



Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie — Zone 6

Étude d'impact sur l'environnement déposée par WM Québec Inc. au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques – Dossier 3211-23-88

Volet technique – Volume I : Rapport

Décembre 2018





PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE (ZONE 6)

VOLET TECHNIQUE – VOLUME I : RAPPORT

WM QUÉBEC INC. (WASTE MANAGEMENT INC.)

PROJET N° : 171-02584-00
DATE : DÉCEMBRE 2018

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



2018-12-14

Alexandre Monette, ing.
(OIQ n° 143579)

ET



2018-12-14

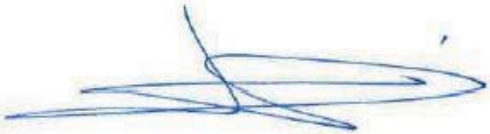
Marlène Demers, ing.
(OIQ n° 115373)

ET



Natalie Gagné, ing., M.Sc. PMP
(OIQ n° 115202)

RÉVISÉ PAR



Jean Bernier, ing., M.Sc
(OIQ n° 106588)

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WM QUÉBEC INC. (WASTE MANAGEMENT INC.)

Directeur adjoint WM Québec

Ghislain Lacombe, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

Rédaction

Alexandre Monette, ingénieur
Catherine Verrault, M.Sc., M.Sc.A.
Danny Gauvin, ing.
Marlène Demers, ing.
Natalie Gagné, ing., M.Sc. PMP
Slim Kouki, ing., Ph.D

Révision

Jean Bernier, ing., M.Sc

Dessinateurs

Julie Côté Coordinatrice DAO
Anne Voyer, Technicienne DAO
Gail Godmaire, Technicienne DAO
Maxime Chainé, Technicienne DAO

Relecture et édition

Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2018. *PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE (ZONE 6). VOLET TECHNIQUE – VOLUME I : RAPPORT*. RAPPORT PRODUIT POUR WM QUÉBEC INC. (WASTE MANAGEMENT INC.). 63 PAGES ET ANNEXES.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	1
1.1	INTRODUCTION	1
1.2	MISE EN CONTEXTE	2
2	CONCEPT D'AMÉNAGEMENT DU LET	3
2.1	CRITÈRE DE CONCEPTION	3
2.1.1	TONNAGE DE MATIÈRES RÉSIDUELLES ET DURÉE DE VIE	3
2.1.2	EXIGENCES DE LOCALISATION	3
2.1.3	INTÉGRATION VISUELLE AU PAYSAGE	4
2.1.4	PRISE EN COMPTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	6
2.2	AMÉNAGEMENT DU LET	6
2.3	PLAN DE DÉVELOPPEMENT DU LET (SÉQUENCE D'EXPLOITATION)	8
2.4	SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION	10
2.5	ÉCRAN D'ÉTANCHÉITÉ PAR MUR SOL-BENTONITE	11
2.6	BERMES DE STABILISATION	12
2.7	SYSTÈME DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION DU LIXIVIAT	13
2.7.1	SYSTÈME PRIMAIRE DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION DU LIXIVIAT	13
2.7.2	SYSTÈME SECONDAIRE DE COLLECTE DU LIXIVIAT	14
2.7.3	ACCÈS DE NETTOYAGE	15
2.7.4	POSTES DE POMPAGE	15
2.8	RECOUVREMENT INTERMÉDIAIRE ET FINAL	15
2.8.1	RECOUVREMENT INTERMÉDIAIRE	15
2.8.2	RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE	16
2.9	GESTION DES EAUX DE SURFACE (RUISSELLEMENT)	17
3	TRAITEMENT DU LIXIVIAT	19
3.1	DÉBITS ET CHARGES ANTICIPÉS	19
3.1.1	ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT	19
3.1.2	COMPOSITION ANTICIPÉE DU LIXIVIAT	20
3.2	CAPACITÉ DU SYSTÈME DE TRAITEMENT	22
3.3	TECHNOLOGIE DE TRAITEMENT RETENUE	24

3.4	SCHÉMA DE PROCÉDÉ	25
3.4.1	BASSIN D'ACCUMULATION	26
3.4.2	TRAITEMENT BIOLOGIQUE (RÉACTEUR MBR)	26
3.4.3	CHAUFFAGE DU LIXIVIAT	29
3.4.4	BASSIN DE POSTÉGALISATION	29
3.4.5	TRAITEMENT DU ZINC	30
3.4.6	REJET DES EAUX À LA RIVIÈRE JOURDAIN	31
3.4.7	GESTION DES BOUES	31
4	OUVRAGES DE CAPTAGE ET DE TRAITEMENT DU BIOGAZ	33
4.1	AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL	33
4.2	TRANCHÉES DE CAPTAGE DU BIOGAZ	33
4.3	SYSTÈME DE COLLECTEURS PRINCIPAUX.....	34
4.4	STATION DE POMPAGE ET DE TRAITEMENT DU BIOGAZ.....	34
4.5	ÉTUDE DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE	34
4.6	VALORISATION DU BIOGAZ	36
5	TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT ET DE CONSTRUCTION DU LET	37
5.1	GESTION DES SOLS	37
5.2	OUVRAGES CONNEXES.....	37
5.2.1	ROUTES D'ACCÈS	37
5.2.2	BÂTIMENT, BALANCE ET POSTE DE CONTRÔLE	38
5.3	ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	38
5.3.1	ARPENTAGE.....	38
5.3.2	CONTRÔLE DES MATÉRIAUX	38
6	MODALITÉS OPÉRATIONNELLES.....	41
6.1	CONTRÔLE ET INSPECTION DES MATIÈRES REÇUES	41
6.1.1	MATIÈRES RÉSIDUELLES	41
6.1.2	MATÉRIAUX DE RECOUVREMENT JOURNALIER.....	42
6.2	OPÉRATIONS D'ENFOUISSEMENT	43

6.3	ENTRETIEN PRÉVENTIF	44
6.4	ÉQUIPEMENTS LOURDS	44
6.5	HORAIRES D'EXPLOITATION	45
7	PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL	47
7.1	DURÉE D'APPLICATION	47
7.2	MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE	47
7.3	TRANSMISSION DES RÉSULTATS AU MELCC	48
7.4	SUIVI DES EAUX	48
7.4.1	EAUX SOUTERRAINES	48
7.4.2	EAUX DE SURFACE ET DE LIXIVIATION	50
7.4.3	VALEURS LIMITES ET OBJECTIFS DE REJET	51
7.4.4	SOMMAIRE DES PROGRAMMES DE SUIVI DES EAUX	52
7.5	SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR (BIOGAZ)	53
7.5.1	SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR	53
7.5.2	NOMBRE DE PUIITS D'OBSERVATION ET LOCALISATION	53
7.5.3	MESURES DE SURVEILLANCE	53
7.6	PLAN D'INTERVENTION	54
7.6.1	GÉNÉRALITÉS	54
7.6.2	CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES	55
7.6.3	MIGRATION DU BIOGAZ	55
7.7	INSPECTION DU SITE	56
7.8	RAPPORT ANNUEL	56
8	GESTION POSTFERMETURE	59
8.1	PROGRAMME DE POSTFERMETURE	59
8.2	ESTIMATION DES COÛTS POSTFERMETURE	59
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	63

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 2-1	SÉQUENCE D'EXPLOITATION ANTICIPÉE DU LET	9
TABLEAU 3-1	COMPOSITION MOYENNE DU LIXIVIAT TRAITÉ DE 2014 À JUIN 2018	21
TABLEAU 7-1	PARAMÈTRES INDICATEURS.....	49
TABLEAU 7-2	PARAMÈTRES DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES	49
TABLEAU 7-3	VALEURS LIMITES	50
TABLEAU 7-4	SOMMAIRE DES PROGRAMMES DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA QUALITÉ DES EAUX	52
TABLEAU 8-1	SYNTHÈSE DES COÛTS POSTFERMETURE AVEC LA ZONE 6 (INCLUANT LES TAXES)	60
TABLEAU 8-2	ÉVALUATION DE LA CONTRIBUTION POSTFERMETURE REQUISE POUR LE PROJET D'AGRANDISSEMENT DE LA ZONE 6.....	62

FIGURES

FIGURE 2-1	ÉVOLUTION DANS LE TEMPS DE LA MAJORATION À CONSIDÉRER POUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES PRÉCIPITATIONS TOTALES (PLUIE + NEIGE)	7
FIGURE 3-1	PRÉCIPITATIONS TOTALES ANNUELLES RÉELLES ET ESTIMÉES AU LET	20
FIGURE 3-2	ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT AU LET	21
FIGURE 3-3	DISTRIBUTION DES DONNÉES DISPONIBLES SUR LES CONCENTRATIONS EN DCO ET NTK DU LIXIVIAT BRUT À TRAITER AU LET DE SAINTE-SOPHIE.	25
FIGURE 3-4	SCHÉMA PRÉLIMINAIRE DU TRAITEMENT DU LIXIVIAT PROPOSÉ AU LET DE SAINTE-SOPHIE ...	27
FIGURE 4-1	COURBE DE GÉNÉRATION ET DE CAPTAGE DU BIOGAZ DU PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE	35

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXES

A	NOTE TECHNIQUE SUR L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
B	ANALYSE DU GÉOTEXTILE DE PROTECTION
C	ANALYSE DES COMPOSANTES GÉOSYNTHÉTIQUES
D	ANALYSE DE LA PERFORMANCE DU SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION
E	ÉQUIVALENCE DU GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE
F	ÉQUIVALENCE DU GÉOFILET DE DRAINAGE
G	ANALYSE STRUCTURALE DES CONDUITES
H	PERFORMANCE DE LA COUCHE DE DRAINAGE DU LIXIVIAT
I	ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT
J	COMPOSITION DU LIXIVIAT TRAITÉ DE 2014 À 2018
K	DEVIS D'ASSURANCE-QUALITÉ TYPE POUR LES MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES
L	OER POUR LE LET À SAINTE-SOPHIE
M	ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DES COÛTS DE GESTION POSTFERMETURE
N	PLANS RÉDUITS (SANS ÉCHELLE)

1 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

1.1 INTRODUCTION

Le site d'enfouissement de WM Québec inc., filiale québécoise de Waste Management inc. (WM), est situé dans la municipalité de Sainte-Sophie et est en opération depuis 1964. WM y exploite actuellement un lieu d'enfouissement technique (LET) sur une partie du lot 3 437 010 du cadastre du Québec, soit la zone 5, à la suite de l'obtention des décrets gouvernementaux consécutifs 829-2009 et 809-2016.

WM Québec souhaite poursuivre l'exploitation du LET de Sainte-Sophie par un agrandissement de l'aire d'enfouissement et d'exploitation sur la superficie résiduelle disponible dans la partie nord-ouest de sa propriété. Ce secteur avait d'ailleurs été inclus au projet d'agrandissement déposé en 2007, mais il n'avait pas été autorisé par le décret 829-2009, qui limitait la capacité d'enfouissement initiale à 6,0 Mm³ sur cinq ans, pour un tonnage annuel maximal de 1 Mt de matières résiduelles. Ce décret imposait également à WM l'obligation d'obtenir un second décret pour la poursuite de l'exploitation du LET de Sainte-Sophie, pour une période additionnelle de cinq ans, incluant une révision à la baisse des tonnages annuels maximaux de matières résiduelles. Le décret 809-2016 a ainsi ajouté une capacité d'enfouissement supplémentaire de 6 Mm³ portant la capacité totale autorisée à 12 Mm³, mais limite également sa période d'exploitation à cinq années supplémentaires. Cette capacité totale de 12 Mm³ représente moins de 50 % de celle qui faisait l'objet du projet d'agrandissement de 2007, soit 29 Mm³. De plus, le décret 806-2016 imposait de plus une diminution progressive du tonnage de matières résiduelles enfouies, passant de 993 000 t à l'an 1 à 977 000 t à l'an 5.

Pour poursuivre l'exploitation de son site au-delà de 2022, l'année limite prescrite par les décrets en vigueur, WM désire soumettre à nouveau un projet d'agrandissement pour les terrains situés dans la partie nord-ouest de sa propriété. Le projet d'agrandissement se situera majoritairement sur le lot 1 692 604 du cadastre de Mirabel, dans la circonscription foncière de Deux-Montagnes, mais inclura également la partie sud-ouest du lot 3 437 010.

WM compte ainsi poursuivre ses activités d'élimination des matières résiduelles au LET de Sainte-Sophie en favorisant l'application des plus récentes technologies de pointe pour la protection de l'environnement et conformément aux exigences du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée pour élaborer les aspects techniques du projet d'aménagement de la zone 6 du LET de Sainte-Sophie. L'étude traite en premier lieu de la localisation du LET et des principes généraux d'aménagement de l'ensemble des infrastructures prévues. Par la suite, les aspects techniques sont abordés de façon détaillée avec une présentation des critères préliminaires de conception utilisés, la description des systèmes et des composantes techniques principales du LET ainsi que des ouvrages connexes de génie civil.

Il importe de souligner que le concept d'aménagement du projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie a été élaboré sur la base des exigences réglementaires actuelles et des informations tirées des différentes études sectorielles antérieures, ainsi que celles complémentaires produites dans le cadre spécifique de la présente étude d'impact sur l'environnement (EIE). La conception du LET a également pris en compte le plus possible les principes directeurs de la Loi sur le développement durable. Entre autres, une importance particulière a été mise sur l'impact des changements climatiques, qui doivent être pris en compte dans la conception des ouvrages pour en assurer l'efficacité et la pérennité à long terme.

Dans le cas où le projet était accepté, certaines modifications visant à augmenter la protection environnementale pourraient éventuellement être apportées à ce concept initial, de manière à adapter les différents ouvrages aux conditions réelles d'exploitation.

Les principales composantes du projet sont décrites de manière à en permettre une compréhension suffisante pour réaliser l'évaluation des impacts. L'ensemble des plans d'aménagement et de détails est regroupé dans le Volume II du présent rapport. Cependant, pour une référence rapide, une copie en format réduit des plans et détails types est fournie à la dernière annexe du présent rapport (annexe N).

1.2 MISE EN CONTEXTE

Il est important de considérer que la présente étude technique se veut une mise à jour du projet d'agrandissement déposé en 2007 par WM, qui couvrait l'ensemble de la zone 5 actuellement en exploitation ainsi que la zone 6 proposée dans l'actuel projet. Ce nouveau projet d'agrandissement englobe quelques modifications, dont :

- l'aménagement de l'aire d'enfouissement de la zone 6 du LET maintient l'exclusion d'un secteur de 1,7 ha au nord de la zone 6 où les conditions hydrogéologiques et l'absence d'une couche d'argile favorisaient la présence d'une zone potentielle de recharge préférentielle pour la réalimentation de la nappe aquifère du roc avec des conditions de nappe libre caractérisant ces aires de recharge;
- le profil final d'enfouissement est modifié pour permettre de porter l'élévation finale du LET de 108,8 m à 117,0 m, bien que la hauteur des talus périphériques demeure relativement similaire.

2 CONCEPT D'AMÉNAGEMENT DU LET

Le concept d'aménagement du LET proposé dans le cadre du projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie est basé sur les exigences environnementales du REIMR adoptées en 2006 et entièrement en vigueur depuis janvier 2009. Un LET représente la terminologie pour désigner un lieu d'élimination des matières résiduelles de nouvelle génération exploité en confinement, avec collecte et traitement du lixiviat ainsi que du biogaz, selon les dispositions du REIMR. Ces lieux d'élimination basés sur un confinement, et combinant l'utilisation de matériaux naturels et géosynthétiques, représentent une technologie de haute performance environnementale et ils sont exploités avec succès en Amérique du Nord depuis au moins 40 ans.

L'élaboration des aspects techniques du projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie se réalise en termes de localisation et des critères de conception, dans un premier temps, puis en termes plus techniques abordant successivement la description de l'aire d'enfouissement et la conception des divers ouvrages techniques pour la collecte, l'évacuation et le traitement des eaux de lixiviation et du biogaz. Le mode d'opération du LET est par la suite abordé, incluant le programme de suivi environnemental, les opérations de contrôle et la gestion postfermeture.

2.1 CRITÈRE DE CONCEPTION

La conception du LET de Sainte-Sophie est basée sur les dispositions réglementaires énoncées au REIMR relatives à l'aménagement d'un lieu d'enfouissement, tant celles portant sur les conditions générales d'aménagement, l'étanchéité, le captage et le traitement des lixiviats et des biogaz, la gestion des eaux de surface que celles portant sur les modalités opérationnelles. De plus, les principes de la Loi sur le développement durable et l'impact des changements climatiques ont également été pris en compte pour la conception préliminaire des ouvrages.

2.1.1 TONNAGE DE MATIÈRES RÉSIDUELLES ET DURÉE DE VIE

Le LET proposé s'inscrit en prolongement des zones d'enfouissement autorisées existantes. Il a été développé de façon à permettre l'élimination d'un tonnage annuel maximal de 1 000 000 t/an de résidus ultimes sur une période additionnelle d'environ 18,6 ans. La nouvelle zone 6 ajoutera ainsi une capacité d'enfouissement de 18,6 Mm³, portant ainsi le volume total des zones conjointes 4, 5A, 5B et 6 à 36 Mm³.

2.1.2 EXIGENCES DE LOCALISATION

Les conditions générales d'aménagement prévues au REIMR qui ont été considérées pour l'implantation de l'aire d'élimination du LET proposée sont :

- 1 L'aire d'élimination des matières résiduelles de tout LET ainsi que le système de traitement des eaux de lixiviation doivent être aménagés à une distance minimale de 1 km de toute installation de captage d'eau de surface ou de toute installation de captage d'eau souterraine, dans le cas où ces installations servent soit à la production d'eau de source ou d'eau minérale, soit à l'alimentation d'un aqueduc.
- 2 L'interdiction d'aménager un LET :
 - dans la zone d'inondation d'un cours ou plan d'eau (ligne d'inondation d'une récurrence de 100 ans);
 - à l'intérieur de toute zone à risque de mouvement de terrain;

- sur un terrain en dessous duquel se trouve une nappe libre ayant un potentiel aquifère élevé (capacité de pompage permanente d'un puits de 25 m³/h d'eau);
- 3** L'intégration du LET au paysage environnant à l'intérieur d'un rayon de 1 km en tenant compte des caractéristiques physiques et visuelles du paysage, entre autres sa topographie, son accessibilité visuelle et son intérêt récréotouristique, de la capacité du paysage d'intégrer ou d'absorber ce type d'installation et de l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts visuels (écran, zone tampon, reverdissement, reboisement, etc.).
- 4** Le maintien d'une zone tampon d'au moins 50 m de large sur le pourtour de l'aire d'élimination du LET, du système de traitement des lixiviats ainsi que de l'installation d'aspiration et d'élimination des biogaz dans le but d'atténuer les nuisances que peut générer un LET et permettre la mise en œuvre de mesures correctives, au besoin. Cette zone doit faire partie intégrante du lieu d'enfouissement et ne comporter aucun cours ou plan d'eau.
- 5** L'aménagement d'un LET doit tenir compte des contraintes géotechniques inhérentes aux matériaux naturels en présence et aux matériaux synthétiques utilisés, ainsi que des conditions hydrogéologiques qui prévalent et qui peuvent faire l'objet de modifications à la suite des aménagements proposés.

L'ensemble de ces exigences réglementaires a été pris en compte dans le développement du concept de la zone 6 du LET, qui se veut essentiellement une mise à jour du projet d'agrandissement déposé en 2007 qui avait déjà été soumis au processus d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Le respect de ces exigences a donc été démontré dans les études d'impact antérieures, mais elles sont reprises dans le cadre de la présente étude technique en fonction des modifications proposées.

2.1.3 INTÉGRATION VISUELLE AU PAYSAGE

L'intégration d'un LET, comme mentionné précédemment, doit se faire au paysage environnant. La surélévation maximale d'un LET est donc régie par les règles d'intégration au paysage. Plus spécifiquement, les exigences relatives à l'intégration visuelle au paysage sont dictées aux articles 17 et 46 du REIMR, lesquels sont reproduits aux paragraphes suivants :

***Art. 17** Les lieux d'enfouissement technique doivent s'intégrer au paysage environnant. À cette fin, il est tenu compte notamment des éléments suivants :*

- 1. les caractéristiques physiques du paysage dans un rayon d'un kilomètre, entre autres sa topographie ainsi que la forme, l'étendue et la hauteur de ses reliefs;*
- 2. les caractéristiques visuelles du paysage également dans un rayon d'un kilomètre, notamment son accessibilité visuelle et son intérêt récréotouristique (les champs visuels, l'organisation et la structure du paysage, sa valeur esthétique, son intégrité, etc.);*
- 3. la capacité du paysage d'intégrer ou d'absorber ce type d'installation;*
- 4. l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts visuels (écran, zone tampon, reverdissement, reboisement, etc.).*

***Art. 46** Les opérations d'enfouissement de matières résiduelles dans un lieu d'enfouissement technique ne doivent être visibles ni d'un lieu public ni d'un rez-de-chaussée d'une habitation située dans un rayon d'un kilomètre ; cette distance se mesure à partir des zones de dépôt.*

Des simulations visuelles ont été réalisées sur la base des informations recueillies dans le cadre de l'analyse cartographique et de la visite de terrain, en tenant compte de la topographie, de la végétation, de l'hydrographie et des autres éléments pertinents. Ces simulations visuelles ont permis de cibler les points de vue jugés plus vulnérables dans un rayon de 1 km de la future zone 6. Ces points sont considérés plus vulnérables étant donné la présence de brèches entre les arbres, ou d'une variation du relief. Il est à noter que le paysage forestier et agricole domine la zone à l'étude. Toutefois, quelques résidences ainsi que plusieurs sentiers utilisés pour des raisons récréotouristiques sont présents autour du LET de Sainte-Sophie

De façon plus précise, des simulations visuelles *in situ* ont été réalisées le 30 novembre 2017 par des représentants de WSP. Ces simulations ont consisté à faire monter dans les airs cinq grappes de trois ballons de 1 m de diamètre gonflés à l'hélium. Ces grappes étaient reliées à un câble qui était fixé à un bloc de béton au sol. La longueur des câbles a été déterminée afin que les grappes, une fois dans les airs, se positionnent sur le pourtour de la crête la plus élevée de la phase d'agrandissement, dont les élévations varient de 110,9 à 116,1 m. Il est à noter que l'élévation 116,1 représente l'élévation la plus élevée des matières résiduelles de la future zone 6.

Ces simulations visent à valider les élévations proposées de la future zone 6 et à permettre une intégration au paysage acceptable pouvant nécessiter, le cas échéant, des mesures d'atténuation afin de limiter les impacts visuels.

Par la suite, les points de vue jugés plus vulnérables dans un rayon de 1 km ont été visités afin de valider ou non la présence de percées visuelles permettant d'observer les grappes de ballons installées. Il est à noter que de nombreux autres points ont été visités dans le cadre des travaux. En effet, tout le secteur se trouvant dans le rayon de 1 km prescrit a été ratissé.

À la suite des observations sur le terrain, des percées visuelles ont été décelées à partir du rang Ste-Marguerite, localisé à l'ouest du LET, ainsi qu'à partir de quatre résidences (rez-de-chaussée) localisées sur ledit rang. Le rang Sainte-Marguerite est séparé du LET actuel par un couvert arborescent. À partir dudit rang et des résidences qui y sont sises, le champ visuel peu profond offre à l'observateur un écran visuel fort efficace, étant donné la proximité du couvert arborescent, alors que des percées visuelles sont décelées lorsque l'on s'éloigne dudit couvert. Il est à noter qu'aucune autre percée, à l'exception de celles citées précédemment, n'a été décelée à partir d'un lieu public ou d'un rez-de-chaussée d'une habitation dans un rayon de 1 km de la future zone 6.

Les grappes de ballons qui ont été observées à partir des percées visuelles sont celles qui ont été implantées long de la limite ouest du futur LET, au niveau de la crête la plus élevée. Le profil final étant déjà conceptualisé, il a été considéré que celui-ci ne sera pas modifié, mais qu'un ouvrage de compensation sera entrepris afin de couvrir ces percées visuelles.

Les mesures de dissimulation des opérations d'enfouissement pourraient prendre diverses formes. En voici, sans s'y limiter, quelques-unes qui pourraient être retenues :

- aménagement d'une plantation d'arbres sur la berme qui sera aménagée à l'ouest de la zone 6;
- aménagement d'une clôture opaque sur la berme qui sera aménagée à l'ouest de la zone 6;
- aménagement d'une clôture opaque sur les matières résiduelles, à l'élévation requise, permettant de dissimuler les opérations d'enfouissement ayant cours du côté est de ladite clôture ;
- aménagement d'une berme (p. ex. composée de matières résiduelles ou de matériaux de recouvrement) sur les matières résiduelles, à l'élévation requise, permettant de dissimuler les opérations d'enfouissement ayant cours du côté est de ladite berme.

Il est possible que les mesures de dissimulation retenues nécessitent, au préalable, la réalisation d'une analyse géotechnique.

2.1.4 PRISE EN COMPTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Afin de prendre en compte les effets des changements climatiques sur les précipitations totales (pluie + neige), un modèle d'évolution annuelle de majorations pour changement climatique a été établi afin d'estimer un facteur de majoration à considérer annuellement sur la période d'exploitation du LET qui se prolonge jusqu'en 2040. L'évaluation de ces facteurs annuels de majoration a été réalisée en s'inspirant des résultats du rapport d'Ouranos (Ouranos, 2015) sur la « Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec » et sur la base de l'horizon climatique 2020 qui s'étend de 2011 jusqu'à 2040, soit la date approximative de fermeture de la zone 6.

La note technique jointe à l'annexe A détaille la méthodologie utilisée pour élaborer la courbe de l'évolution des majorations. La figure 2-1 montre la courbe de l'évolution annuelle de la majoration qui a été considérée pour les précipitations annuelles. L'écart-type sur les majorations pour chaque année de l'horizon climatique 2020 (de 2011 à 2040) a été calculé sur la base de la variation maximale des médianes des deux ensembles de simulations climatiques globales, CMIP RCP8.5 et CMIP RCP4.5. La figure 2-1 montre l'enveloppe de majoration entre la limite des majorations moyennes et la limite de majorations maximales pour l'horizon 2020 (2011-2040). Par conséquent, le scénario le plus pessimiste a été retenu, avec une valeur maximale d'écart-type de 36 %, ce qui correspond à la limite maximale de l'enveloppe des majorations. Cette valeur a été appliquée sur le pourcentage de majoration de chaque année. Par conséquent, la valeur de majoration maximale à l'année 2041 sera égale à +9,85 %.

Cette équation a été utilisée afin de calculer le pourcentage de majoration à considérer pour chaque année, de 2011 à 2040. Toutefois, il ne faut pas confondre la majoration sur la quantité de précipitation totale, comme expliqué ci-dessus, avec celle sur l'intensité des pluies extrêmes (courbes IDF). Pour tenir compte des changements climatiques sur les intensités des pluies extrêmes, une majoration de 20 % devrait être appliquée à la hauteur de pluie tirée de la courbe IDF (Environnement Canada, 2014) pour les pluies de récurrence allant de 1:2 ans jusqu'au 1:100 ans. Cette majoration s'inspire des recommandations régionales préparées par l'INRS (Mailhot, 2014) pour le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET).

2.2 AMÉNAGEMENT DU LET

L'aire d'élimination pour la zone 6 proposée couvre une superficie additionnelle de 51,25 ha en continuité de la zone 4 d'une partie de la zone 5A à l'est et de la zone 5B au sud. Elle portera la superficie totale du LET constitué des zones 4,5A, 5B et 6 à 127,4 ha.

La capacité totale d'enfouissement spécifique à la zone 6 est d'environ 18,6 Mm³ de matières résiduelles, incluant le recouvrement journalier. En considérant l'acceptation d'une quantité maximale de 1 Mt/an de matières résiduelles, la durée de vie active du LET proposé sera d'environ 18,6 années.

Le schéma d'aménagement proposé pour le LET est illustré aux divers plans en annexe. Les plans 2 à 4 montrent les limites des cellules d'enfouissement technique (CET) proposées dans le cadre du LET, de même que les chemins d'accès, les fossés d'évacuation des eaux superficielles, les bermes de stabilisation, la zone tampon en périphérie du site, les postes de pompage ainsi que le profil final proposés pour le LET.

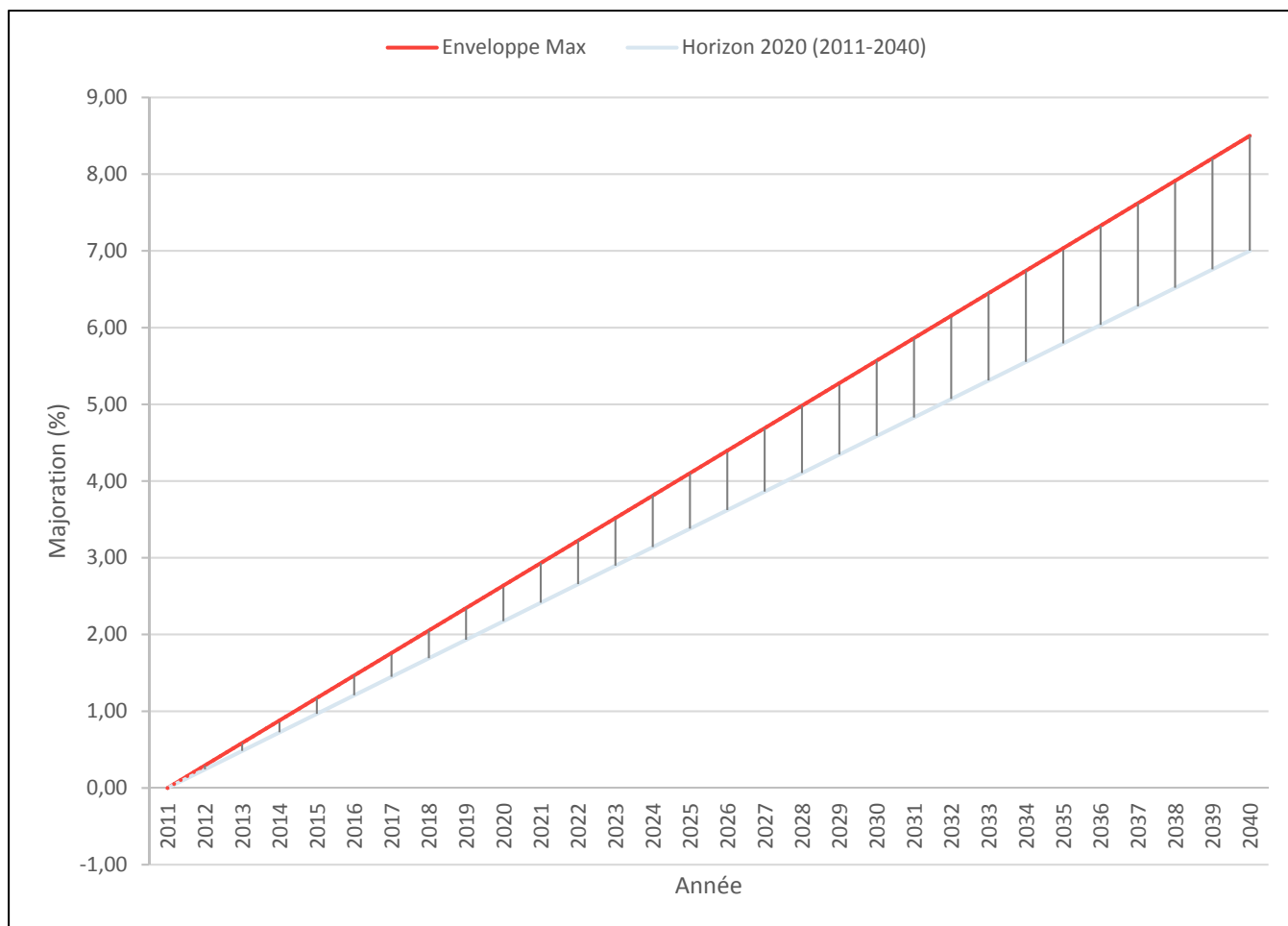


Figure 2-1 Évolution dans le temps de la majoration à considérer pour les changements climatiques sur les Précipitations totales (Pluie + Neige)

Il est à souligner que les secteurs situés à l'est et au sud de la zone 6, soit les zones 4, 5A et 5B, ont déjà été soumis au processus d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement dans le cadre des projets d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie de 2002 (zone 4 : Décret 1068-2004; certificats d'autorisations n^{os} 7522-15-01-0011-09, 10 et 12), 2009 (zone 5A : Décret 829-2009; certificat d'autorisation [CA] n^o 7522-15-01-00011-11-20) et 2016 (zone 5B : Décret 809-2016; CA n^o 7522-15-01-00011-11-27). La zone 6 qui fait l'objet de la présente demande était incluse au projet antérieur d'agrandissement déposé 2009.

Le nouveau LET proposé, désigné comme la zone 6, est par conséquent une poursuite des aménagements des zones 4, 5A et 5B, les diverses composantes techniques des quatre zones étant intégrées.

2.3 PLAN DE DÉVELOPPEMENT DU LET (SÉQUENCE D'EXPLOITATION)

L'aménagement et l'exploitation du LET de Sainte-Sophie se feront en suivant une séquence basée sur le taux d'enfouissement des matières résiduelles. Le plan 17 présente la séquence approximative de développement proposée. La configuration du LET est ainsi subdivisée en 18 cellules d'enfouissement technique (CET).

L'exploitation du LET se fera principalement en surélévation, l'excavation de la zone 6 se limitant à une profondeur maximale d'environ 5 m par rapport au terrain naturel. Les profondeurs d'excavation ont été déterminées sur la base des recommandations puisées dans les études géotechnique et hydrogéologique réalisées par Golder (2007).

Les premières cellules d'enfouissement de la zone 6 seront aménagées au sud-est en continuité aux cellules existantes des zones 5A et 5B. Par la suite, l'aménagement des CET se poursuivra vers le nord. Il est à noter que l'exploitation des CET de la zone 6 chevauchera en surélévation celles des zones 4, 5A et 5B sur les secteurs où les zones se rejoignent. Des CET en « piggyback » seront parfois aménagées sur des secteurs fermés, où un recouvrement final a déjà été aménagé dans le passé (p. ex. sur les talus ouest des zones 4 et 5A).

Des phases de recouvrement final auront lieu, en respect aux prescriptions édictées au Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR) afin de fermer les secteurs ayant atteint le profil final autorisé dans les temps prescrits et lorsque les conditions climatiques le permettront. De plus, dans l'optique de limiter l'infiltration des précipitations dans les matières résiduelles, des travaux temporaires de recouvrement intermédiaires seront réalisés sur une base régulière et retirés progressivement en fonction des besoins et de l'avancement des activités d'enfouissement.

Comme mentionné précédemment, l'aménagement de la zone 6 se fera du sud vers le nord. Ce plan de développement favorisera donc la croissance des arbres prévus sur le dessus de la berme longeant la 1^{ère} Rue d'ici à ce que les cellules plus au nord soient aménagées. Cette plantation servira donc d'écran visuel et sonore aux opérations du site d'enfouissement en plus de jouer son rôle principal de stabilité des sols.

Une telle séquence d'exploitation permettra également de procéder à l'aménagement du site en continuité avec les opérations actuelles, en plus d'optimiser l'utilisation de la majorité des équipements en place : chemins d'accès, équipements destinés au contrôle des matières résiduelles admises, systèmes de traitement du lixiviat et système de captage des biogaz.

La séquence d'aménagement a également été établie de façon à respecter les exigences de stabilité en cours d'exploitation et en considérant l'excavation des cellules d'enfouissement. Les pentes maximales ainsi que des paliers seront requis en cours d'exploitation pour assurer la stabilité du site, et seront mis en place par WM.

Le tableau 2.1 décrit la séquence d'exploitation anticipée du LET en considérant le tonnage annuel maximal de matières résiduelles demandé, qui est de l'ordre de 1 000 000 t/an de matières résiduelles avec un taux d'utilisation global de l'espace de 1,0 t/m³; le volume annuel requis est ainsi de 1 000 000 m³ annuellement.

Les 18 CET seront aménagées progressivement en fonction des quantités réelles de matières résiduelles à enfouir. Des bermes de séparation intercellulaire pourront être utilisées, au besoin, afin de délimiter chacune des cellules d'exploitation. En fait, lorsque deux CET seront aménagées et exploitées simultanément, la berme de séparation intercellulaire n'est techniquement plus requise puisque celle-ci a pour but de séparer les eaux issues de chaque CET; les eaux de lixiviation issues d'une CET en exploitation sont dirigées vers la filière de traitement alors que les eaux de précipitation non contaminées en provenance d'une CET imperméabilisée, mais non exploitée, peuvent être rejetées vers le milieu hydrique naturel. En raison de contraintes opérationnelles, il est parfois préférable de procéder à l'ouverture simultanée de deux CET. Dans ces conditions, la berme intercellulaire n'est pas nécessaire.

Tableau 2-1 Séquence d'exploitation anticipée du LET

LET SAINTE-SOPHIE - ZONE 6																
Hypothèses																
Tonnage :				1 000 000	tonnes de matières résiduelles											
AUF :				1,00	t/m ³											
Volume annuel requis:				1 000 000	m ³											
Données de base				Volume			Superficie en exploitation				Superficie annuelle fermée					
Année	Année	CET	Tonnage annuel mat. Res.	Volume requis	Volume annuel ajouté	Volume résiduel en fin d'année	Superficie au sol ajoutée(2D)	Superficie "Piggyback"	Superficie cumulative	Superficie en opération	Recouvrement intermédiaire annuel	Recouvrement intermédiaire retiré	Recouvrement intermédiaire net	Recouvrement intermédiaire cumulatif	Recouvrement final annuel	Recouvrement final total
1	2022	1	1 000 000	1 000 000	1 052 690	52 690	49 825	52 700	102 525	102 525	-	-	-	-	-	-
2	2023	2	1 000 000	1 000 000	1 008 045	60 735	31 070	20 050	153 645	130 000	8 995	-	8 995	8 995	14 650	14 650
3	2024	3	1 000 000	1 000 000	947 855	8 590	29 755	52 400	235 800	130 000	66 705	-	66 705	75 700	15 450	30 100
4	2025	4	1 000 000	1 000 000	1 025 245	33 835	22 645	-	258 445	130 000	15 895	-	15 895	91 595	6 750	36 850
5	2026	5	1 000 000	1 000 000	1 117 320	151 155	30 215	-	288 660	130 000	2 465	-	2 465	94 060	27 750	64 600
6	2027	6	1 000 000	1 000 000	1 022 665	173 820	68 640	-	357 300	130 000	33 690	-	33 690	127 750	34 950	99 550
7	2028	7	1 000 000	1 000 000	1 253 940	427 760	47 665	-	404 965	130 000	36 765	-	36 765	164 515	10 900	110 450
8	2029	8	1 000 000	1 000 000	1 098 380	526 140	14 085	8 300	427 350	130 000	-	(18 365)	(18 365)	146 150	40 750	151 200
9	2030	9	1 000 000	1 000 000	995 275	521 415	16 525	2 845	446 720	130 000	-	(18 730)	(18 730)	127 420	38 100	189 300
10	2031	10	1 000 000	1 000 000	1 009 380	530 795	12 300	2 465	461 485	130 000	-	(18 785)	(18 785)	108 635	33 550	222 850
11	2032	11	1 000 000	1 000 000	1 083 870	614 665	16 090	3 045	480 620	130 000	-	(8 065)	(8 065)	100 570	27 200	250 050
12	2033	12	1 000 000	1 000 000	1 088 210	702 875	51 530	-	532 150	130 000	23 830	-	23 830	124 400	27 700	277 750
13	2034	13	1 000 000	1 000 000	1 055 990	758 865	28 970	-	561 120	130 000	-	(26 030)	(26 030)	98 370	55 000	332 750
14	2035	14	1 000 000	1 000 000	913 775	672 640	13 985	3 070	578 175	130 000	-	(33 245)	(33 245)	65 125	50 300	383 050
15	2036	15	1 000 000	1 000 000	938 090	610 730	15 860	4 010	598 045	130 000	-	(6 130)	(6 130)	58 995	26 000	409 050
16	2037	16	1 000 000	1 000 000	959 935	570 665	16 385	3 465	617 895	130 000	-	(16 300)	(16 300)	42 695	36 150	445 200
17	2038	17	1 000 000	1 000 000	1 021 035	591 700	20 055	3 875	641 825	130 000	-	(12 020)	(12 020)	30 675	35 950	481 150
18	2039	18	1 000 000	1 000 000	1 008 300	600 000	26 870	5 405	674 100	116 150	-	(30 675)	(30 675)	-	76 800	557 950
19	2040		600 000	600 000	-	-	-	-	674 100	-	-	-	-	-	116 150	674 100
Total			18 600 000	18 600 000	18 600 000		512 470	161 630	674 100		188 345	(188 345)	(0)		674 100	
Notes :																
Les superficies "Piggyback" sont les superficie aménagée sur les secteurs actuellement autorisés																
Les cellules seront aménagées et mise en service en fin d'année																

Il est à noter que des changements pourraient être apportés à la séquence d'aménagement durant la période d'exploitation du site en fonction des besoins réels d'enfouissement.

Des aménagements permanents tels que les bermes de stabilisation, les fossés et les chemins périphériques, le mur sol-bentonite, le système d'imperméabilisation, les systèmes de collecte et de gestion de lixiviat, le recouvrement final de même que le réseau de captage et de gestion du biogaz seront construits de façon progressive au fur et à mesure de l'exploitation de la zone 6.

2.4 SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION

Pour les fins de l'étude d'impact et de l'étude technique, l'étude hydrogéologique et géotechnique de Golder produite en 2007 demeure valide puisqu'elle adressait les terrains prévus pour la zone 6. Cette étude et les conditions géotechniques du site confirment toujours l'obligation de mettre en place un système d'imperméabilisation à double niveau de protection conformément aux exigences du REIMR; la stratigraphie du sol n'incluant pas une couche de sol naturel homogène d'une épaisseur minimale de 6 m et ayant, en permanence, une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 1×10^{-6} cm/s (article 20 du REIMR).

Par conséquent, afin de confiner adéquatement les matières résiduelles, de les isoler du milieu environnant et de permettre la collecte du lixiviat, un système d'imperméabilisation à double niveau de protection, construit par l'entremise de matériaux naturels et géosynthétiques, sera installé sur le fond et les parois excavés des cellules d'enfouissement, le tout en continuité du système d'imperméabilisation des cellules existantes.

Il est à noter qu'en raison de la présence d'une nappe phréatique libre dans l'horizon de sable en surface du terrain naturel, l'abaissement de la nappe phréatique pour l'aménagement du LET peut être réalisé dans les secteurs où les exigences stipulées au REIMR sont respectées, à savoir :

- le dépôt meuble dans lequel le LET sera aménagé est composé d'une couche naturelle homogène constituée d'un matériau ayant en permanence une conductivité hydraulique inférieure ou égale à 5×10^{-5} cm/sec et d'une épaisseur minimale de 3 m sous le système d'imperméabilisation (article 23 du REIMR);
- un écran périphérique d'étanchéité, d'une largeur minimale de 1 m et ancré sur une profondeur minimale de 1 m dans la couche peu perméable, sera construit sur la périphérie de la zone d'enfouissement où l'exigence ci-haut mentionnée est respectée. La conductivité hydraulique de l'écran d'étanchéité sera inférieure à 1×10^{-6} cm/s (article 21 du REIMR).

Selon l'étude géotechnique de Golder (2007), le dépôt d'argile présent sur la zone à l'étude permet de rencontrer les obligations du REIMR sur une superficie d'environ 34 ha sur les 51 ha de la zone 6 proposée. Ce secteur de la zone 6 sera donc ceinturé d'un écran d'étanchéité, en continuité de celui en place sur les secteurs conformes des phases précédentes. L'abaissement des eaux dans ce secteur et l'aménagement des cellules à une profondeur légèrement supérieure permettent de récupérer le sable en surface pour le réutiliser pour la construction et l'exploitation du LET, limitant ainsi l'apport de matériaux de l'extérieur de la propriété.

Dans le secteur au nord de la zone 6, où les conditions géotechniques ne sont pas respectées, le système d'imperméabilisation sera installé au-dessus du niveau des eaux souterraines, tout en respectant une distance minimale de 1,5 m au-dessus du roc.

Le système d'imperméabilisation proposé pour l'aménagement de la zone 6 est conforme aux exigences énoncées à l'article 22 du REIMR. La barrière imperméable à double niveau de protection proposée pour l'aménagement du LET est illustrée au détail 1 du plan 7 et les divers calculs préliminaires y étant reliés sont présentés aux annexes B à E.

La barrière se compose, du haut vers le bas, des éléments suivants :

- un système primaire de collecte du lixiviat constituée d'une couche de drainage de 500 mm d'épaisseur de pierre nette possédant une conductivité hydraulique de l'ordre de 0,3 cm/s, soit largement supérieure à l'exigence de 0,01 cm/s du REIMR;
- une barrière imperméable supérieure constituée d'un géotextile de protection et d'une géomembrane lisse en PeHD de 1,5 mm d'épaisseur. Cette géomembrane sera protégée des effets mécaniques associés à la mise en place des matières résiduelles par la couche de drainage du système de captage de lixiviat qui la recouvre. Le géotextile vise, pour sa part, à protéger la géomembrane des aspérités de la pierre nette;
- un système secondaire de collecte du lixiviat constitué d'un géofilet de drainage en PeHD d'une épaisseur minimale de 5 mm posé directement entre les géomembranes imperméables inférieure et supérieure. Ce géofilet, à titre système secondaire de collecte, permet d'évaluer la performance du système primaire et la récupération des infiltrations potentielles de lixiviat à travers cette première barrière;
- une barrière imperméable inférieure composite constituée d'une géomembrane en PeHD de 1,5 mm d'épaisseur sus-jacente à un géocomposite bentonitique de 6 mm d'épaisseur et présentant une conductivité hydraulique inférieure à 5×10^{-9} cm/s.

L'utilisation d'une membrane d'argile synthétique, communément appelée natte bentonitique ou géocomposite bentonitique, a été retenue pour la conception du système d'imperméabilisation à titre d'équivalence par rapport à la couche d'argile de 60 cm d'épaisseur ($k \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s) prescrite au REIMR (annexe E). L'équivalence de ce type de membrane géosynthétique, constituée d'une couche de bentonite emprisonnée entre deux géotextiles, est reconnue par le Ministère et son utilisation en alternative à l'argile a été éprouvée dans de nombreux LET du Québec. De plus, son utilisation permet de limiter considérablement l'épaisseur du système d'imperméabilisation tout en facilitant le contrôle qualitatif au chantier.

De la même façon, un géofilet de drainage est proposé en équivalence pour le système secondaire de collecte du lixiviat. Ce géofilet, d'une épaisseur minimale de 5 mm, offrira une transmissivité hydraulique égale ou supérieure à celle de la couche granulaire imposée à l'article 26 du REIMR, comme démontré à l'annexe F.

La base du système d'imperméabilisation sera aménagée sur une assise constituée du sol en place préalablement nettoyée pour enlever toute pierre ou matière pouvant endommager la barrière imperméable.

2.5 ÉCRAN D'ÉTANCHÉITÉ PAR MUR SOL-BENTONITE

Les études géotechniques précitées ont démontré que la mise en place d'une barrière étanche en périphérie d'une partie de la zone 6 était possible afin d'abaisser la nappe libre présente dans l'unité de sable fin en surface, soit sur la partie sud d'environ 34 ha (plan 3). Ce concept d'aménagement respecte les exigences prescrites à l'article 23 du REIMR, car la nappe libre de la couche de sable a un faible potentiel d'exploitation (Golder, 2007). L'aménagement de cette barrière permet l'abaissement de la nappe libre dans une partie importante de la zone 6, et ainsi la récupération du sable en place pour la construction et l'exploitation du LET, un avantage environnemental important puisqu'il limite les apports externes en matériaux granulaires.

Cette barrière périphérique étanche sera constituée d'un mur sol-bentonite. Comme l'exige le REIMR, ce mur aura une épaisseur minimale de 1 m et une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 1×10^{-6} cm/s.

De façon générale, la construction d'un écran d'étanchéité ou mur sol-bentonite consiste à excaver une tranchée verticale de faible largeur en périphérie de l'aire d'enfouissement jusqu'à l'interception de la couche de dépôt imperméable conforme au REIMR en profondeur, entre 2 et 4 m pour le secteur de la zone 6. Durant l'excavation, la tranchée est maintenue, remplie d'une boue de bentonite pour assurer la stabilité des parois de l'excavation. La tranchée est creusée à travers la boue de bentonite jusqu'à ce que la couche de dépôt meuble « imperméable » soit interceptée. Une clé d'une largeur et d'une profondeur de 1,0 m est alors excavée dans la couche « imperméable » (unité argileuse) afin d'y ancrer adéquatement la base du mur. Le détail 11 du plan 8 montre la construction typique d'un écran d'étanchéité bien que dans le cas présent, avec une profondeur maximale de l'ordre de 6,0 m, une simple pelle hydraulique à bras allongé permettra l'excavation de la tranchée.

En parallèle à l'excavation de la tranchée, les matériaux pulvérulents provenant de l'excavation sont mélangés avec la bentonite et, si nécessaire, d'autres matériaux granulaires afin d'obtenir un mélange technique de sol-bentonite répondant aux spécifications prescrites au devis. Ce mélange sol-bentonite est habituellement effectué en bordure de la tranchée à l'aide d'un boueur. Lorsque la profondeur désirée est atteinte et que l'excavation de la clé d'ancrage est confirmée, le mélange technique sol-bentonite est introduit pour remplir la tranchée et crée ainsi une barrière imperméable verticale jusqu'à la surface du terrain. La nappe libre peut donc être abaissée à l'intérieur de l'enceinte sans avoir d'impact important sur celle à l'extérieur.

La mise en place de ce mur sol-bentonite se fera progressivement sur un total de 1 325 m au fur et à mesure de l'exploitation des différentes phases de la zone 6 et en continuité de celui existant autour des zones antérieures. La construction doit toutefois toujours devancer les travaux d'excavation des cellules d'enfouissement et d'installation du système d'imperméabilisation afin de permettre une gestion adéquate des eaux souterraines durant les travaux de construction.

2.6 BERMES DE STABILISATION

Pour permettre d'atteindre le profil final proposé dans le cadre du projet d'agrandissement de zone 6, une berme stabilisatrice doit être construite au sud et à l'ouest des zones 5B et 6 ainsi qu'au nord de la zone 6, le tout en continuité à celles existantes. Les analyses de stabilité ont été réalisées sur la base du profil final, de l'élévation maximale proposée de 117 m après recouvrement final et des séquences d'excavation et d'exploitation retenues ont permis de statuer sur la nécessité de mettre en place une berme de stabilisation. D'une hauteur entre 6 et 8 m, la berme occupera l'ensemble de la zone tampon de 50 m et recouvrira sur environ 18 m supplémentaires le profil final du LET après son exploitation et recouvrement final. La berme de stabilisation sera aménagée sur une longueur totale approximative de 2 510 m du LET, dont 1 530 m sur la limite de la zone 6 et les 980 m résiduels à la limite de la zone 5B.

Le profil de la berme de stabilisation est présenté au détail 7 du plan 7. La berme couvre par conséquent l'ensemble de la zone tampon du LET. Elle sera construite en deux phases. La partie extérieure de la berme, jusqu'à environ 10 m de la limite d'enfouissement, sera construite dès le début du projet pour permettre un reboisement rapide d'une partie de la zone tampon.

La berme de stabilisation permettra l'aménagement du chemin périphérique à sa surface, ainsi qu'un fossé en bas du talus du recouvrement final pour l'interception et l'évacuation des eaux de ruissellement vers les fossés existants au nord, à l'ouest et au sud. Il abritera également les collecteurs principaux de biogaz et les conduites de refoulement du lixiviat.

Dans sa partie ouest et sur une courte section au nord, le chemin équestre actuellement présent sur la propriété de WM sera relocalisé sur le dessus de la berme de stabilisation pour permettre le maintien de cet usage.

2.7 SYSTÈME DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION DU LIXIVIAT

La configuration du système de collecte et d'évacuation du lixiviat pour les 18 phases, qui constitueront progressivement l'aire d'élimination des matières résiduelles du LET, est présentée au plan 3.

2.7.1 SYSTÈME PRIMAIRE DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION DU LIXIVIAT

Le système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat est localisé directement sur la barrière imperméable supérieure. Il a pour fonction d'évacuer rapidement le lixiviat percolant à travers les matières résiduelles et rejoignant la couche de drainage des cellules d'enfouissement, de façon à limiter la charge hydraulique imposée au revêtement imperméable supérieur.

Dans le cas d'un LET nécessitant un double niveau d'imperméabilisation, le REIMR exige de maintenir en tout temps une charge hydraulique inférieure à 300 mm sur le revêtement imperméable, excepté à l'emplacement des systèmes de pompage (article 27). Les paramètres qui influencent la conception du système primaire de drainage des eaux de lixiviation sont :

- le débit de lixiviat qui percole à travers les matières résiduelles et s'infiltre dans la couche de drainage;
- l'épaisseur et la conductivité hydraulique de la couche de drainage;
- la configuration du système de collecte, la distance maximale de drainage ainsi que la pente du revêtement imperméable vers les conduites perforées.

Le niveau d'assise et le profil du système d'imperméabilisation du LET de Sainte-Sophie ont été développés afin de respecter les exigences du REIMR, c'est-à-dire :

- pour les cellules d'enfouissement ceinturées de l'écran d'étanchéité et où un abaissement de la nappe libre est permis, le maintien d'une épaisseur minimale de 3 m du dépôt naturel d'argile dont la conductivité hydraulique est inférieure à 10^{-6} cm/s;
- pour les cellules d'enfouissement devant être construites au-dessus de la nappe libre, la mise en place du système d'imperméabilisation doit respecter le critère le plus critique entre le niveau des hautes eaux souterraines de la nappe libre de surface et une distance minimale de 1,5 m par rapport au roc.

La carte illustrant les élévations minimales estimées des fonds d'excavation des différentes phases été établie dans le cadre de l'étude hydrogéologique (Golder, 2007). Afin d'optimiser le volume en excavation, l'aire d'élimination présente un profil d'assise variable s'ajustant le plus possible aux contraintes hydrogéologiques et géotechniques, tout en respectant une pente minimale à long terme de 2 % pour le drainage du lixiviat et de 0,5 % pour les conduites de collecte, et ce, en considérant les tassements potentiels établis par Golder pour l'argile sous-jacente à la suite de l'exploitation du LET.

La distance de drainage, qui correspond à l'espacement des drains avec une configuration en dent-de-scie, a été fixée à un maximum de 50 m afin d'ajuster la superficie des CET au tonnage annuel de matières résiduelles et réduire ainsi la production de lixiviat au cours de la première année d'exploitation suivant leur ouverture.

De façon générale, le système primaire de collecte et d'évacuation du lixiviat est constitué de conduites collectrices de cellules et de collecteurs principaux. Les conduites collectrices sont faites de PeHD perforé ayant un diamètre minimal de 150 mm installées de façon longitudinale à la base de chacune des CET. Elles seront aménagées pour maintenir une pente minimale de 0,5 % même après tassement, ce qui leur permettra d'acheminer efficacement le lixiviat vers le drain collecteur principal. Ce dernier sera également constitué d'une conduite perforée en PeHD, mais d'un diamètre minimal de 200 mm.

L'analyse structurale préliminaire des conduites est présentée à l'annexe G. Les collecteurs de premier niveau convergeront vers des postes de pompage existants (SP5-2 et SP5-3), mais un nouveau poste de pompage en puits incliné (SP6-1) sera aussi requis au coin le plus bas de la zone 6, au sud-est.

Une couche drainante, d'une épaisseur de 50 cm et constituée de pierre nette possédant une conductivité hydraulique minimale de l'ordre de 0,3 cm/s, soit largement supérieure à l'exigence de 1×10^{-2} cm/s, sera mise en place afin d'assurer une évacuation rapide des eaux de lixiviation percolant jusqu'à la base du LET. Les calculs relatifs à la performance de la couche drainante sont présentés à l'annexe H.

Dans ces conditions, les simulations hydrologiques réalisées à l'aide du logiciel HELP (*Hydrologic Evaluation of Landfill Performance*, Schroeder et al., 1997) montrent que le système d'imperméabilisation et de collecte du lixiviat est hautement sécuritaire.

Ce modèle mathématique permet de simuler l'hydrologie d'un LET en fonction des données climatiques locales, telles les précipitations, la température, l'évapotranspiration et des paramètres de conception proposés pour le même LET (épaisseur, fonction et propriétés physiques des différentes couches). Le modèle utilise une solution technique qui tient compte des effets du stockage de surface, de l'infiltration, de la percolation, de l'évapotranspiration, de la capacité de rétention des matières résiduelles et du drainage latéral des eaux de lixiviation.

En effet, la simulation hydrologique réalisée pour le cas le plus critique en termes de collecte du lixiviat, soit lors de la mise en place de la première levée de matières résiduelles sur environ 3,0 m d'épaisseur, montre que le système de collecte et d'évacuation du lixiviat proposé permettra de limiter la charge hydraulique journalière maximale sur le revêtement imperméable supérieur du système d'imperméabilisation à environ 112 mm, soit près de trois fois inférieure à l'exigence de 300 mm du REIMR. Ce facteur de sécurité important est jugé amplement suffisant pour adresser l'impact des changements et les événements de pluie plus importants, un accroissement de 20 % étant recommandé pour ces événements ponctuels.

La charge hydraulique moyenne sur le revêtement supérieur au cours de la première année d'exploitation d'une cellule nouvellement construite sera d'environ 3,5 mm. Elle diminue par la suite avec le tamponnement accru des événements pluvieux par la masse de matières résiduelles.

2.7.2 SYSTÈME SECONDAIRE DE COLLECTE DU LIXIVIAT

Un système secondaire de collecte des eaux de lixiviation aménagé entre les niveaux inférieur et supérieur d'imperméabilisation permettra de recueillir les fuites potentielles de la barrière imperméable supérieure. Ce système sera composé d'un géofilet de drainage d'une transmissivité conforme aux exigences du REIMR. De plus, des couches supplémentaires de géofilets seront utilisées pour remplacer les drains secondaires de collecte du lixiviat entre les deux niveaux d'imperméabilisation, sous les collecteurs secondaires du premier niveau. Cette solution a l'avantage de permettre de véhiculer le débit anticipé et facilite grandement la construction, tout en réduisant les risques de perforation du revêtement imperméable inférieur.

Le lixiviat intercepté par le deuxième niveau de protection (géofilet) sera dirigé vers un drain collecteur secondaire indépendant constitué d'une conduite perforée en PEHD de 150 mm de diamètre, installée entre les deux niveaux d'imperméabilisation, sous le drain collecteur principal du système primaire de collecte du lixiviat. Les eaux de lixiviation ainsi captées seront également dirigées vers les postes de pompage aménagés à différents points bas du secteur en exploitation et des zones antérieures. Elles feront l'objet d'une mesure du débit indépendante afin d'établir la performance globale du système d'imperméabilisation.

2.7.3 ACCÈS DE NETTOYAGE

Afin de maintenir l'efficacité du réseau de collecte des eaux de lixiviation, des conduites de nettoyage seront aménagées à l'extrémité de toutes les conduites de collecte de lixiviat. Le nettoyage des conduites et des drains s'effectuera, au besoin. Un accès de nettoyage type est présenté au plan 8.

2.7.4 POSTES DE POMPAGE

Un total de trois postes de pompage permanents sera nécessaire à l'évacuation des eaux de lixiviation issues de la zone 6, deux existants (SP5-2, SP5-3) et un nouveau (SP6-1) qui sera aménagé en puits incliné sur la pente sud-ouest de la zone 4, pour rejoindre le toit du LET. L'emplacement des postes de pompage est présenté au plan 3 illustrant la configuration générale du réseau de collecte du lixiviat.

Afin de permettre le remplissage de l'espace entre la zone 4 et la zone 6, le poste de pompage existant SP4-3 sera condamné et le lixiviat pompé via SP6-1, plus bas. Les conduites de collectes respectives 1^{er} et 2^e niveaux de SP4-3 couleront donc gravitairement et indépendamment vers SP6-1. Ceci permettra l'utilisation d'une seule station de pompage neuve dans ce secteur, soit SP6-1, qui sera reliée à une conduite de refoulement faite de PeHD permettant d'acheminer les eaux de lixiviation jusqu'à l'aire de traitement.

2.8 RECOUVREMENT INTERMÉDIAIRE ET FINAL

WM combine l'utilisation de recouvrement intermédiaire et final dans ses opérations d'enfouissement pour contrôler la production du lixiviat, mais également pour limiter les nuisances environnementales du LET (odeurs, éparpillement des déchets, etc.). L'utilisation de ces deux types de recouvrement est un élément essentiel de la stratégie de WM pour l'exploitation du LET.

2.8.1 RECOUVREMENT INTERMÉDIAIRE

Pour réduire la production de lixiviat, WM préconisera l'utilisation systématique de recouvrement intermédiaire temporaire sur les secteurs non complétés, mais susceptibles de demeurer exposés pendant une période relativement importante avant d'y poursuivre ces activités d'enfouissement.

Pour limiter les nuisances ainsi que la production de lixiviat, WM misera, lors de l'exploitation, sur la mise en place de géomembrane de PeBD ou PeHD d'une épaisseur minimale de 0,75 mm à titre de recouvrement temporaire pour limiter le plus possible les émissions fugitives de biogaz et la production de lixiviat. Ce type de recouvrement temporaire a été utilisé avec succès sur le LET de WM à St-Nicéphore pour le front d'enfouissement séparant l'ancien site et le nouveau LET.

L'utilisation de sols silteux ou argileux ou autres matériaux peu perméables, par exemple un géocomposite-bentonique, pourra également être envisagée selon les circonstances et les conditions d'exploitation.

La conception des recouvrements temporaire sera adaptée aux conditions d'exploitation afin de limiter l'infiltration et d'orienter le plus possible le ruissellement des eaux de pluie non contaminées hors site ou vers une station de pompage des eaux pluviales, permettant ainsi de réduire la production de lixiviat. Les membranes seront détruites en place progressivement lors du retour des activités d'enfouissement; les sols imperméables utilisés possiblement par endroits, qui ne rencontrent pas les exigences du REIMR pour le recouvrement journalier, seront retirés et remis en réserve préalablement à la poursuite des activités d'enfouissement.

En raison de la séquence d'exploitation proposée pour l'aménagement des premières cellules d'enfouissement de la zone 6 du LET de Sainte-Sophie, soit de l'est vers l'ouest, l'utilisation d'un recouvrement final intermédiaire sera requise sur les talus d'enfouissement nord de la zone 5B, ainsi que sur une partie de leurs toits qui demeureront en attente du retour des activités d'enfouissement pendant quelques années. Il en sera de même pour toutes les surfaces qui, durant l'exploitation de la zone 6, devront demeurer ouvertes plus qu'une année avant d'y retourner les activités d'enfouissement.

2.8.2 RECOUVREMENT FINAL IMPERMÉABLE

Le REIMR impose la mise en place d'un recouvrement final lorsque le niveau final des matières résiduelles est atteint et dès que les conditions climatiques le permettent. La fermeture du site s'effectue donc de façon progressive pendant l'exploitation du LET en fonction de la séquence d'aménagement requise pour garantir la stabilité et assurer l'accès au front d'enfouissement.

L'exploitation se fait, par conséquent, par paliers adjacents successifs de diverses hauteurs pour rejoindre le profil final de façon sécuritaire. Le profil du recouvrement final est présenté au plan 4.

Lorsque le profil final et définitif associé à l'exploitation de la zone 6 du LET de Sainte-Sophie sera atteint, deux types de recouvrement final imperméable seront mis en place, soit un premier sur les talus périphériques et intermédiaires qui seront profilés selon une pente maximale de 30 %, et un second sur le toit du site où les pentes seront d'un minimum de 2 %.

La coupe-type du recouvrement final proposé pour les talus périphériques et le toit du LET de Sainte-Sophie est illustrée au plan 11. En conformité avec les exigences de l'article 50 du REIMR, il est composé des éléments suivants :

- un couvert de végétation herbacée;
- une couche de terre végétale d'une épaisseur minimale de 150 mm favorable à la croissance de la végétation;
- un géotextile de séparation, uniquement à l'intérieur des talus périphériques;
- une couche de sable ou autre matériau granulaire d'une épaisseur minimale de 450 mm pour permettre le drainage des eaux et assurer la protection du revêtement imperméable sous-jacent;
- un revêtement imperméable constitué soit d'une géomembrane en PeHD ou PeBD de 1,0 mm d'épaisseur texturée pour les talus périphérique et lisse pour le toit, ou bien une couche imperméable constituée d'un sol ayant en permanence une conductivité hydraulique maximale de 1×10^{-5} cm/s sur une épaisseur minimale de 450 mm après compactage;
- une couche de captage du biogaz et d'assise pour le revêtement imperméable constituée d'une épaisseur minimale de 300 mm de sable de drainage ayant une conductivité hydraulique minimale de 1×10^{-3} cm/s.

