RSI
ENVIRONNEMENT

RAPPORT PRINCIPAL

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT OPTIMISATION ET AJOUT D'UN PROCÉDÉ THERMIQUE

PURIFIE
LA TERRE

PRÉPARÉ PAR

Arnold Ross, Chimiste, M. Env.

Jun 16, 2022

Date :

RÉVISÉ PAR

Eloi Côté, ing (OIQ **127128**),

Jun 16, 2022

Date :

Le présent rapport a été préparé par RSI Environnement. La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport incombe uniquement au destinataire prévu. Son contenu reflète le meilleur jugement de RSI Environnement à la lumière des informations disponibles au moment de la préparation du rapport. Toute utilisation que pourrait en faire une tierce partie ou toute référence ou toutes décisions en découlant sont l'entière responsabilité de ladite tierce partie. RSI Environnement n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages, s'il en était, que pourrait subir une tierce partie à la suite d'une décision ou d'un geste basé sur le présent rapport. Cet énoncé de limitation fait partie du présent rapport. Étant donné que le fichier transmis n'est plus sous le contrôle de RSI Environnement et que son intégrité n'est pas assurée, aucune garantie n'est donnée sur les modifications ultérieures qui peuvent y être apportées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

RSI Environnement

Président directeur général
- Jean-François Landry, ing

Directeur environnement
- Eloi Côté, ing

Directeur des ventes
- Luc Caza

Résilience Conseil et Capital inc.

Direction de projet
- Arnold Ross, Chimiste, M. Env

Catapulte

Édition
- Sophie Villeneuve
- Marie-Josée Audet

COLLABORATEURS

Transfert Environnement et Société

Participation publique, Volet humain, révision et vulgarisation
- Cédric Bourgeois, M. Env
- Louis-Michel Tremblay, géographe, MBA
- Marie-Eve Martin, anthropologue et urbaniste, M. Urb.
- Pier-Luc Dufour, géographe et urbaniste, M. Urb

Groupe Synergis

Milieu biologique
- Stéphane Bernard, ing. f., M. ATDR
- Jean-François Gagnon, biologiste, M.B.A

Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTEI)

Économie circulaire
- Mathieu Gosselin, ing., M. Sc. A.
- Julien Beaulieu, ing., M. ing.

Soft dB

Environnement sonore
- Pascal Thériault, ing., M. Sc.
- Chirine Yarmeni, M. Sc.
- Tommy Savard, Tech.

Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc.

Dispersion atmosphérique
- Jean-François Raoult, ing., MBA & VEA
- Bruno Welfringer, ing., M. Sc. A. & EES

Morneau Sheppell

Santé et sécurité
- Pierre-Olivier Lemieux

Tetratech

Risques technologiques
- Dr. Mehran Monabbati, Ph.D., Expert technique
- Rupa Desai, ing., Chargée de projet

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX 7
LISTE DES FIGURES 9
LISTE DES ANNEXES 10
LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES 12

1. MISE EN CONTEXTE DU PROJET 15

1.1 PRÉSENTATION DE L'INITIATEUR DU PROJET 18
1.2 LOCALISATION DU PROJET 19
1.3 CONTEXTE ET RAISON D'ÊTRE DU PROJET 19
1.4 SOLUTIONS DE RECHANGE AU PROJET 20
1.5 AMÉNAGEMENT ET PROJETS CONNEXES 22
1.6 PRISE EN COMPTE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE 22
1.7 LE PROJET DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES 27

2. DESCRIPTION DU MILIEU DE RÉALISATION DU PROJET 28

2.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE 28
2.2 DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR 29
2.3 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE 30
2.3.1 Climat 30
2.3.2 Qualité de l'air 32
2.3.3 Géologie et hydrogéologie 32
2.3.4 Réseaux hydriques 34
2.4 DESCRIPTION DU MILIEU BIOLOGIQUE 34
2.4.1 Végétation et écosystème 34
2.4.2 Faune 35
2.4.3 Espèce à statut particulier 36
2.5 DESCRIPTION DU MILIEU HUMAIN 36
2.5.1 Contexte administratif 36
2.5.2 Profil socioéconomique 36
2.5.3 Économie locale et régionale 37
2.5.4 Affectation du territoire 37
2.5.5 Utilisation actuelle et prévue du territoire 40
2.5.6 Patrimoine archéologique et patrimonial 40

3. DÉMARCHE D'INFORMATION ET DE CONSULTATION 41

3.1 LA PARTICIPATION CIBLÉE ET PUBLIQUE 41
3.2 ANALYSE DES PRÉOCCUPATIONS LOCALES 45
3.3 ANALYSE DES RÉACTIONS SOCIALES ET PSYCHOSOCIALES 48
3.4 RELATIONS AVEC LES PREMIÈRES NATIONS 48
3.5 DÉTERMINATION DES ENJEUX ET OBSERVATIONS SOULEVÉS LORS DE LA CONSULTATION PUBLIQUE DU MELCC 51
3.6 PROCHAINES ÉTAPES 52

