d'or et d'argent), maintenant fermée, située au nord de la route 117, environ 20 km à l'est de Val-d'Or, Québec. Une fiche d'informations sur le PAR est présentée à l'annexe A.

La propriété Louvicourt appartient présentement à Teck (55 %) et à Glencore (45 %). Le site était géré avec le soutien et sous le suivi de Golder Associés depuis sa fermeture jusqu'à la fin de 2016. De 2017 à la fin de 2018, le site a été géré par le superviseur en entretien et traitement des eaux de Teck, Eric Gingras. Depuis le début de 2019, le site est géré par Kathleen Willman et Morgan Lypka de Teck Legacy Properties. Les inspections de routine de l'installation sont effectuées par le personnel de Teck (Jonathan Charland et Luc Tellier).

Les infrastructures de confinement sur le site consistent en un parc à résidus et un bassin de polissage, lequel est situé immédiatement en aval et à l'est du parc à résidus. Le parc à résidus est circonscrit par la digue 1 au nord et à l'est, par la digue 2 à l'ouest, et par un terrain naturel élevé au sud. À des fins de référence, les digues principales ont été divisées en plusieurs sous-sections, nommées digues 1A à 1E et digues 2A à 2B. Ces sous-sections sont typiquement séparées les unes des autres par des affleurements rocheux situés le long de leur axe.

Le bassin de polissage est retenu par la digue 4 au nord, par le parc à résidus à l'ouest, et par un terrain naturel élevé au sud et à l'est. À des fins de référence, la digue 4 est composée de deux segments, désignés 4A et 4B, séparés par un affleurement rocheux.

### 1.4 Historique et contexte du site

L'exploitation de la mine Louvicourt a débuté en 1994 selon un taux d'usinage nominal de 4 000 t/j et un taux de pointe estimé à 5 000 t/j. L'exploitation de la mine a pris fin vers juillet 2005.

Une vue en plan du PAR de Louvicourt et des installations du bassin de polissage est présentée à la figure 1. Une coupe transversale de digue typique des installations est présentée à la figure 2.

Environ un tiers des résidus issus du procédé d'usinage a été pompé au parc à résidus, situé à environ 8,5 km au nord-ouest de la mine/concentrateur. Le reste des résidus a servi de remblai en pâte à l'intérieur de la mine souterraine. Les résidus provenant du procédé d'usinage possédaient une teneur élevée en sulfures (30 % à 45 %) et sont générateurs d'acide. Les résidus présents dans le parc sont recouverts, à des fins environnementales, d'une couche d'eau ayant environ 1 m d'épaisseur afin d'en empêcher l'oxydation et la génération de drainage minier acide.

Les résidus miniers étaient déposés dans le parc à l'aide d'une conduite flottante qui s'étendait des digues jusqu'à l'intérieur du parc. La conduite était déplacée latéralement selon les besoins afin de garder les résidus solides sous l'élévation 315 m. Durant l'exploitation de la mine, des levés bathymétriques ont été effectués régulièrement pour collecter l'information nécessaire afin de permettre l'ajustement du plan de déposition, de façon à combler les zones creuses et à éviter de trop remplir les zones élevées. Les zones locales de résidus dont l'élévation générée lors de la déposition était supérieure à 315 m ont généralement été étendues à l'aide d'une drague montée sur une barge ou d'une herse rotative.

La conception initiale des digues du parc à résidus et du bassin de polissage a été effectuée par Golder en 1993. Golder a réalisé une inspection en 2009, et réalise maintenant des inspections annuelles du parc depuis 2014. Mayana Kissiova de Golder est devenue l'ingénieure de référence pour le parc à résidus en 2017, puis Laurent Gareau a succédé à Mayana Kissiova en 2018.

## 2.0 CONSTRUCTION, EXPLOITATION, ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Le peigne à débris brisé dans le bassin de résidus a été remplacé au quatrième trimestre de 2020. Les activités de surveillance et d'entretien suivantes ont été réalisées en 2020 :

- Inspections de routine
- Arpentage des monuments
- Élimination de la végétation et des débris dans le canal du déversoir actif du bassin de polissage et du bassin de résidus
- Utilisation de batardeaux au bassin de polissage de janvier à mars 2020 pour accroître le temps de rétention et contrôler le pH des effluents.

## 3.0 DONNÉES CLIMATIQUES ET BILAN HYDRIQUE

### 3.1 Revue et synthèse des données climatiques

Les données de précipitations totales mensuelles du 1<sup>er</sup> novembre 2019 jusqu'au 31 octobre 2020 sont résumées au tableau 2 et à la figure 3. Les données proviennent des stations climatiques d'Environnement Canada (tableau 1), situées à environ 15 km du site minier. Les données disponibles présentées au tableau 1 ont été combinées pour former une série chronologique continue sur la période 1951-2020, qui a été utilisée pour l'analyse des précipitations et le bilan hydrique présentés dans cette section.

À des fins de comparaison, les moyennes multiannuelles mensuelles calculées à partir des séries combinées de précipitations sur la période 1951-2020 sont également fournies au tableau 1.

**Tableau 1 : Renseignements sur les stations climatiques d'Environnement Canada**

Nom et numéro de la station	Latitude, longitude (degrés)	Élévation de la station (m)	Données disponibles	Notes
VAL-D'OR A, 7098600	48.06, -77.79	337.4	1951 – 2020	Station principale jusqu'en 2011
VAL-D'OR, 7098603	48.06, -77.79	338.9	2008 – 2020	Station principale depuis 2012
VAL-D'OR A, 7098605	48.05, -77.78	337.4	2011 - 2020	Utilisée pour données manquantes

Les précipitations totales au cours de l'année hydrologique (novembre 2019 à octobre 2020) ont été de 1 009,6 mm, soit 11 % de plus que la moyenne à long terme de 912,7 mm. D'après l'étude hydrologique consolidée pour le site de Louvicourt (Golder, 2020b), cela correspond à une année de précipitations humides d'environ 1 : 25 ans. Les mois de mars (110,1 mm par rapport à une moyenne à long terme de 55,3 mm), septembre (158,3 mm par rapport à une moyenne à long terme de 101,3 mm) et octobre (120,8 mm par rapport à une moyenne à long terme de 84 mm) ont été particulièrement humides.

**Tableau 2 : Données mensuelles des précipitations de novembre 2019 à octobre 2020**

Mois et année	Précipitations totales enregistrées à Val-d'Or (mm)*	Moyenne historique mensuelle multiannuelle à Val-d'Or (mm)	Écart (%)
Novembre 2019	99,9	82,2	22 %↑
Décembre 2019	64,4	67,6	-5 %↓
Janvier 2020	46,6	59,7	-28 %↓
Février 2020	61,7	47,8	29 %↑
Mars 2020	110,1	55,3	99 %↑
Avril 2020	64,8	60,4	7 %↑
Mai 2020	41,5	70,6	-70 %↓
Juin 2020	89,2	89,2	0 %
Juillet 2020	61,1	100,1	-64 %↓
Août 2020	91,2	94,3	-3 %↓
Septembre 2020	158,3	101,3	56 %↑
Octobre 2020	120,8	84,0	44 %↑
<b>Total au cours de l'année hydrique de nov. 2019 à octobre 2020</b>	<b>1009,6</b>	<b>912,7</b>	<b>11 % ↑</b>

\*Valeurs basées sur les données historiques des stations climatiques d'Environnement Canada ID 7098600, ID 7098603 et ID 7098605.

\*\*Valeurs fondées sur les données des stations climatiques d'Environnement Canada ID 7098600, ID 7098603 et ID 7098605, de 1951 à 2020.

\*\*\*Écart entre les précipitations de l'année courante à Val-d'Or et la moyenne historique mensuelle multiannuelle.

↑ (↓) : Précipitations de l'année courante **supérieures** (inférieures) à la moyenne historique mensuelle multiannuelle.

## 3.2 Revue et synthèse du bilan hydrique

Un bilan d'eau du parc à résidus (PAR) de la mine Louvicourt a été réalisé sur la base des données climatiques récentes

- Le ruissellement provenant de la zone du bassin versant externe au PAR a été estimé en considérant un coefficient de ruissellement volumétrique annuel moyen de 0,42, en fonction de l'approche proposée dans la version préliminaire de l'étude hydrologique de Golder (2020 b). La valeur est fondée sur les données hydrométriques régionales disponibles, mais elle n'a pas été vérifiée à l'aide de mesures prises localement. Le coefficient de ruissellement est inférieur au taux de 0,6 utilisé dans les rapports précédents d'inspection de sécurité annuelle des digues. Le changement est justifié par l'analyse documentée par Golder (2020 b).
- L'évaporation moyenne à long terme du bassin a été calculée selon le modèle de Morton (Morton, 1983), avec des données climatiques historiques des stations climatiques à Val-d'Or (température de l'air, point de rosée, précipitations) et à Rouyn-Noranda (rayonnement solaire). La station climatique de Rouyn-Noranda ayant cessé de mesurer le rayonnement solaire en octobre 2018; le rayonnement solaire moyen à long terme (1969 à 2018) a été utilisé pour l'année hydrologique 2019-2020.
- Les débits constants d'exfiltration ont été déterminés par la méthode des éléments finis, réalisée par Golder (1993) avant la construction. Ces débits n'ont pas été mis à jour depuis l'étude effectuée en 1993.
- Le débit du déversoir est estimé à partir d'un bilan massique, en supposant un débit net nul pour l'installation et qu'aucun volume d'eau ne s'accumule au fil du temps dans le bassin.

Le tableau 3 résume les débits annuels du bilan hydrique pour l'année considérée, c'est-à-dire du 1<sup>er</sup> novembre 2019 au 31 octobre 2020, ainsi que pour une année typique (conditions climatiques moyennes). Des précipitations plus importantes pour l'année 2019-2020 ont causé une hausse estimée du volume d'eau évacué par le déversoir.

**Tableau 3 : Bilan d'eau du PAR de novembre 2019 à octobre 2020**

Composante du bilan d'eau	Débits annuels moyens (sur la base d'une année climatique moyenne) (m <sup>3</sup> /an)	Débits de l'année courante* (m <sup>3</sup> /an)	Écart (%)	Commentaire/Source
Précipitations totales sur le bassin	958 294	1 060 080	11 % ↑	Aire du bassin = 105 ha Précipitations annuelles moyennes = 912,7 mm Précipitations de l'année courante = 1 009,6 mm
Ruissellement de surface sur l'aire du bassin versant externe	400 950	443 537	11 % ↑	Aire du bassin versant = 104,6 ha ** Coefficient de ruissellement = 0,42 ***
<b>Total des apports</b>	<b>1 359 244</b>	<b>1 503 617</b>	<b>11 % ↑</b>	
Évaporation sur la surface du bassin	655 835	639 251	3 % ↓	Selon le modèle de Morton (1983) Évaporation annuelle moyenne du bassin = 625 mm Évaporation du bassin pour l'année en cours = 609 mm
Débit d'exfiltration	362 664	362 664	0 %	D'après des analyses réalisées avant la construction, Golder (1993) Débit d'exfiltration = 41,4 m <sup>3</sup> /h
Débit sortant du déversoir vers le bassin de polissage	340 745	501 703	47 % ↑	Évalué par bilan d'eau
<b>Débits sortants totaux</b>	<b>1 359 244</b>	<b>1 503 617</b>	<b>11 % ↑</b>	

\* L'année courante s'étend de novembre 2019 jusqu'à octobre 2020.

\*\* L'aire du bassin versant a été mise à jour dans le rapport hydrologique consolidé de Louvicourt (en préparation)

\*\*\* Valeur modifiée par rapport aux rapports précédents d'inspection de sécurité annuelle des digues. Le changement est justifié par l'analyse de Golder (2020b)

↑ (↓) : Valeur de l'année courante **supérieure** (inférieure) à la valeur moyenne historique.

### 3.3 Revanche et entreposage

La revanche et l'entreposage sont discutés à la section 5.2.3.

### 3.4 Volumes de l'eau d'exfiltration

D'après un bilan d'eau sommaire, il est estimé que 0,5 million de mètres cubes d'eau ont été déchargés au bassin de polissage par le déversoir opérationnel.

### 3.5 Qualité de l'eau d'exfiltration

La qualité de l'eau d'exfiltration est présentée dans le rapport environnemental annuel de Louvicourt (Suivi environnemental post-restauration) soumis avant le 31 mars de chaque année au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec.

## 4.0 OBSERVATIONS AU SITE

Une inspection de site a été réalisée le 17 août 2020 par M. Nicolas Pepin, ing., et M. Laurent Gareau, ing., ingénieur de référence, tous deux de Golder. Ils étaient accompagnés de Mme Morgan Lypka, ingénieure en résidus et environnement, et de M. Jonathan Charland, tous deux de Teck Resources. La température lors de la visite était d'environ 15 °C avec un ciel couvert.

### 4.1 Observations visuelles

Les observations suivantes ont été réalisées lors de cette IAPAR :

- Le niveau d'eau du bassin de résidus était de 316,09 m (niveau d'eau du 13 août 2020).
- Le niveau d'eau du bassin de polissage était de 307,20 m (niveau d'eau du 13 août 2020).

#### Digues 1A à 1E

- L'enrochement sur les bermes amont des digues 1B et 1D, qui a été réparé avec un nouvel enrochement en 2019 (photo 1), est resté inchangé par rapport à l'inspection précédente.
- L'enrochement des digues 1A et 1C est resté inchangé par rapport à l'an dernier (photo 2). L'enrochement sera remplacé dans un délai raisonnable. Des procédures d'exploitation, y compris une disposition dans l'EES pour une inspection en cas d'évènement de vents extrêmes, sont utilisées pour gérer les risques de manière provisoire.
- Le peigne à débris en amont de l'entrée du déversoir est endommagé (voir photo 3) et devrait être réparé. Il est à noter que le peigne à débris a été remplacé en novembre 2020 (photo 4).
- Très peu d'accumulation d'eau a été observée au pied des digues 1A à 1E aux mêmes endroits que l'an dernier. L'eau semble être stagnante ou avoir un débit très faible. L'emplacement des points d'exfiltration actuels et antérieurs est illustré à la figure 1.
- Le déversoir d'urgence situé entre les digues 1D et 1E (désigné comme le deuxième déversoir d'urgence) était en bonne condition. La végétation dans le canal en aval a été défrichée en 2020, peu avant l'inspection (photos 5 et 6). Par le passé, la végétation était défrichée tous les deux ans, et le défrichage en 2022 est considéré approprié.
- Le pont d'accès près du déversoir a été réhabilité en 2018 et semble être en bon état, bien que les blocs de bordure semblent avoir subi des éraflures, probablement causées par de l'équipement de déneigement (photo 7). Si la situation empire, il pourrait être indiqué de protéger les blocs de bois avec un revêtement métallique afin d'en accroître la durabilité. WSP, 2020 contenait des observations concernant ces éléments endommagés et indiquait qu'ils allaient devoir être réparés ou remplacés.
- Plusieurs points d'érosion mineurs sont visibles sur la crête de la digue 1E. Ils ne constituent pas une source de préoccupation, mais doivent continuer à être observés.
- Il y a présence de végétation au pied aval des digues 1A, 1B et 1C (photo 8). Ceci n'est pas un problème de stabilité.

#### Digues 2A et 2B

- Des points d'eau stagnante et une légère exfiltration ont été observés au pied de la digue 2B, à savoir les points d'exfiltration 10 à 13 se rapportant aux déversoirs en V n° 1 et 2, ayant un débit très faible (photo 9). L'eau d'exfiltration est claire.

- De l'eau stagnante a été observée au pied de la digue 2A (photo 10). L'accumulation semblait un peu plus faible qu'en 2019; toutefois, il est à noter que cette zone représente un endroit où la topographie naturelle s'écoule vers le bassin de résidus, de sorte qu'une certaine accumulation à cet endroit est attendue.
- Les ponceaux situés de l'autre côté du ruisseau sans nom, juste au nord et à l'ouest du bassin de résidus, ont été dégagés depuis l'inspection de 2019 (photo 11), et le drainage de cette zone s'est beaucoup amélioré. On a observé l'activité nouvelle de castors, limitée, à cet endroit.

### Digues 4A, 4B et point de l'effluent final

- La digue 4A est une structure située sur un terrain naturel élevé et n'est plus en contact avec l'eau. La structure était en bon état et ne présentait aucun signe d'affaissement, de fissuration, de bombement ou d'autres déformations qui indiqueraient des problèmes de performance géotechnique.
- Les arbres continuent d'empiéter sur les pentes latérales et la crête du remblai 4A (photo 12). Ces arbres ne représentent pas un problème géotechnique, car la structure ne retient pas l'eau actuellement et ne risque pas de le faire à l'avenir.
- Le déversoir principal de la digue 4B était en bon état, bien qu'aucun débit ne passe par-dessus l'ouvrage (photo 13).
- L'épaulement nord du déversoir de la digue 4B a été inspecté. Il y a une exfiltration et une accumulation mineures au point de contact entre la roche et la structure de béton (photo 14). La surveillance par caméra donne à penser que cette exfiltration se produit tout au long de l'année. La quantité d'exfiltration est faible et il n'y a pas de signe de délaminage ni de formation de renard. Aucune mesure de réhabilitation n'est nécessaire, mais cette zone d'exfiltration devrait faire l'objet d'un suivi régulier, à l'instar des autres points d'exfiltration sur les digues.
- Le canal de sortie du déversoir vers le canal Parshall contient une végétation importante (photo 15). Cela ne représente pas un problème de performance pour le canal; cependant, une certaine élimination de la végétation pourrait éventuellement être nécessaire.
- Les ponceaux au point d'effluent final étaient dégagés, bien qu'une végétation limitée soit présente en amont de ces ponceaux. Il n'y avait pas de débit important dans les ponceaux de sortie.
- La crête de la digue 4B était généralement en bon état et demeure inchangée depuis 2019. Les monuments d'arpentage sont visibles. Aucun changement notable n'est apparu visuellement (c.-à-d. des dommages) sur les monuments d'arpentage. Il y a un peu de bois mort sur cette berme qui devrait être enlevé périodiquement pour éviter qu'il aboutisse dans le déversoir.
- Une accumulation d'eau a été observée au pied de la digue 4B, presque aux mêmes endroits que l'an dernier (points 13 à 15 à la figure 1). L'eau semble être stagnante.

## 4.2 Photographies

Les photographies clés de l'inspection sont présentées à l'annexe B.

## 4.3 Revue de l'instrumentation et des données

Les informations suivantes étaient disponibles au moment de la réalisation de cette IAPAR :

- Les données annuelles de suivi des monuments d'arpentage.
- Les dossiers d'inspections visuelles mensuelles.

- Les mesures de débit prises aux déversoirs en V et l'élévation des eaux souterraines des piézomètres existants depuis leur installation jusqu'à la fin de l'automne 2020.
- Les mesures des niveaux d'eau du bassin de résidus et du bassin de polissage.

### 4.3.1 Niveaux d'eau

La figure 4 présente les niveaux d'eau souterraine pour les digues du bassin de polissage et du parc à résidus mesurés à partir d'un total de huit piézomètres à tube vertical (4 nouveaux, installés en 2020) et de 11 piézomètres à corde vibrante (VWP; tous nouveaux, installés en 2020) sur les bermes des trois digues (1, 2 et 4).

Les piézomètres suivants sont situés sur les bermes des digues du PAR :

- LOU-D1B-VWP-2020-02A (VWP INFÉRIEUR) et LOU-D1B-VWP-2020-02B (VWP SUPÉRIEUR)
- LOU-D1B-VWP-2020-03
- LOU-D1C-P-2020-04
- LOU-D1C-P-2020-05
- LOU-D1C-VWP-2020-07A (VWP INFÉRIEUR) et LOU-D1C-VWP-2020-07B (VWP SUPÉRIEUR)
- LOU-D2B-P-2020-09
- LOU-D2B-P-2020-10
- LOU-D2B-VWP-2020-11A (VWP INFÉRIEUR) et LOU-D2B-VWP-2020-11B (VWP SUPÉRIEUR)
- D2A
- D2B

Les piézomètres suivants sont situés sur les bermes des digues du bassin de polissage :

- LOU-D1D-VWP-2020-08A (VWP INFÉRIEUR) et LOU-D1D-VWP-2020-08B (VWP SUPÉRIEUR)
- LOU-D4B-VWP-2020-12A (VWP INFÉRIEUR) et LOU-D4B-VWP-2020-12B (VWP SUPÉRIEUR)
- PZ-02-04
- PZ-04-04

Six autres piézomètres à tube vertical (PBR-4, PBR-6, PBR-7, PRB-8, PO-06-30, PO-06-31) se situent sur le terrain naturel, éloignés du pied des digues. L'emplacement de chacun de ces piézomètres est illustré sur la figure 1.

Les données de 2020 ont été compilées par Teck (figure 4). Il est possible de voir que les valeurs récentes sont très stables pour tous les piézomètres à tube vertical et cohérentes avec les tendances précédentes; les tendances historiques pour les VWP seront mieux définies au cours des prochaines années grâce à la collecte de données.

Le piézomètre à tube vertical PZ-02-04 et les VWP LOU-D1D-VWP-2020-08A et B sont situés à même la berme aval de la digue 1 D. Les eaux souterraines à cet endroit correspondent à l'écoulement à travers la digue 1D et s'écoulent vers le bassin de polissage. Il est donc normal que la ligne de tendance pour ce puits soit légèrement plus élevée que le niveau du bassin de polissage.

### 4.3.2 Déformations/tassement

Une série de 15 monuments d'arpentage est placée le long des bermes et des crêtes des digues du parc à résidus, et quatre monuments supplémentaires se situent le long de la digue 4B du bassin de polissage. Certains de ces monuments ont été installés après la construction de 1993 et sont identifiés B-1 à B-11 à l'annexe C et SP-1 à SP-11 sur la figure 1. D'autres monuments, identifiés comme SP-11-1 à SP-11-8 sur la figure 1 et comme 2011-1 à 2011-8 à l'annexe C, ont été installés en septembre et octobre 2011. Tous les monuments ont été arpentés les 10 et 11 septembre 2020 par Corriveau J.L. & Assoc, un arpenteur basé à Val-d'Or. Le rapport détaillé de Corriveau est présenté à l'annexe C. L'arpentage annuel comprend un relevé de l'ensemble des stations et un levé par GPS différentiel des points de suivi. Le tableau 4 présente le tassement total et le déplacement horizontal de tous les monuments selon l'arpentage total des stations. La précision de ces résultats est de 10 mm pour les mouvements horizontaux et 2 mm pour les mouvements verticaux (tassement).

**Tableau 4 : Tassement et déplacement horizontal**

Monument	Année d'installation	Mouvements horizontaux (totaux)		Tassement (nombres négatifs = vers le haut)		
		Installation jusqu'en 2019	Installation jusqu'en 2020	Jusqu'en 2019	2019-2020	Jusqu'à présent
<b>Digue 1D (crête)</b>						
B-1 (SP-1)	2008	6 mm	4 mm	1 mm	0 mm	1 mm
B-2 (SP-2)	2008	20 mm	16 mm	27 mm	1 mm	28 mm
B-3 (SP-3)	2008	4 mm	7 mm	2 mm	0 mm	2 mm
<b>Digue 1D (berme)</b>						
2011-2 (SP-11-2)	2011	15 mm	11 mm	14 mm	2 mm	16 mm
<b>Digue 1C (crête)</b>						
B-4 (SP-4)	2008	17 mm	14 mm	-1 mm	1 mm	0 mm
B-5 (SP-5)	2008	13 mm	11 mm	-3 mm	2 mm	-1 mm
<b>Digue 1C (berme)</b>						
2011-8 (SP-11-8)	2011	S/O*	10 mm	11 mm	0 mm	11 mm
<b>Digue 1B (crête)</b>						
B-6 (SP-6)	2008	15 mm	10 mm	0 mm	0 mm	0 mm
<b>Digue 1A (crête)</b>						
B-7 (SP-7)	2008	6 mm	6 mm	-22 mm	-1 mm	-23 mm
<b>Digue 2B (crête)</b>						
B-8 (SP-8)	2008	2 mm	4 mm	0 mm	1 mm	1 mm
B-9 (SP-9)	2008	7 mm	6 mm	1 mm	2 mm	3 mm
B-10 (SP-10)	2008	13 mm	12 mm	-9 mm	2 mm	-7 mm
<b>Digue 2B (berme)</b>						
B-11 (SP-11)	2011	4 mm	1 mm	13 mm	-1 mm	12 mm
2011-6 (SP-11-6)	2011	8 mm	8 mm	18 mm	0 mm	18 mm
2011-7 (SP-11-7)	2011	24 mm	17 mm	-11 mm	0 mm	-11 mm
<b>Digue 4B (crête)</b>						
2011-1 (SP-11-1)	2011	14 mm	13 mm	19 mm	3 mm	22 mm
2011-3 (SP-11-3)	2011	8 mm	8 mm	27 mm	4 mm	31 mm
2011-4 (SP-11-4)	2011	10 mm	10 mm	1 mm	5 mm	6 mm
<b>Digue 4B (berme)</b>						
2011-5 (SP-11-5)	2011	10 mm	1 mm	11 mm	4 mm	15 mm

\* La mesure n'a pas été prise.