Dans le cadre de la zone 6, comme pour les zones 4 et 5 précédentes qui font intrinsèquement partie du même LET, WM continuera d'utiliser une géomembrane à titre de barrière imperméable dans le recouvrement final. Cette alternative est jugée beaucoup plus efficace qu'une mince couche de sols peu perméable pour réduire la production de lixiviat et optimiser le captage du biogaz.

Pour améliorer la stabilité des talus périphériques, des paliers intermédiaires seront aménagés dans les talus afin de favoriser l'interception et la collecte des eaux de ruissellement pour les diriger vers des exutoires protégés et réduire ainsi l'érosion du recouvrement final.

Au besoin, des conduites ou géosynthétiques de drainage du biogaz et des eaux seront aménagés sur et sous la géomembrane dans les talus afin de contrôler les pressions imposées à la barrière imperméable. Les pressions de biogaz peuvent induire un soulèvement de la géomembrane, et celles dues à l'infiltration de l'eau une déstabilisation des matériaux granulaires et

provoquer, dans les deux cas, un glissement possible de la couche de protection de matériaux granulaires sus-jacents à la géomembrane.

Ces réseaux seront constitués de drains perforés espacés habituellement de 10 à 15 m, de matériaux géosynthétiques (draitube, geonet, géotextile) ou d'une combinaison des deux. Ils seront raccordés au fossé périphérique en bas de talus, sur la berme de stabilisation ceinturant le LET pour permettre l'évacuation des eaux interceptées.

Le plan 4 montre le profil final proposé pour le LET après la mise en place du recouvrement final. Le profil final présente une structure à double toit. Par rapport au terrain naturel (élévation ≈ 74 m), le LET montrera une première surélévation de 30 à 37 m à la tête du talus périphérique inférieur (élévation ≈ 104 à 111 m). Un second talus décalé, présentant une hauteur supplémentaire de 2 à 8 m, mènera au toit final du LET pour atteindre une élévation maximale au faîte du site, incluant le recouvrement final de 117 m. Le décalage entre les deux toits du LET est requis pour assurer la stabilité des pentes, le tout avec des facteurs de sécurité acceptables et tenant compte des critères sismiques. Cette configuration permet également au talus périphérique extérieur d'agir à titre de mesure de dissimulation pour le rehaussement central.

2.9 GESTION DES EAUX DE SURFACE (RUISSELLEMENT)

La gestion des eaux de ruissellement sur un LET a divers objectifs, dont principalement :

- éviter que les eaux de surface hors de la zone d'enfouissement ne viennent en contact avec les matières résiduelles et deviennent ainsi contaminées;
- permettre une évacuation efficace et contrôlée des eaux de ruissellement sur les secteurs complétés et en recouvrement final du LET pour en réduire l'érosion et pour limiter les impacts sur les fossés et cours d'eau récepteurs.

Le respect de ces deux objectifs sera assuré par la combinaison fonctionnelle des ouvrages suivants :

- contrôle du ruissellement hors LET :
 - un fossé de drainage sera toujours maintenu à l'extérieur des cellules d'enfouissement en opération afin d'intercepter et de rejeter au milieu naturel les eaux de ruissellement provenant de l'extérieur de la zone d'enfouissement;
 - de la même façon, au cours de l'exploitation, les eaux de précipitation s'étant accumulées au fond d'une cellule d'enfouissement n'ayant pas encore reçu de matières résiduelles pourront être pompées et rejetées dans les fossés de drainage périphériques.
- contrôle du ruissellement produit à la suite du recouvrement final :
 - mise en place d'une berme d'interception en tête des talus périphériques;
 - aménagement de descentes d'eau enrochées en fossé d'environ 5 m de largeur et espacées de 50 à 100 m selon la superficie du bassin versant collecté ;
 - construction d'un fossé d'évacuation des eaux de ruissellement enroché en bas de talus, sur la berme de stabilisation, permettant de diriger les eaux de ruissellement vers des exutoires au sud et au nord du site par l'entremise de fossés et ponceaux sous les chemins d'accès.

L'aménagement progressif du LET amène une modification des conditions de ruissellement par la transformation d'un site boisé en une zone s'apparentant, après recouvrement final, à un pâturage d'herbe longue et par la création de talus accentués sur une proportion non négligeable du site. Ces modifications ont un impact sur le temps de concentration du ruissellement et sur les pointes de débits générés par l'ensemble du site et devant être évacué hors site.

Un des objectifs du recouvrement final et des ouvrages de collecte et de contrôle des eaux de ruissellement est de limiter ses impacts tout en tenant compte des changements climatiques annoncés. Les ouvrages de gestion des eaux seront donc conçus de façon à ralentir le ruissellement. Entre autres, la largeur et le profil des descentes pluviales en fossés favoriseront un écoulement turbulent des eaux à travers la pierre et non à sa surface, ce qui diminue le débit d'écoulement. À la tête des descentes pluviales, des seuils d'écoulement perméable ou avec un ouvrage de contrôle du débit maximal pourront être aménagés afin d'accumuler temporairement de faibles volumes d'eau qui seront relargués progressivement à la suite d'un orage, diminuant également l'impact sur les fossés et les cours d'eau.

La conception finale de ces ouvrages prendra en compte la majoration recommandée de 20 % pour les courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) de la région.

3 TRAITEMENT DU LIXIVIAT

3.1 DÉBITS ET CHARGES ANTICIPÉS

La présente section décrit la méthode utilisée pour estimer la production de lixiviat de la future zone 6 ainsi que les charges anticipées.

3.1.1 ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT

Afin d'estimer la production des eaux de lixiviation pour l'ensemble du lieu d'enfouissement, incluant la future zone 6, une modélisation a été réalisée afin de déterminer les taux approximatifs d'infiltration des précipitations dans les matières résiduelles en se basant sur l'historique des volumes de lixiviat pompés.

Pour se faire, le modèle se base principalement sur les données de débits enregistrées aux stations de pompage du site d'enfouissement, présentées globalement aux rapports annuels d'exploitation, ainsi que sur les superficies en opération ou celles munies d'un recouvrement final pour les années 2012 à 2017, inclusivement. Une corrélation réalisée par la suite entre les deux intrants a permis d'établir les taux d'infiltration applicables aux cellules d'enfouissement selon leur avancement et leur stade d'exploitation.

La modélisation a permis d'établir les taux de production de lixiviat suivants :

- 0,05 m³/m² pour les cellules d'enfouissement munies d'un recouvrement final avec géomembrane étanche;
- 0,14 m³/m² pour les cellules d'enfouissement munies d'un recouvrement final argileux d'un mètre d'épaisseur;
- 0,80 m³/m² pour les cellules d'enfouissement en opération.

Pour ce qui est des secteurs de la zone 6 qui seront munis d'un recouvrement intermédiaire à l'aide d'une géomembrane étanche, le taux de production de lixiviat a été établi à 0,10 m³/m², soit deux fois supérieur à celui des cellules d'enfouissement munies d'un recouvrement final. De plus, le modèle prend en considération que 30 % des précipitations (pluie et neige) déviées par le recouvrement temporaire (30 % x 0,90 m³/m² = 0,27 m³/m²) finira par se réinfiltrer dans le LET. Cette considération découle du fait que le recouvrement temporaire ne sera pas optimal en tout temps, en raison de l'avancement des opérations, et qu'il sera parfois impossible d'éviter la réinfiltration des eaux déviées dans le LET. En conclusion, un taux de production de lixiviat de 0,37 m³/m² a été établi pour les cellules d'enfouissement munies d'un recouvrement intermédiaire avec géomembrane étanche.

Par la suite, le modèle a été raffiné afin de bien établir les taux d'infiltration pour les cellules d'enfouissement de la zone 6 qui chevaucheront celles des zones 4 et 5. De plus, en tenant compte que les travaux d'aménagement des nouvelles CET et des recouvrements finaux et intermédiaires s'effectueront toujours en mi et fin d'année, le modèle considère ces modifications, aux superficies en opération ou munies d'un recouvrement final ou intermédiaire, dans l'année subséquente uniquement. Le séquençage retenu dans la modélisation a donc été optimisé afin de présenter le portrait le plus réaliste de la production de lixiviat anticipée.

Étant donné que le modèle a été conçu à partir des données de débits enregistrées aux stations de pompage pour les années 2012 à 2017 inclusivement, il repose donc sur la base d'une précipitation moyenne annuelle de 1 062 mm sur cette période (Météomédia et MELCC). Cette moyenne est plus contraignante que celle proposée dans la littérature (Ouranos, 2015), qui est de 1 054 mm. La figure 3-1 présente les précipitations annuelles totales réelles et estimées pour le LET de Ste-Sophie.

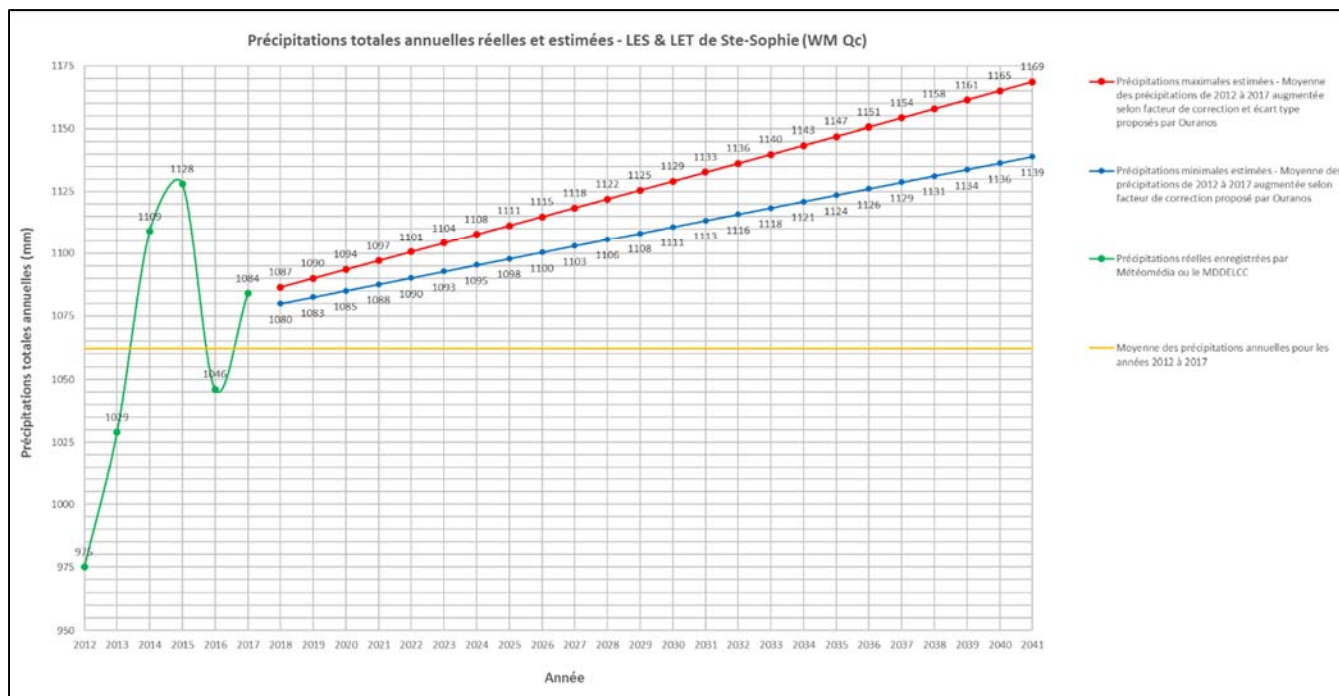


Figure 3-1 Précipitations totales annuelles réelles et estimées au LET

Le modèle a par la suite été corrigé afin de prendre en considération l'évolution du climat dans le temps, se traduisant par une augmentation des précipitations. Finalement, un écart-type a été appliqué à cette augmentation afin d'obtenir un intervalle de production totale de lixiviat, soit un volume minimal et maximal. La sous-section 2.1.3 et l'annexe A de la présente étude présente de façon détaillée tous les correctifs apportés au modèle afin qu'il intègre les grandes lignes de l'évolution du climat.

Les résultats de la modélisation, sous forme de tableau, sont présentés à l'annexe I. La figure 3-2 présente les résultats dudit tableau, sous forme graphique, afin d'en faciliter l'interprétation. En somme, pendant la période d'exploitation de la zone 6, soit de l'automne 2022 à l'automne 2039, la production totale de lixiviat variera de 301 441 à 369 795 m³ annuellement. Elle deviendra relativement stable à environ 200 000 m³ à partir de l'année 2041, à la suite de la mise en place, à l'automne 2040, du recouvrement final au droit de la dernière cellule de la zone 6, soit la cellule 18.

3.1.2 COMPOSITION ANTICIPÉE DU LIXIVIAT

En plus de ses obligations réglementaires, WM réalise depuis les 10 dernières années un suivi relativement exhaustif de la composition des eaux de lixiviation à son LET de Ste-Sophie afin de bien cerner l'origine des charges à traiter et de mieux planifier ainsi les besoins en traitement à court, moyen et long terme.

Il est difficile de déterminer avec précision quelles seront les charges et concentrations à traiter à chacune des années par le système de traitement. Seules des projections sécuritaires peuvent être effectuées sur la base des données historiques propres au site ou en fonction de celles retrouvées dans d'autres LET ou dans la littérature.

Contrairement aux eaux municipales et industrielles pour lesquelles les concentrations sont habituellement relativement stables dans le temps, les eaux de lixiviation d'un LET comme celui de Sainte-Sophie sont le résultat d'un mélange de lixiviat aux caractéristiques fort différentes provenant des diverses zones d'enfouissement. Au LET de Sainte-Sophie, toutes les eaux de lixiviation collectées sur le site sont dirigées au bassin d'accumulation d'où s'alimente le traitement du lixiviat à partir de la station de pompage SP-9. Le tableau 3-1 montre les statistiques de 2014 à juin 2018 sur les échantillons de lixiviat prélevés à la sortie du bassin d'accumulation et dirigés au traitement. Les données complètes sont disponibles à l'annexe J.

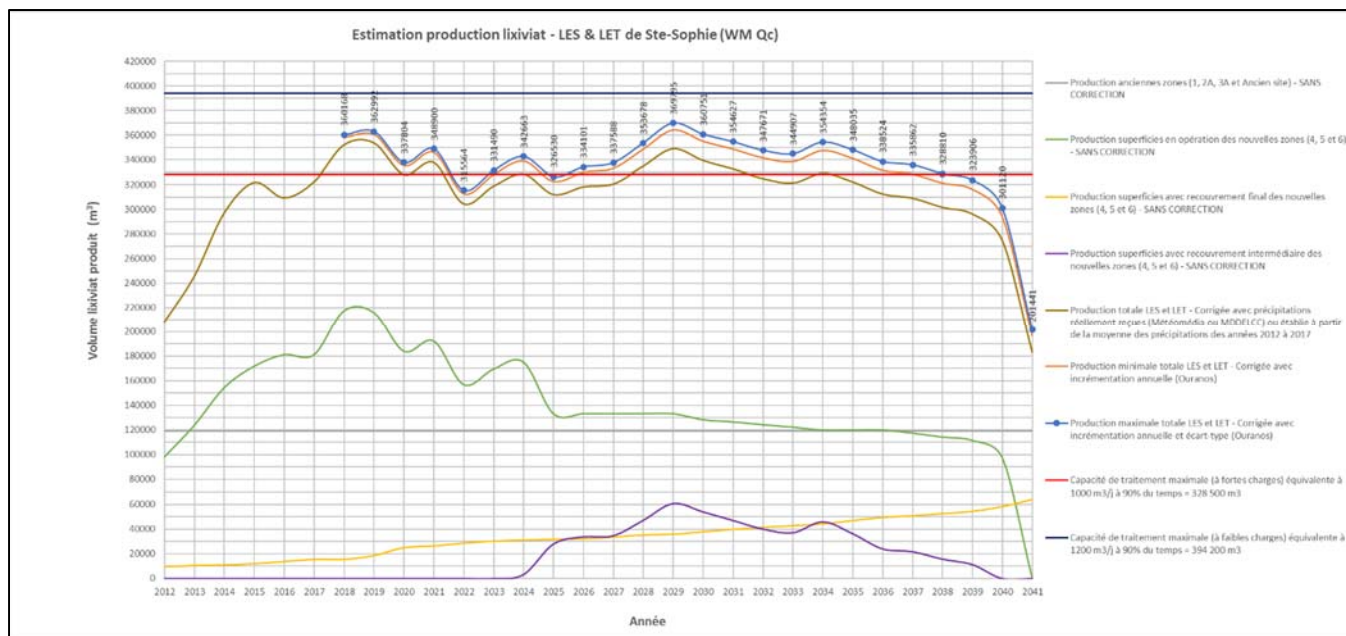


Figure 3-2 Estimation de la production de lixiviat au LET

Tableau 3-1 Composition moyenne du lixiviat traité de 2014 à juin 2018

Concentration	Phosphore total (P _T) mg/L	Ortho-phosphate (O-P04) mg/L	Azote ammoniacal (N-NH3) mg/L	Azote total Kjeldahl (NTK-N) mg/L	Demande biochimique en oxygène totale et carbonée (DBO ₅ / DBO _{5C}) mg/L	Demande biochimique en oxygène soluble (DBO _{5Csol.}) mg/L	Demande biochimique en oxygène carbonée (DBO _{5C}) mg/L	pH
Moyenne	6,79	2,05	863	902	1116	1392	1364	7,68
Écart-Type	1,95	1,46	277	248	719	545	532	0,23
Minimale	3,50	0,34	470	540	380	370	410	7,15
Maximale	11,00	4,30	1700	1600	4100	2300	2000	8,21
Concentration	Demande chimique en oxygène soluble (DCO) mg/L	Demande chimique en oxygène (DCO _{Sol.}) mg/L	Alcalinité totale (CaCO ₃) mg/L	Matières en suspension (MeS) mg/L	Matières en suspension volatiles (MVeS) mg/L	Solides dissous totaux (TDS) mg/L	Zinc total (Zn) mg/L	Zinc dissous (Zn) (Zn _{Sol.}) mg/L
Moyenne	2767	2950	4925	78	61	7692	0,74	0,09
Écart-Type	1016	883	1245	47	45	1757	0,52	0,10
Minimale	1400	1900	1800	31	20	5400	0,11	0,01
Maximale	6200	4600	7500	240	180	11000	2,30	0,25

Le lixiviat est généré par la percolation à travers les matières résiduelles des eaux de précipitations qui s'infiltrent à la surface du lieu d'enfouissement et par les autres liquides initialement présents dans les déchets. Cette percolation des eaux entraîne l'extraction et la dissolution de divers composés physiques, chimiques et biologiques pour former un liquide chargé en divers polluants. La composition du lixiviat est par conséquent influencée par de nombreux facteurs qui peuvent varier dans le temps et d'un endroit à l'autre, même à l'intérieur d'un lieu d'enfouissement spécifique. De plus, la biodégradation progressive des matières résiduelles amène également une variation de la composition du lixiviat.

La composition du lixiviat est fortement influencée par la phase de décomposition de la matière organique (aérobie, anaérobie non-méthanogène, anaérobie méthanogène instable, aérobie méthanogène stable). Les eaux de lixiviation générées par les matières résiduelles récemment enfouies sont habituellement caractérisées par une charge organique élevée en DBO₅ et DCO, mais facilement biodégradable, le rapport DBO₅/DCO se situant entre 0,5 et 0,7 (Forgie, 1988). La charge organique du lixiviat diminue progressivement avec les années, la fraction organique devenant de plus en plus réfractaire à la biodégradation et le rapport DBO₅/DCO tend alors vers 0,1 (Forgie, 1988). Pour les eaux de lixiviation issues des secteurs dont l'enfouissement remonte à plus de 10 ans, les concentrations en DBO₅ et en DCO sont généralement beaucoup plus faibles, se situant entre 100 à 200 mg/L pour la DBO₅ et entre 100 à 500 mg/L pour la DCO.

En regard à l'azote ammoniacal, les concentrations maximales se produisent dans les eaux de lixiviation provenant des secteurs d'enfouissement les plus récents et peuvent atteindre des concentrations maximales de près de 2 000 mg/l, bien que les concentrations normales soient habituellement plutôt de l'ordre de 1 000 mg/l. Des concentrations relativement élevées en NH₃-N peuvent cependant persister plus longtemps que celles en DBO₅ et en DCO à la suite des réactions biologiques se produisant au début de la phase méthanogénèse stable. La totalité des études consultées indique une atténuation importante de la charge polluante du lixiviat avec les années (Forgie, 1988; Tchobanoglous et al., 1993; Christensen et al., 1992, McBean et al., 1995). Cette atténuation est le résultat d'un lessivage graduel des composés solubles et d'une biodégradation et stabilisation progressive de l'ensemble des composés et de la matière organique.

À titre d'exemple, deux campagnes d'échantillonnage effectuées au printemps 2017 sur les puits de la tranchée de sécurisation qui ceinture les anciennes zones du LET (ancien site, zone 2A et 3A), où l'enfouissement de matières résiduelles s'est déroulé de 1964 à 2000, montrent des concentrations moyennes en DBO_{5C} et DCO respectivement de 10 et 301 mg/l (rapport DBO_{5C}/DCO de 0,03) avec une concentration résiduelle en NH₃-N de 220 mg/l. Il est également intéressant de noter que la concentration moyenne en zinc établie à 0,046 mg/l est inférieure à l'exigence du REIMR sur ces anciennes zones. Ces résultats démontrent clairement la diminution progressive des charges polluantes du lixiviat dans le temps.

3.2 CAPACITÉ DU SYSTÈME DE TRAITEMENT

L'année 2017, et plus particulièrement le printemps 2017, a démontré que la capacité de traitement au LET de Sainte-Sophie s'avérait limitée pour prendre en charge les événements exceptionnels. En effet, au printemps 2017, avec une fonte rapide et tardive du couvert de neige conjuguée à des précipitations importantes, plusieurs régions du Québec, dont la région de Montréal et des Basses-Laurentides, ont subi des inondations sans précédent. Au printemps 2017, le couvert de neige est demeuré particulièrement longtemps à cause du temps frais et de chutes de neige tardives. La couche de neige était donc importante quand les températures se sont élevées au-dessus du point de congélation. En même temps, des précipitations abondantes se sont ajoutées sur la région en avril et au début mai 2017, laissées par plusieurs dépressions provenant du sud des États-Unis où elles s'étaient gorgées d'eau du golfe du Mexique et de l'Atlantique. Les stations météorologiques locales consultées (Mirabel) ne présentent pas de données complètes, mais selon Environnement Canada, 156 mm de pluie sont tombés à Montréal en avril, soit plus du double de la moyenne de 67,7 mm, et près du record de 159 mm établi en 2005.

Il peut être présumé que cette situation a été relativement similaire dans la région du LET de Ste-Sophie, localisée à une faible distance au nord de Montréal.

Ces conditions météorologiques extrêmes ont également eu un impact sur d'autres lieux d'enfouissement locaux, qui ont été dans l'obligation de gérer des volumes de lixiviat anormalement élevés.

En 2017, le volume annuel pompé des différentes zones du LET au bassin d'accumulation a atteint 335 812 m³ et un volume inférieur de 326 346 m³ a été traité et rejeté au milieu récepteur. Ce débit annuel de lixiviat traité et rejeté correspond à toute fins pratique à la capacité de traitement disponible au LET de Ste-Sophie jusqu'en 2018 de 328 500 m³/an si on considère que le système opère au débit maximal de 1 000 m³/j sur environ 90 % de l'année, le 10 % résiduel étant associé à l'arrêt du système pour fins de maintenance ou de réparation. De plus, en avril 2017, la production de lixiviat a atteint des pointes journalières hebdomadaires moyennes de 1 515 m³/j.

Depuis l'été 2018, WM est autorisé à rejeter un débit maximal de 1 500 m³/j. Toutefois, le système en place permet actuellement de traiter entre 1 000 à 1 200 m³/j de lixiviat selon les charges organiques et en azote ammoniacal présentes dans le lixiviat brut. Le système de traitement doit obligatoirement être modifié pour permettre le traitement de 1 500 m³/j.

En effet, la production journalière moyenne sur l'année de 920 m³/j ne laisse pas une latitude suffisante pour permettre une utilisation efficace du bassin d'accumulation lors des pointes de production, puisqu'il est actuellement difficile d'en abaisser le volume suffisamment pour gérer les événements imprévus.

L'épisode de 2017 a également démontré que l'usine de traitement du lixiviat au LET de Ste-Sophie n'a plus la capacité pour répondre adéquatement aux événements météorologiques extrêmes, et ce, pour le LET actuellement autorisé et en opération. Cette situation persistera évidemment avec l'agrandissement proposé de 51 ha, qui amènera une production supplémentaire de lixiviat selon la séquence d'ouverture et de fermeture des cellules d'enfouissement proposées. Pour réduire la production de lixiviat, WM optimisera l'utilisation de recouvrement temporaire à partir de géomembrane sacrificielle. Malgré tout, la production de lixiviat surpassera la capacité actuelle de l'usine et n'est pas suffisante pour adresser les variations saisonnières.

Face à cette situation et de façon proactive, WM a entamé, dès le début de l'année 2018, un projet de modification et d'amélioration de son système de traitement afin de doter le LET de Sainte-Sophie d'une capacité de traitement supérieure et d'en optimiser la performance par rapport aux objectifs environnementaux de rejet (OER) prescrits par le MELCC pour la rivière Jourdain. Le nouveau système de traitement sera développé en fonction des objectifs suivants :

- permettre le traitement du lixiviat et le rejet d'un débit journalier pouvant atteindre 1 500 m³/j afin de doter le système d'une flexibilité importante;
- doter le système d'une capacité de traitement supérieure aux besoins théoriques pour garantir la prise en charge des événements extrêmes et l'impact des changements climatiques;
- maintenir la performance actuelle et exceptionnelle pour l'enlèvement des charges carbonée et ammoniacale;
- améliorer la performance du système par rapport aux OER accessibles, entre autres pour les nitrates, en optimisant la dénitrification dans le procédé;
- adapter le système de traitement du zinc aménagé en 2016 pour permettre de traiter 1 500 m³/j en période de pointe;
- optimiser la gestion des boues biologique et physico-chimique de l'ensemble de l'usine en vue d'en favoriser lorsque possible la valorisation avant l'élimination;
- améliorer l'efficacité énergétique des équipements de traitement.

WM travaille actuellement à l'ingénierie et désire réaliser la construction de cette nouvelle usine de traitement dès 2019 pour une mise en service complète en 2020. À la suite de l'analyse des diverses technologies envisageables pour le traitement du lixiviat et en considérant les nouvelles technologies de haute performance utilisées par WM aux États-Unis au cours des récentes années, WM a opté pour la technologie du réacteur biologique à membrane (traitement biologique). Cette technologie mise sur une filtration membranaire pour maintenir une biomasse élevée dans le réacteur biologique et en optimiser ainsi la performance de traitement.

La filtration membranaire garantit de plus l'absence presque systématique de solides en suspension à l'effluent du réacteur biologique. En effet, le réacteur biologique séquentiel actuellement en opération se doit d'opérer avec une liqueur mixte d'une concentration maximale entre 3 500 à 4 500 mg/l pour garantir une décantation efficace des boues en mode de sédimentation et le rejet d'un effluent de qualité.

La présence d'une filtration fine (ultrafiltration) au niveau des réacteurs à membrane élimine la nécessité d'un cycle de sédimentation et permet d'opérer les réacteurs en continu avec une concentration en liqueur mixte se situant généralement entre 8 000 et 10 000 mg/l. Pour un volume donné, cette concentration en liqueur mixte est directement proportionnelle à la capacité de traitement du réacteur biologique. De plus, l'opération en continu du réacteur à membrane et non en cuvette comme le RBS, permet de récupérer environ 20 % de capacité de traitement supplémentaire sur une journée, soit le temps des phases de sédimentation et de décantation. Le traitement en continu élimine également l'obligation de recourir à un bassin de postégalisation.

La technologie du réacteur à membrane offre un procédé simplifié ne requérant pas d'étape de clarification, de polissage et de désinfection. De plus, cette technologie est très performante pour la nitrification des eaux de lixiviation et pour l'enlèvement de plus de 99 % des matières en suspension (MES).

L'accroissement du débit rejeté à 1 500 m³/j a nécessité une révision des OER pour la rivière Jourdain par le MELCC. Le nombre de paramètres pour les OER prescrits par le MELCC a été revu fortement à la baisse à partir des données compilées par ce ministère au cours de la dernière décennie sur la composition typique du lixiviat des LET exploités au Québec. Par contre, le MELCC a introduit un nouveau paramètre aux OER, les nitrates, pour lequel l'objectif de rejet à la rivière Jourdain de 5 mg/l est très restrictif.

Le REIMR impose actuellement une exigence de rejet de 10 mg/l sur l'azote ammoniacal (NH₃), ce qui impose une nitrification à toute fin pratique complète, les concentrations en NH₃ dans le lixiviat brut des LET du Québec étant généralement élevées. Sans aucune dénitrification, la nitrification de l'azote ammoniacal (NH₃) entraîne la production d'une concentration égale en nitrates (NO₃) dans l'eau traitée. Selon les informations obtenues, le but premier du ministère, du moins à court et moyen terme, est d'imposer le suivi de ce paramètre par l'ensemble des LET. Les données ainsi recueillies permettront de bâtir une banque de données et d'apprécier les impacts environnementaux liés aux nitrates, une analyse qui pourrait mener éventuellement à une modification du REIMR et introduire une exigence complémentaire sur les nitrates. À court terme, aucune limite réglementaire n'est toutefois prévue pour ce paramètre.

3.3 TECHNOLOGIE DE TRAITEMENT RETENUE

Malgré l'absence d'exigence réglementaire, WM a opté pour la mise en place d'un système de traitement de type « Modified Ludzack-Ettinger (MLE) » pour améliorer sa performance environnementale et réduire la concentration en nitrates rejetée à la rivière Jourdain.

En plus de maintenir ou d'améliorer la performance du traitement pour les paramètres normés, cette technologie assurera une réduction de l'ordre de 60 % des nitrates produits par la nitrification de l'azote ammoniacal. La concentration à l'effluent devrait ainsi être réduite en moyenne sur une base annuelle à environ 200 mg/l, mais variera en fonction des concentrations réelles à traiter en NTK. Des concentrations atteignant 350 mg/l pourraient se produire durant les périodes de très fortes concentrations en NTK.

Cette technologie a été soumise au MELCC avant d'en débiter la conception et le ministère a confirmé que le traitement proposé répondait à ses critères de performance dans une perspective d'amélioration du traitement du lixiviat face aux exigences réglementaires et aux OER.

La conception du système sera basée sur le débit maximal de 1 500 m³/j et les concentrations maximales mesurées (95^{ème} percentile) depuis 2014 pour les charges organique et azotée. La figure 3-3 montre une analyse statistique sur la composition du lixiviat brut traité (sortie du bassin d'accumulation) depuis 2014 pour l'azote total Kjeldahl (NTK) et la demande chimique en oxygène (DCO). L'azote Kjeldahl, la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique, doit être considéré pour l'évaluation du traitement, puisqu'une partie de l'azote organique sera inévitablement transformée en azote ammoniacal durant le procédé (ammonification).

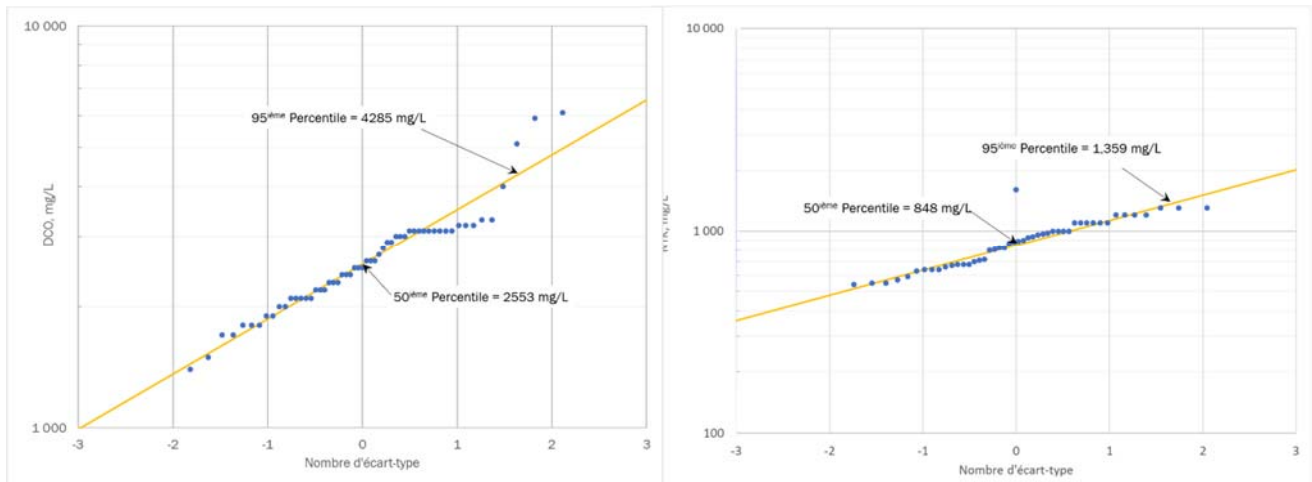


Figure 3-3 Distribution des données disponibles sur les concentrations en DCO et NTK du lixiviat brut à traiter au LET de Sainte-Sophie.

3.4 SCHÉMA DE PROCÉDÉ

La figure 3-4 présente un schéma préliminaire du procédé global de traitement, dont l'ingénierie et la demande d'autorisation sont actuellement en cours. Des modifications demeurent donc possibles bien que la philosophie générale d'aménagement sera respectée, soit l'intégration d'un procédé MLE conjuguée à un réacteur à membrane dans les ouvrages de traitement existants.

La filière de traitement sera donc composée des ouvrages existants et complémentaires suivants avec les modifications connexes requises :

- le bassin d'accumulation existant de 60 000 m³ de capacité est maintenu et il continuera de recevoir l'ensemble des eaux de lixiviation provenant des stations de pompage desservant les différentes zones du LET et des anciennes zones;
- la station de pompage SP-9 d'une capacité de 48 l/s (4 150 m³/j), alimentant actuellement le RBS en cuvée, est maintenue, mais sera adaptée pour alimenter la nouvelle filière de traitement en continu avec un débit modulable entre 10 et 20 l/s environ;
- le traitement biologique MLE incluant :
 - un bassin de dénitrification mélangé, non aéré, à l'amont du réacteur biologique avec dosage de méthanol ou autre produit comme source de carbone complémentaire;
 - la conversion du RBS existant en réacteur biologique aéré à écoulement en continu de type MBR avec boucle de recirculation vers le bassin de dénitrification en amont;
- le bassin de postégalisation de 3 000 m³ de capacité, qui sera transformé en simple bassin de transition puisque la nouvelle filière de traitement opérera en continu et non en cuvée;
- le système physico-chimique existant pour l'enlèvement du zinc qui sera adapté pour permettre le traitement et le rejet d'un débit maximal de 1 500 m³/j;
- le bassin de polissage final de 1000 m³ pour les eaux traitées qui sont reprises par la station de pompage SP-R et rejetées à la rivière Jourdain au nord-est du LET par la conduite de refoulement existante d'environ 3,5 km de longueur;

L'ingénierie de ce projet demeure actuellement préliminaire et aucune ingénierie de détails n'a été amorcée pour l'instant; la conception, les plans et devis ainsi que la demande d'autorisation seront réalisés au courant de l'automne 2018 et de l'hiver 2019.

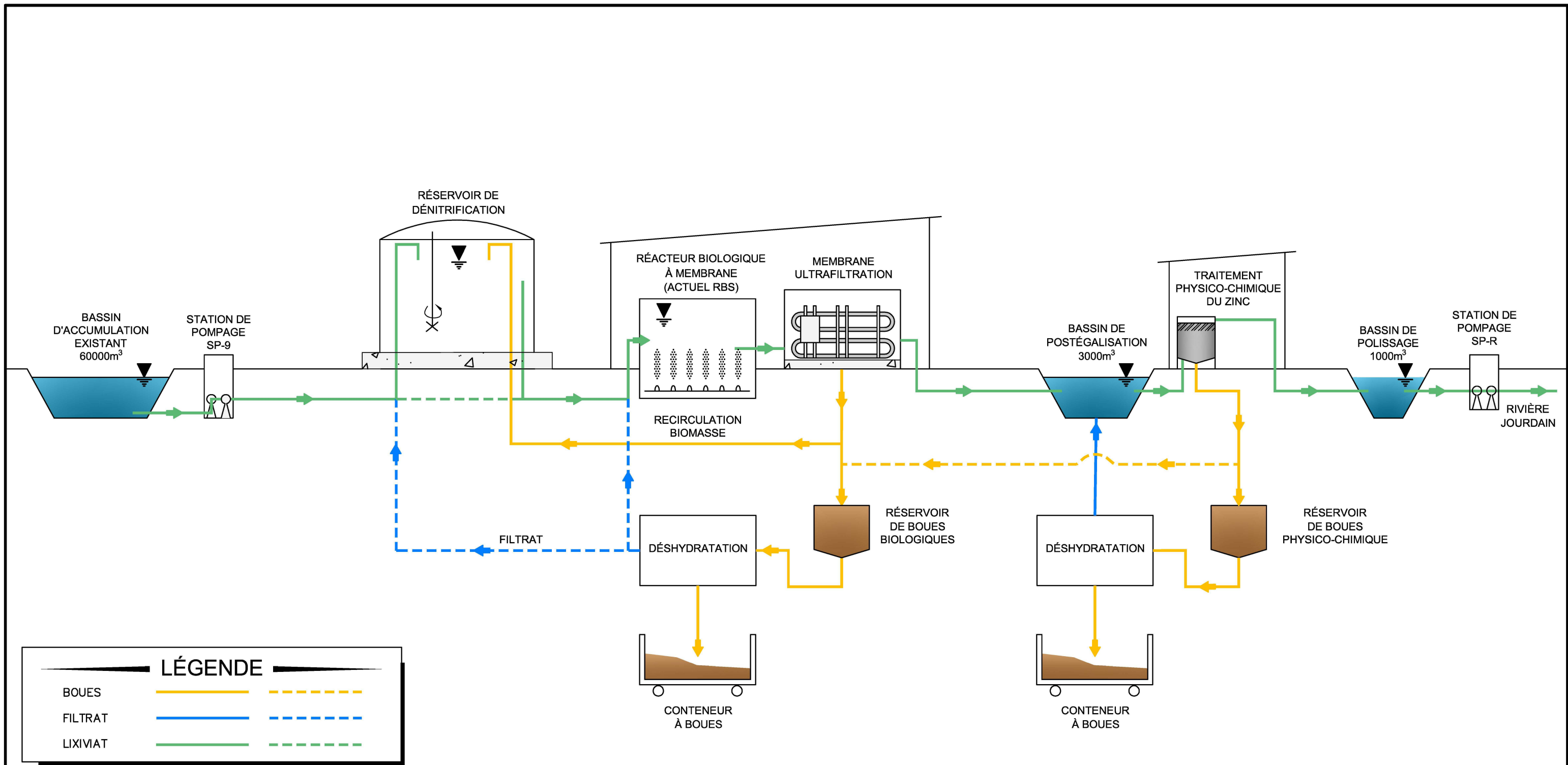
3.4.1 BASSIN D'ACCUMULATION

Le bassin d'accumulation existant de 60 000 m³ est maintenu et il recevra l'ensemble des eaux de lixiviation produites par le lieu d'enfouissement de Sainte-Sophie. Considérant la hausse de la capacité de traitement à 1 500 m³/j, il possèdera une capacité amplement suffisante pour tamponner les pointes de débits saisonnières. La capacité de traitement supplémentaire permettra d'abaisser plus efficacement le niveau du bassin d'accumulation en hiver de façon à dégager un volume d'accumulation suffisant pour adresser la pointe de production printanière.

Le bassin d'accumulation permet de plus une certaine homogénéisation des lixiviats provenant des différentes phases d'exploitation du site. Il assure également un prétraitement des eaux de lixiviation, entre autres une réduction de la charge organique (DBO_{5C} et DCO), et ce, plus particulièrement en été où la température de l'eau est plus favorable au développement de la biomasse.

3.4.2 TRAITEMENT BIOLOGIQUE (RÉACTEUR MBR)

Le RBS en place au LET de Sainte-Sophie ne permet actuellement qu'un abattement limité des nitrates par la consommation de la DCO présente dans le lixiviat brut lors des phases de dénitrification réalisées en parallèle à la séquence de remplissage du réacteur en condition anoxique et mélangée.



1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

PROJET:

LET DE SAINTE-SOPHIE

TITRE:

**SCHÉMA PRÉLIMINAIRE DU TRAITEMENT
DU LIXIVIAT PROPOSÉ AU
LET DE SAINTE-SOPHIE**

NO PROJET:

171-02584-00

ÉCHELLE:

Aucune

DESSINÉ PAR:

Anne Voyer, tech.

VÉRIFIÉ PAR:

Jean Bernier, ing. M.Sc.

ÉMISSION:

Finale

CLIENT:



DATE:

2018-09-17

DESSIN NO:

FIG. 3-4

Le RBS sera transformé en réacteur à membrane afin d'en accroître la capacité de traitement à 1 500 m³/j par le maintien d'une concentration en biomasse supérieure et par l'élimination des cycles de sédimentation et décantation. De plus, le réacteur biologique sera intégré à un traitement de type « Modified Ludzack-Ettinger (MLE) » pour réduire la concentration en nitrates rejetée à la rivière Jourdain.

Le procédé MLE retenu nécessitera l'ajout ou la modification d'ouvrages et d'équipements de traitement, dont :

- l'ajout d'un bassin de dénitrification ($\pm 2\,000\text{ m}^3$) mélangé, non aéré, à l'amont du réacteur biologique avec dosage de méthanol comme source de carbone complémentaire;
- l'ajout de réservoirs pour l'entreposage sécuritaire du méthanol avec station de remplissage;
- la conversion du RBS existant en réacteur biologique aéré à écoulement en continu de type MBR avec boucle de recirculation vers le bassin de dénitrification à l'amont du traitement :
 - aucune modification requise aux diffuseurs existants, mais la capacité des surpresseurs d'aération doit être accrue d'environ 25 %.
- l'ajout d'un système tubulaire d'ultrafiltration pour la rétention des matières en suspension, incluant :
 - un système de pompage pour la recirculation des boues au bassin de dénitrification;
 - un système de pompage pour la purge des boues excédentaires vers un bassin de stockage des boues;
 - un système de nettoyage des unités de filtration membranaire, incluant les équipements de dosage et d'aération.
 - divers ouvrages connexes (réservoir de filtrat, réservoir d'eau chaude, dégrilleurs fins, etc.).
- l'ajout possible d'un bassin ou réservoir de stockage des boues et la modification du système de déshydratation;
- l'agrandissement du bâtiment de traitement à l'ouest du RBS existant pour accueillir les nouveaux équipements.

3.4.3 CHAUFFAGE DU LIXIVIAT

Le chauffage des eaux dans le réacteur biologique sera maintenu afin de maintenir une température en hiver entre 22 et 28°C, soit une température optimale pour la nitrification et dénitrification. Malgré l'accroissement du débit à 1 500 m³/j et l'ajout d'un réservoir de dénitrification de 2 000 m³, il a été déterminé, par modélisation, que le système de chauffage existant possède une capacité suffisante.

La chaudière a opéré les derniers hivers à 65 % de sa capacité pour un débit de 1 000 m³/j et la boucle de chauffage n'est pas en opération lors des cycles de sédimentation et décantation, soit sur environ 5 heures par jour. Le système pourra être opéré à temps plein à la suite de la modification du système en réacteur à écoulement continu. Le maintien d'une concentration supérieure en biomasse (liqueur mixte) augmentera la production de chaleur par les réactions exothermiques liées à l'oxydation de la matière organique et des composés azotés.

3.4.4 BASSIN DE POSTÉGALISATION

Afin de réutiliser les conduites existantes, l'utilisation du bassin de postégalisation sera maintenue pour permettre d'alimenter l'usine de traitement du zinc, même si le système opérera dorénavant en continu. Ce bassin tiendra lieu de simple bassin de transition entre le traitement biologique et le traitement physico-chimique du zinc. Il permettra un certain abaissement de la température de l'eau rejetée en hiver, pour en limiter l'impact thermique sur le cours d'eau récepteur.

3.4.5 TRAITEMENT DU ZINC

Le système tertiaire existant pour l'enlèvement du zinc est localisé dans un bâtiment entre le bassin de transition proposé (ancien bassin de postégalisation) et le bassin de polissage. Ce système de traitement tertiaire est basé sur la précipitation physico-chimique du zinc avec hausse du pH de façon à amener les eaux dans la plage basique de faible solubilité du composé de zinc formé. Par la bande, d'autres métaux lourds et autres composés dont la solubilité diminue avec la hausse du pH sont précipités conjointement.

Une coagulation, floculation et décantation lamellaire permettent par la suite de retirer le précipité formé sous forme de boues qui sont déshydratées pour valorisation lorsque possible, sinon éliminées directement dans le LET. Le traitement est réalisé par une hausse du pH à l'aluminate de sodium suivi d'une coagulation au sulfate ferrique, ces produits typiques en traitement des eaux montrant actuellement la meilleure efficacité pour le traitement du zinc.

Le système de traitement tertiaire existant sera apte à traiter un débit de 1 500 m³/j après la mise en place de modifications mineures à la tuyauterie et certaines pompes de dosage. Ce système est composé des principaux éléments suivants :

- deux pompes servant à l'alimentation à débit contrôlé de l'unité de traitement à partir du bassin de transition. Ces deux pompes ont déjà une capacité suffisante pour assurer le traitement de 1 500 m³/j de lixiviat;
- le décanteur de type Multiflo^{MD} qui a également une capacité suffisante pour assurer le traitement de 1 500 m³/j en respect de l'exigence du zinc. Cet équipement intègre :
 - un bassin de floculation à mélange lent;
 - un décanteur lamellaire;
 - une trémie à boues;
 - des goulottes d'évacuation de l'eau traitée;
 - trois pompes à boues à cavité progressive : une pour recirculer une partie des boues à l'entrée du réservoir de contact pour favoriser la coagulation, une pour évacuer les boues du décanteur vers le bassin de stockage des boues et la dernière en redondance pour remplacer l'une ou l'autre des pompes à boues précédentes;
- un réservoir intérieur d'aluminate de sodium à doubles parois d'une capacité de 11 355 litres;
- un réservoir de sulfate ferrique d'une capacité de 25 000 litres situé dans un bassin de rétention et situé à l'extérieur du bâtiment;
- deux systèmes de dosage de produits chimiques (aluminate de sodium et sulfate ferrique) incluant les pompes doseuses, les panneaux de contrôle et les automates;
- un système de préparation et d'injection de polymère incluant le réservoir de type « tote » d'une capacité d'environ 1 000 litres, un réservoir de rétention préfabriquée et un système de préparation et dosage.

Pour permettre le rejet de 1 500 m³/j d'eau traitée, le décanteur lamellaire Multiflo sera alimenté à un débit maximal d'environ 1 650 m³/j et opérera ainsi à une vitesse ascensionnelle de l'ordre de 4,6 m/h, soit moins de 60 % de la vitesse maximale recommandée de 8 m/h par le fournisseur de l'équipement, *Veolia Water Technologies*. La performance du décanteur demeure par conséquent hautement sécuritaire. Les boues purgées du décanteur, environ 10 % du débit traité, seront dirigées vers un bassin de stockage pour déshydratation avant valorisation ou élimination.

De plus, des essais préliminaires en laboratoire d'ultrafiltration de la liqueur mixte produite par le RBS existant semblent indiquer que la concentration de zinc imposée au système sera réduite due à la meilleure rétention des MeS par les membranes.

3.4.6 REJET DES EAUX À LA RIVIÈRE JOURDAIN

Le rejet des eaux traitées est maintenu à la rivière Jourdain par l'entremise du bassin de polissage d'une capacité de 1 000 m³, de la station de refoulement SP-R et d'une conduite de refoulement de 200 mm de diamètre sur une longueur de 3,5 km. Le point de rejet à la rivière Jourdain se situe à environ 340 m au nord-est de la Montée Masson sur la rive droite. Selon le débit de la rivière, l'émissaire est parfois submergée, parfois en surface.

La station SP-R possède deux pompes fonctionnant en alternance pour une capacité de pompage avec une seule pompe de l'ordre de 1 900 m³/j (22 l/s), soit amplement suffisante pour le traitement proposé. L'opération de la station de pompage est assurée par des flottes, mais la capacité des pompes peut être modulée (variateur de fréquence et programmation) pour permettre de rejeter le débit traité le plus possible en continu sur une période de 24 heures, limitant ainsi les variations et les impacts pour le milieu récepteur.

Un suivi des pertes de charge sur la conduite (pression de refoulement) et de l'efficacité des pompes est en place pour permettre une planification préventive des travaux de maintenance et pour s'assurer de la performance du système.

3.4.7 GESTION DES BOUES

Plusieurs alternatives sont en analyse pour la gestion des boues. Présentement, des unités de déshydratation sont présentes et seront possiblement maintenues aux deux unités de traitement, soit au traitement biologique et au traitement du zinc.

Toutefois, WM pourrait envisager de regrouper le traitement de l'ensemble des boues au niveau de l'usine principale. Le choix final sera intégré à la demande d'autorisation ou pourrait faire l'objet d'un projet ultérieur.

Les boues seront déshydratées à une siccité minimale de 15 %, à l'aide des équipements existants de type centrifuge ou de nouveaux équipements. Dans un contexte de développement durable, WM tentera de trouver des filières de valorisation à ces boues. Dans l'impossibilité de les valoriser, les boues seront destinées à l'enfouissement.

4 OUVRAGES DE CAPTAGE ET DE TRAITEMENT DU BIOGAZ

Conformément aux exigences de l'article 32 du REIMR et en continuité du LET existant (zones 4, 5A et 5B), l'agrandissement du LET de Ste-Sophie sera doté d'un système actif performant de collecte du biogaz. Lors de l'exploitation du LET, une gestion efficace du biogaz est primordiale afin de minimiser les impacts sur l'environnement et les nuisances pour la population locale.

4.1 AMÉNAGEMENT GÉNÉRAL

Le réseau de captage du biogaz du LET projeté sera constitué des éléments suivants :

- les tranchées d'extraction horizontales seront installées à des intervalles verticaux variant de 6 m à 8 m alors que leur espacement latéral sera approximativement de 60 m pour les deux premiers niveaux et de 50 m pour les deux derniers niveaux. Un total d'environ 75 tranchées d'extraction est donc prévu au fur et à mesure de l'exploitation des cellules d'enfouissement;
- les drains de captage du biogaz seront raccordés au réseau principal de collecte ceinturant la masse de matières résiduelles;
- une conduite de drainage installée jusque dans la couche drainante du LET permettra le drainage des tranchées.

La configuration conceptuelle du réseau de captage du biogaz est illustrée au plan 12. Des puits verticaux d'extraction du biogaz pourraient être ajoutés, au besoin, pour bonifier la performance du réseau de captage du biogaz.

Étant donné le caractère évolutif de l'aménagement du réseau, la configuration finale du système pourra être réajustée en fonction des contraintes d'exploitation et de construction. Ces modifications n'affecteront toutefois pas la performance du système.

4.2 TRANCHÉES DE CAPTAGE DU BIOGAZ

Les tranchées de captage serviront uniquement à l'extraction du biogaz. Elles seront installées en quinconce, d'un niveau à l'autre, afin d'accroître la couverture globale pour le captage des biogaz.

Les tranchées de captage comprendront les éléments suivants :

- des conduites d'amenée non perforées verticales en PEHD d'un minimum de 150 mm de diamètre, reliant la section perforée à la tête de puits;
- des conduites perforées en PEHD d'un minimum de 150 mm de diamètre à l'intérieur de la masse des matières résiduelles installées dans la partie supérieure de la tranchée de pierre nette servant à l'extraction du biogaz et débutant à une distance minimale de 15 m vers l'intérieur des matières résiduelles;
- des sections de conduites en PEHD d'un minimum de 150 mm de diamètre installées à l'extrémité de chaque tranchée pour évacuer les liquides présents dans les tranchées en les retournant vers la couche drainante de la barrière imperméable.

Chaque conduite sera munie d'une tête de puits pourvue d'un système de régulation du débit afin d'optimiser la pression de tirage et le débit de gaz. De même, chaque tête de puits sera munie de deux ports d'échantillonnage servant à déterminer la pression, le débit, la température et la composition du biogaz. Des détails types d'une tranchée de captage du biogaz sont présentés aux plans 14 et 15.

4.3 SYSTÈME DE COLLECTEURS PRINCIPAUX

Un système de collecteurs principaux sera aménagé afin d'acheminer le biogaz capté par les conduites de récupération en PEHD installées par-dessus la géomembrane jusqu'aux installations de pompage et de traitement du biogaz existantes. Toutes les conduites collectrices seront fabriquées en PEHD, assurant ainsi une plus grande flexibilité et durabilité au système. Le diamètre de la tuyauterie sera sélectionné de façon à minimiser la vitesse du gaz et les pertes de charge.

La configuration des collecteurs principaux du biogaz permettra également la collecte du condensat produit à l'intérieur du réseau de captage du biogaz par l'aménagement de trappes à condensat réparties aux points bas le long des collecteurs horizontaux. Les collecteurs horizontaux ceintureront le site avec des pentes de l'ordre de 1 % pour les segments dont la pente est dans la direction du déplacement du gaz, et de l'ordre de 2 % pour ceux dont la pente est dans la direction opposée au déplacement du gaz. Le condensat récupéré sera alors pompé vers le système de collecte du lixiviat.

Les collecteurs périphériques principaux seront équipés de vannes d'isolation permettant l'opération optimale du réseau de collecte.

Un collecteur transversal pourrait être installé du sud vers le nord, à l'est de la zone 6 projetée, pour faciliter le captage du biogaz des tranchées horizontales se drainant vers l'est. De plus, un second collecteur transversal pourrait aussi être installé du sud vers le nord, mais pour brancher les puits et tranchées situés à l'ouest de la zone 4 et de la zone 5A, puisque la zone 6 recouvrira éventuellement le talus ouest des zones 4 et 5A.

4.4 STATION DE POMPAGE ET DE TRAITEMENT DU BIOGAZ

La capacité de brûlage totale des installations existantes est de 21 400 m³/h. Ces installations sont composées de deux stations de pompage et de destruction du biogaz distinctes. Au total, trois torchères à flamme invisible assurent la destruction du biogaz non valorisé.

Ce type de torchère est composé d'un brûleur à buses multiples et de volets d'admission d'air installés à la base d'une chambre de combustion cylindrique verticale dont les parois sont recouvertes d'un matériau réfractaire. La chambre de combustion est munie de thermocouples mesurant la température de combustion, d'un détecteur de flamme et d'une prise permettant l'échantillonnage des gaz de combustion. Ce type de torchère est conçu de manière à atteindre une efficacité de destruction de 98 % et plus des composés organiques volatils autres que le méthane. Ce type de torchère permet un temps de rétention minimum de 0,3 seconde à une température minimale de 760°C.

Selon les estimations de production du biogaz présentée dans l'étude de dispersion atmosphérique, la capacité des stations de pompage et de destruction du biogaz est suffisante. Aucun équipement supplémentaire n'est nécessaire.

4.5 ÉTUDE DE DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

Afin d'évaluer l'impact de l'ancien LES, de l'actuel et du futur LET sur la qualité de l'air environnant et d'orienter ainsi la conception des ouvrages de captage et de destruction du biogaz, une étude de dispersion atmosphérique a été réalisée WSP (WSP, 2018) conformément aux exigences du MELCC. Elle est résumée dans les paragraphes qui suivent.

Cette étude avait pour objectif de définir le système de captage des biogaz requis afin de rencontrer les exigences de la procédure d'évaluation des impacts d'un LET sur la qualité de l'air du MELCC, particulièrement en regard à la concentration de divers composés organiques et composés sulfurés réduits à la limite de propriété.

Afin de minimiser les concentrations des divers contaminants à la limite de propriété, le réseau de captage pour le projet d'agrandissement devra être relativement performant et jumelé à un recouvrement final imperméable afin d'assurer une efficacité de captage de l'ordre de 95 %. Les ouvrages de captage et de destruction du biogaz ainsi que le recouvrement final des cellules d'enfouissement ont donc été développés en fonction de ces obligations.

L'estimation de la production du biogaz et des émissions à l'atmosphère est résumée à la figure 4-1. Le niveau de production de biogaz a été défini à l'aide du modèle LANDGEM développé par l'EPA américain. Ce modèle, couramment utilisé dans l'industrie, est un modèle d'ordre 1 impliquant un taux de génération du biogaz décroissant dans le temps. En plus du taux d'enfouissement, deux intrants sont requis par ce modèle, soit la constante de décroissance de la génération du biogaz « k » (an-1) et la production totale de méthane par tonne de déchets « Lo ».

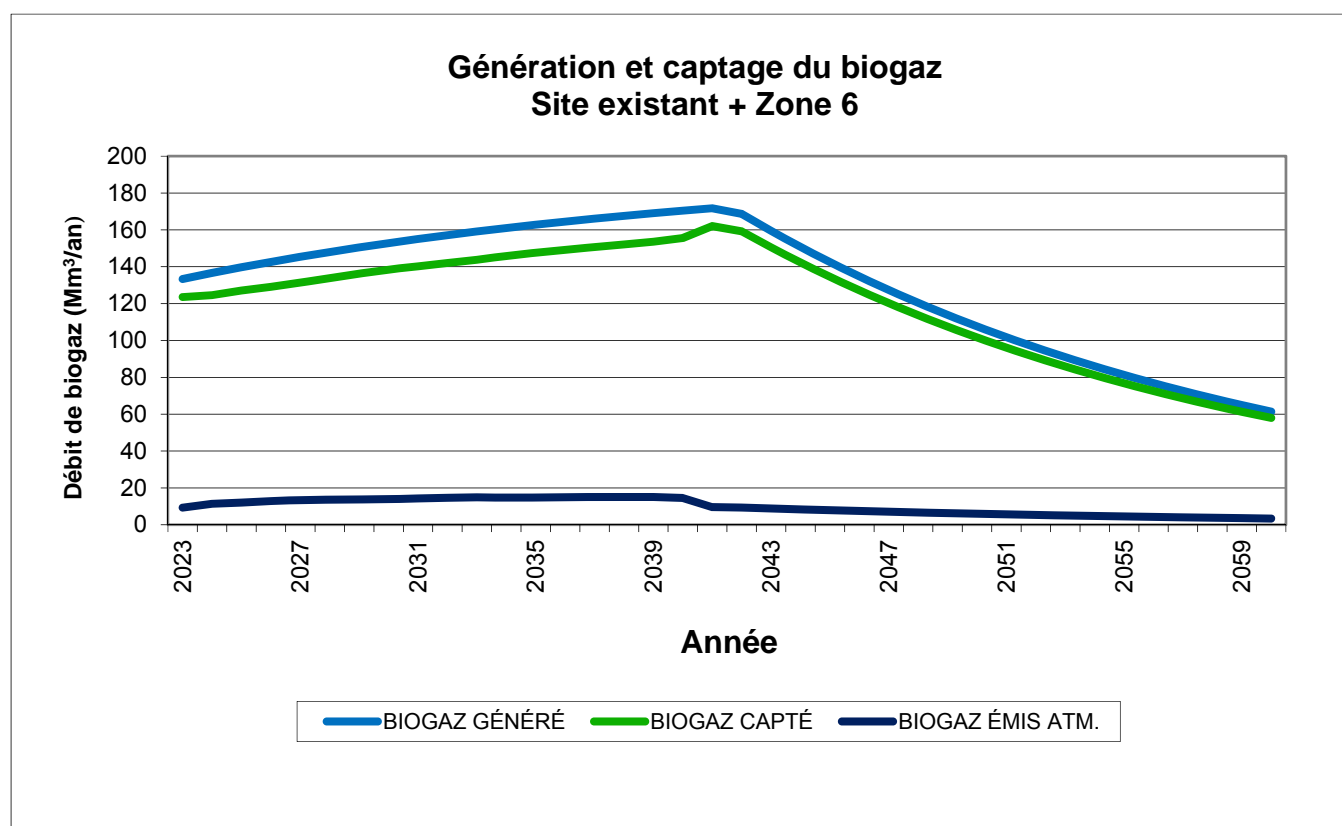


Figure 4-1 Courbe de génération et de captage du biogaz du projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie

La génération de biogaz a été déterminée en considérant les quantités annuelles de matières résiduelles enfouies dans chaque secteur du lieu existant et celles qui seront éliminées dans le futur LET proposé et des valeurs représentatives de « k » et de « Lo ». À des fins d'évaluation du débit de méthane généré, la concentration de ce composé dans le biogaz produit a été fixée à 52,62 %. Ceci correspond à la concentration moyenne de méthane mesurée aux installations de pompage et de destruction des biogaz depuis les dernières années.

Le taux d'émission au niveau du sol a été calculé de façon distincte pour chaque source en retranchant les débits captés pour ce secteur des débits générés par ce secteur. Les émissions à l'atmosphère ont ensuite été calculées en retranchant 10 % du débit non capté afin de refléter la dégradation biologique du gaz lors de son passage à travers le sol de recouvrement, pour les secteurs ayant un recouvrement final en sol. Le taux d'oxydation a été fixé à 0 pour les secteurs ayant un recouvrement final avec géomembrane.

Les résultats indiquent que la génération maximale de biogaz se produit en 2041, soit à la fermeture du LET, avec un débit de 171,72 Mm³/an. Le débit maximal d'émissions de biogaz à l'atmosphère est toutefois obtenu en 2039, avec un débit de 15,09 Mm³/an.

Pour ce débit maximal d'émission et en considérant les concentrations des divers contaminants dans le biogaz, obtenues par des analyses en laboratoire, une analyse de la dispersion atmosphérique a été réalisée à l'aide du modèle AERMOD recommandé par l'EPA et le MELCC à partir des données météorologiques locales pour la période 2008 à 2012.

Les résultats obtenus indiquent le respect de toutes les normes et critères de qualité de l'air du MDDELCC (2016). En général, les concentrations obtenues sont de plusieurs ordres de grandeur inférieurs aux valeurs limites prescrites.

Les concentrations modélisées aux six récepteurs sensibles sont conformes aux normes et critères de qualité de l'air. Les concentrations les plus élevées sont obtenues au point RES1 situé à l'intersection du rang Sainte-Marguerite et Montée Lafrance, pour tous les composés, à l'exception du monoxyde de carbone et des oxydes d'azote. Les valeurs les plus hautes pour ces derniers composés sont obtenues aux points RES3 et RES4, ce qui est normal, ces points étant situés plus près des torchères.

4.6 VALORISATION DU BIOGAZ

WM exploite à l'heure actuelle des systèmes de valorisation énergétique du biogaz dans 21 états américains. Le biogaz produit par WM est utilisé par d'importantes compagnies de transport, de produits chimiques ou de production d'électricité. La valorisation se fait en utilisant deux procédés. Le premier procédé consiste à produire de l'électricité à l'aide du biogaz. Le biogaz est alors comprimé, séché et filtré avant d'être envoyé dans des turbines ou moteurs afin de produire l'électricité. Le second procédé consiste à utiliser directement le biogaz afin d'alimenter des bouilloires ou fournaies. Dans ce dernier cas, les entreprises qui utilisent du biogaz comme combustible doivent modifier leurs installations et leurs opérations.

Au total, 70 sites d'enfouissement appartenant à WM aux États-Unis revalorisent le biogaz. De ces 70 sites, 42 produisent de l'électricité et fournissent une puissance totale de l'ordre de 188 MW. Aux 28 autres sites, WM valorise les biogaz en combustible pour le fonctionnement de divers équipements.

Le 27 juin 2007, la société WM annonçait la mise en place d'un programme visant l'ajout de 60 nouvelles centrales de production d'énergie renouvelable en Amérique du Nord au cours des cinq prochaines années, portant à plus de 700 MW la production totale d'énergie propre. Ce programme prévoit la mise en place de nouvelles infrastructures de valorisation à quatre de ses lieux d'enfouissement en Ontario et à deux sites au Québec.

Dans le cas du site de Ste-Sophie, le biogaz capté est acheminé via la station de compression d'Énergir, à l'usine de Rolland à Saint-Jérôme pour alimenter des chaudières. La capacité de la station de compression est de 10 500 m³/h.

WM évalue actuellement les diverses possibilités de valorisation pour la partie excédentaire du biogaz qui sera capté et entend conduire des ententes avec les partenaires potentiels afin de maximiser la production d'énergie renouvelable.

5 TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT ET DE CONSTRUCTION DU LET

5.1 GESTION DES SOLS

Il sera nécessaire d'excaver environ 115 000 m³ de terre végétale, 720 000 m³ de sable et 186 000 m³ d'argile pour l'aménagement de la zone 6. Un volume de 27 000 m³ de sable en provenance des travaux d'excavation sera réutilisé comme matériel de remblai pour aménager le profil final du fond des CET.

Il est estimé que l'aménagement des bermes de stabilisation nécessitera l'excavation d'un volume supplémentaire de 16 000 m³ de terre végétale, soit sous les bermes. L'aménagement desdites bermes nécessitera l'utilisation de 468 000 m³ de sable, en provenance des travaux d'excavation pour l'aménagement de la zone 6.