4. DESCRIPTION DES VARIANTES DE RÉALISATION 53

4.1 DÉTERMINATION DE LA VARIANTE 54
4.2 DESCRIPTION DE LA VARIANTE SÉLECTIONNÉE 54

5. DESCRIPTION DU PROJET 57

5.1 DESCRIPTION DES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT 57
5.1.1 Procédé actuel 57
5.1.2 Nouveau procédé 60
5.2 MATIÈRES VISÉES PAR LE PROJET 64
5.3 CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE GES 66
5.4 ENTREPOSAGE DES MATIÈRES 73
5.5 EFFICACITÉ DE TRAITEMENT ET ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES 75
5.6 GESTION DES EAUX DE PROCÉDÉ 81
5.7 MATIÈRES RÉSIDUELLES 82
5.8 ENVIRONNEMENT SONORE 83
5.9 VALORISATION ET MISE EN VALEUR DES EXTRANTS 83
5.10 PHASE D'AGRANDISSEMENT ET DE CONSTRUCTION 85
5.11 FERMETURE 85

6. DÉTERMINATION DES ENJEUX POUR FIN DE DÉTERMINATION DES IMPACTS 86

7. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET 90

7.1 IDENTIFICATION DES COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ENJEUX 91
7.2 DÉTERMINATION DES CHANGEMENTS INDUITS SUR LES COMPOSANTES VALORISÉES 94
7.3 DÉTERMINATION DES IMPACTS DES MODIFICATIONS DES CVE SUR LES ENJEUX 101
7.4 SYNTHÈSE DES IMPACTS ET EFFETS CUMULATIFS 110

8. RISQUES TECHNOLOGIQUES 112

8.1 DÉMARCHE 113

8.2 IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES DU MILIEU 113

8.3 IDENTIFICATION DES DANGERS 115

8.3.1 Dangers liés aux matières dangereuses 115
8.3.2 Dangers liés aux événements externes 119
8.3.3 Historique d'accidents 120

8.4 MESURES D'ATTÉNUATION EN PLACE POUR LES OPÉRATIONS SUR LE SITE 122

8.5 RISQUE D'ACCIDENT INDUSTRIEL MAJEUR 124

8.6 SCÉNARIOS D'ACCIDENT TECHNOLOGIQUE MAJEUR 125

8.6.1 Matière dangereuse retenue 125
8.6.2 Méthode d'analyse des risques technologiques majeures 125
8.6.3 Méthode de calcul des rayons d'impact 125
8.6.4 Résultats des modélisations 127

8.7 MESURES DE SÉCURITÉ 132

8.8 PLAN DE MESURE D'URGENCE 133

9. SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE 134

9.1 RÉCEPTION ET ENTREPOSAGE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DANGEREUSES OU NON ET SOLS CONTAMINÉS 135

9.2 PROGRAMME DE SURVEILLANCE DES MATIÈRES À TRAITER 136

9.3 ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES 136

9.4 REJET DES EAUX DE PROCÉDÉ 137

9.5 MATIÈRES RÉSIDUELLES SOLIDES ET SOLS TRAITÉS 137

10. SUIVI ENVIRONNEMENTAL 138

10.1 ESSAI DE PERFORMANCE 138

10.2 ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES 139

10.3 EAUX SOUTERRAINES 139

10.4 MESURES DE BRUIT AMBIANT 132

11. CONCLUSIONS 141

12. RÉFÉRENCES 143

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : ALTERNATIVES EXISTANTES POUR LA GESTION ET LE TRAITEMENT DES SOLS CONTAMINÉS 20

TABLEAU 2 : ALTERNATIVES EXISTANTES POUR LA GESTION ET LE TRAITEMENT DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DANGEREUSES 21

TABLEAU 3 : DÉMARCHE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE RSI 24

TABLEAU 4 : DONNÉES DE TEMPÉRATURE DE 1981 À 2010, STATION DE SAINT-AMBROISE 30

TABLEAU 5 : DONNÉES DE PRÉCIPITATION DE 1981 À 2010, STATION DE SAINT-AMBROISE 31

TABLEAU 6 : DONNÉES DES VENTS DE 1981 À 2010, STATION DE BAGOTVILLE 31

TABLEAU 7 : PRINCIPAUX ENJEUX OU PRÉOCCUPATIONS EXPRIMÉS PENDANT LES CONSULTATIONS DE RSI ENVIRONNEMENT OU DU MELCC 45

TABLEAU 8 : PRÉOCCUPATIONS DE LA PREMIÈRE NATION DES PEKUAKAMIULNUATSH 50

TABLEAU 9 : ENJEUX ET OBSERVATIONS SOULEVÉS LORS DE LA CONSULTATION PUBLIQUE MENÉE PAR LE MELCC 51

TABLEAU 10 : QUANTITÉ DE MATIÈRES TRAITÉES – CONDITIONS ACTUELLES 60

TABLEAU 11 : QUANTITÉ DE MATIÈRES TRAITÉES – CONDITIONS PROPOSÉES DANS LE CADRE DU PROJET PRÉSENTÉ 61

TABLEAU 12 : BILAN DES QUANTITÉS MAXIMALES À RECEVOIR DANS LE CADRE DU PROJET 65

TABLEAU 13 : ÉMISSIONS DE GES – SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 1 68

TABLEAU 14 : ÉMISSIONS DE GES – SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 2 68