Selon les données horizontales (annexe D), tous les instruments de levé présentaient des mouvements horizontaux dans la fourchette de variabilité annuelle et, dans tous les cas, de moins de 9 mm de 2019 à 2020. Le mouvement incrémentiel de 9 mm mesuré était vers l'origine (le point de levé se rapprochait du point d'installation initiale). Les déplacements totaux étaient de moins de 17 mm depuis leur installation. Les données du levé horizontal sont présentées sous forme de tracés de points d'origine à l'annexe D. Les mouvements observés sont inférieurs à la précision du levé, ce qui donne à penser qu'aucun mouvement mesurable n'est décelé et que les données sur les mouvements ne sont pas préoccupantes sur le plan géotechnique. Un suivi continu est

recommandé. Il est conclu qu'il n'y a pas de déplacements horizontaux importants sur ces structures.

Depuis l'année précédente, les données verticales montrent que 2 monuments indiquaient des mouvements ascendants mineurs de 1 mm et que 13 monuments (tous les monuments des digues 1 et 2) présentaient des tassements de 2 mm ou moins (ce qui correspond à la précision déclarée du levé). Les quatre monuments de la digue 4B présentaient des tassements incrémentiels supérieurs à 2 mm (3 à 5 mm). Tous les monuments montrent un tassement total depuis l'installation de 31 mm ou moins, bien que les données du levé donnent à penser qu'il y a un tassement mineur constant. Afin de mieux évaluer les données de tassement, des graphes de tassement historique ont été préparés (figures 5 à 7).

À partir de ces données, les observations générales suivantes sont constatées :

- SP-2 (crête), situé dans la partie centrale de la digue 1D, montre le déplacement total maximal vers le bas le long de la digue 1, soit 28 mm. Ce point de tassement présente un déplacement mineur constant vers le bas.
- SP-11-6 (berme), situé au centre de la moitié sud de la digue 2B, montre le déplacement total maximal vers le bas le long de la digue 2, soit 18 mm. Ce point de tassement ne présente pas de tendance au déplacement vers le bas d'une année à l'autre.
- SP-11-3 (crête), situé dans la partie centrale nord de la digue 4B, montre le déplacement total maximal vers le bas le long de la digue 4, soit 31 mm. Ce point de tassement présente un déplacement mineur constant vers le bas.
- Trois des quatre points de surveillance de la digue 4 présentent des taux de mouvements verticaux similaires ces dernières années. Le taux et le mouvement total sont faibles et ne s'accompagnent pas d'un mouvement horizontal important.

### 4.3.3 Stabilité et mouvements latéraux

Le tableau 4 ci-dessus présente le tassement et le déplacement horizontal totaux pour tous les mouvements. Les données historiques sur les déplacements horizontaux sont présentées sous forme de tracés de points d'origine à l'annexe D. Les tracés de points d'origine montrent les points de données sur une base annuelle, par rapport au point d'origine - c'est-à-dire les coordonnées mesurées des monuments au moment de leur installation. Ce type de tracé permet de déterminer la variabilité réelle des données et d'évaluer visuellement les tendances qui peuvent être révélatrices d'une déformation latérale. Les mouvements observés sont faibles et n'indiquent pas une progression latérale continue, ce qui pourrait indiquer qu'il n'y a pas de mouvement important du remblai.

Les valeurs mesurées du déplacement latéral sont très faibles et ne représentent pas un problème de sécurité des digues, mais le suivi annuel devrait se poursuivre.

### 4.3.4 Débits d'exfiltration

Le débit d'exfiltration est mesuré à quatre déversoirs en V situés au pied des digues, installés entre 1997 et 2003. Le **tableau 5** présente les taux de débit mesurés aux déversoirs en V en 2020, tel que fournis par Teck. Ce tableau présente également des observations ainsi que des taux d'exfiltration estimés visuellement lors de l'IAPAR tel qu'identifié par les emplacements 1 à 18 illustrés à la figure 1.

**Tableau 5 : Taux de débits mesurés aux déversoirs en V et taux d'exfiltration estimés en 2020**

Emplacement	Digue	Débit (mesures locales)
Déversoir en V n° 1	2B	0,1 – 0,5 L/s (fourni par Teck). L'eau était claire.
Déversoir en V n° 2	2B	0,3 – 1,8 L/s (fourni par Teck). L'eau était claire.
Déversoir en V n° 3	1A	0,1 – 0,6 L/s (fournie par Teck). L'eau était claire.
Déversoir en V n° 4	1C	0,6 – 3,3 L/s (fournis par Teck). L'eau était claire.
1	1B	Flaque, aucun débit
2	1B	Flaque, très faible débit, eau claire
3	1B	Flaque, aucun débit
4	1A	Flaque, aucun débit
5	1A	Flaque, aucun débit
6	1A	Flaque, aucun débit
7	1A	Flaque, aucun débit
8	2B	Flaque, très faible débit, voir déversoir en V n° 2
9	2B	Flaque, très faible débit, eau claire
10	2B	Flaque, très faible débit, voir déversoir en V n° 1
11	2A	Flaque, aucun débit
12	1E	Flaque, aucun débit
13	4B	Flaque, aucun débit
14	4B	Flaque, aucun débit
15	4B	Flaque, aucun débit
16	1C	Flaque, aucun débit
17	1C	Flaque, aucun débit
18	1C	Flaque, aucun débit

La figure 8 présente les tendances historiques des mesures du débit des exfiltrations à ces déversoirs en V depuis leur installation. La figure indique que les débits d'exfiltration mesurés au cours de l'année 2020 étaient généralement cohérents avec les tendances historiques précédentes. Les débits d'exfiltration mesurés en 2020 étaient également du même ordre que ceux mesurés en 2019.

Le déversoir en V n° 4 présente un débit de pointe de 3,3 L/s en 2020. Cette pointe correspond à la période de la fonte des neiges printanière et n'est pas survenue de façon récurrente au cours des années précédentes, simplement parce qu'il n'y a pas eu de prise de mesures systématique durant la même période (fin avril).

La somme des débits mesurables reflète à la fois l'exfiltration de la digue et le ruissellement des eaux de surface dû aux précipitations. Les pics indiqués sur la figure 8 reflètent probablement les impacts du ruissellement de surface, tandis que les valeurs de la limite inférieure représentent plus probablement les débits de base dérivés principalement des exfiltrations. Les valeurs de la limite inférieure (0 à 1,5 L/s) et de la limite supérieure (1,5 à 3,3 L/s) sont inférieures au taux d'exfiltration prévu dans les études de conception de 1993 et dans le bilan hydrique (11,5 L/s). Les taux d'exfiltration sont faibles et aucune tendance à l'augmentation du débit d'exfiltration n'est perceptible. Cela est donc considéré comme se situant dans la gamme prévue et n'indique pas un problème de sécurité de digue.

## 4.4 Qualité de l'eau du bassin et d'exfiltration

La qualité de l'eau d'exfiltration est présentée dans le rapport environnemental annuel de Louvicourt (Suivi environnemental post-restauration) soumis avant le 31 mars de chaque année au ministère de l'Environnement et Lutte contre les changements climatiques du Québec (MELCC).

## 4.5 Formulaires d'inspections du site

Les formulaires d'inspections de routine remplis par le personnel de suivi du site ont été revus par l'ingénieur de référence. Aucun problème de performance important n'a été relevé relativement aux structures dans le cadre des inspections régulières.

# 5.0 ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ DES DIGUES

## 5.1 Revue de la conception de référence

### 5.1.1 Généralités

Les digues 1A à 1E ainsi que 2A et 2B sont composées d'un noyau de till, d'épaulements constitués d'enrochement ou de sable et gravier, d'un filtre placé le long de la paroi aval du noyau, et d'un drain longeant le pied des digues. Une membrane géotextile a été installée entre les épaulements en gravier et la couche protectrice. La hauteur des digues varie le long de l'alignement, allant de quelques mètres de hauteur près des appuis jusqu'à environ 16 m dans les vallées plus profondes des digues 1 et 2. La partie supérieure des faces amont et aval est généralement construite selon des pentes de 2,5 H:1V et 2H:1V respectivement, avec des bermes de stabilité amont et aval, établies environ à la mi-hauteur des digues, dans les portions les plus profondes des vallées. Les bermes de stabilité réduisent la pente générale entre 3,5 h:1V et 7H:1V.

Le niveau du parc à résidus est contrôlé par un seuil déversant, situé à l'appui sud de la digue 1E. Lors de l'exploitation de la mine, des poutrelles étaient initialement utilisées pour contrôler le niveau du parc à résidus. À la suite de la fermeture de la mine, ces poutrelles ont été remplacées par du béton pour former le déversoir actif à l'élévation 316,1 m, dont 0,1 m supplémentaire fourni par une planche en bois. Les apports d'eau de crue pouvaient être évacués à l'élévation 316,3 m par un déversoir en béton de 5 m de largeur, adjacent au seuil déversant (appelé déversoir d'urgence). Si le seuil déversant et le premier déversoir d'urgence venaient à bloquer, les écoulements pourraient aussi être évacués passivement par un deuxième déversoir d'urgence situé environ 170 m au nord du seuil déversant en béton. Le déversoir d'urgence possède un socle de béton de forme trapézoïdale de 5 m de largeur avec des pentes latérales de 2H:1V. Tous les écoulements passant par le déversoir actif ou par les déversoirs d'urgence rejoignent en aval le bassin de polissage.

La construction du bassin de polissage a débuté à l'automne 1995 et a été complétée au printemps 1996. La conception de la digue 4B est semblable à celle des digues 1 et 2. La digue 4A est construite sur un terrain surélevé et ne retient présentement pas d'eau. L'eau qui déborde du bassin de polissage s'écoule au-dessus de poutrelles d'aluminium, enchâssées dans une structure en béton. Le niveau d'eau est actuellement contrôlé à l'élévation 307,1 m.

Un rapport produit par Golder présente des informations sur la géologie, la stratigraphie et les conditions de l'eau souterraine (Golder, 1993). Il n'y a pas eu de rehaussement des installations de gestion de résidus depuis leur construction initiale.

Depuis la fermeture de la mine en 2005, des inspections de routine sont réalisées. Les inspections mensuelles sont réalisées en marchant sur la crête des digues, alors que les inspections hebdomadaires sont réalisées en conduisant sur les digues à basse vitesse tout en inspectant les déversoirs. Des caméras ont été installées aux deux déversoirs, et les photos sont régulièrement examinées par plusieurs personnes qualifiées.

Des inspections annuelles du parc à résidus (IAPAR) sont réalisées annuellement et des évaluations de la sécurité des digues (ESD) sont effectuées tous les cinq ans conformément aux recommandations de l'ACB et aux lignes directrices de Teck. L'inspection du site pour l'ESD prévue en 2020 a été reportée à 2021 en raison des restrictions relatives à la COVID.

### 5.1.2 Digues du bassin de résidus (digues 1 et 2)

La longueur combinée des cinq segments de la digue 1 est de 1 650 m. La digue 1 possède une hauteur moyenne de 8 m et une hauteur maximale de 18 m. La longueur combinée des deux segments de la digue 2 est de 880 m. La digue possède une hauteur moyenne de 10 m et une hauteur maximale de 18 m. Une section transversale typique des digues est illustrée à la figure 2. Les crêtes de la partie centrale de la digue 1D et d'une partie de la digue 2B ont intentionnellement été construites 1 m plus haut que l'élévation de conception afin de compenser pour le tassement attendu à ces endroits.

Des piézomètres à corde vibrante et un inclinomètre ont été utilisés pour effectuer le suivi du comportement des digues pendant et après la construction. Ces instruments ne sont plus opérationnels. Les instruments présentement installés au parc à résidus comprennent quatre puits d'observation, quatre déversoirs en V et 15 monuments d'arpentage. Cinq autres puits d'observation se trouvent en aval des digues et servent à observer la qualité de l'eau. L'emplacement de ces instruments est présenté à la figure 1. De nouveaux instruments (piézomètres à corde vibrante, piézomètres à tube vertical, thermistances et déversoirs en V) sont en cours d'installation pour compléter le réseau de suivi des structures.

### 5.1.3 Digue du bassin de polissage (digue 4B)

Le bassin de polissage a été exploité jusqu'en 2011 à une élévation systématiquement inférieure à la valeur de conception de 309,0 m. Puis, jusqu'en 2018, le bassin a été exploité à une élévation de 306,54 m, puis à une élévation de déversoir de 307,1 m depuis. La conception de la digue 4B est semblable à celle des digues 1 et 2.

L'instrumentation actuelle du bassin de polissage comprend un puits d'observation et quatre monuments d'arpentage situés sur la crête et la berme au pied de la digue. L'emplacement de ces instruments est présenté à la figure 1. De nouveaux instruments (piézomètres à corde vibrante) sont en cours d'installation pour compléter le réseau de suivi des structures.

### 5.1.4 Paramètres de conception des digues

La géométrie de conception des digues est résumée au tableau 6.

**Tableau 6 : Géométrie de conception**

Élément	Critère de conception
Pente amont	2,5 H:1V
Largeur de la crête	8 m
Pente aval	2,0 H:1V (inter banc, sans considérer les bermes aval)
Revanche minimale (depuis la crête de la digue)	2,0 m au parc à résidus 1,5 m au bassin de polissage
Niveau maximal des résidus (sous la crête des digues)	3,0 m

Élément	Critère de conception
Élévation minimale de la crête des digues 1 et 2 au parc à résidus	318,0 m et certaines parties des digues 1D et 2B à 319,0 m
Élévation minimale de la crête de la digue 4B au bassin de polissage	310,5 m

### 5.1.5 Conditions souterraines

Les digues des installations de gestion de résidus sont situées dans des vallées entre des affleurements rocheux présentant un relief relativement élevé. Le parc à résidus a été construit de manière à relier ces affleurements rocheux et ainsi réduire le volume requis de remblai.

Des études géotechniques révèlent que la stratigraphie est généralement composée des couches suivantes :

- Une couche de surface constituée de matière organique ou de tourbe, typiquement 100 mm à 300 mm d'épaisseur.
- Un mort-terrain, composé de couches d'argile silteuse et de silt argileux alluvial/lacustre, de consistance molle à très raide. Une croûte supérieure et altérée d'argile raide a été observée dans la plupart des profils, sous laquelle la consistance des sols diminue généralement. Les matériaux d'argile silteuse et de silt argileux évoluent généralement vers un silt en profondeur et dans certains cas vers un sable silteux.
- Une couche de base de dépôt glaciaire, composée de silt à sable silteux/graveleux dans un état compact à dense.
- Un substrat rocheux, composé de granodiorite.

### 5.1.6 Matériaux de remblai des bermes

Les digues de rétention du parc à résidus et du bassin de polissage sont des structures zonées, constituées de remblai de sols, et construites d'un noyau de till compacté, avec un filtre le long de la paroi aval du noyau et d'un drain le long de la base des digues et du remblai/sable et des épaulements en gravier, comme illustré sur la section typique présentée à la figure 2.

Les propriétés mises à jour des résidus, des sols de remblai et des sols naturels de fondation, ont été utilisées dans l'ESD de 2005 (SNC-Lavalin, 2005). Les propriétés de ces matériaux sont énumérées au tableau 7.

**Tableau 7 : Propriétés de conception mises à jour, applicables aux matériaux (SNC-Lavalin 2005)**

Matériau	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Résistance en contraintes totales		Résistance en contraintes effectives	
		Cohésion (kPa)	Angle de friction (degrés)	Cohésion (kPa)	Angle de friction (degrés)
Sable et gravier (digues 1 et 2)	23 - 24*	-	-	0	35
Sable et gravier (digue 4)	20,8 - 22,6*	-	-	0	35
Filtre de sable	20	-	-	0	35
Till (noyau)	22 – 22,7*	-	-	0	35
Argile	15 – 16,5	30 – 85	0	0	26 – 29
Till (fondation)	18,5 – 19	-	-	0	30 – 35
Résidus dans le parc à résidus	16	-	-	0	30

\* Poids volumique saturé

À la suite d'une réévaluation des résidus (Golder 2018b), le poids volumique saturé des résidus a été révisé à 21,3 kN/m<sup>3</sup>. Les analyses de stabilité ont confirmé que cette modification a permis une réduction nominale des facteurs de sécurité calculés.

### 5.1.7 Sismicité

L'analyse des valeurs sismiques du site a été effectuée par SNC-Lavalin lors de l'ESD de 2005 (SNC-Lavalin, 2005), et revue par Klohn Crippen Berger lors de l'ESD de 2010 (Klohn Crippen Berger, 2011). Les deux évaluations se sont basées sur la version 2005 du Code national du bâtiment. L'accélération maximale du sol (AMS) estimée de sols très denses lors des périodes de retour correspondantes est résumée au tableau ci-dessous.

**Tableau 8 : Valeurs de l'aléa sismique au site selon l'ESD de 2010 (adapté de Klohn Crippen Berger, 2011)**

Structure	Période de retour (années)	AMS <sup>1</sup> (g)
Digues du bassin de résidus	1 en 10 000	0,23
Digue du bassin de polissage	1 en 2 500	0,12

<sup>1</sup> Pour un site possédant un sol de classe « C » : sol très dense ou fondation rocheuse lâche.

## 5.2 Revue des risques et des modes de rupture (évaluation de la sécurité des digues relativement aux modes de rupture potentiels)

En tant que composante obligatoire de l'IAPAR, les principaux risques et modes de rupture ont été identifiés et évalués. Cette section passe en revue les implications relatives à la sécurité des digues découlant des données de l'instrumentation et des observations faites lors de la visite de site du 24 septembre 2019 à l'égard des modes de rupture potentiels. La conception de référence de chacun des modes de rupture typiques est également présentée.

### 5.2.1 Érosion interne

L'instabilité interne d'une digue peut être causée par des matériaux qui migrent hors de la structure sous l'effet des forces d'écoulement, laissant ainsi des vides. Cela se produit généralement avec des matériaux qui ne possèdent pas de compatibilité filtrante, à savoir que la fraction fine d'un matériau peut migrer dans ou à travers les vides du matériau adjacent sous l'effet d'un gradient hydraulique suffisamment élevé. Un phénomène de renard est induit par érosion régressive des particules qui migrent vers l'environnement extérieur jusqu'à former un tuyau continu.

#### Conception de référence

Les différentes granulométries nécessaires pour respecter les critères filtres ont été établies par Golder lors de la phase initiale de conception des structures (Golder, 1993). La conception initiale a considéré les critères filtres relatifs à la distribution granulométrique du noyau de till et du drain de sable adjacent ainsi qu'à celle entre le drain de sable et le drain de pied, constitué de gravier. La compatibilité du filtre a été brièvement commentée à la section 3.4 du rapport de SNC-Lavalin (2005) portant sur la revue de la sécurité des digues et a été décrite comme ayant été établie selon des « limites prudentes ».

### **Instrumentation et performance observée**

L'emplacement des déversoirs en V et des exfiltrations est illustré à la figure 1. Les débits d'exfiltration mesurés aux déversoirs en V ainsi que des débits d'exfiltration visuellement estimés sont indiqués au tableau 5. L'eau s'écoulant des drains de pied, des points d'exfiltration et des déversoirs en V était claire et ne contenait pas de particules en suspension visibles. Les débits étaient généralement faibles et correspondaient aux valeurs attendues. On envisage d'ajouter des déversoirs en V au réseau de suivi.

Aucune zone de tassement ou dépression qui indiquerait la présence de vides dus soit à de la suffusion ou à un phénomène de renard n'a été observée. Aucune évidence d'érosion interne n'a été observée. Il a donc été conclu qu'aucune érosion interne n'a lieu qui pourrait nuire à l'intégrité des structures.

### **Études prévues et en cours**

Des études visant à éliminer ce danger en tant que mode de défaillance crédible pour l'installation sont en cours ou prévues et comprennent ce qui suit :

- Examen des documents de construction antérieurs pour évaluer la compatibilité filtrante entre les sols naturels et les matériaux de construction
- Surveillance piézométrique pour mesurer les gradients des transitions d'érosion possibles
- Modélisation des exfiltrations pour valider les gradients mesurés
- Évaluation des effets potentiels du gel sur l'intégrité du noyau

## **5.2.2 Instabilité**

### **Conception de référence et revues subséquentes**

Des analyses de stabilité ont été effectuées lors de la phase initiale de conception des digues de rétention (Golder, 1993). Les dimensions des digues initiales ont été conçues pour atteindre un facteur de sécurité minimal de 1,5, sous des conditions de fin de construction et d'opération. À ce temps, les analyses sismiques des digues ont été effectuées en utilisant une accélération sismique ayant une période de récurrence de 1:1 000 ans. La valeur sismique a été modulée sur la base d'une analyse unidimensionnelle de réponse de la colonne de sols. L'accélération horizontale de la surface du sol ainsi déterminée a été utilisée dans les analyses de stabilité pseudostatique. Les résultats démontraient un facteur de sécurité légèrement au-dessus de 1,1 pour toutes les digues. Il est à noter que les analyses de stabilité initiales se servent de la méthode d'analyse Bishop, populaire à l'époque. La méthode de Bishop n'est pas aussi rigoureuse que les méthodes actuellement utilisées et il n'est donc pas valable de comparer ces résultats aux critères de conformité modernes.

En se basant sur les résultats de la campagne de terrain initiale de 1992, l'ESD de 2005 (SNC-Lavalin, 2005) a confirmé un facteur de sécurité minimal de 1,3 pour des conditions à long terme, sauf pour la digue 1 D. Ce résultat a mené à l'élargissement de la berme en aval de la digue 1D en 2005. Le facteur de sécurité de 1,3 était jugé suffisant pour la condition d'exploitation à long terme. Un facteur de sécurité post-fermeture de 1,5 était recommandé. Les analyses sismiques effectuées lors de l'ESD de 2005 se basaient sur un événement sismique ayant une période de retour de 10 000 ans et contenaient également une analyse de réponse unidimensionnelle du sol pour tenir compte de la présence d'une colonne de sol. L'accélération horizontale de la surface du sol ainsi déterminée a été utilisée dans les analyses de stabilité pseudostatique. Les résultats ont confirmé des facteurs de sécurité légèrement au-dessus de 1 pour toutes les digues. L'analyse du potentiel de liquéfaction a indiqué que des zones localisées de till de densité relativement basse, présentes dans les fondations des digues, pouvaient

être potentiellement liquéfiables dans le cas du séisme de conception. Des analyses post-liquéfaction ont confirmé que si ces zones devaient se liquéfier, les digues demeureraient stables.

L'ESD de 2010 (Klohn Crippen Berger, 2011) comprenait une évaluation préliminaire du potentiel de liquéfaction et une évaluation de la perte de résistance cyclique sur la base des résultats de la campagne initiale de terrain menée en 1992. L'ESD de 2010 a conclu qu'une proportion plus grande que précédemment estimée des matériaux de fondation pouvait être potentiellement liquéfiable. Une évaluation préliminaire de stabilité a conclu que les facteurs de sécurité en condition post-liquéfaction, pour une section typique de la digue du parc, ne répondaient pas aux lignes directrices actuelles recommandées. Il avait été recommandé qu'une investigation de terrain et des études en laboratoire additionnelles soient effectuées.

Golder a effectué une analyse supplémentaire d'évaluation de liquéfaction et des analyses de stabilité post-liquéfaction en 2013 (Golder, 2013). Sur la base des données géotechniques de terrain collectées en 1992, l'analyse a indiqué qu'il existait un potentiel que la strate de silt située sous les digues 1C et 2B se liquéfie lors de l'événement sismique de conception. Les analyses qui ont été effectuées en utilisant des paramètres de résistance proches de la limite inférieure pour le silt liquéfié ont indiqué que la digue 2B avait des facteurs de sécurité inférieurs à la cible. Cependant, ces analyses ne prenaient pas en compte la consolidation ayant possiblement pu se produire après la construction des digues; de plus, il a été observé que les données d'investigation de terrain n'utilisaient pas des techniques actuelles, puisqu'elles n'existaient pas en 1992. Il a donc été recommandé qu'un programme d'investigation géotechnique ciblé soit entrepris afin de confirmer la validité des analyses. La nouvelle investigation de terrain a été complétée à l'automne 2017 et les analyses subséquentes étaient en cours au moment de la rédaction de ce rapport. En support aux analyses de stabilité, une évaluation révisée des risques sismiques propres au site a été effectuée (ébauche en cours de révision). En outre, des instruments supplémentaires sont en cours d'installation pour valider les hypothèses piézométriques des analyses.