Lors de la construction des bermes de stabilisation, une largeur minimale de 10 m devra être conservée entre le pied de talus de la berme et l'aire d'enfouissement des matières résiduelles de manière à permettre le passage de la machinerie et des camions requis à l'aménagement des CET. Progressivement, lorsque les CET ayant atteint le profil final seront pourvues d'un recouvrement étanche, les bermes seront complétées et les chemins d'accès permanents seront parallèlement aménagés sur celles-ci.

Outre l'aménagement des bermes et les zones de remblai en fond de cellule, les matériaux sablonneux serviront à la construction des chemins d'accès temporaires et définitifs ainsi qu'à la mise en forme de l'assise des CET. Le reste du sable sera entreposé sur le site pour usages ultérieurs, tels que le recouvrement journalier, le recouvrement final et l'aménagement de divers ouvrages sur le site. Les matériaux excavés seront donc entreposés temporairement au droit des futures CET de la zone 6, non aménagées. L'emplacement exact des aires d'entreposage temporaires des matériaux sera déterminé ultérieurement de façon à optimiser les opérations.

Quant aux matériaux argileux, il est prévu de les utiliser à titre de recouvrement temporaire sur les talus en attente d'exploitation

En ce qui concerne l'aménagement de la couche drainante couvrant le système d'imperméabilisation, il est estimé qu'environ 260 000 m³ de pierre nette seront requis. Des zones d'entreposage pour les matériaux d'emprunt seront aménagées sur le site.

5.2 OUVRAGES CONNEXES

5.2.1 ROUTES D'ACCÈS

Un chemin périphérique sera aménagé, de façon séquentielle, aux limites nord et ouest de la nouvelle zone 6 et se raccordera aux chemins existants afin de ceinturer l'ensemble du site. Ce chemin possèdera une largeur de 10 m afin de permettre aux camions de circuler en toute sécurité sur le site. En périphérie du LET, il sera aménagé dans la zone tampon, soit sur la berme de stabilisation en remblai mise en place au pourtour de l'aire d'enfouissement.

Il est à noter que par mesure de sécurité, les camions se dirigeant vers le front d'enfouissement de matières résiduelles circuleront généralement sur des chemins différents de ceux se dirigeant vers les zones de travaux. Pour ce faire, les camions contenant des matières résiduelles entreront sur le site de Sainte-Sophie par le poste de pesée et circuleront sur le chemin d'accès aménagé en périphérie de la zone 4, soit au nord et à l'ouest. Ce chemin sera démantelé au fur et à mesure que les nouvelles cellules de la zone 6 seront aménagées, soit du sud vers le nord.

Quant aux camions se rendant sur les zones de travaux, l'accès au site se fera à partir de la 1^{ère} Rue, mais, comme montré au plan 2, par un chemin d'accès nommé « chemin de l'entrepreneur », longeant le côté ouest de la zone 4. Ce chemin sera démantelé au fur et à mesure que les nouvelles cellules de la zone 6 seront aménagées, soit du sud vers le nord.

Finalement, des chemins de service temporaires seront aménagés périodiquement pour permettre l'accès aux camions à l'intérieur du LET jusqu'au front d'enfouissement ou à l'aire des travaux d'aménagement.

L'aménagement de ces chemins comprend, sans toutefois s'y limiter, les travaux de déboisement et d'essouchement, les travaux de terrassement (déblais et remblais), la mise en forme, la compaction et la construction de la fondation en matériaux granulaires, de la surface de roulement, des drains et des fossés.

5.2.2 BÂTIMENT, BALANCE ET POSTE DE CONTRÔLE

Comme prévu au REIMR, un poste de pesée est actuellement présent à l'entrée du LET de Sainte-Sophie. Celui-ci est actuellement constitué de deux balances, d'un système de détection des radiations et du poste de contrôle, où des préposés qualifiés gèrent l'accès des différents transporteurs au LET de Sainte-Sophie. Ces ouvrages continueront à servir pour l'exploitation de la zone 6.

5.3 ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

5.3.1 ARPENTAGE

Pour s'assurer de la conformité des ouvrages construits, des travaux d'arpentage seront réalisés durant toute la période de construction. Ces travaux incluront le contrôle de chaque longueur de conduite et de la hauteur des bermes, de même que la vérification de certains points d'alignement et de niveaux. Les bornes de terrain seront identifiées et protégées. Celles qui seront affectées par les travaux devront être relocalisées.

5.3.2 CONTRÔLE DES MATÉRIAUX

Pour s'assurer de la conformité des matériaux et de leur mise en place, un programme complet d'assurance et de contrôle de la qualité portant sur les intervenants, les matériaux et les travaux de construction sera implanté. Ce programme comprendra les deux volets suivants :

Volet 1 : Application d'un devis d'assurance-qualité spécifique à tous les travaux des systèmes d'imperméabilisation, comme présenté à l'annexe K de l'étude technique.

Volet 2 : Surveillance des travaux de l'ensemble des ouvrages à construire. Il s'agit d'une surveillance avec résidence permanente visant à assurer le respect des exigences sur les matériaux et sur l'exécution de la totalité des ouvrages construits.

Conformément aux exigences du REIMR, un programme d'assurance et de contrôle de la qualité des matériaux géosynthétiques sera appliqué pendant toute la durée des travaux. Ce dernier couvrira les ouvrages complétés et les matériaux. Plus spécifiquement, les éléments décrits ci-après sont visés :

- essais de contrôle de la qualité du manufacturier;
- certification des matériaux;
- essais de calibrage des équipements de soudure;
- inspections des procédures d'installation et des soudures;
- essais non destructifs de continuité;
- essais destructifs de résistance mécanique;
- inspection finale.

L'ensemble des ouvrages à construire sera également relevé par une équipe d'arpenteurs qualifiés présents en permanence lors des travaux.

De plus, comme prévu à l'article 36 du REIMR, WM veillera à ce que tous les matériaux et équipements destinés à être utilisés dans l'aménagement de la zone 6, que ce soit pour leur imperméabilisation ou pour l'installation des systèmes de captage et de gestion des eaux ou des eaux de lixiviation, le système de captage et d'évacuation ou d'élimination des biogaz ainsi que les systèmes de puits d'observation des eaux souterraines, seront vérifiés par des tiers experts avant et pendant les travaux d'aménagement, ainsi que par des essais en laboratoire ou *in situ*, de manière à garantir que ces matériaux ou équipements sont conformes aux normes applicables. Pour chacune des phases de construction, WM veillera à ce qu'un résumé des travaux effectués et des essais réalisés soit transmis au MELCC ainsi qu'une lettre attestant de la conformité des installations aux normes applicables. Lesdits documents seront inclus au rapport annuel d'exploitation du site.

Les résultats des divers essais exigés dans le cadre de la réalisation des travaux, qu'ils soient exécutés *in situ* ou en laboratoire, seront inclus dans le rapport annuel et produits conformément aux exigences de la réglementation en vigueur.

Le programme complet d'assurance et de contrôle de la qualité des matériaux et équipements sera développé dans le cadre de la demande de CA du projet pour approbation par le ministère.

6 MODALITÉS OPÉRATIONNELLES

6.1 CONTRÔLE ET INSPECTION DES MATIÈRES REÇUES

6.1.1 MATIÈRES RÉSIDUELLES

L'exploitant d'un LET doit effectuer un contrôle strict des matières résiduelles acheminées vers son site. Pour permettre ce contrôle, le site de Sainte-Sophie est actuellement doté de deux balances et d'un système de détection de radioactivité à l'entrée de son site, conformément à la réglementation. La balance permet de contrôler en permanence l'accès au site pour les divers usagers et de valider la provenance et la nature des résidus transportés. Les matières résiduelles jugées non conformes ne sont pas admises au LET.

Comme prescrit aux articles 38 à 40 du REIMR, un registre complet des matières résiduelles éliminées au LET est maintenu, consignait l'ensemble des informations suivantes :

- le nom du transporteur ainsi que le numéro de la plaque d'immatriculation du véhicule;
- la nature des matières résiduelles ainsi que, dans le cas de boues ou encore de sols ayant fait l'objet d'un traitement de décontamination ou provenant de travaux de réhabilitation d'un terrain, les résultats des analyses ou mesures établissant leur admissibilité;
- les résultats des tests sur la siccité et sur la mesure du liquide libre s'il s'agit de boues, et le résultat du test sur la mesure du liquide libre s'il s'agit d'une matière résiduelle susceptible de contenir un liquide libre;
- la provenance des matières résiduelles et, si elles sont issues d'un procédé industriel, le nom du producteur;
- la quantité de matières résiduelles, exprimée en poids;
- la date et l'heure de leur admission.

Dans le cas des matières résiduelles provenant d'un poste de transbordement, tous les renseignements et documents relatifs à ces matières et qui sont consignés au registre de poste de transbordement seront transposés au registre d'exploitation du lieu d'enfouissement.

Les registres d'exploitation annuels seront conservés au LET pendant son exploitation. Après la fermeture du site, ils seront conservés par l'exploitant pour une période de cinq ans à compter de la date de la dernière inscription.

Tous les camions qui déversent des matières résiduelles continueront d'être inspectés visuellement par les opérateurs des compacteurs au front de déchargement. Si des matières résiduelles inacceptables sont identifiées, WM s'assurera de faire retirer du site les résidus non conformes par la compagnie en cause. Dans le doute, WM pourra demander des expertises plus poussées afin de vérifier la nature exacte des matières résiduelles problématiques. Dans tous les cas, WM documentera l'événement afin de prendre les procédures nécessaires envers les responsables. Les opérateurs de compacteurs sont clairement informés des matières résiduelles acceptables au LET et, dans le doute, ils font appel à la compétence d'un responsable identifié par WM. Toute matière suspecte identifiée est ainsi inspectée.

6.1.2 MATÉRIAUX DE RECOUVREMENT JOURNALIER

SOLS CONTAMINÉS

Afin de s'assurer de la conformité des sols contaminés reçus au site de Sainte-Sophie, WM a désigné un responsable des « déchets spéciaux » depuis plusieurs années pour les sites situés dans l'est du Canada. En effet, avant de recevoir les sols contaminés au LET, WM demande à ses clients de lui soumettre les analyses chimiques des sols contaminés afin de respecter les critères prescrits dans le Règlement sur la protection et la réhabilitation de terrains contaminés. Selon le REIMR, les sols autorisés doivent contenir des contaminants en concentration égale ou inférieure aux valeurs limites fixées à l'annexe 1 pour les composés organiques volatils (COV), et à l'annexe 2 pour les autres contaminants. Lorsque les sols sont considérés conformes, un formulaire d'autorisation est transmis au client, signé de la part du responsable des déchets spéciaux. Par la suite, le directeur des opérations du site sera informé de la réception éventuelle des sols contaminés et il devra signer également un formulaire attestant qu'il accepte de recevoir les sols sur le site selon les résultats d'analyse reçus. Finalement, le directeur du site avisera le personnel à la balance, qui s'assurera que les clients remettent leur numéro de formulaire d'autorisation avant d'être autorisés à décharger au front de déchet.

WM a implanté, depuis plusieurs années, une méthode de contre-vérification des sols contaminés reçus au LET. En effet, WM contre-vérifie les concentrations chimiques des contaminants et les propriétés physiques des sols contaminés. Chaque contrat de sols contaminés est contre-vérifié. Les premiers voyages de sols d'un contrat spécifique sont mis de côté, près du front d'enfouissement, pour permettre la prise d'échantillons par une firme spécialisée.

Les propriétés chimiques et physiques seront vérifiées. À la suite de la réception des résultats d'analyse, si les sols sont jugés conformes, ils seront utilisés comme recouvrement journalier. Si les propriétés chimiques ne respectent pas les critères exigés par le REIMR, un nouvel échantillon de sols sera prélevé ou le client sera invité à venir reprendre les voyages reçus. Si toutefois les sols ne rencontrent pas les critères géotechniques, ils seront amandés avec un autre matériau, ou ils seront utilisés temporairement pour recouvrir les matières résiduelles à la fin de la journée. Les sols mis en place temporairement seront enlevés la journée suivante afin de poursuivre les activités d'enfouissement.

Un registre de tous les sols contaminés reçus au LET est conservé à la balance et peut être consulté en tout temps par les représentants du MELCC.

AUTRES MATÉRIAUX ALTERNATIFS

WM valorise également d'autres types de matières résiduelles à titre de matériaux de recouvrement journalier par l'entremise de CA obtenus au cours de l'opération de son LET à Sainte-Sophie, en fonction des besoins se présentant. WM a obtenu, entre autres, des autorisations pour les matières suivantes :

- toile pour le front d'enfouissement journalier;
- fluff généré au Québec;
- copeaux de bois d'AIM Québec à Lévis;

Ces différentes matières résiduelles sont assujetties à des programmes de suivi et des obligations prescrites à leur CA spécifique, qui prend en compte leur nature et leur provenance, leurs propriétés physiques et leurs aptitudes à rencontrer les objectifs du REIMR, soit de limiter le dégagement d'odeurs, la propagation des incendies, la prolifération d'animaux ou d'insectes et l'envol d'éléments légers.

Conformément aux nouvelles dispositions de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE), tout nouveau matériau de recouvrement alternatif sera soumis à une demande d'autorisation pour approbation par le ministère.

Il est important de mentionner que WM interdit l'enfouissement de toute matière résiduelle contenant des particules fines de gypse, par exemple certains rejets de centres de tri de déchets de construction et démolition.

6.2 OPÉRATIONS D'ENFOUISSEMENT

Les camions admis au LET seront dirigés vers le front journalier de déchargement de la phase en exploitation par l'entremise d'une signalisation adéquate. Pour permettre l'accès vers le front d'enfouissement, des chemins temporaires seront aménagés et relocalisés périodiquement de façon à maintenir sécuritaire la circulation des camions sur le site.

Les matières résiduelles seront déchargées contre le talus formé par les matières résiduelles reçues la journée antérieure. La première couche servira de guide pour la mise en place des matières résiduelles des autres couches. Dans chaque couche, l'exploitation quotidienne se fera de façon à avoir une longueur minimale nécessaire pour contrôler les opérations, mais tout de même suffisante pour accommoder le déchargement des camions et l'opération de la machinerie. L'étendue du front opérationnel journalier sera similaire à celle actuellement utilisée lors des opérations d'enfouissement dans la zone 5, soit entre 1 500 et 2 500 m² selon le tonnage journalier reçu.

Au niveau des phases d'exploitation, les opérations d'enfouissement s'effectueront en progressant selon le séquençage discuté précédemment à la section 2.3. L'exploitation favorisera le plus possible l'élimination des matières résiduelles en surélévation en progressant vers le profil final du LET de façon à permettre une mise en place progressive du recouvrement final (ou intermédiaire à l'aide de matériaux peu perméables). Cette progression respectera par contre certaines obligations géotechniques pour la stabilité des pentes et, par endroits, l'enfouissement dans une nouvelle cellule devra être commencé avant de permettre l'atteinte du profil final et de compléter le recouvrement final sur un secteur adjacent.

Afin de minimiser la production de lixiviat, un profil d'enfouissement favorisant le ruissellement des eaux au niveau du recouvrement journalier vers la périphérie du LET sera adopté, lorsque possible.

L'exploitation d'une phase s'effectuera initialement (1^{re} couche) en superficie afin de mettre le plus rapidement possible une couche de matières résiduelles sur l'intégralité de la surface ouverte, favorisant ainsi l'absorption, l'évaporation et le ruissellement des eaux de précipitations et une diminution de la production de lixiviat. Par la suite, l'exploitation de la phase s'effectuera en surélévation.

Pour éviter d'endommager le système d'imperméabilisation, la première couche de matières résiduelles, étendue sur une épaisseur d'environ 3 m, n'est pas compactée.

Pour les couches subséquentes, les matières résiduelles seront déposées au front de décharge, étendues en couches de l'ordre de 50 cm d'épaisseur et compactées avec un compacteur à déchets. Un minimum de trois à cinq passages devra être effectué par le compacteur afin d'obtenir une densité initiale moyenne en place d'environ 850 kg/m³. Les pentes au front de déchargement seront maintenues à un maximum d'environ 30 %.

Un recouvrement journalier des matières résiduelles sera effectué conformément à la réglementation en vigueur afin de limiter la propagation d'odeurs, la propagation des incendies, la prolifération d'animaux ou d'insectes et l'envol d'éléments légers. Ce recouvrement journalier sera constitué d'un matériau granulaire, de sols faiblement contaminés acceptables ou d'un recouvrement journalier alternatif autorisé préalablement par le ministère.

Des matériaux sélectionnés provenant de l'excavation progressive du LET seront mis en réserve et utilisés, si requis, pour le recouvrement journalier des matières résiduelles. Ce matériau devra posséder une conductivité hydraulique supérieure à 1×10^{-4} cm/s et moins de 20 % en poids de particules d'un diamètre inférieur à 0,08 mm.

6.3 ENTRETIEN PRÉVENTIF

L'aménagement d'un LET implique l'installation de systèmes d'imperméabilisation, de collecte et de gestion des eaux de lixiviation ainsi que de captage et de gestion des biogaz. Ces systèmes comportent plusieurs composantes (postes de pompage, drains, conduites de collecte et de refoulement, conduites de collecte du biogaz, soufflantes d'aspiration, puits d'observation, etc.) qui doivent demeurer en bon état de fonctionnement, et ce, durant toute la vie active du LET, mais également après la période postfermeture. Dans le but d'assurer l'intégrité des installations, de prévenir tout dommage et de garantir la protection de l'environnement, il est prévu de procéder à l'inspection périodique de toutes les composantes associées à la construction et à l'exploitation du LET.

Annuellement, toutes les conduites de lixiviat installées à l'extérieur de l'aire d'enfouissement seront soumises à un essai d'étanchéité conformément à la réglementation (article 64 du REIMR) et aux recommandations du fabricant. De plus, les systèmes suivants seront également soumis à des contrôles, travaux d'entretien et nettoyages périodiques :

- le système de collecte du lixiviat du LET (drains perforés, collecteurs);
- les bassins d'accumulation et autres bassins de traitements;
- les postes de pompage du LET;
- l'ensemble du système de traitement du lixiviat;
- le réseau de collecte et de récupération du biogaz incluant, entre autres, les trappes à condensat, les soufflantes et les torchères;
- les puits d'observation pour les eaux souterraines et le biogaz.

Concernant la filière de traitement du lixiviat, WM continuera de vérifier l'étanchéité de tous les bassins associés à l'entreposage et au traitement du lixiviat du LET selon la fréquence réglementaire de trois ans.

Dans le cas du réseau de captage de biogaz, le nettoyage sera effectué en fonction des résultats obtenus à la suite de la calibration du réseau.

Pour les puits d'observation des eaux souterraines et des biogaz, WM procédera annuellement à l'inspection de l'ensemble des puits présents sur la propriété afin de s'assurer de leur accessibilité et d'en vérifier leur intégrité. Il est à noter que le protocole d'entretien appliqué par WM au LET de Sainte-Sophie prévoit que, lorsqu'un puits est ponctuellement rapporté déficient à la suite d'une campagne d'échantillonnage, des mesures correctives sont adoptées immédiatement dans le but de corriger la situation.

6.4 ÉQUIPEMENTS LOURDS

Il convient de préciser que, comme c'est le cas présentement, tous les équipements opérationnels nécessaires à l'exploitation du LET respecteront la réglementation québécoise. Pour l'enfouissement des matières résiduelles, WM dispose actuellement de deux à trois compacteurs à déchets pour l'épandage et la compaction des matières résiduelles, de trois bouteurs, de trois camions de type « Volvo », de trois pelles mécaniques et d'un camion pour le transport du sable.

La compaction des matières résiduelles sera effectuée à l'aide des compacteurs adaptés à l'enfouissement de façon à atteindre une masse volumique de 850 kg/m³ ou plus. Le compacteur pourra être muni d'un godet tous travaux (4 dans 1) avec une grille pare-papier lui permettant d'être autonome et d'effectuer les travaux d'enfouissement après que le matériel de recouvrement ait été transporté dans l'aire d'exploitation proprement dite.

Le recouvrement journalier des matières résiduelles sera effectué à l'aide du buteur, mieux adapté à ces travaux de par l'utilisation de chenilles pour son déplacement, contrairement à l'utilisation de roues à pieds-de-mouton sur les compacteurs.

De plus, divers types de machinerie seront utilisés périodiquement pour la réalisation de tâches complémentaires aux activités d'enfouissement. Ces machineries effectueront des travaux tels que :

- le transport du matériel de recouvrement journalier (camions);
- la réfection des chemins et fossés (niveleuse, pelle, etc.);
- l'entretien des chemins d'accès.

Deux compacteurs sont continuellement en fonction sur le front d'enfouissement. La machinerie est utilisée en alternance de manière à permettre un entretien préventif des divers équipements. Si un bris majeur d'un des compacteurs perturbe éventuellement les opérations, la méthodologie d'enfouissement sera adaptée de façon à maintenir une compaction adéquate des matières résiduelles.

6.5 HORAIRES D'EXPLOITATION

Pour le moment, il est prévu utiliser les mêmes heures d'ouverture qu'à l'actuel LET de Sainte-Sophie, soit du lundi au vendredi de 6 h à 20 h 30, et de 6 h à 12 h le samedi. Ces heures seront clairement indiquées sur une affiche située à l'entrée du site.

L'accès au LET se fera par la 1^{ère} Rue, qui mènera les transporteurs vers le poste de pesée à l'entrée du chemin d'accès au LET. Le préposé à la balance aura la responsabilité de contrôler l'accès au site aux seules personnes autorisées.

7 PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme de surveillance et de suivi environnemental élaboré pour le LET de Sainte-Sophie a été développé en fonction des exigences du REIMR. Ce programme, déjà en vigueur pour les zones d'enfouissement en exploitation et antérieures, permet de confirmer l'intégrité des ouvrages d'imperméabilisation et de captage du lixiviat et du biogaz, ainsi que le respect des normes réglementaires relatives à la qualité des eaux et de l'air. Dans le cas du LET de Ste-Sophie, le programme permettra de confirmer l'intégrité des ouvrages d'imperméabilisation, de captage du lixiviat et de récupération des biogaz. Le programme touchera les aspects suivants :

- les eaux souterraines;
- les eaux de surface;
- les eaux de lixiviation;
- les biogaz;
- l'inspection des infrastructures.

7.1 DURÉE D'APPLICATION

Le programme de surveillance et de suivi environnemental s'applique à l'ensemble du LET, incluant la zone 6, et il demeurera applicable durant toute la durée de vie de la zone 6 du LET de Sainte-Sophie et après sa fermeture définitive, aussi longtemps que celle-ci sera susceptible de constituer une source de contamination.

Cependant, WM pourra demander au ministre d'être libéré de toute obligation de suivi environnemental ou d'entretien prescrite par le REIMR lorsque, pendant une période de suivi d'au moins cinq ans effectuée après la fermeture définitive du lieu, les conditions suivantes seront respectées :

- 1** aucun des paramètres ou substances analysés dans les échantillons de lixiviat ou d'eau prélevés avant traitement n'a excédé les valeurs limites fixées par l'article 53 du REIMR;
- 2** aucun des paramètres ou substances analysés dans les échantillons d'eaux souterraines n'a contrevenu aux dispositions des articles 57 à 59 du REIMR;
- 3** la concentration du méthane a été mesurée dans les composantes du système de captage des biogaz, à une fréquence d'au moins quatre fois par année et à des intervalles répartis uniformément dans l'année, et toutes les mesures ont indiqué une concentration de méthane inférieure à 1,25 % par volume.

7.2 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Tous les échantillons d'eau seront prélevés conformément aux lignes directrices de la version la plus récente du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale publié par le MELCC. Dans le cas des eaux souterraines, seuls les échantillons pour l'analyse des métaux et métalloïdes feront l'objet d'une filtration lors du prélèvement. Dans tous les autres cas, les échantillons ne seront filtrés ni lors de leur prélèvement, ni préalablement à leur analyse en laboratoire.

Les analyses seront réalisées par un laboratoire accrédité par le MELCC, en vertu de l'article 118.6 de la LQE.

Tous les rapports d'analyses produits par le laboratoire seront conservés pendant au moins cinq ans à compter de la date de leur production.

7.3 TRANSMISSION DES RÉSULTATS AU MELCC

Les résultats et les mesures obtenus des différentes campagnes de suivi au cours d'une année seront accompagnés d'un rapport décrivant la méthodologie d'échantillonnage (points, localisation, instruments, laboratoire) et attestant que les prélèvements ont été réalisés en conformité avec les règles de l'art applicables. Les délais de transmission prescrits à l'article 71 du REIMR seront respectés.

7.4 SUIVI DES EAUX

Ce programme est composé de campagnes d'échantillonnage des eaux souterraines, des eaux de surface en plus des eaux de lixiviation. Ces prélèvements effectués en plusieurs points permettent de s'assurer de l'intégrité des ouvrages d'imperméabilisation, en plus de valider le mode opérationnel des techniques autant au niveau de l'enfouissement que de la gestion des eaux.

En cas de non-respect des valeurs limites prescrites au REIMR, WM en avisera le ministre dans les 15 jours suivant celui où elle est informée de la situation en plus de communiquer au ministre les mesures prises ou qu'elle entend prendre pour remédier à la situation.

7.4.1 EAUX SOUTERRAINES

Sur la base des exigences stipulées au REIMR, le nombre de puits que doit comprendre un système de puits d'observation est fonction de la superficie de terrain qu'occupent les zones de dépôt de matières résiduelles. Si plusieurs unités hydrostratigraphiques sont susceptibles d'être affectées, des puits doivent être installés pour surveiller chaque unité. Finalement, au moins un puits d'observation supplémentaire doit être installé en amont hydraulique du LET, soit un pour chaque unité hydrostratigraphique.

Ainsi, la zone 6 occupant une superficie de 52 ha sur la superficie de l'ensemble des zones 4, 5 et 6 de 127,4 ha, le réseau de suivi de l'eau souterraine dédié à la zone 6 doit être constitué d'un minimum de 20 puits d'observation, lesquels seront maintenus en opération durant la totalité de l'application du programme de surveillance environnementale.

Les puits d'observation seront mis en place graduellement avec la construction des cellules d'enfouissement du LET.

La localisation des puits d'observation pour l'aire d'enfouissement est adaptée en fonction de la direction de l'écoulement des eaux souterraines, comme défini dans l'étude hydrogéologique (Golder Associés, 2007) et selon les changements rapportés dans les rapports annuels des deux dernières années (Golder, 2017 et 2018). Un total de quatre puits d'observation sera aménagé dans la nappe libre de surface se retrouvant dans le dépôt perméable de sable fin sus-jacent à l'argile silteuse, en plus des neuf déjà présents. Également, deux puits seront aménagés dans la nappe semi-captive du roc, en plus des cinq déjà présents. Les puits seront tous situés à l'extérieur du mur étanche. La localisation préliminaire proposée pour les puits d'observation est montrée au plan 16, tandis que le plan 15 présente le détail de construction de ces puits.

Trois fois par année, soit au printemps, à l'été et à l'automne, WM procédera à l'échantillonnage et à l'analyse de chaque puits d'observation. Les tableaux 7-1 et 7-2 indiquent les paramètres devant être analysés au cours d'une année. Conformément au REIMR, deux fois par année, l'analyse des eaux souterraines ne portera que sur les paramètres indicateurs inscrits au tableau 7-1, soit la conductivité électrique, l'alcalinité, les composés phénoliques (indice phénols), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO) et le fer (Fe). Une fois l'an, l'analyse des eaux souterraines portera sur l'ensemble des paramètres présentés aux tableaux 7-1 et 7-2. Lors de ces échantillonnages, le niveau piézométrique des eaux souterraines sera également mesuré.

Après une période de suivi minimal de deux années complètes des nouveaux puits constituant le réseau de suivi de l'eau souterraine, l'analyse des échantillons prélevés pourra exclure les paramètres dont la concentration mesurée dans le lixiviat avant traitement, soit dans les échantillons prélevés dans les stations de pompage dédiées à la zone 6, a toujours été inférieure aux valeurs limites prescrites par le REIMR. Cette réduction du nombre d'analyses vaudra tant et aussi longtemps que les analyses annuelles du lixiviat avant traitement démontreront que cette exigence est satisfaite.

De plus, il est à noter que WM procédera à l'analyse des eaux souterraines prélevées en amont hydraulique de la zone d'enfouissement. L'analyse portera sur l'ensemble des paramètres énumérés aux tableaux 7-1 et 7-2. Dans le cas où les résultats analytiques révéleraient qu'avant même leur migration dans le sol où sont situées les zones de dépôt de matières résiduelles, la qualité des eaux souterraines ne respecte pas ces valeurs limites prescrites et résumées aux tableaux 7-1 et 7-2, ces paramètres seront soumis au Ministère pour être exclus du programme de suivi environnemental. Cette analyse de la qualité de l'eau souterraine en amont hydraulique de la zone d'enfouissement a pour but de garantir que le passage des eaux souterraines sous l'aire d'enfouissement ne sera l'objet d'aucune détérioration du fait de leur migration dans le sol.

Tableau 7-1 Paramètres indicateurs

PARAMÈTRES	EXIGENCES DU REIMR	UNITÉ
Paramètres indicateurs (art. 66)¹	Échantillonnage trois fois l'an	
Conductivité électrique	--	µohms
Alcalinité	--	Mg CaCO ₃ /L
Demande biochimique en oxygène DBO _{5C}	--	mg/L
Demande chimique en oxygène DCO	--	mg/L
Composés phénoliques (Indice phénols)	--	mg/L
Fer	0,3	mg/L

Tableau 7-2 Paramètres de suivi des eaux souterraines

PARAMÈTRES	EXIGENCES DU REIMR	UNITÉ
Paramètres eaux souterraines (art. 57)	Échantillonnage annuel	
Azote ammoniacal (exprimé en N)	1,5	mg/L
Benzène	0,005	mg/L
Bore (B)	5	mg/L
Cadmium (Cd)	0,005	mg/L
Chlorures (exprimé en Cl-)	250	mg/L
Chrome (Cr)	0,05	mg/L
Coliformes fécaux	0	ufc/100 ml
Cyanures totaux (exprimé en CN-)	0,2	mg/L
Éthylbenzène	0,0024	mg/L
Manganèse (Mn)	0,05	mg/L

Tableau 7-2 (suite) Paramètres de suivi des eaux souterraines

PARAMÈTRES	EXIGENCES DU REIMR	UNITÉ
Mercure (Hg)	0,001	mg/L
Nickel (Ni)	0,02	mg/L
Nitrates + Nitrites (exprimé en N)	10	mg/L
Plomb (Pb)	0,01	mg/L
Sodium (Na)	200	mg/L
Sulfates totaux (SO_4^{2-})	500	mg/L
Sulfures totaux (exprimé en S^{2-})	0,05	mg/L
Toluène	0,024	mg/L
Xylène (o,m,p)	0,3	mg/L
Zinc (Zn)	5	mg/L

7.4.2 EAUX DE SURFACE ET DE LIXIVIATION

7.4.2.1 MESURES DE SURVEILLANCE DES EAUX REJETÉES

Annuellement, WM procédera au prélèvement d'un échantillon des eaux qui provient de chacun des systèmes de captage desservant la zone 6, ainsi que des eaux qui font résurgence, s'il y a lieu, à l'intérieur du périmètre de contrôle des eaux souterraines. Tous ces échantillons seront soumis pour l'analyse des paramètres mentionnés aux tableaux 7-1, 7-2 et 7-3.

7.4.2.2 EAUX DE SURFACE

Dans le cas des eaux de surface, ce programme d'échantillonnage permettra de vérifier la qualité de celles qui sortent à l'extérieur de la zone tampon. WM procède actuellement au suivi des eaux de surface dans le cadre de divers programmes appliqués au site de Sainte-Sophie.

Les mêmes points de suivi seront donc conservés, soit les points identifiés SS-G (amont), ES-2, ES-3 et SS-6. De plus, un nouveau point de suivi sera ajouté avec la zone 6, soit le point ES-7, qui sera situé au sud-ouest à la limite de la zone tampon. Ces cinq points sont identifiés sur le plan 16. Toutefois, le point identifié ES-3, servant actuellement au contrôle de la qualité des eaux de surface en amont de la zone d'enfouissement, devra éventuellement être déplacé légèrement au nord de sa localisation actuelle, à l'intérieur de la zone tampon.

Ainsi, au printemps, à l'été et à l'automne, un échantillon des eaux provenant du réseau de fossés dont est pourvue la zone 6 sera prélevé pour mesurer chacun des paramètres mentionnés au tableau 7-3, et ce, avant leur rejet dans l'environnement.

Tableau 7-3 Valeurs limites

PARAMÈTRES	VALEURS LIMITES ⁽¹⁾		
EXIGENCES DE REJET (ART. 53) ¹	RÉSULTAT JOURNALIER	MOYENNE MENSUELLE	UNITÉ
Azote ammoniacal (exprimé en N)	25	10	mg/L
Coliformes fécaux	---	1000	ufc/100 ml
Composés phénoliques	0,085	0,030	mg/L
Demande biochimique en oxygène DBO_5	150	65	mg/L
Matières en suspension (MES)	90	35	mg/L
Zinc (Zn)	0,17	0,07	mg/L
pH	6,0 < pH < 9,5		

(1) : Ces valeurs limites moyennes mensuelles ne s'appliquent qu'aux eaux ou lixiviats rejetés après traitement. Elles sont établies sur la base d'une moyenne arithmétique, exception faite de celles relatives aux coliformes fécaux qui s'établissent sur la base d'une moyenne géométrique.

Toutefois, les valeurs limites prescrites au REIMR et énumérées au tableau 7-3 ne seront pas applicables aux eaux superficielles captées à l'intérieur des limites de la zone tampon ceinturant le LET si l'analyse de ces eaux révèle qu'avant même d'y pénétrer, ces eaux ne respectent pas ces valeurs.

Tout comme pour le suivi de la qualité des eaux souterraines, WM s'assurera que la qualité des eaux superficielles ne fera l'objet d'aucune détérioration lorsqu'elles parviendront à la limite extérieure de la zone tampon, et ce, pour l'ensemble des paramètres ou substances mentionnés au tableau 7-3.

7.4.2.3 EAUX PLUVIALES

Les eaux de pluie provenant des cellules construites, mais dont l'exploitation n'a pas débuté, seront évacuées via une conduite pluviale installée en parallèle à la conduite collectrice des eaux de lixiviation. Ces eaux de précipitations non contaminées seront dirigées par l'entremise du réseau de fossés ceinturant l'aire d'enfouissement vers le réseau hydrique naturel.

À l'intérieur et autour de l'aire d'enfouissement, les eaux de ruissellement seront interceptées par un réseau de fossés aménagé sur la périphérie du LET. Plus spécifiquement, ces eaux proviennent soit du couvert imperméable aménagé sur les cellules d'enfouissement ayant atteint le profil final, soit des différents chemins d'accès.

Les mesures de surveillance sont identiques à celles des eaux de surface énumérées précédemment.

7.4.2.4 EAUX TRAITÉES PAR LA FILIÈRE DE TRAITEMENT

La qualité des eaux issues de la filière de traitement devra respecter les valeurs limites prescrites au REIMR et au CA du système de traitement, qui spécifient les exigences de rejet pour les eaux traitées rejetées au milieu récepteur.

Durant la période d'opération de la filière de traitement du lixiviat, WM procédera à l'échantillonnage des eaux de lixiviation traitées de façon hebdomadaire. Ces analyses hebdomadaires porteront alors sur les sept paramètres de l'article 53 du REIMR et énumérés au tableau 7-3.

Pour les objectifs environnementaux de rejet (OER) (voir section 7.5.2), WM procédera trimestriellement (une fois/saison) à l'échantillonnage et à l'analyse des paramètres spécifiés par le Ministère dans la révision des OER de 2018 pour un débit d'effluent maximal de 1 500 m³/j défini par le MELCC. Pour ce faire, un échantillon d'eau à la sortie du système de traitement sera analysé pour tous les paramètres des OER. Pour ces analyses, les méthodes analytiques retenues auront des limites de détection permettant de vérifier le respect desdits OER.

La zone 6 du LET de Sainte-Sophie est desservie par trois stations de pompage qui permettent une mesure en continu avec enregistrement des débits du lixiviat captés par les niveaux primaires et secondaires du système de collecte et d'évacuation du lixiviat. La station de pompage à l'effluent de l'usine de traitement du lixiviat permet également une mesure continue du débit d'eau traitée rejeté au milieu récepteur.

7.4.3 VALEURS LIMITES ET OBJECTIFS DE REJET

Le concept d'aménagement du système de captage des eaux de lixiviation et des eaux superficielles permettra à WM de contrôler la qualité des eaux recueillies sur l'ensemble de la zone 6 de son site d'enfouissement de Sainte-Sophie. Ainsi, WM pourra s'assurer que les eaux rejetées dans l'environnement respectent les valeurs limites prescrites à l'article 53 du REIMR, présentées au tableau 7-3.

La nouvelle filière de traitement permet un traitement en continu contrairement à l'ancien réacteur biologique séquentiel, le débit rejeté à l'effluent sera par conséquent uniforme sur 24 heures.

De façon complémentaire, la filière de traitement sera opérée de manière à ce que la qualité des eaux de lixiviation rejetées à l'environnement s'approche le plus possible des OER révisés en 2018 par le MDDELCC. Ces OER ont été définis en fonction du débit maximal d'eau traitée rejetée, du débit d'étiage de la rivière Jourdain et des *Critères de qualité des eaux de surfaces au Québec (MENV, 2001)*. L'ensemble des données compilées par le Ministère au cours de la dernière décennie et depuis la mise en application du REIMR ont permis de produire une liste des contaminants potentiels plus représentative des lixiviats générés par les LET au Québec. Les OER en vigueur sont disponibles à l'annexe L.

7.4.4 SOMMAIRE DES PROGRAMMES DE SUIVI DES EAUX

Le tableau 7-4 présente le sommaire du programme de suivi des eaux adapté à la zone d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie en fonction des exigences du REIMR.

Tableau 7-4 Sommaire des programmes de suivi environnemental de la qualité des eaux

Milieu	Points de contrôle	Fréquence	Paramètres
Eaux souterraines Nappe libre Nappe semi-captive	Nappe libre : 13 PO Nappe semi-captive 7 PO	3 fois/année pour les 2 premières années d'opération pour les nouveaux puits, par la suite 1 fois/année Été	Tableau 7.1 (art. 66) Tableau 7.2 (art. 57)
		2 fois/année (printemps/automne) après 2 ans d'opération	Tableau 7.1 (art. 66)
Systèmes de captage			
Eaux de surface (drainage)	4 points aval et 1 point amont	Annuellement Été	Tableau 7.1 (art. 66) Tableau 7.2 (art. 57) Tableau 7.3 ⁽¹⁾ (art. 53)
Résurgence	Au besoin		
Eaux de lixiviation brutes	SP4-1, SP4-2, SP4-3, SP5-1, SP5-2, SP5-3, SP6-1		
Systèmes de captage			
Eaux de surface (drainage)	4 points aval et 1 point amont	2 fois/année printemps/automne	Tableau 7.3 ⁽¹⁾ (art.53)
Résurgence	Au besoin		
Eaux traitées	Effluent de la filière de traitement	Hebdomadaire	Tableau 7.3 ⁽¹⁾ (art. 53)
		Annuellement Été	OER

(1) : Ces valeurs limites ne sont pas applicables aux eaux de drainage lorsque les analyses de la qualité de ces eaux, effectuées à l'amont hydraulique du lieu d'enfouissement, révèlent qu'avant même leur passage dans ce lieu, ces eaux ne respectent pas lesdites valeurs. Dans ce cas, la qualité de ces eaux ne doit pas, pour les paramètres concernés, faire l'objet d'une détérioration supplémentaire du fait de leur passage dans le lieu

7.5 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR (BIOGAZ)

7.5.1 SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Le programme est composé de campagnes d'échantillonnage en plusieurs points afin de s'assurer que le niveau d'émission de biogaz à l'atmosphère et dans le sol est minimal et répond aux normes, et que le réseau de captage du biogaz est opéré de façon optimale et sécuritaire. Le programme proposé comprend les activités suivantes:

- échantillonnage dans le sol;
- échantillonnage à l'intérieur des bâtiments situés sur le site;
- échantillonnage à la surface des cellules d'enfouissement;
- échantillonnage aux têtes de puits d'extraction du biogaz;
- suivi des données d'opération à la station de pompage et de traitement du biogaz.

Pour chaque activité, le type d'appareil, la fréquence d'échantillonnage, les paramètres à mesurer et les points d'échantillonnage sont définis dans les sections suivantes. De plus, conformément aux exigences du règlement, la date, l'heure, la température et la pression barométrique sont notées lors de chaque campagne d'échantillonnage.

7.5.2 NOMBRE DE PUIITS D'OBSERVATION ET LOCALISATION

Pour la surveillance de la migration du biogaz, le nombre et la localisation sur le terrain des points de contrôle sont déterminés en fonction des conditions géologiques et hydrogéologiques ainsi que des aménagements prévus. Le REIMR stipule que les mesures dans le sol doivent être effectuées à au moins quatre points de contrôle répartis uniformément autour des zones de dépôt des matières résiduelles. Dans le cas où la dimension des zones de dépôt excède 8 ha, un point de contrôle doit être ajouté par tranche supplémentaire de terrain de 8 ha ou, dans le cas d'une tranche résiduelle, de moins de 8 ha.

Ainsi, la surveillance de la migration du biogaz de la zone d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie nécessitera un réseau constitué de 19 puits de surveillance du biogaz aménagés sur le périmètre de l'aire d'enfouissement du LET. La localisation préliminaire des puits de surveillance du biogaz est montrée au plan 16.

7.5.3 MESURES DE SURVEILLANCE

L'analyse de la concentration en gaz explosifs sera réalisée aux endroits suivants, quatre fois par année (printemps, été, automne, hiver) :

- dans les bâtiments destinés au personnel et au remisage de la machinerie;
- dans le sol aux limites du LET par le biais des puits de biogaz installés à cet effet.

Pour ce qui est du système actif de collecte et de destruction thermique des biogaz, la mesure et l'enregistrement de la température d'incinération seront effectués en continu avec enregistrement des valeurs. Annuellement, l'efficacité de destruction des composés organiques volatils autres que le méthane devra faire l'objet d'une vérification par des professionnels qualifiés.

Pendant la période de fonctionnement du système de captage des biogaz, WM devra, en outre, faire mesurer les paramètres suivants :

- au moins tous les trois mois :
 - la concentration de méthane générée par les matières résiduelles;
 - la concentration d'azote ou d'oxygène et la température dans chacun des drains et des puits de captage.
- au moins trois fois par année :
 - la concentration de méthane à la surface des zones de dépôt.
- au moins une fois par année :
 - l'efficacité de destruction des composés organiques autres que le méthane.

Pour toutes les mesures de biogaz effectuées lors du programme de surveillance, les éléments suivants seront notés :

- les concentrations de méthane (CH_4 , CO_2 et O_2);
- la date;
- l'heure;
- la température et la pression barométrique;
- la localisation;
- toutes informations pertinentes provenant notamment de témoignage, de constatations olfactives et visuelles et autres.

7.6 PLAN D'INTERVENTION

7.6.1 GÉNÉRALITÉS

Le programme de surveillance et de suivi environnemental permettra de vérifier l'efficacité de l'ensemble des ouvrages destinés au contrôle et à la gestion des lixiviats et biogaz générés par les activités d'enfouissement. Advenant le mauvais fonctionnement de l'un ou de plusieurs de ces ouvrages pouvant entraîner la contamination du milieu naturel en périphérie de l'aire d'enfouissement, le programme de surveillance permettra de détecter ce problème et de rendre possible une intervention environnementale rapide.

De façon générale, les interventions seront réalisées en quatre étapes, soit :

- la définition préliminaire de la zone affectée;
- la délimitation précise de la zone affectée et de la problématique;
- l'exécution des travaux préliminaires destinés à contrôler le problème (pièges hydrauliques, puits de pompage, tranchées de captage ou autres);
- la réalisation d'études complémentaires destinées à solutionner définitivement le problème.

Cette section présente les interventions environnementales envisageables dans le cas d'une contamination éventuelle des eaux souterraines, de même que pour une migration des biogaz dans le sol hors du site.

7.6.2 CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

À la suite de la détection de la présence d'un contaminant au-delà des valeurs limites établies dans un puits d'observation des eaux souterraines, une évaluation de la zone affectée sera réalisée, et ce, en considérant l'hydrogéologie locale dont le sens d'écoulement des eaux souterraines.

Le MELCC sera informé dans les 15 jours de la situation et des actions prises pour corriger le problème. Les actions pourront comprendre des échantillonnages supplémentaires et des travaux de forages qui permettront d'installer des puits d'observation complémentaires de façon à confirmer la contamination et son étendue.

Selon les besoins, des ouvrages temporaires de contrôle pourront être mis en place. Selon l'étendue de la zone affectée, plusieurs interventions préliminaires sont envisageables afin d'arrêter la progression de la contamination. De façon générale, des pièges hydrauliques (p. ex. des puits de pompage ou des tranchées de drainage creusées dans les dépôts meubles) représentent les principales solutions envisagées. Les puits de pompage créeront un cône de dépression qui attirera les eaux contaminées, alors que les tranchées de captage agiront comme une barrière physique. Les eaux ainsi récupérées seront alors traitées de façon appropriée à la nature de la contamination.

Les mesures de contrôle de la contamination étant en place, il s'agira par la suite de déterminer la source de cette contamination et de procéder aux travaux correctifs qui s'imposent, lorsque possible. Sans s'y limiter, les travaux suivants pourront être effectués :

- inspection visuelle du site pour identifier la source potentielle de contamination;
- inspection du fonctionnement du réseau de captage du lixiviat et nettoyage des drains obstrués;
- inspection et réparation des conduites de refoulement.

7.6.3 MIGRATION DU BIOGAZ

La surveillance de la migration des biogaz est l'une des facettes importantes du programme de suivi environnemental proposé. La migration des biogaz peut entraîner des désagréments (odeurs) et également s'avérer problématique selon les concentrations de méthane contenues dans le gaz (limites explosives). Il s'avère donc important de surveiller ce phénomène et d'entreprendre des interventions dès que des situations problématiques se produisent.

La première intervention qui serait réalisée dans le cas d'une migration du biogaz est d'évaluer la zone touchée par le phénomène en réalisant des mesures de concentration supplémentaires, que ce soit en surface, dans les bâtiments et infrastructures ainsi que dans les dépôts meubles. Si des concentrations en méthane étaient détectées dans l'un ou l'autre des bâtiments, ceux-ci seraient évacués jusqu'à ce que la source soit identifiée et que la situation soit corrigée. Dans ce dernier cas, des travaux de forage et la mise en place de puits de surveillance additionnels pourraient s'avérer requis.

Les interventions suivantes pourraient également être entreprises afin de remédier à ce problème :

- vérification et amélioration du fonctionnement du système de captage et de traitement des biogaz;
- aménagement de tranchées périphériques de captage du biogaz (aménagée le long des limites d'exploitation);
- aménagement d'une série de puits passifs le long des limites de l'aire d'exploitation ou en périphérie.

De façon générale, pour limiter la migration de biogaz, il est toujours plus efficace de travailler directement sur la source. Selon la nature et l'envergure du problème identifié, les interventions proposées pourraient s'avérer des solutions permanentes si elles ont la capacité de contrôler de façon adéquate la migration du biogaz.

7.7 INSPECTION DU SITE

Quotidiennement, les employés affectés à l'entretien du site de Sainte-Sophie ont la responsabilité de voir à ce que les normes de l'entreprise soient respectées en effectuant des vérifications. L'utilisation d'une liste d'éléments à surveiller permet de procéder aux vérifications de façon rapide et efficace.

Ainsi, les éléments suivants font l'objet d'une attention particulière dont :

- l'accessibilité du site;
- la visibilité et l'efficacité des panneaux de signalisation;
- l'efficacité des clôtures pare-papier;
- la propreté générale du site;
- le recouvrement des matières résiduelles;
- l'efficacité et le bon entretien des équipements;
- la prise en compte des conditions météorologiques dans le déroulement des opérations;
- la prise en compte des avis et directives gouvernementales;
- la qualité de la végétation et l'effet potentiel du biogaz;
- la présence de résurgences de lixiviat;
- la présence d'odeurs et de poussières au-delà des limites de la propriété;
- le pillage sur le front des matières résiduelles;
- la présence de dépressions inondées;
- le contrôle de la largeur du front des matières résiduelles;
- le dégagement de la voie de déchargement;
- la fluidité de la circulation sur le site;
- la disponibilité de matériel de recouvrement;
- l'absence d'érosion;
- l'efficacité du système de drainage des eaux de surface.

7.8 RAPPORT ANNUEL

WM continuera de transmettre au ministre du MELCC, pour chaque année et au plus tard le 31 mars de l'année suivante, un rapport démontrant le respect de toutes les conditions liées à l'exploitation de son LET de Sainte-Sophie.

Réalisé en conformité avec les lignes directrices du Ministère, ce rapport contient, notamment :

- une compilation des données recueillies dans le registre annuel d'exploitation relativement à la nature et à la quantité de matières résiduelles enfouies ou utilisées comme matériaux de recouvrement;

- un plan et les données faisant état de la progression, sur le lieu, des opérations d'enfouissement de matières résiduelles, notamment les zones comblées, celles en exploitation et la capacité de dépôt encore disponible;
- un sommaire des données recueillies à la suite des campagnes d'échantillonnage et d'analyses, de mesures ou de travaux effectués en application du programme de surveillance environnementale;
- les résultats des vérifications ou mesures faites en application des exigences relatives au suivi des eaux et des biogaz;
- un écrit par lequel l'exploitant atteste que les mesures et les prélèvements d'échantillons prescrits ont été faits en conformité avec, selon le cas, les règles de l'art et les exigences de cette autorisation;
- tout renseignement ou document permettant de connaître les endroits où ces mesures ou prélèvements ont été faits, notamment le nombre et la localisation des points de contrôle, les méthodes et appareils utilisés ainsi que le nom des laboratoires ou personnes qui les ont effectués;
- un sommaire des travaux réalisés en application de la présente autorisation.

Ce rapport sera accompagné, le cas échéant, des autres renseignements que le MELCC peut exiger en vertu des dispositions de l'article 68.1 de la LQE.

8 GESTION POSTFERMETURE

8.1 PROGRAMME DE POSTFERMETURE

Les obligations prescrites aux articles 83 à 85 du REIMR continueront d'être applicables, avec les adaptations nécessaires, au LET de Sainte-Sophie lorsque celui-ci sera définitivement fermé, et ce, aussi longtemps que celui-ci sera susceptible de constituer une source de contamination. Ce programme vise à maintenir le LET sécuritaire, tant au point de vue environnemental que de la santé publique.

Ainsi, à partir de sa fermeture, WM sera chargée, notamment :

- 1 du maintien de l'intégrité du recouvrement final des matières résiduelles enfouies;
- 2 du contrôle et de l'entretien des systèmes de captage et de traitement des eaux de lixiviation ou des eaux, du système de captage et d'évacuation ou d'élimination des biogaz ainsi que des systèmes de puits d'observation des eaux souterraines;
- 3 de l'exécution des campagnes d'échantillonnage, d'analyse et de mesure des eaux de lixiviation, des eaux et des biogaz;
- 4 de la vérification de l'étanchéité des conduites des systèmes de captage des eaux de lixiviation situées à l'extérieur des zones de dépôt du lieu, ainsi que de toute composante du système de traitement des eaux de lixiviation ou des eaux.

Toutefois, WM pourra demander au ministre d'être libérée de toute obligation de suivi environnemental ou d'entretien prescrite par le REIMR lorsque, pendant une période de suivi d'au moins cinq ans après la fermeture définitive du lieu, les conditions suivantes seront respectées :

- 1 aucun des paramètres ou substances analysés dans les échantillons de lixiviat ou d'eau prélevés avant traitement n'a excédé les valeurs limites fixées par l'article 53 du REIMR (tableau 7-2);
- 2 aucun des paramètres ou substances analysés dans les échantillons d'eaux souterraines n'a contrevenu aux dispositions des articles 57 à 59 du REIMR (tableaux 7-2 et 7-3);
- 3 la concentration du méthane a été mesurée dans les composantes du système de captage des biogaz, à une fréquence d'au moins quatre fois par année et à des intervalles répartis uniformément dans l'année, et toutes les mesures ont indiqué une concentration de méthane inférieure à 1,25 % par volume.

Pour ce faire, WM fera préparer par des tiers experts, et transmettra au ministre, une évaluation de l'état du lieu et, le cas échéant, de ses impacts sur l'environnement.

Le ministre pourra relever WM des obligations de suivi et d'entretien qui lui sont imposées lorsque l'évaluation démontrera à sa satisfaction que le lieu demeure en tout point conforme aux normes applicables et qu'il n'est plus susceptible de constituer une source de contamination.

8.2 ESTIMATION DES COÛTS POSTFERMETURE

Si on se fie à l'historique d'autorisation du LET de Sainte-Sophie, à la présente étape de l'étude technique du projet d'agrandissement avec la zone 6 proposée, l'estimation des coûts de gestion postfermeture se veut approximative puisque les paramètres devront être inévitablement revus lors de la préparation d'une éventuelle demande d'autorisation en fonction du projet autorisé par le ministère.

L'annexe M présente une première évaluation des coûts de gestion postfermeture pour l'ensemble du LET et incluant la zone 6. Cette analyse est basée sur la récente autorisation obtenue à la fin 2016 pour l'exploitation de la zone 5B, adaptée pour 2018 en fonction du projet d'agrandissement proposé et incluant une mise à jour des coûts de gestion postfermeture.

Il est important de noter que la zone 6 n'amène pas un accroissement significatif des coûts de gestion postfermeture par rapport à la situation actuelle de la zone 5B. L'évaluation des coûts postfermeture montre que le coût serait de 1 111 740 \$ (2018) avec la zone 6, comparativement à un coût estimé à 859 223 \$ (2016) dans le cadre de la zone 5B.

Tableau 8-1 Synthèse des coûts postfermeture avec la zone 6 (incluant les taxes)

DESCRIPTION	2018
Inspection et entretien généraux des lieux	100 000 \$
Programme de suivi environnemental	134 725 \$
Gestion des eaux de lixiviation	611 875 \$
Gestion du biogaz	189 700 \$
Gestion du LET	22 500 \$
Sous-total	1 058 800 \$
Imprévus ≈ 5 %	52 940 \$
Coût annuel global 2018	1 111 740 \$

En effet, les éléments suivants doivent être considérés sur l'impact de la zone 6 sur les coûts de gestion postfermeture :

- la zone 6 n'entraîne pas l'ajout de station de pompage, la station SP6-1 remplaçant la station SP4-3;
- avec l'utilisation d'une géomembrane dans le recouvrement final, la production de lixiviat en période postfermeture de la zone 6 est faible par rapport aux anciennes zones du LET;
- la durée de vie pour la zone 6 est de près de 19 années, contrairement à la courte période de 5 années d'exploitation allouées pour la zone 5B.

L'évaluation de la contribution requise a été faite en fonction des paramètres financiers recommandés pour 2018 par le Ministère pour les fiducies d'utilité sociale, à l'exception du taux de rendement qui a été fixé à 3,0 % tant au niveau de la période d'exploitation que celle de postfermeture, soit la valeur recommandée par le fiduciaire de WM (Desjardins gestion du patrimoine moins la marge défavorable de 0,5 % demandée par le MELCC. Les frais de gestion de la fiducie ont également été considérés en considérant les deux fiducies de WM au Québec pour les LET de Sainte-Sophie et St-Nicéphore, qui lui permet d'obtenir un rabais pour l'administration des fonds. Les paramètres financiers utilisés sont résumés de la façon suivante :

- Coûts des mesures de postfermeture (\$ 2018) : 1 111 740 \$/an
- Taux de rendement :
 - Exploitation : 3,0 %
 - Postfermeture : 3,0 %
- Frais de gestion de la fiducie : variable et adapté en fonction des formules du fiduciaire
- Taux d'inflation : 2,0 %
- Taux d'imposition pour les lieux privés :
 - Fédéral : 15,0 %
 - Provincial : 11,9 %

- Taxes :
 - TPS : 5 %
 - TVQ : 9,975 %
- Période d'exploitation : 18,6 années
- Tonnage annuel de matières résiduelles : 1 000 000 t/an
- Valeur de la fiducie au 31 juillet 2018 : 19 758 422 \$

La période d'exploitation de la zone 6 est par conséquent de plus de trois fois supérieure à celle de la zone 5B. Dans cette situation, l'analyse montre que le montant accumulé au terme de l'exploitation de la zone 5B, avec le maintien de la contribution actuelle de 1,52 \$/t, permettra de réduire la contribution postfermeture à 0,58 \$/t lors de l'exploitation de la zone 6 pour assurer la gestion postfermeture de l'ensemble du site de WM à Sainte-Sophie sur une période minimale de 30 années.

Cette évaluation sera mise à jour au cours de la demande d'autorisation, et par la suite à une fréquence déterminée par le Ministère, tous les trois à cinq ans habituellement, afin d'apporter si requis les ajustements à la contribution à la tonne en fonction des coûts réels d'exploitation et du rendement obtenu par les fonds.

À cette fin, WM fera préparer, par des professionnels qualifiés et indépendants, un rapport contenant une réévaluation des coûts afférents à la gestion postfermeture du LET, un état de l'évolution du patrimoine fiduciaire ainsi qu'un avis sur la contribution unitaire requise pour couvrir les obligations financières liées à la gestion postfermeture du lieu d'enfouissement technique. Ce rapport sera transmis au fiduciaire et au MELCC.

De plus, dans les 105 jours qui suivent la fin de chaque année d'exploitation, WM transmettra au MELCC un rapport préparé par le fiduciaire portant sur la gestion du patrimoine fiduciaire. Ce rapport contiendra :

- un état des sommes versées au patrimoine fiduciaire au cours de l'année, notamment les contributions et les revenus de placement;
- une déclaration du fiduciaire attestant, le cas échéant, que les contributions effectivement versées au cours de l'année correspondent à celles qui doivent être versées aux termes des obligations en vigueur, eu égard au tonnage de matières résiduelles enfouies, excluant le recouvrement journalier au cours de l'année terminée. Dans le cas contraire, le fiduciaire mentionne l'écart qui, à son avis, existe entre les contributions versées et celles qui seraient dues;
- un état des dépenses effectuées au cours de cette période;
- un état du solde du patrimoine fiduciaire.

Tableau 8-2 Évaluation de la contribution postfermeture requise pour le projet d'agrandissement de la zone 6

Paramètres financiers		
Coût annuel gestion pfermeture (CGPF \$2018)		1 111 740 \$
Taux d'inflation		2,00%
Durée de vie résiduelle (an)		22,3
Taux rendement-exploit.		3,00%
Taux rend.postfermeture		3,00%
Taux d'impôt		26,90%
Activité annuelle (Tonnage)		Variable
Contribution unitaire \$/T 2018-2022		1,52 \$
Contribution unitaire \$/T 2023-2041		0,577 \$

FICHIER DE CAPITALISATION- PÉRIODE D'EXPLOITATION

Année	PMT au fond	Tonnage annuel	Intérêts	Impôts	Contrib. forfaitaire	Tx. Fiducie	Fr.fiduciaires	Solde fin	Date	CGPF
2018-07-31	1 033 486 \$	679 925	341 739 \$	82 384 \$	0 \$	0,31%	35 480 \$	19 758 442 \$	2018	648 515 \$
2018-12-31	475 874 \$	313 075	246 981 \$	59 610 \$	0 \$	0,31%	25 383 \$	20 396 304 \$	2018	463 225 \$
2019	1 503 280 \$	989 000	611 889 \$	147 682 \$	0 \$	0,31%	62 885 \$	22 300 906 \$	2019	1 133 975 \$
2020	1 497 200 \$	985 000	669 027 \$	161 799 \$	0 \$	0,30%	67 545 \$	24 237 790 \$	2020	1 156 654 \$
2021	1 491 120 \$	981 000	727 134 \$	176 144 \$	0 \$	0,30%	72 323 \$	26 207 576 \$	2021	1 179 787 \$
2022	1 485 040 \$	977 000	786 227 \$	190 739 \$	0 \$	0,29%	77 162 \$	28 210 943 \$	2022	1 203 383 \$
2023	576 636 \$	1 000 000	846 328 \$	205 587 \$	0 \$	0,29%	82 066 \$	29 346 255 \$	2023	1 227 451 \$
2024	576 636 \$	1 000 000	880 388 \$	213 941 \$	0 \$	0,29%	85 068 \$	30 504 270 \$	2024	1 252 000 \$
2025	576 636 \$	1 000 000	915 128 \$	222 466 \$	0 \$	0,29%	88 116 \$	31 685 451 \$	2025	1 277 040 \$
2026	576 636 \$	1 000 000	950 564 \$	231 165 \$	0 \$	0,29%	91 213 \$	32 890 272 \$	2026	1 302 581 \$
2027	576 636 \$	1 000 000	986 708 \$	240 042 \$	0 \$	0,29%	94 360 \$	34 119 214 \$	2027	1 328 632 \$
2028	576 636 \$	1 000 000	1 023 576 \$	249 099 \$	0 \$	0,29%	97 557 \$	35 372 770 \$	2028	1 355 205 \$
2029	576 636 \$	1 000 000	1 061 183 \$	258 342 \$	0 \$	0,28%	100 806 \$	36 651 442 \$	2029	1 382 309 \$
2030	576 636 \$	1 000 000	1 099 543 \$	267 772 \$	0 \$	0,28%	104 108 \$	37 955 740 \$	2030	1 409 955 \$
2031	576 636 \$	1 000 000	1 138 672 \$	277 395 \$	0 \$	0,28%	107 465 \$	39 286 189 \$	2031	1 438 154 \$
2032	576 636 \$	1 000 000	1 178 586 \$	287 214 \$	0 \$	0,28%	110 877 \$	40 643 319 \$	2032	1 466 917 \$
2033	576 636 \$	1 000 000	1 219 300 \$	297 253 \$	0 \$	0,28%	114 272 \$	42 027 730 \$	2033	1 496 256 \$
2034	576 636 \$	1 000 000	1 260 832 \$	307 499 \$	0 \$	0,28%	117 713 \$	43 439 986 \$	2034	1 526 181 \$
2035	576 636 \$	1 000 000	1 303 200 \$	317 955 \$	0 \$	0,28%	121 211 \$	44 880 655 \$	2035	1 556 704 \$
2036	576 636 \$	1 000 000	1 346 420 \$	328 625 \$	0 \$	0,28%	124 766 \$	46 350 319 \$	2036	1 587 838 \$
2037	576 636 \$	1 000 000	1 390 510 \$	339 513 \$	0 \$	0,28%	128 380 \$	47 849 572 \$	2037	1 619 595 \$
2038	576 636 \$	1 000 000	1 435 487 \$	350 623 \$	0 \$	0,28%	132 054 \$	49 379 017 \$	2038	1 651 987 \$
2039	576 636 \$	1 000 000	1 481 370 \$	361 961 \$	0 \$	0,27%	135 791 \$	50 939 271 \$	2039	1 685 027 \$
2040	576 636 \$	1 000 000	1 528 178 \$	373 530 \$	0 \$	0,27%	139 590 \$	52 530 964 \$	2040	1 718 727 \$
2041	345 981 \$	600 000	1 575 929 \$	385 336 \$	0 \$	0,27%	143 455 \$	53 924 084 \$	2041	1 753 102 \$
	18 211 423 \$	22 845 075	26 004 898 \$	6 333 673 \$	0 \$		146 324 \$			1 788 164 \$

FICHIER DE DÉCAISSEMENT- PÉRIODE POSTFERMETURE

Année	Solde début	Intérêts	Impôts	Contrib. forfaitaire	CGPF indexés	Tx. Fiducie	Fr.fiduciaires indexés	Retraits totaux	Solde fin
1	53 924 084 \$	1 623 207 \$	397 170 \$	0 \$	1 788 164	0,27%	146 740 \$	1 934 904	53 215 218 \$
2	53 215 218 \$	1 537 384 \$	374 508 \$	0 \$	1 823 927	0,27%	145 160 \$	1 969 088	52 409 006 \$
3	52 409 006 \$	1 512 158 \$	368 211 \$	0 \$	1 860 406	0,27%	143 343 \$	2 003 749	51 549 203 \$
4	51 549 203 \$	1 485 305 \$	361 508 \$	0 \$	1 897 614	0,27%	141 409 \$	2 039 023	50 633 978 \$
5	50 633 978 \$	1 456 772 \$	354 385 \$	0 \$	1 935 566	0,28%	139 354 \$	2 074 921	49 661 443 \$
6	49 661 443 \$	1 426 500 \$	346 828 \$	0 \$	1 974 278	0,28%	137 176 \$	2 111 454	48 629 661 \$
7	48 629 661 \$	1 394 431 \$	338 821 \$	0 \$	2 013 763	0,28%	134 872 \$	2 148 635	47 536 635 \$
8	47 536 635 \$	1 360 505 \$	330 350 \$	0 \$	2 054 038	0,28%	132 439 \$	2 186 477	46 380 313 \$
9	46 380 313 \$	1 324 659 \$	321 396 \$	0 \$	2 095 119	0,28%	129 879 \$	2 224 998	45 158 579 \$
10	45 158 579 \$	1 286 836 \$	311 987 \$	0 \$	2 137 022	0,28%	127 034 \$	2 264 056	43 869 372 \$
11	43 869 372 \$	1 246 969 \$	302 082 \$	0 \$	2 179 762	0,28%	123 988 \$	2 303 750	42 510 509 \$
12	42 510 509 \$	1 204 993 \$	291 673 \$	0 \$	2 223 357	0,28%	120 707 \$	2 344 064	41 079 765 \$
13	41 079 765 \$	1 160 841 \$	280 724 \$	0 \$	2 267 824	0,29%	117 256 \$	2 385 080	39 574 801 \$
14	39 574 801 \$	1 114 440 \$	269 217 \$	0 \$	2 313 181	0,29%	113 632 \$	2 426 812	37 993 211 \$
15	37 993 211 \$	1 065 718 \$	257 134 \$	0 \$	2 359 444	0,29%	109 829 \$	2 469 273	36 332 521 \$
16	36 332 521 \$	1 014 601 \$	244 456 \$	0 \$	2 406 633	0,29%	105 844 \$	2 512 477	34 590 190 \$
17	34 590 190 \$	961 013 \$	231 163 \$	0 \$	2 454 766	0,29%	101 672 \$	2 556 438	32 763 602 \$
18	32 763 602 \$	904 873 \$	217 234 \$	0 \$	2 503 861	0,30%	97 310 \$	2 601 171	30 850 069 \$
19	30 850 069 \$	846 101 \$	202 650 \$	0 \$	2 553 939	0,30%	92 756 \$	2 646 694	28 846 826 \$
20	28 846 826 \$	784 614 \$	187 387 \$	0 \$	2 605 017	0,31%	88 008 \$	2 693 025	26 751 027 \$
21	26 751 027 \$	720 325 \$	171 422 \$	0 \$	2 657 118	0,31%	83 068 \$	2 740 186	24 559 745 \$
22	24 559 745 \$	653 146 \$	154 730 \$	0 \$	2 710 260	0,32%	77 941 \$	2 788 201	22 269 960 \$
23	22 269 960 \$	582 987 \$	137 294 \$	0 \$	2 764 465	0,33%	72 601 \$	2 837 066	19 878 587 \$
24	19 878 587 \$	509 753 \$	119 082 \$	0 \$	2 819 755	0,34%	67 070 \$	2 886 825	17 382 434 \$
25	17 382 434 \$	433 346 \$	100 045 \$	0 \$	2 876 150	0,35%	61 430 \$	2 937 580	14 778 154 \$
26	14 778 154 \$	353 661 \$	80 129 \$	0 \$	2 933 673	0,38%	55 783 \$	2 989 456	12 062 230 \$
27	12 062 230 \$	270 595 \$	59 322 \$	0 \$	2 992 346	0,42%	50 066 \$	3 042 412	9 231 091 \$
28	9 231 091 \$	184 022 \$	37 447 \$	0 \$	3 052 193	0,49%	44 816 \$	3 097 009	6 280 658 \$
29	6 280 658 \$	93 882 \$	15 023 \$	0 \$	3 113 237	0,61%	38 035 \$	3 151 272	3 208 245 \$
30	3 208 245 \$	0 \$	0 \$	0 \$	3 175 502	1,02%	32 743 \$	3 208 245	0 \$
		28 513 635 \$	6 863 378 \$	0 \$	72 542 380 \$		3 031 961 \$	75 574 341	

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2007. *Étude hydrogéologique et qualité des eaux – Projet d’agrandissement du LET de Sainte-Sophie*. Rapport référence 06-1223-023-3000. Mai 2007.
- GOLDER ASSOCIÉS LTÉE, 2007. *Étude géophysique et géotechnique – Projet d’agrandissement du LET de Sainte-Sophie*. Rapport référence 06-1223-023-1000. Juin 2007.
- MDDELCC. 2016. *Normes et critères québécois de qualité de l’atmosphère*. Version 5, 2016.
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/air/criteres/Normes-criteres-qc-qualite-atmosphere.pdf>.
- WSP. 2018. *Étude de dispersion atmosphérique – Projet d’agrandissement du LET de Sainte-Sophie – Zone 6*. Rapport préparé pour WM Québec Inc., décembre 2018. 47 pages et annexes

ANNEXE

A

**NOTE TECHNIQUE SUR
L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

NOTE TECHNIQUE

DESTINATAIRE(S) : Monsieur Ghislain Lacombe

EXPÉDITEUR : M. Slim Kouki, ing., Ph. D., WSP Canada Inc. (WSP)

COPIE : M. Jean Bernier, ing., M. Sc. (WSP)

OBJET : Établissement du modèle d'évolution des majorations à considérer dans les critères de conception afin de tenir compte des changements climatiques pour le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) situé à Sainte-Sophie (Québec)

N° DE PROJET : 171-02584-00

DATE : 23 juillet 2018

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique à Sainte-Sophie, une majoration devrait être considérée aux critères de conception afin de tenir compte des changements climatiques.