TABLEAU 15 : ÉMISSIONS DE GES – SIMULATION 1 EN OPTIMISANT L'AUTORISATION AVEC L'UNITÉ ACTUELLE 69

TABLEAU 16 : ÉMISSIONS DE GES – SIMULATION 2 POUR LA NOUVELLE UNITÉ 69

TABLEAU 17 : ÉMISSIONS DE GES – SIMULATION 3 COMBINAISON DE L'UNITÉ ACTUELLE À PLEINE CAPACITÉ ET DE L'UNITÉ 2 70

TABLEAU 18 : ÉMISSIONS DE GES PRÉVISIONNELLES D'ICI 2030 70

TABLEAU 19 : DESCRIPTION DES INFRASTRUCTURES D'ENTREPOSAGE 74

TABLEAU 20 : SOMMAIRE DES RÉSULTATS DES ESSAIS DE PERFORMANCE ANNUELS 76

TABLEAU 21 : RÉSULTATS DES ÉCHANTILLONNAGES D'AIR AMBIANT 78
TABLEAU 22 : RÉSULTATS DES ANALYSES DES SOLS DE SURFACE 80
TABLEAU 23 : RÉSULTATS D'ANALYSE DES ÉCHANTILLONS D'EAU TRAITÉE AVANT REJET (MOYENNE MENSUELLE EN 2020) 82
TABLEAU 24 : SOMMAIRE DU BILAN DE MASSE DU PROJET 84
TABLEAU 25 : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 86
TABLEAU 26 : ENJEUX HUMAINS 88
TABLEAU 27 : ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX, COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ENVIRONNEMENT AFFECTÉ ET IDENTIFICATION DES SOURCES D'IMPACT 91
TABLEAU 28 : ENJEUX HUMAINS, COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ENVIRONNEMENT AFFECTÉ ET IDENTIFICATION DES SOURCES D'IMPACT 93
TABLEAU 29 : INTERACTIONS SUR LES CVE PAR LES ACTIVITÉS DU PROJET POUR CHAQUE ENJEU 95
TABLEAU 30 : IMPACTS SUR LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX 96
TABLEAU 31 : IMPACTS SUR LES ENJEUX HUMAINS 99
TABLEAU 32 : DÉTERMINATION DE L'IMPORTANCE DE L'IMPACT 102
TABLEAU 33 : ENJEU ENVIRONNEMENTAL : AIR ET CHANGEMENT CLIMATIQUE 103
TABLEAU 34 : ENJEU ENVIRONNEMENTAL : QUALITÉ DES EAUX 104
TABLEAU 35 : ENJEU ENVIRONNEMENTAL : QUALITÉ DES SOLS 105
TABLEAU 36 : ENJEU ENVIRONNEMENTAL : BRUIT 105
TABLEAU 37 : ENJEU ENVIRONNEMENTAL : GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES 106
TABLEAU 38 : ENJEU ENVIRONNEMENTAL : DÉVELOPPEMENT DURABLE ET GESTION DES MATIÈRES TRAITÉES 107
TABLEAU 39 : ENJEU HUMAIN : RETOMBÉES ÉCONOMIQUES 107
TABLEAU 40 : ENJEU HUMAIN : UTILISATION DU TERRITOIRE 108
TABLEAU 41 : ENJEU HUMAIN : SANTÉ-SÉCURITÉ 109
TABLEAU 42 : ENJEU HUMAIN : TOURISME ET RÉCRÉOTOURISME 109
TABLEAU 43 : ENJEU HUMAIN : ACCEPTABILITÉ SOCIALE 110
TABLEAU 44 : ÉLÉMENTS SENSIBLES EN PÉRIPHÉRIE DU SITE 113
TABLEAU 45 : CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS PHYSICO CHIMIQUES DES MATIÈRES PREMIÈRES 116
TABLEAU 46 : CARACTÉRISTIQUES DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DANGEREUSES UTILISÉES À DES FINS ÉNERGÉTIQUES 118
TABLEAU 47 : INCIDENTS RÉPERTORIÉS AVEC L'UNITÉ THERMIQUE 121
TABLEAU 48 : MAUVAIS FONCTIONNEMENT CAUSANT LES ARRÊTS D'ALIMENTATION 123
TABLEAU 49 : RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DES RISQUES D'ACCIDENTS LIÉS AU PROPANE, SCÉNARIO 1A 128
TABLEAU 50 : RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION DES RISQUES D'ACCIDENTS LIÉS AU PROPANE, SCÉNARIO 1B 130

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE DU PROJET ET PRÉSENTATION DE L'ÉTENDUE DE LA ZONE À L'ÉTUDE 28

FIGURE 2 : CARTE DE LOCALISATION DE RSI ENVIRONNEMENT ET DES SITES D'UTILISATION TRADITIONNELLE ET ACTUELLE DES INNUS 49

FIGURE 3 : SCHÉMA DU PROCÉDÉ ACTUEL 57

FIGURE 4 : SCHÉMA DU NOUVEAU PROCÉDÉ 61

FIGURE 5 : LOCALISATION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DE L'AIR AMBIANT 78

FIGURE 6 : LOCALISATION DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE DES SOLS 79