### *Instrumentation de monuments d'arpentage*

L'analyse détaillée des données de suivi est présentée à la section 4.3.

Les Recommandations de sécurité des barrages de l'ACB (ACB, 2013), section 3.6.3, suggèrent l'usage d'instrumentation sur les digues en mesure complémentaire aux évaluations visuelles régulièrement faites afin de vérifier la performance des digues, relativement à leurs modes potentiels de rupture. La section 4.3.2 présente un résumé du tassement et des mouvements horizontaux mesurés et observés au parc à résidus.

Les mouvements horizontaux et verticaux des monuments présentés au tableau 4 demeurent relativement limités. Certaines tendances ont été remarquées et les commentaires suivants ont été émis :

- Les monuments présentent des mouvements avec des amplitudes similaires à celles de l'étude de 2019.
- Les tassements progressifs (de 2019 à 2020) étaient généralement inférieurs à 2 mm (ce qui correspond à la précision déclarée du levé). Le tassement progressif maximal était de 5 mm pour un instrument (SP-11-4) situé sur la crête de la digue 4 B.
- SP-11-1 SP-11-3, SP-11-4 et SP-11-5 présentent des tassements de quelques millimètres par an. Cependant, il n'y a aucun signe d'accélération des tassements. Les autres monuments d'arpentage présentent le nombre total de tassements qui se sont stabilisés ou qui sont variables (mouvements mineurs vers le haut et vers le bas) au fil des ans.

- Le plus grand mouvement (tassement de 27 mm) se produit au monument SP-11-3, sur la digue 4 B. L'ampleur des déformations indiquées par les instruments de suivi se situe dans les limites admises; elle ne présente pas un problème de sécurité de la digue, mais justifie un suivi continu en tant que meilleure pratique.
- Aucun des points de suivi ne présente de mouvements horizontaux indiquant des mouvements de masse des bermes.

### **Performance observée**

L'apparition de fissures longitudinales a été documentée le long de la crête de la digue 1 lors des derniers hivers. Une observation générale est que la gravité de la fissuration de la crête en 2019 et en 2020 est moins marquée que les années précédentes. Golder (2015) a inspecté et analysé les fissures et a conclu qu'elles étaient causées par l'action du gel, exacerbée par le déneigement éolien de l'épaulement amont de la digue. Aucune preuve du contraire n'a été observée au moment de l'inspection.

Il est probable qu'il continuera d'y avoir des fissures longitudinales annuellement. Il peut être nécessaire d'entreprendre des enquêtes pour confirmer qu'il n'y a aucun risque associé pour l'intégrité du noyau. Un suivi continu des fissures est requis.

### **Études prévues et en cours**

Des études visant à éliminer ce danger en tant que mode de défaillance crédible pour l'installation sont en cours ou prévues et comprennent ce qui suit :

- Évaluation des dangers sismiques propres au site et mise à jour de la stabilité sismique et de la susceptibilité à la liquéfaction pour une période de retour sismique de 1 : 10 000 ans.

## **5.2.3 Débordement**

### **Conception de référence**

Les digues du parc à résidus et du bassin de polissage ont été initialement conçues avec une revanche respective de 2,0 m et de 1,5 m. En 2020, la revanche variait entre 1,75 à 2,05 m dans le parc à résidus et de 3,15 à 3,39 m dans le bassin de polissage. Dans les deux cas, les niveaux d'eau élevés sont associés à la crue printanière.

Une revue de la revanche a été réalisée lors de l'ESD de 2010 (Klohn Crippen Berger, 2011), conformément aux lignes directrices de l'ACB (2007). Les résultats indiquent que les vagues pourraient atteindre une élévation inférieure ou égale à 316,89 m dans le PAR, en conditions normales et lors des conditions de crue maximum probable. Puisque cela est moindre que l'élévation minimum en crête de 318,0 m, il a été conclu que la protection contre une condition de franchissement des vagues était suffisante pour le parc à résidus. Quant au bassin de polissage, la revanche actuelle de 3,15 m est considérée plus que suffisante.

La capacité d'évacuation des crues a été améliorée par la construction d'un deuxième déversoir d'urgence au parc à résidus en 2005. SNC-Lavalin (2006) a estimé que dans le cas où le déversoir actif et le premier déversoir d'urgence étaient bloqués par l'activité des castors, le deuxième déversoir d'urgence serait en mesure de passivement évacuer l'événement de crue 1:10 000 ans selon une élévation d'étang maximum de 316,77 m. Ce niveau est proche du sommet du noyau de till, mais demeure au moins 1,23 m sous l'élévation de la crête de la digue.

### **Données d'instrumentation**

Le niveau d'eau du bassin de résidus a été mesuré à l'aide d'une jauge limnimétrique en eaux libres en 2020. Pour la période 2011-2020, l'élévation varie généralement d'une valeur minimale de 315,95 m à l'automne, à une valeur maximale de 316,25 m (charge hydraulique de 15 cm sur le seuil) au printemps. Les niveaux minimaux historiques ont été enregistrés à l'automne 2010 (315,17 m) et les niveaux maximaux au printemps 2019 (316,25 m). Cela peut refléter des précipitations printanières plus importantes que la moyenne ainsi qu'une augmentation de la fréquence des mesures en 2020. Les exigences de revanche minimum, prescrites par l'ACB, ont été maintenues en 2019-2020.

### **Performance observée**

Lors de la visite de site, le niveau d'eau du parc à résidus était de 316,09 m. La revanche était supérieure aux exigences minimales de l'ACB au moment de l'inspection du site et ne constituait pas, par conséquent, une préoccupation de sécurité. La présence de trois déversoirs au bassin de résidus et de deux déversoirs au bassin de polissage permet d'atténuer considérablement le risque de débordement. Des caméras fournissent des photos des déversoirs quotidiennement, ou lorsqu'elles sont déclenchées.

### **Études prévues et en cours**

Une étude hydrologique consolidée (version préliminaire en attente de révision) a permis d'établir que le bassin du parc à résidus et le bassin de polissage avaient une capacité suffisante pour subir une crue maximale probable en toute sécurité, avec une marge importante. Teck a fait preuve de diligence dans l'entretien des déversoirs. Dans le contexte d'un entretien de fermeture actif, il est conclu que le débordement n'est pas un mode de défaillance crédible. Les résultats de l'étude seront utilisés pour mettre à jour les plans d'intervention assortis de déclencheurs (TARP) liés aux niveaux des bassins.

## **5.3 Revue des conditions en amont et en aval**

Aucun changement aux conditions générales en aval des bassins de résidus et des bassins de polissage n'a été signalé à Golder, et les observations faites dans les zones au pied des bermes appuient cette conclusion. Les conditions amont concernent seulement un bassin versant très limité. Aucun changement aux conditions dudit bassin versant n'a été rapporté à Golder.

## **5.4 Revue de la classification des digues**

### **5.4.1 Classification des conséquences relatives aux digues**

La classification des conséquences relatives aux digues a changé avec le temps. Présentement, cette classification a été établie comme un risque « très élevé » pour toutes les digues, à l'exception de la digue 4H, dont le risque a été établi comme « élevé ».

La classification des conséquences relatives aux digues est fondée sur les conséquences d'une rupture, quelle que soit la probabilité d'une rupture potentielle de la digue, et ne doit pas être confondue avec le risque de rupture, qui est une combinaison de la probabilité et des conséquences. Klohn Crippen Berger a effectué la classification des conséquences de rupture des digues dans le cadre de l'ESD 2010 (Klohn Crippen Berger, 2011). Le tableau 9 présente les critères de classification des digues lesquels sont basés sur les directives de l'ACB (2007). La classification des digues au parc à résidus (digues 1 et 2) a été établie comme un risque « très élevé » à « extrême ». La classification de la digue 4B au bassin de polissage a été établie comme un risque « élevé ». Les digues du parc à résidus ont été classifiées dans les catégories de conséquences « très élevée » à « extrême » puisqu'il est attendu que la population à risque soit constituée de résidents permanents

dont les maisons sont situées sur le parcours de l'inondation et pour lesquels les pertes de vie potentielles sont prévues être entre 10 à plus de 100. Il est à noter, cependant, que la population à risque a été estimée sans l'avantage d'une analyse de la rupture de la digue, et que la classification doit donc être considérée comme qualitative.

**Tableau 9 : Classification des digues en termes de conséquences de rupture (selon ACB, 2007)**

Classe de la digue	Population à risque <sup>(a)</sup>	Pertes incrémentales		
		Pertes de vie <sup>(b)</sup>	Valeurs sur le plan de l'environnement et des biens culturels	Infrastructure et pertes économiques
Risque faible	Aucun	0	Pertes à court terme minimales. Aucune perte à long terme.	Faibles pertes économiques; zone ne comptant qu'un nombre limité d'infrastructures ou de services.
Risque important	Temporaire seulement	Nombre non spécifié	Aucune perte significative ni détérioration de l'habitat piscicole ou faunique. Perte d'habitat marginal seulement. Restauration ou indemnisation en nature très possible.	Pertes d'installations de loisirs, de lieux de travail saisonnier et de voies de transport peu utilisées.
Risque élevé	Permanente	10 ou moins	Perte ou détérioration d'une partie importante de l'habitat piscicole ou faunique. Restauration ou indemnisation en nature très possible.	Pertes économiques élevées touchant les infrastructures, le transport public et les installations commerciales.
Risque très élevé	Permanente	100 ou moins	Perte ou détérioration importante de l'habitat piscicole ou faunique essentiel. Restauration ou indemnisation en nature possible, mais non pratique.	Pertes économiques très élevées touchant des infrastructures ou des services importants (p. ex. autoroutes, installations industrielles et installations d'entreposage de produits dangereux).
Risque extrême	Permanente	Plus de 100	Perte majeure de l'habitat piscicole ou faunique essentiel. Restauration ou indemnisation en nature impossible.	Pertes extrêmes touchant des infrastructures ou des services essentiels (p. ex. hôpitaux, complexes industriels importants et grandes installations d'entreposage de produits dangereux).

Source : ACB (2007)

(a) Définitions visant la population à risque :

Aucune - Il n'y a pas de population à risque définissable, donc aucune possibilité de pertes de vie autre que par suite d'un incident imprévisible.

Temporaire - Les personnes ne sont présentes que provisoirement (en raison, p. ex., de leur utilisation saisonnière d'une maison de campagne, de leur circulation sur une route ou de leur participation à des activités de loisirs) dans la zone qui serait inondée en cas de rupture du barrage.

Permanente - La population à risque se trouve habituellement (p. ex. les résidents permanents) dans la zone qui serait inondée s'il y avait rupture du barrage; on recommande d'utiliser trois classes de risques (élevé, très élevé, extrême) pour obtenir une estimation plus détaillée du nombre potentiel de pertes de vie (pour aider à la prise de décisions si l'analyse appropriée est effectuée).

(b) Implications en ce qui concerne les pertes de vie :

Nombre non spécifié - Le niveau de sécurité nécessaire au barrage lorsque des personnes sont provisoirement à risque dépend du nombre de personnes, de la durée d'exposition, de la nature de leurs activités et d'autres facteurs. Une classe de risque supérieure pourrait être plus appropriée, si les conditions l'exigent. Toutefois, l'exigence de la crue de sécurité, par exemple, pourrait ne pas être plus élevée si la population temporaire est vraisemblablement absente durant la saison des crues.

Une étude du parcours d'inondation relatif à l'installation de gestion des résidus a par la suite été effectuée par SNC-Lavalin (2012) sur la base des directives de l'ACB (2007). L'étude a pris en compte deux scénarios

potentiels de rupture et a évalué l'impact qui en découlerait pour des récepteurs situés en aval. Les résultats ont indiqué que la classification des conséquences pour les digues du parc à résidus était de niveau « très élevé ». La classification était déterminée par les conséquences environnementales d'une rupture de digue qui aurait un impact sur la rivière Bourlamaque, dont les travaux de réhabilitation seraient complexes. La réduction de « extrême » à « très élevée » est le résultat de la réduction de la population estimée à risque en cas de rupture d'une digue à moins de 100.

#### 5.4.2 Revue

Aucun nouvel élément n'est disponible pour appuyer une modification à la classification des digues. Cependant, Teck a demandé à Golder d'évaluer la stabilité et la performance physique des diverses structures du PAR et du bassin de polissage dans des conditions de charge extrêmes, à savoir une crue maximale probable et un événement sismique avec période de retour de 1 : 10 000 ans. Ces conditions de charge de référence s'appliquent à une classification de conséquences extrêmes, soit le niveau de conséquence le plus élevé envisagé dans les directives de l'ACB. Si la performance des structures dans des conditions de charge extrêmes est vérifiée, Teck pourra choisir de mettre fin à l'examen périodique de la classification des conséquences. La classification des conséquences pourra redevenir nécessaire si les directives de classification des structures évoluent ou si l'ampleur des événements de charges extrêmes change.

### 5.5 Performance physique

La performance générale du parc à résidus Louvicourt et du bassin de polissage est bonne. Les observations faites lors de l'inspection sont conformes aux bonnes performances géotechniques. La revue des lectures de l'instrumentation présentée à la section 4.3 ne démontrait pas de tassement ni de déplacement qui indiquerait une détérioration de la stabilité physique.

Les sections 4.1 et 6.6 présentent les observations effectuées au site ainsi que les actions recommandées afin de supporter la performance du parc à résidus sur le long terme. Les résultats des analyses de stabilité des digues 1C et 2B devraient être prises en considération dans l'évaluation continue de leur performance physique.

### 5.6 Performance d'exploitation

Le parc à résidus Louvicourt est fermé et aucune activité d'entreposage des résidus ni activité régulière d'exploitation des bassins n'a lieu. Des batardeaux sont ajoutés au déversoir du bassin de polissage et enlevés de celui-ci au besoin, pour contrôler le pH de l'effluent.

### 5.7 Revue du manuel EES

Le manuel d'exploitation, d'entretien et de surveillance (EES) pour le parc à résidus a été mis à jour en mars 2017 (Golder, 2017), avec une mise à jour provisoire en 2019, et une autre en 2020. Une nouvelle version suivant le guide OES 2019 de l'Association minière du Canada (AMC) devrait être terminée au deuxième trimestre de 2021.

### 5.8 Revue de la préparation et de l'intervention en cas d'urgence

Un plan de préparation et d'intervention en cas d'urgence pour le parc à résidus a été finalisé en 2017. Golder a effectué la revue de la version publiée le 22 mars 2019. Le plan est considéré comme étant à jour et approprié. Teck a également préparé une version préliminaire de plan d'intervention d'urgence pour les mines, qui comprend des procédures d'intervention pour les bassins de résidus miniers et de polissage avec contribution de l'ingénieur de référence, et une fois achevé, ce plan remplacera le PIU. La plus récente mise à l'essai du plan d'intervention d'urgence pour les mines a été effectuée pour l'installation le 3 novembre 2020.

## 6.0 SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

### 6.1 Résumé des activités de construction, d'exploitation et d'entretien

Le peigne à débris du bassin de résidus a été remplacé en 2020. Des programmes de forage et d'instrumentation ont été menés sur les diverses structures en 2020. Aucune autre construction importante n'a eu lieu. Les activités de surveillance et d'entretien suivantes ont été réalisées en 2019-2020 :

- Inspections de routine
- Arpentage des monuments
- Élimination de la végétation dans les déversoirs d'urgence
- Élimination des débris dans le canal du déversoir actif du bassin de polissage
- Utilisation de batardeaux au bassin de polissage de janvier à mars 2020 pour accroître le temps de rétention et contrôler le pH des effluents

### 6.2 Résumé des bilans climatique et hydrique

Les précipitations totales au cours de l'année hydrologique (novembre 2019 à octobre 2020) ont été de 1 009,6 mm, soit 11 % de plus que la moyenne à long terme de 912,7 mm. D'après l'étude hydrologique consolidée pour le site de Louvicourt (Golder, 2020b), cela correspond à une année de précipitations humides d'environ 1 : 25 ans. Les mois de mars (110,1 mm par rapport à une moyenne à long terme de 55,3 mm), septembre (158,3 mm par rapport à une moyenne à long terme de 101,3 mm) et octobre (120,8 mm par rapport à une moyenne à long terme de 84 mm) ont été particulièrement humides.

D'après un bilan d'eau sommaire, il est estimé que 0,5 million de mètres cubes d'eau ont été déchargés au bassin de polissage par le déversoir.

### 6.3 Résumé de la performance

La performance générale du parc à résidus Louvicourt et du bassin de polissage est bonne, et ne nécessite pas de travaux ni de correctifs majeurs. Les travaux mineurs à prendre en considération sont résumés à la section 6.6. Toutes les actions recommandées à la section 6.6 visent à obtenir une bonne performance à long terme ou à améliorer la compréhension globale des problèmes de stabilité potentiels à long terme.

### 6.4 Classification des conséquences

Aucun changement n'est recommandé en lien avec la classification des conséquences du parc à résidus. Comme la stabilité des structures est évaluée à l'aide des critères associés à la classification de conséquences la plus élevée (conséquences extrêmes), Teck pourra choisir de mettre fin à l'examen périodique de la classification des conséquences. La classification des conséquences pourra redevenir nécessaire si les directives de classification des structures évoluent ou si l'ampleur des événements de charges extrêmes change.

### 6.5 Tableau des déficiences et des non-conformités

#### Revue des déficiences et des non-conformités précédentes

Lors de la visite effectuée en 2019, il a été observé que les digues du bassin de résidus et du bassin de polissage étaient en bon état. Aucun changement significatif de l'état des digues depuis l'ISD de 2019 n'a été constaté. Les déficiences et non-conformités notées lors de l'IAPAR ainsi que leur statut sont présentées au tableau 10. Le tableau 11 fournit une description des niveaux de priorité utilisés dans le tableau 10.

**Tableau 10 : Statut des actions clés recommandées à la suite de l'inspection de sécurité annuelle des digues**

Structure	Identifiant	Déficiance ou non-conformité	Réglementation applicable ou référence au manuel EES	Action recommandée	Priorité	Échéance recommandée / statut
<b>Recommandations précédentes fermées ou remplacées</b>						
Digue 1E	2018-02	Le peigne à débris à l'entrée du déversoir opérationnel du bassin de polissage est endommagé	Manuel EES section 6.2	Réparer le peigne à débris.	3	TERMINÉ : peigne à débris remplacé — quatrième trimestre de 2020
Digue 1D	2018-03	Le chemin d'accès au deuxième déversoir d'urgence est susceptible à l'érosion	ACB 2013 section .5.5	Entreprendre une analyse de l'érosion afin d'évaluer l'intégrité de la berme. Au besoin, installer un dispositif de protection pour les pentes en travers de la route et du canal de sortie, afin d'éloigner l'écoulement potentiel du déversoir des bermes.	3	L'analyse a été effectuée et la note technique préliminaire a été soumise à Teck pour révision. Aucune mesure corrective ne devrait être nécessaire pour régler ce problème.
<b>Recommandations précédentes en cours</b>						
Tous	2015-06	Effectuer une revue de la stabilité sismique des digues et des conditions de liquéfaction	Directive 019 section 2.9.3	Effectuer une revue de la stabilité sismique des digues et des conditions de liquéfaction.	4	EN COURS – L'analyse de liquéfaction est terminée et l'analyse de déformation est en cours. Deuxième trimestre de 2021. Les résultats préliminaires donnent à penser que la performance sismique est adéquate.
Digue 4B	2019-02	Un remblai granulaire a été placé à l'est du déversoir principal, dans une zone conçue comme un déversoir d'urgence.	ACB 2013 section 3.5.5	Évaluer si la configuration actuelle peut surmonter la tempête de conception. Selon les premières indications, la configuration actuelle ne pose pas de problème de débordement.	2	EN COURS – Deuxième trimestre de 2021 Analyses effectuées, rapport préliminaire présenté. En attente de l'examen et de l'achèvement de l'étude hydrologique. Aucune mesure corrective ne devrait être nécessaire pour régler ce problème.

Structure	Identifiant	Déficiences ou non-conformité	Réglementation applicable ou référence au manuel EES	Action recommandée	Priorité	Échéance recommandée / statut
<b>Recommandations pour 2020</b>						
Digue 1A Digue 1C	2020-01	Le remplacement de l'enrochement sur les pentes intérieures des digues 1A et 1C est nécessaire.	ACB 2013 section 3.5.3	Installer un nouvel enrochement comme pour les digues 1B et 1D.	3	Prévoir progressivement pour 2021 et 2022.
Digue 1D	2020-02	Il y a de la végétation de plus grand diamètre (tronc de > 4 po) sur la berme de stabilité en aval de la digue 1D	Manuel EES section 6.2	Envisager l'abattage d'arbres	4	À envisager dans le cadre des activités d'exploitation et d'entretien.
Digue 4B	2020-03	Bois de grève accumulé sur la berme du bassin de polissage	Manuel EES section 6.2	Envisager l'enlèvement du bois de grève	4	À envisager dans le cadre des activités d'exploitation et d'entretien.

**Tableau 11 : Priorités et niveaux de risques**

Priorité (telle que définie par Teck Resources)	Description
1	Une probabilité élevée ou une préoccupation réelle à l'égard de la sécurité d'une digue, considérée comme immédiatement dangereuse pour la vie, la santé ou l'environnement ou un risque significatif de mise en application réglementaire.
2	Si non corrigé, cela pourrait vraisemblablement causer des préoccupations sur la sécurité d'une digue, conduisant à des blessures, un impact environnemental ou une mise en application réglementaire significative.
3	Occurrences uniques de déficiences ou de non-conformités qui, à elles seules, ne sont pas susceptibles de causer des préoccupations à l'égard de la sécurité d'une digue.
4	Meilleure pratique de gestion - Des améliorations additionnelles sont nécessaires de façon à rencontrer les meilleures pratiques de l'industrie ou à réduire les risques potentiels.

Remarque : La description des catégories de priorités est cohérente avec les directives de l'Association minière du Canada (AMC).

## 7.0 CLÔTURE

Nous espérons que le présent rapport répond à vos attentes. Nous demeurons disponibles pour répondre à toute question ou demande concernant ce rapport.

### **Golder Associés Ltée**

#### **ORIGINAL SIGNÉ PAR :**

Simon Chapuis, ing., M.Sc.A.  
*Chargé de projet*

#### **ORIGINAL SIGNÉ PAR :**

Laurent Gareau, ing., M.Sc.  
*Associé principal, Ingénieur géotechnique senior*

#### **ORIGINAL SIGNÉ PAR :**

Vlad Rojanschi, ing., Ph.D.  
*Associé, Ingénieur en ressources en eau senior*

LG/SC/IO/VD/cd

Golder et le concept G sur son logo sont des marques de commerce de Golder Associates Corporation

## 8.0 RÉFÉRENCES

- Association canadienne des barrages (ACB) 2013. *Dam Safety Guidelines*. Original en date de 2007, révisé en 2013.
- ACB 2019. *Application des recommandations de sécurité des barrages aux barrages miniers*. Bulletin technique. Publié en octobre 2014. Révisé en 2019.
- Environment Canada (Environment Canada National Climate Data and Information Archive). 2019. *Données de la station climatique 7098603 (Val-d'Or)*. Disponible au : [http://www.climate.weather.gc.ca/climateData/dailydata\\_e.html](http://www.climate.weather.gc.ca/climateData/dailydata_e.html)
- Golder Associés (Golder) 1993. *Rapport de conception, Parc à résidus, Projet Louvicourt*, Volumes 1 et 2, projet 921-7025E, janvier 1993.
- Golder 2013. *Liquefaction Potential Assessment for Louvicourt Mine Tailings Management Facility Dams, Val-d'Or*, Québec, Canada, projet 12-1118-0045, version préliminaire émise le 9 juillet 2013.
- Golder 2015. *Site Visit Summary - Louvicourt Tailings Facility, Technical Memo 07-1227-3006-002-TM-Rev0-5200*.
- Golder 2017. *Louvicourt Tailings Pond Post-Closure Operation Manual*, projet 1772996, mars 2017.
- Golder 2018. *Louvicourt Tailings and Polishing Ponds 2017 Dam Safety Inspection*, projet 1775965, mars 2018.
- Golder, 2018b. *Update to tailings design criteria for the Louvicourt talings sorage facility (TSF)*, projet 18111951, novembre 2018.
- Golder 2019. *Inspection de sécurité des digues 2018 des bassins de résidus et de polissage, Mine Louvicourt*, projet 18102172, mars 2019.
- Golder 2020. *Inspection de sécurité des digues 2019 des bassins de résidus et de polissage, Mine Louvicourt*, projet 19118317, mars 2020.
- Golder 2020b. *Consolidated Hydrological Report. Louvicourt Site*, projet 18108588, novembre 2020.
- Klohn Crippen Berger 2011 (KCB, 2011). *Louvicourt Tailings Facility 2010 Dam Safety Review, Report M09682A01*, Final report, January 2011.
- MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) *Directive 019 sur l'industrie minière*, mars 2012
- MERN et MDDELCC *Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec*, (ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec et ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques), novembre 2016.
- Morton, F.I., 1983. *Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the science and practice of hydrology*. Journal of Hydrology 66: 1-76.
- SNC-Lavalin 2005. *Dam Safety Review Louvicourt Tailings Facility*, File M-6837-1 (603562), janvier 2005.
- Maintien d'une couverture aqueuse au parc à résidus Louvicourt*, dossier 016944, mars 2006.