Cette majoration devrait être appliquée à la quantité de précipitations totale (pluie et neige) et aux courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) d'Environnement Canada pour les périodes de retour considérées dans le projet.

La présente note technique rend compte des recommandations sur les majorations à considérer pour la quantité de pluie totale et les courbes IDF pour le projet en question. Ainsi, WSP a procédé à une revue bibliographique sur les études d'impact des changements climatiques au Canada et au Québec, et plus spécifiquement, sur la région couvrant le site du projet à Sainte-Sophie.

1. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le rapport d'Ouranos publié en 2015 présente la synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Il illustre un portrait climatique qui divise la province de Québec en quatre régions de référence, telles que montrées sur la Figure 1. Le site de projet en question appartient à la région Sud du portrait climatique.

Dans la présente note, les détails de ce portrait climatique ne sont pas traités, mais le guide pour décideurs sur les scénarios climatiques (Charron, 2014) produit par Ouranos présente en détails les raisons scientifiques de ce portrait climatique.

Les Modèles Globaux Climatiques (MGC) représentent l'évolution du climat dans le futur. Dans le cadre du rapport d'Ouranos (2015), plusieurs MGC ont été utilisés de façon combinée tel que recommandé dans le projet de *Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP) afin de partager les résultats des différents centres de modélisation. L'étendue de la grille de calcul des MGC

couvre l'ensemble du globe et celle des Modèles Régionaux du Climat (MRC) couvre seulement une partie du globe. Les MGC utilisés ont une résolution spatiale plus grossière, soit de l'ordre de 200 à 300 km, tandis que les MRC utilisés ont une grille de résolution de 45 km.

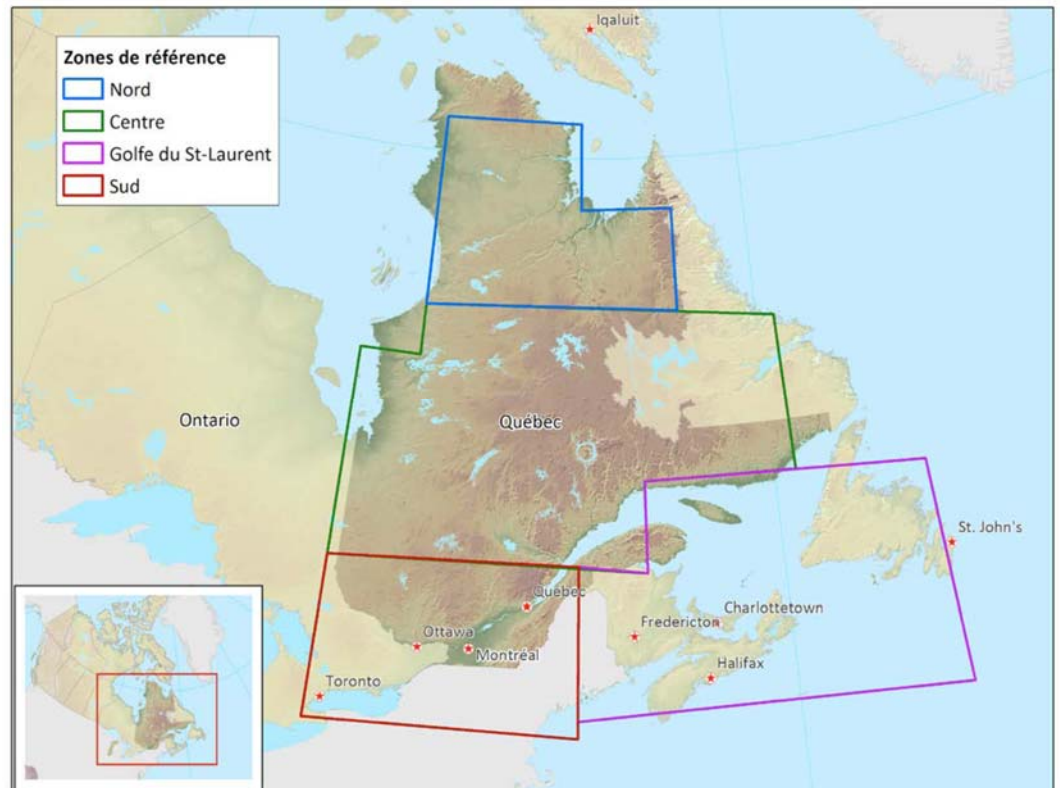


Figure 1 Les quatre régions de référence utilisées dans le rapport d'Ouranos (2015)

Les scénarios d'émission des Gaz à Effet de Serre (GES) représentent les principales entrées des MGC. Ces scénarios décrivent différents futurs plausibles en termes d'émissions de GES, d'aérosols et d'autres gaz dans l'atmosphère.

L'évolution des GES était décrite par des scénarios de type SRES (IPCC, 2000) dans les troisième et quatrième rapport du GIEC (*IPCC*) et est maintenant décrite au moyen de quatre profils (Tableau 1), appelés RCP pour *Representative Concentration Pathways* (van Vuuren et al., 2011), dans le plus récent rapport.

Tableau 1 Caractéristiques des scénarios RCP (Ouranos, 2015)

NOM	FORÇAGE RADIATIF VERS 2100 (W/M²)	ÉVOLUTION	ÉQUIVALENT CO ² (PPM)	RÉCHAUFFEMENT MOYEN GLOBAL VERS 2100 P/R 1850 (°C)	ÉQUIVALENT SRES APPROXIMATIF (EN TERMES DE CHANGEMENT DE TEMPÉRATURE GLOBALE)
RCP8.5	8,5	Émissions fortes et continues	1370	4,9	A1F1
RCP6.0	6,0	Stabilisation sans dépassement	850	3,0	B2
RCP4.5	4,5	Stabilisation sans dépassement	650	2,4	B1
RCP2.6	2,6	Pic avant 2050 et réduction	490	1,5	Aucun

Dans cette note technique, les scénarios d'émission de GES considérés sont : RCP4.5 (33 MGC) et RCP8.5 (29 MGC). Les chiffres identifiant les scénarios RCP correspondent au changement de forçage radiatif (associés aux concentrations de GES présents dans l'atmosphère).

2. MAJORATION POUR LES QUANTITÉS DE PRÉCIPITATIONS TOTALES

Le Tableau 2 présente les pourcentages de hausse minimaux et maximaux retenus pour les deux scénarios d'émission de GES (RCP4.5 et RCP8.5), selon l'étude réalisée par Ouranos (2015). L'intervalle de variation des changements projetés des précipitations totales pour les deux scénarios confondus a été considéré afin de minimiser les erreurs des valeurs aberrantes, soit de +3 à +14 % pour l'horizon 2050.

Étant donné que le projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique à Sainte-Sophie est prévu d'être terminé en 2037, la majoration à l'échéance 2050 sera pondérée afin de l'estimer à l'horizon 2037. Par conséquent, une majoration de +7,33 % serait acceptable et conforme avec l'évolution du climat futur projeté à l'horizon 2037. Toutefois, en étant plus conservateur, la moyenne des changements projetés a été retenue, à savoir +8,5 % sur la quantité de précipitations totale, incluant celles qui tombent sous forme de neige.

Tableau 2 Changements annuels relatifs projetés des précipitations totales pour la région Sud

	Horizon 2020 (%)		Horizon 2050 (%)		Horizon 2080 (%)	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Résultats de chaque scénario	+2 à +7	+0 à +7	+3 à +11	+5 à +14	+3 à +14	+5 à +20
Deux scénarios confondus	+0 à +7		+3 à +14		+3 à +20	
Moyenne (%)	+3,5		+8,5		+11,5	

3. MAJORATION SUR LES COURBES IDF

Pour tenir compte des changements climatiques, une majoration de 20 % devrait être appliquée à la hauteur de pluie tirée de la courbe IDF (Environnement Canada, 2014) pour les pluies de récurrence allant de 1 : 20 ans jusqu'à 1 : 100 ans.

Cette majoration s'inspire des recommandations régionales préparées par l'INRS (Mailhot, 2014) pour le ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET) pour l'horizon de temps 2040-2070.

4. ÉTABLISSEMENT DU MODÈLE D'ÉVOLUTION DE LA MAJORATION ANNUELLE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Pour appliquer cette majoration sur le bilan d'eau annuel, il fallait établir un modèle d'évolution annuelle de la majoration afin d'estimer la valeur de majoration à considérer chaque année pour toutes les années de l'échéance 2020 (de 2011 jusqu'à 2040). Ainsi, l'augmentation des précipitations totales (Pluie + Neige) dans le temps est basée sur la médiane de simulations climatiques globales de l'ensemble CMIP5 (IPCC, 2014) pour les deux scénarios d'émission de GES RCP4.5 et RCP8.5 pour l'horizon 2020 (2011 à 2040) du rapport d'Ouranos (Ouranos, 2015). En fait, le maximum et le minimum des médianes des ensembles de simulations CMIP5 pour les deux scénarios de GES RCP4.5 (33 modèles de CMIP) et RCP8.5 (29 modèles de CMIP) ont été retenus afin de calculer l'équation de la courbe de tendance sur la période de 29 ans (2011-2040) qui constitue l'horizon 2020. La Figure 2 montre la courbe de tendance de l'évolution annuelle de la majoration à considérer. La première courbe correspond à l'équation $y = 0.241 x$, avec un minimum 0 entre les deux scénarios (RCP4.54 et RCP8.5) et un maximum de +7. Par conséquent, l'équation de la courbe de tendance serait : $y=0.241x$, x étant le rang de l'année et y représentant le pourcentage de majoration pour l'année de rang x .

Toutefois, l'écart-type sur le pourcentage de majoration pour chaque année de l'horizon 2020 (de 2011 à 2040) a été calculé sur la base de la variation maximale des médianes des deux ensembles de simulations climatiques globales, CMIP RCP8.5 et CMIP RCP4.5. Ainsi, le pire scénario a été retenu, avec une valeur maximale d'écart-type de **36%**, et cette valeur a été appliquée sur le pourcentage de majoration de chaque année. Par conséquent, la valeur de majoration maximale à l'année 2037 sera égale à +8.52 %.

La nouvelle courbe d'évolution de la majoration annuelle a pour équation : $y = 0.293 x$. Cette équation a été utilisée afin de calculer le pourcentage de majoration à considérer pour chaque année de 2011 à 2040.

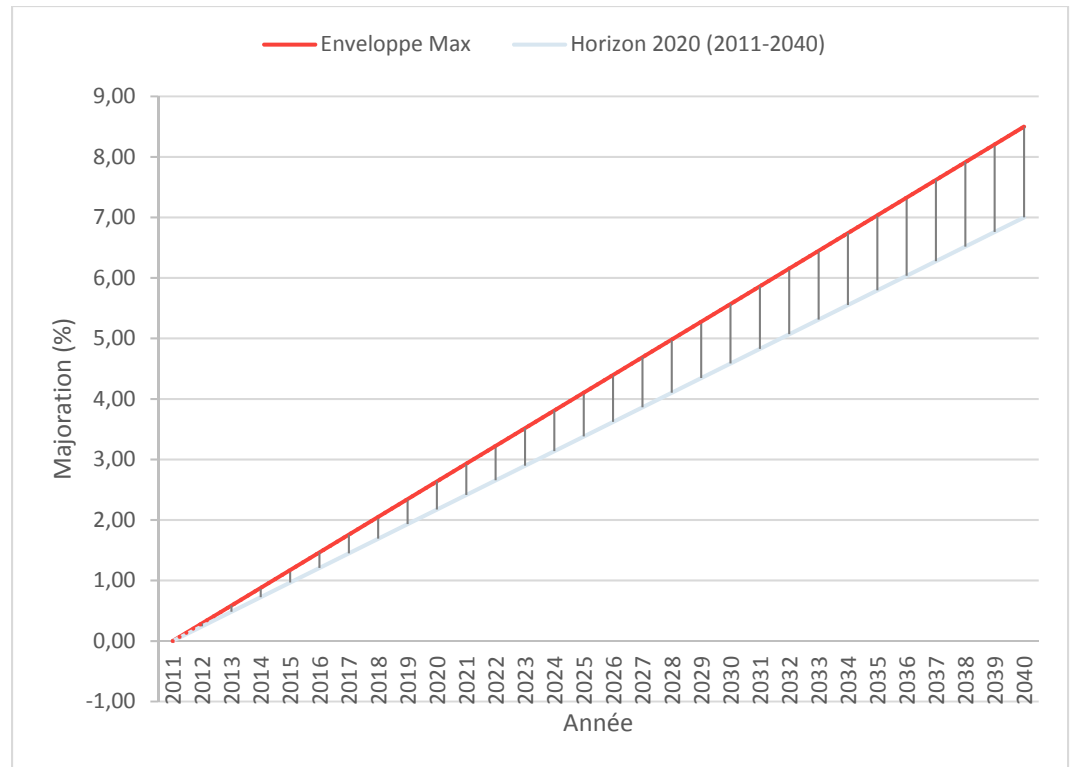
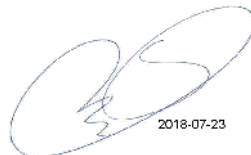


Figure 2 Évolution dans le temps de la majoration à considérer pour les changements climatiques sur les précipitations totales (Pluie + Neige)

RÉFÉRENCES

- Charron, I. (2014). *Guide sur les scénarios climatiques : Utilisation de l'information climatique pour guider la recherche et la prise de décision en matière d'adaptation*. Montréal, Québec : Ouranos. Repéré à http://www.ouranos.ca/media/publication/351_GuideCharron_FR.pdf
- IPCC. (2000). *Special Report on Emissions Scenarios* (N. Nakicenovic et R. Swart, dir.). Cambridge, United Kingdom et New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Mailhot, Alain, Gérémy Panthou, and Guillaume Talbot. (2014). *Recommandations sur les majorations à considérer pour les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) aux horizons 2040-2070 et 2070-2100 pour l'ensemble du Québec PHASE II*. No. R1515. INRS, Centre Eau Terre Environnement.
- Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec* (édit. 2015). Montréal, Québec : Ouranos.
- Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Mausi, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. et Rose, S. K. (2011). *The representative concentration pathways: an overview*. *Climatic Change*. 109(1-2), 5–31.

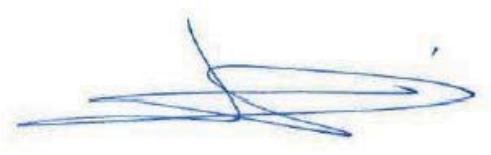
Préparé par :



2018-07-23

Slim Kouki, ing., Ph.D.

Révisé par :



Jean Bernier, ing., M.Sc.

SK/JB/ms

ANNEXE

B

ANALYSE DU GÉOTEXTILE
DE PROTECTION

ANNEXE B - ANALYSE DU GÉOTEXTILE DE PROTECTION

Référence : « Designing with Geosynthetics », Koerner, R.M., 4th Edition, 1998

A) Déterminer la pression admissible sur la géomembrane

$$P'_{\text{permis}} = \left[50 + 0,00045 \times \frac{M_a}{H_2} \right] \left[\frac{1}{MF_s \times MF_{pd} \times MF_a} \right] \left[\frac{1}{RF_{cr} \times RF_{cbd}} \right]$$

Où :

P'_{permis}	=	pression admissible sur la géomembrane (kPa)
M_a	=	masse du géotextile requis (g/m ²)
H	=	hauteur effective de l'aspérité (m)
MF_s	=	facteur de modification pour la forme de l'aspérité
MF_{pd}	=	facteur de modification pour la compaction
MF_a	=	facteur de modification pour l'effet d'arche du matériel sus-jacent
FS_{cr}	=	facteur de sécurité pour le fluage du géotextile
FS_{cbd}	=	facteur de sécurité pour la dégradation chimique et biologique

Dans ce cas :

H	=	0,018 m ($d_{50} = 18$ mm)
MF_s	=	1,0 (pierre angulaire)
MF_{pd}	=	0,5 (surface uniforme)
MF_a	=	0,5 (conditions moyennes)
FS_{cr}	=	1,5 (selon charte)
FS_{cbd}	=	1,3 (lixiviat modéré)

$$P'_{\text{permis}} = \left[50 + 0,00045 \times \frac{M_a}{0,018^2} \right] \left[\frac{1}{1,0 \times 0,5 \times 0,5} \right] \left[\frac{1}{1,5 \times 1,3} \right]$$

$$P'_{\text{permis}} = 102,56 + 2,85M_a$$

B) Déterminer la pression sur la géomembrane

➤ Poids unitaire total ou $P_{\text{réel}}$ appliqué sur le géotextile de protection

$$= (\square \text{ déchets} \times h \text{ déchets}) + (\square \text{ couche drainante} \times h \text{ couche drainante}) \\ + (\square \text{ recouvrement} \times h \text{ recouvrement})$$

$$\square \text{ déchets} = 1300 \text{ kg/m}^3$$

$$h \text{ déchets} = 48 \text{ m}$$

$$\square \text{ couche drainante} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$h \text{ couche drainante} = 0.5 \text{ m}$$

$$\square \text{ recouvrement final} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$h \text{ recouvrement final} = 2 \text{ m}$$

$$= (1300 \times 48) + (2000 \times 0.5) + (2000 \times 2) = 67\,400 \text{ kg/m}^2 \\ = 661,194 \text{ kPa}$$

C) Calculer la masse requise

$$P'_{\text{permis}} = F_{S_{g \text{ min}}} \times P_{\text{réel}}$$

Où :

$$P'_{\text{permis}} = \text{pression admissible sur géomembrane exprimée en } M_a$$

$$F_{S_{g \text{ min}}} = \text{facteur de sécurité global} = 2,0$$

$$P'_{\text{permis}} = 102.56 + 2.85 M_a \approx 1\,322,4 \text{ kPa}$$

$$M_a \geq 428 \text{ g/m}^2$$

Géotextile retenu : Texel 160E

Masse = $475 \text{ g/m}^2 > 428 \text{ g/m}^2$ requis.

ANNEXE

C

ANALYSE DES
COMPOSANTES
GÉOSYNTHÉTIQUES

ANNEXE C – ANALYSE DES COMPOSANTES GÉOSYNTHÉTIQUES

1. Déterminer la pression admissible sur la géomembrane

Référence : « Designing with Geosynthetics », Koerner, R.M., 4th Edition, 1998

$$P'_{\text{permis}} = \left[50 + 0,00045 \times \frac{M_a}{H_2} \right] \left[\frac{1}{MF_s \times MF_{pd} \times MF_a} \right] \left[\frac{1}{RF_{cr} \times RF_{cbd}} \right]$$

Où :

P'_{permis}	=	pression admissible sur la géomembrane (kPa)
M_a	=	masse du géotextile requis (g/m ²)
H	=	hauteur effective de l'aspérité (m)
MF_s	=	facteur de modification pour la forme de l'aspérité
MF_{pd}	=	facteur de modification pour la compaction
MF_a	=	facteur de modification pour l'effet d'arche du matériel sus-jacent
FS_{cr}	=	facteur de sécurité pour le fluage du géotextile
FS_{cbd}	=	facteur de sécurité pour la dégradation chimique et biologique

Dans ce cas :

H	=	0,018 m ($d_{50} = 18$ mm)
MF_s	=	1,0 (pierre angulaire)
MF_{pd}	=	0,5 (surface uniforme)
MF_a	=	0,5 (conditions moyennes)
FS_{cr}	=	1,5 (selon charte)
FS_{cbd}	=	1,3 (lixiviat modéré)

$$P'_{\text{permis}} = \left[50 + 0,00045 \times \frac{M_a}{0,018^2} \right] \left[\frac{1}{1,0 \times 0,5 \times 0,5} \right] \left[\frac{1}{1,5 \times 1,3} \right]$$

$$P'_{\text{permis}} = 102,56 + 2,85M_a$$

2. Déterminer la pression sur la géomembrane

- Poids unitaire total ou $P_{\text{réel}}$ appliqué sur le géotextile de protection =
(γ déchets x h déchets) + (γ couche drainante x h couche drainante) +
(γ recouvrement x h recouvrement)

γ déchets	= 1300 kg/m ³
h déchets	= 48 m
γ couche drainante	= 2000 kg/m ³
h couche drainante	= 0,5 m
γ recouvrement final	= 2000 kg/m ³
h recouvrement final	= 0,9 m

$$= (1300 \times 48) + (2000 \times 0,5) + (2000 \times 0,9) = 65\,200 \text{ kg/m}^2$$
$$= 639,6 \text{ kPa}$$

3. Calculer la masse requise du géotextile de protection

- P'_{permis} = FSg min X $P_{\text{réel}}$

Où :

$$P'_{\text{permis}} = \text{pression admissible sur géomembrane exprimée en } M_a$$
$$FS_{g \text{ min}} = \text{facteur de sécurité global} = 2$$

$$P'_{\text{permis}} = 102,56 + 2,85 M_a = 1\,279,2 \text{ kPa}$$

$$M_a = 413 \text{ g/m}^2$$

Géotextile retenu : Texel 160E

$$\text{Masse} = 542 \text{ g/m}^2 > 413 \text{ g/m}^2 \text{ requis.}$$

4.0 Analyse du géotextile de protection

4.1 Renforcement dans les pentes

Notes :

- ↳ le géotextile est requis dans les pentes pour la protection de la géomembrane PEHD ;
- ↳ le géotextile doit agir comme couche de renforcement pour soutenir le poids de la couche drainante ;
- ↳ le géotextile doit avoir son ancrage propre afin d'assumer son rôle de renforcement ;

Référence : « Designing with Geosynthetics », Koerner, R.M., 4th Edition, 1998

$$T_{acc} = T_{ult} \left[\frac{1}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_{CD} \times RF_{BD}} \right]$$

Où

T_{acc}	=	tension acceptable dans le géotextile
T_{ult}	=	tension ultime permise dans le géotextile (selon le fabricant)
RF_{ID}	=	facteur de réduction pour le dommage résultant de l'installation
	=	1,5
RF_{CR}	=	facteur de réduction pour le fluage à long terme
	=	1,0 Note : le fond du site sera rempli assez rapidement, réduisant cet effet
RF_{CD}	=	facteur de réduction pour la dégradation chimique
	=	1,0 Note : le fond du site sera rempli assez rapidement, réduisant cet effet
RF_{BD}	=	facteur de réduction pour la dégradation biologique
	=	1,0 Note : le fond du site sera rempli assez rapidement, réduisant cet effet

Donc,

$$T_{acc} = T_{ult} \left[\frac{1}{1,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0} \right]$$

T_{ult} pour géotextile TEXEL 160E

= 31,8 kN/m (sens machine) *Valeur fournie par le fabricant, communication personnelle

Donc,

$$T_{acc} = \frac{31,8}{1,5} = 21,2 \text{ kN/m}$$

Selon Koerner :

$$FS_{global} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

= facteur de sécurité global

Où :

$$\begin{aligned} a &= (W_a - N_a \cos \beta - T \sin \beta) \cos \beta \\ b &= -[(W_a - N_a \cos \beta - T \sin \beta) \sin \beta \tan \phi + (N_a \tan \delta + C_a) \sin \beta \cos \beta + \sin \beta (C + W_p \tan \phi)] \\ c &= (N_a \tan \delta + C_a) \sin^2 \beta \tan \phi \end{aligned}$$

Où :

W_a = poids du polygone actif

$$W_a = \gamma h^2 \left[\frac{L}{h} - \frac{1}{\sin \beta} - \frac{\tan \beta}{2} \right]$$

γ = poids unitaire du sol de recouvrement
= 20 kN/m³

h = épaisseur du sol de recouvrement
= 0,5 m

β = angle de la pente
= 16,7°

L = longueur totale de la pente

donc = 22 m (pire cas)

$$W_a = 20(0,5)^2 \left[\frac{22}{0,5} - \frac{1}{\sin 16,7^\circ} - \frac{\tan 16,7^\circ}{2} \right]$$

$$= 201,9 \text{ kN/m}$$

N_a = force effective perpendiculaire à la surface de glissement, due au polygone actif

$$= W_a \cos \beta$$

$$= 201,9 \cos 16,7^\circ = 193,38 \text{ kN/m}$$

C_a = force d'adhésion entre le sol de recouvrement et la géomembrane

$$= 0$$

ϕ = angle de frottement interne du sol de recouvrement (pierre)

$$= 35^\circ$$

δ = angle de frottement entre le géotextile et la géomembrane

$$= 10^\circ$$

T = T_{adm}

C = force de cohésion à la surface de glissement dans le polygone passif

$$= 0$$

$$W_p = \frac{\gamma h^2}{\sin 2\beta} = \frac{20 (0,5)^2}{\sin (2 \times 16,7^\circ)} = 9,08 \text{ kN/m}$$

Donc,

$$a = [(201,9 - 193,38 \cos (16,7^\circ) - 21,2 \sin (16,7^\circ))] \cos (16,7^\circ)$$

$$= 10,132$$

$$b = -[(201,9 - 193,38 \cos (16,7^\circ) - 21,2 \sin (16,7^\circ)) \sin (16,7^\circ) \tan (35^\circ)] +$$

$$[(193,38 \tan (10^\circ) + 0) \sin (16,7^\circ) \cos (16,7^\circ)] + \sin (16,7^\circ) (0 + 9,08 \tan (35^\circ))]$$

$$= -13,34$$

$$c = (193,38 \tan (10^\circ) + 0) \sin^2 (16,7^\circ) \tan (35^\circ)$$

$$= 1,971$$

$$FS_{global} = \frac{-(-13,34) + \sqrt{(-13,34)^2 - 4(10,132)(1,971)}}{2(10,132)} = 1,147$$

Donc, le géotextile proposé (TEXEL 160E) n'a pas la capacité requise pour soutenir le poids de la pierre nette sur la pente de 22 mètres de longueur avec un coefficient de sécurité FS de 1,5. Il est proposé tout de même d'utiliser ce géotextile, en prévoyant aménager la couche drainante par étage, au fur et à mesure du remplissage des déchets.

Deux (2) facteurs sont à considérer, soit :

- ↳ la force résultante de la couche de déchets vers le bas
- ↳ la force générée par la couche partielle de pierre nette, en montant la couche drainante par pallier

4.2 Tension créée par les déchets

Référence : « Designing with geosynthetics », Koerner, R.M., 1994, p. 545

$$\begin{aligned} W_w &= \text{poids du polygone de déchets considéré (couche de 2 m)} \\ &= \frac{1}{2} \times (6,7 \text{ m}) (2\text{m}) \times 1,0 \text{ t/m}^3 \\ &= 6,7 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_w &= \text{force de résistance interne des déchets} \\ &= \sigma_h \tan\phi(D) \\ &= K_o \sigma_v \text{ moyenne} \tan\phi(D) \text{ (à mi-couche)} \\ &= (1 - \sin\phi) h_{\text{moy}} \gamma \tan\phi(D) \\ &= (1 - \sin 40^\circ) (0,5) (2,0) (1,0) \tan (40^\circ) (2) \\ &= 0,6 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{net}} &= W_w - T_w \\ &= 6,7 - 0,6 \\ &= 6,1 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W \cos\beta &= \text{composante normale à la pente} \\ &= 5,84 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_1 &= \text{force à la surface entre la pierre nette et le géotextile créée par les déchets} \\ &= (W \cos\beta) \tan\delta \\ &= (5,84) \tan 25^\circ \\ &= 2,72 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \text{force résistante à la surface entre le géotextile et la geomembrane} \\ &= (W \cos\beta) \tan\delta_2 \\ &= (5,84) \times \tan 10^\circ \\ &= 1,03 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$F_1 > F_2, \text{ donc géotextile sera en tension}$$

$$\begin{aligned}
 F_1 - F_2 &= \text{force qui doit être prise par le géotextile} \\
 &= 2,72 - 1,03 \\
 &= 1,7 \text{ t/m} \\
 &= 16,6 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Donc, la tension maximum qui doit être supportée par le géotextile dû au couvert de pierre nette est de :

$$\begin{aligned}
 &= T_{\text{ult géotextile}} - T_{\text{déchets}} \\
 &= 21,20 - 16,6 \\
 &= 4,6 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

4.3 TENSION CRÉÉE PAR LE COUVERT DE PIERRE NETTE

Référence : « Stability of Soil Layers on Geosynthetic Lining Systems », Giroud, J.P. et Beech, J.F, Geosynthetic '89 Conference

α = tension dans le géosynthétique de renforcement

$$\alpha = \frac{\gamma_c T_c^2}{\sin 2\beta} \left[\left(\frac{2H \cos \beta}{T_c} - 1 \right) \frac{\sin(\phi_1)}{\cos \psi_1} - \frac{\sin \phi_c}{\cos(\beta + \phi_c)} \right]$$

Où :

γ_c = poids unitaire du sol de recouvrement
= 20 kN/m³

T_c = épaisseur du sol de recouvrement
= 0,5 m

H = hauteur de la pente permise (inconnue)
 β = pente = 16,7°

ϕ_1 = angle de frottement entre le géotextile de renforcement et la géomembrane
= 10°

ϕ_c = angle de frottement du sol de recouvrement
= 35°

Dans ce cas,

$$\alpha = \alpha_{\text{adm}} = 4,6 \text{ kN/m}$$

Donc,

$$4,6 = \frac{20(0,5)^2}{\sin(2 \times 16,7^\circ)} \left[\left(\frac{2H \cos 16,7^\circ}{0,5} - 1 \right) \frac{\sin(16,7^\circ - 10^\circ)}{\cos 10^\circ} - \frac{\sin 35^\circ}{\cos(16,7^\circ + 35^\circ)} \right]$$

$$4,6 = 9,08[(3,83H - 1)0,1185 - 0,93]$$

$$H = 3,42 \text{ m}$$

Donc, il est proposé d'installer la couche de pierre en palier de 3 m. Une couche de déchets devra être posée avant d'installer le deuxième niveau de pierre et ainsi de suite pour chacune des couches de pierre.

5.0 Évaluation de la tension entre les couches de la barrière imperméable

Tableau 5.1 : Sommaire des angles de frottement à l'interface des couches de la barrière imperméable

	Couches de la barrière imperméable	Angles de frottement à l'interface
Profil de la barrière imperméable	1. 0,5 m pierre nette (ø 5-14 mm)	25°
	2. géotextile non tissé	10°
	3. géomembrane PEHD	8°
	4. géofilet	8°
	5. géomembrane PEHD	8°
	6. natte bentonitique	22°
	7. sol d'infrastructure	

Note : La couche 2 a été analysée dans les sections précédentes
Une épaisseur de 3,3 m de pierre nette est considérée

5.1 COUCHE 3

$$\begin{aligned}
 F_{2-3} &= \text{force à l'interface 2-3} \\
 &= (\text{force normale à l'interface}) (\tan \delta_{2-3}) \\
 &= ([\text{poids des déchets}] + [\text{poids de la couche de protection}]) (\tan \delta_{2-3}) \\
 &= [(1/2 \times 6,7\text{m} \times 2\text{m} \times 10 \text{ kN/m}^3 + 0,5\text{m} \times 11\text{m} \times 20 \text{ kN/m}^3) \cos 16,7^\circ] \tan (10^\circ) \\
 &= 169,5 \times \tan (10^\circ) \\
 &= 29,9 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{3-4} &= \text{force résistante à l'interface 3-4} \\
 &= \text{force normale } (\tan \delta_{3-4}) \\
 &= 169,5 (\tan 8^\circ) \\
 &= 23,8 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Tension dans la couche 3

$$\begin{aligned}
 &= F_{2-3} - F_{3-4} \\
 &= 29,9 - 23,8 \\
 &= 6,1 \text{ kN/m} < \text{limite élastique géomembrane PeHD 1,5 mm (= 22 kN/m), devis technique}
 \end{aligned}$$

5.2 COUCHE 4

$$\begin{aligned} F_{3-4} &= \text{force résistante à l'interface 3-4} \\ &= \text{force normale } (\tan \delta_{3-4}) \\ &= 169,5 (\tan 8^\circ) \\ &= 23,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{4-5} &= \text{force à l'interface 4-5} \\ &= \text{force normale } (\tan \delta_{4-5}) \\ &= 23,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tension dans la couche 4} &= F_{3-4} - F_{4-5} \\ &= 0,0 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.3 COUCHE 5

$$\begin{aligned} F_{4-5} &= \text{force à l'interface 4-5} \\ &= 23,8 \text{ kN/m} \\ F_{5-6} &= \text{force à l'interface 5-6} \\ &= \text{force normale } (\tan \delta_{5-6}) \\ &= 169,5 (\tan 8^\circ) \\ &= 23,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tension dans la couche 5} &= F_{4-5} - F_{5-6} \\ &= 0,0 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

5.4 COUCHE 6

$$\begin{aligned} F_{5-6} &= \text{force à l'interface 5-6} \\ &= 23,8 \text{ kN/m} \\ F_{6-7} &= \text{force à l'interface 6-7} \\ &= \text{force normale } (\tan \delta_{5-6}) \\ &= 169,5 (\tan 22^\circ) \\ &= 68,5 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tension dans la couche 6} \\ F_{5-6} &< F_{6-7} \quad \text{donc aucune tension} \end{aligned}$$

6.0 Calcul de l'ancrage

Référence : « Designing with geosynthetics », Koerner, Robert, Prentice Hall 3rd Edition, 1994

Deux membranes sont en tension, soit le géotextile de protection et la géomembrane 1^{er} niveau.

6.1 Ancrage de la géomembrane

Référence : « Designing with geosynthetics », Koerner, R., 1998, p. 487

$$T_{\text{calc}} \cos \beta = F_{u\sigma 1} + F_{L\sigma 1} + F_{LT1} - P_A + P_P + F_{u\sigma 2} + F_{L\sigma 2} + F_{LT2}$$

avec

$F_{u\sigma 1}, F_{u\sigma 2}$ = Effort de cisaillement au-dessus de la géomembrane dû au poids du sol.

$F_{L\sigma 1}, F_{L\sigma 2}$ = Effort de cisaillement sous la géomembrane dû au poids du sol.

F_{LT1} = Effort de cisaillement sous la géomembrane dû à la composante verticale de la tension dans la géomembrane.

P_A = Pression du remblai de la clé d'ancrage sur la géomembrane.

P_P = Pression du sol en place du côté externe de la clé d'ancrage sur la géomembrane.

L_1 = Longueur horizontale à l'extérieur de la tranchée

L_2 = Longueur horizontale à l'intérieur de la tranchée

$F_{u\sigma 1}$ = 0 (néglige la force au dessus de la membrane)

$$\begin{aligned} F_{L\sigma 1} &= \sigma_n \tan \delta_L (L_1) \\ &= (0,5 \times 18) \tan (10^\circ) (1,5) \\ &= 2,4 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{LT1} &= T_{\text{calc}} \sin \beta \tan \delta_L \\ &= 6,1 \times \sin(16,7^\circ) \times \tan(10^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{calc}} : & \text{(voir la tension créée par le couvert de pierre de la couche 3)} \\ &= 0,31 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{u\sigma 2} &= \sigma_{n2} \tan \delta_u (L_2) \\ &= [(0,5 \times 18) + (0,6 \times 18)] \tan (15^\circ) 0,8 \quad \delta_{\text{PeHD-sol}} = 15^\circ \\ &= 4,24 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{L\sigma 2} &= \sigma_{n2} \tan \delta_L (L_2) \\ &= [(0,5 \times 18) + (0,6 \times 18)] \tan (10^\circ) 0,8 \\ &= 2,79 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_A &= (0,5 \gamma L_2 + \sigma_n) K_A d \\ &= [(0,5 \times 18 \times 0,6) + (0,5 \times 18)] \tan^2 (45-35^\circ/2) \times 0,6 \end{aligned}$$

$$= 2,34 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} P_P &= (0,5 \gamma d + \sigma_n) K_P d \\ &= [(0,5 \times 18 \times 0,6) + (0,5 \times 18)] \tan^2 (45 + 35/2) \times 0,6 \\ &= 31,88 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma &= F_{u\sigma 1} + F_{L\sigma 1} + F_{LT1} + F_{u\sigma 2} + F_{L\sigma 2} + P_P - P_A \\ \Sigma &= 0 + 2,4 + 0,31 + 4,24 + 2,79 + 31,88 - 2,34 \\ \Sigma &= 39,3 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Force d'ancrage = 39,3 kN/m

Facteur de sécurité de l'ancrage

$$\begin{aligned} FS &= \text{Force ancrage} / T_{ult} \cos \beta & T_{ult} \text{ géomembrane} &= 22 \text{ kN/m} \\ FS &= 39,3 / 22 \cos (16,7^\circ) \\ FS &= 1,9 \end{aligned}$$

Facteur de sécurité de l'ancrage vis-à-vis la tension générée dans la géomembrane

$$\begin{aligned} FS &= \text{Force ancrage} / T_{générée} \cos \beta & T_{générée} \text{ géomembrane} &= 6,1 \text{ kN/m} \\ FS &= 39,3 / 6,1 \cos (16,7^\circ) \\ FS &= 6,7 \end{aligned}$$

6.2 Ancrage du géotextile de protection

$$\begin{aligned} T &= F_{u\sigma 1} + F_{L\sigma 1} + F_{LT1} + P_{PH} - P_{AH} + F_{u\sigma 2} + F_{L\sigma 2} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{L\sigma 1} &= (0,5 \times 18) \tan (10^\circ) 1,5 \\ &= 2,4 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{LT1} &= 21,2 \times \sin(16,7) \times \tan(10^\circ) \\ T_{calc} &: (\text{voir la tension max admissible sur le géotextile}) \\ &= 1,07 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Calcul du frottement sur le géotextile dans la portion inclinée

$$\begin{aligned} P_{AH} &= P_A \sin(\alpha) & \alpha &= 25^\circ \text{ angle ancrage} \\ &= (0,5\gamma d + \sigma_N) K_{Ad} \sin(\alpha) \\ &= (0,5 \times 18 \times 0,6 + 0,5 \times 18) \tan^2(45-35/2) \times 0,6 \times \sin(25^\circ) \\ &= 0,99 \text{ kN/m} \\ &= P_P \cos(\alpha) \\ &= (0,5\gamma d + \sigma_N) K_P d \cos(\alpha) \\ &= (0,5 \times 18 \times 0,6 + 0,5 \times 18) \tan^2(45+35/2) \times 0,6 \times \sin(25^\circ) \end{aligned}$$

$$= 13,5 \text{ kN/m}$$

Calcul du frottement à la base de la tranchée

$$\begin{aligned} F_{L\sigma 2} &= (0,5 \times 18 + 0,6 \times 18) \tan (25^\circ) 0,5 \\ &= 4,61 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$F_{u\sigma 2} = F_{L\sigma 2} = 4,61 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \Sigma &= F_{u\sigma 1} + F_{L\sigma 1} + F_{LT1} + P_{PH} - P_{AH} + F_{L\sigma 2} + F_{u\sigma 2} \\ \Sigma &= 0 + 2,4 + 1,07 + 13,5 - 0,99 + 4,61 + 4,61 \\ \Sigma &= 25,2 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Force d'ancrage = 25,2 kN/m

Facteur de sécurité de l'ancrage

$$\begin{aligned} FS &= \text{Force ancrage} / T_{acc} & T_{acc} \text{ géotextile} &= 21,2 \text{ kN/m} \\ FS &= 25,2 / 21,2 \\ FS &= 1,19 \end{aligned}$$

7.0 Performance du système d'imperméabilisation

Références : GIROUD, J.-P., AND R. BONAPARTE. *Leakage Through Liners Constructed with Geomembranes – Part 1 Geomembrane Liners in Geotextiles and Geomembranes* 8. 1989.

R. BONAPARTE, J.P.GIROUD, AND B.A. GROSS, *Rates of Leakage through Landfill Liners*, Proceedings of Geosynthetics '89, Vol. 1, San Diego, 1989.

7.1 Hypothèses

- ↳ La hauteur maximale de liquide sur le système d'imperméabilisation est de 300 mm, ce qui correspond à la valeur maximale permise par le REIMR.
- ↳ Les ouvertures sont circulaires et la dimension des ouvertures est de 2,00 mm de diamètre, ce qui correspond à 3,14 mm² d'aire, puisque le contrôle de la qualité est rigoureux.
- ↳ La fréquence des trous est de 1 / 4000 m² puisque le contrôle de la qualité est rigoureux.
- ↳ Surface déployée de géosynthétiques : 512 500 m² (Zone 6)

7.2 Barrière imperméable

- 1^{er} niveau : 500 mm de remblai (pierre nette 5-14 mm)
Géotextile de protection
Geomembrane PeHD 1,5 mm
- 2^e niveau : Géofilet 5 mm
Geomembrane PeHD 1,5 mm
Natte bentonitique, 6 mm, $k \leq 10^{-8}$ m / s

7.3 Cas critique

Le cas le plus critique correspond à un trou dans la géomembrane du 2^e niveau vis-à-vis un trou dans la géomembrane du 1^{er} niveau. Dans ce cas, la colonne d'eau au-dessus de la géomembrane serait de $h = 0,305$ m.

7.4 Calcul du débit s'écoulant au travers du second niveau

$$Q = n \cdot 0,976 \cdot C_{qo} \cdot \left[1 + 0,1 \cdot \left(\frac{h}{t_s} \right)^{0,95} \right] \cdot d^{0,2} \cdot h^{0,9} \cdot k_s^{0,74}$$

où	Q	=	Fuite à travers la géomembrane (m ³ / s)
	A	=	Aire de la géomembrane (m ²)
	n	=	Nombre d'ouvertures pour l'aire considérée (A)
	C _{qo}	=	Facteur de qualité du contact
	h	=	Charge hydraulique au-dessus de la géomembrane (m)
	t _s	=	Épaisseur de la composante peu perméable de la natte bentonitique (m)
	d	=	Diamètre de l'ouverture (m)
	k _s	=	Perméabilité de la composante peu perméable de la natte

Dans le cas de l'agrandissement du LET de Saint-Sophie,

A	=	512 500 m ²
n	=	128 orifices
C _{qo}	=	Bon contact = 0,21
h	=	0,305 m
t _s	=	0,006 m
d	=	0,002 m
k _s	=	1 X 10 ⁻⁸ m/s

Donc

Q	=	3,2 X 10 ⁻¹¹ (m ³ /s) / m ²
Q	=	1,6 X 10 ⁻⁵ m ³ /s pour l'ensemble de l'aire (A)

ANNEXE

D

**ANALYSE DE LA
PERFORMANCE DU SYSTÈME
D'IMPERMÉABILISATION**

ANNEXE D : ANALYSE DE PERFORMANCE DU SYSTÈME D'IMPERMÉABILISATION

Références : GIROUD, J.-P., AND R. BONAPARTE. *Leakage Through Liners Constructed with Geomembranes – Part 1 Geomembrane Liners in Geotextiles and Geomembranes* 8. 1989.

R. BONAPARTE, J.P.GIROUD, AND B.A. GROSS, *Rates of Leakage through Landfill Liners*, Proceedings of Geosynthetics '89, Vol. 1, San Diego, 1989.

1 Hypothèses

- La hauteur maximale de liquide sur le système d'imperméabilisation est de 300 mm, ce qui correspond à la valeur maximale permise par le REIMR.
- Les ouvertures sont circulaires et la dimension des ouvertures est de 2,00 mm de diamètre, ce qui correspond à 3,14 mm² d'aire, puisque le contrôle de la qualité est rigoureux.
- La fréquence des trous est de 1 / 4000 m² puisque le contrôle de la qualité est rigoureux.
- Surface déployée de géosynthétiques : 512 500 m²

2 Barrière imperméable

- 1^{er} niveau : 500 mm de remblai (pierre nette d₅₀ =18 mm)
Géotextile de protection
Géomembrane PeHD 1,5 mm
- 2^e niveau : Géofilet 5 mm
Géomembrane PeHD 1,5 mm
Natte bentonitique, 6 mm, $k \leq 10^{-8}$ m / s

3 Cas critique

Le cas le plus critique correspond à un trou dans la géomembrane du 2^e niveau vis-à-vis un trou dans la géomembrane du 1^{er} niveau. Dans ce cas, la colonne d'eau au-dessus de la géomembrane serait de $h = 0,305$ m.

4 Calcul du débit s'écoulant au travers du second niveau

$$\frac{Q}{A} = n \times 0,976 \times C_{qo} \times \left[1 + 0,19 \frac{h^{0,95}}{t_s} \times d^{0,2} \times h^{0,9} \times k_s^{0,74} \right]$$

où	Q	=	Fuite à travers la géomembrane (m ³ / s)
	A	=	Aire de la géomembrane (m ²)
	n	=	Nombre d'ouvertures pour l'aire considérée (A)
	C _{qo}	=	Facteur de qualité du contact
	h	=	Charge hydraulique au-dessus de la géomembrane (m)
	t _s	=	Épaisseur de la composante peu perméable de la natte bentonitique (m)
	d	=	Diamètre de l'ouverture (m)
	k _s	=	Perméabilité de la composante peu perméable de la natte

Dans le cas du LET de Sainte-Sophie,

A	=	512 500 m ²
n	=	128 orifices
C _{qo}	=	Bon contact = 0,21
h	=	0,305 m
t _s	=	0,006 m
d	=	0,002 m
k _s	=	1 X 10 ⁻⁸ m/s

Donc

Q	=	3,2 X 10 ⁻¹¹ (m ³ /s) / m ²
Q	=	1,6 X 10 ⁻⁵ m ³ /s pour l'ensemble de l'aire (A)

ANNEXE

E

**ÉQUIVALENCE DU
GÉOCOMPOSITE
BENTONITIQUE**

ANNEXE E - ÉQUIVALENCE DU GÉOCOMPOSITE BENTONITIQUE

1. Mise en contexte

Le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR)* impose la mise en place d'un revêtement imperméable composite pour le niveau de protection inférieur d'un lieu d'enfouissement technique (LET) lorsque les conditions géologiques obligent l'utilisation d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection. Ce niveau de protection inférieur doit être composé des éléments suivants :

- une couche de matériaux argileux d'une épaisseur minimale de 60 cm après compactage constituée d'au moins 50 % poids de particules d'un diamètre égal ou inférieur à 0,08 mm et d'au moins 25 % poids de particules d'un diamètre égal ou inférieur à 0,005 mm et ayant en permanence, sur toute son épaisseur, une conductivité hydraulique égale ou inférieure à 1×10^{-7} cm/s;
- une membrane synthétique d'étanchéité d'une épaisseur minimale de 1,5 mm, installée sur cette couche de matériaux argileux.

La réglementation permet toutefois de recourir à tout autre système d'imperméabilisation à double niveau de protection pour autant qu'une démonstration d'équivalence soit réalisée.

Dans le cas du LET de Sainte-Sophie, l'utilisation d'un géocomposite bentonitique (GCL « Géosynthetic Clay Liner ») a été retenue comme alternative en remplacement de la couche d'argile compactée (CCL « Compacted Clay Liner ») de 60 cm dans le niveau de protection composite inférieure. L'équivalence d'efficacité entre ces deux alternatives est démontrée dans les paragraphes suivants telle que requis par la réglementation.

2. Description d'un géocomposite bentonitique

Les géocomposites bentoniques sont constitués d'une barrière imperméable de bentonite sodique (3000-5000 g/m²) supportée par un ou plusieurs géosynthétiques, habituellement deux géotextiles liés par aiguilletage. Les géotextiles utilisés permettent d'accroître les performances du composite en termes de conductivité hydraulique, mais surtout en termes de résistance en tension et en friction afin d'en assurer la stabilité dans les pentes. De plus, agissant à titre de support, ils permettent la mise en rouleau de la barrière imperméable ce qui facilite grandement son transport et son installation au chantier. La bentonite est une argile naturelle composée de 60 à 90% de montmorillonite et de différents composants comme le sodium ainsi que des additifs chimiques. La montmorillonite est le matériau le plus imperméable des argiles minérales naturelles. Exposée à l'eau, cette argile gonfle jusqu'à 15 fois son volume à sec créant une barrière hydraulique de très faible conductivité hydraulique, soit de l'ordre de 10^{-9} cm/s. Cette conductivité hydraulique diminue avec l'accroissement de la pression de confinement appliquée au GCL.

3. Démonstration d'équivalence

Dans l'absence de critères de comparaison et d'objectifs bien définis dans la réglementation, l'équivalence d'un GCL est fréquemment démontrée sur la base unique des considérations hydrauliques, soit le débit d'exfiltration d'eau à travers la membrane sous un gradient hydraulique donné. Pour être plus rigoureuse, la présente démonstration d'équivalence comparera, de façon complémentaire, les caractéristiques physiques et mécaniques entre les GCL et les CCL sans négliger les implications lors de la construction.

3.1 CONSIDÉRATIONS HYDRAULIQUES

Les géocomposites bentonitiques utilisés dans la conception de LET ont été développés spécifiquement pour rencontrer les exigences réglementaires de plusieurs pays, dont celles des États-Unis dont le gouvernement québécois s'est fortement inspiré dans son règlement (*REIMR*) régissant les contraintes d'aménagement des lieux d'enfouissement technique. En effet, plusieurs réglementations imposent l'utilisation d'une couche d'argile de 60 cm d'épaisseur possédant une conductivité hydraulique inférieure à 1×10^{-7} cm/s dans la conception du système d'imperméabilisation d'un LET (simple ou double niveau de protection). De plus, pour limiter le risque de fuites, ces mêmes réglementations imposent généralement de maintenir l'accumulation de lixiviat dans la couche de drainage en deçà de 30 cm dans les conditions les plus critiques d'exploitation.

3.1.1 Évaluation hydraulique directe

En négligeant l'effet composite induit par la présence d'une membrane de PEHD, il est possible de comparer la performance hydraulique du GCL et de la CCL en termes de débit d'infiltration à l'aide de l'équation de Darcy pour l'écoulement en milieu poreux. Le GCL proposé dans le cadre du LET de Sainte-Sophie présente les propriétés suivantes :

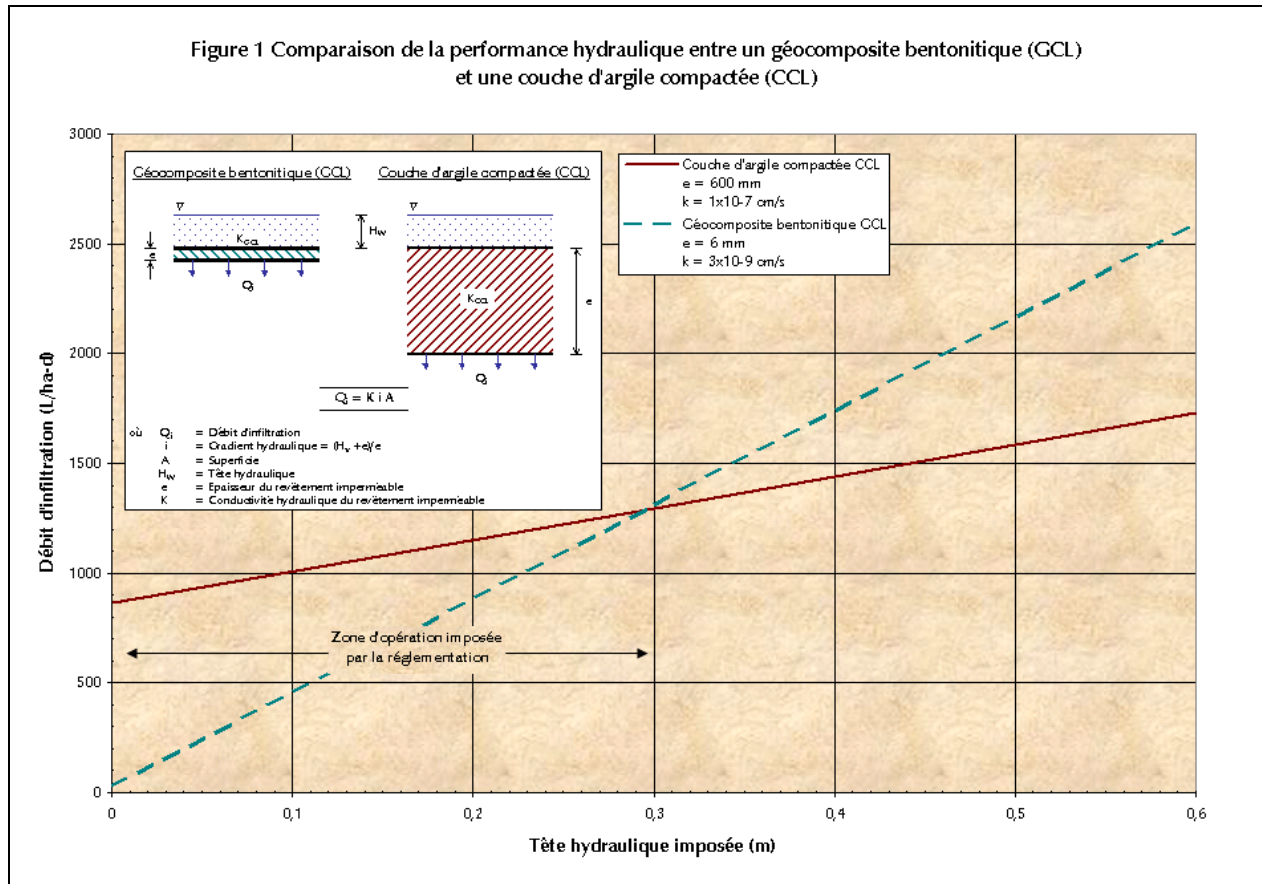
Conductivité hydraulique : $k_{GCL} = 1 @ 5 \times 10^{-9}$ cm/s (34,5 KPa) $\approx 3,0 \times 10^{-9}$ cm/s
(valeur sécuritaire)

Épaisseur minimale : $e_{GCL} = 6$ mm minimum après hydratation (valeur sécuritaire)

Sur la base de ces valeurs conservatrices, la figure 1 montre une comparaison des débits d'infiltration entre un GCL et une CCL en fonction de la tête hydraulique imposée. La figure 1 illustre que pour une tête hydraulique inférieure à 300 mm, soit la condition critique imposée par le *REIMR*, l'utilisation d'un GCL est plus performante ou égale à celle d'une CCL.

De plus, dans le cas du LET de Sainte-Sophie, le *REIMR* impose la mise en place d'un système d'imperméabilisation à double niveau de protection. Dans cette conception, le GCL est utilisé en combinaison avec une géomembrane de PEHD dans le niveau de protection inférieure. La tête hydraulique induite sur ce deuxième niveau de protection est faible par rapport à celle imposée au premier niveau de protection.

De plus, l'utilisation d'un gravier calibré 20-28 mm d'une conductivité hydraulique minimale de l'ordre de 0,5 cm/s a été retenu pour la couche de drainage du LET de Sainte-Sophie.



La figure 1 démontre que le GCL proposé travaillera à l'intérieur d'une plage de tête hydraulique pour laquelle il est de beaucoup plus performant à l'utilisation d'une CCL au point de vue hydraulique.

3.1.2 Évaluation du revêtement composite

La performance hydraulique du GCL versus une CCL peut également être évaluée sur la base du niveau de protection composite inférieur en considérant le débit d'exfiltration à travers une perforation de la géomembrane. Cette évaluation a été réalisée pour une perforation circulaire à partir de l'équation développée par Giroud (1997)¹ :

$$\frac{Q}{A} = n \cdot 0.976 C_{qo} \cdot [1 + 0.1 \cdot (h/t_s)^{0.95}] \cdot d^{0.2} \cdot h^{0.9} \cdot k_s^{0.74}$$

¹ J.P. Giroud, "Equations for Calculating the Rate of Liquid Migration Through Composite Liners Due to Geomembrane Defects", Geosynthetics International, Vol. 4, Nos. 3-4, pp.335-348, 1997.

Où :

Q	=	Débit à travers une perforation de la géomembrane (m ³ /s)
A	=	Superficie considérée du LET (m ²)
n	=	Nombre de perforations par superficie de géomembrane (A)
Cqo	=	Qualité du contact entre la géomembrane et le GCL ou la CCL
h	=	Tête hydraulique sur la géomembrane (m)
ts	=	Épaisseur du GCL ou de la CCL (m)
d	=	Diamètre de la perforation circulaire (m)
Ks	=	Conductivité hydraulique du GCL ou du CCL

Avec les valeurs typiques suivantes recommandées dans la littérature pour les paramètres de comparaison, le tableau 1 montre les débits de fuites théoriques établis pour le revêtement imperméable inférieur sur la base d'une tête hydraulique maximale de 300 mm, comme imposé par le REIMR.

A	=	10 000 m ²
n	=	2,5 par 10 000 m ² (Giroud and Bonaparte, 1989) ²
Cqo	=	Bon contact = 0,21 / Mauvais contact = 1,15
h	=	0,3 m
ts	=	CCL = 0,6 m / GCL = 0,006 m
d	=	2 mm (Giroud and Bonaparte, 1989)
ks	=	CCL = 1x10 ⁻⁷ cm/s / GCL = 3x10 ⁻⁹ cm/s

Tableau 1 Débit de fuite théorique à travers un revêtement composite inférieur pour une tête hydraulique de 300 mm sur la géomembrane

Géocomposite bentonitique GCL		Couche d'argile compactée CCL	
Bon contact	Mauvais contact	Bon contact	Mauvais contact
132 L/ha-an	721 L/ha-an	363 L/ha-an	721 L/ha-an

Les résultats démontrent que dans le cas d'un revêtement composite, le GCL offre une performance théorique de plus de deux fois supérieure à celle d'une CCL pour une tête hydraulique similaire.

² J.P. Giroud and R. Bonaparte, "Leakage Through Liners Constructed with Geomembranes, Part I", Geomembrane Liners, Geotextiles and Geomembranes, 8, 1: 27-67, 1989.

3.2 AUTRES CONSIDÉRATIONS

En plus de sa performance hydraulique supérieure, l'utilisation d'un géocomposite bentonitique permet de combler plusieurs lacunes de l'argile. En effet, contrairement à l'argile, ce type de membranes conserve sa faible conductivité hydraulique même après des cycles successifs de dessiccation et d'hydratation. Dans les mêmes conditions, l'argile est reconnue pour développer un réseau de fissures permanentes qui augmente grandement sa perméabilité globale suite à l'établissement de chemins d'infiltration préférentiels.

L'argile est également fortement susceptible aux cycles de gel et de dégel, développant de la fissuration, ce qui n'est pas le cas avec les géocomposites bentonitiques. L'argile exige également des techniques de construction soignées et un contrôle de qualité serré pour atteindre l'étanchéité recherchée et, même dans le meilleur des cas, on observe habituellement une forte variabilité de la perméabilité finale.

Finalement, un géocomposite bentonitique possède une propriété de colmatage due à la forte capacité de gonflement de la bentonite contenue entre les deux géotextiles. Selon Benson (1992), il est évalué que le géocomposite bentonitique conserve sa faible perméabilité avec des perforations pouvant atteindre près de 40 mm.

Pour toutes ces considérations, il est proposé d'utiliser une membrane géocomposite bentonitique à titre d'équivalence à la composante argileuse prescrite par le *REIMR* pour le niveau de protection inférieur.

ANNEXE

F

**ÉQUIVALENCE DU GÉOFILET
DE DRAINAGE**

ANNEXE F - ÉQUIVALENCE DU GÉOFILET DE DRAINAGE

Il est souvent présumé qu'un géofilet de drainage ayant la même transmissivité hydraulique que la couche de drainage granulaire imposée par le projet de *Règlement sur l'élimination des matières résiduelles* pour le système de détection de fuite est équivalent. Cette affirmation n'est véridique que dans le cas où l'écoulement de lixiviat est confiné et que la couche de drainage ou le géofilet sont complètement remplis de liquide.

En réalité, l'équivalence doit être démontrée sur la base d'un écoulement non confiné et dans ces conditions, le géofilet doit posséder une transmissivité hydraulique supérieure à celle de la couche de drainage selon la formule suivante (Giroud et al., 2000)¹

$$\theta_{\text{NET}} = E \theta_{\text{SOL}}$$
$$E = \frac{1}{0,88} \left[1 + \frac{t}{0,88 L} \frac{\cos \beta}{\tan \beta} \right]$$

où

E	=	Facteur d'équivalence
t _{SOL}	=	Épaisseur de la couche de drainage granulaire (m)
L	=	Longueur de drainage (m)
β	=	Pente de drainage
θ _{SOL}	=	Transmissivité de la couche de drainage granulaire (m ² /s)
θ _{NET}	=	Transmissivité requise pour le géofilet de drainage (m ² /s)

Le facteur d'équivalence E diminue avec l'augmentation de la pente ou de la longueur de drainage. En considérant que la pente minimale autorisée par la réglementation est de 2%, que l'épaisseur autorisée de la couche de drainage granulaire est de 30 cm et que la distance de drainage maximale utilisée dans le cas du LET de Saint-Sophie est de 50 m, le facteur d'équivalence requis est de 1,52.