FIGURE 7 : ÉTAPES DE L'ANALYSE ET DE LA GESTION DES RISQUES TECHNOLOGIQUES 112

FIGURE 8 : LOCALISATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES (1) 114

FIGURE 9 : LOCALISATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES (2) 114

FIGURE 10 : RÉSERVOIRS DE PROPANE PRÉSENTS SUR LE SITE 124

FIGURE 11 : SCÉNARIO 1A - RAYON D'IMPACT D'UN FEU ÉCLAIR 129

FIGURE 12 : SCÉNARIO 1A - RAYON D'IMPACT D'UN FEU EN CHALUMEAU 130

FIGURE 13 : SCÉNARIO 1B - RAYON D'IMPACT D'UN FEU ÉCLAIR 131

FIGURE 14 : SCÉNARIO 1B - RAYON D'IMPACT D'UN FEU EN CHALUMEAU 131

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Certificats d'autorisation de RSI/Règles strictes en matière de protection de l'environnement 145

Annexe 2 : Les détails sur la structure opérationnelle, ainsi que sur les politiques en matière de santé-sécurité, environnement et développement économique 148

Annexe 3 : Rapports de la Chaire éco-conseils et Centre de transfert technologique en écologie industrielle 154

Annexe 4 : Résultats des trois dernières années concernant les valeurs étant sous les limites de détection 409

Annexe 5 : Rapport caractérisation écologique du Groupe Synergis 412

Annexe 6 : Différentes affectations du territoire de Saint-Ambroise. 562

Annexe 7 : Zonages du territoire de Saint-Ambroise. 565

Annexe 8 : Questionnaire de rétroaction spécifiques en lien avec les réactions sociales et psychosociales 568

Annexe 9 : Codes et appellation des MDR 572

Annexe 10 : Étude des émissions de GES 580

Annexe 11 : Localisation des infrastructures d'entreposage 637

Annexe 12 : Modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants 641

Annexe 13 : Le diagramme du procédé de traitement des eaux 730

Annexe 14 : Étude sonore 2021 732

Annexe 15 : Les résultats, discussions et commentaires obtenus du comité aviseur 807

Annexe 16 : Détail de la classification de l'importance de l'impact 816

Annexe 17 : Fiches techniques de produits chimiques 826

Annexe 18 : Programme de prévention en matière de santé et sécurité de l'entreprise 924

Annexe 19 : Plan des mesures d'urgence actuel 1009

AVIS

Le présent document exprime l'avis professionnel de RSI Environnement ainsi que divers spécialistes qui ont collaboré ou fourni des rapports techniques. De plus, il doit être considéré dans son ensemble. Par conséquent, ses différentes sections ou parties ne doivent pas être vues ou comprises hors de son contexte.

Une tierce partie qui en ferait un usage pour la créance qu'elle attacherait ou de la décision qu'elle prendrait en fonction du présent document en porte l'entière responsabilité. RSI Environnement décline sous réserve de la loi toute responsabilité à l'égard des tierces parties en ce qui a trait à la publication, aux références, aux citations ou à la distribution qui seraient faites du présent document ou de son contenu partiel ou complet, et de la créance qu'y attacherait une quelconque tierce partie. Il est interdit de reproduire ou de distribuer le présent rapport sans l'autorisation écrite de RSI Environnement ou des divers spécialistes utilisés pour la production des rapports techniques : Groupe Synergys, CTTÉIE, SoftDB, HDS Environnement, Tétratech QE inc., ainsi que Transfert Environnement et Société.

LISTE DES ACRONYMES ET SIGLES

AARQ	Atlas d'Amphibiens et Reptiles du Québec
ACCORD	Action concertée de coopération régionale de développement
Æ	Autorisation environnementale
ASI	Alimentation sans coupure
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BPC	Biphényle polychloré
°C	Degré Celsius
CEAQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
CEMS	Système de surveillance en continu des émissions gazeuses
CFC	Chlorofluorocarbures
cm	Centimètre
CO	Monoxyde de carbone
CO_2	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
COSV	Composés organiques semi-volatils
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CNRC	Conseil national de recherches Canada
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
CRAIM	Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs
CRRNT	Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire
CSSS	Centre de santé et de services sociaux
CNESST	Commission des normes sur l'équité, la santé et la sécurité du travail
CTTÉI	Centre de transfert technologique en écologie industrielle
CVE	Composante valorisée de l'environnement
D / F	Dioxines et furannes
ÉES	Évaluation environnementale stratégique
ÉIE	Étude d'impact sur l'environnement
ESDMV	Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
g/L	Grammes par litre
GES	Gaz à effet de serre
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HAZOP	Étude HAZard and OPerability
HCl	Acide chlorhydrique

HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
HCN	Acide cyanhydrique
HDPE	Polyéthylène haute densité
Ha	Hectare
HF	Acide fluorhydrique
HFC	Hydrofluorocarbures
H_2O	Eau
HOT	Halogènes organiques totaux
H_2S	Disulfure de soufre
ICI	Industrie, commerce et institution
IHM	Interface homme-machine
IQBP	Indice de la qualité bactériologique et physico-chimique
kg	kilogramme
km	kilomètre
L	Litre
LDD	Loi sur le développement durable
LEP	Loi sur les espèces en péril
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
m	Mètre
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEI	Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MDR	Matières dangereuses résiduelles
MES	Matières en suspension
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MENV	Ministère de l'Environnement
MFE	Ministère des Finances et de l'Économie
MFFP	Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs
MR	Matières résiduelles
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
mg/L	Milligrammes par litre
mL	Millilitre
mm	Millimètre
MRC	Municipalité régionale de comté
MRN	Ministère des Ressources naturelles
NO_x	Oxydes d'azote