SNC-Lavalin 2012. *Tailings Pond Dam Break Analysis, Louvicourt Tailings Management Facility*, file 609461-4H00-40ER-0001, février 2012.

SNC-Lavalin 2015. *2015 Dam Safety Review – Final Report, Louvicourt Tailings Management Facility*, file 631224-0000-4GER-0001-00, juin 2017.

Teck 2014. *Teck Guideline for Tailings and Water Retaining Structures*, Teck Resources Ltd., novembre 2014.

WSP 2020. *Concrete Cap and Spillway Inspection*. Teck Resources Limited. Rapport n° 191-15652-00 daté du 31 mars 2020.

## 9.0 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE

Golder Associés Ltée (Golder) a préparé ce document d'une façon similaire au niveau de soin et de compétence qui est ordinairement porté par les membres des professions des sciences et du génie œuvrant actuellement dans des conditions similaires, à l'intérieur de la juridiction dans laquelle les services sont rendus, et qui sont soumis à des limites de temps et des contraintes physiques similaires à celles sous lesquelles ce document a été produit. Aucune garantie, expresse ou implicite, n'est fournie.

Ce document, incluant tous les textes, données, tableaux, plans, figures, dessins et autres documents contenus ici, a été préparé par Golder pour le bénéfice exclusif de Teck Resources Limited. Ce document représente le jugement professionnel de Golder, basé sur la connaissance et l'information qui étaient disponibles au moment de la rédaction du rapport. Golder n'est responsable d'aucune utilisation ou modification non autorisée de ce document. Toute tierce partie qui se fie à ce document le fait à ses propres risques.

Les données factuelles, les interprétations, suggestions, recommandations et opinions exprimées font référence au projet spécifique, aux conditions du site, à l'objectif de la conception, au développement et au but, décrits à Golder par Teck Resources Limited, et ne sont applicables à aucun autre projet ou emplacement. De façon à comprendre adéquatement les données factuelles, interprétations, suggestions, recommandations et opinions exprimées dans ce document, il faut faire référence à la totalité de celui-ci.

Ce document, y compris tous les textes, données, tableaux, plans, figures, dessins et autres documents, ainsi que les supports électroniques préparés par Golder, sont considérés comme le produit professionnel de son travail. Golder se réserve tous les droits d'auteur afférents aux produits de son travail professionnel. Teck Resources Limited peut effectuer des copies de ce document en nombre raisonnablement suffisant pour les besoins des parties impliquées et travaillant spécifiquement en lien avec le sujet de ce document ou en appui ou en réponse à des requêtes réglementaires et des comptes rendus. Les contenus électroniques sont susceptibles de subir des modifications non autorisées, une détérioration et une incompatibilité et, par conséquent, aucun groupe ne peut se fier exclusivement aux versions électroniques de ce document.

## Figures

Figure 1 : Vue générale du site de gestion des résidus

Figure 2 : Coupe typique des digues du parc à résidus

Figure 3 : Données mensuelles des précipitations de novembre 2019 à octobre 2020

Figure 4 : Mesures des niveaux d'eau - Piézomètres (fournies par Teck)

Figure 5 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage à la digue 1

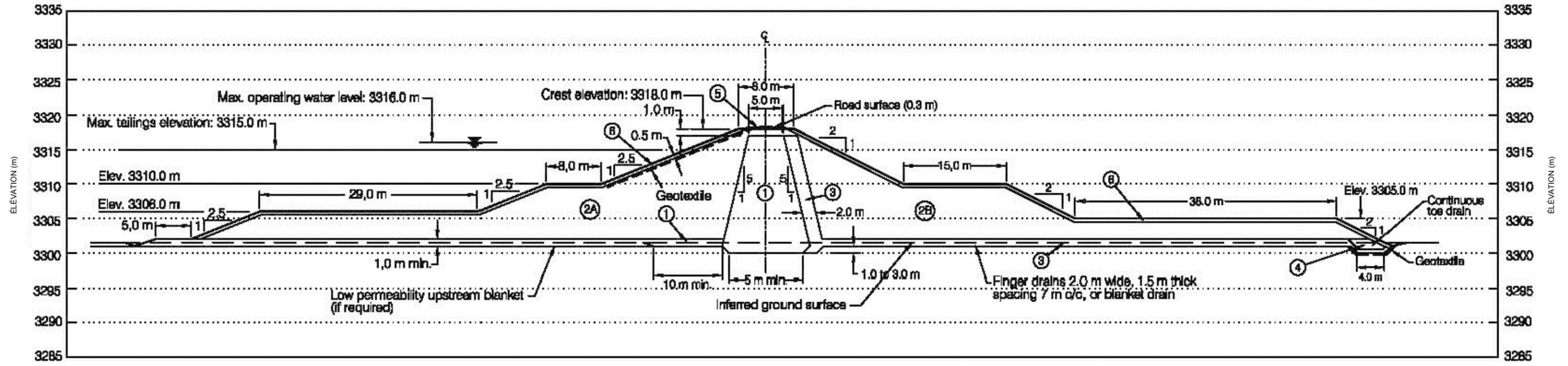
Figure 6 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage à la digue 2

Figure 7 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage à la digue 4

Figure 8 : Bassin de résidus de la mine Louvicourt - Tendances historiques du débit des exfiltrations mesuré aux déversoirs en V (fournies par Teck)



Chemin: \\golder\gpc\gpc\projets\TECK\LOUVICOURT\PRODUCTION\20145710\3000\_02\_Asp | Dernière édition par: Jaroub, Date: 2021-01-11, Heure: 9:58:42



- LÉGENDE**
- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| ① NOYAU DE TILL   | ④ DRAIN DE PIED : GRAVIER TRAITÉ |
| ②A ÉPAULEMENT AMONT EN SABLE OU EN SABLE ET GRAVIER TOUT VENANT | ⑤ SURFACE DE ROUTE               |
| ②B ÉPAULEMENT AVAL EN SABLE OU EN SABLE ET GRAVIER              | ⑥ ENROCHEMENT                    |
| ③ SABLE FILTRE TRAITÉ   |                                  |

CONFIDENTIEL

CLIENT  
TECK  
MINE LOUVICOURT

CONSULTANT	AAAA-MM-JJ	2020-12-18
	DESSINÉ	I. Arroub
	PROJETÉ	S. Chapuis
	RÉVISÉ	L. Gareau
	APPROUVÉ	L. Gareau



PROJET  
INSPECTION ANNUELLE 2020 DE SÉCURITÉ DES DIGUES

TITRE  
**VUE GÉNÉRALE DU SITE DE GESTION DES RÉSIDUS**

N° PROJET	PHASE	RÉV.	FIGURE
20145710	3000	0	2

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

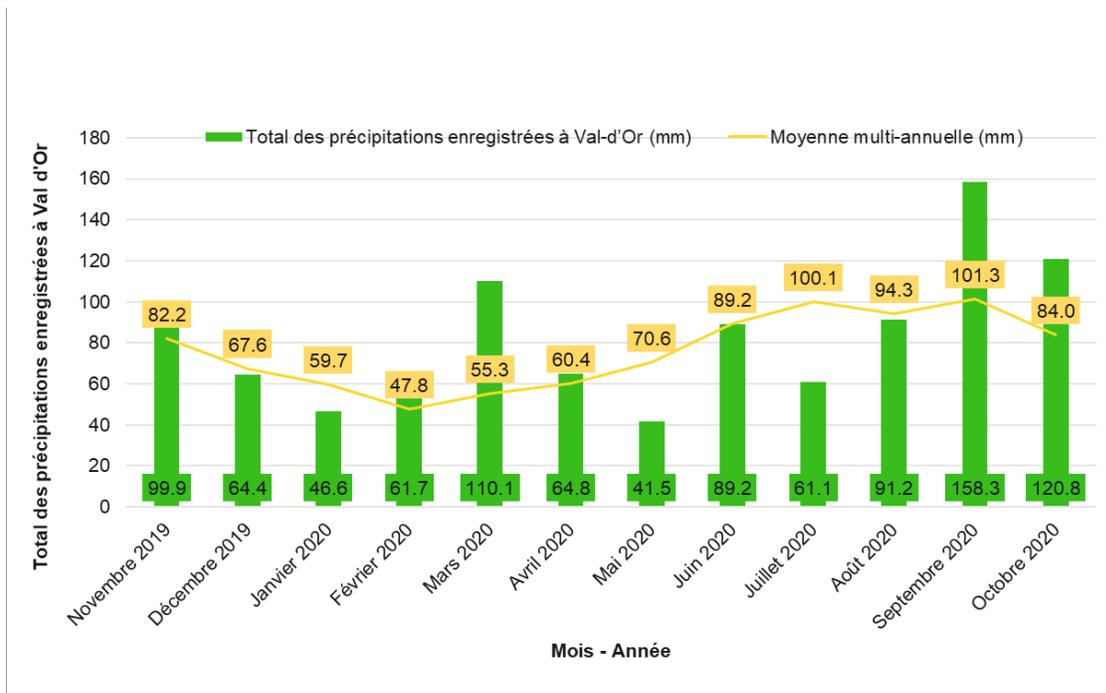
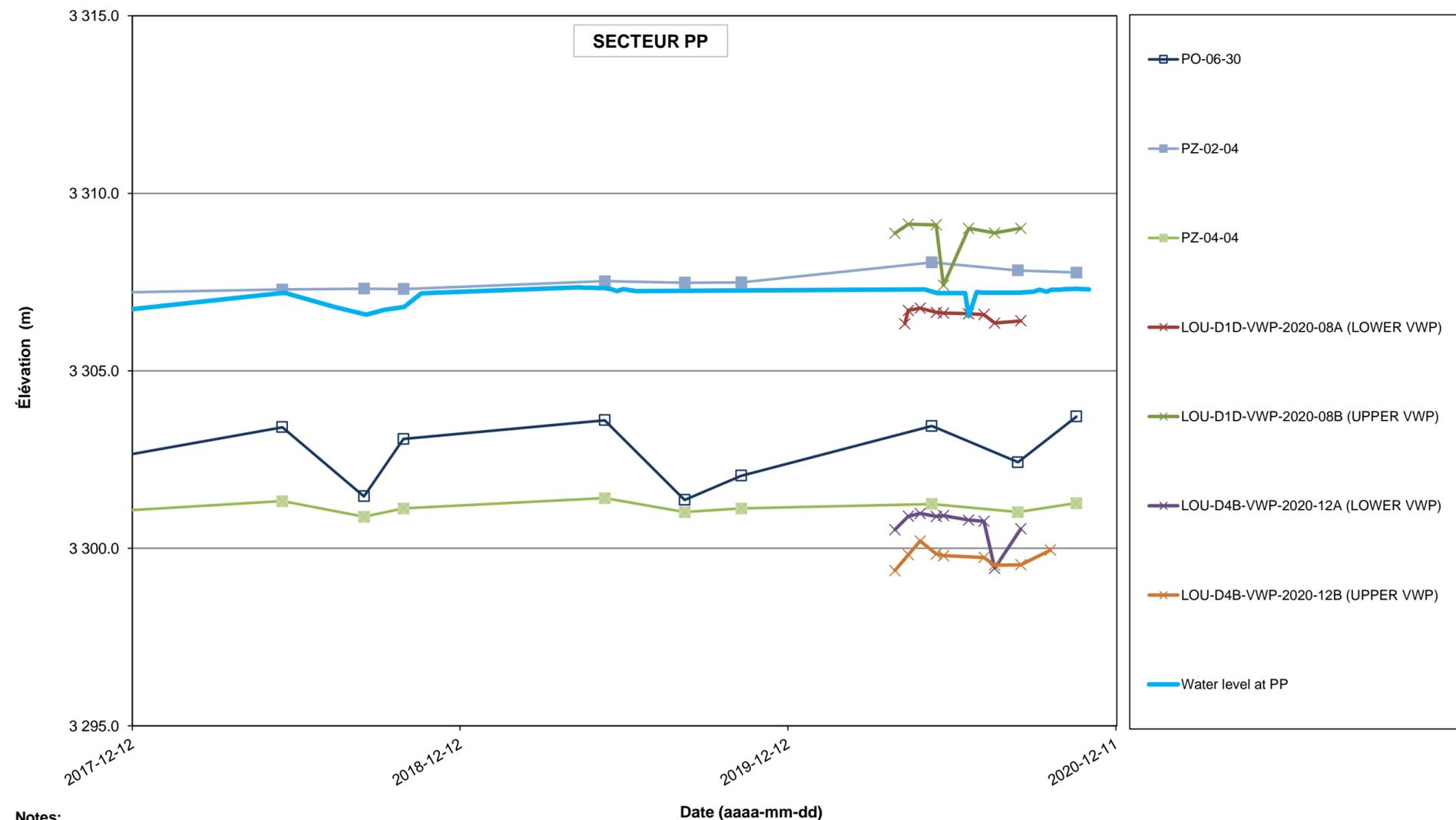
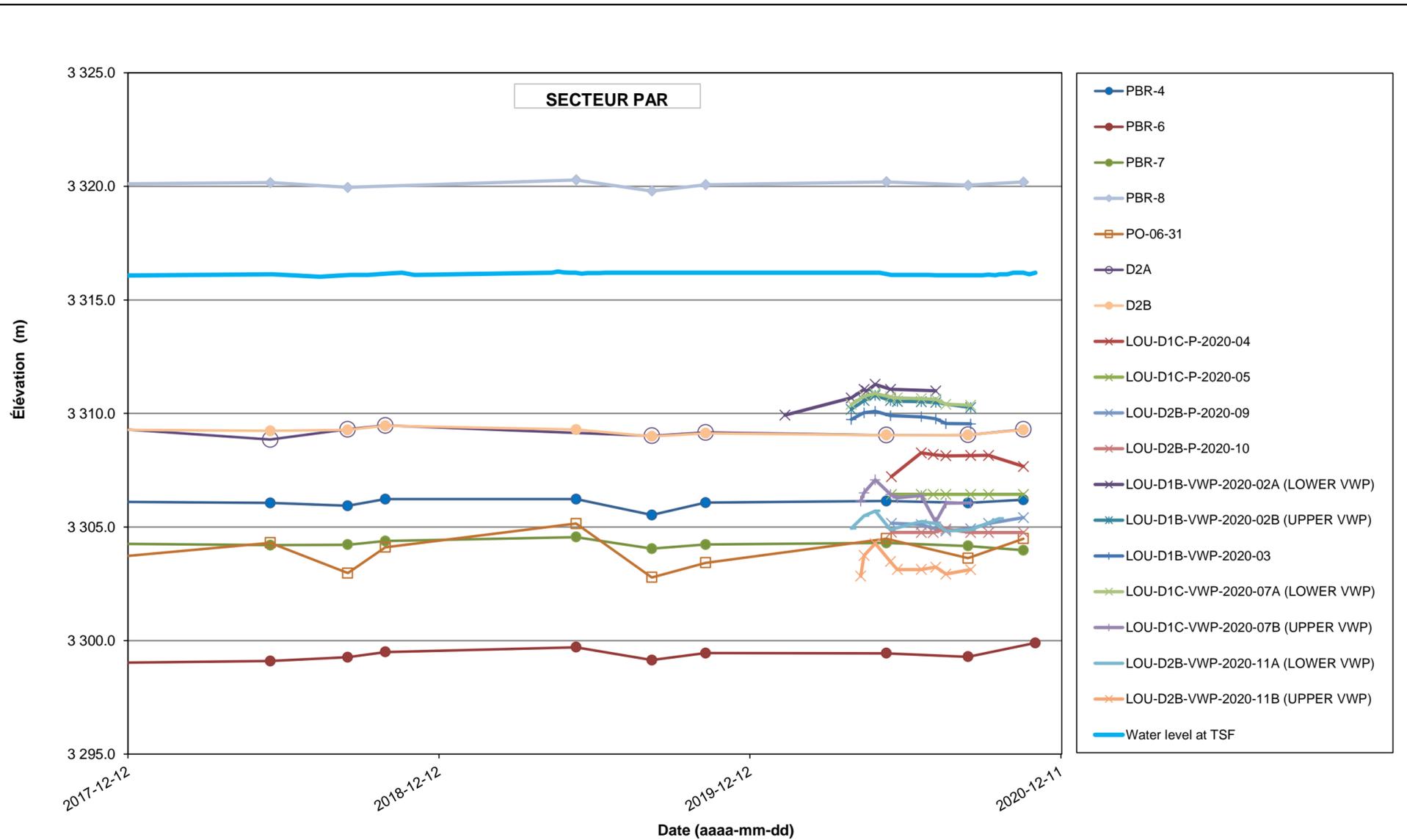


Figure 3: Précipitations mensuelles de novembre 2019 à octobre 2020



**Notes:**  
 PRA : Parc à résidus miniers de la Mine Louvicourt  
 BP : Bassin de polissage au parc à résidus miniers (PRA) de la Mine Louvicourt  
 PBR-8 : Le puits est situé en amont hydraulique du parc à résidus

<b>INSPECTION ANNUELLE 2020 DE SÉCURITÉ DES DIGUES</b>	<b>Élévations de l'eau souterraine dans les puits d'observations (fourni par Teck)</b>	
<b>Louvicourt PAR Teck Resources Ltd</b>	PROJET NO.	20145710-3000
	REV	0
	FIGURE	4

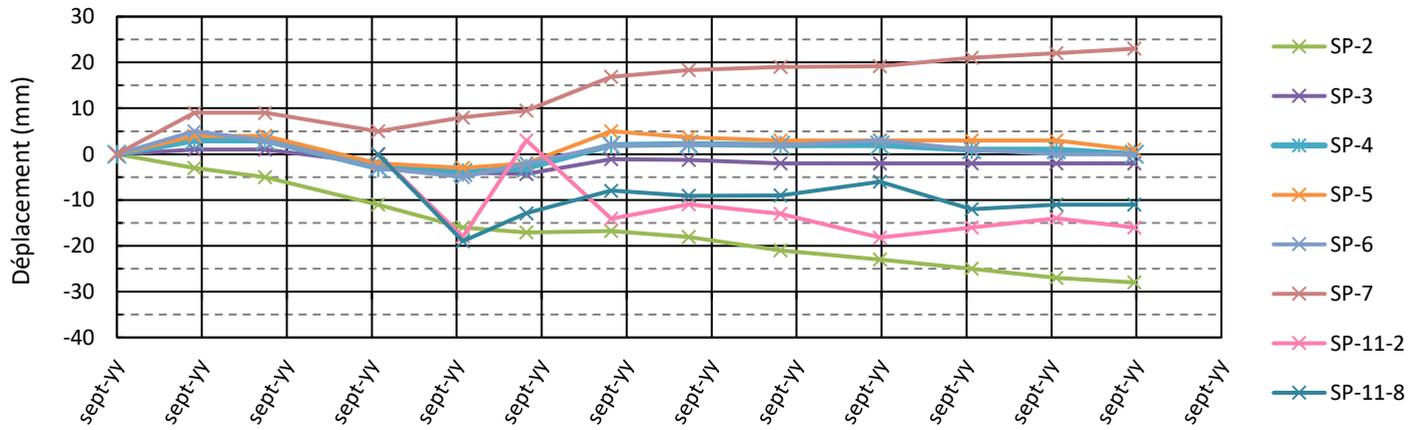


Figure 5 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage de la digue 1

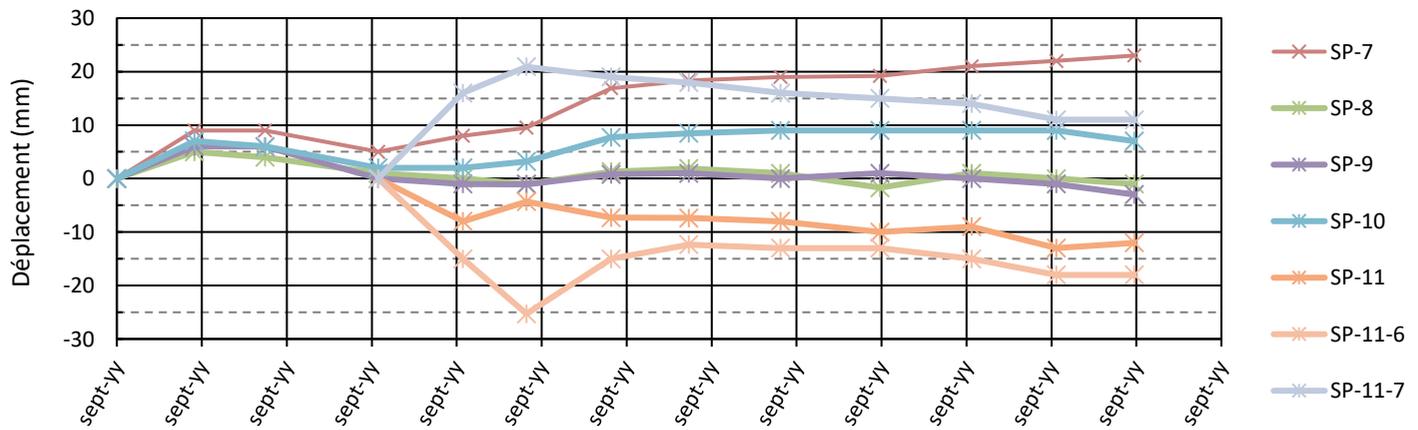


Figure 6 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage de la digue 2

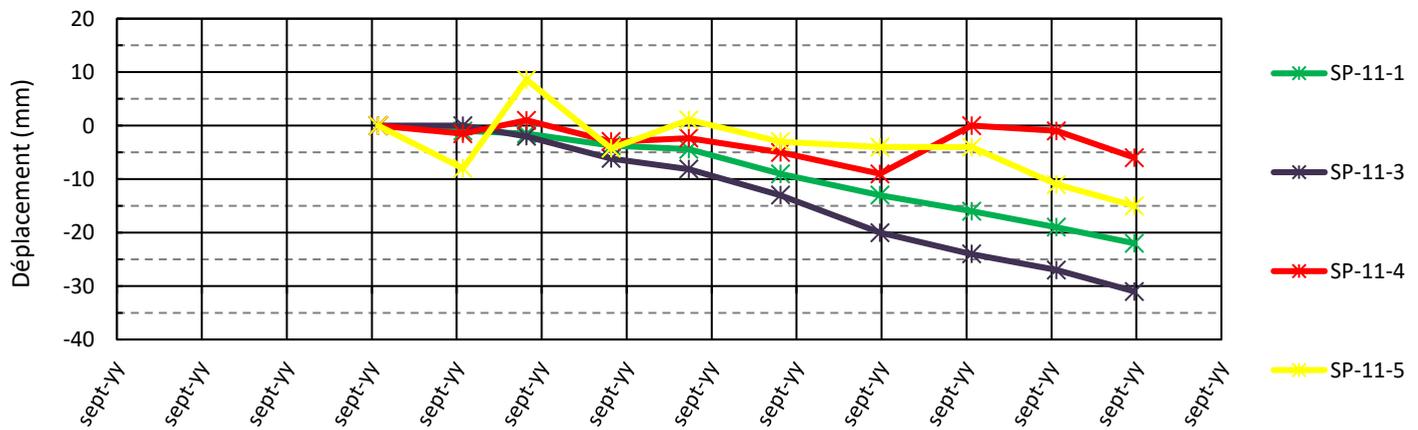
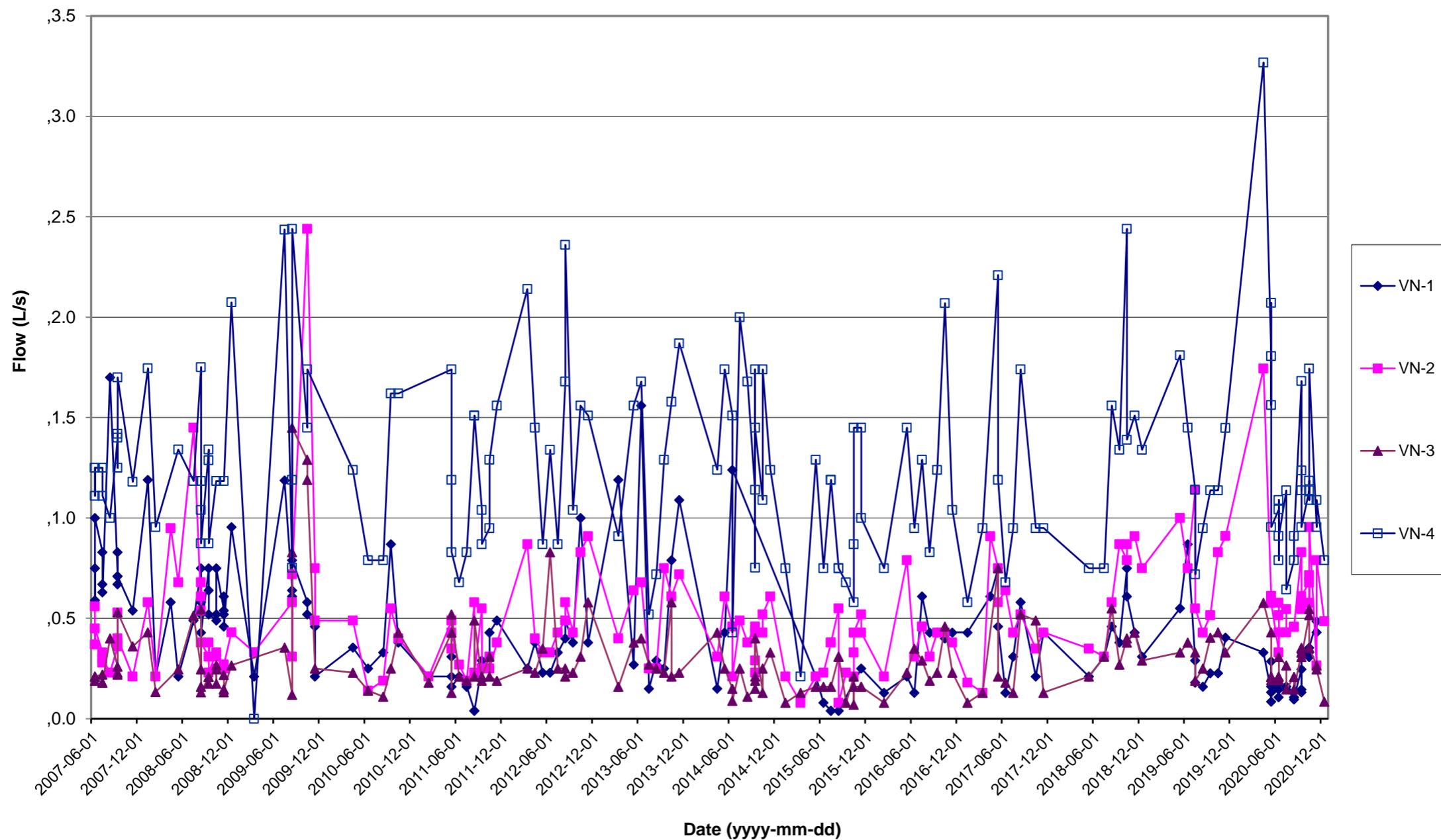