La transmissivité hydraulique θ_{SOL} de la couche de drainage imposée par le MDDEP au niveau du système de détection de fuite est de 3,00 x 10⁻⁵ m²/s. Le géofilet doit donc posséder une transmissivité hydraulique minimale θ_{NET} de 4,57 x 10⁻⁵ m²/s. Le géofilet de drainage spécifié au devis possède une transmissivité minimale de 2,00 x 10⁻³ m²/s (gradient de 0,1 à 479 kPa) ce qui est supérieur au minimum requis par le facteur d'équivalence.

¹ GIROUD J.P., ZHAO A., BONAPARTE R., 2000. *The myth of hydraulic equivalency between geosynthetic and granular liquid collection layers*. Geosynthetics International, vol. 7, Nos 4-5.

ANNEXE

G

**ANALYSE STRUCTURALE
DES CONDUITES**

ANNEXE G – ANALYSE STRUCTURALE DES CONDUITES

1. Hypothèses

➤ Description des conduites

Collecteur principal 1 ^{er} niveau	→	PeHD DR 11, 200 mm ϕ
Collecteur principal 2 ^e niveau	→	PeHD DR 11, 150 mm ϕ
Collecteur secondaire 1 ^{er} niveau	→	PeHD DR 11, 150 mm ϕ

➤ Cas critique

Élévation maximale de matières résiduelles : 48 m

L'élévation maximale de matières résiduelles est atteinte vis-à-vis de la conduite secondaire du premier niveau. Dans le cas des conduites principales, l'élévation maximale des matières résiduelles est de 48 m.

➤ Poids unitaire du sol au-dessus de la conduite :

$$= (\gamma_{\text{couche drainante et pierre nette}} \times h_{\text{couche drainante et pierre nette}}) + (\gamma_{\text{déchets et recouvrement journalier}} \times h_{\text{déchets et recouvrement journalier}}) + (\gamma_{\text{couvert final}} \times h_{\text{couvert final}})$$

$\gamma_{\text{couche drainante + pierre nette}}$	=	2 000 kg/m ³
$h_{\text{couche drainante + pierre nette}}$	=	0,5 m

$\gamma_{\text{déchet +recouvrement journalier}}$	=	1 300 kg/m ³
$h_{\text{déchet +recouvrement journalier}}$	=	48 m

$\gamma_{\text{recouvrement final}}$	=	2000 kg/m ³
$h_{\text{recouvrement final}}$	=	0,9 m

➤ Ajustement pour conduites perforées

$$\text{Charge de conception} = \text{charge réelle} \times \frac{L}{L - L_p}$$

$$L_p = L / e_p \times d_p$$

où

L = Longueur unitaire de la conduite

L_p = Longueur cumulative des perforations par longueur unitaire de conduite

e_p = Espacement des perforations c/c

d_p = Diamètre des perforations

Selon les plans accompagnant le volet technique de l'étude d'impact,

L = 1000 mm

e_p = 75 mm

d_p = 14 mm

L_p = 187 mm

2. Fléchissement

Formule d'Iowa modifiée

$$Y = \frac{D_1 K W_c r^3}{EI + 0,061 E' r^3}$$

où

Y = Déflexion verticale (po)

D₁ = Facteur de compensation pour l'accroissement du fléchissement

W_c = Charge unitaire supportée (lb/po)

r = rayon moyen de la conduite

E = module d'élasticité de la conduite (lb/po²)

I = moment d'inertie de la conduite par unité de longueur (po³)

E' = module de réaction du sol

Pour le LET de Saint-Sophie,

D₁ = 1,0

K = 0,083

$$\begin{aligned}r &= 3,014 \text{ po} && \text{pour PeHD 150 DR 11} \\&= 3,923 \text{ po} && \text{pour PeHD 200 DR 11} \\E &= 30\,000 \text{ psi} \\I &= 0,0182 \text{ (po}^4\text{/po)} && \text{pour PeHD 150 DR 11} \\&= 0,0402 \text{ (po}^4\text{/po)} && \text{pour PeHD 200 DR 11} \\E' &= 3000 \text{ psi}\end{aligned}$$

3. Résistance en compression

Formule de compression annulaire :

$$\sigma_c = \frac{PD}{2T}$$

où


$$\begin{aligned}\sigma_c &= \text{ampleur de la charge de compression (psi)} \\P &= \text{pression unitaire maximale (psi)} \\D &= \text{diamètre de la conduite (po)} \\T &= \text{épaisseur de la paroi}\end{aligned}$$

4. Flambage de la paroi

$$P_{cr} = 0,4 \sqrt{(32R_w B' E' \frac{EI}{D_{avg}^3})}$$

où

$$\begin{aligned}P_{cr} &= \text{charge critique pour conduite enterrée} \\E &= \text{module d'élasticité} \\I &= \text{moment d'inertie de la conduite par unité de longueur (po}^3\text{)} \\E' &= \text{module de réaction du sol} \\D_{avg} &= \text{diamètre moyen de la conduite} \\B' &= (1 + 4^{e-0.0065H})^{-1} \\&\text{où } H = \text{profondeur d'enfouissement de la conduite (ft)} \\R_w &= 1 - 0,33 (h_w / h) \\&\text{où } h_w = \text{hauteur d'eau au-dessus de la conduite (po)} \\&\quad h = \text{hauteur de sol au-dessus de la conduite (po)}\end{aligned}$$

Évaluation structurale des conduites en PEHD Adapté de System design HDPE pipe (KWH pipe Canada ltd)				
Description du projet				
Client: WM Québec - LET de Sainte-Sophie		N° projet :	171-02584-00	
Titre du projet : Étude d'impact sur l'environnement		Date :	29-mai-18	
Ingénieur de projet: Michael Alves Ribeiro				
Localisation de la conduite				
Projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie (Zone 6)		Diamètre nominal :	PEHD 200 DR11	
Type de conduite : conduites principales de collecte de lixiviat - 1er niveau		Chainage aval :	s/o	
Remarques: Drain perforé		Chainage amont :	s/o	
Paramètres de calcul - Conduite		Symbole	Unité	Valeur
Diamètre extérieur de la conduite		OD	mm	219,20
Épaisseur minimale de la paroi de la conduite		t _{min}	mm	19,91
Rayon moyen de la conduite		r	mm	99,64
Paramètres de calcul - Charge Verticale du sol (Prism load method)		Épaisseur	Masse volumique	Charge totale
		(m)	(kg/m ³)	kg/m ²
Couche 1 : Recouvrement final		0,9	2000	1800
Couche 2 : matières résiduelles (pire cas)		48	1300	62400
Couche 3 : Couche de protection au fond des cellules		0,5	2000	1000
Couche 4 :				0
Couche 5 :				0
Charge verticale totale des sols		49,4	1320	65200
Charge verticale totale des sols		V _c	Kpa	639
Ajustement pour conduite perforée		Symbole	Unité	PEHD 200 DR11
Diamètre des perforations par unité de longueur		d _p	mm	14,0
Espacement des perforations c/c		e _p	mm	75,0
Longeur cumulative des perforations par longueur unitaire des conduites		L _p	m	0,187
Charge verticale totale des sols sur conduite perforée		V _c	Kpa	786,1
Paramètres de calcul (Formule d'Iowa modifié)		Symbole	Unité	Valeur
Diamètre extérieur de la conduite		OD	inches	8,630
Diamètre intérieur de la conduite		ID	inches	7,062
Épaisseur minimale de la paroi de la conduite		t _{min}	inches	0,784
Rayon moyen de la conduite		r	inches	3,923
Module d'élasticité apparent de la conduite (30000 psi)		E	psi	30000
Moment d'inertie par unité de longueur de la section transversale de la conduite		I	inches ⁴ /inch	0,0402
Facteur de compensation pour l'accroissement du fléchissement dans le temps		D ₁	--	1
Constante de butée		K _s	--	0,083
Module de réaction du sol (voir tableau 3)		E'	psi	3000
Charge verticale totale des sols		V _c	psi	93
Charge verticale totale des sols sur la conduite perforée		V _c	psi	114
Charge verticale des sols sur la conduite par unité de longueur		W _{cp}	lbs/inch	800
Charge verticale des sols sur la conduite perforée par unité de longueur		W _{cp}	lbs/inch	984
Charge vive sur la conduite causée par la circulation (voir figure 3)		V _w	psi	0
Charge vive sur la conduite par unité de longueur		W _w	lbs/inch	0
Charge totale		V _T	psi	93
Charge totale sur la conduite perforée		V _T	psi	114
Charge totale par unité de longueur		W _T	lbs/inch	800
Charge totale par unité de longueur équivalente		W _T	lbs/inch	984
Résistance en compression (Ring compression formula)		Symbole	Unité	Valeur
Charge compressive maximale admissible (psi)		σ _c	psi	800
Charge compressive calculée dans la paroi de la conduite		σ _c	psi	510
Charge compressive calculée dans la paroi de la conduite perforée		σ _c	psi	627
Déflexion verticale maximale (Formule d'Iowa modifiée)		Symbole	Unité	Valeur
Déflexion verticale calculée pour la conduite (Formule d'Iowa modifié)		Y	inches	0,327
Déflexion verticale calculée pour la conduite perforée (Formule d'Iowa modifié)		Y	inches	0,402
Déflexion verticale admissible retenue (Voir tableau 1 et référence)		Y/OD _{ADM}	%	3,3%
Déflexion sur le diamètre moyen de la conduite		Y/OD	%	3,8%
Déflexion sur le diamètre moyen de la conduite perforée		Y/OD	%	4,7%
Flambage de la paroi σ _a < q _a		Symbole	Unité	Valeur
Desing Factor = 0,40		DF	--	0,4
Hauteur de l'eau souterraine au-dessus de la conduite		hw	inches	0
Hauteur du sol au-dessus de la conduite		h	inches	1795
Pression de vacuum dans la conduite		Pv	psi	0
Facteur de poussée d'archimède		Rw		1,0
Coefficient empirique du support élastique		B'		1,0
Charge maximale de flambage acceptable		q _a	psi	196
Charge de flambage appliquée		σ _a	psi	102
Charge de flambage appliquée conduite perforée		σ _a	psi	125

Harrison S., Watkins R.K. HDPE leachate collection pipe design by fundamentals of mechanics. 19th International Madison Waste Conference, Municipal and Industrial waste. University of Wisconsin-Madison, september 25-26, 1996.

-The field evidence of case histories show that deflection up to at least 20% do not lead to failure (Case histories on file at ASTM);


- Ease of cleaning considerations suggest that deflection should be kept below 5% à 7%;

- Fortunately for landfill designer, deflection should not usually be an issue.

Sharma H.D., Lewis P.L., 1994. "Waste Containment Systems, Waste Stabilization and Landfills, Design and evaluation". John Wiley & sons inc.

- If the prism load equation is use, the deflection lag factor can be reduce to 1.0 because the prism load has been found to be approximately 1.5 times greater than the load determined using Marston's equation.

Tableau 1 Déflexion maximale admissible	
Ratio dimension	%Déflexion admissible
32,5	8,6
26	6,5
21	5
17	4
11	3,3
9	2,6

Évaluation structurale des conduites en PEHD Adapté de System design HDPE pipe (KWH pipe Canada ltd)			
Description du projet			
Client: WM Québec - LET de Sainte-Sophie		N° projet :	171-02584-00
Titre du projet : Étude d'impact sur l'environnement		Date :	29-mai-18
Ingénieur de projet: Michael Alves Ribeiro			
Localisation de la conduite			
Projet d'agrandissement du LET de Sainte-Sophie (Zone 6)		Diamètre nominal :	PEHD 150 DR11
Type de conduite : Conduites secondaires de collecte de lixiviat - 1er niveau		Chainage aval :	s/o
Remarques: Drain perforé		Chainage amont :	s/o
Paramètres de calcul - Conduite		Symbole	Valeur
Diamètre extérieur de la conduite		OD	mm
Épaisseur minimale de la paroi de la conduite		t _{min}	mm
Rayon moyen de la conduite		r	mm
Paramètres de calcul - Charge Verticale du sol (Prism load method)		Épaisseur	Charge totale
		(m)	kg/m ²
Couche 1 : Recouvrement final		0,9	1800
Couche 2 : matières résiduelles (pire cas)		48	62400
Couche 3 : Couche de protection au fond des cellules		0,5	1000
Couche 4 :			0
Couche 5 :			0
Charge verticale totale des sols		49,4	65200
Charge verticale totale des sols		V _c	Kpa
Ajustement pour conduite perforée		Symbole	PEHD 150 DR11
Diamètre des perforations par unité de longueur		d _p	mm
Espacement des perforations c/c		e _p	mm
Longeur cumulative des perforations par longueur unitaire des conduites		L _p	m
Charge verticale totale des sols sur conduite perforée		V _c	Kpa
Paramètres de calcul (Formule d'Iowa modifié)		Symbole	Valeur
Diamètre extérieur de la conduite		OD	inches
Diamètre intérieur de la conduite		ID	inches
Épaisseur minimale de la paroi de la conduite		t _{min}	inches
Rayon moyen de la conduite		r	inches
Module d'élasticité apparent de la conduite (30000 psi)		E	psi
Moment d'inertie par unité de longueur de la section transversale de la conduite		I	inches ⁴ /inch
Facteur de compensation pour l'accroissement du fléchissement dans le temps		D _t	--
Constante de butée		K _s	--
Module de réaction du sol (voir tableau 3)		E'	psi
Charge verticale totale des sols		V _c	psi
Charge verticale totale des sols sur la conduite perforée		V _c	psi
Charge verticale des sols sur la conduite par unité de longueur		W _{cp}	lbs/inch
Charge verticale des sols sur la conduite perforée par unité de longueur		W _{cp}	lbs/inch
Charge vive sur la conduite causée par la circulation (voir figure 3)		V _w	psi
Charge vive sur la conduite par unité de longueur		W _w	lbs/inch
Charge totale		V _T	psi
Charge totale sur la conduite perforée		V _T	psi
Charge totale par unité de longueur		W _T	lbs/inch
Charge totale par unité de longueur équivalente		W _T	lbs/inch
Résistance en compression (Ring compression formula)		Symbole	Valeur
Charge compressive maximale admissible (psi)		σ _c	psi
Charge compressive calculée dans la paroi de la conduite		σ _c	psi
Charge compressive calculée dans la paroi de la conduite perforée		σ _c	psi
Déflexion verticale maximale (Formule d'Iowa modifiée)		Symbole	Valeur
Déflexion verticale calculée pour la conduite (Formule d'Iowa modifié)		Y	inches
Déflexion verticale calculée pour la conduite perforée (Formule d'Iowa modifié)		Y	inches
Déflexion verticale admissible retenue (Voir tableau 1 et référence)		Y/OD _{ADM}	%
Déflexion sur le diamètre moyen de la conduite		Y/OD	%
Déflexion sur le diamètre moyen de la conduite perforée		Y/OD	%
Flambage de la paroi σ _a < q _a		Symbole	Valeur
Desing Factor = 0,40		DF	--
Hauteur de l'eau souterraine au-dessus de la conduite		hw	inches
Hauteur du sol au-dessus de la conduite		h	inches
Pression de vacuum dans la conduite		Pv	psi
Facteur de poussée d'archimède		Rw	
Coefficient empirique du support élastique		B'	
Charge maximale de flambage acceptable		q _a	psi
Charge de flambage appliquée		σ _a	psi
Charge de flambage appliquée conduite perforée		σ _a	psi

Harrison S., Watkins R.K. HDPE leachate collection pipe design by fundamentals of mechanics. 19th International Madison Waste Conference, Municipal and Industrial waste. University of Wisconsin-Madison, september 25-26, 1996.

-The field evidence of case histories show that deflection up to at least 20% do not lead to failure (Case histories on file at ASTM);

- Ease of cleaning considerations suggest that deflection should be kept below 5% à 7%;

- Fortunately for landfill designer, deflection should not usually be an issue.

Sharma H.D., Lewis P.L., 1994. "Waste Containment Systems, Waste Stabilization and Landfills, Design and evaluation". John Wiley & sons inc.

- If the prism load equation is use, the deflection lag factor can be reduce to 1.0 because the prism load has been found to be approximately 1.5 times greater than the load determined using Marston's equation.

Tableau 1 Déflexion maximale admissible	
Ratio dimension	%Déflexion admissible
32,5	8,6
26	6,5
21	5
17	4
11	3,3
9	2,6

ANNEXE

H

**PERFORMANCE DE LA COUCHE
DE DRAINAGE DU LIXIVIAT**

ANNEXE H – PERFORMANCE DE LA COUCHE DE DRAINAGE DU LIXIVIAT

1. Objectifs

La présente section vise à calculer le facteur de sécurité du réseau de collecte des eaux de lixiviation en fonction du débit généré par le LET. L'objectif consiste à vérifier le respect d'un facteur de sécurité acceptable avec l'utilisation d'une pierre nette possédant une perméabilité de 0,3 cm/s en guise de couche de drainage, tout en s'assurant que la tête d'eau, sur le système d'imperméabilisation, n'excède pas 30 cm, comme prescrit dans la réglementation québécoise.

2. Méthodologie

L'analyse consiste à calculer le facteur de sécurité. La formule utilisée se résume comme suit : (Giroud, Zornerg, and Zhao, 2000).

$$FS_h = k \left[\frac{\frac{t_{\text{permis}} \cdot \sin \beta}{L} + \left(\frac{t_{\text{permis}} \cdot \cos \beta}{L} \right)^2}{q_h} \right]$$

où :

FS_h	=	facteur de sécurité
k_{req}	=	perméabilité de la couche drainante (m/s)
q_h	=	taux d'infiltration (m/s)
β	=	pente de la couche drainante
t_{permis}	=	hauteur de liquide permise (m)
L	=	longueur de drainage (m)

3. Valeurs des paramètres

Les valeurs des paramètres utilisées pour la présente analyse sont résumées comme suit :

$$\begin{aligned}k &= 0,3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \\q_h &= 1,18 \times 10^{-7} \text{ m/s} \quad (\text{voir la section 4 ci-après}) \\ \beta &= \tan^{-1}(0,02) = 1,1458^\circ \\ t_{\text{permis}} &= 0,3 \text{ m} \\ L &= 50 \text{ m}\end{aligned}$$

4. Calcul du débit unitaire

Le débit de lixiviat généré par le LET a été évalué avec le modèle HELP en supposant une cellule ouverte d'un hectare et une hauteur de 3 m de matières résiduelles saturées. Ce débit a été estimé à $10,2 \text{ mm/j} = 1,18 \times 10^{-7} \text{ m/s}$.

5. Résultats

$$\begin{aligned}FS_h &= k \left[\frac{\frac{t_{\text{permis}} \cdot \sin \beta}{L} + \left(\frac{t_{\text{permis}} \cdot \cos \beta}{L} \right)^2}{q_h} \right] \\ FS_h &= 0,3 \cdot 10^{-2} \left[\frac{\frac{0,3 \cdot \sin 1,1458}{50} + \left(\frac{0,3 \cdot \cos 1,1458}{50} \right)^2}{1,18 \cdot 10^{-7}} \right] \\ FS_h &= 0,3 \cdot 10^{-2} \left[\frac{1,2 \cdot 10^{-4} + 3,6 \cdot 10^{-5}}{1,18 \cdot 10^{-7}} \right] = 3,96\end{aligned}$$

Un facteur de sécurité de l'ordre de 3,96 est jugé acceptable.

ANNEXE



ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT

TABLEAU PRÉSENTANT L'ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT - LES & LET DE SAINTE-SOPHIE (WM QC)																							
				NOUVELLES ZONES (ZONES 4, 5 ET 6)											INTRANTS, FACTEURS DE CORRECTION ET RÉSULTATS DE LA PRODUCTION DE LIXIVIAT POUR L'ENSEMBLE DU SITE								
				Superficie en opération			Superficie avec recouvrement final			Superficie avec recouvrement intermédiaire					Précipitation annuelle réelle selon Météomédia ou le MDDELCC	Précipitation annuelle moyenne utilisée pour le modèle	Correction modèle selon précipitation annuelle réellement reçue	SOUS-TOTAL	Augmentation des précipitations totale évolution climat (selon Ouranos)	Écart-type sur l'augmentation	TOTAL		Volume annuel réellement traité
				Superficie	Taux production lixiviat	Volume lixiviat à traiter	Superficie	Taux production lixiviat	Volume lixiviat à traiter	Superficie	Taux production lixiviat	Précipitations déviées par rec. temporaire	Précipitations déviées s'infiltrant dans LET	Volume lixiviat à traiter							MIN.	MAX.	
Année	m ²	m ³ /m ²	m ³	m ²	m ³ /m ²	m ³	m ²	m ³ /m ²	m ³	m ²	m ³ /m ²	m ³ /m ²	%	m ³	mm	mm	%	m ³	%	%	m ³	m ³	m ³
2012	850323	0,140	119045	122555	0,800	98044	191105	0,050	9555	0	0,100	0,900	30	0	975	1062	-8,18	208110	---	---	---	---	228551
2013	850323	0,140	119045	154767	0,800	123814	210550	0,050	10528	0	0,100	0,900	30	0	1029	1062	-3,09	245551	---	---	---	---	271155
2014	850323	0,140	119045	192966	0,800	154373	220688	0,050	11034	0	0,100	0,900	30	0	1109	1062	4,44	297088	---	---	---	---	233964
2015	850323	0,140	119045	214740	0,800	171792	240965	0,050	12048	0	0,100	0,900	30	0	1128	1062	6,23	321759	---	---	---	---	247699
2016	850323	0,140	119045	226517	0,800	181214	275465	0,050	13773	0	0,100	0,900	30	0	1046	1062	-1,49	309350	---	---	---	---	277362
2017	850323	0,140	119045	226497	0,800	181198	309965	0,050	15498	0	0,100	0,900	30	0	1084	1062	2,09	322332	---	---	---	---	325054
2018	850323	0,140	119045	271873	0,800	217499	309965	0,050	15498	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	352042	1,69	36,00	357991	360168	---
2019	850323	0,140	119045	270000	0,800	216000	372231	0,050	18612	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	353656	1,93	36,00	360486	362992	---
2020	850323	0,140	119045	230058	0,800	184046	499296	0,050	24965	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	328056	2,17	36,00	335183	337804	---
2021	850323	0,140	119045	240398	0,800	192318	527567	0,050	26378	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	337742	2,41	36,00	345894	348900	---
2022	850323	0,140	119045	196064	0,800	156851	571901	0,050	28595	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	304491	2,66	36,00	312576	315564	---
2023	850323	0,140	119045	211840	0,800	169472	606335	0,050	30317	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	318834	2,90	36,00	328069	331490	---
2024	850323	0,140	119045	218880	0,800	175104	620985	0,050	31049	8995	0,100	0,900	30	3328	---	1062	---	328527	3,14	36,00	338836	342663	---
2025	850323	0,140	119045	166480	0,800	133184	636435	0,050	31822	75700	0,100	0,900	30	28009	---	1062	---	312060	3,38	36,00	322605	326530	---
2026	850323	0,140	119045	166480	0,800	133184	643185	0,050	32159	91595	0,100	0,900	30	33890	---	1062	---	318279	3,62	36,00	329803	334101	---
2027	850323	0,140	119045	166480	0,800	133184	670935	0,050	33547	94060	0,100	0,900	30	34802	---	1062	---	320578	3,86	36,00	332959	337588	---
2028	850323	0,140	119045	166480	0,800	133184	705885	0,050	35294	127750	0,100	0,900	30	47268	---	1062	---	334791	4,10	36,00	348529	353678	---
2029	850323	0,140	119045	166480	0,800	133184	716785	0,050	35839	164515	0,100	0,900	30	60871	---	1062	---	348939	4,34	36,00	364100	369795	---
2030	850323	0,140	119045	160415	0,800	128332	757535	0,050	37877	146150	0,100	0,900	30	54076	---	1062	---	339329	4,59	36,00	354892	360751	---
2031	850323	0,140	119045	158180	0,800	126544	795635	0,050	39782	127420	0,100	0,900	30	47145	---	1062	---	332516	4,83	36,00	348569	354627	---
2032	850323	0,140	119045	155335	0,800	124268	829185	0,050	41459	108635	0,100	0,900	30	40195	---	1062	---	324967	5,07	36,00	341440	347671	---
2033	850323	0,140	119045	152870	0,800	122296	856385	0,050	42819	100570	0,100	0,900	30	37211	---	1062	---	321371	5,31	36,00	338437	344907	---
2034	850323	0,140	119045	149825	0,800	119860	884085	0,050	44204	124400	0,100	0,900	30	46028	---	1062	---	329137	5,55	36,00	347410	354354	---
2035	850323	0,140	119045	149825	0,800	119860	939085	0,050	46954	98370	0,100	0,900	30	36397	---	1062	---	322256	5,79	36,00	340925	348035	---
2036	850323	0,140	119045	149825	0,800	119860	989385	0,050	49469	65125	0,100	0,900	30	24096	---	1062	---	312471	6,03	36,00	331327	338524	---
2037	850323	0,140	119045	146755	0,800	117404	1015385	0,050	50769	58995	0,100	0,900	30	21828	---	1062	---	309047	6,28	36,00	328442	335862	---
2038	850323	0,140	119045	142745	0,800	114196	1051535	0,050	52577	42695	0,100	0,900	30	15797	---	1062	---	301615	6,52	36,00	321272	328810	---
2039	850323	0,140	119045	139280	0,800	111424	1087485	0,050	54374	30675	0,100	0,900	30	11350	---	1062	---	296193	6,76	36,00	316212	323906	---
2040	850323	0,140	119045	121555	0,800	97244	1164285	0,050	58214	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	274503	7,00	36,00	293719	301120	---
2041	850323	0,140	119045	0	0,800	0	1280435	0,050	64022	0	0,100	0,900	30	0	---	1062	---	183067	7,24	36,00	196324	201441	---

* L'augmentation des précipitations totales (pluie + neige) dans le temps est basée sur la médiane des simulations climatiques globales de l'ensemble CMIP5 (GIEC, 2014) pour les deux scénarios d'émission de GES RCP4.5 et RCP8.5 pour l'horizon 2020 (2011 à 2040) du rapport d'Ouranos sur la synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec (Ouranos, 2015). En fait, le maximum et le minimum des médianes des ensembles de simulations CMIP5 pour les deux scénarios de GES RCP4.5 (33 modèles de CMIP) et RCP8.5 (29 modèles de CMIP) ont été retenus afin de calculer l'équation de la courbe de tendance sur la période de 29 ans (2011-2040) qui constitue l'horizon 2020. La courbe de tendance est de type : y=ax+b, b est le minimum entre les deux scénarios (RCP4.54 et RCP8.5), a est égal à 0. Pour x=29, a=[(7-0)/29] (+7 est le maximum des deux scénarios), donc a=0.241. Par conséquent, l'équation de la courbe de tendance est: y=0.241x, x étant le rang de l'année et y représente le pourcentage de majoration pour l'année de rang x. Cette équation a été utilisée afin de calculer le pourcentage de majoration à considérer pour chaque année de 2011 à 2041, en extrapolant la courbe de tendance sur une année de plus (2041). Aussi, la moyenne des précipitations totales annuelles considérée, soit 1062 mm, se base sur les précipitations annuelles totales réelles en provenance de Météomédia et du MDDELCC pour les années 2012 à 2017 et est plus contraignante que celle recommandée par Ouranos pour cette période, soit 1054 mm.

* L'écart-type sur les pourcentages de majoration pour chaque année de l'horizon 2020 (de 2011 à 2040) a été calculé sur la base de la variation maximale des médianes des deux ensembles de simulations climatiques globales, CMIP RCP8.5 et CMIP RCP4.5. Ainsi, le pire scénario a été retenu avec une valeur maximale d'écart-type de 36%, appliquée sur le pourcentage de majoration de chaque année. Par conséquent la valeur de majoration maximale à l'année 2041 sera égale à +9,85 %.

Acronymes
CMIP5 Coupled Model Intercomparison Project
GEF Gaz à Effet de Serre
RCP Representative Concentration Pathways

Références
Ouranos (2015). Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Partie 1 : Évolution climatique au Québec. Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos, 114 p.
IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

ANNEXE

J

**COMPOSITION DU LIXIVIAT
TRAITÉ DE 2014 À 2018**

Annexe J : Sommaire des résultats analytiques disponibles pour le lixiviat brut à la sortie du bassin d'accumulation de 2014 à juin 2018 (station de pompage SP-9)

			Phénols-4AAP	Phosphore total ^{Note 1}	Ortho- phosphate	Zinc total	Zinc soluble (Zn)	Azote ammonical	DCO	DCO Soluble	Azote total Kjeldahl	pH	Alcalinité totale (en CaCO3) pH 4.5	Matières en suspension	Matières volatiles en suspension	DBO	DBO Soluble	Solides dissous total	Calcium	Demande biochimique en oxygène carbonée (DBO _{5C})
			mg/L	(PT) mg/L	(OP04) mg/L	(Zn) mg/L	mg/L	(N-NH3) mg/L	(COD) mg/L	mg/L	(NTK-N) mg/L	pH	(CaCO ₃) mg/L	(TSS) mg/L	(VSS) mg/L	(BOD ₅ or <i>BOD_{sc}</i>) mg/L	(DBO _{5C Sol.}) mg/L	(TDS) mg/L	(Ca) mg/L	mg/L
Sample Date	Maxxam Job #	Maxxam Sample ID	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result
mai 27, 2014	B429347	Y48762	0,38	5,3		0,37		570	2600		640	7,94	3700	90		1100				
juin 03, 2014	B431211	Y57646	0,39	55		0,24		590	2400		700	7,76	3800	180		1300				
juin 10, 2014	B433204	Y68135	0,42	49		0,26		570	2300		660	7,93	3800	32		1000				
juin 17, 2014	B435082	Y76874	0,7	62		0,18		560	2200		640	7,72	3500	79		850				
juin 25, 2014	B436855	Y84961	0,56	4		0,17		500	1900		570	7,78	3200	31		840				
juil 02, 2014	B438242	Y92120	0,5	44		0,18		510	2300		550	7,84	3300	35		1000				
juil 15, 2014	B442000	Z09383	0,38	4,5		0,18		470	2100		540	7,82	3500	83		1100				
juil 22, 2014	B443837	Z18224	0,32	47		0,14		580	2100		590	7,98	3700	45		850				
juil 29, 2014	B445581	Z26531	0,042	4,3		0,11		560	1800		640	8,05	3600	32		670				
août 05, 2014	B447066	Z34257	0,048	4,2		0,14		580	1700		630	8,15	3900	38		610				
août 12, 2014	B448925	Z43319	0,043	5,1		0,23		600	1500		670	8,21	4100	100		380				
août 19, 2014	B450637	Z52155	0,046	4,6		0,29		610	1400		680	8,17	4000	150		480				
août 26, 2014	B452475	Z60918	0,13	5,3		0,35		700	1800		820	7,77	4500	63		620				
sept 04, 2014	B454658	Z72883	0,17	7,1		0,41		910	2100		940	7,58	5200	52		610				
sept 09, 2014	B455882	Z79725	0,26	7,6		0,42		860	2300		970	7,62	5400	43		720				
sept 23, 2014	B459528	Z98452	0,12	6,1		0,28		650	1700		680	8,1	4300	66		500				
sept 30, 2014	B461327	AA7304	0,28	6,5		0,32		660	1800		720	8,08	4400	53		440				
oct 07, 2014	B463165	AB5759	0,16	7		0,37		780	2100		810	7,94	1800	45		600				
oct 14, 2014	B464712	AC3418	0,22	6,7		0,4		770	2200		800	7,85	5000	33		610				
oct 21, 2014	B466611	AD2565	0,23	8,1		0,49		830	2400		900	7,9	2500	68		840				
nov 04, 2014	B470184	AF1590	0,19	430		0,46		750	2000		890	7,56	4900	110		630				
nov 11, 2014	B471912	AF9807	0,27	42		0,51		840	2200		880	7,8	5100	66		670				
nov 18, 2014	B473581	AG7464	0,22	64		0,43		770	2000		860	7,71	5000	84		670				
déc 02, 2014	B476685	AI3276	0,28	7,8		0,61		900	2500		930	7,78	5400	53		840				
déc 09, 2014	B478268	AJ1139	0,3	7,3		0,56		900	2500		1100	7,77	5500	110		800				
déc 16, 2014	B479838	AJ8770	0,4	9,2		0,61		890	2600		1100	7,76	5800	42		960				
déc 22, 2014	B481141	AK5745	0,38	11		0,86		990	3000		1100	7,66	6200	38		500				
déc 30, 2014	B481506	AK7249	0,38	7,8		0,87		970	3000		1100	7,64	5900	48		840				
janv 06, 2015	B500463	AK9023	0,37	8,6		0,97		880	3100		980	7,69	5600	73		1300				
janv 13, 2015	B501711	AL3796	0,48	11		1		790	3100		1000	7,59	3000	48		1300				
janv 20, 2015	B502930	AL8452	0,37	9,3		1		980	3100		1100	7,59	5800	44		1000				
janv 22, 2015	B503805	AM2146						1100	3100				5900	60	40	960				
janv 27, 2015	B504246	AM3839	0,86	430		1		990	3300		1100	7,29	5800	150		1000				
févr 03, 2015	B505386	AM9747	0,39	10		1,1		1100	2900		1200	7,55	6200	45		1300				
févr 10, 2015	B506675	AN4724	0,4	9,9		0,94		1100	3200		1300	7,48	6200	72		1100				
févr 17, 2015	B507821	AN9556	0,43	9,6		1		1000	3100		1200	7,53	6100	32		650				
févr 24, 2015	B508968	AO4342	0,44	8		0,93		1100	3300		1200	7,58	6200	32		1000				
mars 03, 2015	B510252	AO9876	0,4	8,6		0,88		1100	3100		1300	7,59	6300	240		1100				
juin 09, 2015	B530924	AY1050						680	1900			7,46	4600			660				
juil 20, 2015	B540556	BC7712	0,35	7,7	3,8	0,81		940	3100		1000	7,43	5300	39		1500				
sept 22, 2015	B556820	BK1929		6,6		0,39		860	3200		1000	7,44	5700	78		1300				

Annexe J : Sommaire des résultats analytiques disponibles pour le lixiviat brut à la sortie du bassin d'accumulation de 2014 à juin 2018 (station de pompage SP-9)

			Phénols-4AAP	Phosphore total ^{Note 1}	Ortho- phosphate	Zinc total	Zinc soluble (Zn)	Azote ammonical	DCO	DCO Soluble	Azote total Kjeldahl	pH	Alcalinité totale (en CaCO3) pH 4.5	Matières en suspension	Matières volatiles en suspension	DBO	DBO Soluble	Solides dissous total	Calcium	Demande biochimique en oxygène carbonée (DBO _{5C})	
			mg/L	(PT) mg/L	(OP04) mg/L	(Zn) mg/L	mg/L	(N-NH3) mg/L	(COD) mg/L	mg/L	(NTK-N) mg/L	pH	(CaCO ₃) mg/L	(TSS) mg/L	(VSS) mg/L	(BOD ₅ or BOD_{5C}) mg/L	(DBO _{5C Sol.}) mg/L	(TDS) mg/L	(Ca) mg/L	mg/L	
Sample Date	Maxxam Job #	Maxxam Sample ID	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	
oct 13, 2016	B671628	DD0051	0,4	4,9				780	3200			7,57	4700	97		1300					
nov 10, 2016	B679716	DH2276	0,35	3,5		1,6		750	2900			7,57	3800	91		1600					
sept 07, 2017	B754625	EN5100	0,3	5		1,6		880	2700			7,74	5300	53		1200		7000	200		
sept 22, 2017	B758017	EP5499	0,3	6,2		2,1		1200	2600			7,8	5200	180		1300		6000	220		
oct 03, 2017	B760311	ER1445	0,35	7,1		1		1600	3100			7,62	7100	41		1000		8100			
oct 17, 2017	B762852	ES5329	0,76	7,8		1,4		1600	6200			7,4	7300	200		3700		11000	450		
nov 01, 2017	B765656	EU1198	0,84	8,2		2		1700	6100			7,45	7300	140		4100		10000	520		
nov 15, 2017	B768764	EV9060	0,86	6,2		2,3		1200	5900			7,32	6100	110		3300		9000	410		
nov 28, 2017	B770953	EX1602		4,9	<0.25	1,2	0,15	860	4000	4000	960	7,45	4900	52	40	1900	1800	7100	340	1900	
déc 05, 2017	B772133	EX9134				0,73	0,014	850	3000	2700		7,55	4200			1200	1300			1200	
déc 12, 2017	B773584	EY7040	0,25	3,8	<0.25	0,34	0,064	670	2400	2300	820	7,8	3800	44	25	900	850	5500	200	900	
déc 19, 2017	B774694	EZ2545		7,1	3	0,22	0,043	980	2100	1900	1000	7,68	5300	37	20	410	370	6200	160	410	
janv 03, 2018	B800260	EZ8182		7,9	4,3	1	0,25	1500	5100	4600	1600	7,58	7500	85	50	2000	2300	9400	280	2000	
janv 17, 2018	B801903	FA4703		6,5	1,6	0,64	0,0095	1100		3400	1200	7,56	6700	78	53		1800				
févr 06, 2018	B804331	FB5508		6,3	1,5	1,1	0,023	930	3100	3200	1300	7,56	5700	87	65	1700	1700	7700	270	1700	
mars 07, 2018	B808023	FD1834		4,4	0,34	1,2	0,23	640	2500	2300	550	7,15	3700	110	77	1500	1200	5400	250	1500	
mars 19, 2018	B809259	FD7635		5,3	0,78	1,3		580		3100	710	7,43	4100	150	180		1400				
avr 11, 2018	B812265	FE9912		5	1,1	1	0,016	590	2800	2000	680	7,38	4200	110	55	1300	1200	7600	220	1300	
			Concentration																		
			Moyenne	0,36	6,79	2,05	0,74	0,09	863	2767	2950	902	7,68	4925	78	61	1116	1392	7692	293	1364
			Écart-Type	0,20	1,95	1,46	0,52	0,10	277	1016	883	248	0,23	1245	47	45	719	545	1757	113	532
			Minimale	0,04	3,50	0,34	0,11	0,01	470	1400	1900	540	7,15	1800	31	20	380	370	5400	160	410
			Maximale	0,86	11,00	4,30	2,30	0,25	1700	6200	4600	1600	8,21	7500	240	180	4100	2300	11000	520	2000

Note 1: Les échantillons du lixiviat brut sont prélevés à l'entrée du RBS mais après le point d'injection de l'acide phosphorique amenant des résultats non représentatifs lorsque le dosage est en opération. Les résultats jugés non représentatifs d'un lixiviat ont été exclus de l'analyse statistique.

ANNEXE

K

DEVIS D'ASSURANCE-QUALITÉ
TYPE POUR LES MATÉRIAUX
GÉOSYNTHÉTIQUES

ANNEXE K - DEVIS D'ASSURANCE-QUALITÉ TYPE POUR LES MATÉRIAUX GÉOSYNTHÉTIQUES GÉOSYNTHÉTIQUES

1. Généralités

1.1 Portée des travaux

Se référer au bordereau de soumission et aux plans, complémentaires à la présente section générale pour plusieurs projets. Même pendant l'installation des géosynthétiques livrés¹, le Maître de l'ouvrage pourra demander au Manufacturier de remplacer des géosynthétiques qui lui paraissent problématiques² et de rembourser tous les frais directs et indirects impliqués³.

1.2 Aux intervenants définis au chapitre E s'ajoutent :

- Le Manufacturier qui produit et livre les géosynthétiques (Entrepreneur du chapitre E).
- Le Laboratoire d'assurance qualité: Groupe CTT, projet CCT (xxxx-xxx à venir), 3000 rue Boullé, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 1H9 Canada.

1.3 Références

Geosynthetic Research Institute

- GRI GCL3 « Test Methods, Required Properties and Testing Frequencies of Geosynthetic Clay Liners (GCLs) »
- GRI GM13 « Test Methods Test Properties and Testing Frequency for High Density Polyethylene (HDPE) Smooth and Textured Geomembrane »
- GRI GM17 « Test Methods, Test Properties and Testing Frequency for Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Smooth and Textured Geomembranes »
- GRI GT12(a)* - ASTM Version « Test Methods and Properties for Nonwoven Geotextiles Used as Protection (or Cushioning) Materials »
American Society for Testing and Material
US Environmental Protection Agency
Standard Council of Canada

2. Qualification du Manufacturier

Il doit posséder l'expérience et les ressources nécessaires pour la réalisation du projet.

¹ Le déploiement permet parfois de constater des problématiques.

² Non-uniformité visuelle du produit, comme l'épaisseur.

³ Considérant une période maximale de 2 ans pour un mandat de fourniture et livraison des géosynthétiques, complété et payé.

3. Certification

3.1 Certification du Manufacturier

Le Manufacturier doit fournir au Maître d'œuvre les certificats de conformité d'usine des rouleaux.

3.2 Certification CTT

Les essais de base - dont la quantité respective par géosynthétique est le nombre entier supérieur résultant de la superficie en mètres carrés à l'article du bordereau de soumission du géosynthétique divisé par 23 000 m² (250 000 ft²) - sont payés par le Maître de l'ouvrage. Les drintubes doivent respecter les fiches techniques. Le prélèvement des échantillons représentatifs doit se faire depuis l'usine, par le Manufacturier. L'expédition à CTT (voir l'article 1.2) et les frais de dédouanement (le cas échant) doivent être payés par le Manufacturier. Toujours inscrire le numéro de projet CTT. Sur réception des résultats concluants, le Maître d'oeuvre permettra la livraison.

3.2.1 Natte bentonitique

1. Échantillonnage

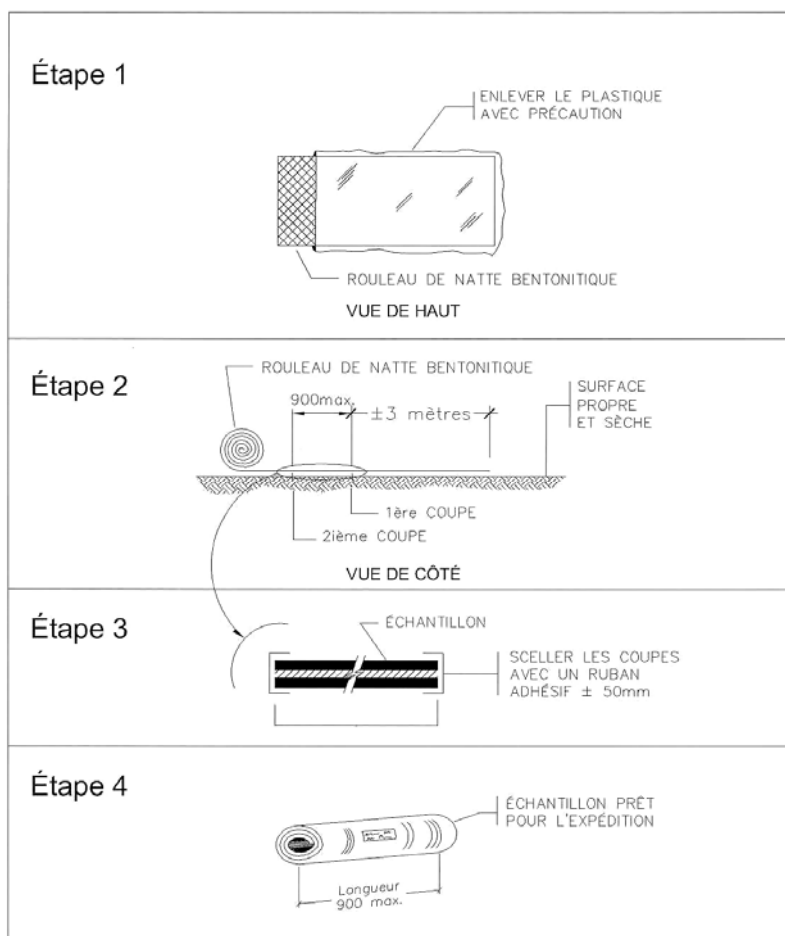
La procédure d'échantillonnage pour un rouleau de natte bentonitique est illustrée à la figure qui suit et se réalise ainsi :

Étape 1 : Sur une plate-forme (propre et sèche), enlever avec soin le plastique de protection qui recouvre la natte bentonitique. Dérouler un tour complet de la natte bentonitique et couper sur toute la largeur.

Étape 2 : Mesurer (max. 900 mm) en direction du rouleau et couper sur toute la largeur. Manipuler avec soin la bande de 900 mm et la déposer sur le rouleau.

Étape 3 : À l'aide d'un ruban adhésif de 50 mm, sceller les deux coupes sur toute la largeur de l'échantillon. Note : Règle générale, le ruban sera de type « duck tape gris », car il offre une meilleure adhérence sur les géotextiles.

Étape 4 : Après l'opération de scellement, rouler l'échantillon et le tenir en place à l'aide d'un adhésif approprié. Note : Une manipulation trop fréquente de l'échantillon détache la poudre de bentonite des géosynthétiques, ce qui a pour effet de fausser les résultats d'analyse et de rendre difficile le scellement des extrémités. Mettre l'échantillon dans un sac de plastique, fermer hermétiquement et l'expédier au Laboratoire d'assurance qualité. Remettre la bande restante de la natte bentonitique (±3 m) sur le rouleau et replacer le plastique de protection.



2. Résultats

Le tableau suivant présente les exigences pour la natte bentonitique. Sauf indication contraire, les valeurs correspondent aux MARV.

NATTE BENTONITIQUE RENFORCIE			
PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉ	EXIGENCES
Masse surfacique de la couche inférieure : géotextiles en polypropylène	ASTM D5261	g/m ²	105 tissé ou 200 non tissé
Masse surfacique de la couche intermédiaire sèche : bentonite naturelle de sodium en poudre ou granules	ASTM D5993	kg/m ²	4,34 (0,89 lb/ft ²)
Masse surfacique de la couche supérieure : géotextiles en polypropylène	ASTM D5261	g/m ²	200 (5,9 oz/yd ²)
Gonflement de la bentonite	ASTM D5890	ml/2g	24 (min)

NATTE BENTONITIQUE RENFORCIE			
Volume de filtrat	ASTM D5891	ml	18 (max)
Résistance à la tension	ASTM D6768	kN/m	5 (30 lbs/in)
Résistance à la délamination : pelage	ASTM D6496	N/m	610 (3,5 lbs/in)
Flux indicatif	ASTM D5887	m ³ /m ² /sec	1 x 10 ⁻⁸ (max)
Résistance au cisaillement interne	ASTM D6243	kPa	24 (typ)

3.2.2 Géomembrane

1. Échantillonnage

L'échantillon de 0,9 m de longueur sur toute la largeur du rouleau sera prélevé au début du rouleau.

2. Résultats

Les exigences minimales pour les géomembranes PEHD et PEBD sont celles du GRI GM13 et GM17. Par contre, la hauteur des aspérités est majorée à 0,5 mm pour la géomembrane texturée. Les tableaux suivants donnent les grandes lignes. Une garantie de fabrication de 20 ans est requise.

GÉOMEMBRANES PEHD					
PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉ	EXIGENCES		REMARQUES
			PEHD lisse	PEHD texturée deux faces	
Épaisseur moyenne	ASTM D5199	mm	1,5	---	
	ASTM D5994	mm	---	1,43	
Épaisseur minimale	ASTM D5199	mm	1,35	---	Les dix résultats doivent être supérieurs.
	ASTM D5994	mm	---	1,35	Huit résultats sur dix doivent être supérieurs.
		mm	---	1,28	Les dix résultats doivent être supérieurs.
Hauteur des aspérités	ASTM D7466	mm	---	0,5	Plus sévère que le 0,4 du GRI.
Densité	ASTM D792 Method B	g/cm ³	0,94	0,94	
Tension à la limite élastique	ASTM D6693	kN/m	22	22	
Élongation à la limite élastique		%	12	12	
Tension à la rupture		kN/m	40	16	
Élongation à la rupture		%	700	100	
Résistance à la déchirure	ASTM D1004	N	187	187	
Résistance à la perforation	ASTM D4833	N	480	400	Simule le comportement de la membrane contre la perforation par des pierres ou débris lorsqu'elle est soumise à une charge.
Contenu en noir de carbone	ASTM D1603	%	2 à 3	2 à 3	
Dispersion du noir de carbone	ASTM D5596	catégorie	1, 2 ou 3	1, 2 ou 3	Sur 10 résultats, 9 dans les catégories 1 ou 2 et 1 dans la catégorie 3.

GÉOMEMBRANES PEBD					
PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉ	EXIGENCES		REMARQUES
			PEBD lisse	PEBD texturée deux faces	
Épaisseur moyenne	ASTM D5199	mm	1,0	---	
	ASTM D5994	mm	---	0,95	
Épaisseur minimale	ASTM D5199	mm	0,90	---	Les dix résultats doivent être supérieurs.
	ASTM D5994	mm	---	0,90	Huit résultats sur dix doivent être supérieurs.
		mm	---	0,85	Les dix résultats doivent être supérieurs.
Hauteur des aspérités	ASTM D7466	mm	---	0,5	Plus sévère que le 0,4 du GRI.
Densité	ASTM D792 Method B	g/cm ³	≤0,939	≤0,939	
Tension à la rupture	ASTM D6693	kN/m	27	11	
Élongation à la rupture		%	800	250	
2 % Modulus (max.)	ASTM D5323	kN/m	420	420	En cas de non-respect de cette propriété, un allongement multi-axial (min.) ASTM D5617 de 30 % devra être démontré par le Manufacturier.
Résistance à la déchirure	ASTM D1004	N	100	100	
Résistance à la perforation	ASTM D4833	N	250	200	Simule le comportement de la membrane contre la perforation par des pierres ou débris lorsqu'elle est soumise à une charge.
Contenu en noir de carbone	ASTM D1603	%	2 à 3	2 à 3	
Dispersion du noir de carbone	ASTM D5596	catégorie	1, 2 ou 3	1, 2 ou 3	Sur 10 résultats, 9 dans les catégories 1 ou 2 et 1 dans la catégorie 3.

3.2.3 Géofilet

1. Échantillonnage

L'échantillon de 0,9 m de longueur sur toute la largeur du rouleau sera prélevé au début du rouleau.

2. Résultats

Le tableau suivant présente les exigences MARV pour le géofilet.

GÉOFILET			
PROPRIÉTÉ	NORME	UNITÉ	EXIGENCES
Épaisseur	ASTM D5199	mm	5 (200 mils)
Densité du polymère ou poids volumique	ASTM D792 Method B	g/cm ³	≥ 0,94
Résistance en tension	ASTM D7179	N/mm	7,9 (45 lb/in)
Contenu en noir de carbone	ASTM D1603	%	2 à 3
Transmissivité à la contrainte de service : gradient 0,1 à 479 kPa, soit 10 000 psf	ASTM D4716	m ² /s	2 x 10 ⁻³ (9,6 gal/min/ft)

3.2.4 Géotextile

1. Échantillonnage

L'échantillon de 0,9 m de longueur sur toute la largeur du rouleau sera prélevé au début du rouleau.

2. Résultats

Les tableaux suivants présentent les exigences MARV pour les géotextiles.

GÉOTEXTILE NON-TISSÉ AIGUILLETÉ, EN POLYPROPYLENE							
PROPRIETE	NORME	UNITE	TYPE 1	TYPE 3	TYPE 4	TYPE 6	TYPE 7
Masse surfacique	ASTM D5261	oz/sy g/m ²	16 542	4 136	28 930	6 203	8 271
Résistance à la rupture	ASTM D4632	lbs N	370 1 640	120 534	500 2 250	160 712	220 979
Poinçonnement CBR	ASTM D6241	lbs kN	900 4	335 1,5	1700 7,5	435 1,9	575 2,5

Le géotextile type 2 est un Filtex de Texel ou équivalent approuvé.

4. Expédition des géosynthétiques

4.1 Rouleaux

Chaque rouleau doit être emballé (excluant la géomembrane et le géofilet) et identifié par une étiquette donnant le nom du fabricant, le type de géosynthétiques, le numéro du rouleau et ses dimensions. Les élingues pour transporter les rouleaux doivent être de très bonne qualité pour assurer l'intégrité des produits et la sécurité, même après quelques manipulations. Il faut éviter les bris vécus dans le passé.

4.2 Transport

Le Transporteur doit utiliser les bons équipements pour faciliter le déchargement des géosynthétiques, ainsi que pour assurer leur intégrité et la sécurité. Tout transport avec des rouleaux empilés directement les uns sur les autres tel un schéma 3-3-3 sera retourné, car ce n'est pas assez sécuritaire lors du déchargement; un accident ayant déjà eu lieu. Un empilement en pyramide tel 3-2-1 est requis; le rouleau de la rangée supérieure est entre deux rouleaux de la rangée inférieure. Butées, attaches, etc. sont évidemment aussi requises.

4.3 Entreposage

Le matériel sera déposé sur une surface bien drainée, libre de tous débris pouvant endommager les géosynthétiques. Limiter la hauteur d'empilement, par exemple à 3 rouleaux, pour assurer une accessibilité sécuritaire et empêcher l'écrasement du produit et du mandrin. Mettre des butées pour stabiliser/sécuriser la base des premiers et derniers rouleaux du rang du bas.

FIN DE SECTION

SECTION 02071 INSTALLATION DES GÉOSYNTHÉTIQUES

1. GÉNÉRALITÉS

Du lest doit être utilisé dans la tranchée d'ancrage lors de la mise en place des géosynthétiques. Tous les débris doivent être enlevés au fur et à mesure, dont les parties résiduelles de géosynthétiques. Prévoir ramasser les ossements d'animaux sur la superficie à imperméabiliser : les goélands les transportent parfois depuis l'exploitation.

Aux intervenants définis au chapitre E s'ajoutent :

Le Manufacturier qui produit et livre les géosynthétiques.

Le Laboratoire d'assurance qualité : Groupe CTT, 3000 rue Boullé, Saint-Hyacinthe (Québec) J2S 1H9 Canada.

L'Installateur qui est le sous-traitant qualifié de l'Entrepreneur. La qualification de l'Installateur est une condition essentielle pour les soumissionnaires : se référer au chapitre B. Il doit fournir son rapport qualité détaillé à la fin du projet.

Principales références :

GRI GCL3 « Test Methods, Required Properties and Testing Frequencies of Geosynthetic Clay Liners (GCLs) »

GRI GM13 « Test Methods Test Properties and Testing Frequency for High Density Polyethylene (HDPE) Smooth and Textured Geomembrane »

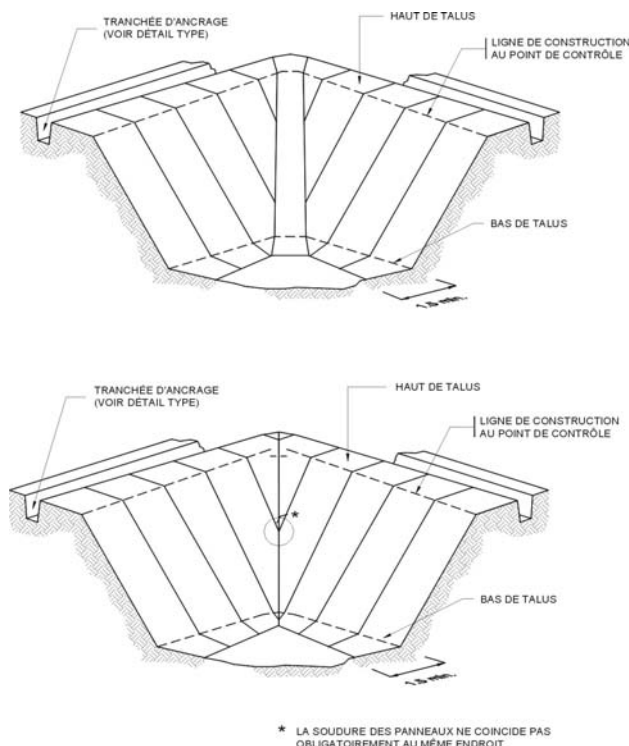
GRI GM17 « Test Methods, Test Properties and Testing Frequency for Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Smooth and Textured Geomembranes »

GRI GM19 « Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembranes »

GRI GT12(a)* - ASTM Version « Test Methods and Properties for Nonwoven Geotextiles Used as Protection (or Cushioning) Materials »

2. NATTE BENTONITIQUE

La protéger contre l'eau jusqu'au recouvrement. Ne jamais induire de pression locale qui pourrait tasser la bentonite. Chevaucher les joints de 150 mm longitudinalement et 300 mm transversalement. Mettre aux joints la bentonite sèche, en portant une protection respiratoire. Ne pas introduire de bentonite dans le réseau de collecte de lixiviat, ce qui le boucherait. Les chevauchements dans les pentes doivent être orientés parallèlement au pendage des pentes maximales, et ce, pour tous les géosynthétiques :



Prévoir la réparation des traces de pelle (p. ex. : lorsque l'assise est en argile). Les trous et déchirures dans les nattes bentonitiques devront être réparés avec une pièce de la même natte, dépassant la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions.

3. GÉOMEMBRANE

3.1 L'Installateur doit s'assurer des points suivants :

- La pierre nette est gardée à une distance significative de 20 m pour qu'aucune pierre ne puisse être transportée par des bottes par exemple.
- La géomembrane est nettoyée avant l'installation de la couche sus-jacente, par exemple en enlevant le sable et la poussière qui se seraient accumulés sur une géomembrane par le vent. Pour favoriser une bonne soudure avec des géomembranes propres, le chevauchement doit se faire en respectant le sens du vent.
- Le personnel travaillant sur la géomembrane ne fume pas et ne pose aucun geste nuisible à la géomembrane tel qu'échapper un couteau sans corriger le poinçonnement.
- La méthode pour le déroulement de la géomembrane n'endommage pas l'assise et la géomembrane.

- La méthode utilisée pour le déploiement minimise la perte de propriétés des aspérités de la géomembrane texturée. Le frottement, la technique et la vitesse lors de l'installation de la géomembrane texturée (ainsi que des matériaux et géosynthétiques juxtaposés), les longueurs de pentes, la chaleur, etc. sont des facteurs qui peuvent réduire les propriétés des aspérités de la géomembrane texturée et ainsi diminuer l'angle de friction du système, assez significativement pour donner lieu à des problématiques de stabilité.
- La méthode utilisée pour le déploiement minimise la formation de plis dans la géomembrane (spécialement les plis à la jonction de deux panneaux). Un certain jeu peut être laissé pour compenser les contractions thermiques maximales. Le raccordement entre deux séries de panneaux (TIE END) devrait être réalisé au moment de la journée où le temps est le plus frais.
- Lors du déploiement des panneaux, ceux-ci sont suffisamment chargés avec des sacs de sable pour les protéger du soulèvement par le vent.
- La longueur maximale des panneaux est établie afin d'éviter le survirage des équipements de déploiement et par conséquent éviter les dommages aux couches sous-jacentes (p. ex. : déplacement du géofilet, égratignure à la géomembrane, etc.).
- Les contacts directs avec la géomembrane sont minimisés, c'est-à-dire qu'aux endroits sujets à une circulation excessive, on dépose un géotextile, une géomembrane supplémentaire ou tout autre matériel adéquat.
- Aucun outil, matériau ou autre ne pourra être tiré directement sur la géomembrane.

3.1.1 Conditions météorologiques

L'Installateur doit prévoir l'expansion ou la contraction des géomembranes selon les températures extrêmes qui peuvent survenir lors du déploiement afin d'éviter les contraintes, les plis et les soulèvements. Aucune géomembrane ne doit être déployée lorsqu'il y a précipitations, présence de surface saturée d'eau ou de vent excessif.

3.1.2 Écriture sur les géomembranes

Pour éviter toute confusion, l'Installateur et le Maître d'oeuvre devront utiliser des marqueurs adéquats de couleurs différentes.

3.1.3 Mesurage des géomembranes

Le Maître d'oeuvre procède régulièrement au chaînage des géosynthétiques installés et cette mesure devient la référence pour le calcul des superficies installées et payées à l'Installateur. Les mesures prises par le Maître d'oeuvre priment sur celles de l'Installateur. Donc, à chaque fois que le Maître d'oeuvre chaînera les géosynthétiques mis en place, l'Installateur devra assister et confirmer la mesure prise. Si l'Installateur n'assiste pas au mesurage, il devra utiliser la valeur fournie par le Maître d'oeuvre, et ce, sans contestation possible de sa part.

3.2 Soudure

Toutes les fusions et extrusions, sans exception, incluant par exemple à la limite d'imperméabilisation et à la clé d'ancrage, pourront être mises à l'essai et devront respecter les exigences du présent document d'appel d'offres.

3.2.1 Déploiement

Toutes les soudures dans les pentes doivent être orientées parallèlement au pendage des pentes maximales, lorsque les pentes sont supérieures à 10 %. Aucun joint transversal n'est permis dans les pentes supérieures à 10 %, sauf au recouvrement final : tout joint transversal doit alors être à plus de 50 m longitudinalement d'un autre joint transversal sur un panneau. Aussi, tout joint transversal doit être à plus de 10 m d'un autre joint transversal d'un panneau juxtaposé.

Dans les coins et les pointes géométriques, le nombre de soudures doit être minimisé, car ces endroits sont sujets à des tensions additionnelles. Aucune soudure horizontale n'est permise à moins de 1,5 m du bas et du haut des pentes, ainsi qu'à moins de 5 m du haut de longues pentes soit, dans le cas d'un recouvrement final, dans la zone de tranchée d'ancrage et à tout autre endroit sujet à des concentrations de contraintes. Tout joint de géosynthétiques doit également être à plus de 1,5 m à l'extérieur de la tranchée de la conduite principale deuxième niveau (tranchée de 2,5 m de largeur habituellement). Également, il est interdit de couper des géosynthétiques pour installer la pierre de remblai type 3 dans la tranchée de la conduite principale deuxième niveau. Il faut limiter les extrusions.

Un système d'identification des soudures simple et compatible avec la numérotation des panneaux doit être établi. Le tout sera consigné dans le rapport qualité exhaustif à fournir par l'Installateur.

3.2.2 Produits et équipements de soudure

Les procédés autorisés pour les soudures sont les soudures par fusion (simple ou double) et par extrusion (filet d'extrusion). Par contre, la soudure par double fusion est imposée pour permettre des essais non destructifs à l'air. Ainsi, au raccordement des nouvelles géomembranes avec les géomembranes existantes à la limite d'imperméabilisation existante (*tie end*) et/ou entre deux séries de panneaux, la fusion est demandée. L'extrusion ne sera acceptée que si cette fusion réalisée ne respecte pas le contrôle au chantier.

La soudure par double fusion étant la norme et la plus commune, mentionnons que l'extrusion est tout de même permise ponctuellement lorsque requis – par exemple pour les pièces de réparation de moins de 3 m, aux manchons d'étanchéité, etc. – et sur accord préalable du Maître d'œuvre. Dans le cas de soudures par extrusion, l'Installateur doit

fournir au Maître d'oeuvre les analyses démontrant que la résine pour l'extrusion est de même composition que les géomembranes. Les soudures à l'extrusion devront obligatoirement être meulées au préalable, à moins d'indications contraires du Maître d'oeuvre.

Le Maître d'oeuvre tiendra un registre de la température des appareils, de la température de la résine, de la température ambiante et de la température des géomembranes au sol.

Ces informations seront relevées à des intervalles de temps suffisamment courts.

L'Installateur doit s'assurer des points suivants :

- a) L'équipement utilisé pour les soudures ne risque pas d'endommager les géomembranes.
- a) Les fusils à extrusion sont purgés de résine dégradée avant de commencer les soudures.
- b) La génératrice électrique est placée sur une surface qui ne risque pas d'endommager la géomembrane.
- c) Les surfaces à souder sont propres et sèches. L'Entrepreneur doit prévoir l'utilisation d'eau avec du vinaigre, plus un bon rinçage, pour les soudures à faire dans un environnement poussiéreux ou lors de l'installation du second niveau d'imperméabilisation où la poudre de bentonite est omniprésente.
- d) Les surfaces sur lesquelles une soudure par extrusion sera réalisée doivent être sablées pas plus d'une heure avant la soudure.
- e) Les appareils à souder ne sont pas déposés directement sur les géomembranes.
- f) Les géomembranes sont protégées adéquatement dans les zones de circulation intense.
- g) La surface qui est sablée ne doit pas dépasser de plus de 7 mm de part et d'autre du cordon de soudure par extrusion.
- h) Les panneaux sont placés de manière à avoir un chevauchement minimal de 75 mm (soudure par extrusion) et 125 mm (soudure par fusion). En tout temps, le chevauchement doit être suffisant pour permettre le test de décollement.
- i) Aucun solvant ou adhésif ne doit être utilisé sans la permission écrite du Maître d'œuvre.
- j) Maintenir un nombre approprié d'appareils à souder tel qu'il est convenu lors de la réunion de démarrage.
- k) Pour les soudures en croix, les bords sont meulés en biseau et les soudures seront effectuées par extrusion.
- l) Une membrane de protection sera déployée sous les joints pour prévenir l'adhésion de débris pouvant nuire au procédé de soudure par fusion.
- m) Les replis devront être coupés à leur base pour permettre un chevauchement plat adéquat pour la soudure. Si le chevauchement est incorrect, alors les replis devront être réparés avec une pièce dépassant de 150 mm dans toutes les directions l'endroit à réparer.