O_2	Oxygène
PFAS	Substances per- et polyfluoroalkylées
PFNL	Produit forestier non ligneux
PLC	Automate programmable
PM	Matière particulaire
PM2,5	Particules fines dont le diamètre est plus petit ou égal à 2,5 µm
PM10	Particules fines dont le diamètre est plus petit ou égal à 10 µm
PME	Petites et moyennes entreprises
PRP	Potentiel de réchauffement planétaire
PSDD	Plan stratégique de développement durable
PST	Particules en suspension totale
PTFE	Polytétrafluoroéthylène
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
RCLP	Répertoire canadien des lieux patrimoniaux
RDOCECA	Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère
RMD	Règlement sur les matières dangereuses
RPCQ	Répertoire du patrimoine culturel du Québec
RSI	RSI Environnement
SACO	Substances appauvrissant la couche d'ozone
SAD	Schéma d'aménagement et de développement
SFG	Système de filtration des gaz
SIMDUT	Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
SO2	Dioxyde de soufre
SPEDE	Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre
tm	Tonne métrique
TOC	Carbone organique total
TRG	Tour de refroidissement des gaz
UE	Union européenne
UPA	Union des producteurs agricoles
µg/L	Microgramme par litre

1. MISE EN CONTEXTE DU PROJET

La société de consommation exerce une pression croissante sur les ressources, qu'elles soient renouvelables ou non. Elle mène inexorablement à leur épuisement et à la remise en question du modèle de développement industriel traditionnel. La croissance des déchets suit celle de la consommation. Le comité d'experts sur l'économie circulaire au Canada le mentionne clairement dans son dernier rapport: « Le modèle économique linéaire qui fonctionne selon le principe « extraire, fabriquer, consommer, jeter » n'est plus viable »[1] . De plus, la gestion de ces déchets, dont certains contiennent des produits toxiques ou dangereux, peut engendrer des effets négatifs irréversibles sur la santé humaine et sur les écosystèmes. Face à cette problématique, l'écologie industrielle propose une approche systémique permettant d'optimiser les flux de matières et d'énergie dans un circuit sans fin de mise en valeur. C'est d'ailleurs une des principales orientations identifiées par le BAPE dans son récent rapport sur l'État des lieux et la gestion des résidus ultimes[2]. On y apprend également que la destruction thermique de matières résiduelles constitue de la valorisation énergétique, plus particulièrement si les matières traitées ne peuvent pas être récupérées ou recyclées autrement, ce qui est notamment le cas avec les sols contaminés. À cet égard, RSI constitue l'un des maillons de la hiérarchie des 3RV-E. Ce modèle d'économie circulaire a le potentiel de réduire l'impact sur l'environnement à long terme et de générer des gains économiques et de la création d'emplois. Le Canada a le potentiel d'améliorer son bilan de circularité, et RSI Environnement s'engage dans cette direction.

À l'image des écosystèmes naturels, l'écologie industrielle propose des façons de faire visant à optimiser l'utilisation des ressources et à réduire la quantité de déchets produits, et ce, dans une perspective de développement durable. Le défi est de mettre en circulation les matières et l'énergie résiduelles des uns pour les substituer aux intrants des autres. Elle a pour objectif d'allonger le cycle de vie des ressources par la substitution et la mutualisation des flux.

Depuis plus de 25 ans, RSI Environnement (RSI) est une usine de production de matières décontaminées. Elle propose une solution environnementale pour la décontamination et la valorisation des sols et matières contaminés. Son procédé sécuritaire de désorption thermique permet de dépolluer des sols ou d'autres types de matières générées par d'autres industries en détruisant complètement les contaminants présents, et ce, de façon sécuritaire. À ce titre, RSI est une pionnière de l'écologie industrielle québécoise puisqu'elle utilise les sols souillés par d'autres acteurs industriels et les rend réutilisables, diminuant ainsi la production, mais également la dangerosité des résidus ultimes.

---

[1] Conseil des académies canadiennes, 2021. Un tournant décisif, Ottawa, ON, Comité d'experts sur l'économie circulaire au Canada, Conseil des académies canadiennes.

[2] Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. Rapport 364, L'état des lieux et la gestion des résidus ultimes, janvier 2022.

Depuis 1998, RSI innove dans le domaine de la valorisation des sols décontaminés, tant au niveau agricole, géotechnique qu'en aval de sa production. Dans le contexte actuel, elle désire également innover en amont en permettant une réduction à la source de ressources naturelles non renouvelables par substitution des intrants énergétiques ou autres.