Figure 7 : Déplacement vertical des monuments d'arpentage de la digue 4

Note: positif = déplacement vers le haut



**INSEPTION ANNUELLE 2020 DE SÉCURITÉ DES DIGUES**

**Données historiques des mesures de débit aux déversoirs en V  
(fourni par Teck)**

**Louvicourt PAR  
Teck Resources Ltd**

PROJET NO. 20145710-3000

REV 0

FIGURE 8

**ANNEXE A**

**Fiches d'informations du PAR**

## Fiche d'informations du PAR

### Digue du PAR et du bassin de polissage de la mine

#### Digue 1

Type de digue	Noyau de till, enveloppe en enrochement
Hauteur maximale de la digue	13 m
Largeur de la crête de la digue	5 m
Zone de rétention	~ 1 000 000 m <sup>2</sup>
Volume des résidus	~6 500 000 t
Capacité du réservoir	~ 1 700 000 m <sup>3</sup> (élévation printanière maximale du bassin)
Classification des conséquences	Très élevé
Crue de conception (IDF)	Crue maximale probable (CMP)
Séisme de conception	1:10 000
Capacité du déversoir	12,7 m <sup>3</sup> /s combinés à un niveau d'eau de 317,0 m
Bassin versant	~ 2 100 000 m <sup>2</sup>
Accès à la digue	À partir de la crête de la digue

#### Digue 2

Type de digue	Noyau de till, enveloppe en enrochement
Hauteur maximale de la digue	15 m
Largeur de la crête de la digue	5 m
Zone de rétention	~ 1 000 000 m <sup>2</sup>
Volume des résidus	~6 500 000 t
Capacité du réservoir	~ 1 700 000 m <sup>3</sup> (élévation printanière maximale du bassin)
Classification des conséquences	Très élevé
Crue de conception (IDF)	Crue maximale probable (CMP)
Séisme de conception	1:10 000
Capacité du déversoir	S/O – Voir la digue 1
Bassin versant	~ 2 100 000 m <sup>2</sup>
Accès à la digue	À partir de la crête de la digue

#### Digue 4 – Bassin de polissage

Type de digue	Noyau de till, enveloppe en enrochement
Hauteur maximale de la digue	12,5 m
Largeur de la crête de la digue	5 m
Zone de rétention	150 000 m <sup>2</sup>
Volume des résidus	S/O
Capacité du réservoir	150 000 m <sup>3</sup> (élévation de la crête du déversoir + 0,1 m)
Classification des conséquences	Très élevé
Crue de conception (IDF)	Crue maximale probable (CMP)
Séisme de conception	1:10 000
Capacité du déversoir	22,0 m <sup>3</sup> /s combinés à un niveau d'eau de 309,5 m
Bassin versant	1 150 000 m <sup>2</sup>
Accès à la digue	À partir de la crête de la digue, ou accès au nord-est.

**ANNEXE B**  
**Photographies**



Photo 1 : Digue 1D - Nouvel enrochement placé en 2019 sur la pente amont.  
Vue vers le sud-est.



Photo 2 : Digue 1C – Zone d'enrochement dégradée sur la pente amont.  
Vue vers l'ouest.



Photo 3 : Digue 1E – Grille à débris en amont du déversoir d'opération du PAR, avant la nouvelle installation en novembre 2020.



Photo 4 : Digue 1E – Nouvelle grille a débris et passerelle installées en novembre 2020, en amont du déversoir d'opération du PAR.



Photo 5 : Digue 1D – Seuil en béton et du canal de l'évacuateur de crues en amont du déversoir d'urgence du PAR. La végétation a été défrichée en 2020.



Photo 6 : Digue 1D - Canal de l'évacuateur de crues en aval du déversoir d'urgence du PAR. La végétation a été défrichée en 2020.

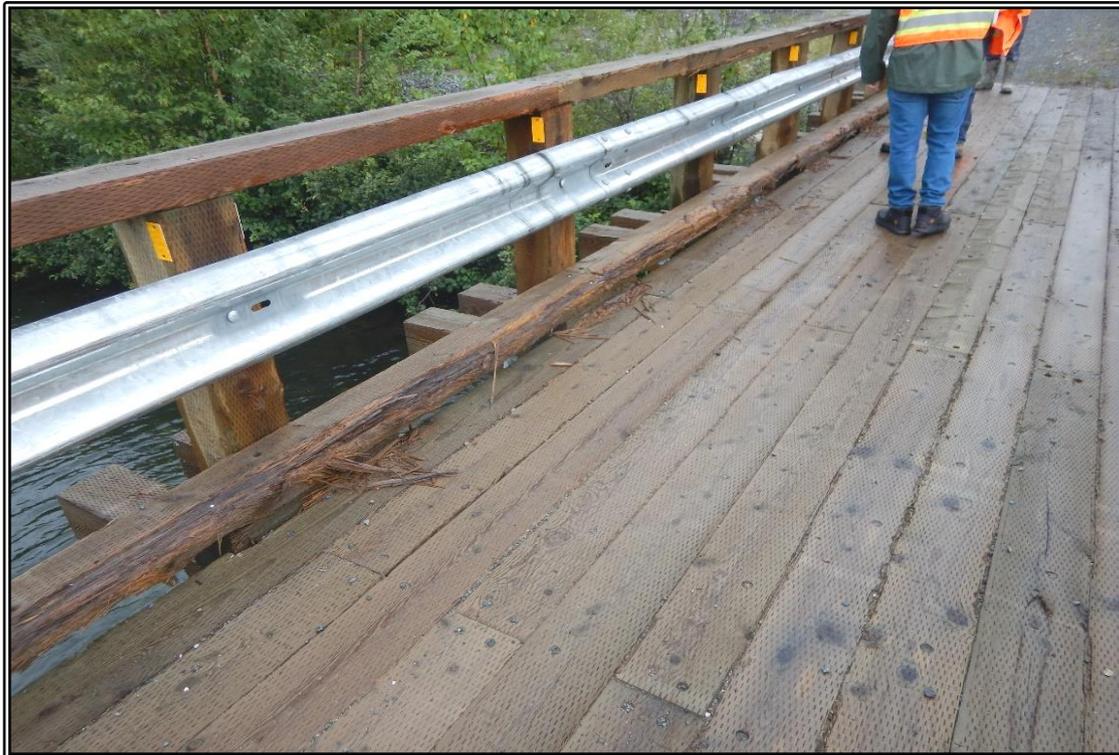


Photo 7 : Digue 1E – Pont du déversoir d'opération du PAR, en bon état.



Photo 8 : Digue 1A – Vue générale de la croissance végétale au pied du remblai.



Photo 9 : Digue 2B – Accumulation d'eau au pied de la digue en aval; eau claire.



Photo 10 : Digue 2A - Accumulation d'eau au pied de la digue en aval. Ce secteur représente une zone où la topographie naturelle dirige le ruissellement vers le PAR; une certaine accumulation à cet endroit est normale.



Photo 11 : Digue 2B - Ponceaux situés au nord-ouest du PAR. Drainage amélioré suite au retrait des débris durant la dernière année.



Photo 12 : Digue 4A – Croissance végétale importante sur les pentes latérales de la digue. Vue vers l'est.



Photo 13 : Digue 4B – Vue de la structure principale de contrôle du déversoir d'opération au BP et de la section de débordement en béton qui lui est adjacente. En bonne condition.



Photo 14 : Digue 4B – Épaulement nord du déversoir d'opération du BP. Écoulement mineur et accumulation d'eau au contact entre le roc et le béton de la structure.



Photo 15 : Digue 4B – Végétation à l'exutoire du canal Parshall situé en aval du déversoir d'opération du BP.

**ANNEXE C**

**Arpentage relatif au suivi des  
déplacements**

**LEVÉ EN XYZ  
DE DIX-NEUF (19) REPÈRES DE TASSEMENT  
EXISTANTS**

**PAR MÉTHODE GPS TEMPS RÉEL,  
NIVELLEMENT GÉOMÉTRIQUE  
ET  
TRIGONOMÉTRIQUE**

**MINE LOUVICOURT  
TECK RESOURCES LIMITED**

**CANTON LOUVICOURT**



**Corriveau J.L. & Assoc. inc.**  
1085, 3<sup>e</sup> Avenue Ouest  
Val d'Or (Québec) J9P 1T5

# LEVÉ EN XYZ DE DIX-NEUF (19) REPÈRES (PLAQUES) DE TASSEMENT EXISTANTS PAR MÉTHODE GPS TEMPS RÉEL, NIVELLEMENT GÉOMÉTRIQUE ET TRIGONOMÉTRIQUE

## RAPPORT D'OPÉRATION

### 1) INTRODUCTION :

À la demande de monsieur Morgan Lypka de la compagnie Teck Resources, nous nous sommes rendus sur le site du parc à résidus de la Mine Louvicourt situé dans le canton de Louvicourt pour y effectuer le levé de dix-neuf (19) plaques de tassement en XYZ afin de contrôler leur déplacement en horizontal et en vertical, à l'aide de la méthode GPS temps réel, les méthodes de nivellement géométrique et trigonométrique.

### 2) TRAVAUX TERRAIN EXÉCUTÉS :

Description des travaux :

En premier lieu, les travaux consistaient à lever par GPS temps réel haute précision ( $\pm 1\text{cm}$ ) la position XYZ de toutes les plaques de tassement. Nous avons utilisé un jalon calé avec un trépied « tripode » pour maintenir l'antenne GPS en stabilité parfaite et ainsi obtenir une meilleure précision de nos observations. De plus, chacune des plaques de tassement a fait l'objet de trois (3) séquences d'observation différentes à environ quinze (15) minutes d'intervalle ou plus pour avoir des géométries différentes de la position des satellites. Chaque séquence d'observation comptait trois (3) moyennes de dix (10) lectures chacune avec une rotation de  $120^\circ$  du jalon à chaque moyenne pour une plus grande justesse et annuler l'erreur de verticalité du jalon porteur du récepteur GPS. Tous les travaux ont été réalisés dans le système SCOPQ (projection MTM) fuseau 9, NAD83, mais appuyés ou comparés sur les points du « *tableau des Points d'appui et de contrôle levés au GPS Temps réel – Système SCOPQ Fuseau 9 NAD83* » (voir le point 6 du rapport), soit les mêmes points de référence ancrés dans le roc que les années précédentes.

Comme à chaque année, nous avons gardé le point **94-257** comme point de référence principal, alors que trois (3) autres points d'appui secondaires servaient de validation du point d'appui principal ainsi que de témoin de la bonne opération et de la justesse de nos méthodes de levé au GPS RTK. Notez que deux (2) points de référence (**94-256** et **94-260**) n'ont pas été observés en raison de la trop forte densité du boisé qui influence négativement la qualité des observations GPS.

La deuxième partie des travaux consistait à faire le cheminement vertical avec un niveau géométrique électronique de haute précision et une mire code-barres Invar pour obtenir une précision verticale de quelques millimètres de toutes les plaques de tassement placées sur le sommet des digues. Le point de départ du cheminement est le repère **94-257** (ancré dans le roc) d'une élévation fixe de **3316.707m (Mine)** ou **316.707m (altitude N.M.M)**. Nous avons effectué huit (8) cheminements en boucle obtenant des écarts de fermeture de 1mm, 1mm, 1mm, 0.8mm, 0.4mm, 1mm, 0.3mm et 1.3mm. Le premier cheminement en boucle s'étend sur une distance totale (incluant aller et retour) de 512m entre le repère **94-257** et le moniteur **B-1** avec une erreur de fermeture de 1mm. Le deuxième cheminement en boucle s'étend sur une distance de 668m totale (incluant aller et retour) entre le repère **94-257** et le moniteur **JLC-2011-3** avec une erreur de fermeture de 1mm. Le troisième cheminement en boucle s'étend sur une distance totale (incluant aller et retour) de 1986m entre le repère **94-257** et le moniteur **B-7** avec une erreur de fermeture de 0.8mm. Le quatrième cheminement liant le moniteur **JLC-2011-8** (départ) et le point d'appui **94-257** (arrivée) s'étend sur

une distance totale (incluant aller et retour) de 250m avec une erreur de fermeture globale de 0.4mm. Le cinquième cheminement liant le moniteur **B7** (départ) et le moniteur **94-263** (arrivée) s'étend sur une distance totale (incluant aller et retour) de 1488m avec une erreur de fermeture globale de 1mm. Le sixième cheminement liant le point d'appui **94-263** (départ) et le moniteur **B11** (arrivée) s'étend sur une distance totale (incluant aller et retour) de 1175m avec une erreur de fermeture globale de 0.5mm. Enfin, le septième cheminement liant le moniteur **B2** (départ) et le moniteur **JLC-2011-2** (arrivée) s'étend sur une distance totale (incluant aller et retour) de 850m avec une erreur de fermeture globale de 0.5mm. Finalement, le huitième cheminement liant le moniteur **JLC-2011-4** (départ) et le moniteur **JLC-2011-5** (arrivée) s'étend sur une distance totale (incluant aller et retour) de 150m avec une erreur de fermeture globale de 1.3mm. Les plaques de tassement ont été mesurées à l'aller et au retour, soit deux (2) déterminations différentes utilisant chacune des plaques comme des « points tournant ». Nous avons ensuite fait la moyenne de ces deux (2) déterminations pour obtenir les valeurs du « *tableau des Élévations précises des plaques de tassement* » (voir le point 8 du rapport).

La troisième partie des travaux consistait à lever les plaques de tassement placées sur les bermes. La méthode consistant à stationner une station totale sur le sommet des digues, à été abandonnée au profit du nivellement géométrique, ce dernier étant plus précis en élévation. Les cheminements permettant la mesure des plaques sur les bermes ont été décrits au paragraphe précédent.

### 3) COMMENTAIRES SUR LES OBSERVATIONS DE 2008 :

Comme déjà mentionné dans les rapports des années passées, il est possible qu'il y ait un cassé en déplacement entre les données de 2008 et les années précédentes qui ne soit pas nécessairement dû au déplacement des plaques de tassement, mais plutôt à un choix différent des points d'origine et l'incohérence des repères d'appui ou de référence. De plus, il y a sûrement une différence entre la procédure que nous utilisons pour faire les levés et celle qu'utilisait la compagnie minière, laquelle procédure ne nous a pas été indiquée, on aurait pu alors assurer une continuité plus rigoureuse dans les résultats par une même méthodologie de levé.

### 4) TRAVAUX BUREAU EXÉCUTÉS :

Nous avons calculé les coordonnées des points mesurés en XYZ par GPS temps réel en faisant les moyennes des répétitions, avons complété le « *tableau des Différences des coordonnées XYZ* » et avons calculé les déplacements (voir le point 7 du rapport). Il est à noter que les coordonnées XYZ obtenues par méthode GPS temps réel sont estimées avoir une précision de  $\pm 1\text{cm}$  avec 1 sigma en horizontal, tandis qu'en élévation par GPS la précision n'est qu'environ 2cm.

Nous avons fait la moyenne des deux (2) lectures d'élévation obtenues par nivellement géométrique (aller et retour) de toutes les plaques de tassement des sommets de digues. Nous avons compensé les cheminements aller-retour même si l'erreur de fermeture des boucles n'était que de quelques fractions de millimètres et n'avait que peu d'incidence significative sur le résultat obtenu.

## 5) GÉNÉRALITÉS :

Les travaux ont été effectués le 10 et 11 septembre 2020 par une équipe de trois hommes. Les travaux ont été supervisés par Jean-Luc Corriveau, arpenteur-géomètre.

### Instruments utilisés :

- Un (1) système GNSS comprenant :  
  
deux (2) récepteurs GNSS modèle GS14 et GS15 de la compagnie Leica la précision du système GNSS ou GPS est de  $\pm 0,01\text{m}$  horizontalement et  $\pm 0,02\text{m}$  verticalement à un niveau de confiance de  $1\sigma$ , selon les spécifications du fabricant; cependant, par la répétition, la proximité des points d'appui et la méthodologie, ces précisions ont pu être largement améliorées.
- Un (1) niveau électronique DNA 3 compagnie Leica avec deux mires à code-barres précision en nivellement double de 1 mm/km.

## 6) REMARQUE POINT 2011-3 :

Contrairement aux mesures de nivellement géométrique, les mesures GNSS temps réel au point 2011-3 montrent un écart de 30 mm par rapport aux mesures de 2018 qui semble anormal, bien que les mesures aient été prises parfaitement selon les normes (3 mesures prises à une quinzaine de minutes d'espacement donc 3 installations indépendantes) ayant chacune d'excellentes statistiques et que de plus les autres points pris dans la même période ne présentent pas de biais. Ces données GPS pour le vertical sont à plus ou moins 1 à 2 cm de précision, d'où le 30 mm s'expliquerait par des inexactitudes normales de 1 à 2 cm s'additionnant sur les 2 ans au lieu de s'annuler ou se soustraire.

Ces données verticales du GPS ne sont qu'à titre indicatif et ne saurait remplacer les altitudes obtenues par nivellement géométrique.

Suite au levé effectué en 2020, on remarque que l'élévation de l'ensemble des plaques de tassements est stable hormis certaines (**B-2, JLC-2011-1 à -6 et -8**) qui semblent s'enfoncer légèrement, alors que B-1 et 2011-7 s'élèvent légèrement confirmant la tendance déjà observée lors des années précédentes en ces points.

7) TABLEAU DES POINTS D'APPUI ET DE CONTRÔLE LEVÉS AU GPS TEMPS RÉEL SYSTÈME SCOPQ FUSEAU 9 NAD83

Numéro		NORD (m)	EST (m)	ALTIUDE (m)***
94-257**	Théorique*	5333644.982	223183.100	316.707
Point de base	Terrain	5333644.982	223183.100	316.707
	Différence	0.000	0.000	0.000

94-258**	Théorique*	5333566.954	222891.729	311.677
Contrôle 1	Terrain 2010	5333567.016	222891.730	311.661
	Terrain 2011	5333567.027	222891.729	311.682
	Terrain 2012	5333567.011	222891.724	311.681
	Terrain 2013	5333567.022	222891.723	311.685
	Terrain 2014	5333567.020	222891.730	311.676
	Terrain 2015	5333567.019	222891.728	311.680
	Terrain 2016	5333567.028	222891.729	311.699
	Terrain 2017	5333567.015	222891.735	311.688
	Terrain 2018	5333567.020	222891.726	311.674
	Terrain 2019	5333567.021	222891.727	311.681
	Terrain 2020	5333567.021	222891.734	311.688
	Diff. Théo-2010.	-0.062	-0.001	0.016
	Diff. Théo-2011.	-0.073	0.000	-0.005
	Diff. Théo-2012.	-0.057	0.005	-0.004
	Diff. Théo-2013.	-0.068	0.006	-0.008
	Diff. Théo-2014.	-0.066	-0.001	0.001
	Diff. Théo-2015.	-0.065	0.001	-0.003
	Diff. Théo-2016.	-0.074	0.000	-0.022
	Diff. Théo-2017.	-0.061	-0.006	-0.011
	Diff. Théo-2018.	-0.066	0.003	0.003
	Diff. Théo-2019.	-0.067	0.002	-0.004
Diff. Théo-2020.	-0.067	-0.005	-0.011	
2011-2010	0.011	-0.001	0.021	
2012-2011	-0.016	-0.005	-0.001	
2013-2012	0.011	-0.001	0.004	
2014-2013	-0.002	0.007	-0.009	
2015-2014	-0.001	-0.002	0.004	
2016-2015	0.009	0.001	0.019	
2017-2016	-0.013	0.006	-0.011	
2018-2017	0.005	-0.009	-0.014	
2019-2018	0.001	0.001	0.007	
2020-2019	0.000	0.007	0.008	

94-256**	Théorique*	5333408.957	223515.007	317.777	
Contrôle 2	Terrain 2010	5333408.888	223514.937	317.774	
	Terrain 2011	5333408.896	223514.929	317.784	
	Terrain 2012	5333408.900	223514.927	317.782	
	Terrain 2013	5333408.899	223514.929	317.786	
	Terrain 2014	5333408.887	223514.932	317.772	
	Terrain 2015	5333408.894	223514.932	317.773	
	Terrain 2016	5333408.899	223514.929	317.792	
	Terrain 2017	5333408.907	223514.939	317.801	
	Terrain 2018	Trop boisé pour observation			
	Terrain 2019	Trop boisé pour observation			
	Terrain 2020	5333408.900	223514.926	317.767	
	Diff. Théo-2010.	0.069	0.070	0.003	
	Diff. Théo-2011.	0.061	0.078	-0.007	
	Diff. Théo-2012.	0.057	0.080	-0.005	
	Diff. Théo-2013.	0.058	0.078	-0.009	
	Diff. Théo-2014.	0.070	0.075	0.005	
	Diff. Théo-2015.	0.063	0.076	0.004	
	Diff. Théo-2016.	0.059	0.079	-0.015	
	Diff. Théo-2017.	0.050	0.068	-0.024	
	Diff. Théo-2020.	0.057	0.081	0.010	
	2011-2010	0.008	-0.008	0.010	
2012-2011	0.004	-0.002	-0.002		
2013-2012	-0.001	0.002	0.005		
2014-2013	-0.012	0.003	-0.014		
2015-2014	0.007	0.000	0.001		
2016-2015	0.004	-0.003	0.019		
2017-2016	0.008	0.010	0.010		
2020-2017	-0.007	-0.013	-0.034		