- n) Toute coupure ou perforation ayant une longueur ou diamètre supérieur à 12 mm devra être réparée à l'aide d'une pièce de 300 mm minimum.
- o) Tout déplacement, réglage ou réparation des appareils à souder ne devra pas être fait directement sur les géomembranes afin d'éviter de les endommager.

3.2.3 Préparation pour soudure

L'Installateur doit s'assurer que les surfaces à souder seront propres et sans humidité, poussières, saletés, débris ou matériel de toutes sortes. Si un meulage est requis, le Maître d'oeuvre doit s'assurer que le procédé est conforme aux normes du fabricant et que celui-ci est effectué dans l'heure précédant le soudage tel que mentionné précédemment, l'Entrepreneur devra prévoir l'utilisation d'eau avec du vinaigre, plus un bon rinçage, pour les soudures à réaliser en présence de poussière ou durant la pose du second niveau d'imperméabilisation.

Les géomembranes doivent être positionnées de façon à ce que le chevauchement soit entre 75 et 125 mm environ. Les soudures devront être alignées le plus possible, et ce, en minimisant la formation de replis et de « fishmouths ».

Les coupes et les préparations de formes spéciales doivent être réalisées au moins 15 m devant les opérations de soudure pour éviter les interruptions.

Dans le cas d'une réparation à l'aide d'une pièce, l'Installateur devra arrondir les extrémités des défauts afin d'éviter de créer des faiblesses.

3.2.4 Conditions météorologiques

Il ne sera pas permis d'effectuer des opérations de soudure lorsqu'il pleut, lorsqu'il neige ou lorsqu'il grêle.

Advenant la présence de cristaux de glace sur les surfaces à souder, on doit procéder à un séchage à l'air chaud.

Par temps froid, le Maître d'oeuvre pourra aussi exiger un préchauffage avant le soudage et/ou l'utilisation d'un abri pour prévenir les pertes de chaleur. Les soudures seront acceptables si le test de décollement est satisfaisant. Plus les températures seront basses, plus la vitesse de soudage sera diminuée. Dans tous les cas, la géomembrane devra être sèche et protégée du vent.

Le Maître d'oeuvre s'assurera que les conditions météorologiques sont adéquates et si elles ne le sont pas, celui-ci avisera l'Installateur. L'Installateur peut, à ce moment, décider d'arrêter ou de reporter les travaux. Si les travaux ont lieu par temps froid, le Maître d'oeuvre pourra exiger des essais de calibration plus fréquents. Les essais de cisaillement et de décollement devront être effectués sur des échantillons dont la température aura été équilibrée à la température d'une pièce.

3.3 Équipement de contrôle sur le site

L'Installateur doit avoir les appareils énumérés ci-après, en bon état de fonctionnement, sur le chantier.

3.3.1 Tensiomètre de terrain

- a) Le tensiomètre devra être motorisé et avoir des mâchoires capables de se déplacer à une vitesse mesurée de 50 mm/min.
- b) Le tensiomètre devra être muni d'une jauge mesurant la force exercée entre les deux mâchoires.

3.3.2 Boîte à vacuum

Cette méthode sera utilisée seulement dans le cas où les joints sont construits par la méthode de soudure par extrusion.

La boîte à vacuum consistera en une caisse rigide munie d'une fenêtre d'observation transparente sur le dessus et d'un joint étanche de néoprène, doux et uniforme, attaché sur le dessous. La caisse sera munie d'un robinet de vidange.

Un système de vacuum indépendant sera raccordé à la boîte à vacuum pour assurer la création et le maintien d'une pression négative de 21 kPa (3 psi) à l'intérieur de la boîte. Une solution savonneuse devra être déposée sur le joint immédiatement avant la pose de la boîte à vacuum.

3.3.3 Équipement de contrôle pour la pression d'air

Cette méthode sera utilisée seulement dans le cas où les joints sont construits par la méthode double fusion.

- a) L'équipement sera constitué d'une pompe à air capable de générer et de maintenir une pression positive entre 140 et 205 kPa (20 à 30 psi).
- b) Un manomètre capable de lire jusqu'à 205 kPa attaché à une aiguille sera utilisé pour pressuriser le chemin d'air à l'intérieur des joints.

3.4 Essais de calibration

Des essais de calibration devront être effectués dans le but d'ajuster les machines de soudage avant de procéder aux travaux de construction des joints sur le terrain. Un essai de calibration est composé d'un joint d'essai, sur lequel on prélève deux échantillons pour les tests de décollement et de cisaillement sur le terrain. Chaque soudeur devra effectuer un joint d'essai au début de chaque quart de travail et après avoir effectué cinq heures de travail. Dans le cas où une soudure est interrompue pendant une période supérieure à

quatre heures ou en cas de panne provoquée par n'importe quel mauvais fonctionnement de l'appareil, un joint d'essai devra être effectué avant la reprise des travaux sur le terrain. Un joint d'essai doit aussi être effectué lorsque les conditions climatiques entraînent une variation de température de la géomembrane de plus ou moins 5 °C en une heure.

Les essais de calibration devront être effectués sur le terrain, sur des pièces de géomembrane approuvées, soit provenant de rouleaux acceptés. Les pièces de géomembrane pour un joint d'essai de calibration devront avoir 6,8 à 7 m de longueur, soit la largeur d'un rouleau habituel, et 0,4 m de largeur, en plus d'avoir un chevauchement suffisant pour procéder au contrôle du décollement avec le tensiomètre de terrain. L'expérience démontre que des échantillons pris au milieu de ces 6,8 m de soudure sont représentatifs des travaux à venir, comme étant une zone disons stabilisée.

Quatre échantillons de 25 mm chacun devront être prélevés par l'Installateur en utilisant un gabarit approuvé. Les échantillons devront être prélevés perpendiculairement au joint et contrôlés sur le site à l'aide du tensiomètre de terrain, soit deux pour le décollement (pelage) et deux pour le cisaillement (déchirement).

Les quatre échantillons devront respectivement passer l'essai de cisaillement et l'essai de décollement, et ne pas céder au niveau de la soudure. Si l'échantillon échoue l'essai, l'opération est reprise pour un second joint d'essai. Les figures des pages suivantes illustrent les différents types de rupture possibles pour les soudures par double fusion et par extrusion.

Si le second joint testé ne respecte pas les critères exigés, les travaux de construction des joints sur le terrain seront suspendus jusqu'à ce que les déficiences soient réglées. La vérification sera effectuée par la production et le contrôle réussi de deux joints d'essais consécutifs.

3.5 Documentation des essais de calibration

L'information suivante doit être documentée par l'Installateur : la date et l'heure de l'essai, la température extérieure, l'identification de l'appareil, l'identification du soudeur technicien, la température de l'appareil, la température de préchauffage si applicable, la vitesse de l'appareil si applicable, les résultats et types de rupture des essais de décollement (pelage), les résultats et types de rupture des essais de cisaillement, l'identification du technicien de contrôle de qualité.

3.6 Essais non destructifs

Tous les joints devront être soumis à des essais à l'aide de la méthode non destructive par l'Installateur sur toute leur longueur afin de vérifier l'intégrité du joint.

Les essais non destructifs devront être effectués simultanément avec les travaux de construction des joints sur le terrain.

Les joints préfabriqués qui seront inaccessibles après l'installation (p. ex. : ceux qui sont placés sous des structures ou qui sont attachés aux pénétrations) devront être soumis à des essais avant leur installation finale.

Tous les essais non destructifs seront observés et documentés par l'Installateur. La procédure acceptée pour les tests non destructifs est décrite ci-après. Toute procédure alternative devra être soumise au Maître d'oeuvre pour approbation avant le début des essais.

L'utilisation du chalumeau pour la réalisation d'essais non destructifs à l'air est interdite : il faut obligatoirement utiliser une méthode n'utilisant pas de flamme vive pour ces essais.

3.6.1 Boîte à vacuum

Cent pour cent (100 %) de tous les contrôles par vacuum devront se faire sous la surveillance du Maître d'oeuvre.

Tous les joints produits avec la méthode de soudure par extrusion ou par fusion solide seront évalués à l'aide d'un test de la boîte à vacuum. La solution savonneuse sera appliquée à la section testée et la boîte à vacuum sera placée sur cette section. La valve de vidange sera alors fermée et la valve à vacuum sera ouverte.

Une fois que la section à l'essai est scellée fermement et qu'une pression négative de 21 kPa (3 psi) est établie, cette section sera examinée visuellement pendant une période supérieure à dix secondes afin de déterminer si la solution savonneuse produit des bulles. Le Maître d'oeuvre pourra exiger de refaire le test si le temps d'examen n'est pas respecté.

La boîte à vacuum sera alors déplacée et le processus sera répété sur la section adjacente. Un chevauchement visible d'au moins 75 mm sera maintenu entre toutes les sections d'essai.

L'Installateur doit indiquer, pour chacun des contrôles par vacuum, la date à laquelle le test a été réalisé.

Tous les endroits où des bulles ont été observées lors des essais devront être identifiés par une inscription à haute visibilité pour réparation subséquente et devront être enregistrés sur les rapports de contrôle de terrain.

Toute section qui ne réussit pas le contrôle devra être réparée selon les directives de l'article 7.8, puis testée à nouveau.

3.6.2 Pression d'air (soudure par fusion)

Le joint devra être scellé aux deux extrémités. Si l'extrémité du joint constitue une partie intégrale de la géomembrane, le scellage devra être effectué de façon à ne pas endommager la géomembrane.

L'appareil pressurisé devra être inséré dans le canal d'air à un bout du joint et une pression de 140 à 210 kPa (20 à 30 psi) devra y être produite. La valve d'alimentation sera fermée et la pression sera maintenue pendant au moins deux minutes. La pression sera réduite en effectuant une incision à l'extrémité opposée du chenal d'air.

Le Maître d'oeuvre observera la baisse de pression enregistrée sur le manomètre pour vérifier la continuité du chenal d'air. Si une perte de pression supérieure à 14 kPa (2 psi) se manifeste ou si la pression d'essai ne peut pas être produite, le joint sera rejeté.

Toute zone défectueuse le long du joint sera identifiée et réparée conformément à l'article 7.8, puis testée à nouveau. Le test par vacuum sera permis sur les joints à coin lorsque la zone défectueuse ne peut être isolée en utilisant le test par pression d'air. Tous les trous qui seront créés lors des tests par pression d'air devront être scellés à la suite des essais, puis contrôlés en utilisant le test par vacuum.

3.6.3 Documentation des essais non destructifs

L'information suivante doit être documentée par l'Installateur et soumise au Maître d'oeuvre :

- a) la date et l'heure de l'essai;
- b) l'identification de la soudure;
- c) la longueur de la soudure inspectée;
- d) l'identification du technicien de contrôle de qualité;
- e) la méthode utilisée;
- f) la pression appliquée, si applicable;
- g) l'identification des fuites;
- h) l'affirmation du réparateur de fuites;
- i) l'affirmation du vérificateur des réparations.

3.7 Essais destructifs

En plus des essais destructifs évalués par le Laboratoire et discutés dans les paragraphes qui suivent, des essais destructifs à évaluer au chantier sont requis à chacune de ces deux situations distinctes :

- à la fin d'un quart de travail;
- en cas de doute du Maître d'oeuvre.

Si les résultats ne respectent pas les exigences, ils devront être transmis au Laboratoire pour des essais destructifs habituels, évalués par le Laboratoire.

3.7.1 Généralités

Les essais destructifs seront effectués à des endroits sélectionnés par le Maître d'oeuvre afin de vérifier les critères exigés au contrat.

Tous les échantillons et essais devront être effectués simultanément avec les travaux de construction des joints sur le terrain de façon à vérifier les propriétés des joints au fur et à mesure que les travaux progressent et que les mesures correctrices sont effectuées. Les tests destructifs sont d'une grande importance, car ils représentent la seule mesure directe de l'intégrité des résistances mécaniques des soudures.

3.7.2 Localisation et fréquence

Le Maître d'oeuvre déterminera l'endroit et le moment où seront effectués les essais destructifs.

Un minimum d'un essai par 300 m de soudure sera réalisé. L'Installateur ne sera pas informé, au préalable, de la localisation des tests. Le Maître d'oeuvre peut augmenter le nombre d'essais en se basant sur les résultats déjà obtenus.

Un plus grand nombre d'essais peut être nécessaire lorsque le Maître d'oeuvre craint la présence d'un excès de cristallinité, de contamination ou de joints défectueux, ou pour toute autre raison pouvant affecter la qualité des joints.

3.7.3 Procédure d'échantillonnage

Les échantillons seront prélevés par l'Installateur au fur et à mesure que les soudures progressent de manière à obtenir les résultats de Laboratoire d'assurance qualité avant que la géomembrane soit recouverte d'un autre matériel.

Une identification basée sur la numérotation définie au plan de déploiement sera assignée à chaque échantillon. La localisation sera représentée sur un croquis.

Tous les trous résultant des essais destructifs seront réparés conformément à l'article 7.8.

3.7.4 Dimension de l'échantillon

À un endroit donné, quatre bandes de 25 mm de largeur par 300 mm de longueur seront prélevées par groupe de deux, chaque groupe étant distancé l'un de l'autre de 1,2 m le long de la soudure. De ces quatre bandes, deux seront soumises à des essais en décollement et les deux autres, en cisaillement au chantier.

L'information suivante provenant des essais destructifs au chantier doit être documentée: la date et l'heure du prélèvement, la date et l'heure de l'essai, l'identification de l'essai destructif, l'identification de la soudure, les résultats et types de rupture des essais de décollement (pelage), les résultats et types de rupture des essais de cisaillement, l'identification du technicien de contrôle de qualité, la localisation sur le plan « Tel que construit ».

Si les échantillons passent le test de cisaillement et de décollement, alors le Maître d'oeuvre prélèvera la bande de 1,2 m comprise entre les deux groupes de bandes (échantillons) en question, avec la soudure au centre, sur une largeur de 30 cm.

Cet échantillon sera coupé en trois morceaux :

- un de 0,3 m x 0,3 m conservé l'Installateur;
- un second de 0,3 m x 0,6 m envoyé au Laboratoire d'assurance qualité;
- un dernier de 0,3 m x 0,3 m conservé le Maître d'oeuvre aux archives.

3.7.5 Essais destructifs au Laboratoire d'assurance qualité

Les essais destructifs (sauf ceux reliés à l'article 7.7.6 qui suit) sont payés par le Maître de l'ouvrage au Laboratoire d'assurance qualité. Par contre, les échantillons pour les essais destructifs sont expédiés par livraison spéciale au Laboratoire d'assurance qualité, par et aux frais de l'Entrepreneur/l'Installateur : voir la description de l'article du bordereau de soumission.

Le Laboratoire d'assurance qualité devra fournir des résultats dans un délai de l'ordre de 24 h suivant la réception des échantillons.

Les essais destructifs font appel à deux essais précis : l'essai de cisaillement et l'essai de décollement. Les exigences minimales des soudures sont:

PROPRIETE		NORME	UNITE	PEHD 1,5 mm	PEBD 1 mm	REMARQUES
Cisaillement	Résistance	ASTM D6392	kN/m	21,0 (120 lb/po)	10,5 (60 lb/po)	La rupture ne doit pas survenir au niveau de la soudure. La valeur la plus faible doit être au moins 80 % des valeurs demandées.
	Élongation à la rupture		%	50	50	
Pelage	Soudure par fusion	ASTM D6392	kN/m	15,9 (91 lb/po)	8,8 (50 lb/po)	
	Soudure par extrusion		kN/m	13,6 (78 lb/po)	7,6 (44 lb/po)	
	Séparation soudure		%	≤ 25	≤ 25	

3.7.6 Procédure lors d'échec des essais destructifs

Lors d'échec des essais destructifs pour les soudures par double fusion (DT), le Maître d'oeuvre a deux options :

1. L'Installateur peut réparer toute la longueur de joint entre deux essais conformes.
2. Prendre un échantillon de 25 mm à un minimum de 3 m de part et d'autre de l'endroit où l'échantillon a échoué. Faire deux essais au tensiomètre. Si les deux sont conformes, on prend un échantillon complet pour le Laboratoire d'assurance qualité. Si les essais au Laboratoire d'assurance qualité sont conformes, on répare entre les deux points, sinon on continue le processus sur le même essai de calibration pour définir la zone où la soudure devrait être réparée.

Tous ces essais destructifs supplémentaires (le cas échéant) en raison d'échec devront être payés par l'Entrepreneur/l'Installateur au Laboratoire d'assurance qualité (qui fournira les résultats au Maître d'oeuvre) et devront être expédiés par livraison spéciale au Laboratoire d'assurance qualité, par et aux frais de l'Entrepreneur/l'Installateur. Une soudure acceptable est une soudure qui est délimitée, à chaque extrémité, par un endroit où les échantillons ont passé les essais destructifs au Laboratoire d'assurance qualité.

3.8 Défauts et réparations

3.8.1 Identification

Tous les panneaux après soudure seront examinés par le Maître d'oeuvre pour identifier les défauts, trous ou mauvaises soudures.

3.8.2 Évaluation

Toute localisation suspecte au niveau de la soudure ou de la membrane sera testée selon une méthode non destructive.

3.8.3 Réparation

Toute portion de géomembrane possédant un manque quelconque ou ayant échoué un essai destructif ou non destructif sera réparée. La décision finale sur la procédure de réparation appartient au Maître d'oeuvre.

Les procédés acceptés sont :

- a) Rapiéçage : dans le cas de grands trous, déchirures ou contamination par substance étrangère (défaut plus grand que 12 mm).
- b) Reprise de soudure : dans le cas d'une petite section de soudure qui n'a pas passé les tests. Lors d'une reprise, on doit meuler la vieille soudure au maximum une heure avant. La reprise de soudure doit être réalisée directement sur le chevauchement de géomembrane en évitant d'enlever ce dernier.

- c) Soudure locale (*spot welding*) : dans le cas de défauts minimes (p. ex. : trou d'épingle, petite déchirure).
- d) Recouvrement : dans le cas de grandes sections de soudure qui n'ont pas passé les tests.
- e) Autres procédés : tout autre procédé doit être soumis et documenté au Maître d'oeuvre pour approbation.

De plus, lors de la réparation, toutes les surfaces doivent être propres et sèches.

Toutes les procédures de réparations, matériels ou techniques, doivent être approuvées avant la réparation par le Maître d'oeuvre.

Toutes les pièces utilisées pour le rapiéçage doivent dépasser de 150 mm, dans toutes les directions; la défectuosité et les coins doivent avoir, au minimum, un rayon de 75 mm.

3.8.4 Vérification des réparations

L'information suivante sur les réparations doit être documentée par l'Installateur et soumise au Maître d'oeuvre :

- a) le numéro de réparation;
- b) la date et l'heure de la réparation effectuée;
- c) les essais de calibration correspondants;
- d) la localisation de la réparation;
- e) le type de défaut;
- f) le type de réparation;
- g) la dimension de la réparation;
- h) la date effectuée de l'essai non destructif;
- i) le résultat de l'essai non destructif;
- j) l'identification du technicien de contrôle de la qualité;
- k) la localisation sur le plan « Tel que construit ».

3.9 Plan « Tel que construit »

Un plan « Tel que construit » devra être fait par l'Installateur et soumis à la fin des travaux. Ce plan devra être dessiné à l'échelle et contenir les informations suivantes :

- a) l'emplacement et le numéro des panneaux de la géomembrane;
- b) la localisation des réparations et des pièces ajoutées;

- c) la localisation des essais destructifs;
- d) la localisation des soudures reconstruites;
- e) la localisation des pénétrations des conduites;
- f) la localisation des ancrages mécaniques aux structures de béton.

4. GÉOFILET

4.1 Installation

Les géofilets doivent être manipulés de manière à s'assurer qu'ils ne subissent aucun dommage. L'Installateur doit s'assurer que les géofilets aient une longueur suffisante dans la tranchée d'ancrage avant de les dérouler de manière à les garder en tension dans les pentes et qu'ils puissent résister à l'arrachement.

En présence de vent, on devra les retenir, de manière adéquate, avec des sacs de sable.

L'Installateur doit s'assurer qu'aucune roche ou boue ni aucun autre débris ne soient emprisonnés entre les couches de géomembrane et de géofilet.

Les rouleaux de géofilet doivent être chevauchés dans le sens du déroulement. Lorsque deux rouleaux se croisent à angle droit, ils devront être coupés et chevauchés en alternant le sens des chevauchements pour se conformer au profil du terrain. Le chevauchement, bout à bout entre deux rouleaux, est permis seulement sur les secteurs plats (< 5 % de pente); ce chevauchement devra alors être d'au moins 300 mm et avoir un rang de trois attaches en nylon. Le chevauchement entre deux rouleaux adjacents devra avoir au moins 150 mm dans les pentes et sur les plats.

Afin d'empêcher la séparation des chevauchements, des attaches de plastique doivent être disposées à tous les 0,9 m minimum dans les pentes et à tous les 1,5 m minimum sur les plats. Les attaches doivent être de couleur contrastante.

Lors de l'installation du géofilet supplémentaire prévue à des endroits spéciaux, le sens des brins doit être à angle droit par rapport au géofilet principal de façon à éviter l'intrusion d'un géofilet dans l'autre.

4.2 Réparations

Si les géofilets se trouvaient endommagés avant ou pendant leur installation, ils devront être réparés avec une pièce du même géofilet. La pièce devra dépasser la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions et être retenue par un minimum de quatre attaches de plastique.

Si le Maître d'œuvre estime que le géofilet aurait pu être déplacé lors du déploiement de la couche sus-jacente, l'Installateur devra fournir la main-d'œuvre nécessaire à la vérification et, le cas échéant, à la remise en place du géofilet.

5. GÉOTEXTILE

5.1 Installation

Les géotextiles doivent être manipulés de manière à s'assurer qu'ils ne subissent aucun dommage.

Tout objet (pierre, débris, etc.) susceptible d'endommager les géotextiles doit être enlevé avant l'installation de ces derniers sur la surface.

Sur des surfaces nivelées, mettre en place les géotextiles en les déroulant dans le sens, de la manière et à l'endroit indiqués. Notamment ne pas déployer de rouleau perpendiculairement au sens des pentes, mais bien parallèlement. Ne pas faire de joints transversaux dans les pentes; mettre en place les géotextiles en une bande continue du pied de la pente jusqu'à la limite supérieure prévue. Mettre en place les géotextiles de façon à obtenir une surface unie et exempte d'aires tendues, de plissement et de gondolements.

Le géotextile type 1 doit être fusionné par soudeuse autotractée.

Ponctuellement, si requis et sur accord préalable du Maître d'œuvre, l'utilisation d'un fer chaud⁴ avec des chevauchements de 300 mm pourra être permis, comme pour le géotextile recouvrant un manchon d'étanchéité de conduite.

En dernière alternative, si la fusion, le fer chaud et la couture ne peuvent être utilisés pour des raisons valables, ponctuellement et sur accord préalable du Maître d'œuvre, des chevauchements de 600 mm avec lest (lequel sera enlevé lorsque la couche de protection sera mise en place) pourront être permis.

Prévenir le déplacement des géotextiles et les protéger contre tout dommage avant, pendant et après la mise en place de la couche de recouvrement.

L'installation de la couche de recouvrement doit se faire dans les heures qui suivent la mise en place du géotextile et avec diligence, pour ne pas que ce dernier s'altère.

5.2 Réparations

Si les géotextiles se trouvaient endommagés avant ou pendant leur installation, ils devront être réparés avec une pièce du même géotextile. La pièce devra être installée sous la couche de géotextile et dépasser la défectuosité de 300 mm dans toutes les directions, si demandé par le Maître d'œuvre.

⁴ Par du personnel qualifié pour ne pas endommager le géotextile.

5.3 Couture des géotextiles

Lorsque les géotextiles doivent être cousus, les coutures doivent être réalisées de façon à conserver les propriétés du géotextile et à éviter l'effilochage. Les coutures doivent être en continu. Les points isolés ne seront pas permis. Le fil utilisé doit avoir des propriétés chimiques et mécaniques égales ou supérieures à celles du géotextile cousu. La couleur du fil doit être contrastante.

Les géotextiles ne doivent pas être joints aux géosynthétiques supérieurs ou inférieurs par la couture.

5.4 Mesures de protection

En tout temps, interdire aux véhicules de circuler directement sur les géotextiles.

6. DRAINTUBE

Pour l'installation, se référer au devis type de draitube - en rappelant qu'il est essentiel pour obtenir la performance requise de ce produit de drainage que les drains soient orientés parallèlement aux pentes maximales, et ce, même dans les coins du site - et en considérant ces amendements :

- fusionner les joints longitudinaux par soudeuse autotractée;
- un chevauchement de 400 mm est requis pour les joints transversaux⁵. Les âmes drainantes seront soudées au fer chaud après délamination du filtre. Les drains seront unis par manchons fournis avec le draitube. La partie délaminée du filtre sera ensuite rabattue en tuile dans le sens d'écoulement de l'eau;
- percer localement (entre deux drains) à un manchon est une méthode efficace;

Comme à l'habitude, l'âme drainante du produit (nappe géotextile plus épaisse) est placée contre la géomembrane texturée, le filtre (nappe géotextile claire plus fine) au contact du sol.

Comme le draitube 300P TF1 D20 pour le biogaz est placé sous la future géomembrane texturée et au-dessus de l'assise (et non pas sur la géomembrane texturée comme le 300P FT4 D25 pour les eaux de précipitations), les rouleaux sont fabriqués pour faciliter ce déploiement (300P TF1 et non FT1) disons "à l'envers".

⁵ Soit sur la largeur de 3,98m.

7. PIERRE NETTE

Les géosynthétiques doivent être approuvés avant de procéder à leur recouvrement. Aucun équipement ne sera autorisé à circuler directement sur les géosynthétiques. Voir la section 02315 du chapitre H. Le comportement et l'état des géosynthétiques durant leur recouvrement par la couche drainante par l'Entrepreneur devront être constamment surveillés. Les plis importants ne pouvant être diminués devront être coupés, réparés par l'Installateur et soumis aux essais.

ANNEXE

L

**OER POUR LE LET À
SAINTE-SOPHIE**

OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DE REJET POUR LE LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE À SAINTE-SOPHIE

1^{er} mai 2018

1. Introduction

Les objectifs environnementaux de rejet (OER) applicables au lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie ainsi que les différents éléments retenus pour leur calcul sont décrits ci dessous. Le rejet est acheminé dans la rivière Jourdain tributaire de la rivière de l'Achigan. Ces cours d'eau font partie du bassin versant de la rivière L'Assomption.

La détermination des OER a pour but le maintien et la récupération de la qualité du milieu aquatique. Des objectifs de rejet qualitatifs et quantitatifs, pour les contaminants chimiques et microbiologiques ainsi que pour la toxicité globale de l'effluent, sont définis pour atteindre ce but.

Les explications concernant la méthode de détermination des OER sont présentées dans le document *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique*, 2^e édition (MDDEP, 2007).

2. Contexte d'utilisation des OER

Les OER ne tiennent pas compte des contraintes analytiques, économiques et technologiques. Ils constituent un des outils à considérer lors de l'acceptabilité environnementale d'un projet ou de l'établissement de normes ou d'exigences de rejet. Selon le contexte et le secteur visé, la procédure visant l'utilisation des OER est décrite dans les *Lignes directrices pour l'utilisation des objectifs environnementaux de rejet relatifs aux rejets industriels dans le milieu aquatique* (MDDEP, 2008) et son addenda *Comparaison entre les concentrations mesurées à l'effluent et les objectifs environnementaux de rejet pour les entreprises existantes* (MDDELCC, 2017)

Lorsque les OER sont peu contraignants par rapport à la technologie couramment disponible, les normes doivent correspondre, au minimum, à la performance de cette technologie.

Des OER qui sont contraignants permettent d'identifier les substances les plus problématiques et pour lesquelles un traitement plus performant devrait être envisagé et des exigences supplémentaire de suivi demandées. Ils peuvent dans certains cas conduire à la relocalisation du point de rejet pour protéger certains milieux récepteurs plus sensibles ou justifier le refus d'un projet ou d'une activité proposée.

Les OER ne doivent cependant pas être transférés directement comme normes dans un certificat d'autorisation sans l'analyse préalable des technologies de traitement existantes. En effet, les normes inscrites dans un certificat d'autorisation doivent être atteignables avec une technologie dont la performance est connue (MDDEP, 2008).

3. Historique du site et description sommaire de l'entreprise

Le lieu d'enfouissement est situé à Sainte-Sophie dans la région des Laurentides à quelques kilomètres au nord-est de la ville de Saint-Jérôme.

L'élimination de matières résiduelles au site de Sainte-Sophie a commencé en 1964 par l'entreprise Services sanitaires Robert Richer. En 1976, l'entreprise a obtenu du Ministère l'autorisation nécessaire pour convertir son dépotoir en lieu d'enfouissement sanitaire (LES). Cet ancien LES a été exploité en utilisant une méthode d'atténuation naturelle des lixiviats.

En 1998, Waste Managment (WM) a acquis l'entreprise Services Sanitaires Robert Richer et le LES de Sainte-Sophie. Depuis WM a entrepris de réaménager l'ensemble du site. L'objectif des différentes interventions techniques était de confiner les eaux de lixiviation et des biogaz générés dans le vieux secteur, de les récupérer et de les traiter. Les travaux comprennent notamment un système de captage actif et d'incinération des biogaz.

Au fil des ans l'entreprise a été autorisée à exploiter de nouvelles cellules d'enfouissement. En vertu du décret 1068-2004, adopté en 2004, le tonnage maximal annuel autorisé pour l'enfouissement des matières résiduelles était de 1000 000 de tonnes (Mt).

À compter du 20 novembre 2008, le site d'élimination de matières résiduelles de Sainte-Sophie fut reconnu par le Ministère comme un lieu d'enfouissement technique (LET) puisqu'il était conforme aux exigences du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR).

Le 23 juin 2009 WM a obtenu l'autorisation d'agrandir son LET en deux phases de 5 ans. Le décret numéro 829-2009 a autorisé une première phase de cinq ans pour un volume d'enfouissement maximal de 6 Mm³, le tout, sous réserve du respect d'un tonnage annuel maximal de 1,0 Mt de matières résiduelles.

Le 16 juillet 2015, WM a déposé une nouvelle demande afin d'obtenir l'autorisation nécessaire pour poursuivre l'exploitation du site pour une seconde période de 5 ans. Cette demande a été autorisée en vertu du décret 809-2016. Le tonnage annuel autorisé est *dégressif* et il passera de 993 000 tonnes (an 1) à 977 000 tonnes (an 5).

3.1 Gestion des eaux usées

Initialement l'entreprise comptait traiter les lixiviats au moyen d'un bioréacteur qui permettrait une recirculation des eaux usées. Dans l'éventualité où les eaux de lixiviation ne puissent être recirculées, et qu'un rejet à l'environnement soit inévitable, ce qui fut le cas, des OER ont été demandés. Ces OER ont été établis en 2004, pour les deux points de rejets envisagés à ce moment par l'entreprise, soit le ruisseau aux Castors et la rivière Jourdain. Ces OER font partie des exigences techniques du Décret 1068-2004. Ils ont été calculés pour un débit quotidien estimé à 1000 m³.

En plus d'un bassin d'accumulation étanche de 60 000 m³ aménagé en 2003, l'entreprise a procédé à la construction d'une station d'épuration des eaux d'une capacité de 200 000 m³/an, faisant appel à la technologie d'un réacteur biologique séquentiel. La station a été mise en service en juillet 2007.

Le rejet de l'effluent traité a d'abord été acheminé dans le ruisseau aux Castors. Depuis 2009, le rejet des eaux traitées a été relocalisé dans la rivière Jourdain. Occasionnellement, un rejet se fait dans le ruisseau aux Castors, notamment lors de périodes d'entretien du système.

Actuellement, WM exploite un système de traitement du lixiviat qui comprend les équipements suivants :

- Un bassin d'accumulation de 60 000 m³;
- Un réacteur biologique séquentiel (RBS) de 4 000 m³;
- Un bassin postégalisation de 3000 m³;
- Un système de précipitation du zinc mis en service au début de 2017;
- Un bassin de polissage de 1 000 m³;
- Une station de pompage et une conduite de refoulement de 3,6 km pour le rejet des eaux à la rivière Jourdain.

WM dispose également d'un bassin aéré complètement mélangé de 12 000 m³, muni d'aérateurs de surface, qui peut être opéré au besoin en mode RBS pour le traitement des eaux. En 2016, il a d'ailleurs été utilisé en mode RBS lors des travaux de maintenance du RBS principal pour le remplacement des rampes d'aération.

3.2 Révision des OER

L'entreprise a demandé au Ministère de réviser les OER pour tenir compte des volumes de lixiviat qui ont augmenté sensiblement dans les dernières années en raison notamment de conditions météorologiques extrêmes. Parallèlement, WM a entrepris une démarche afin d'accroître la capacité de son usine de traitement en tenant compte de la production actuelle de lixiviat et de celle supplémentaire anticipée pour son projet d'agrandissement. WM demande donc que les OER soient établis pour un débit d'effluent maximal de 1500 m³/d.

4. Objectifs qualitatifs

L'effluent devrait être exempt de toute substance en concentration telle qu'elle pourrait entraîner une production excessive de plantes aquatiques, de champignons ou de bactéries et qu'elle pourrait nuire, être toxique ou produire un effet physiologique néfaste ou une modification de comportement à toute forme de vie aquatique, semi-aquatique et terrestre. L'effluent doit aussi être exempt de substances en concentration telle qu'elles augmentent les risques pour la santé humaine (http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp).

5. Objectifs quantitatifs

Le calcul des OER est basé sur un bilan de charge appliqué sur une portion du cours d'eau allouée pour la dilution de l'effluent. Ce bilan est établi de façon à ce que la charge de contaminants présente en amont du rejet, à laquelle est ajoutée la charge de l'effluent, respecte la charge maximale admissible à la limite de la zone de mélange restreinte. Cette charge maximale est déterminée à l'aide des critères de qualité de l'eau en vue d'assurer la protection ou la récupération des usages du milieu.

5.1 Sélection des contaminants

Au début de 2016, une nouvelle liste de contaminants d'intérêt a été établie pour les LET à partir de la compilation et de l'analyse des résultats de suivi des OER à l'effluent de 19 LET du Québec pour les années 2006 à 2015. Cette nouvelle sélection comprend désormais 25 contaminants, la majorité des substances organiques, ne présentant pas de risque, a été éliminée. Les nitrates sont dorénavant compris dans la liste de base.

5.2 Éléments de calcul des objectifs environnementaux de rejet

Les OER ont été calculés en considérant les éléments qui suivent :

- *Les usages du milieu récepteur*

Le lixiviat traité du LET est rejeté dans la partie inférieure de la rivière Jourdain, qui draine un territoire situé dans les basses-terres du Saint-Laurent. En raison des activités agricoles du secteur, le cours d'eau est peu propice pour les espèces de poisson d'intérêt sportif (Tecsult, 2008). On y a répertorié l'ombre de vase, la ouitouche, le naseux des rapides, le meunier noir et l'épinoche à cinq épines. La tortue des bois, une espèce désignée vulnérable et la salamandre à quatre orteils, susceptible d'être désignée vulnérable, ont aussi été observées dans le bassin versant de la rivière (CDPNQ, 2017).

Les particularités de la rivière de l'Achigan, dans laquelle aboutit la rivière Jourdain, favorisent davantage la diversité ichthyenne, bien que la qualité de l'eau n'y soit pas optimale. Trente-six espèces de poisson, dont l'achigan à petite bouche, le maskinongé et le grand brochet, y ont été inventoriées (Tecsult, 2008).

La rivière de l'Achigan sert également à l'approvisionnement en eau potable. La prise d'eau municipale la plus près en aval du rejet du LET est celle de L'Épiphanie, à environ 40 kilomètres de distance. Peu après, la rivière de l'Achigan se jette dans la rivière L'Assomption où s'approvisionnent les municipalités de L'Assomption et de Repentigny.

Outre la vie aquatique et les prises d'eau potable, la salubrité du milieu et les activités de contact secondaire (pêche et canotage) sont les principaux usages à protéger en aval du rejet du LET de Sainte-Sophie.

- *Les critères de qualité de l'eau pour la protection et la récupération des usages du milieu*

Les critères de qualité considérés pour ce milieu sont ceux établis pour la protection de la vie aquatique (CVAC) ; la protection de la faune terrestre piscivore (CFTP) ; la prévention de la contamination des organismes aquatiques (CPCO) ; la prévention de la contamination de l'eau et des organismes des organismes aquatiques (CPC(EO)) dans le but d'assurer la protection de la prise d'eau brute située sur la rivière de l'Achigan à l'Épiphanie; la protection des activités de contact avec l'eau ainsi que des qualités esthétiques des plans d'eau (CARE). Les critères de qualité de l'eau de surface sur lesquels sont établis ces objectifs sont présentés dans le document *Critères de qualité de l'eau de surface* (MDDELCC, 2017).

- *Les données représentatives de la qualité des eaux du milieu récepteur*

La toxicité de certains contaminants pour la vie aquatique varie avec les caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur, notamment la concentration en chlorures, la dureté, le pH, et la température. Par exemple, la dureté du cours d'eau récepteur est à la base des critères de qualité de plusieurs métaux et le pH et la température permettent de déterminer le critère de l'azote ammoniacal.

Pour le calcul des OER (MDDEP, 2007), la teneur d'un contaminant dans le cours d'eau doit être considérée afin d'évaluer la quantité qui peut être ajoutée sans porter atteinte aux usages de l'eau. Des valeurs médianes représentatives du cours d'eau sont retenues à titre de concentration amont du milieu récepteur. En l'absence de valeurs représentatives de la concentration d'une substance, une valeur par défaut est retenue. Les valeurs retenues sont présentées au tableau ci-dessous.

Concentration du milieu et identification des stations de la BQMA

Paramètres	Concentration mg/L	Numéro des stations BQMA	Localisation	Période
Azote ammoniacal	0,02 ⁽¹⁾	-		
Chlorures	45	05220060	rivière Jourdain	1986-1995
Coliformes fécaux	72 UFC/100 ml ⁽¹⁾			
DBO ₅	0,5 ⁽¹⁾			
Dureté	94,9	05220060	rivière Jourdain	1986-1995
Fluorures	0,09	05220005	rivière de l'Achigan	1981-1985
MES	1,7 ⁽¹⁾			
Métaux ⁽²⁾	voir tableau OER	04640003	rivière Mascouche	2011
Nitrates	0,81	05220060	rivière Jourdain	1986-1995
pH	7,5	05220060	rivière Jourdain	1986-1995

(1) Concentration médiane estimée à partir du pourcentage des superficies agricoles (22%) et forestières (78%) du bassin de drainage et des concentrations typiques de ces milieux.

(2) Les métaux ont été échantillonnés et analysés avec des méthodes qui évitent la contamination des échantillons (MDDELCC, 2014).

- *Le débit d'effluent*

À la demande de l'entreprise, les OER de 2004¹ sont révisés pour tenir compte de l'augmentation des volumes d'eau à traiter. Le débit quotidien maximal estimé par l'entreprise est de 1500 m³/d (17,4 L/sec). Le rejet de l'effluent final dans le milieu récepteur est effectué sur une base annuelle.

¹ Les OER de 2004 étaient basés sur un débit de 1000 m³/d. Les OER révisés en 2008, à la demande de WM, (débit de 1500 m³/d) n'ont été ni utilisés ni officialisés puisque le débit du rejet a été maintenu, à ce jour, sous cette valeur.

- *Facteur de dilution alloué à l'effluent*

Lorsque l'on prévoit que l'effluent se mélangera rapidement dans le cours d'eau récepteur, le facteur de dilution du rejet est estimé à partir du rapport entre le débit d'effluent et les débits d'étiage (MDDEP, 2007), qui diffèrent selon la nature des usages considérés.

Pour la protection de la vie aquatique (critère CVAC), les débits d'étiage retenus pour les calculs sont le Q_{10-7} pour les contaminants toxiques et le Q_{2-7} pour les paramètres conventionnels. Ces débits sont basés sur des étiages d'une durée de 7 jours qui, en moyenne, se produisent respectivement une fois en 10 ans et en 2 ans. Pour la protection de la faune terrestre piscivore (critère CFTP) et pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques (critères CPC(O) et CPC(EO)), usages pour lesquels les effets toxiques se manifestent à plus long terme que ceux sur la vie aquatique, le débit critique retenu est le Q_{5-30} . Ce débit est basé sur un étiage de 30 jours se produisant en moyenne une fois aux 5 ans.

Les débits d'étiage dans la rivière Jourdain proviennent d'une analyse hydrologique effectuée en 2017 par l'équipe Énergie Hydrologie et Barrage de WSP Canada Inc². Le débit d'étiage à la prise d'eau provient d'une analyse hydrologique du Centre d'expertise hydrique (CEHQ, 2004). Ces débits sont présentés au tableau ci-dessous.

Débits d'étiage au point de rejet et à la prise d'eau potable

	Débits d'étiage de la rivière Jourdain en période hivernale et estivale (L/s)		Débit d'étiage sur la rivière de l'Achigan à la prise d'eau de l'Épiphanie en période estivale (L/s)
Quantile	Q hivernal	Q estival	Q estival
Q_{2-7}	152	66	
Q_{10-7}	94	32	
Q_{5-30}	117	52	732

Les débits d'étiage retenus sont ceux de la période estivale (la période hivernale est également considérée pour l'OER de l'azote ammoniacal) qui sont les plus contraignants, ce qui assure la protection des usages tout au long de l'année. La dilution de l'effluent à la prise d'eau a été évaluée en considérant le mélange complet de l'effluent dans la rivière.

Dilution dans le milieu récepteur pour les différents usages de l'eau

Paramètres (Usages)	Débits d'étiage	Dilution dans le milieu récepteur ($Q_e = 1500 \text{ m}^3/\text{d}$)
<i>Au point de rejet de l'effluent final dans la rivière Jourdain</i>		
Toxiques (CVAC)	50% $Q_{10-7} e$	1 dans 1,9
Toxiques (CFTP, CPC(O))	50% $Q_{5-30} e$	1 dans 2,5

² L'analyse hydrologique a été déposée lors de la demande de révision d'OER faite par WM en février 2018.

Paramètres (Usages)	Débits d'étiage	Dilution dans le milieu récepteur ($Q_e = 1500 \text{ m}^3/\text{d}$)
Azote ammoniacal (CVAC)	50 % Q_{10-h}	1 dans 3,7
	50 % Q_{10-e}	1 dans 1,9
DBO ₅ et MES (CVAC)	100 % Q_{2-e}	1 dans 4,8
Phosphore (CVAC)	100 % Q_{2-e}	Aucune
<i>À la prise d'eau de L'Épiphanie dans la rivière de l'Achigan</i>		
Toxiques (CPC(EO))	100 % Q_{5-40-e}	1 dans 42

e: estival.

h: hivernal

5.3 Présentation des objectifs environnementaux de rejet

Les OER applicables au rejet de l'effluent final sont présentés au tableau de l'Annexe 1. Les OER sont présentés en termes de concentration et de charge maximales allouées à l'effluent pour protéger le milieu récepteur. L'OER le plus restrictif a été retenu pour chaque contaminant dans le but d'assurer la protection de tous les usages du milieu.

Les OER incluent aussi une limite pour la toxicité globale de l'effluent. Le contrôle de la toxicité à l'aide d'essais de toxicité permet d'intégrer les effets cumulatifs de la présence simultanée de plusieurs contaminants, de même que l'influence des substances toxiques non mesurées.

L'effluent final ne doit pas dépasser une unité toxique mesurée avec les essais de toxicité aiguë (1 UTa) et 1,9 unité toxique mesurée avec les essais de toxicité chronique (1,9 UTc). Les essais de toxicité recommandés pour vérifier la toxicité de l'effluent final sont présentés à l'Annexe 1.

5.4 Suivi des rejets

Les paramètres qui font l'objet d'un OER doivent être suivis à l'effluent final. Pour ce suivi, il est nécessaire d'utiliser des méthodes analytiques ayant un seuil de détection permettant de vérifier le respect des OER. Dans le cas où l'OER d'un contaminant est inférieur au seuil de détection, précisé au bas du tableau de l'Annexe 1, l'absence de détection sera interprétée comme un respect de l'OER.

Les résultats de suivi doivent être exprimés en concentration totale pour tous les contaminants, à l'exception des métaux pour lesquels ils doivent être exprimés en métal extractible total. La forme extractible totale d'un métal est celle contenue dans un échantillon non filtré. Elle correspond à la somme du métal dissous et du métal lié aux particules, sans digestion du réseau silicaté (CEAEQ, 2012).

5.5 Comparaison des résultats de suivi avec les OER

La comparaison directe entre l'OER et la concentration moyenne d'un paramètre ne permet pas de vérifier adéquatement le respect de l'OER. En effet, elle ne prend pas en considération la

variabilité de l'effluent et la période d'application des critères de qualité dont la durée varie selon l'usage considéré (MDDEP, 2007). Pour les OER basés sur les critères de vie aquatique chronique (CVAC), la comparaison avec la concentration moyenne (minimum de 10 données détectées) doit tenir compte du coefficient de variation réel des concentrations mesurées à l'effluent. Cette comparaison s'effectue selon les principes de la méthode de l'U.S. EPA (1991). Pour tous les autres usages (CPC(O) et CFTP) de même que pour l'OER relatif au phosphore ou aux coliformes fécaux, la moyenne des données (ou moyenne géométrique pour les coliformes fécaux) est comparée directement à l'OER.

Des informations détaillées sur la comparaison de la qualité des rejets avec les OER peuvent être obtenues dans le document *Lignes directrices pour l'utilisation des objectifs environnementaux de rejet relatifs aux rejets industriels dans le milieu aquatique* (MDDEP, 2008) et son addenda *Comparaison entre les concentrations mesurées à l'effluent et les objectifs environnementaux de rejet pour les entreprises existantes* (MDDELCC, 2017).³

³ Le fichier de traitement des données est disponible sur demande à l'adresse indiquée dans l'addenda.

RÉFÉRENCES

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC (CEAEQ), 2012. *Terminologie recommandée pour l'analyse des métaux*, 4^e éd., Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs du Québec, 15p. http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accréditation/Terminologie_métaux.pdf

CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (CDPNQ), 2017. *Extractions du système de données pour le territoire du bassin versant de la rivière Jourdain*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec, 7 pages.

CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC, 2004. *Analyse hydrologique. Ruisseau aux Castors et rivière Jourdain 0522-001-04-E*. 9 p.

ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA ET SANTÉ CANADA, 2017. *Ébauche d'évaluation préalable. Sulfure d'hydrogène (H₂S), hydrogénosulfure de sodium (Na(HS)) et disulfure de sodium (Na₂S)*. Pagination multiple.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC), 2017. *Lignes directrices pour l'utilisation des objectifs environnementaux de rejet relatifs aux rejets industriels dans le milieu aquatique – Comparaison entre les concentrations mesurées à l'effluent et les objectifs environnementaux de rejet pour les entreprises existantes (ADDENDA)*, Québec, ISBN 978-2-550-78291-9 (PDF), 9 p. et 1 annexe. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/Addenda_OER.pdf

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC), 2017. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*, [En ligne]. [\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm)

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC), 2014. *Protocole d'échantillonnage de l'eau de surface pour l'analyse des métaux en traces*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 19p. En ligne : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/metaux/protocole-echantillonnage-analyse-metaux-traces.pdf

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), 2008. *Lignes directrices pour l'utilisation des objectifs environnementaux de rejet relatifs aux rejets industriels dans le milieu aquatique*, Direction des politiques de l'eau, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, ISBN 978-2-550-53945-2 (PDF), 134p. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/ld-oer-rejet-indust-mileu-aqua.pdf>

RÉFÉRENCES - Suite

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), 2007. *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique*, 2^e édition, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-978-2-550-49172-9 (PDF), 57 p. et 4 annexes. En ligne : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/oer/index.htm>

TECSULT INC., 2008. *Agrandissement du lieu d'enfouissement technique de Sainte-Sophie, Étude d'impact sur l'environnement – Étude de caractérisation de la rivière Jourdain*, 7 chapitres et 3 annexes.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (U.S. EPA), 1991. *Technical Support Document for Water Quality-Based Toxics Control*, Washington (DC), U.S. EPA, Office of water, 145 p. et 16 annexes. (EPA/505/2-90-001).

En ligne : <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/owm0264.pdf>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2006. *The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds*, ToxSci Advance Access published July 7, 19 p. En ligne http://www.who.int/foodsafety/chem/2005_WHO_TEFs_ToXSci_2006.pdf

Annexe 1 : Lieu d'envoiesement technique à Sainte-Sophie

Objectifs environnementaux de rejet pour l'effluent final (Qe: 1 500 m³/d)

1er mai 2018

Contaminants	Usages	Critères mg/L	Concentrations amont mg/L	Concentrations allouées à l'effluent ⁽¹⁾ mg/L	Charges allouées à l'effluent kg/d	Périodes d'application
Conventionnels						
Coliformes fécaux	CARE	1000	72 (2)	REIMR (3)		Année
Demande biochimique en oxygène (5 jours)	CVAC	3,0	0,5 (2)	12,4 *	18,6	Année
Matières en suspension	CVAC	6,6	1,7 (2)	25,7 *	38,0	Année
Phosphore total (mg/L-P)	CVAC	0,03		0,03 (4)		15 mai-14 nov.
Métaux						
Baryum	CVAC	0,41 (5)	0,060 (6)	0,74 *	1,1	Année
Chrome	CVAC	0,011 (7)	0,0030 (6)	0,018 *	0,028	Année
Cuivre	CVAC	0,0089 (5)	0,0041 (6)	0,013 *	0,020	Année
Manganèse	CVAC	1,3 (5)	0,059 (6)	3,5 *	5,2	Année
Mercur	CFTP	1,3E-06		1,3E-06 (8)(9)	2,0E-06	Année
Nickel	CVAC	0,030 (5)	0,0032 (6)	0,093 *	0,14	Année
Plomb	CVAC	0,0030 (5)	0,00051 (6)	0,0052 *	0,0079	Année
Zinc	CVAC	0,11 (5)	0,0052 (6)	0,22 *	0,32	Année
Substances organiques						
Biphényles polychlorés	CPC(O)	6,4E-08		6,4E-08 (8)(10)	9,6E-08	Année
Dioxines et furanes chlorés	CFTP	3,1E-12		3,1E-12 (8)(11)	4,7E-12	Année
Substances phénoliques(indice phénol)	CPC(O)	0,005	0 (12)	0,012	0,019	Année
Autres paramètres						
Azote ammoniacal (estival) (mg/l-N)	CVAC	1,23 (13)	0,02 (2)	2,4 *	3,6	1er juin - 30 nov.
Azote ammoniacal (hivernal) (mg/l-N)	CVAC	1,91 (13)	0,02 (2)	7,0 *	10,5	1er déc.-31 mai
Chlorures	CVAC	230	45 (14)	401 *	601	Année
Cyanures totaux	CVAC	0,005	0 (12)	0,0096 (15)*	0,014	Année
Fluorures	CVAC	0,2	0,09 (16)	0,30 *	0,45	Année
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	CVAC			(9)(17)		Année
Nitrates (mg/l-N)	CVAC	3,0	0,81 (18)	5,0 *	7,5	Année
Nitrites (mg/l-N)	CVAC	0,2 (19)	0 (12)	0,38 *	0,58	Année
pH				6,0 à 9,5 (20)		Année
Solides dissous totaux				Suivi (21)		
Sulfure d'hydrogène	CVAC	0,00036	0 (12)	0,00069 (9) (22)*	0,0010	Année
Essais de toxicité						
Toxicité aiguë	VAFe	1,0 UTa		1,0 UTa (23)		Année
Toxicité chronique	CVAC	1,0 UTc		1,9 UTc (24)		Année

CARE : Critère d'activités récréatives

CPC(O) : Critère de prévention de la contamination des organismes aquatiques

CFTP : Critère de faune terrestre piscivore

VAFe: Valeur aiguë finale à l'effluent

CVAC : Critère de vie aquatique chronique

* La comparaison entre l'OER marqué d'un astérisque et la concentration moyenne mesurée ou attendue à l'effluent doit prendre en considération la variabilité de l'effluent et la période d'application du critère de qualité de l'eau. À cet effet, les recommandations de la section 5.5 doivent être suivies.

(1) Pour les différents contaminants, cette concentration doit correspondre à la fraction totale à l'exception des métaux pour lesquels la concentration doit correspondre à la fraction extractible totale.

(2) Concentration médiane estimée à partir du pourcentage des superficies agricoles (22%) et forestières (78%) du bassin de drainage et des concentrations typiques de ces milieux.

Annexe 1 : Lieu d'envoissement technique à Sainte-Sophie

Objectifs environnementaux de rejet pour l'effluent final (Qe: 1 500 m³/d) - Suite

1er mai 2018

- (3) Comme l'objectif environnemental de rejet (OER) est plus élevé que la "valeur limite moyenne mensuelle" du REIMR, cette dernière assure la protection du milieu récepteur.
- (4) Selon l'état actuel des connaissances, on estime que le bassin versant de la rivière L'Assomption, dont fait partie la rivière Jourdain, est en surplus de phosphore. En pareil cas, l'OER correspond au critère de qualité de l'eau de surface.
- (5) Critère calculé pour un milieu récepteur dont la dureté médiane est de 94,9 mg/L CaCO₃, selon les données de la station 05220060 (1986-1995) de la BQMA du MDDELCC.
- (6) Concentration médiane en métaux traces mesurée à la station 04640003 en 2011 par le MDDELCC. Les médianes correspondant à une valeur sous le seuil de détection sont rapportées comme la moitié de la valeur de celui-ci.
- (7) Pour le chrome, bien qu'il existe un critère de qualité de l'eau pour des formes spécifiques de ce contaminant, l'OER établi à partir du critère de Cr VI, s'applique à la forme extractible totale. Une analyse des différentes formes permet de préciser le risque lorsque la concentration mesurée à l'effluent est supérieure à l'OER.
- (8) Les biphényles polychlorés, les dioxines et furanes chlorés et le mercure sont des substances persistantes, toxiques et bioaccumulables. Puisqu'il y a très peu d'atténuation naturelle pour ces substances, aucune zone de mélange n'est considérée dans le calcul de l'OER (MDDEP, 2007). La concentration allouée à l'effluent correspond donc au critère de qualité de l'eau de surface.
- (9) Il est nécessaire d'utiliser pour le suivi de tous les contaminants, des méthodes analytiques ayant une limite de détection plus petite ou égale à l'OER. Les paramètres suivants ont une limite de détection plus élevée que l'OER : mercure 6E-05 mg/L; hydrocarbures pétroliers C10-C50 0,1 mg/L; sulfure d'hydrogène 0,02 mg/L. Pour ces paramètres, l'absence de détection à la limite précisée précédemment, sera interprétée comme le respect de l'OER.
- (10) Le critère des BPC totaux s'applique à la sommation de tous les congénères de BPC faisant partie des familles ou groupes homologues trichlorés à décachlorés (3 à 10 atomes de chlore). Huit groupes homologues sont ainsi visés. Pour chacun de ces groupes homologues, des congénères de BPC sont étalonnés et quantifiés (au total 41 congénères). Ces congénères ciblés servent à calculer la concentrations des autres BPC présents dans chaque groupe homologue à l'aide d'un facteur de réponse moyen. La limite de détection pour les congénères varie entre 10 et 100 pg/L. L'édition courante de la méthode MA. 400 BPCHR 1.0 est une méthode qui est en mesure de réaliser cette analyse.
- (11) L'objectif de rejet s'appliquant aux dioxines et furanes chlorés totaux est inférieur aux limites de détection individuelles des congénères dosés. Or, ces limites de détection spécifiques à chacun des congénères varient suivant la nature de l'échantillon. Pour cette raison, aucune limite de détection ne peut être précisée. Afin d'atteindre des limites de détection les plus basses possibles, le dosage doit être fait par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse à haute résolution. Les teneurs totales de dioxines et furanes chlorés doivent être calculées à partir des facteurs d'équivalence de la toxicité (FÉT) pour les humains et les mammifères (WHO, 2006).
- (12) Concentration amont par défaut.
- (13) Les critères applicables à l'azote ammoniacal sont déterminés pour une température de 7 °C en été et de 20 °C en hiver et pour une valeur médiane de pH de 7.5 selon les données de la station 05220060 (1986-1995) de la BQMA du MDDELCC.
- (14) Concentration médiane en chlorures mesurée à la station 05220060 (1986-1995) de la Banque de qualité du milieu aquatique (BQMA) du MDDELCC.
- (15) L'OER pour les cyanures totaux est établi à partir du critère de qualité pour les cyanures libres. Le respect de l'OER peut être vérifié en analysant tout d'abord les cyanures totaux. Cette analyse peut s'avérer suffisante si la teneur en cyanures totaux est inférieure à l'OER. Dans le cas contraire, une analyse plus spécifique des cyanures disponibles (weak acid dissociable) peut permettre de préciser les risques lorsque la teneur en cyanures totaux est supérieure à l'OER.
- (16) Concentration médiane en fluorures mesurée à la station 05220005 (1981-1985) de la BQMA du MDDELCC.

Annexe 1 : Lieu d'envouissement technique à Sainte-Sophie

Objectifs environnementaux de rejet pour l'effluent final (Qe: 1 500 m³/d) - Suite

1er mai 2018

- (17) En ce qui concerne les hydrocarbures pétroliers, leur diversité permet seulement de spécifier une gamme de toxicité, c'est pourquoi on retient une valeur guide d'intervention plutôt qu'un OER. En considérant le taux de dilution (1,92), la valeur guide de 0,01 mg/L se traduit en une concentration allouée à l'effluent de 0,02 mg/L. Cette teneur sert à orienter la mise en place des meilleures pratiques d'entretien et d'opération ou de meilleures technologies d'assainissement.
- (18) Concentration médiane en nitrates mesurée à la station 005220060 (1986-1995) de la BQMA du MDDELCC
- (19) Le critère des nitrites est calculé pour un milieu récepteur dont la concentration médiane en chlorures est de 45 mg/L, selon les données de la station 05220060 (1986-1995) de la BQMA du MDDELCC.
- (20) Cette exigence de pH, requise dans le REIMR satisfait l'objectif de protection du milieu aquatique.
- (21) Aucun OER n'est établi pour ce paramètre. Un suivi est demandé aux fins d'interprétation.
- (22) La concentration de sulfures dissous présent sous forme de $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$ est estimée à 0,15 de la concentration en sulfures totaux (ou dissous) mesurée à l'effluent. La concentration de H_2S est ensuite évaluée en multipliant le résultat par un facteur qui varie selon le pH du milieu récepteur. Ainsi, la concentration mesurée à l'effluent devra être multipliée par $0,15 * 0,24$. Cette concentration corrigée doit être comparée à l'OER (ECCC et SC, 2017).
- (23) L'unité toxique aiguë (UTa) correspond à 100/CL50 (%v/v) (CL50 : concentration létale pour 50 % des organismes testés). Les essais de toxicité demandés sont spécifiés à l'annexe 2.
- (24) L'unité toxique chronique (UTc) correspond à 100/CSEO (CSEO : concentration sans effet observable) ou 100/CI25 (CI25: concentration inhibitrice pour 25% des organismes testés). Les essais de toxicité sont spécifiés à l'annexe 2.

Annexe 2 : ESSAIS DE TOXICITÉ SÉLECTIONNÉS POUR LA VÉRIFICATION DU RESPECT DES CRITÈRES DE TOXICITÉ GLOBALE À L'EFFLUENT FINAL POUR LE PROJET DU LET DE SAINTE-SOPHIE

Les essais de toxicité à utiliser sont les suivants :

Essais de toxicité aiguë

- détermination de la toxicité létale (CL₅₀ 48h) chez le microcrustacé *Daphnia magna*
Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), 2011. Détermination de la toxicité létale CL₅₀ 48h *Daphnia magna*. MA 500 – D.mag. 1.1. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 18 p.
- détermination de la létalité aiguë (CL₅₀ 96h) chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*)
Environnement Canada, 2000, modifié 2007. Méthode d'essai biologique : méthode de référence pour la détermination de la létalité aiguë d'effluents chez la truite arc-en-ciel, Section de l'élaboration et de l'application des méthodes, Ottawa, Publication SPE 1/RM/13, 2^e édition.
- détermination de la létalité aiguë (CL₅₀ 96h) chez le méné tête-de-boule (*Pimephales promelas*)
U.S.EPA, 2002. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms (fifth edition), U.S.EPA, Office of Water, Washington, DC. EPA-821-02-012.

Essais de toxicité chronique

- détermination de la toxicité : inhibition de la croissance (CI₂₅ 96h) chez l'algue *Pseudokirchneriella subcapitata*
Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), 2011. Détermination de la toxicité : inhibition de la croissance chez l'algue *Pseudokirchneriella subcapitata*, MA 500 – P. sub. 1.0, révision 2, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 21 p.
- détermination de la toxicité : inhibition de la croissance (CI₂₅ 7j) chez le méné tête-de-boule *Pimephales promelas*
Environnement Canada, 2011. Méthode d'essai biologique : essai de croissance et de survie sur des larves de tête-de-boule, Section de l'élaboration et de l'application des méthodes, Ottawa, Publication SPE 1/RM/22.

ANNEXE

M

**ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE
DES COÛTS DE GESTION
POSTFERMETURE**

PROJET N° : 171-02584-00

PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE (ZONE 6)

ANNEXE M – ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DES COÛTS DE GESTION POSTFERMETURE

DÉCEMBRE 2018



PROJET
D'AGRANDISSEMENT DU
LET DE SAINTE-SOPHIE
(ZONE 6)
ANNEXE M - ÉVALUATION
PRÉLIMINAIRE DES COÛTS DE
GESTION POSTFERMETURE

WM QUÉBEC INC.

PROJET N° : 171-02584-00
DATE : DÉCEMBRE 2018

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



2018-12-13

Jean Bernier, ing. M. Sc.
Directeur adjoint - Environnement
N° OIQ : 106588

VÉRIFIÉ PAR



Jean-David Beaulieu, M.A.
Économiste

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WM QUÉBEC INC..

Directeur de l'ingénierie et de l'environnement

Ghislain Lacombe, ing.

WSP CANADA INC. (WSP)

Directeur de projet

Jean Bernier, ing., M.Sc.

Économiste

Jean-David Beaulieu, M.A.

Traitement de texte

Éva-Saïda Saheb-Ettaba

Édition

Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2018. *PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE (ZONE 6). ANNEXE M – ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE DES COÛTS DE GESTION POSTFERMETURE. RAPPORT PRODUIT POUR WM QUÉBEC INC. 18 PAGES ET ANNEXES.*

TABLE DES MATIÈRES

1	MISE EN CONTEXTE	1
2	INSPECTION ET ENTRETIEN GÉNÉRAUX DES LIEUX	3
2.1	INSPECTION GÉNÉRALE DES LIEUX	3
2.2	ENTRETIEN GÉNÉRAL DES LIEUX	3
3	SUIVI ENVIRONNEMENTAL	5
3.1	EAUX DE SURFACE ET LIXIVIAT.....	5
3.2	EAUX SOUTERRAINES.....	6
3.3	BIOGAZ.....	7
4	GESTION DES EAUX DE LIXIVIATION	9
4.1	ZONES 4, 5A, 5B ET 6	9
4.2	ZONES 1, 2A, 3A ET LES	9
4.3	SOMMAIRE DES COÛTS DE GESTION DES EAUX DE LIXIVIATION	10
5	GESTION DES BIOGAZ	11
6	GESTION DU LET	13
7	SOMMAIRE DES COÛTS DE GESTION POSTFERMETURE	15
8	CALCUL DE LA CONTRIBUTION AU FONDS DE SUIVI.....	17

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 2-1	ENTRETIEN DU COUVERT FINAL	4
TABLEAU 2-2	ENTRETIEN GÉNÉRAL	4
TABLEAU 3-1	SUIVI ENVIRONNEMENTAL – EAUX DE SURFACE ET DE LIXIVIATION	6
TABLEAU 3-2	SUIVI ENVIRONNEMENTAL – EAUX SOUTERRAINES	6
TABLEAU 3-3	COÛT DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL – EAUX SOUTERRAINES.....	7
TABLEAU 3-4	COÛT DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL – BIOGAZ	7
TABLEAU 3-5	SYNTHÈSE – COÛT TOTAL DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL.....	8
TABLEAU 4-1	SYSTÈME DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT – OPÉRATION.....	9
TABLEAU 4-2	SYNTHÈSE – COÛT TOTAL DE LA GESTION DU LIXIVIAT ZONES 4, 5A, 5B ET 6	9
TABLEAU 4-3	COÛTS DU TRAITEMENT DU LIXIVIAT ET D'ENTRETIEN DU SYSTÈME DE GESTION DES EAUX DE LIXIVIATION DES ZONES 1, 2A, 3A ET LES INCLUANT LE PLAN DE SÉCURISATION	10
TABLEAU 4-4	SYNTHÈSE DES COÛTS DE GESTION DU LIXIVIAT.....	10
TABLEAU 5-1	SYSTÈME DE BIOGAZ – OPÉRATIONS ET ENTRETIEN.....	11
TABLEAU 6-1	GESTION DU LET	13
TABLEAU 7-1	SYNTHÈSE DES COÛTS POSTFERMETURE (INCLUANT LES TAXES).....	15

ANNEXES

1	HYPOTHÈSES ÉCONOMIQUES DES JARDINS GESTION DU PATRIMOINE
2	DÉTAIL DU CALCUL DE LA CONTRIBUTION

1 MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre du projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) de Sainte-Sophie, la directive émise par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)¹ en avril 2017 demande le dépôt d'une évaluation des frais de gestion environnementale postfermeture dans le but d'établir la contribution requise au cours de l'exploitation de la zone 6, afin de garantir que le montant accumulé dans la fiducie d'utilité sociale soit suffisant pour la gestion postfermeture de l'ensemble du LET, en conformité avec le cadre réglementaire applicable.