RSI détient 41 différentes autorisations du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Elle est auditée de façon périodique par des organismes indépendants. Elle est accréditée pour son système de gestion environnementale ISO 14001 depuis 2003. Le procédé thermique à haute température de RSI permet le recyclage et la valorisation des sols et déchets dangereux et non dangereux en éliminant les contaminants. RSI est bien implantée et acceptée dans son milieu et se distingue par son rayonnement social. Impliquée dans sa communauté et soucieuse de susciter l'adhésion de la population à ses projets de développement, RSI s'impose les standards les plus élevés en matière de respect des normes environnementales. Dès le début, RSI a mis en place un programme de suivi et surveillance de la qualité de l'environnement afin de s'assurer que ses opérations ne génèrent le plus faible impact possible.

Les installations de RSI Environnement se situent dans le parc industriel de Saint-Ambroise, là où la Société possède plusieurs terrains couvrant une grande superficie et se retrouve loin de ses voisins immédiats. Sur le site exploité depuis plus de 25 ans, il y a déjà deux entrepôts ayant une capacité d'entreposage de 75 000 tonnes métriques et quatre lagunes de près de 10 millions de litres d'eau. Il y a également des bureaux administratifs et des bureaux réservés aux opérations, incluant la salle de contrôle du procédé thermique. Il y a aussi une unité thermique à haute température ayant la capacité de traiter 100 000 tonnes de matières contaminées annuellement comprenant des sols, des matières résiduelles dangereuses ou non ou des eaux contaminées. D'ailleurs, RSI utilise l'énergie produite par le traitement des MDR pour traiter de l'eau contaminée. L'unité thermique comprend également des systèmes pour détruire les contaminants, des unités de filtration de l'air, des lectures en continu des gaz à la sortie de la cheminée et des plates-formes pour recevoir les matières contaminées en toute sécurité, de même que pour entreposer les matières traitées. Le site est également muni d'une balance certifiée et d'un système de traçabilité très bien éprouvé, en place depuis plus de 20 ans.

Le présent projet de RSI a comme objectif principal d'éliminer les matières dangereuses de manière sécuritaire et définitive en détournant de l'enfouissement les matières ayant un fort passif environnemental. Pour atteindre cet objectif et dans une première phase, RSI désire améliorer la pérennité de ses opérations en optimisant les autorisations de ses installations actuelles. RSI possède déjà les autorisations pour traiter des sols, des matières dangereuses résiduelles (dangereuses ou non) et de l'eau avec ses équipements et procédés éprouvés depuis plus de 25 ans. Ainsi, **RSI pourra traiter des matières résiduelles pour fin de mise en valeur indépendamment de leur capacité calorifique, de leur teneur en eau ou autres, puisque le procédé est en mesure de détruire les contaminants dans n'importe quel type de matière.** Une bonne partie de ces matières est actuellement incinérée ou enfouie à l'extérieur du Québec, et ce, sans valorisation.

La deuxième phase consiste à installer une deuxième unité thermique plus petite. À pleine capacité, cette deuxième unité aura la capacité de traiter un volume annuel maximal de 31 200 tonnes métriques. L'installation de cette deuxième unité est rendue nécessaire afin de pouvoir optimiser le traitement thermique de certaines matières, en traitant sur une base horaire des volumes beaucoup moins importants que l'unité actuelle. L'unité thermique actuelle n'est

pas conçue pour traiter un faible débit ; ce n'est ni rentable économiquement ni optimal du point de vue environnemental. Cette deuxième unité, de moins grandes envergures, procurera de meilleurs rendements pour les matières visées à faible débit, et sera de plus munie d'un récupérateur d'énergie qui permettra de valoriser l'énergie à d'autres fins industrielles. Ceci permettra à RSI Environnement de consolider sa position de leader dans le marché, tout en offrant des options de traitement définitif ici au Québec, et ailleurs au Canada et aux États-Unis.

La construction sera faite sur les terrains déjà aménagés chez RSI Environnement, près de l'unité thermique actuelle, sans impact immédiat sur la flore ou la faune.

Le projet actuel s'inscrit dans la continuité du cheminement de RSI depuis le lancement de ses opérations et de son acquisition par un propriétaire régional. Au cours des huit dernières années, l'entreprise a doublé le nombre de ses permis et de ses certificats d'autorisation. Le projet vise à optimiser et à augmenter la capacité de traitement par l'ajout de certains types de matières résiduelles dangereuses et non dangereuses, de sols ainsi que de l'eau contaminée considérée comme non traitable, et ce, dans le but de les valoriser. La nouvelle autorisation offrira une solution plus avantageuse sur le plan environnemental et simplifiera la gestion des opérations.

À titre d'exemple, les permis de RSI lui permettent de traiter des matières résiduelles dangereuses à raison de 50 tonnes métriques (t.m.) par jour, à condition de traiter en même temps une certaine quantité de sols ou 'eau contaminée. Si une quantité insuffisante de sols à décontaminer est reçue, ces matières résiduelles pourraient être envoyées à l'incinération à l'extérieur du Québec ou à l'enfouissement, plutôt que d'être traitées par les opérations de RSI. Si celles-ci pouvaient être traitées thermiquement sur une courte période ou en quantité supérieure à 50 t.m. par jour, RSI pourrait également valoriser l'énergie produite par le traitement des MDR spécifiquement pour traiter de l'eau contaminée. RSI est également limitée à recevoir, à des fins de valorisation uniquement, des MDR possédant une capacité calorifique de plus de 14 000 kJ/kg, bien que de l'énergie puisse être extraite et utilisée efficacement à partir de matières possédant un potentiel calorifique moindre.