94-260**	Théorique*	5333495.201	222157.718	312.345
Contrôle 3	Terrain 2010	5333495.447	222157.739	312.333
	Terrain 2011	5333495.453	222157.733	312.360
	Terrain 2012	5333495.443	222157.735	312.350
	Terrain 2013	5333495.453	222157.735	312.369
	Terrain 2014	5333495.451	222157.737	312.345
	Terrain 2015	5333495.447	222157.738	312.354
	Terrain 2016	5333495.453	222157.731	312.368
	Terrain 2017	5333495.435	222157.742	312.385
	Terrain 2018	5333495.441	222157.743	312.371
	Terrain 2020	5333495.449	222157.734	312.347
	Diff. Théo-2010.	-0.246	-0.021	0.012
	Diff. Théo-2011.	-0.252	-0.015	-0.015
	Diff. Théo-2012.	-0.242	-0.017	-0.005
	Diff. Théo-2013.	-0.252	-0.017	-0.024
	Diff. Théo-2014.	-0.250	-0.019	0.000
	Diff. Théo-2015.	-0.246	-0.020	-0.009
	Diff. Théo-2016.	-0.252	-0.013	-0.023
	Diff. Théo-2017.	-0.234	-0.024	-0.040
	Diff. Théo-2018.	-0.240	-0.025	-0.026
	Diff. Théo-2020.	-0.248	-0.016	-0.002
	2011-2010	0.006	-0.006	0.027
2012-2011	-0.010	0.002	-0.010	
2013-2012	0.010	0.000	0.019	
2014-2013	-0.002	0.002	-0.024	
2015-2014	-0.004	0.001	0.009	
2016-2015	0.006	-0.007	0.014	
2017-2016	-0.018	0.011	0.017	
2018-2017	0.006	0.001	-0.014	
2020-2018	0.007	-0.009	-0.023	

94-262**	Théorique*	5332897.066	222292.513	315.842
Contrôle 4	Terrain 2010	5332897.303	222292.387	315.827
	Terrain 2011	5332897.306	222292.381	315.840
	Terrain 2012	5332897.307	222292.382	315.856
	Terrain 2013	5332897.304	222292.381	315.859
	Terrain 2014	5332897.311	222292.390	315.840
	Terrain 2015	5332897.313	222292.386	315.851
	Terrain 2016	5332897.325	222292.386	315.870
	Terrain 2017	5332897.307	222292.386	315.878
	Terrain 2018	5332897.311	222292.388	315.861
	Terrain 2019	5332897.302	222292.385	315.835
	Terrain 2020	5332897.310	222292.384	315.865
	Diff. Théo-2010.	-0.237	0.126	0.015
	Diff. Théo-2011.	-0.240	0.132	0.002
	Diff. Théo-2012.	-0.241	0.131	-0.014
	Diff. Théo-2013.	-0.238	0.132	-0.017
	Diff. Théo-2014.	-0.245	0.123	0.002
	Diff. Théo-2015.	-0.247	0.127	-0.009
	Diff. Théo-2016.	-0.259	0.128	-0.028
	Diff. Théo-2017.	-0.241	0.127	-0.036
	Diff. Théo-2018.	-0.245	0.125	-0.019
	Diff. Théo-2019.	-0.236	0.128	0.007
Diff. Théo-2020.	-0.244	0.129	-0.023	
2011-2010	0.003	-0.006	0.013	
2012-2011	0.001	0.001	0.016	
2013-2012	-0.003	-0.001	0.003	
2014-2013	0.007	0.009	-0.019	
2015-2014	0.002	-0.004	0.011	
2016-2015	0.012	0.000	0.019	
2017-2016	-0.018	0.000	0.008	
2018-2017	0.004	0.002	-0.017	
2019-2018	-0.009	-0.004	-0.026	
2020-2019	0.008	0.000	0.030	

94-263**	Théorique*	5332858.918	222355.630	317.471	
Contrôle 5	Terrain 2010	5332859.145	222355.493	317.465	
	Terrain 2011	5332859.147	222355.487	317.467	
	Terrain 2012	5332859.140	222355.487	317.485	
	Terrain 2013	5332859.142	222355.485	317.488	
	Terrain 2014	5332859.139	222355.491	317.468	
	Terrain 2015	5332859.140	222355.492	317.478	
	Terrain 2016	5332859.138	222355.487	317.495	
	Terrain 2017	5332859.135	222355.488	317.524	
	Terrain 2018	Trop boisé pour observation			
	Terrain 2019	5332859.136	222355.488	317.477	
	Terrain 2020	5332859.141	222355.489	317.487	
	Diff. Théo-2010.	-0.227	0.137	0.006	
	Diff. Théo-2011.	-0.229	0.143	0.004	
	Diff. Théo-2012.	-0.222	0.143	-0.014	
	Diff. Théo-2013.	-0.224	0.145	-0.017	
	Diff. Théo-2014.	-0.221	0.139	0.003	
	Diff. Théo-2015.	-0.222	0.138	-0.007	
	Diff. Théo-2016.	-0.220	0.143	-0.024	
	Diff. Théo-2017.	-0.217	0.142	-0.053	
	Diff. Théo-2018.	-	-	-	
	Diff. Théo-2019.	-0.218	0.142	-0.006	
Diff. Théo-2020.	-0.223	0.141	-0.016		
2011-2010	0.002	-0.006	0.002		
2012-2011	-0.007	0.000	0.018		
2013-2012	0.002	-0.002	0.003		
2014-2013	-0.003	0.006	-0.020		
2015-2014	0.001	0.001	0.010		
2016-2015	-0.002	-0.005	0.017		
2017-2016	-0.003	0.001	0.029		
2018-2017	-	-	-		
2019-2017	0.001	0.000	-0.047		
2020-2018	0.006	0.000	0.010		

■ SCOPQ (MTM) NAD83 FUSEAU 9 MÉRIDIEN CENTRAL : 76°30' OUEST

\* Coordonnées théoriques fournies par la mine dont on a ajouté 5 300 000m en Nord et 200 000m en Est et soustrait 3 000m en élévation

Note : On doit considérer les inscriptions au mm significatives qu'au 10mm près en horizontal et qu'au 2 cm près en vertical pour les données venant des levés GPS ou GNSS.

Légende :

\*\* Point existant ancré dans le roc avec trépied témoin.

\*\*\* Précision insuffisante en vertical, se référer au nivellement géométrique pour une meilleure

8) TABLEAU DES DIFFÉRENCES DES COORDONNÉES XYZ DES PLAQUES DE TASSEMENT OBTENUES PAR MÉTHODE GPS TEMPS RÉEL (voir annexe 1)

9) TABLEAU DES ÉLÉVATIONS PRÉCISES DES PLAQUES DE TASSEMENT (voir annexe 2)

10) RÉSUMÉ :

En résumé, notre travail contient :

Nombre de plaques de tassement levées par GPS ( $\pm 1$ cm) :	19
Nombre de plaques de tassement nivelées ( $\pm 2$ mm) :	19
Nombre de plaques levées par st. totale pour le vertical :	0
Nombre de plaques nivelées à partir du niveau géométrique :	19
Nombre de points d'appui localisés/contrôlés en horizontal :	5
Nombre de points d'appui en vertical (cheminement géométrique) :	2
Longueur totale des cheminements altimétriques :	7.079 Km

Fait à Val d'Or, le 8 novembre 2019, sous le dossier C-15304/817 et le numéro **15206** de mes minutes en référence aux dossiers : C-14891/442.18-19 (2019), C-14421/442.18-19 (2018), C-13907/442.18-19 (2017), C-13282/442.18 (2016), C-12762/442.18 (2015), C-12486/442.17 (2014), C-12102/442.17 (2013), C-11735/442.17 (2012), C-11471/442.17 (2011), C-10945/442.17 (2010), C-10558/442.16 (2009) et C-10178/442.15 (2008) du soussigné.

Val-d'Or, le 29 octobre 2020

  
Jean-Luc Corriveau  
CORRIVEAU J.L. & ASSOC. INC.

Copie conforme à l'original

  
Jean-Luc Corriveau  
A.-G., A.T.C.  
 

## Annexes

- Annexe 1** Tableau des différences des coordonnées xyz des plaques de tassement obtenues par méthode GPS temps réel.
- Annexe 2** Tableau des élévations précises des plaques de tassement.
- Annexe 3** Plan de localisation des plaques de tassement révision du 20/10/2011 minute C-10945/442.17 du soussigné.

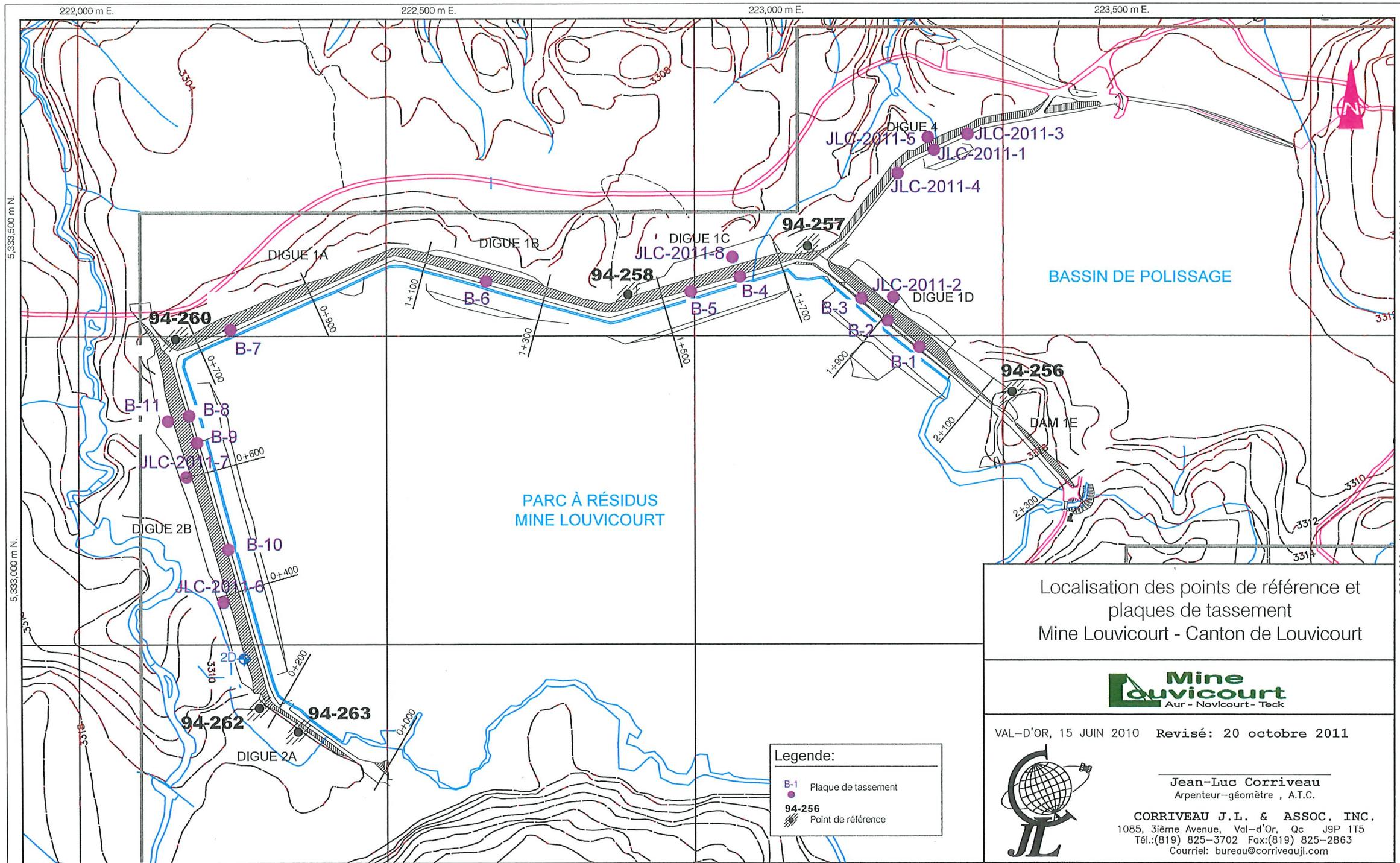
# Annexe 1

## Tableau des différences des coordonnées XYZ des plaques de tassement obtenues par méthode GPS Temps réel

PLAQUE DE TASSEMENT	Coordonnées théoriques	Arpentage Sept. 2008	Différence 2008-Théo	Arpentage Juin 2010	Différence 2010-2008	Arpentage Octobre 2011	Différence 2011-2010	Arpentage Octobre 2012	Différence 2012-2011	Arpentage Juillet 2013	Différence 2013-2012	Arpentage Juin 2014	Différence 2014-2013	Arpentage Juin 2015	Différence 2015-2014	Arpentage Juin 2016	Différence 2016-2015	Arpentage Septembre 2017	Différence 2017-2016	Arpentage Octobre 2018	Différence 2018-2017	Arpentage Octobre 2019	Différence 2019-2018	Arpentage Septembre 2020	Différence 2020-2019	PLAQUE DE TASSEMENT									
B-1	Nord	5333481.600	5333481.572	-0.028	S	5333481.588	0.016	N	5333481.573	-0.015	S	5333481.597	-0.006	S	5333481.574	0.007	N	5333481.565	-0.009	S	5333481.576	0.010	N	5333481.575	-0.011	S	5333481.568	-0.007	S	5333481.571	0.003	N			
	Est	223364.365	223364.319	-0.046	O	223364.310	-0.009	O	223364.316	0.006	E	223364.317	0.001	E	223364.324	0.005	O	223364.317	-0.004	O	223364.321	0.004	O	223364.323	0.002	O	223364.323	0.000	O	223364.323	-0.001	E			
	Elev.	319.120	319.085	-0.035	B	319.085	0.000	-	319.097	0.012	H	319.089	-0.008	B	319.082	-0.005	B	319.098	0.016	H	319.094	-0.004	B	319.086	-0.007	B	319.083	-0.004	B	319.062	-0.020	B			
B-2	Nord	5333524.849	5333524.834	-0.015	S	5333524.840	0.006	N	5333524.842	0.002	N	5333524.839	-0.003	S	5333524.843	0.004	O	5333524.841	-0.002	S	5333524.836	-0.005	S	5333524.853	0.007	N	5333524.839	-0.014	S	5333524.841	0.000	-			
	Est	223312.799	223312.758	-0.041	O	223312.754	-0.004	O	223312.766	0.012	E	223312.765	-0.001	O	223312.774	0.010	O	223312.771	0.000	-	223312.773	-0.003	O	223312.775	0.002	E	223312.776	0.001	E	223312.772	-0.004	O			
	Elev.	318.489	318.450	-0.039	B	318.452	0.002	H	318.454	0.002	H	318.448	-0.006	B	318.439	-0.009	B	318.428	-0.002	B	318.441	0.013	H	318.436	-0.005	B	318.425	-0.010	B	318.424	-0.001	B			
B-3	Nord	5333560.718	5333560.718	-0.002	S	5333560.721	0.005	N	5333560.721	0.000	-	5333560.720	-0.001	S	5333560.718	-0.002	S	5333560.713	-0.005	S	5333560.730	0.014	N	5333560.720	-0.010	S	5333560.722	0.002	N	5333560.716	-0.005	S	5333560.721	0.006	N
	Est	223270.316	223270.299	-0.018	O	223270.294	-0.004	O	223270.298	0.004	E	223270.299	-0.006	O	223270.302	0.008	E	223270.297	-0.005	O	223270.295	-0.002	O	223270.299	0.004	E	223270.301	0.002	E	223270.302	0.001	O	223270.301	-0.001	O
	Elev.	319.122	319.090	-0.032	B	319.093	0.003	H	319.101	0.008	H	319.098	-0.003	B	319.096	-0.002	B	319.086	-0.010	B	319.097	0.001	H	319.099	0.001	H	319.092	-0.007	B	319.084	-0.008	B	319.091	0.009	H
B-4	Nord	5333595.764	5333595.789	0.025	N	5333595.793	0.004	N	5333595.798	0.005	N	5333595.802	0.004	N	5333595.802	0.000	N/A	5333595.797	-0.005	S	5333595.803	0.006	N	5333595.807	-0.001	S	5333595.803	-0.004	S	5333595.806	0.003	N	5333595.803	-0.003	S
	Est	223073.887	223073.882	-0.005	O	223073.899	0.017	E	223073.888	-0.011	O	223073.891	-0.007	O	223073.885	0.006	E	223073.879	-0.006	O	223073.877	-0.002	O	223073.879	0.002	E	223073.890	0.011	E	223073.878	-0.012	O	223073.880	0.002	E
	Elev.	318.136	318.111	-0.025	B	318.134	0.023	H	318.140	0.006	H	318.141	0.001	H	318.141	0.000	N/A	318.127	-0.014	B	318.146	0.007	H	318.137	-0.009	B	318.136	-0.002	B	318.143	0.002	H	318.122	-0.021	H
B-5	Nord	5333572.172	5333572.224	0.052	N	5333572.230	0.006	N	5333572.233	0.003	N	5333572.227	-0.006	S	5333572.231	0.004	N	5333572.233	0.002	N	5333572.232	0.001	N	5333572.234	0.001	N	5333572.228	-0.008	S	5333572.237	0.010	N	5333572.234	-0.003	S
	Est	222993.640	222993.630	-0.010	O	222993.641	0.011	E	222993.631	-0.010	O	222993.632	0.001	E	222993.625	-0.007	O	222993.633	0.008	E	222993.633	0.000	-	222993.629	-0.003	O	222993.629	0.010	E	222993.628	-0.010	O	222993.633	0.004	E
	Elev.	318.157	318.151	-0.006	B	318.158	0.007	H	318.169	0.008	H	318.164	-0.002	B	318.165	0.001	H	318.163	-0.005	B	318.163	0.003	H	318.172	0.009	H	318.169	-0.012	B	318.158	-0.003	B	318.151	-0.017	B
B-6	Nord	5333588.639	5333588.744	0.105	N	5333588.757	0.013	N	5333588.748	-0.009	S	5333588.747	-0.001	S	5333588.753	0.005	N	5333588.751	-0.002	S	5333588.753	0.002	N	5333588.759	0.005	N	5333588.749	-0.010	S	5333588.759	0.010	N	5333588.754	-0.005	S
	Est	222661.587	222661.604	0.017	E	222661.604	0.004	E	222661.613	-0.006	O	222661.604	-0.004	O	222661.609	0.006	E	222661.608	-0.002	O	222661.609	0.001	E	222661.607	-0.002	O	222661.607	0.012	E	222661.608	-0.011	O	222661.607	-0.001	O
	Elev.	318.176	318.139	-0.037	B	318.141	0.002	H	318.150	0.009	H	318.139	-0.011	B	318.143	0.004	H	318.132	-0.011	B	318.148	0.016	H	318.146	-0.014	B	318.144	-0.001	B	318.155	0.010	H	318.145	-0.010	B
B-7	Nord	5333510.829	5333511.090	0.261	N	5333511.091	0.001	N	5333511.093	0.002	N	5333511.087	-0.007	S	5333511.096	0.009	N	5333511.093	-0.003	S	5333511.096	0.003	N	5333511.101	0.003	N	5333511.092	-0.009	S	5333511.096	0.004	N	5333511.096	0.000	-
	Est	22246.790	22246.804	0.014	E	22246.868	0.064	E	22246.809	-0.059	O	22246.807	-0.003	O	22246.805	0.003	E	22246.803	-0.002	O	22246.804	0.001	E	22246.797	-0.007	O	22246.812	0.014	E	22246.806	-0.010	O	22246.806	0.004	E
	Elev.	318.176	318.185	0.009	H	318.190	0.005	H	318.203	0.013	H	318.186	-0.017	B	318.203	0.018	H	318.199	-0.007	B	318.204	0.008	H	318.221	0.017	H	318.217	-0.004	B	318.223	0.005	H	318.219	-0.004	B
B-8	Nord	5333371.342	5333371.603	0.261	N	5333371.609	0.006	N	5333371.606	-0.003	S	5333371.607	0.001	N	5333371.610	0.003	N	5333371.604	-0.004	S	5333371.607	0.003	N	5333371.607	-0.003	S	5333371.606	-0.001	S	5333371.603	-0.003	S	5333371.607	0.004	N
	Est	222178.864	222178.871	0.007	E	222178.944	0.073	E	222178.872	-0.068	O	222178.872	-0.004	O	222178.872	0.005	E	222178.876	0.004	E	222178.868	-0.010	O	222178.868	0.001	E	222178.861	0.014	E	222178.869	-0.012	O	222178.872	0.003	E
	Elev.	319.031	319.022	-0.009	B	319.020	-0.002	B	319.035	0.015	B	319.031	-0.004	B	319.035	0.004	H	319.012	-0.023	B	319.033	0.021	H	319.028	-0.005	B	319.032	0.004	H	319.027	-0.005	B	319.030	0.003	H
B-9	Nord	5333326.921	5333327.178	0.257	N	5333327.189	0.011	N	5333327.187	-0.002	S	5333327.193	0.006	N	5333327.189	-0.004	S	5333327.179	-0.010	S	5333327.182	0.003	N	5333327.181	0.009	N	5333327.186	-0.005	S	5333327.185	0.003	N	5333327.183	-0.001	S
	Est	222191.523	222191.531	0.008	E	222191.531	0.009	E	222191.531	-0.007	O	222191.528	-0.003	O	222191.533	0.005	E	222191.524	-0.012	O	222191.524	0.004	E	222191.542	0.014	E	222191.542	0.014	E	222191.534	0.002	E	222191.534	0.002	E
	Elev.	319.161	319.161	-0.000	B	319.171	0.010	H	319.180	0.009	H	319.186	0.006	H	319.177	-0.009	B	319.154	-0.023	B	319.173	0.019	H	319.175	0.002	H	319.173	-0.002	B	319.172	-0.001	B	319.175	0.003	H
B-10	Nord	5333154.032	5333154.277	0.245	N	5333154.279	0.002	N	5333154.282	0.003	N	5333154.278	-0.004	S	5333154.275	-0.003	S	5333154.276	0.001	N	5333154.268	-0.008	S	5333154.274	-0.006	S	5333154.274	0.000	S	5333154.272	-0.002	S	5333154.271	-0.001	S
	Est	22242.232	22242.203	-0.029	O	22242.271	0.068	E	22242.254	-0.017	O	22242.192	-0.062	O	22242.189	-0.003	O	22242.196	0.007	E	22242.196	0.000	-	22242.185	-0.010	O	22242.207	0.022	E	22242.191	-0.016	O	22242.193	0.001	E
	Elev.	318.244	318.220	-0.024	B	318.226	0.006	H	318.234	0.008	H	318.233	-0.001	B	318.231	-0.002	B	318.226	-0.005	B	318.232	0.006	H	318.243	0.011	H	318.243	0.000	N/A	318.237	-0.005	B	318.232	-0.003	B
B-11	Nord	5333362.842	5333362.842	N/A	N/A	5333362.842	N/A	N/A	5333362.840	-0.002	S	5333362.842	0.002	N	5333362.843	0.001	N	5333362.849	0.006	N	5333362.854	0.005	N	5333362.834	-0.020	S	5333362.849	0.015							



# Annexe 3



Localisation des points de référence et  
plaques de tassement  
Mine Louvicourt - Canton de Louvicourt



VAL-D'OR, 15 JUN 2010 Revisé: 20 octobre 2011



Jean-Luc Corriveau  
Arpenteur-géomètre, A.T.C.