En effet, WM Québec inc. (WM) contribue à un fonds de gestion postfermeture depuis l'autorisation de la zone 4 en 2004. La contribution à ce fond a toujours été évaluée de façon à permettre la gestion postfermeture de l'ensemble du LET de Sainte-Sophie, soit l'ancien site, les zones fermées 1, 2A, 3A et 4, la zone 5A en fin d'exploitation, la zone 5B en exploitation ainsi que la zone 6 proposée. Le fond de gestion postfermeture a été développé pour couvrir l'ensemble de ces zones ainsi que plusieurs équipements (traitement du lixiviat et du biogaz, stations de pompage, etc.) partagés pour l'exploitation.

La présente évaluation des coûts afférents à la gestion postfermeture vise à actualiser les coûts en fonction des frais réellement déboursés pour le suivi environnemental du LET et des ouvrages complémentaires associés à l'exploitation postfermeture de la zone 6. Cette approche a pour objectif de s'assurer que les contributions versées au patrimoine fiduciaire sont suffisantes pour garantir le financement des activités que comporte la gestion postfermeture du LET.

La présente estimation demeure préliminaire et se base sur l'évaluation récente des coûts postfermeture, incluse à la demande de certificat d'autorisation (CA) pour la zone 5B actuellement en exploitation et acceptée par le Ministère à la fin 2016.

De plus, il est important de noter que cette évaluation, comme pour les phases antérieures autorisées (zone 4, 5A et 5B), devra être reprise dans le cadre des demandes d'autorisation en fonction des paramètres finaux d'exploitation prescrits par le Ministère. Par la suite, elle devra être mise à jour tous les cinq ans en fonction des coûts réels d'opération.

La présente évaluation comporte les divers volets suivants :

- l'inspection et l'entretien généraux des lieux;
- l'application des programmes de suivi environnemental exigés pour l'ensemble du LET;
- l'opération, l'entretien et le nettoyage du système de captage et de gestion du lixiviat, du système de captage des eaux superficielles et souterraines, du système de collecte et d'évacuation, de valorisation ou d'élimination des biogaz ainsi que du système de puits de contrôle des eaux souterraines;
- le maintien de l'intégrité du recouvrement final des déchets, soit le comblement de trous, de failles ou d'affaissement, l'entretien de la couche végétale, de même que les couches de drainage et d'étanchéité;
- l'entretien et le remplacement des équipements;
- la gestion du LET.

Les sections suivantes présentent le détail de ces coûts.

¹ Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) depuis octobre 2018.

2 INSPECTION ET ENTRETIEN GÉNÉRAUX DES LIEUX

2.1 INSPECTION GÉNÉRALE DES LIEUX

Le programme annuel d'inspection générale des lieux prévoit la vérification des éléments suivants :

- stabilité des pentes de remblais, état des chemins d'accès et de service et des fossés de drainage;
- état du recouvrement final imperméable (zones sans couvert végétal, trous, failles ou affaissement, végétaux pouvant porter intégrité à la géomembrane imperméable, etc.);
- présence de résurgences ou de toutes autres nuisances;
- état des bâtiments abritant les équipements dédiés au traitement des eaux de lixiviation;
- état des bassins;
- état du système de traitement des eaux de lixiviation;
- état du système de gestion des biogaz.

Aux fins de la présente étude, il a été considéré que l'inspection générale des lieux serait effectuée par les techniciens en environnement de WM, de façon périodique, lors des visites effectuées dans le cadre des campagnes d'échantillonnage du suivi environnemental.

Les coûts annuels pour le programme d'inspection générale des lieux ont été établis sur la base de la main-d'œuvre ainsi que sur la nature et la fréquence des inspections requises. Pour la vérification des éléments cités précédemment, il est estimé que deux techniciens, effectuant quatre visites par année d'une durée d'environ 12 heures, seraient requis pour la planification, la réalisation des inspections ainsi que la consignation des rapports. Pour la réalisation de l'inspection générale des lieux, une allocation de 6 000 \$/année est attribuée.

2.2 ENTRETIEN GÉNÉRAL DES LIEUX

Les coûts couvrent l'entretien du recouvrement final et du couvert végétal de l'ensemble des zones, des chemins d'accès et de service, des fossés, des ponceaux, des bâtiments de service (garage, salle électrique) ainsi que des ouvrages connexes (clôture, barrière, panneaux de signalisation, etc.).

Le maintien du couvert final comprend deux volets, soit la réfection du couvert à l'endroit où il y a des affaissements (surtout durant les cinq premières années après la fermeture) ainsi que de la végétation mise en place dans les talus et le maintien de la couche végétale (tonte).

Les réparations plus importantes sont principalement effectuées au cours des cinq années suivant la mise en place du recouvrement final lorsque la biodégradation des matières résiduelles et par conséquent les tassements différentiels sont plus importants.

Selon WM, la réfection du couvert final réalisé au cours des cinq années précédant la fermeture du site représente environ 0,5 % de l'investissement requis pour l'aménagement de cette superficie. La réfection du couvert final, ayant été aménagée plus de cinq ans avant la fermeture du site, représente environ 0,1 % de l'investissement requis pour l'aménagement de cette superficie.

Le coût postfermeture de ces activités est évalué comme suit :

Tableau 2-1 Entretien du couvert final

ENTRETIEN DU COUVERT FINAL	
Réfection du couvert et maintien de la végétation	
Coût annuel de 0,5 % de l'investissement initial	
Investissement initial	
— 30 ha x 250 000 \$/ha = 7 500 000 \$	
Allocation annuelle pour travaux de réfection :	
— 7 500 000 x 0,5 %	37 500 \$
Coût annuel de 0,1 % de l'investissement initial	
Investissement initial (zones 4, 5A et 5B et 6 jusqu'à 5 ans précédant la fermeture):	
— 98,5 ha x 250 000 \$/ha = 24 625 000 \$	
Allocation annuelle pour travaux de réfection :	
— 24 625 000 \$ x 0,1 %	24 625 \$
Tonte du gazon	
Coût unitaire : 0,0105 \$/m ²	
Superficie 3D	
Zones 4, 5A, 5B et 6 : 1 285 000 m ²	
Fréquence : 1 fois par année	12 850 \$
Coût annuel arrondi : 12 850,00 \$	
TOTAL (2018)	(74 975 \$) ~ 75 000,00 \$

Pour les chemins d'accès et de services, un montant estimé à 10 000 \$ a été retenu pour l'entretien et le déneigement périodique. Ce prix englobe le reprofilage périodique des chemins ainsi que le renouvellement de la structure de chaussée et le déneigement.

Pour les fossés de drainage et ponceaux, un montant annuel de 5 000 \$ a été retenu pour l'entretien de ceux-ci, incluant le reprofilage et le nettoyage périodique des fossés.

Pour les bâtiments, un montant annuel moyen de 4 000 \$ est accordé pour l'entretien de ces derniers. Un montant supplémentaire de 5 000 \$ a finalement été retenu pour l'entretien d'ouvrages divers comme les clôtures et les barrières, les panneaux de signalisation, etc.

Tableau 2-2 Entretien général

ENTRETIEN GÉNÉRAL	
Chemin d'accès et de service (entretien et déneigement)	10 500 \$
Fossés et ponceaux	5 200 \$
Bâtiments	4 300 \$
Ouvrages divers (clôtures, barrières, panneaux)	5 000 \$
TOTAL (2018)	25 000 \$

Le montant total accordé pour l'inspection et l'entretien généraux des lieux s'élève donc à 100 000 \$ annuellement.

3 SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme de suivi environnemental comporte trois composantes, soit :

- les eaux de surface et le lixiviat;
- les eaux souterraines;
- les biogaz.

L'évaluation des coûts d'un tel programme est donc basée sur les fréquences et les analyses prévues, lesquelles sont conformes au Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR) et aux conditions spécifiques des décrets applicables et en vigueur pour chacune des zones du LET de Sainte-Sophie.

3.1 EAUX DE SURFACE ET LIXIVIAT

Avec l'ajout de la zone 6, le nombre de points d'échantillonnage passera de six à sept pour le prélèvement des eaux de surface avant leur rejet au réseau hydrique, à savoir :

- ES-3, SS-G, SS-4, SS-5, SS-6, ES-7 et ES-2.

Le suivi de ces eaux qui ne sont pas dirigées vers le système de traitement est réalisé au printemps, à l'été et à l'automne, pour mesurer chacun des paramètres mentionnés à l'article 53 du REIMR, et ce, avant leur rejet dans l'environnement. Un suivi des matières en suspension et des hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀) est également effectué sur une base mensuelle entre les mois d'avril et de novembre.

Pour ce qui est des eaux de lixiviation, l'échantillonnage des eaux de lixiviation brutes générées au LET de Sainte-Sophie sera effectué dans chacune des stations de pompage ou les regards desservant ces zones en postfermeture, à savoir :

- zone 1 : SP-5A, SP-5B, SP-5C, SP-5SDF;
- zones 2A et 3A : SP-1, SP-2, SP-3;
- ancien site : regard AS-14;
- zone 4 : SP4-1, SP4-1SDF, SP4-2, SP4-2SDF;
- zone 5A : SP5-1, SP5-1SDF;
- zone 5B : SP5-2, SP5-2SDF, SP5-3, SP5-3SDF;
- zone 6 : SP6-1, SP-6SDF.

En plus d'effectuer les mesures du débit des eaux de lixiviation recueillies par tout système de captage dont sont pourvues toutes les aires d'enfouissement, WM procède au prélèvement d'un échantillon des eaux recueillies par chacun de ces systèmes au moins une fois par année et les fait analyser afin de mesurer les paramètres ou substances mentionnés aux articles 53, 57 et 66 du REIMR.

Durant la période d'opération de la filière de traitement du lixiviat, WM procède à l'échantillonnage des eaux de lixiviation traitées de façon hebdomadaire. Ces analyses hebdomadaires portent alors sur les sept paramètres de l'article 53 du REIMR.

Outre les exigences du REIMR, le suivi des eaux de lixiviation traitées inclut également l'analyse du phosphore (15 mai au 14 novembre) ainsi que le suivi des OER à raison de quatre fois par année.

Le sommaire des exigences relatives au suivi des eaux de lixiviation est présenté à l'annexe 1 du présent rapport.

Les coûts reliés à ces activités sont évalués comme suit :

Tableau 3-1 Suivi environnemental – Eaux de surface et de lixiviation

SUIVI ENVIRONNEMENTAL – EAUX DE SURFACE ET DE LIXIVIATION		
Main-d'œuvre		
Technicien		
3 visites x 20 h x 52,50 \$/h (incluant préparation)		3 150 \$
Professionnel - Rapport		1 850 \$
Dépenses		
Analyses		
Eaux de surface (6 points)		800 \$
C ₁₀ -C ₅₀ et MES		2 225 \$
Eaux de lixiviation (20 points)		7 850 \$
TOTAL (2018)		15 875 \$

3.2 EAUX SOUTERRAINES

Les programmes de suivis environnementaux des eaux souterraines au LET et au lieu d'enfouissement sanitaire (LES) de Sainte-Sophie ont été élaborés afin de rencontrer les conditions et exigences particulières émises aux divers décrets lors de chacune des phases d'expansion du LES de Sainte-Sophie. Dans le cadre de l'exploitation de la zone 6, six puits d'observation supplémentaires seront ajoutés, soit quatre dans la nappe libre de surface et deux dans la nappe semi-captive.

Tableau 3-2 Suivi environnemental – Eaux souterraines

SECTEUR	POINTS DE MESURE
LES, zones 1, 2A et 3A (11 puits)	
Nappe libre sable	8 puits
Nappe aquifère du roc	3 puits
Plan de sécurisation (entre 22 et 26)	
Nappe libre sable	6 puits
Nappe aquifère du roc	8 puits
Municipalité Sainte-Anne-des-Plaines	
Résidences privées	8-12 puits
Suivi de la barrière hydraulique (21 puits)	
Eaux de rejet des puits de pompage	3 puits
Suivi piézométrique de l'aquifère du roc	18 puits
Zones 4, 5A et 5B (14 puits)	
Nappe libre	9 puits
Aquifère du roc	5 puits
Zones 6 (6 puits)	
Nappe libre	4 puits
Aquifère du roc	2 puits

Pour le suivi environnemental des eaux souterraines au LET de Sainte-Sophie, le sommaire des coûts se détaille ainsi :

Tableau 3-3 Coût du suivi environnemental – Eaux souterraines

SUIVI ENVIRONNEMENTAL INCLUANT LE PLAN DE SÉCURISATION – EAUX SOUTERRAINES	
Dépenses, main-d'œuvre (prélèvement et préparation), rapport par un professionnel	
Échantillonnage et Analyses	
LES, zones 1, 2A et 3A	18 000 \$
Plan de sécurisation	17 600 \$
Municipalité de Sainte-Anne-des-Plaines	10 100 \$
Barrière hydraulique	3 100 \$
Zones 4, 5A et 5B	15 800\$
Zone 6	5 500 \$
TOTAL (2018)	70 100 \$

3.3 BIOGAZ

Le REIMR exige que le suivi des biogaz soit effectué de la façon suivante :

- suivi de toutes les têtes de puits et drains de captage des biogaz au moins quatre fois par année;
- suivi de la migration latérale du biogaz dans les sols au moins quatre fois par année;
- suivi de la concentration de méthane dans les bâtiments au moins quatre fois par année.
- suivi de la concentration de méthane à la surface de la zone de dépôts au moins trois fois par année.

Annuellement, WM doit également mesurer l'efficacité de destruction des composés organiques autre que le méthane.

Avec la zone 6, six puits supplémentaires seront ajoutés aux 13 puits existants, portant le nombre total à 19 puits. De plus, la superficie totale de la zone 6 atteindra près de 128 ha pour les relevés de surface des zones 4 à 6.

Les coûts pour ces activités sont évalués comme suit :

Tableau 3-4 Coût du suivi environnemental – Biogaz

SUIVI ENVIRONNEMENTAL – BIOGAZ	
Main-d'œuvre	
Puits d'observation des zones 4, 5A, 5B et 6 (19 puits)	
Bâtiments (incluant le rapport d'un professionnel)	9 850 \$
Relevé des têtes de puits et des drains de captage ainsi que le relevé de surface des zones 4, 5A, 5B et 6 (incluant le rapport d'un professionnel)	16 500 \$
Calibration des puits de biogaz zones 2A, 3A et LES et relevé de surface	
– Calibration 4 fois/an, sauf pour la zone 2A	
– Relevé de surface 3 fois/an	3 375 \$
Calibration des puits de biogaz zone 1 et relevé de surface	
– Calibration 3 fois/an	
– Relevé de surface 3 fois/an	8 725 \$
Migration des biogaz dans l'aquifère du roc (20 puits)	10 300 \$
TOTAL (2018)	48 750 \$

Tableau 3-5 Synthèse – Coût total du suivi environnemental

SYNTHÈSE – COÛT TOTAL DU SUIVI ENVIRONNEMENTAL	
Description	
Eaux de surface et lixiviât	15 875 \$
Eaux souterraines	70 100 \$
Biogaz	48 750 \$
TOTAL (2018)	134 725 \$

4 GESTION DES EAUX DE LIXIVIATION

4.1 ZONES 4, 5A, 5B ET 6

En période postfermeture, il est anticipé que le volume de lixiviat à traiter soit moins élevé; le site sera entièrement pourvu d'un recouvrement étanche réduisant ainsi la production de lixiviat. Le volume de lixiviat postfermeture provenant des zones 4, 5A, 5B et 6 du site de Sainte-Sophie est estimé à 66 000 m³/an après la mise en place du recouvrement final étanche. De plus, les charges du lixiviat à traiter réduiront progressivement au cours de la période de postfermeture.

Les coûts incluent l'opération de la filière de traitement, la main-d'œuvre, les produits chimiques et l'entretien des équipements. Aucun coût d'opération n'est actuellement disponible pour la nouvelle usine de traitement qui sera construite en 2019. Toutefois, avec la mise en place prévue de mesures d'efficacité énergétiques, il est présumé que la hausse des coûts pourra être maintenu en deçà de 10 % du coût unitaire actuel. Le coût anticipé est d'environ 3,00 \$/m³ de lixiviat traité.

Tableau 4-1 Système de traitement du lixiviat – Opération

SYSTÈME DE TRAITEMENT DU LIXIVIAT – OPÉRATION ET ENTRETIEN	
Description	
Lixiviat produit par les zones 4, 5A, 5B et 6	
3,00 \$/m ³ x 66 000 m ³	188 000 \$
TOTAL (2018)	188 000 \$

Les coûts découlant de l'opération et de l'entretien des pompes des six postes de pompage (SP4-1, SP4-2, SP5-1, SP5-2, SP5-3 et SP6-1) servant à la collecte des eaux de lixiviation sont évalués en moyenne à 61 200 \$/an sur une période de 30 ans.

Tableau 4-2 Synthèse – Coût total de la gestion du lixiviat zones 4, 5A, 5B et 6

COÛT TOTAL DE LA GESTION DU LIXIVIAT ZONES 4, 5A ET 5B	
Description	
Système de traitement du lixiviat	188 000 \$
Postes de pompage (6 x 10 000 \$/poste)	61200 \$
TOTAL	249 200 \$

4.2 ZONES 1, 2A, 3A ET LES

L'exploitation du LES de Sainte-Sophie a débuté en 1964. La dernière zone autorisée est la zone 1, dont l'exploitation s'est déroulée entre 2001 et 2005. Elle est officiellement reconnue fermée depuis mai 2014. Le captage des eaux de lixiviation de ce secteur est assuré par la station de pompage SP5 (SP5-A, SP5-B, SP5-C et SP5-SDF).

Les eaux de lixiviation provenant des anciens secteurs LES sont captées par les 22 pompes aménagées dans la tranchée drainante bordant ce secteur, tandis que les eaux provenant des secteurs 2A et 3A sont gérées par les postes de pompage SP-1, SP-2 et SP-3.

WM mesure les débits de lixiviat provenant de chacune de ces zones. En 2016, le volume de lixiviat avait diminué à moins de 100 000 m³/an, mais il a remonté fortement en 2017 à la suite des conditions météorologiques extrêmes qui ont affecté la région au printemps.

Le débit moyen sur les cinq dernières années est établi ainsi à la hausse à près de 118 000 m³ et cette valeur sera maintenue afin de tenir compte de l'effet des changements climatiques sur la période postfermeture.

Considérant un coût de 3,00 \$/m³, le montant estimé pour le traitement des eaux générées par les zones 1, 2A, 3A et l'ancien site s'élève à 354 000 \$.

Tableau 4-3 Coûts du traitement du lixiviat et d'entretien du système de gestion des eaux de lixiviation des zones 1, 2A, 3A et LES incluant le plan de sécurisation

COÛT TOTAL DE LA GESTION DU LIXIVIAT ZONES 1, 2A,3A, LES ET PLAN DE SÉCURISATION	
Description	
Traitement des eaux (zones 1, 2A, 3A, et LES)	
– 118 000 m ³ x 3,00 \$/m ³	354 000 \$
Stations de pompage et conduites de refoulement	
– SP-5	
▪ Entretien	2 100 \$
– SP-1, SP-2, SP-3	
▪ Entretien	1 050 \$
– Regard AS-14	
▪ Entretien	325 \$
Tranchée drainante	
▪ Entretien	5 200 \$
TOTAL (2018)	362 675 \$

4.3 SOMMAIRE DES COÛTS DE GESTION DES EAUX DE LIXIVIATION

Le tableau 4-4 résume les coûts couvrant l'ensemble des frais inhérents à l'entretien ou le remplacement des équipements ainsi que le nettoyage de l'ensemble des actifs du LET de Sainte-Sophie requis à la gestion des eaux de lixiviation (traitement, entretien ou remplacement des équipements, essais d'étanchéité, nettoyage), soit tous les équipements de traitement, les conduites et regards de collecte et de distribution des eaux de lixiviation, les stations de pompage, l'instrumentation, etc.

Tableau 4-4 Synthèse des coûts de gestion du lixiviat

SYNTHÈSE – COÛT TOTAL DE LA GESTION DU LIXIVIAT	
Description	
Zones 4, 5A, 5B et 6	249 200 \$
Zones 1, 2A, 3A, LES et plan de sécurisation	362 675 \$
TOTAL (2018)	611 875 \$

5 GESTION DES BIOGAZ

Le biogaz généré par toutes les zones d'enfouissement au site de Sainte-Sophie sera collecté et traité simultanément à partir des mêmes installations.

Ainsi, les coûts d'opération et d'entretien du système de biogaz se détaillent de la façon suivante :

Tableau 5-1 Système de biogaz – Opérations et entretien

SYSTÈME DE BIOGAZ – OPÉRATIONS ET ENTRETIEN	
Description	
Électricité	52 000 \$
Essai de performance annuel	15 300 \$
Entretien et opérations	122 400 \$
TOTAL (2018)	189 700 \$

6 GESTION DU LET

La gestion requise pour le LET sera fortement réduite à la suite de la fermeture du site. Les activités du site ayant cessé, il ne restera que la coordination des activités de suivis environnementaux, la préparation des rapports annuels et la supervision des résultats des inspections et des suivis environnementaux. Une allocation annuelle postfermeture de l'ordre de 10 500 \$ a été attribuée pour la réalisation de ces activités. Un montant additionnel de 1 500 \$ a été alloué pour le maintien des activités du comité de vigilance.

Finalement, un montant de 10 500 \$ est considéré pour le maintien des assurances au LET de Sainte-Sophie. Ce montant exclut la couverture de la machinerie lourde.

Tableau 6-1 Gestion du LET

COÛT DE GESTION DU LET	
Description	
Gestion du LET	10 500 \$
Comité de vigilance	1 500 \$
Assurances	10 500 \$
TOTAL (2018)	22 500 \$

7 SOMMAIRE DES COÛTS DE GESTION POSTFERMETURE

Le tableau 7-1 présente le sommaire des coûts postfermeture révisés et majorés d'environ 5 % pour les imprévus.

Un montant total révisé de l'ordre de **1 111 740 \$** est donc anticipé pour la réalisation des activités que comporte la gestion postfermeture pour le LET de Sainte-Sophie. Il est à souligner que ce montant est en dollars de 2018.

Tableau 7-1 Synthèse des coûts postfermeture (incluant les taxes)

DESCRIPTION	2018
Inspection et entretien généraux des lieux	100 000 \$
Programme de suivi environnemental	134 725 \$
Gestion des eaux de lixiviation	611 875 \$
Gestion du biogaz	189 700 \$
Gestion du LET	22 500 \$
Sous-total	1 058 800 \$
Imprévus ≈ 5 %	52 940 \$
Coût annuel global (2018)	1 111 740 \$

8 CALCUL DE LA CONTRIBUTION AU FONDS DE SUIVI

Le calcul de la contribution au fonds de suivi est influencé par plusieurs facteurs, dont les plus importants sont la période sur laquelle les montants sont accumulés et les hypothèses économiques retenues, et les taux de rendement qui en découleront.

Pour les fins de la présente révision, il a été considéré que les activités d'enfouissement dans la zone du LET de Sainte-Sophie se poursuivront jusqu'en 2041 pour un enfouissement annuel de 1 Mt/an de matières résiduelles.

Les paramètres économiques suivants ont été utilisés pour la période d'exploitation et de postfermeture :

- taux d'inflation (MELCC) : 2 %
- taux de rendement net : 3 %
 - rendement anticipé par Gestion du patrimoine Desjardins : 3,5 %;
 - marge défavorable recommandée par le MDDELCC : -0,5 %
 - taux de rendement net :
- taux d'imposition :
 - fédéral : 15 %
 - provincial : 11,9 %
 - total : 26,9 %
- valeur de la fiducie au 31 juillet 2018 : 19 758 422 \$

En effet, le fiduciaire Gestion du patrimoine Desjardins évaluait un rendement pondéré raisonnable et prudent de 3,5 % pour les types d'investissements à la fiducie postfermeture de Sainte-Sophie. Une copie de la correspondance émise par le fiduciaire est disponible à l'annexe 1.

Pour ce qui est des taux d'imposition fédéral et provincial ainsi que le taux d'inflation à considérer, les paramètres financiers 2018 proposés par le MELCC ont été utilisés en appui à l'établissement de la contribution à la fiducie.

Le montant de la contribution à verser pour chaque tonne de matières résiduelles déposées dans le lieu d'enfouissement a fait l'objet d'une réévaluation et d'ajustements à partir des nouvelles données des coûts postfermeture, ainsi que selon les hypothèses économiques. De plus, la valeur aux livres de la fiducie au 31 juillet 2018 est de 19 758 422 \$.

Pour ce qui est des frais de gestion de fiducie en période postfermeture, les pourcentages pris en compte apparaissent dans la colonne intitulée « Taux de la fiducie ». Ces pourcentages sont dépendants des sommes placées en fiducie par WM pour les sites de Sainte-Sophie et de Saint-Nicéphore. Conséquemment, ils varient dans le temps.

WM rembourse les impôts à la fiducie en fin d'année.

À partir des hypothèses considérées, un montant total de 18 211 423 \$ en dollars courants devrait être versé par WM au patrimoine fiduciaire durant la période d'exploitation (jusqu'au 31 décembre 2041) du LET dans le but de couvrir les coûts afférents à la gestion postfermeture, soit 7 486 000 \$ jusqu'à la fin du LET en cours d'exploitation en 2022 et 10 725 423 \$ au cours de l'exploitation du projet d'agrandissement proposé se complétant à l'automne 2041.

Pour ce faire, la contribution actuelle de 1,52 \$ pour chaque tonne de matières résiduelles déposée dans le lieu d'enfouissement doit être versée jusqu'à la fin des zones actuellement autorisées et en exploitation, soit jusqu'à la fin de 2022. Par la suite, la contribution pourra être abaissée à 0,58 \$/t pour l'ensemble du projet d'agrandissement. Le chiffrier modèle du MELCC qui détaille les calculs se trouve à l'annexe 2.

ANNEXE

1

HYPOTHÈSES ÉCONOMIQUES DESJARDINS GESTION DU PATRIMOINE

Montréal le 9 août 2018

Ghislain Lacombe ing.

Dir. général adjoint, de l'ingénierie et de l'environnement

Waste Management

2535, 1^{ère} Rue

Ste-Sophie (Québec) J5J 2R7

Objet : Fiducie du fonds de gestion postfermeture du lieu d'enfouissement de Sainte-Sophie

Monsieur Lacombe,

Fiducie Desjardins inc. agit à titre de fiduciaire de la Fiducie du fonds de gestion postfermeture du lieu d'enfouissement de Sainte-Sophie. De plus, pour la gestion des fonds en fiducie, Fiducie Desjardins travaille avec la collaboration de son partenaire d'affaires, Gestion Placement Desjardins Inc.

La politique de placement appliquée au patrimoine fiduciaire et acceptée par la constituante est décrite au tableau A.

Tableau A

Classe d'actif	Placement admissible	Pondération
Encaisse et liquidité	Encaisse Dépôt de moins de 90 jours, Bons du trésor	5%
Revenu fixe	CPG 1 à 5 ans Obligations gouvernementales canadiennes	75%
Action canadienne	Actions de grandes capitalisations (placements présumés sûrs conformément au Code civil du Québec)	20%

Nous sommes d'avis que les hypothèses de rendement du tableau B sont raisonnables et prudentes pour la période de référence. En appliquant respectivement le rendement anticipé aux classes d'actif de la politique de placement, le taux de rendement pondéré est de **3.5 %**

Montréal
1, complexe Desjardins
Case postale 34, succursale Desjardins
Montréal (Québec) H5B 1E4

Québec
2828, boulevard Laurier
Bureau 900
Québec (Québec) G1V 0B9

Ottawa/Gatineau
1173 chemin Cyrville
Bureau 310
Gloucester (Ontario) K1J 7S6

gestionpriveedesjardins.com

Desjardins Gestion de patrimoine Gestion privée est un nom commercial utilisé par Gestion Placements Desjardins inc. et Fiducie Desjardins inc.
Le présent document est utilisé par Gestion Placements Desjardins inc., inscrite à titre de gestionnaire de portefeuille et gestionnaire de fonds d'investissement.

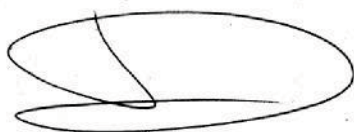
Tableau B

Classe d'actif	Rendement anticipé	
Encaisse et liquidité	1.0	%
Revenu fixe	3.0	%
Action canadienne	6.0	%

Toutefois, Fiducie Desjardins Inc. et Gestion Placements Desjardins Inc. ne peuvent en aucun cas garantir les taux de rendement qui seront inscrits dans le rapport de révision des coûts de la Fiducie du fonds de gestion postfermeture du lieu d'enfouissement de Sainte-Sophie.

Également, nous précisons que les placements et investissements de la fiducie sont des placements admissibles dans lesquels est autorisée à investir une « fiducie pour l'environnement », en vertu des lois fiscales, et sont constitués également des placements présumés sûrs en vertu des articles 1339 et suivants du Code civil du Québec.

Veuillez recevoir, Monsieur Lacombe, l'expression de nos salutations distinguées.



Donald Couture, CFA, CIM^{MD}, Pl. Fin.

Gestionnaire privé

Gestion privée Desjardins

Tél. : (514) 286-3180

1 877 286-3180

donald.couture@desjardins.com

Montréal
1, complexe Desjardins
Case postale 34, succursale Desjardins
Montréal (Québec) H5B 1E4

Québec
2828, boulevard Laurier
Bureau 900
Québec (Québec) G1V 0B9

Ottawa/Gatineau
1173 chemin Cyrville
Bureau 310
Gloucester (Ontario) K1J 7S6

gestionpriveedesjardins.com

Desjardins Gestion de patrimoine Gestion privée est un nom commercial utilisé par Gestion Placements Desjardins inc. et Fiducie Desjardins inc.
Le présent document est utilisé par Gestion Placements Desjardins inc., inscrite à titre de gestionnaire de portefeuille et gestionnaire de fonds d'investissement.

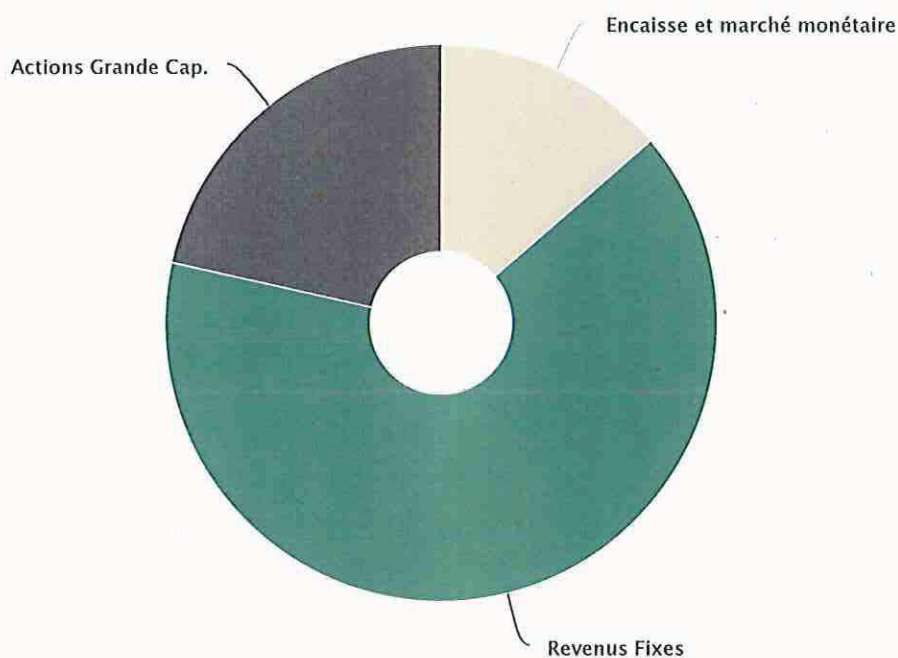
F.D. LIEU ENFOUIS STE-SOPHIE

FID ENFOUISSEMENT ST-NICÉPHORE

Vue d'ensemble (ALL)


	Taux CAN/US	Encaisse (\$) En différé	Valeur des positions (\$) En différé	Valeur totale (\$) En différé
Total des actifs (en \$ CAN)				1,3090 21
 Fiducie 0068197 CAD		2 695 128,83 \$	17 063 293,50 \$	19 758 422,33 \$

Par classe d'actif

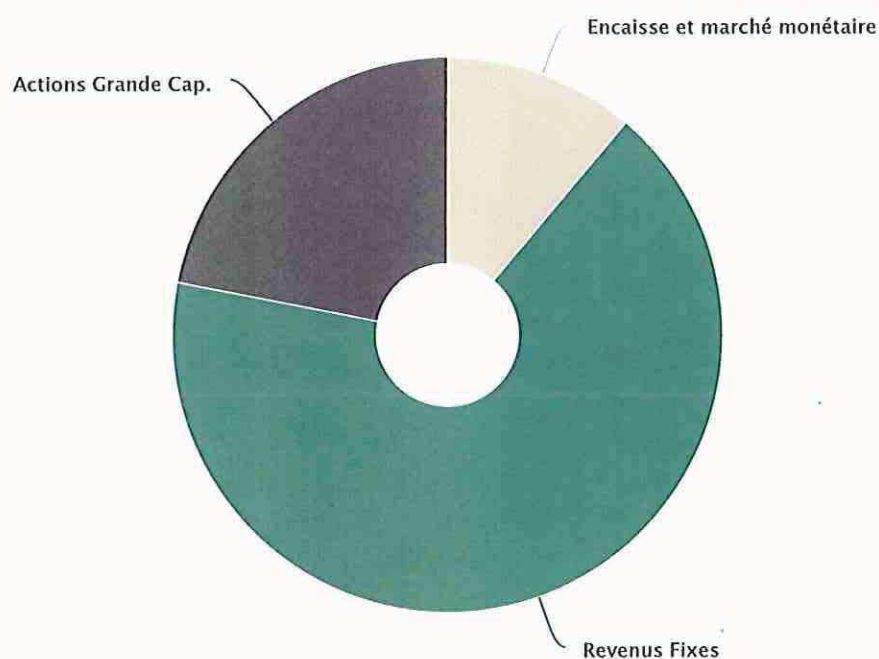


Classe d'actif	Valeur au marché	Répartition réelle
Encaisse et marché monétaire	2 695 128,83 \$	13,64 %
Titres à revenus fixes	12 810 883,16 \$	64,84 %
Actions canadiennes grande capitalisation	4 252 410,34 \$	21,52 %
Total	19 758 422,33 \$	100 %

F.D. LIEU ENFOUIS STE-SOPHIE **FID ENFOUISSEMENT ST-NICÉPHORE** Vue d'ensemble (ALL)

		Taux CAN/US	Encaisse (\$) En différé	Valeur des positions (\$) En différé	Valeur totale (\$) En différé
Total des actifs (en \$ CAN)					1,3090 428
 Fiducie	2265635	CAD	426 904,93 \$	3 401 438,69 \$	3 828 343,62 \$

Par classe d'actif



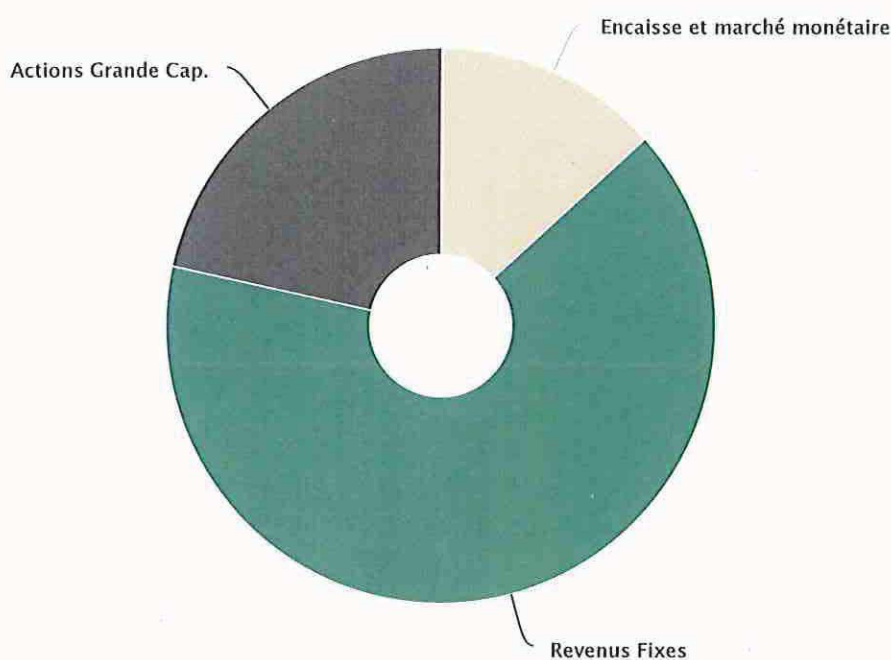
Classe d'actif	Valeur au marché	Répartition réelle
Encaisse et marché monétaire	426 904,93 \$	11,15 %
Titres à revenus fixes	2 560 677,59 \$	66,89 %
Actions canadiennes grande capitalisation	840 761,10 \$	21,96 %
Total	3 828 343,62 \$	100 %

F.D. LIEU ENFOUIS STE-SOPHIE | FID ENFOUISSEMENT ST-NICÉPHORE | **Vue d'ensemble (ALL)**

	Taux CAN/US	Encaisse (\$) En différé	Valeur des positions (\$) En différé	Valeur totale (\$) En différé
Total des actifs (en \$ CAN)				1,3090 32X

 Vue
d'ensemble

Par classe d'actif



Classe d'actif	Valeur au marché	Répartition réelle
Encaisse et marché monétaire	3 122 033,76 \$	13,24 %
Titres à revenus fixes	15 371 560,75 \$	65,17 %
Actions canadiennes grande capitalisation	5 093 171,44 \$	21,59 %
Total	23 586 765,95 \$	100 %

F.D. LIEU ENFOUIS STE-SOPHIE	2 695 128,83 \$	17 063 293,50 \$	19 758 422,33 \$
FID ENFOUISSEMENT ST- NICÉPHORE	426 904,93 \$	3 401 438,69 \$	3 828 343,62 \$

ANNEXE

2

DÉTAIL DU CALCUL DE LA CONTRIBUTION

**MODÈLE TYPE 2017
AVEC IMPÔT
Révision de la contribution
à la fiducie
LET Sainte-Sophie**

Paramètres financiers		
Coût annuel gestion pfermeture(CGPF \$2018)		1 111 740 \$
Taux d'inflation		2,00%
Durée de vie résiduelle (an)		22,3
Taux rendement-exploit.		3,00%
Taux rend.postfermeture		3,00%
Taux d'impôt		26,90%
Activité annuelle (Tonnage)		Variable
Contribution unitaire \$/T 2018-2022		1,52 \$
Contribution unitaire \$/T 2023-2041		0,577 \$

FICHIER DE CAPITALISATION- PÉRIODE D'EXPLOITATION

Année	PMT au fond	Tonnage annuel	Intérêts	Impôts	Contrib. forfaitaire	Tx. Fiducie	Fr.fiduciaires	Solde fin	Date	CGPF
2018-07-31	1 033 486 \$	679 925	341 739 \$	82 384 \$	0 \$	0,31%	35 480 \$	19 758 442 \$	2018	648 515 \$
2018-12-31	475 874 \$	313 075	246 981 \$	59 610 \$	0 \$	0,31%	25 383 \$	20 396 304 \$	2018	463 225 \$
2019	1 503 280 \$	989 000	611 889 \$	147 682 \$	0 \$	0,31%	62 885 \$	22 300 906 \$	2019	1 133 975 \$
2020	1 497 200 \$	985 000	669 027 \$	161 799 \$	0 \$	0,30%	67 545 \$	24 237 790 \$	2020	1 156 654 \$
2021	1 491 120 \$	981 000	727 134 \$	176 144 \$	0 \$	0,30%	72 323 \$	26 207 576 \$	2021	1 179 787 \$
2022	1 485 040 \$	977 000	786 227 \$	190 739 \$	0 \$	0,29%	77 162 \$	28 210 943 \$	2022	1 203 383 \$
2023	576 636 \$	1 000 000	846 328 \$	205 587 \$	0 \$	0,29%	82 066 \$	29 346 255 \$	2023	1 227 451 \$
2024	576 636 \$	1 000 000	880 388 \$	213 941 \$	0 \$	0,29%	85 068 \$	30 504 270 \$	2024	1 252 000 \$
2025	576 636 \$	1 000 000	915 128 \$	222 466 \$	0 \$	0,29%	88 116 \$	31 685 451 \$	2025	1 277 040 \$
2026	576 636 \$	1 000 000	950 564 \$	231 165 \$	0 \$	0,29%	91 213 \$	32 890 272 \$	2026	1 302 581 \$
2027	576 636 \$	1 000 000	986 708 \$	240 042 \$	0 \$	0,29%	94 360 \$	34 119 214 \$	2027	1 328 632 \$
2028	576 636 \$	1 000 000	1 023 576 \$	249 099 \$	0 \$	0,29%	97 557 \$	35 372 770 \$	2028	1 355 205 \$
2029	576 636 \$	1 000 000	1 061 183 \$	258 342 \$	0 \$	0,28%	100 806 \$	36 651 442 \$	2029	1 382 309 \$
2030	576 636 \$	1 000 000	1 099 543 \$	267 772 \$	0 \$	0,28%	104 108 \$	37 955 740 \$	2030	1 409 955 \$
2031	576 636 \$	1 000 000	1 138 672 \$	277 395 \$	0 \$	0,28%	107 465 \$	39 286 189 \$	2031	1 438 154 \$
2032	576 636 \$	1 000 000	1 178 586 \$	287 214 \$	0 \$	0,28%	110 877 \$	40 643 319 \$	2032	1 466 917 \$
2033	576 636 \$	1 000 000	1 219 300 \$	297 253 \$	0 \$	0,28%	114 272 \$	42 027 730 \$	2033	1 496 256 \$
2034	576 636 \$	1 000 000	1 260 832 \$	307 499 \$	0 \$	0,28%	117 713 \$	43 439 986 \$	2034	1 526 181 \$
2035	576 636 \$	1 000 000	1 303 200 \$	317 955 \$	0 \$	0,28%	121 211 \$	44 880 655 \$	2035	1 556 704 \$
2036	576 636 \$	1 000 000	1 346 420 \$	328 625 \$	0 \$	0,28%	124 766 \$	46 350 319 \$	2036	1 587 838 \$
2037	576 636 \$	1 000 000	1 390 510 \$	339 513 \$	0 \$	0,28%	128 380 \$	47 849 572 \$	2037	1 619 595 \$
2038	576 636 \$	1 000 000	1 435 487 \$	350 623 \$	0 \$	0,28%	132 054 \$	49 379 017 \$	2038	1 651 987 \$
2039	576 636 \$	1 000 000	1 481 370 \$	361 961 \$	0 \$	0,27%	135 791 \$	50 939 271 \$	2039	1 685 027 \$
2040	576 636 \$	1 000 000	1 528 178 \$	373 530 \$	0 \$	0,27%	139 590 \$	52 530 964 \$	2040	1 718 727 \$
2041	345 981 \$	600 000	1 575 929 \$	385 336 \$	0 \$	0,27%	143 455 \$	53 924 084 \$	2041	1 753 102 \$
	18 211 423 \$	22 845 075	26 004 898 \$	6 333 673 \$	0 \$		146 324 \$			1 788 164 \$

FICHIER DE DÉCAISSEMENT- PÉRIODE POSTFERMETURE

Année	Solde début	Intérêts	Impôts	Contrib. forfaitaire	CGPF indexés	Tx. Fiducie	Fr.fiduciaires indexés	Retraits totaux	Solde fin
1	53 924 084 \$	1 623 207 \$	397 170 \$	0 \$	1 788 164	0,27%	146 740 \$	1 934 904	53 215 218 \$
2	53 215 218 \$	1 537 384 \$	374 508 \$	0 \$	1 823 927	0,27%	145 160 \$	1 969 088	52 409 006 \$
3	52 409 006 \$	1 512 158 \$	368 211 \$	0 \$	1 860 406	0,27%	143 343 \$	2 003 749	51 549 203 \$
4	51 549 203 \$	1 485 305 \$	361 508 \$	0 \$	1 897 614	0,27%	141 409 \$	2 039 023	50 633 978 \$
5	50 633 978 \$	1 456 772 \$	354 385 \$	0 \$	1 935 566	0,28%	139 354 \$	2 074 921	49 661 443 \$
6	49 661 443 \$	1 426 500 \$	346 828 \$	0 \$	1 974 278	0,28%	137 176 \$	2 111 454	48 629 661 \$
7	48 629 661 \$	1 394 431 \$	338 821 \$	0 \$	2 013 763	0,28%	134 872 \$	2 148 635	47 536 635 \$
8	47 536 635 \$	1 360 505 \$	330 350 \$	0 \$	2 054 038	0,28%	132 439 \$	2 186 477	46 380 313 \$
9	46 380 313 \$	1 324 659 \$	321 396 \$	0 \$	2 095 119	0,28%	129 879 \$	2 224 998	45 158 579 \$
10	45 158 579 \$	1 286 836 \$	311 987 \$	0 \$	2 137 022	0,28%	127 034 \$	2 264 056	43 869 372 \$
11	43 869 372 \$	1 246 969 \$	302 082 \$	0 \$	2 179 762	0,28%	123 988 \$	2 303 750	42 510 509 \$
12	42 510 509 \$	1 204 993 \$	291 673 \$	0 \$	2 223 357	0,28%	120 707 \$	2 344 064	41 079 765 \$
13	41 079 765 \$	1 160 841 \$	280 724 \$	0 \$	2 267 824	0,29%	117 256 \$	2 385 080	39 574 801 \$
14	39 574 801 \$	1 114 440 \$	269 217 \$	0 \$	2 313 181	0,29%	113 632 \$	2 426 812	37 993 211 \$
15	37 993 211 \$	1 065 718 \$	257 134 \$	0 \$	2 359 444	0,29%	109 829 \$	2 469 273	36 332 521 \$
16	36 332 521 \$	1 014 601 \$	244 456 \$	0 \$	2 406 633	0,29%	105 844 \$	2 512 477	34 590 190 \$
17	34 590 190 \$	961 013 \$	231 163 \$	0 \$	2 454 766	0,29%	101 672 \$	2 556 438	32 763 602 \$
18	32 763 602 \$	904 873 \$	217 234 \$	0 \$	2 503 861	0,30%	97 310 \$	2 601 171	30 850 069 \$
19	30 850 069 \$	846 101 \$	202 650 \$	0 \$	2 553 939	0,30%	92 756 \$	2 646 694	28 846 826 \$
20	28 846 826 \$	784 614 \$	187 387 \$	0 \$	2 605 017	0,31%	88 008 \$	2 693 025	26 751 027 \$
21	26 751 027 \$	720 325 \$	171 422 \$	0 \$	2 657 118	0,31%	83 068 \$	2 740 186	24 559 745 \$
22	24 559 745 \$	653 146 \$	154 730 \$	0 \$	2 710 260	0,32%	77 941 \$	2 788 201	22 269 960 \$
23	22 269 960 \$	582 987 \$	137 294 \$	0 \$	2 764 465	0,33%	72 601 \$	2 837 066	19 878 587 \$
24	19 878 587 \$	509 753 \$	119 082 \$	0 \$	2 819 755	0,34%	67 070 \$	2 886 825	17 382 434 \$
25	17 382 434 \$	433 346 \$	100 045 \$	0 \$	2 876 150	0,35%	61 430 \$	2 937 580	14 778 154 \$
26	14 778 154 \$	353 661 \$	80 129 \$	0 \$	2 933 673	0,38%	55 783 \$	2 989 456	12 062 230 \$
27	12 062 230 \$	270 595 \$	59 322 \$	0 \$	2 992 346	0,42%	50 066 \$	3 042 412	9 231 091 \$
28	9 231 091 \$	184 022 \$	37 447 \$	0 \$	3 052 193	0,49%	44 816 \$	3 097 009	6 280 658 \$
29	6 280 658 \$	93 882 \$	15 023 \$	0 \$	3 113 237	0,61%	38 035 \$	3 151 272	3 208 245 \$
30	3 208 245 \$	0 \$	0 \$	0 \$	3 175 502	1,02%	32 743 \$	3 208 245	0 \$
		28 513 635 \$	6 863 378 \$	0 \$	72 542 380 \$		3 031 961 \$	75 574 341	

ANNEXE

N

**PLANS RÉDUITS
(SANS ÉCHELLE)**



Projet d'agrandissement du lieu d'enfouissement technique (LET) de Sainte-Sophie - Zone 6

Étude d'impact - Volet technique

Volume II: Plans d'aménagement et détails

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»

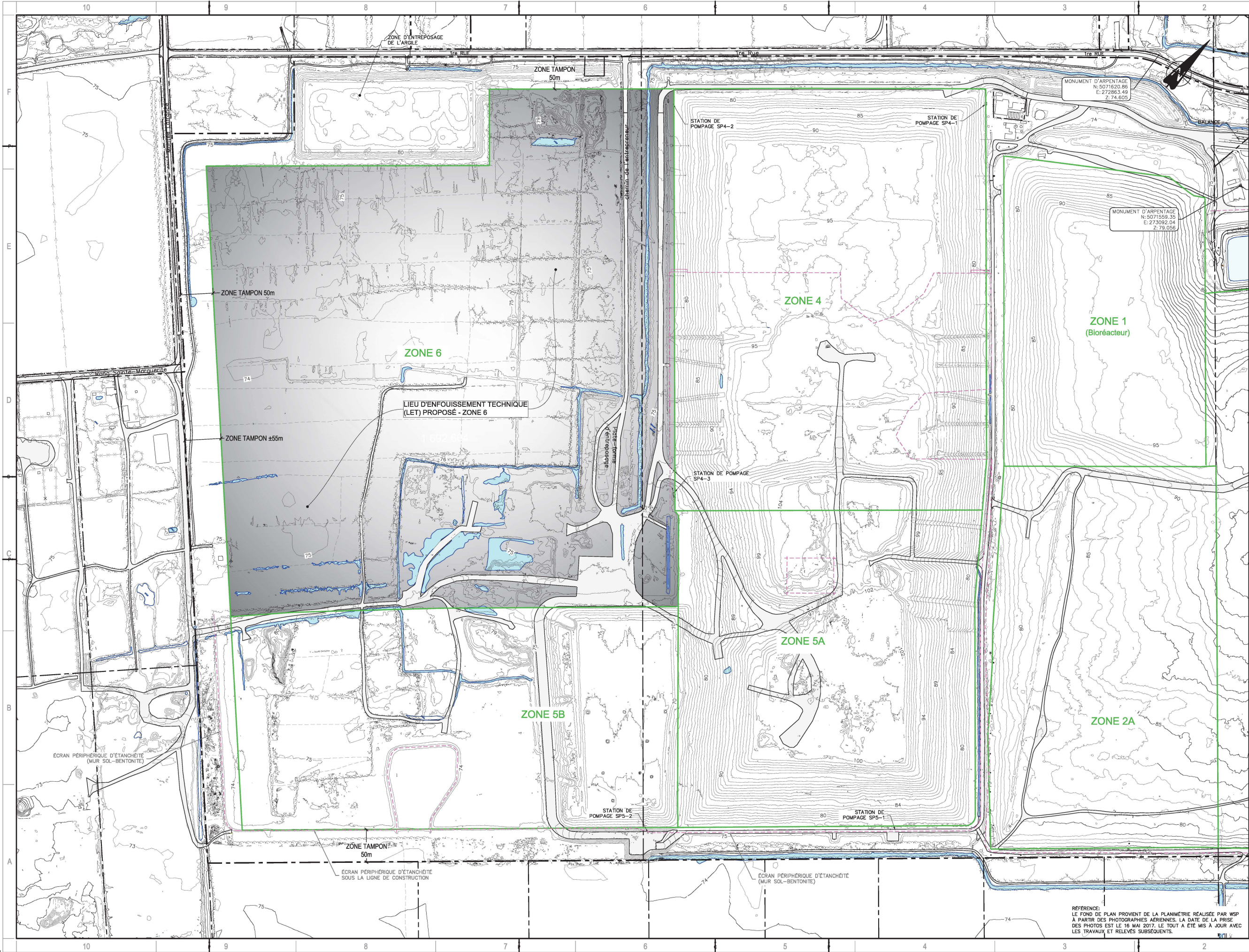
Date: 2018-12-13
171-02584-00

Préparé par:



1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM

LISTE DES PLANS	
No. PLAN	TITRE
-	PAGE TITRE
F01/17	LÉGENDE GÉNÉRALE
F02/17	VUE EN PLAN TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE ET LOCALISATION DES LIEUX D'ENFOUISSEMENT EXISTANT ET PROPOSÉ
F03/17	VUE EN PLAN RÉSEAU DE CAPTAGE DU LIQUIDE DU LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ
F04/17	VUE EN PLAN RECOUVREMENT FINAL DU LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ
F05/17	SECTIONS A, B ET C DU LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ
F06/17	SECTIONS D, E ET F DU LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ
F07/17	COUPES ET DÉTAILS
F08/17	COUPES ET DÉTAILS
F09/17	COUPES ET DÉTAILS
F10/17	COUPES ET DÉTAILS STATION DE POMPAGE SP6-1
F11/17	COUPES ET DÉTAILS
F12/17	VUE EN PLAN ARRANGEMENT GÉNÉRAL RÉSEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ POUR LE LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ
F13/17	SECTIONS A ET B RÉSEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ POUR LE LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ
F14/17	BIOGAZ COUPES ET DÉTAILS
F15/17	BIOGAZ COUPES ET DÉTAILS
F16/17	VUE EN PLAN PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL
F17/17	SÉQUENCE D'EXPLOITATION ET SÉQUENCE DE CONSTRUCTION DE L'ÉCRAN PÉRIPHÉRIQUE



1136, BOULEVARD LEBOURNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-653-2254 | WWW.WSP.COM

CLIENT:

WASTE MANAGEMENT

PROJET:

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES:

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE SONT EN MÈTRES.

Système de coordonnées planes du Québec (SADPQ), système de référence géodésique NAD 83, projection cartographique Mercator Transverse Modifiée (MTM) FUSEAU 8

AVERTISSEMENT:

CE Dessin est la propriété intellectuelle de WSP. Aucune réimpression, reproduction ou tout autre usage n'est permis sans autorisation écrite de WSP. L'entrepreneur devra vérifier toutes les dimensions aux plans et faire valoir tous les services d'utilité publique et rapporter toutes erreurs ou omissions avant de commencer les travaux. L'échelle de ce dessin ne doit pas être modifiée.

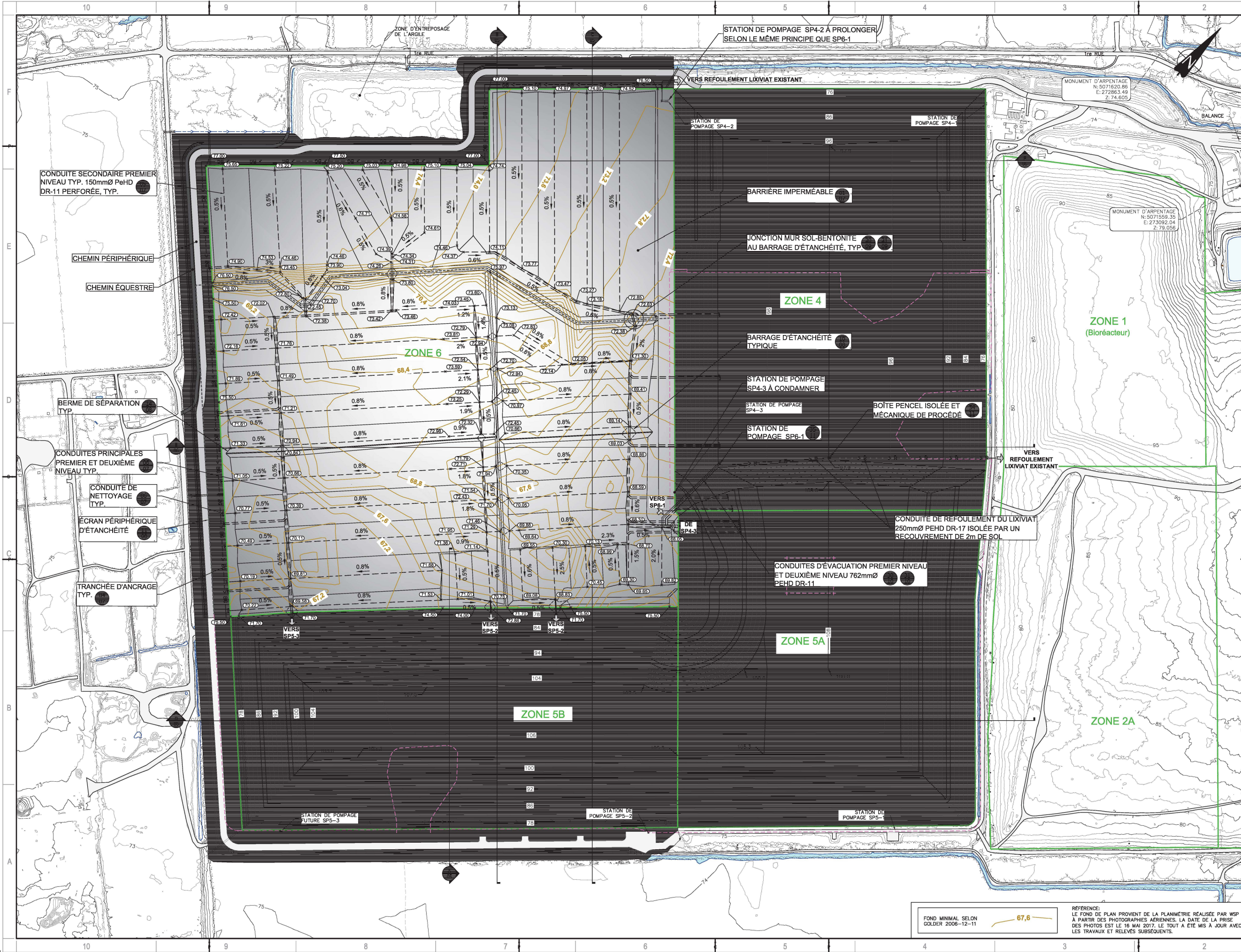
DROIT D'AUTEUR:

ÉMISSION - RÉVISION:

Ces documents ne doivent pas être utilisés à des fins de construction			
1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	
ÉM.	RV.	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET:		DATE:	
171-02584-00		2017-09-13	
ÉCHELLE ORIGINALE:		SI CETTE BARRE NE	
1:2500		MESURE PAS 25mm,	
CONÇU PAR:		AJUSTER VOTRE ÉCHELLE	
Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		DE TRACÉ:	
DESSINÉ PAR:			
Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.			
VÉRIFIÉ PAR:			
Jean Bernier, ing. M.Sc.			
DISCIPLINE:			
ENVIRONNEMENT			
TITRE:			
VUE EN PLAN			
TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE ET			
LOCALISATION DES LIEUX			
D'ENFOUISSEMENT EXISTANT ET PROPOSÉ			
NUMÉRO DU FEUILLET:			
171-02584-00_F02			
FEUILLET #:			
02 DE 17			
ÉMISSION:			
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE			
EN DATE DU: 2018-12-13			
# RV:			
1			

RÉFÉRENCE:

LE FOND DE PLAN PROVIENT DE LA PLANIMÉTRIE RÉALISÉE PAR WSP À PARTIR DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES. LA DATE DE LA PRISE DES PHOTOS EST LE 16 MAI 2017. LE TOUT A ÉTÉ MIS À JOUR AVEC LES TRAVAUX ET RELÈVS SUIVANTS.



1136, BOULEVARD LEBOURNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G1K 0M5
TEL. : 1-418-653-2254 | WWW.WSP.COM

SCAU :

CLIENT :

PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6**
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
**VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCQ/PQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT :

CE Dessin EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOUALISER TOUS LES SERVICES D'UTILITÉ PUBLIQUES
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

DROIT D'AUTEUR :

ÉMISSION - RÉVISION :

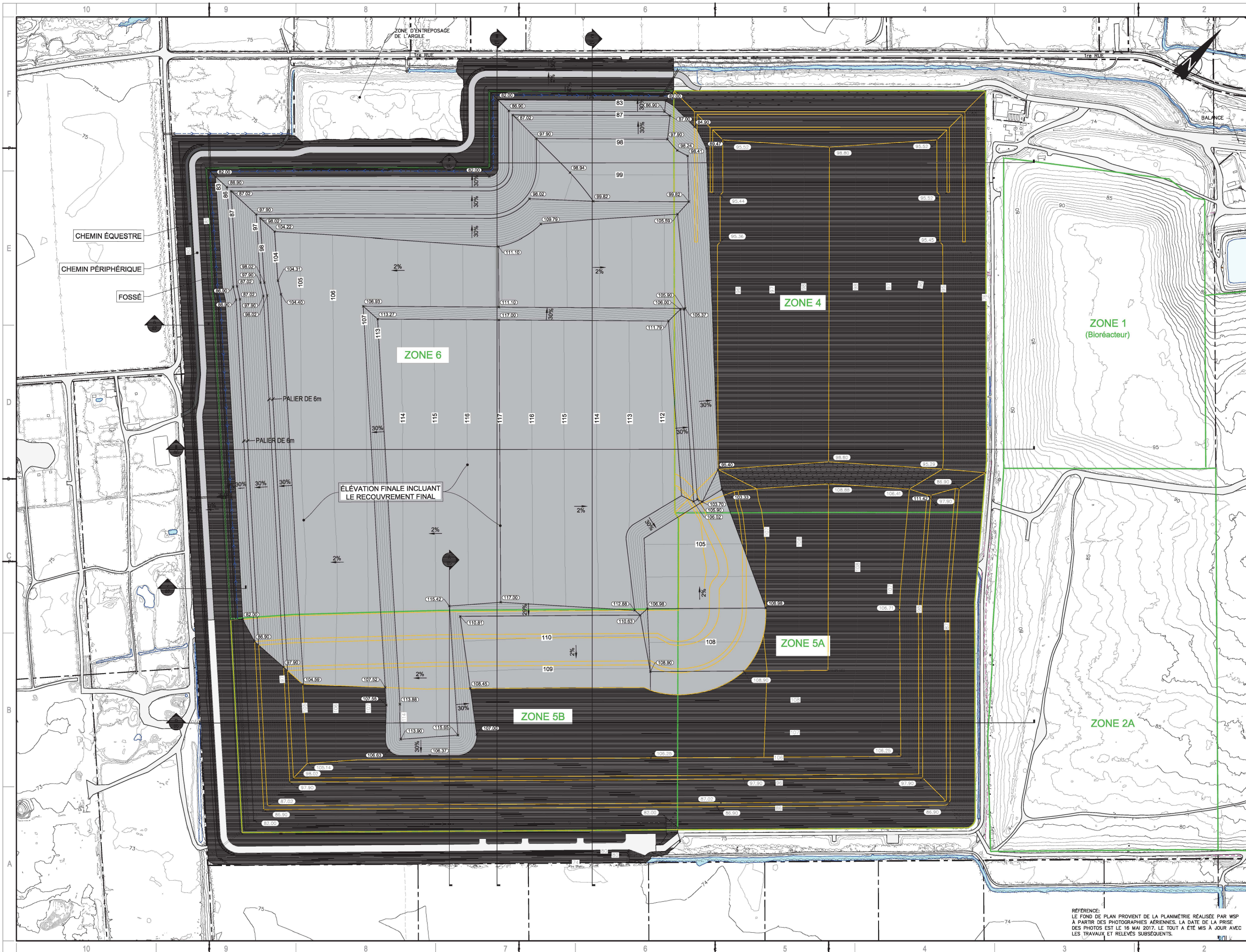
1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	
ÉL.	RV.	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET :			
171-02584-00		DATE : 2017-09-13	
ÉCHELLE ORIGINALE :			
1:2500		SI CETTE BARRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRAVAIL :	
CONQU PAR :			
Alexandre Monette, Ing. Natalie Gagné, Ing. M.Sc.			
DESSINÉ PAR :			
Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.			
VÉRIFIÉ PAR :			
Jean Bernier, Ing. M.Sc.			
DISCIPLINE :			
ENVIRONNEMENT			
TITRE :			
VUE EN PLAN RÉSEAU DE CAPTAGE DU LIXIVIAT DU LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ			
NUMÉRO DU FEUILLET :			
171-02584-00_F03		# RV.	
FEUILLET # :		03 DE 17	
ÉMISSION :		# RV.	
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE		1	
EN DATE DU : 2018-12-13			

FOND MINIMAL SELON
GOLDER 2006-12-11

76,6

RÉFÉRENCE :

LE FOND DE PLAN PROVIENT DE LA PLANIMÉTRIE RÉALISÉE PAR WSP
À PARTIR DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES. LA DATE DE LA PRISE
DES PHOTOS EST LE 16 MAI 2017. LE TOUT A ÉTÉ MIS À JOUR AVEC
LES TRAVAUX ET RELÈVES SUIVANTS.