Le projet requiert peu de modifications aux installations existantes si ce n'est que le système d'entreposage et d'alimentation de certaines matières. Le procédé actuel a déjà démontré son efficacité à détruire de façon efficace tout contaminant organique, quel qu'il soit, en limitant les émissions externes bien en deçà des normes existantes.

Soucieuse de créer un procédé permettant d'obtenir une efficacité énergétique accrue, RSI effectue depuis quelques années des recherches actives afin de munir ses installations actuelles d'un récupérateur d'énergie. Les résultats de ces recherches n'ont pas encore permis de concevoir un équipement de récupération d'énergie adapté au procédé actuel. Des études sont cependant toujours en cours en ce sens. L'opportunité de déployer une seconde unité indépendante sur les terrains de RSI a donc été considérée. Le projet prévoit donc l'ajout d'une nouvelle unité thermique afin de traiter plus de matières et de récupérer l'énergie issue du traitement pour des utilisations à l'interne ou pour d'autres utilisateurs à proximité des installations de RSI.

L'usine est installée dans le parc industriel de St-Ambroise. Comme il s'agit du prolongement des activités existantes, le projet ne prévoit pas de déboisement général sauf la coupe de quelques arbres pour améliorer la circulation, ni de dynamitage ou de remblayage. Il est prévu seulement quelques travaux de préparation du terrain occupé par les activités actuelles afin d'ajouter la future unité ou le futur bâtiment d'entreposage.

Sans l'aboutissement de ce projet, plusieurs matières dangereuses ou non dangereuses seront éliminées par incinération, sans valorisation et par enfouissement. Plusieurs de ces matières sont majoritairement exportées vers d'autres provinces ou hors du Canada, sans enlever le passif et le risque environnemental associé aux différents contaminants persistants.

1.1 PRÉSENTATION DE L'INITIATEUR DU PROJET

RSI Environnement, autrefois appelée Récupère Sol, a été fondée en 1992 par un entrepreneur local et a par la suite été opérée par Benett Environmental, une compagnie publique, de 1996 à 2013. En 2013, le directeur général de l'usine de l'époque, M. Jean-François Landry, s'est porté acquéreur de 100 % des actifs de la Société dans le but de poursuivre la mission de l'entreprise qui est de procéder à la décontamination et au traitement de sols contaminés et autres matières contaminées de manière sécuritaire pour les transformer en sols propres valorisables et réutilisables. L'entreprise donne ainsi une deuxième vie aux sols contaminés en les recyclant plutôt qu'en les laissant polluer l'environnement.

Bien que la mission d'entreprise soit demeurée la même, le volume des sols à décontaminer a subi une forte baisse dans les dernières années. Cette décroissance s'explique entre autres par l'utilisation de sites illégaux, qui ont fait les manchettes dans les dernières années, mais également du fait que les entreprises ont accès à de l'enfouissement à des prix dérisoires.

Afin de maintenir les opérations et pour consolider ses emplois, RSI a fait la demande et obtenu plusieurs nouveaux permis et autorisations pour traiter thermiquement d'autres types de matières, telles les matières résiduelles dangereuses, non dangereuses et l'eau, et a développé un procédé permettant la fabrication de terreaux à partir de sols décontaminés.

La technologie utilisée par RSI Environnement atteint des taux de destruction de 99,999 9 % des contaminants organiques toxiques persistants tels que les BPC, les dioxines et furannes, les HAP, les chlorophénols, les composés organiques volatils (COV) et d'autres. Les matières traitées ne contiennent aucun contaminant organique résiduel.

La technologie éprouvée de RSI a passé avec succès tous les essais de performance et les essais annuels, en plus des vérifications rigoureuses du MELCC et autres autorités gouvernementales, ainsi que ceux réalisés par les auditeurs d'ISO 14001 : 2015 et par Environnement Canada.

Le projet proposé permettra à RSI de réduire l'enfouissement de certaines matières résiduelles et d'éviter une gestion future de ces sites par les générations suivantes. Il permettra aussi de donner une deuxième vie aux sols contaminés et de valoriser l'énergie de matières destinées à l'enfouissement, tout en minimisant les émissions de GES et la consommation de propane de l'entreprise.

L'entreprise emploie en opération environ 60 employés avec des conditions d'emploi comparables à la grande entreprise. Elle possède une politique d'achat local et favorise le développement économique régional et local en faisant appel à des partenaires de la région. Le rayonnement économique de RSI Environnement est très important pour la municipalité de Saint-Ambroise et pour la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

À la suite de travaux de R&D réalisés en collaboration avec une entreprise locale et le centre de recherche Agrinova, affilié au CÉGEP d'Alma, RSI fabrique de la terre à jardin et de la terre à pelouse à partir des sols décontaminés par son procédé thermique, auxquels elle ajoute d'autres matières organiques approuvées issues d'autres entreprises locales. Ce terreau de première qualité est actuellement vendu à des commerces régionaux.

RSI a par ailleurs l'ambition de fabriquer un béton dont des composantes proviendront de résidus issus du procédé thermique et autres matières détournées de l'enfouissement, afin de valoriser encore davantage de matières. Après l'ajout du second procédé thermique, plusieurs avenues sont envisagées pour valoriser l'énergie récupérée du procédé.