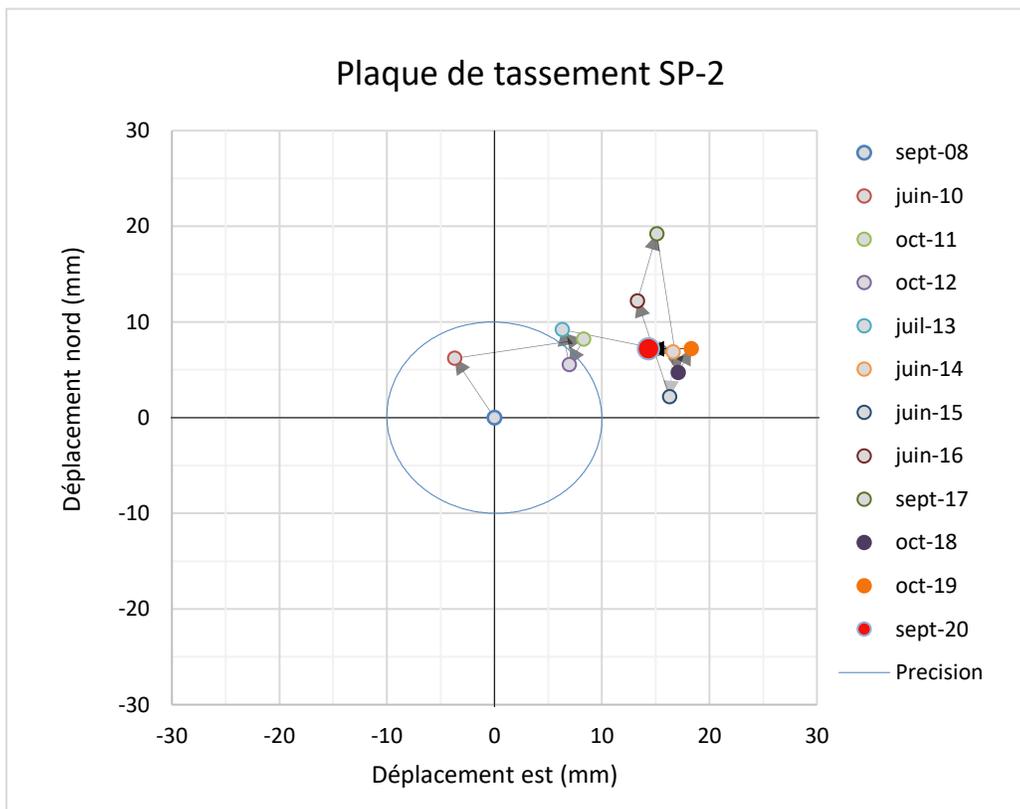
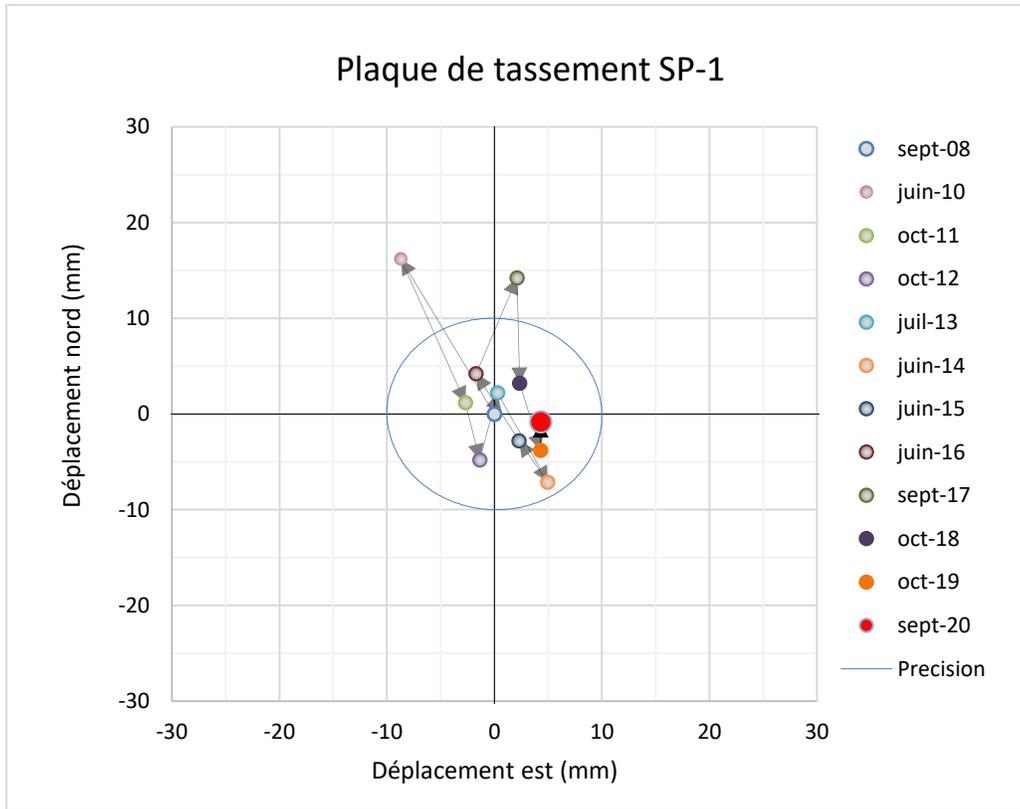
**CORRIVEAU J.L. & ASSOC. INC.**  
1085, 3ième Avenue, Val-d'Or, Qc J9P 1T5  
Tél.: (819) 825-3702 Fax: (819) 825-2863  
Courriel: bureau@corriveaujl.com

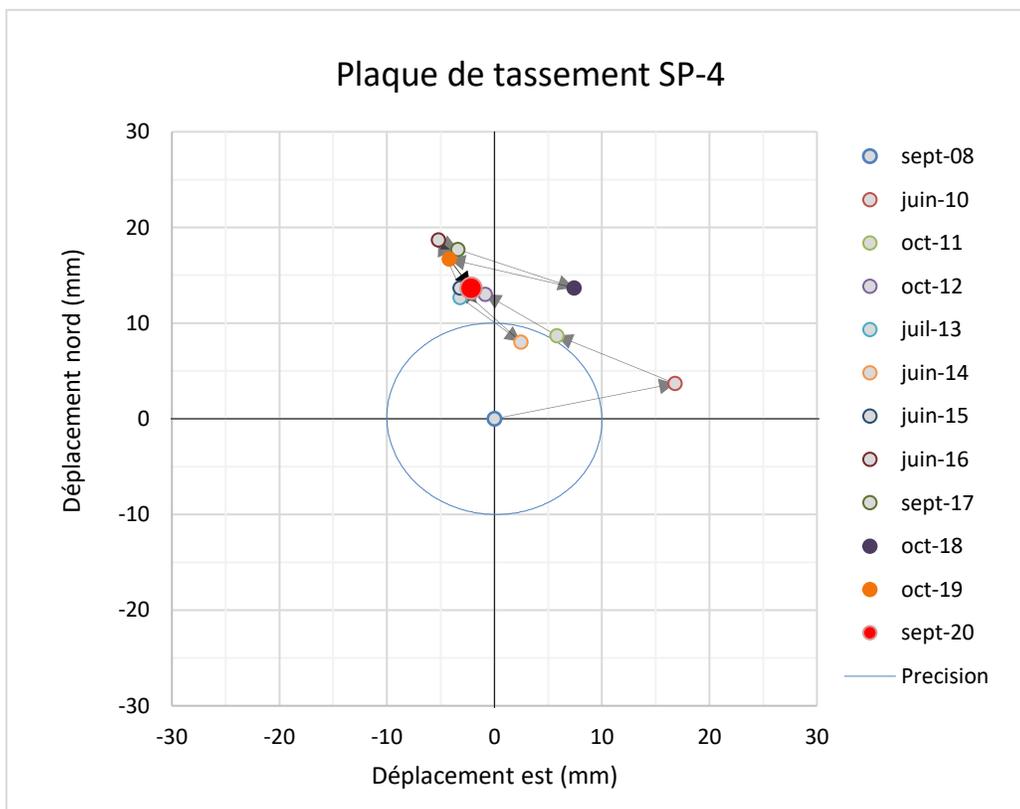
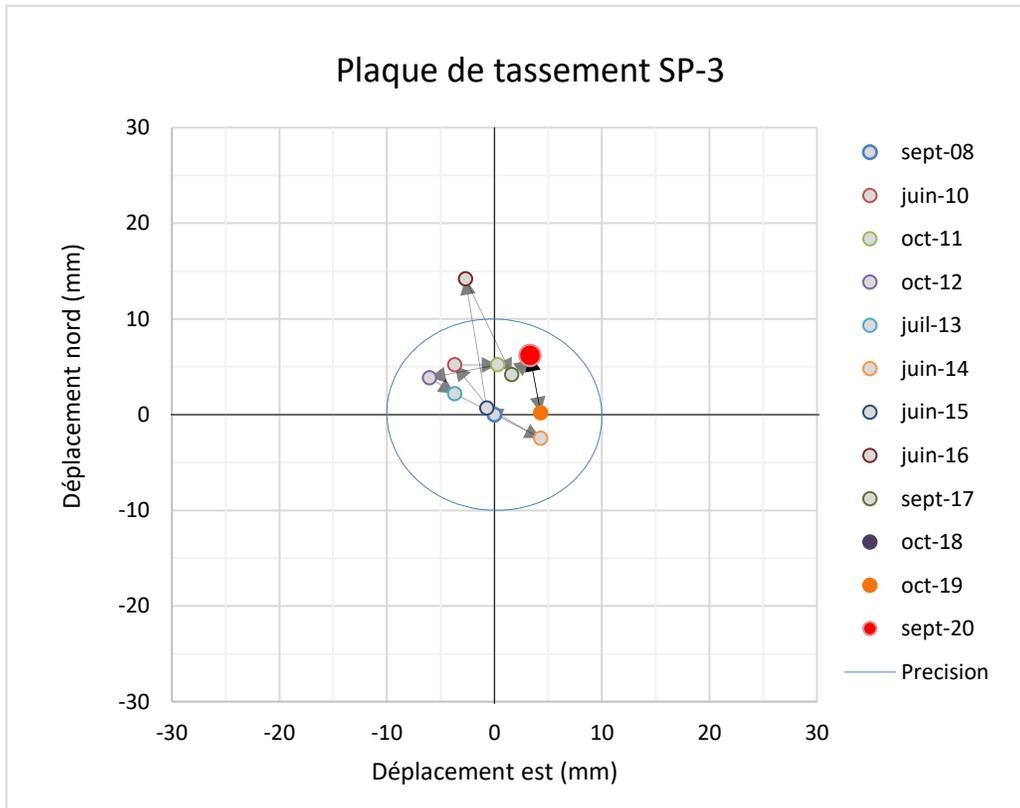
**Legende:**

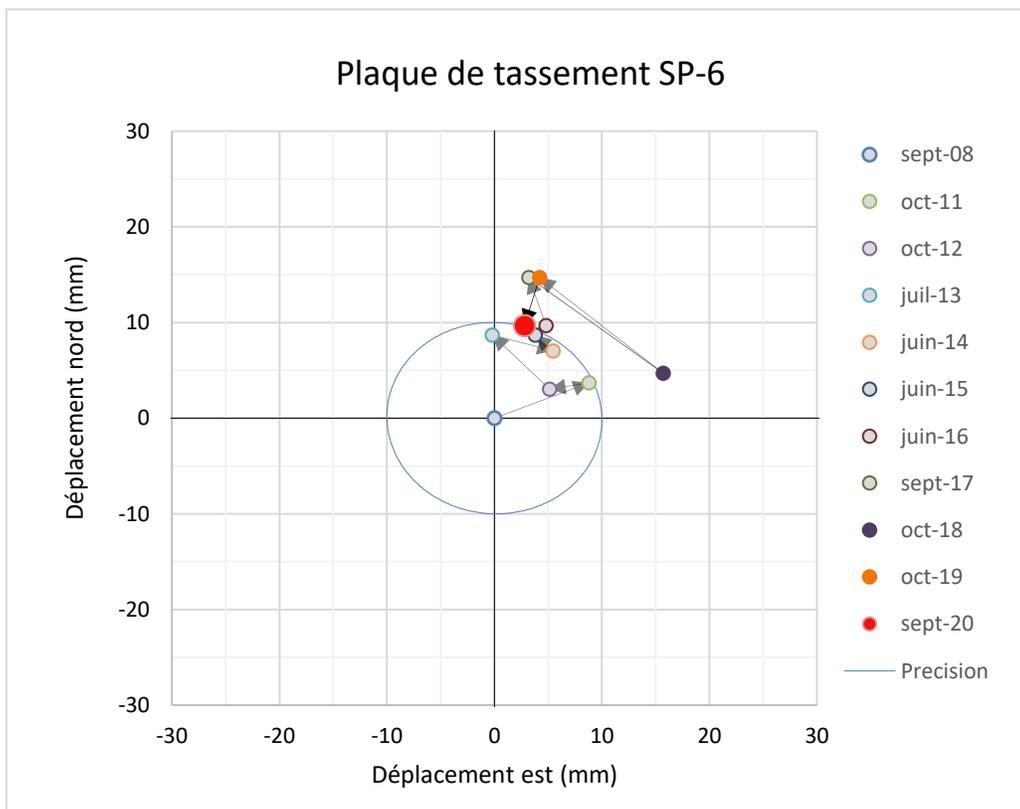
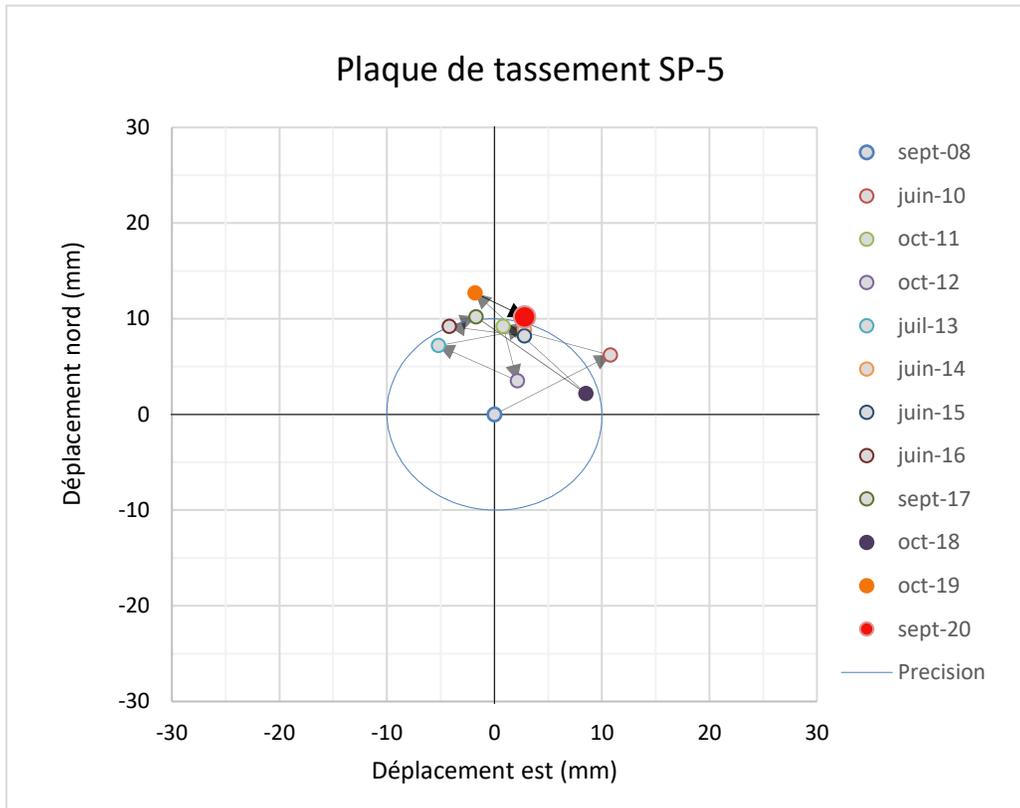
- Plaque de tassement
- 94-256
- Point de référence

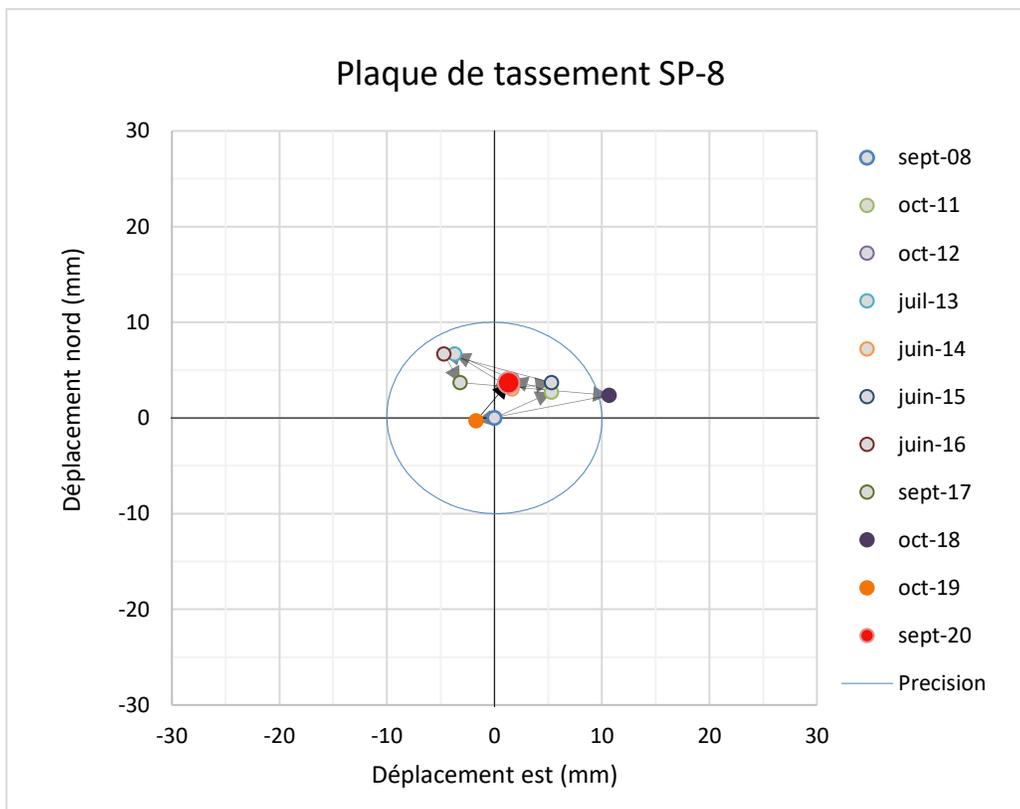
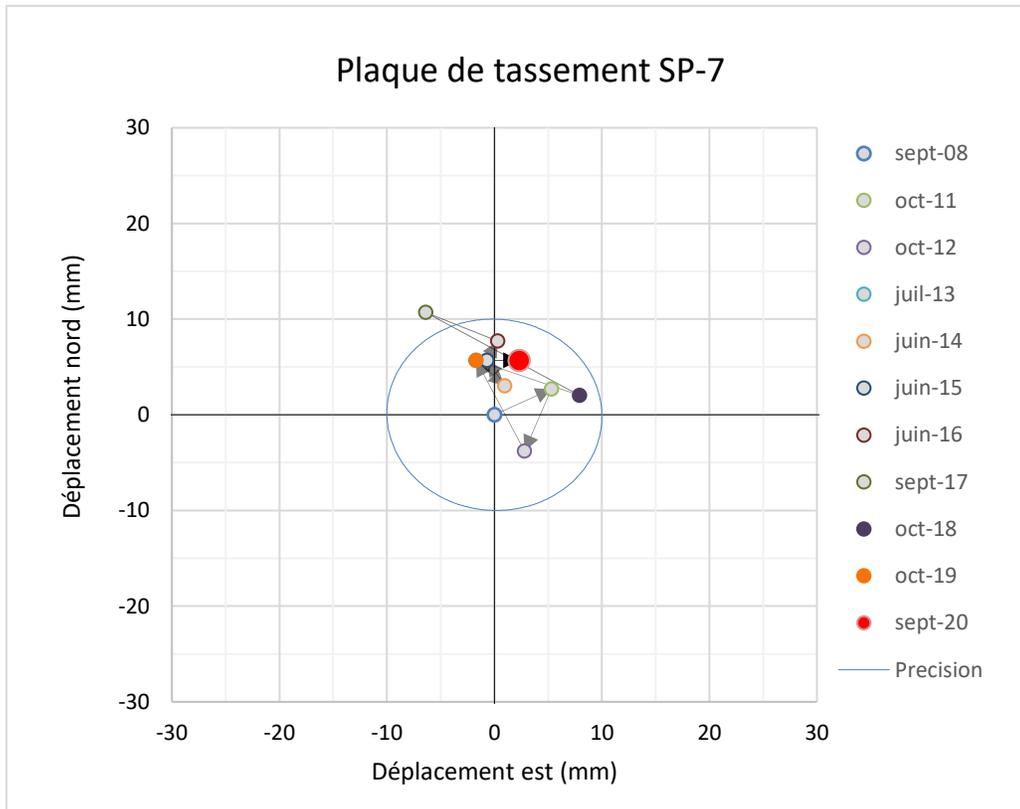
**ANNEXE D**

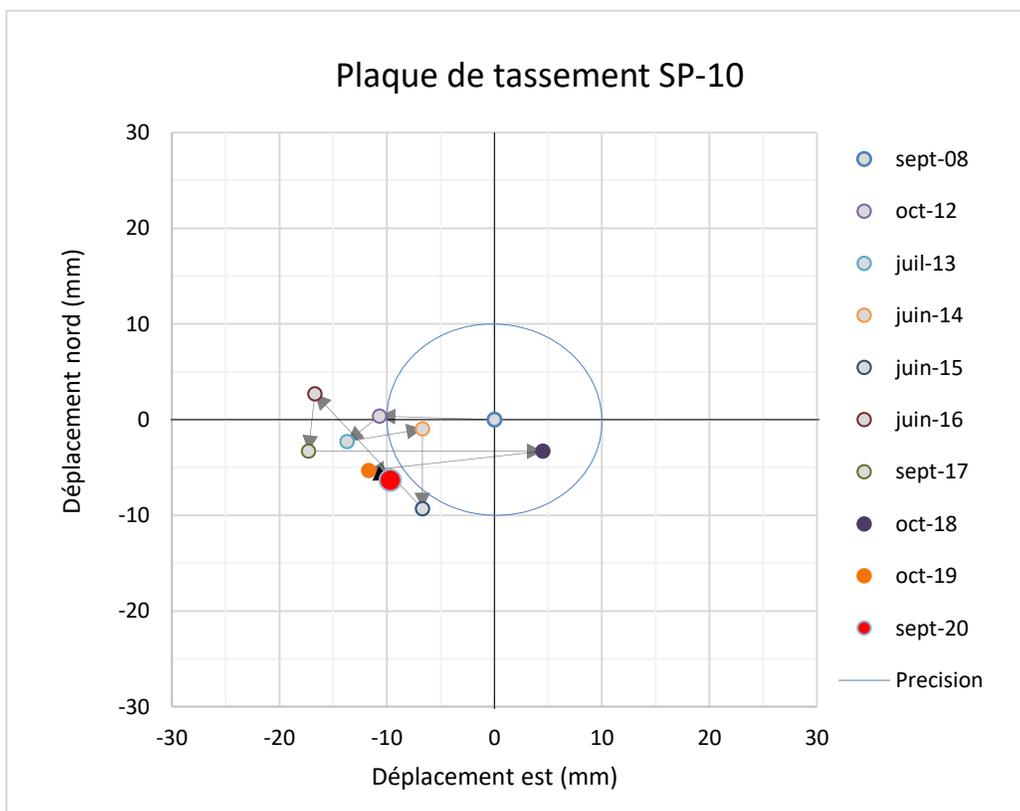
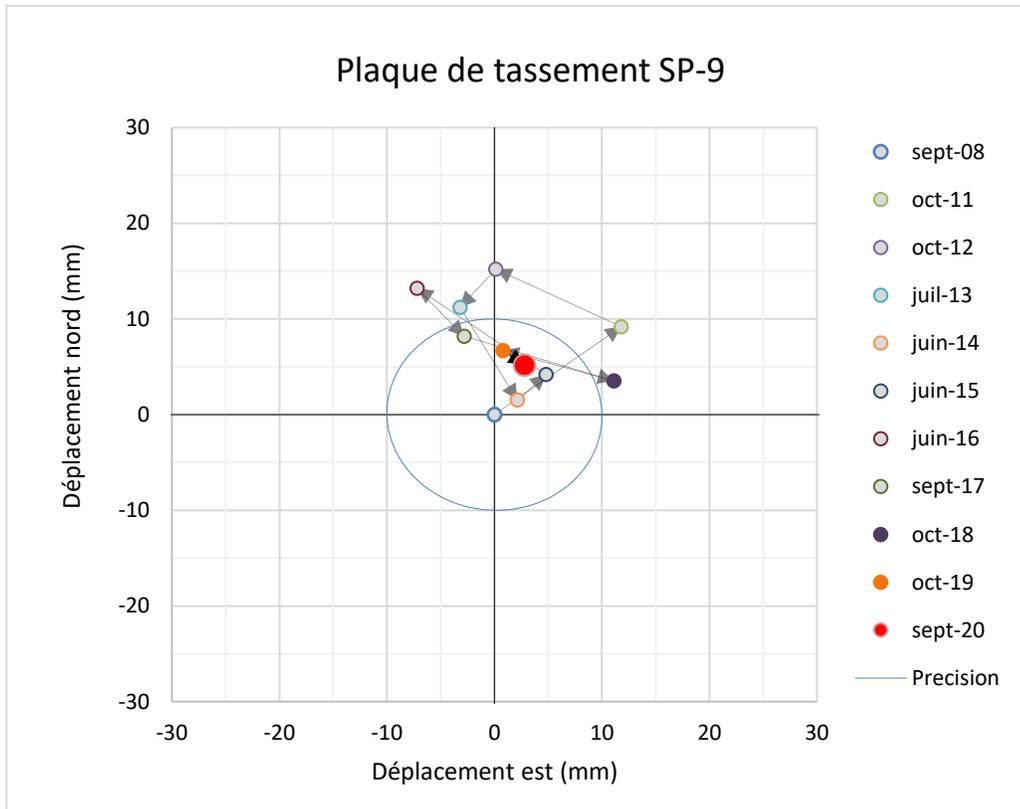
**Tracés de points d'origine**