1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TÉL. : 1-418-623-2254 | WWW.WSP.COM



CLIENT:



PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES:
À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCoPQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT: DROIT D'AUTEUR:

CE DESSIN EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOCALISER TOUTS LES SERVICES D'UTILITÉS PUBLIQUES ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.

L'ÉCHELLE DE CE DESSIN NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

ÉMISSION - RÉVISION :

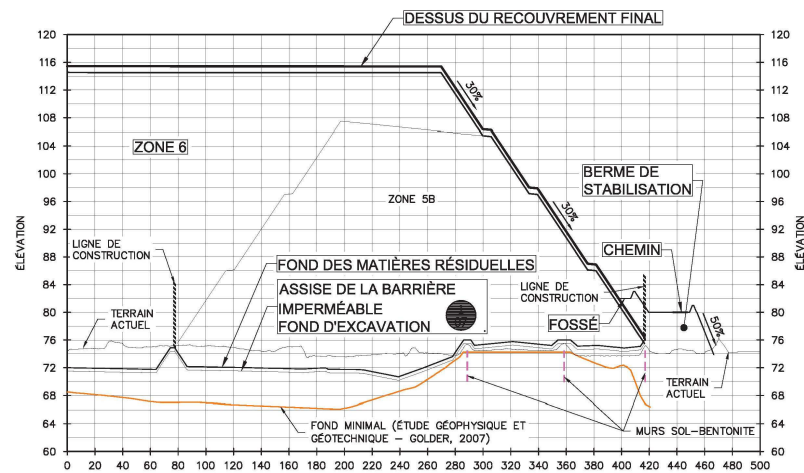
«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS
ÊTRE UTILISÉS À DES FINS
DE CONSTRUCTION»

1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
Ém.	Rv.	DATE
NO PROJET		DATE
171-02584-00		2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE :		
1/2500		
CONQU PAR :		
Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		
DessinÉ par :		
Jean Côté, tech. / Anne Voyer, tech.		
VÉRIFIÉ par :		
Jean Bernier, ing. M.Sc.		
		25mm

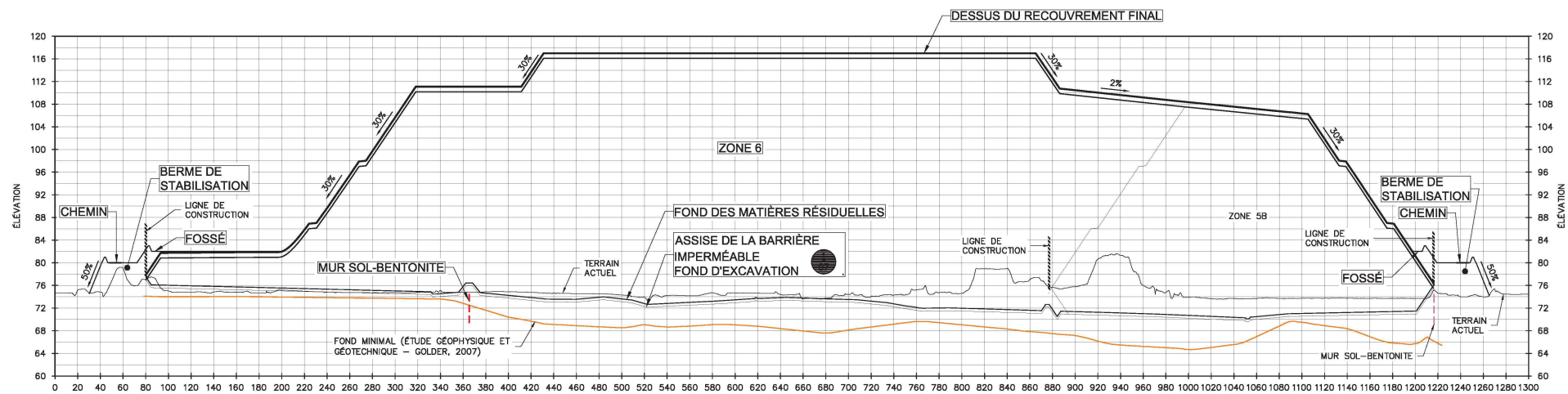
DISCIPLINE :	ENVIRONNEMENT
TITRE :	VUE EN PLAN RECouvreMENT FINAL DU LIEU D'ENFOUSSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ

NUMÉRO DU FEUILLET:		171-02584-00_F04	
FEUILLET #:	04	DE	17
ÉMISSION:			# RV.
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE			1
EN DATE DU : 2018-12-13			

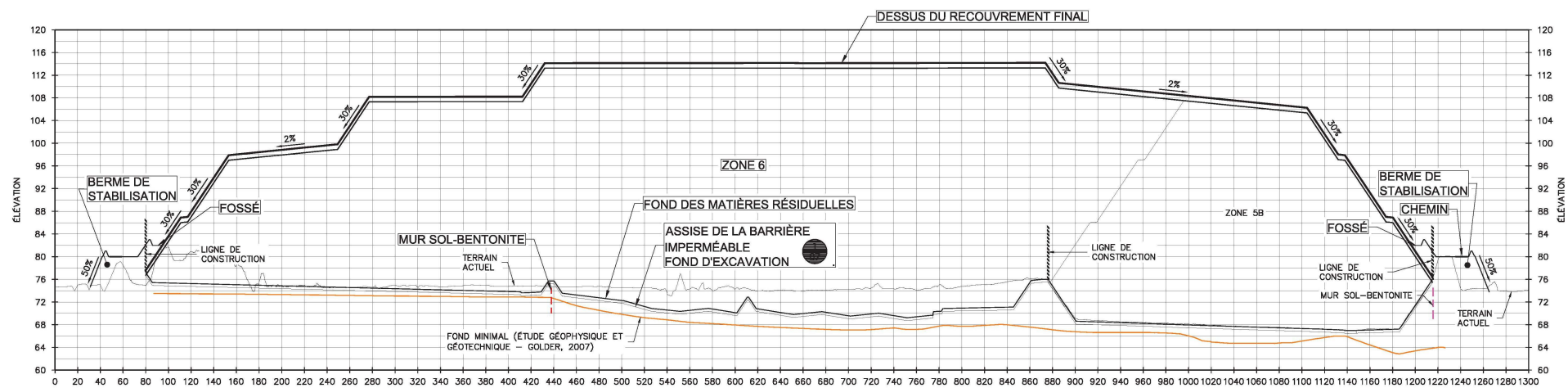
RÉFÉRENCE:
 LE FOND DE PLAN PROVIENT DE LA PLANIMÉTRIE RÉALISÉE PAR WSP
 À PARTIR DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES. LA DATE DE LA PRISE
 DES PHOTOS EST LE 16 MAI 2017. LE TOUT A ÉTÉ MIS À JOUR AVEC
 LES TRAVAUX ET RELEVÉS SUBSÉQUENTS.



SECTION A
Échelle: hor. 1:2500
vert. 1:500



SECTION B
Échelle: hor. 1:2500
vert. 1:500



SECTION C
Échelle: hor. 1:2500
vert. 1:500



1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-863-2254 | WWW.WSP.COM

SCÉAU :



CLIENT :



PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :
À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.
SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (ScaPQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT : DROIT D'AUTEUR :
CE Dessin est la propriété intellectuelle de WSP. Aucune réimpression, reproduction ou tout
autre usage n'est permis sans l'autorisation écrite de WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOUALISER TOUS LES SERVICES D'UTILISER LES PLANS
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

ÉMISSION - RÉVISION :

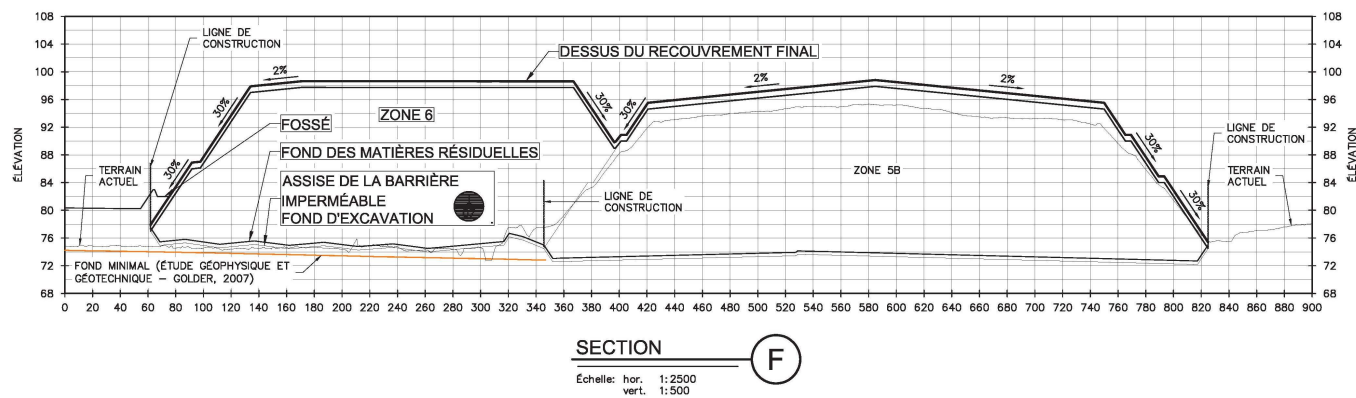
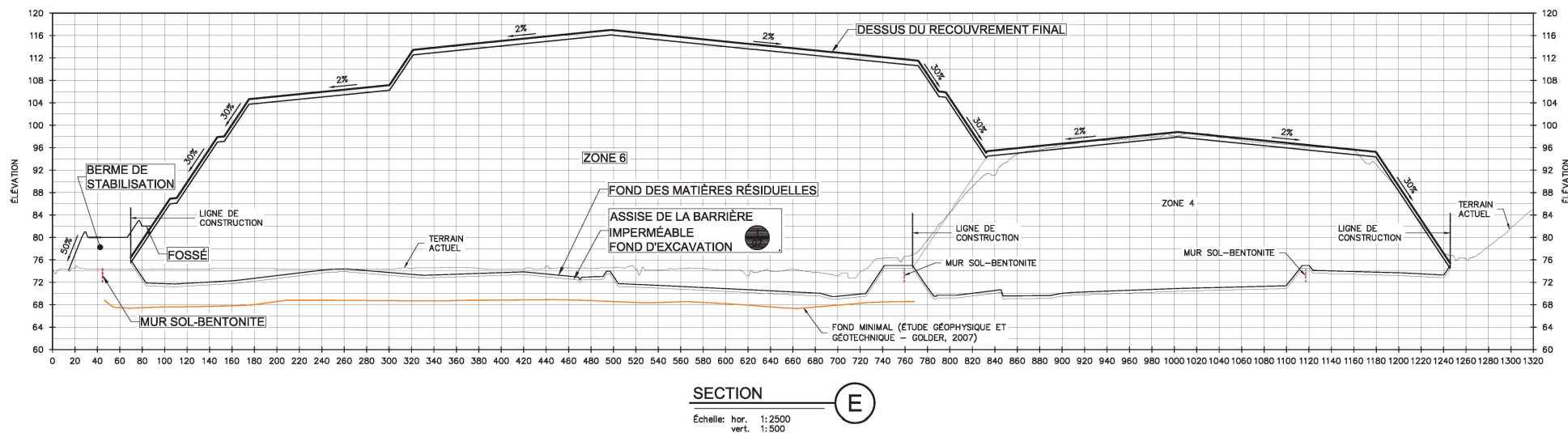
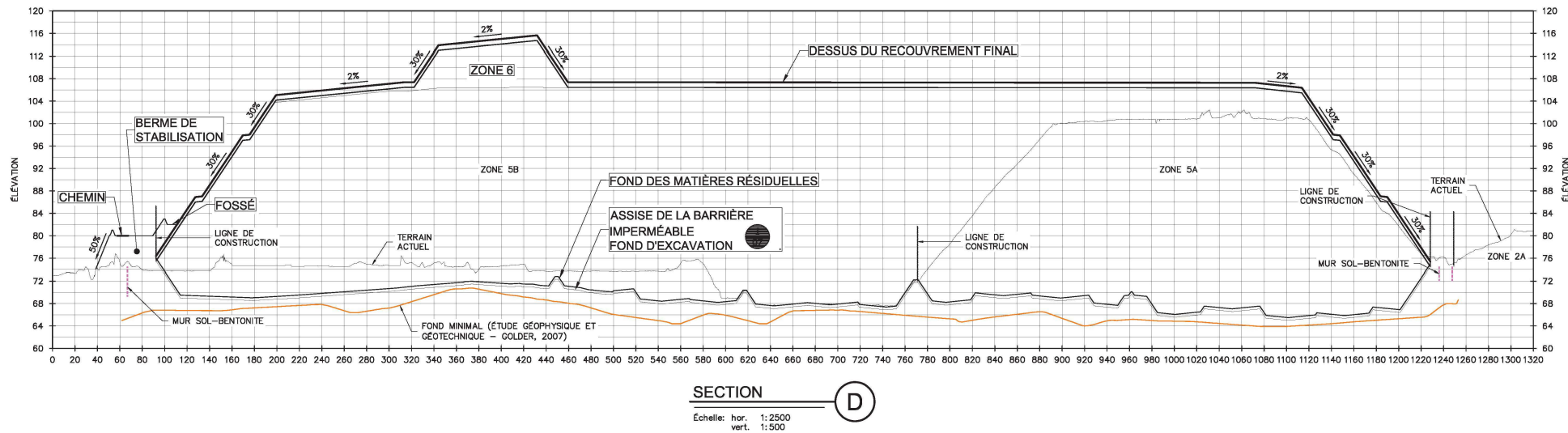
**«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS
ÊTRE UTILISÉS À DES FINS
DE CONSTRUCTION»**

1 2018-12-13 ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE

ÉM.	RV.	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET :	171-02584-00	DATE :	2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE :	INDIQUÉE	SI CETTE BARRIÈRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRACÉ :	
CONÇU PAR :	Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		
DESSINÉ PAR :	Julie CMé, tech. / Anne Voyer, tech.		
VÉRIFIÉ PAR :	Jean Bernier, ing. M.Sc.		
DISCIPLINE :	ENVIRONNEMENT		

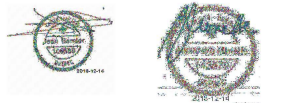
TITRE :
**SECTIONS A, B ET C DU LIEU
D'ENFOUSSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ**

NUMÉRO DU FEUILLET :	171-02584-00_F05
FEUILLET # :	05 DE 17
ÉMISSION :	# RV.
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	1
EN DATE DU : 2018-12-13	



1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-853-2254 | WWW.WSP.COM

SCAU :



CLIENT :



PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :
À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.
SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCAPQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT : DROIT D'AUTEUR :
CE DESSIN EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DOIT VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE L'ANALYSE DE TOUTES LES DIMENSIONS DES UTILISÉS PUBLICS
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE DESSIN NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

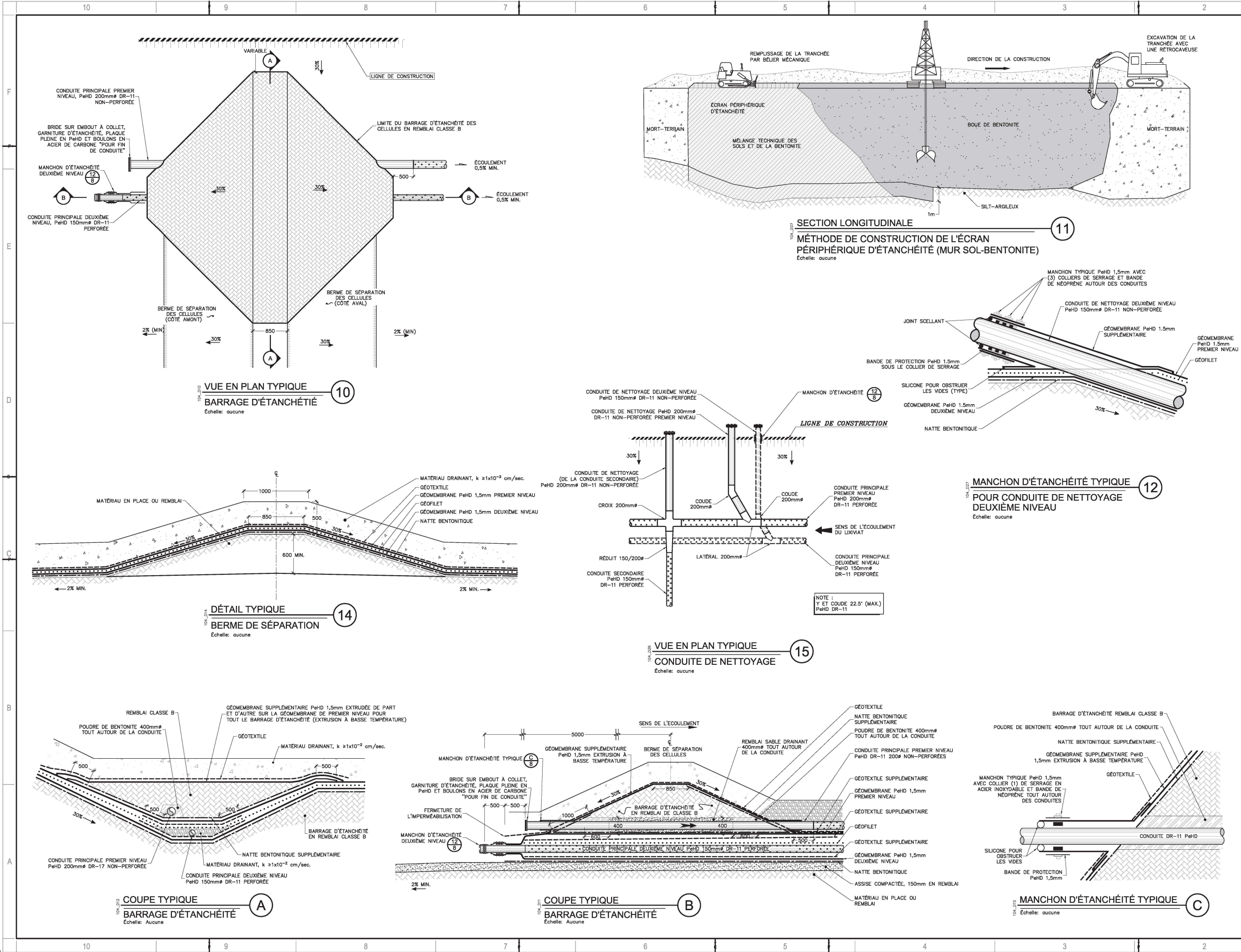
ÉMISSION - RÉVISION :

CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION			
1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	

ÉL.	RV.	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET :	171-02584-00	DATE :	2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE :	INDIQUÉE	SI CETTE BARRIÈRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRACAGE :	
CONQU PAR :	Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		
DESSINÉ PAR :	Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.		
VÉRIFIÉ PAR :	Jean Bernier, ing. M.Sc.		
DISCIPLINE :	ENVIRONNEMENT		

TITRE :
**SECTIONS D, E ET F DU LIEU
D'ENFOUSSEMENT TECHNIQUE PROPOSÉ**

NUMÉRO DU FEUILLET :	171-02584-00_F06
FEUILLET # :	06 DE 17
ÉMISSION :	# RV.
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	1
EN DATE DU : 2018-12-13	



1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M6
TEL. : 1-418-863-2254 | WWW.WSP.COM

CLIENT:

WASTE MANAGEMENT

PROJET:

PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6

ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE

VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT ET DÉTAILS

NOTES GÉNÉRALES:

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES LES UNITÉS DE MESURES SONT EN MILLIMÈTRES.

NOTE:

POUR FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE DE CERTAINS DÉTAILS A FORTEMENT ÉTÉ EXAGÉRÉE.

AVERTISSEMENT:

CE Dessin EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER TOUTES LES DIMENSIONS AUXILIAIRES ET FAIRE LOUALISER TOUTES LES SERVICES D'UTILITÉ PUBLICS ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX. L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

DROIT D'AUTEUR:

ÉMISSION - RÉVISION:

ÉL.	RV.	DATE	DESCRIPTION
1		2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE

NO PROJET: 171-02584-00

DATE: 2017-09-13

ÉCHELLE ORIGINALE: INDICÉE

CONQU PAR: Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.

DESSINÉ PAR: Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.

VÉRIFIÉ PAR: Jean Bernier, ing. M.Sc.

DISCIPLINE: ENVIRONNEMENT

TITRE: COUPES ET DÉTAILS

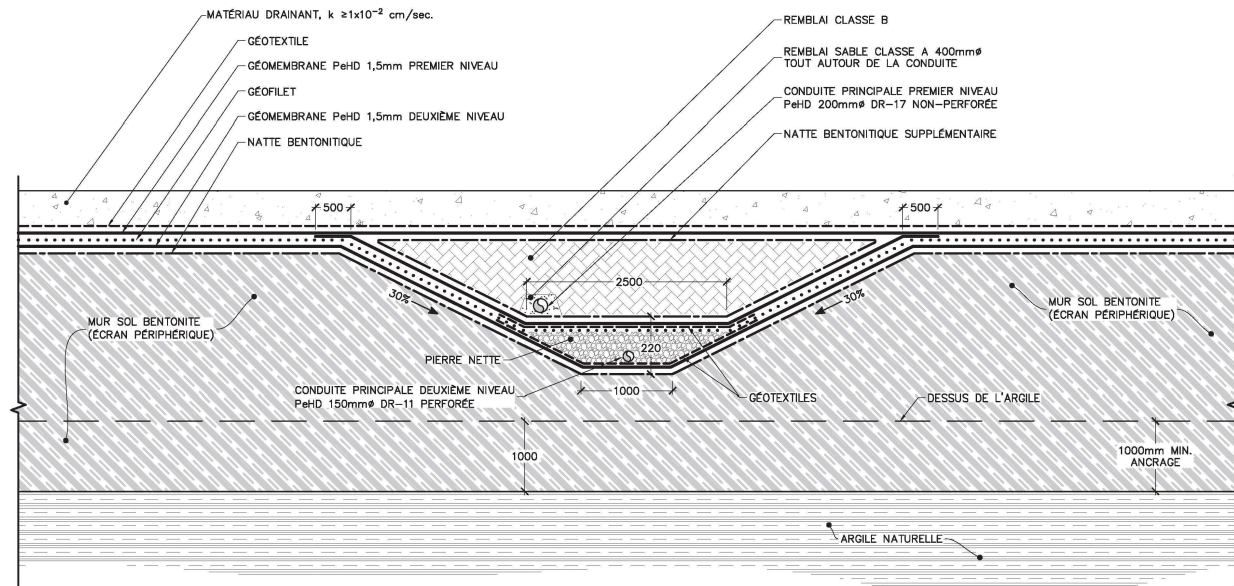
NUMÉRO DU FEUILLET: 171-02584-00_F08

FEUILLET #: 08 DE 17

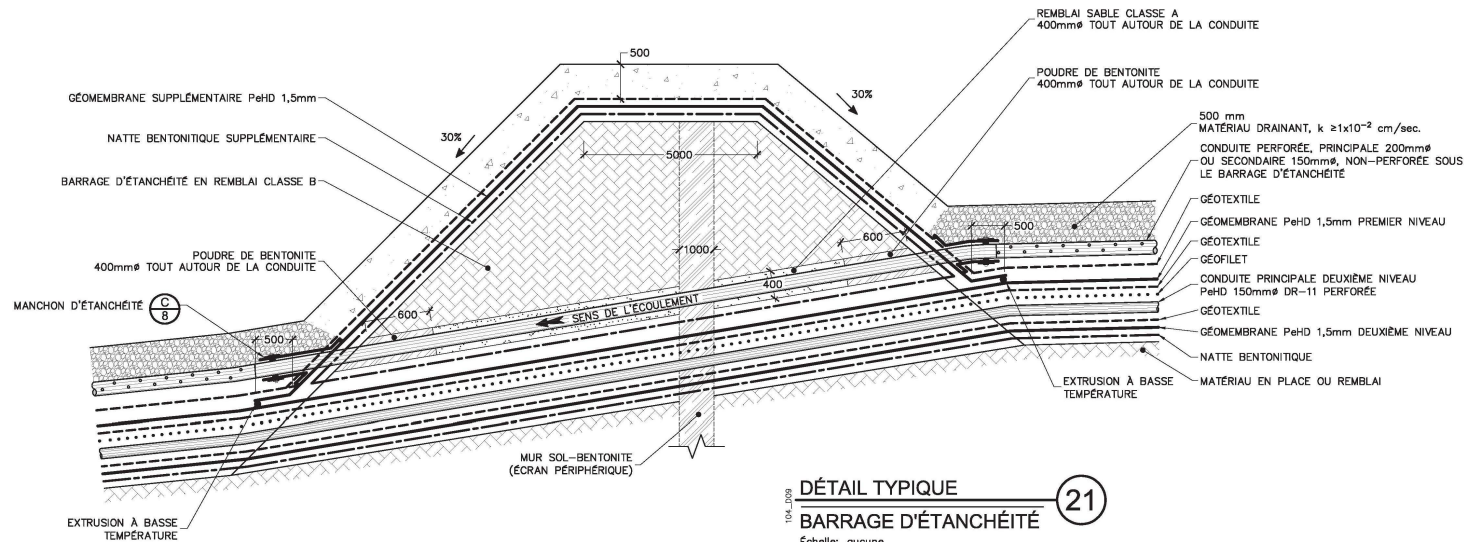
ÉMISSION: ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE

EN DATE DU: 2018-12-13

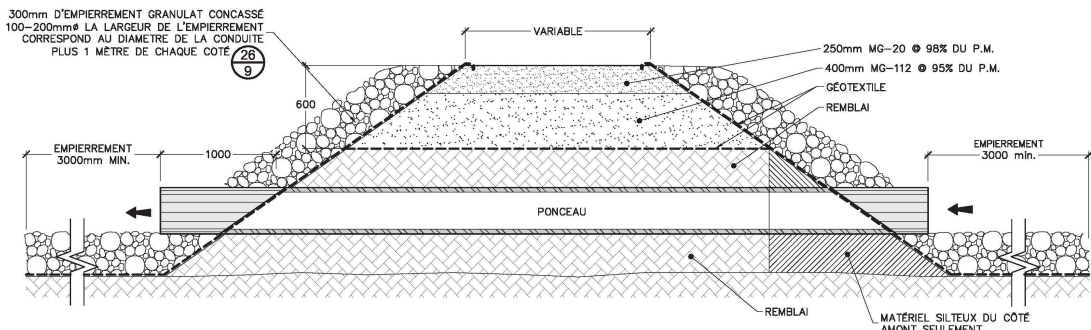
RV: 1



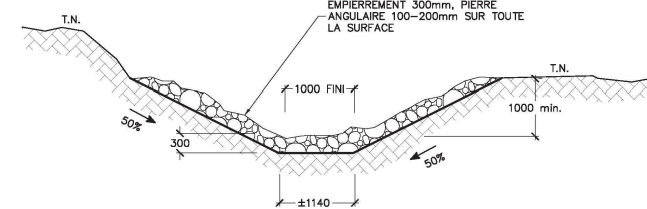
COUPE TYPIQUE
JONCTION MUR SOL BENTONITE AU BARRAGE D'ÉTANCHÉITÉ
Echelle: aucune



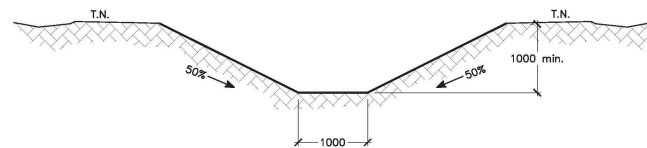
DÉTAIL TYPIQUE
BARRAGE D'ÉTANCHÉITÉ
Echelle: aucune



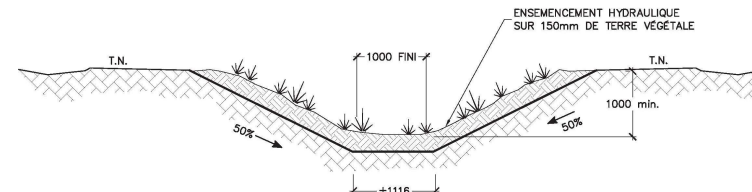
COUPE TYPIQUE PONCEAU
Echelle: aucune



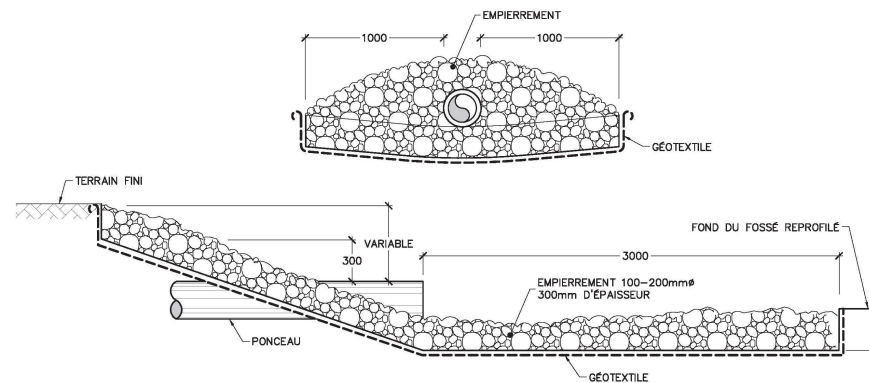
COUPE TYPIQUE FOSSÉ
AVEC EMPIERREMENT
Echelle: aucune



COUPE TYPIQUE FOSSÉ
SANS PROTECTION
Echelle: aucune



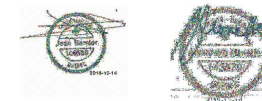
COUPE TYPIQUE FOSSÉ
AVEC ENSEMENCEMENT
Echelle: aucune



DÉTAIL TYPIQUE
EMPIERREMENT DE PONCEAU
Echelle: aucune



1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-863-2254 | WWW.WSP.COM



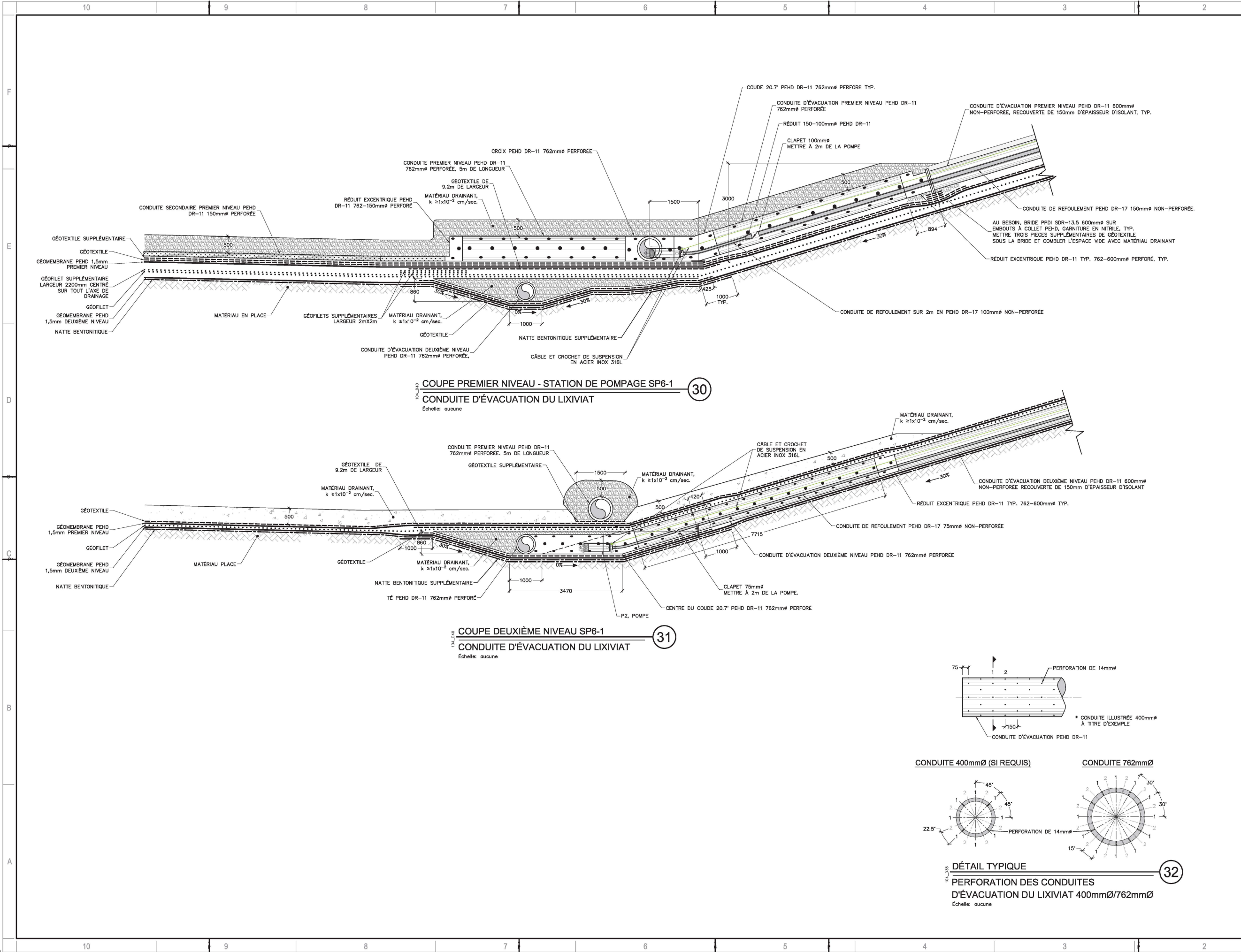
PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS

NOTES GÉNÉRALES:
À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES LES UNITÉS DE MESURES
SONT EN MILLIMÈTRES.
NOTE:
POUR FINS DE REPRÉSENTATION CLAIRES DES DIFFÉRENTES
COUCHES DES GÉOSYNTHÉTIQUES, LA PROPORTION VERTICALE
DE CERTAINS DÉTAILS A FORTEMENT ÉTÉ EXAGÉRÉE.

AVERTISSEMENT: DROIT D'AUTEUR:
CE DESSIN EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVA VERIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOCAUSER TOUTES LES BÉTONNES D'UTILITÉ PUBLIQUES
ET RAPPORTER TOUTES ÉCARTS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE DESSIN NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

ÉMISSION - RÉVISION:
**«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS
ÊTRE UTILISÉS À DES FINS
DE CONSTRUCTION»**

1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
ÉL	RV	DATE
NO PROJET:	171-02584-00	DATE: 2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE:	INDIQUÉE	SI CETTE BARRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRACÉ.
CONQU PAR:	Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.	
DESSINÉ PAR:	Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.	
VÉRIFIÉ PAR:	Jean Bernier, ing. M.Sc.	
DISCIPLINE:	ENVIRONNEMENT	
TITRE:	COUPES ET DÉTAILS	
NUMÉRO DU FEUILLET:	171-02584-00_F09	
FEUILLET #:	09 DE 17	# RV:
ÉMISSION:	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	1
EN DATE DU:	2018-12-13	



1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M6
TEL. : 1-418-853-2254 | WWW.WSP.COM

SCAU :

CLIENT :

PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6**
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
**VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT :

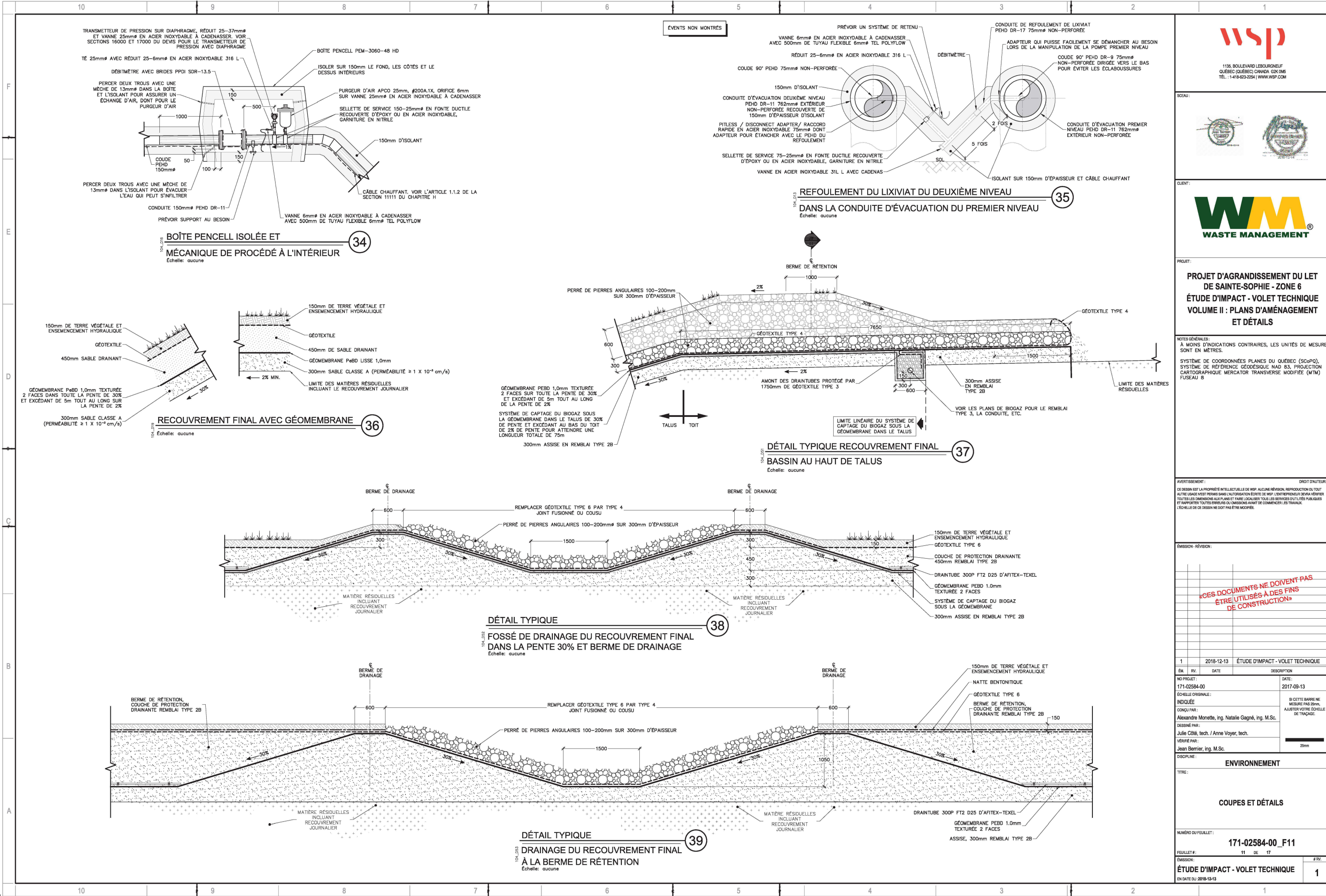
CE DESSIN EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUXILIAIRES ET FAIRE LOCAUSER TOUTES LES SERVICES D'UTILITÉS PUBLICS
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE DESSIN NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

DROIT D'AUTEUR :

ÉMISSION - RÉVISION :

ÉL.	RV.	DATE	DESCRIPTION
1		2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE

NO PROJET :	171-02584-00	DATE :	2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE :	Indiquée	SI CETTE BARRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRAVAIL :	
CONQU PAR :	Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		
DESSINÉ PAR :	Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.		
VÉRIFIÉ PAR :	Jean Bernier, ing. M.Sc.		
DISCIPLINE :	ENVIRONNEMENT		
TITRE :	COUPES ET DÉTAILS STATION DE POMPAGE SP6-1		
NUMÉRO DU FEUILLET :		171-02584-00_F10	
FEUILLET # :	10	DE	17
ÉMISSION :			# RV.
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE			1
EN DATE DU : 2018-12-13			



1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-663-2254 | WWW.WSP.COM

CLIENT :

WASTE MANAGEMENT®

PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6**
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
**VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

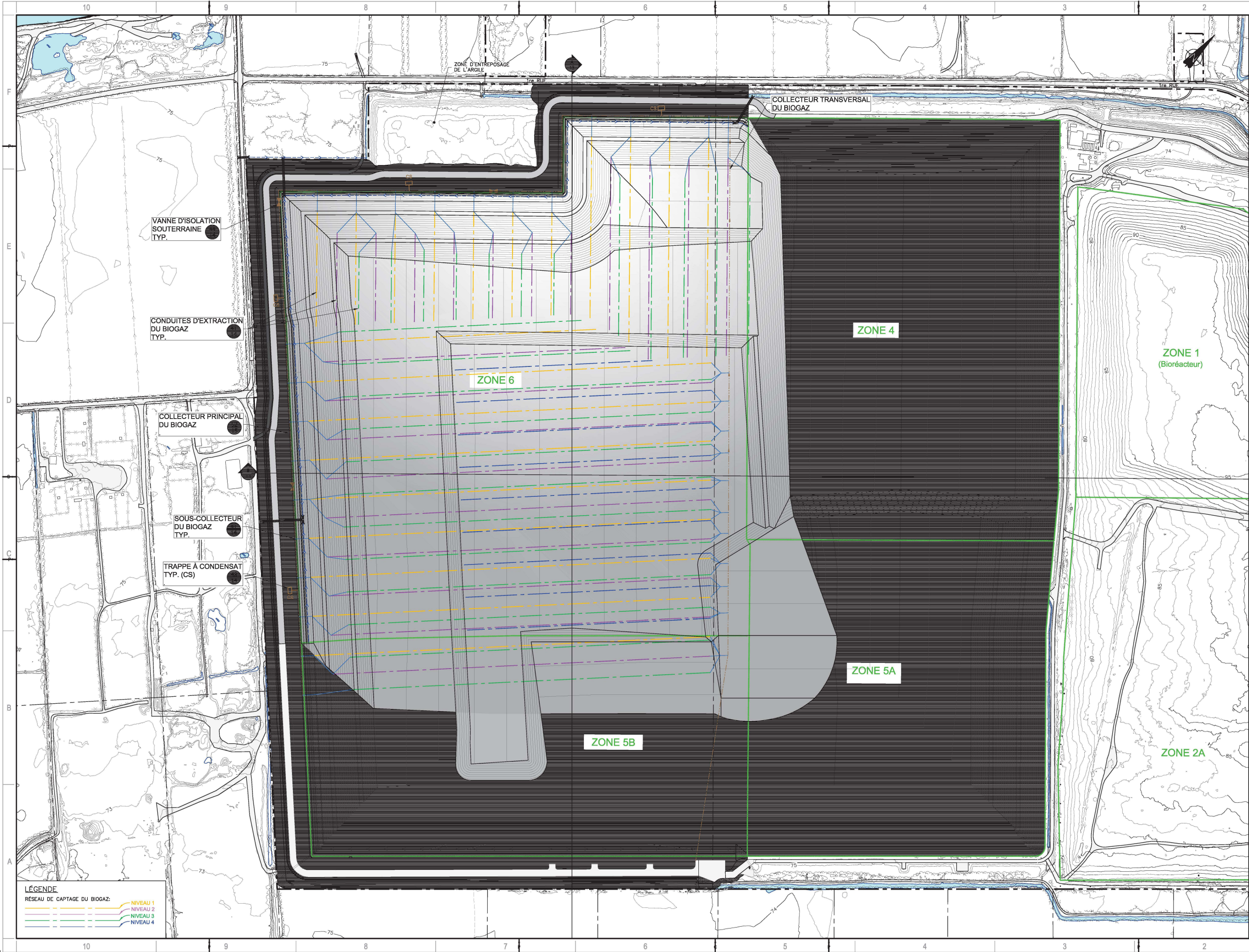
NOTES GÉNÉRALES :
À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.
SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SICPQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT :
CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOUALIER TOUTES LES SERVICES D'UTILITÉ PUBLIQUES
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

ÉMISSION - RÉVISION :

ÉL	RV	DATE	DESCRIPTION
1		2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE

1		2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
NO PROJET :	171-02584-00	DATE :	2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE :		SI CETTE BARRE NE	
INDIQUÉE :		MESURE PAS 25mm,	
CONQU PAR :		AJUSTER VOTRE ÉCHELLE	
Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		DE TRAVAIL :	
DESSINÉ PAR :		25mm	
Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.			
VÉRIFIÉ PAR :			
Jean Bérier, ing. M.Sc.			
DISCIPLINE :			
TITRE :			
COUPES ET DÉTAILS			
NUMÉRO DU FEUILLET :		171-02584-00_F11	
FEUILLET # :		11 DE 17	
ÉMISSION :		# RV	
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE		1	
EN DATE DU : 2018-12-13			



LÉGENDE
RESEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ:

	NIVEAU 1
	NIVEAU 2
	NIVEAU 3
	NIVEAU 4

1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-853-2254 | WWW.WSP.COM

SCAU :

CLIENT :

PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6**
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
**VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

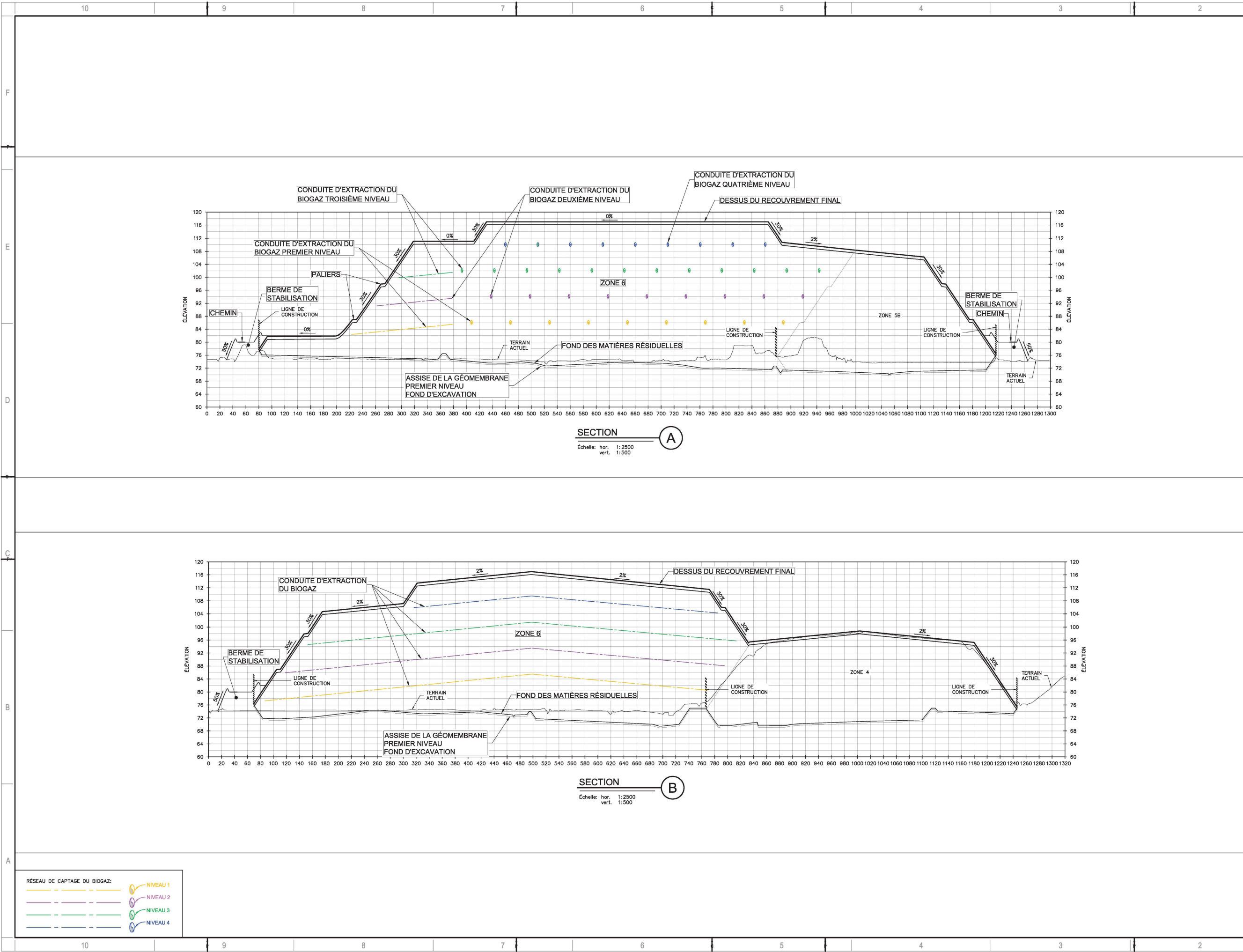
AVERTISSEMENT :

CE Dessin EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOCALISER TOUTES LES SERVICES D'UTILITÉS PUBLIQUES
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

DROIT D'AUTEUR :

ÉMISSION - RÉVISION :

«CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉS À DES FINS DE CONSTRUCTION»			
1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	
ÉM.	RV.	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET :		DATE :	
171-02584-00		2017-09-13	
ÉCHELLE ORIGINALE :		SI CETTE BARRE NE	
1:2500		MESURE PAS 25mm,	
CONQU PAR :		AJUSTER VOTRE ÉCHELLE	
Marlène Demers, ing.		DE TRACAGE.	
DESSINÉ PAR :		25mm	
Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.			
VÉRIFIÉ PAR :			
Jean Bernier, ing.			
DISCIPLINE :			
ENVIRONNEMENT			
TITRE :			
VUE EN PLAN ARRANGEMENT GÉNÉRAL			
RÉSEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ			
POUR LE LIEU D'ENFOUSSEMENT			
TECHNIQUE PROPOSÉ			
NUMÉRO DU FEUILLET :			
171-02584-00_F12			
FEUILLET # :		# RV.	
12 DE 17		1	
ÉMISSION :			
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE			
EN DATE DU 2018-12-13			



1136, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M6
TEL. : 1-418-663-2254 | WWW.WSP.COM

SCAU :

CLIENT :

WASTE MANAGEMENT

PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCQ/PQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT :

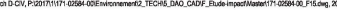
CE Dessin EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOCALLER TOUTES LES SERVICES D'UTILITÉS PUBLICQUES
ET RAPPORTER TOUTES ÉPREUVES OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

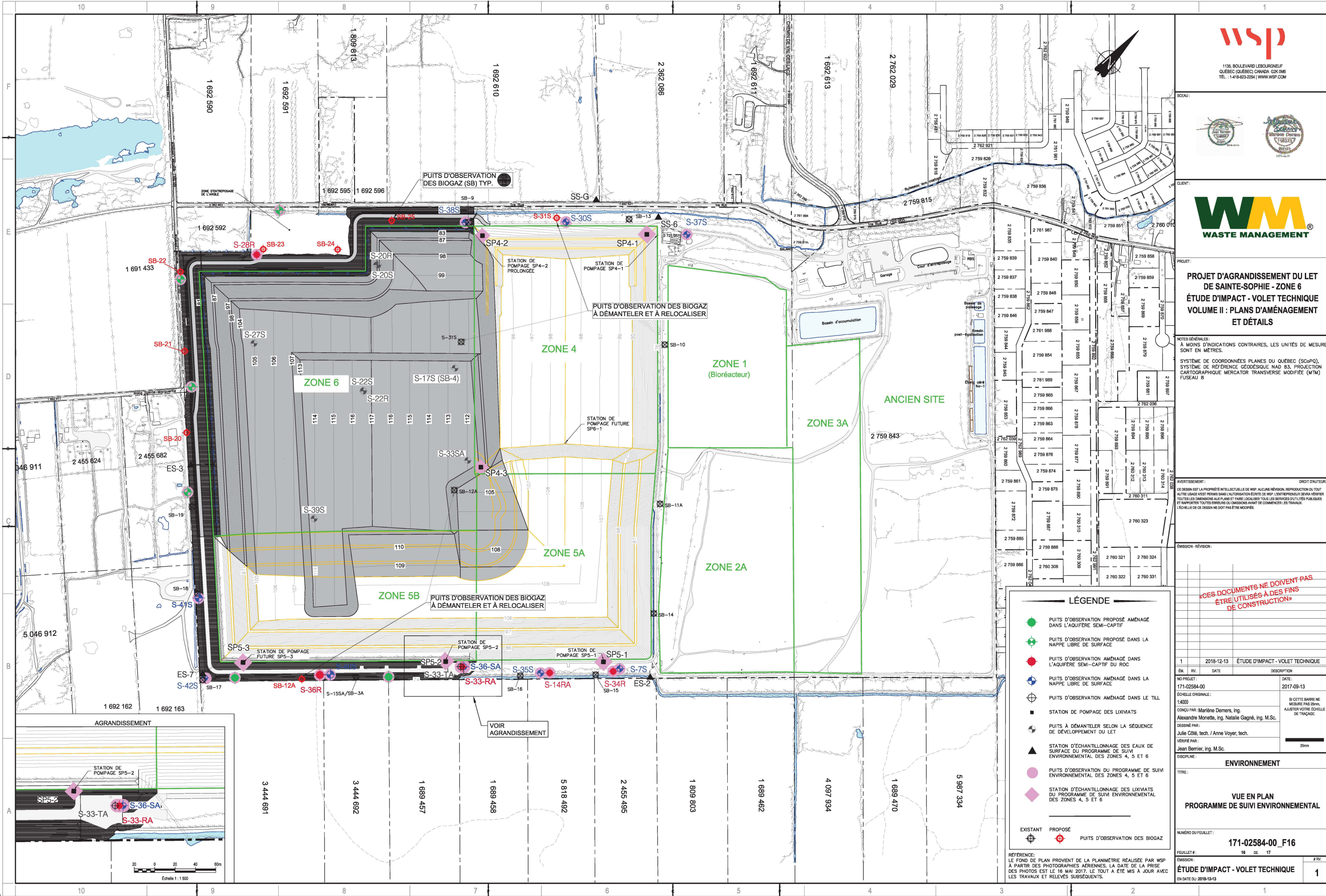
DROIT D'AUTEUR :

ÉMISSION - RÉVISION :

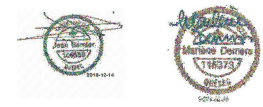
Ces documents ne doivent pas être utilisés à des fins de construction			
---	--	--	--

1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	
ÉL	RV	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET :		DATE :	
171-02584-00		2017-09-13	
ÉCHELLE ORIGINALE :		SI CETTE BARRE NE	
INDIQUÉE		MESURE PAS 25mm,	
CONÇU PAR :		AJUSTER VOTRE ÉCHELLE	
Marlène Demers, ing.		DE TRACAGE :	
DESSINÉ PAR :			
Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.			
VÉRIFIÉ PAR :			
Jean Bernier, ing.			
DISCIPLINE :			
ENVIRONNEMENT			
TITRE :			
SECTIONS A ET B			
RÉSEAU DE CAPTAGE DU BIOGAZ			
POUR LE LIEU D'ENFOUSSEMENT			
TECHNIQUE PROPOSÉ			
NUMÉRO DU FEUILLET :			
171-02584-00_F13			
FEUILLET # :		# RV :	
13 DE 17		1	
ÉMISSION :			
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE			
EN DATE DU : 2018-12-13			





1136, BOULEVARD LEBOURNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G1K 0M5
TEL. : 1-418-853-2254 | WWW.WSP.COM



**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :
À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SADPQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT :
CE Dessin est la propriété intellectuelle de WSP. Aucune réimpression, reproduction ou tout
autre usage non autorisé sans l'autorisation écrite de WSP. L'entrepreneur devra vérifier
toutes les dimensions aux plans et faire tous les services d'utilité publique
et rapporter toutes erreurs ou omissions avant de commencer les travaux.
L'échelle de ce dessin ne doit pas être modifiée.

ÉMISSION - RÉVISION :

**« CES DOCUMENTS NE DOIVENT PAS
ÊTRE UTILISÉS À DES FINS
DE CONSTRUCTION »**

1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
ÉL	RV	DATE
NO PROJET :	171-02584-00	DATE : 2017-09-13
ÉCHELLE ORIGINALE :	1:4000	SI CETTE BARRE NE MESURE PAS 25mm, AJUSTER VOTRE ÉCHELLE DE TRAVAIL :
CONÇU PAR :	Mariéne Demers, ing.	
DESSINÉ PAR :	Alexandre Monette, ing. / Natalie Gagné, ing. M.Sc.	
VÉRIFIÉ PAR :	Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.	
DISCIPLINE :	Jean Bernier, ing. M.Sc.	

ENVIRONNEMENT

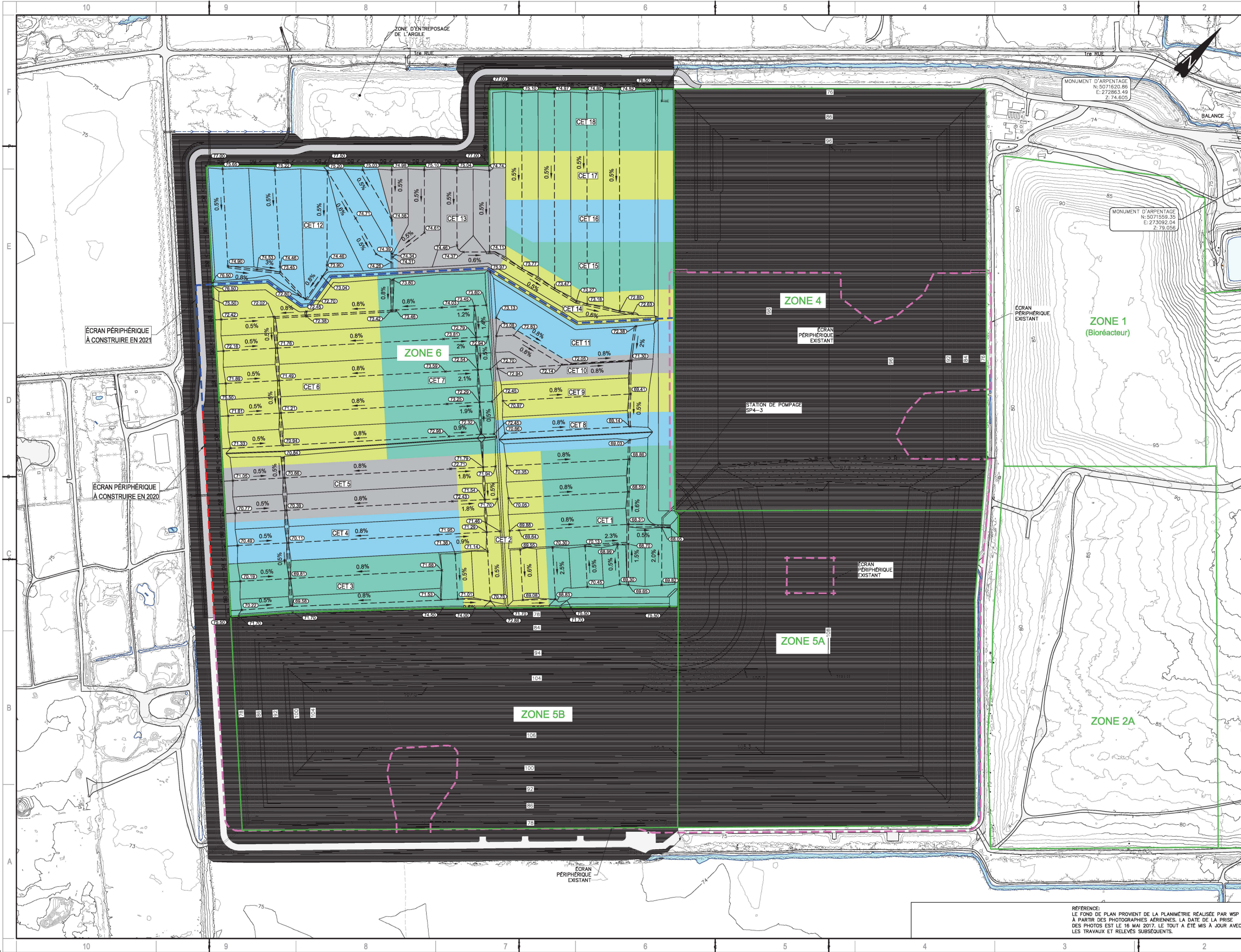
**VUE EN PLAN
PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL**

NUMÉRO DU FEUILLET :	171-02584-00_F16
FEUILLET # :	16 DE 17
ÉMISSION :	
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	
EN DATE DU 2018-12-13	

LÉGENDE

- PUITS D'OBSERVATION PROPOSÉ AMÉNAGÉ DANS L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF
- PUITS D'OBSERVATION PROPOSÉ DANS LA NAPPE LIBRE DE SURFACE
- PUITS D'OBSERVATION AMÉNAGÉ DANS L'AQUIFÈRE SEMI-CAPTIF DU ROC
- PUITS D'OBSERVATION AMÉNAGÉ DANS LA NAPPE LIBRE DE SURFACE
- PUITS D'OBSERVATION AMÉNAGÉ DANS LE TILL
- STATION DE POMPAGE DES LIXIVIATS
- PUITS À DÉMANTÉLER SELON LA SÉQUENCE DE DÉVELOPPEMENT DU LET
- STATION D'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX DE SURFACE DU PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES ZONES 4, 5 ET 6
- PUITS D'OBSERVATION DU PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES ZONES 4, 5 ET 6
- STATION D'ÉCHANTILLONNAGE DES LIXIVIATS DU PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL DES ZONES 4, 5 ET 6
- EXISTANT
- PROPOSÉ
- PUITS D'OBSERVATION DES BIOGAZ

RÉFÉRENCE :
LE FOND DE PLAN PROVIENT DE LA PLANIMÉTRIE RÉALISÉE PAR WSP À PARTIR DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES. LA DATE DE LA PRISE DES PHOTOS EST LE 16 MAI 2017. LE TOUT A ÉTÉ MIS À JOUR AVEC LES TRAVAUX ET RELÈVES SUIVANTS.



1136, BOULEVARD LEBOURNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) CANADA G2K 0M5
TEL. : 1-418-853-2254 | WWW.WSP.COM

CLIENT :

WASTE MANAGEMENT

PROJET :

**PROJET D'AGRANDISSEMENT DU LET
DE SAINTE-SOPHIE - ZONE 6**
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE
**VOLUME II : PLANS D'AMÉNAGEMENT
ET DÉTAILS**

NOTES GÉNÉRALES :

À MOINS D'INDICATIONS CONTRAIRES, LES UNITÉS DE MESURE
SONT EN MÈTRES.

SYSTÈME DE COORDONNÉES PLANES DU QUÉBEC (SCQ/PQ),
SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE NAD 83, PROJECTION
CARTOGRAPHIQUE MERCATOR TRANSVERSE MODIFIÉE (MTM)
FUSEAU 8

AVERTISSEMENT :

CE Dessin EST LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE DE WSP. AUCUNE RÉVISION, REPRODUCTION OU TOUT
AUTRE USAGE N'EST PERMIS SANS L'AUTORISATION ÉCRITE DE WSP. L'ENTREPRENEUR DEVRA VÉRIFIER
TOUTES LES DIMENSIONS AUX PLANS ET FAIRE LOCAUSER TOUTS LES SERVICES D'UTILITÉS PUBLIQUES
ET RAPPORTER TOUTES ERREURS OU OMISSIONS AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX.
L'ÉCHELLE DE CE Dessin NE DOIT PAS ÊTRE MODIFIÉE.

DROIT D'AUTEUR :

ÉMISSION - RÉVISION :

Ces documents ne doivent pas être utilisés à des fins de construction			
---	--	--	--

1	2018-12-13	ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE	
ÉM.	RV.	DATE	DESCRIPTION
NO PROJET :		DATE :	
171-02584-00		2017-09-13	
ÉCHELLE ORIGINALE :		SI CETTE BARRE NE	
1:2500		MESURE PAS 25mm,	
CONQU PAR :		AJUSTER VOTRE ÉCHELLE	
Alexandre Monette, ing. Natalie Gagné, ing. M.Sc.		DE TRACAGE :	
DESSINÉ PAR :		25mm	
Julie Côté, tech. / Anne Voyer, tech.			
VÉRIFIÉ PAR :			
Jean Bernier, ing. M.Sc.			
DISCIPLINE :			
ENVIRONNEMENT			
TITRE :			
SÉQUENCE D'EXPLOITATION ET SÉQUENCE DE CONSTRUCTION DE L'ÉCRAN PÉRIPHÉRIQUE			
NUMÉRO DU FEUILLET :			
171-02584-00_F17			
FEUILLET # :		# RV.	
17 DE 17		1	
ÉMISSION :			
ÉTUDE D'IMPACT - VOLET TECHNIQUE			
EN DATE DU 2018-12-13			

RÉFÉRENCE :

LE FOND DE PLAN PROVIENT DE LA PLANIMÉTRIE RÉALISÉE PAR WSP
À PARTIR DES PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES. LA DATE DE LA PRISE
DES PHOTOS EST LE 16 MAI 2017. LE TOUT A ÉTÉ MIS À JOUR AVEC
LES TRAVAUX ET RELÈVES SUIVANTS.