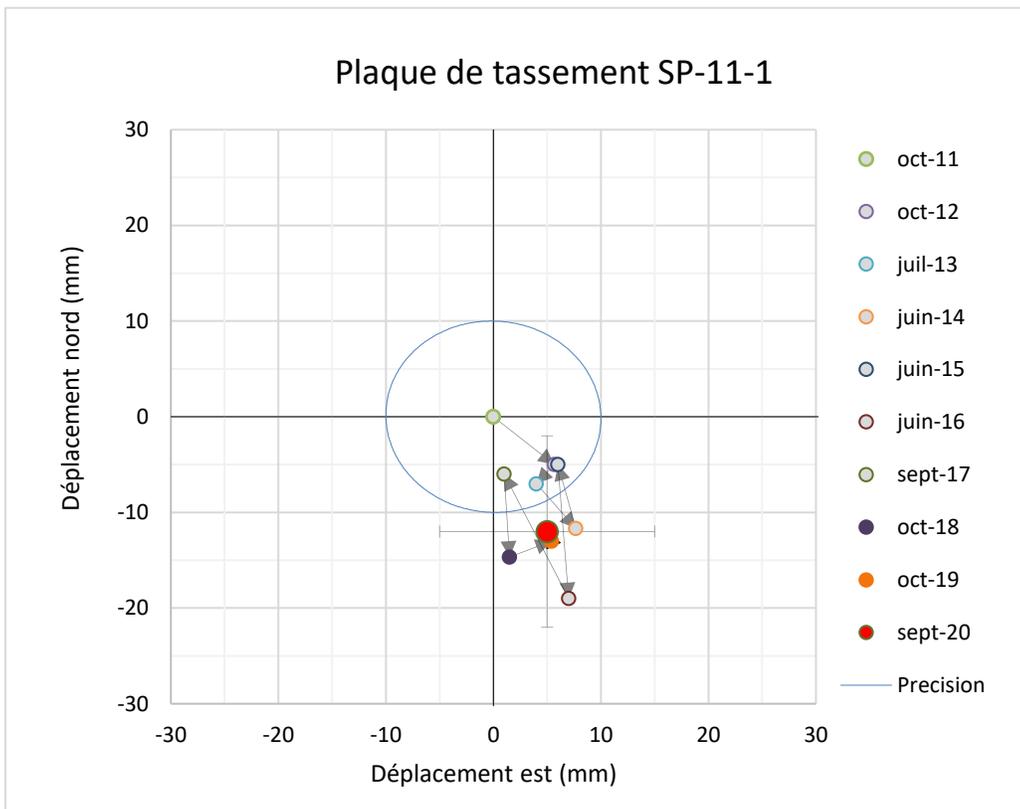
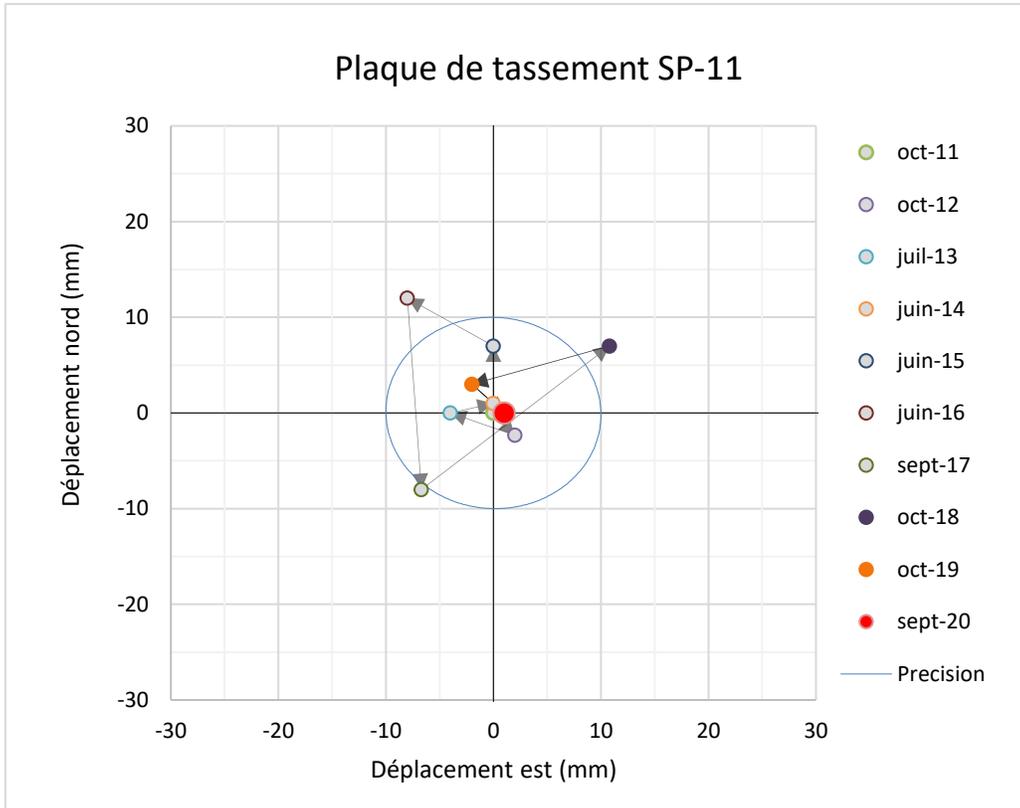


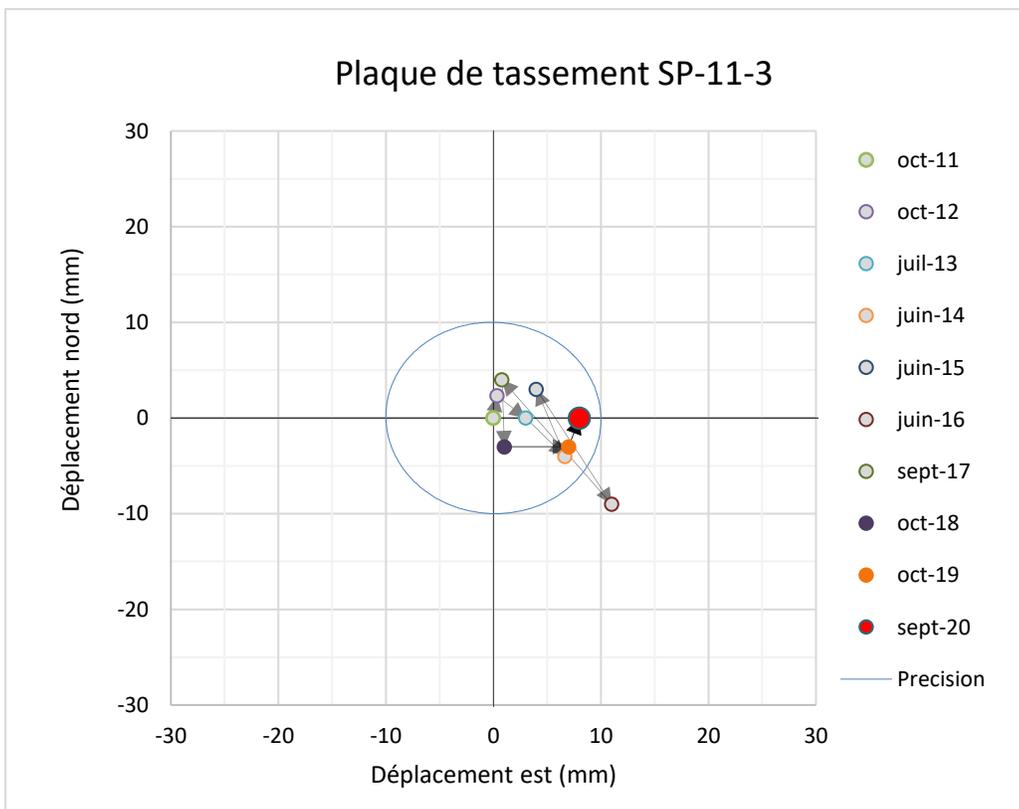
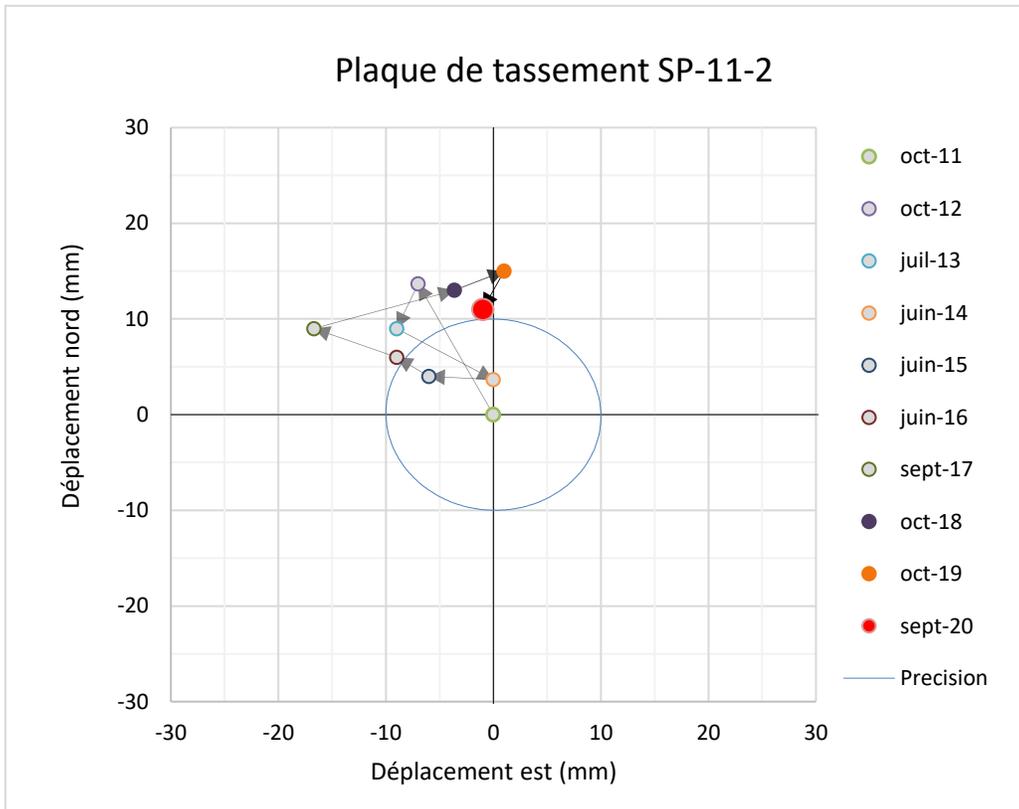


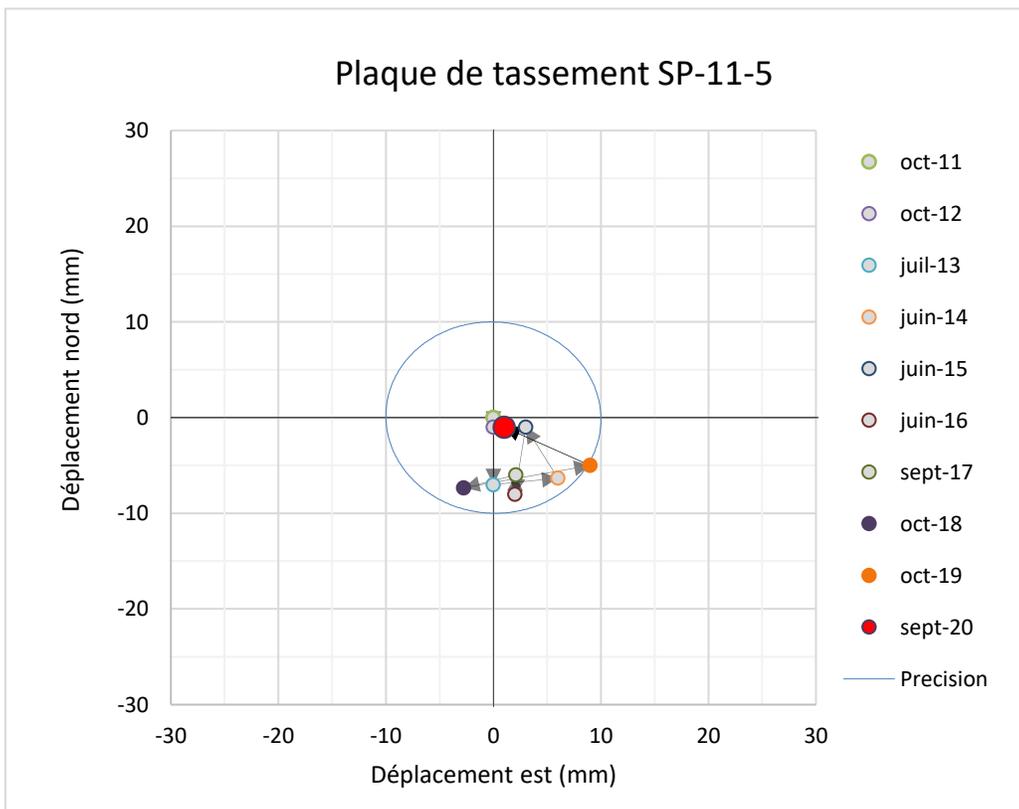
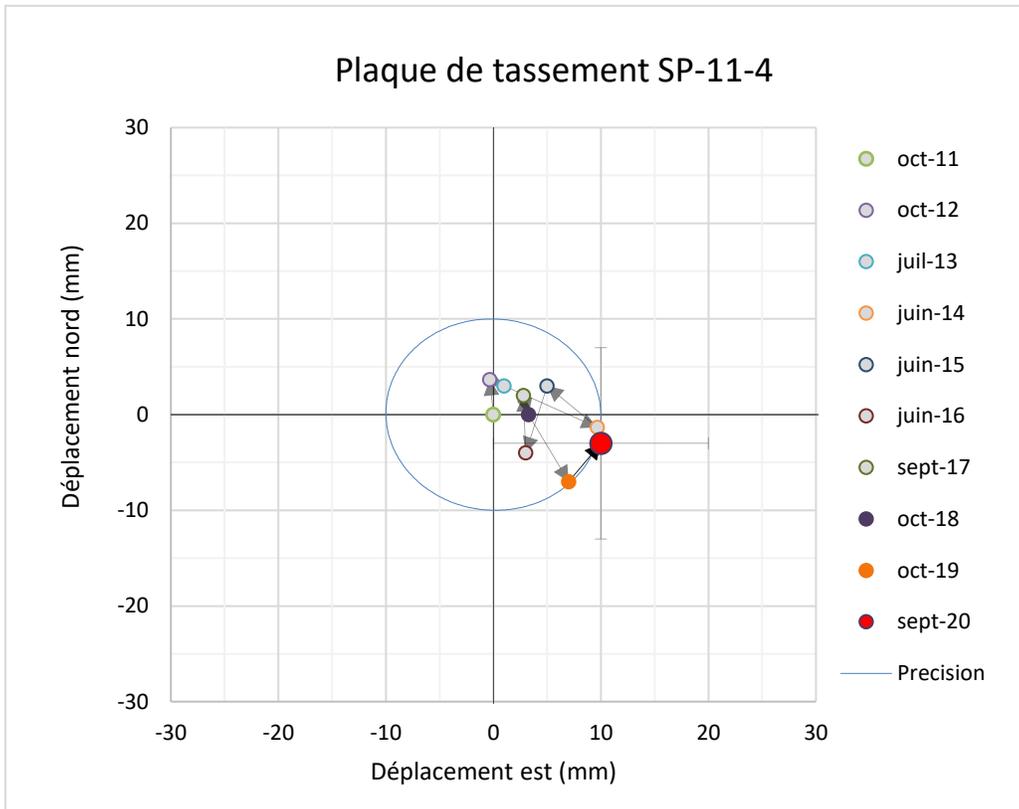


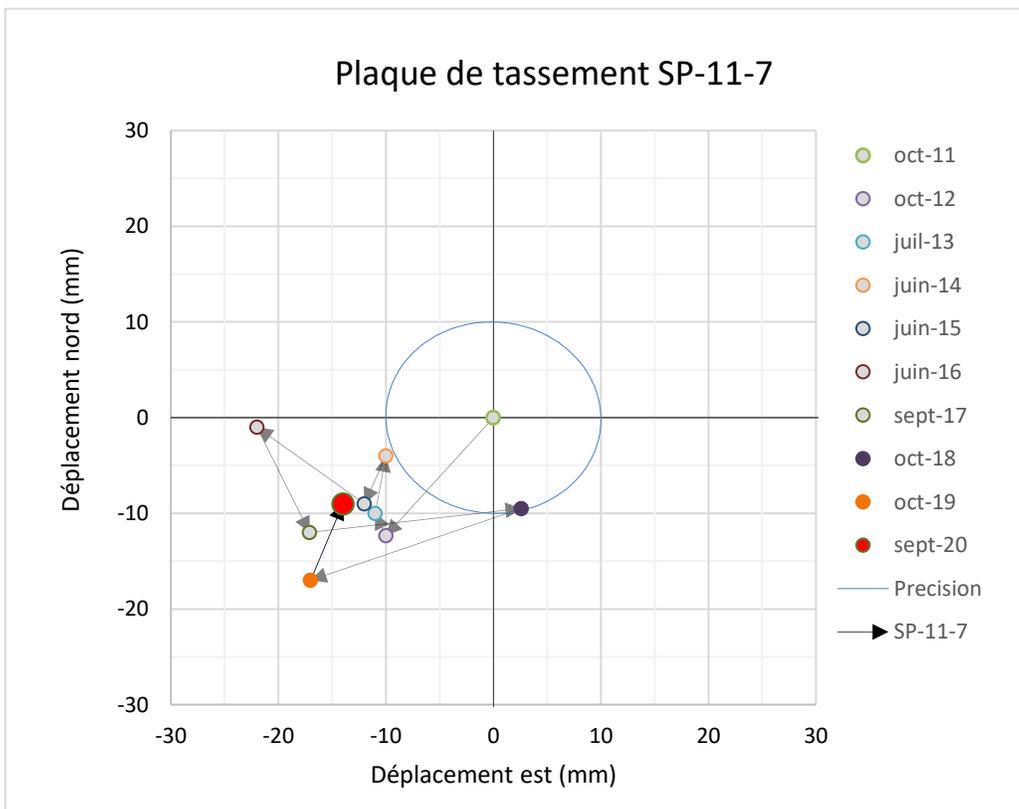
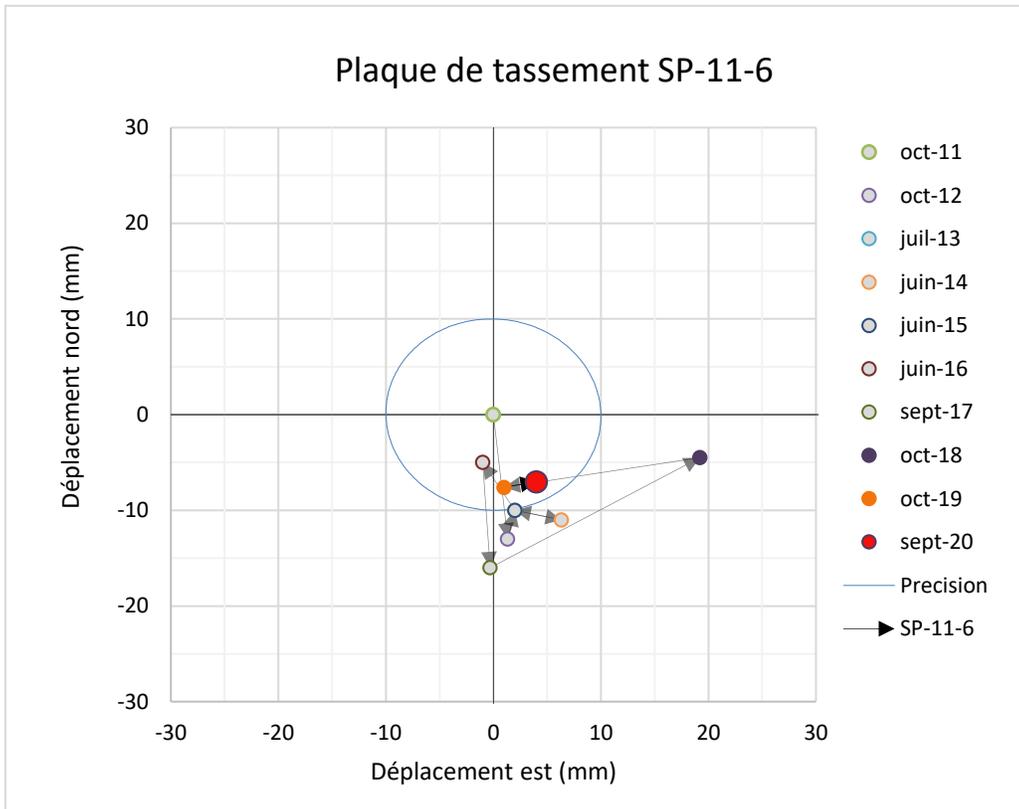


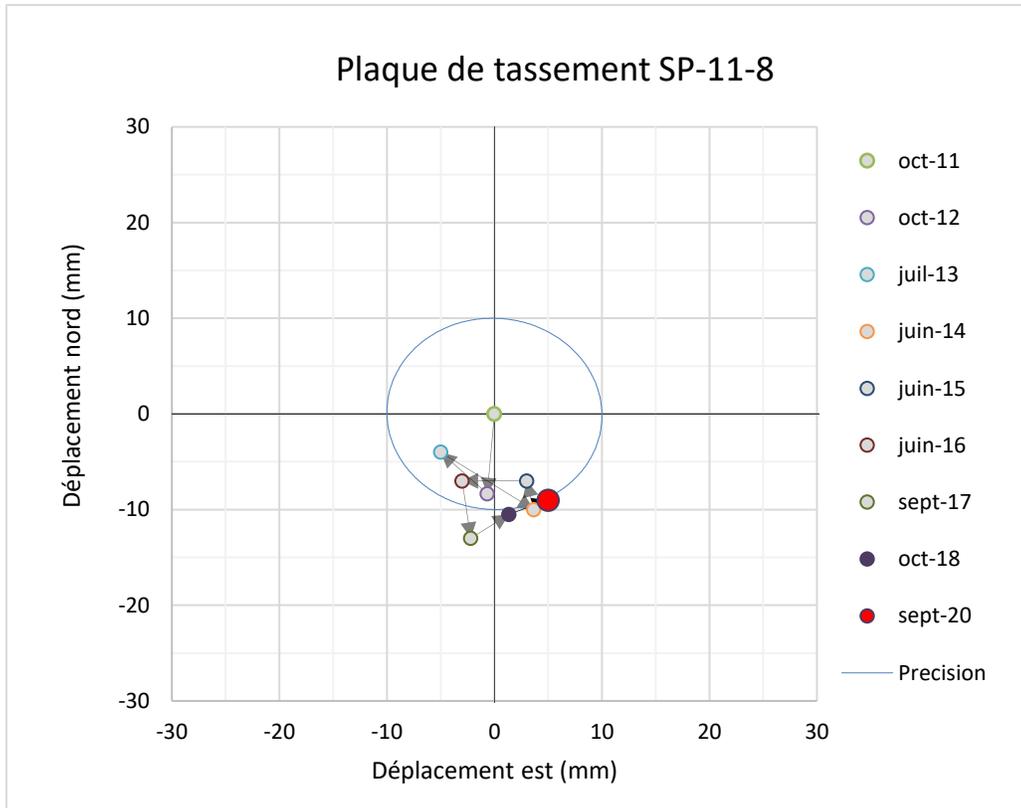














**[golder.com](http://golder.com)**