RSI détient plusieurs certificats d'autorisation, lesquels rencontrent les règles très strictes en matière de protection de l'environnement (annexe 1).

Les détails sur la structure opérationnelle, ainsi que sur les politiques en matière de santé-sécurité, environnement et développement économique sont présentés à l'annexe 2.

1.2 LOCALISATION DU PROJET

Le projet est situé au 80 rue des Mélèzes à Saint-Ambroise, Québec, soit sur une partie du lot 16-8, rang est, Canton de Bourget (Latitude : 48° 32'31.33 '' N et longitude : 71° 17'33.08 '' O). La municipalité de Saint-Ambroise fait partie de la MRC du Fjord du Saguenay.

1.3 CONTEXTE ET RAISON D'ÊTRE DU PROJET

Ce projet a pour objectif d'éliminer définitivement les substances dangereuses de manière sécuritaire en traitant un grand nombre de matières visées qui sont actuellement destinées à l'enfouissement ou à l'incinération, laissant sur leur passage un important passif environnemental associé aux différents contaminants persistants et bioaccumulables.
Cet objectif permet à la fois de décontaminer les terrains ayant un lourd passé industriel, d'éliminer définitivement les MDR ainsi que le risque environnemental des contaminants et de pérenniser les opérations de l'entreprise.

L'option proposée par RSI est de loin très avantageuse puisqu'elle permet une plus grande valorisation de ces matières et la destruction complète des contaminants. Cette solution vient également simplifier la tâche des gestionnaires d'entreprises, car elle ne nécessite pas de faire de la séparation mécanique ou d'avoir à gérer plusieurs lieux de disposition. Ainsi, la totalité des résidus pourra être reçue, traitée, consolidée et valorisée localement.

Le projet permettra de stabiliser les opérations sur une période de 10 à 12 mois par année, comparativement à une période de 4 à 10 mois lors des années passées. Il consolidera près de 60 emplois de qualité. Il aura aussi des impacts positifs auprès de diverses entreprises partenaires et sur l'économie locale en général.

RSI anticipe que cette diversification aura un impact financier positif sur ses opérations. Elle permettra de diminuer de façon incidente les coûts de décontamination de l'ensemble de ses opérations, rendant cette option encore plus accessible face aux autres options de disposition moins écologiques.

1.4 SOLUTIONS DE RECHANGE AU PROJET

Des solutions alternatives existent à différents niveaux, mais aucune n'est en mesure de prendre en charge la totalité des contaminants. Pour certaines matières, la solution réside dans des installations hors Québec, soit par des procédés de destruction thermique ou par simple enfouissement. Les deux tableaux suivants présentent sommairement les différentes alternatives existantes pour la gestion et le traitement, respectivement, des sols contaminés et des matières résiduelles dangereuses.

Tableau 1 : Alternatives existantes pour la gestion et le traitement des sols contaminés

Variantes	Contamination hydrocarbures légers	Contamination hydrocarbures Lourds/HAP	Composés récalcitrants (BPC, D&F...)	Contamination mixte (organique et inorganique)
Traitement thermique site RSI actuel	Efficacité reconnue et valorisation des sols démontrée	Efficacité reconnue et valorisation des sols démontrée	Efficacité reconnue et valorisation des sols démontrée	Efficacité reconnue et valorisation limitée des sols selon le niveau de contamination résiduelle
Enfouissement	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental
Procédé thermique hors site (situé hors Québec)	Efficacité reconnue, mais peu de valorisation	Efficacité reconnue, mais peu de valorisation	Efficacité reconnue, mais peu de valorisation	Efficacité reconnue, mais peu de valorisation
Centre de traitement biologique et/ou physico-chimique	Efficacité et durée de traitement relativement courte. Réseau de centre bien implanté au Québec	Efficacité limitée à certains contaminants et durée de traitement plus longue. Réseau de centre bien implanté au Québec	- Non recommandé	- Non recommandé

Technologies in situ ou sur site	Ne nécessite peu ou pas de transport. Efficace, mais de plus longue durée. Nécessite une bonne connaissance du site	Peu ou non recommandé	- Non recommandé	- Non recommandé
Nouvelle technologie	Efficacité peu ou non démontrée. Nécessite des travaux d'optimisation	Efficacité peu ou non démontrée. Nécessite des travaux d'optimisation	Efficacité peu ou non démontrée. Nécessite des travaux d'optimisation	Efficacité peu ou non démontrée. Nécessite des travaux d'optimisation
Sans RSI	Utilisation des centres québécois existants. Perte de 60 emplois	Destruction thermique ou enfouissement hors Québec. Risque de contamination résiduelle, passif environnemental si enfouissement. Perte de 60 emplois	Destruction thermique ou enfouissement hors Canada. Risque de contamination résiduelle, passif environnemental si enfouissement. Perte de 60 emplois	Passif environnemental. Perte de 60 emplois

Tableau 2 : Alternatives existantes pour la gestion et le traitement des matières résiduelles dangereuses

Variantes	Contamination hydrocarbures énergétiques	Contamination organique peu énergétique	Composés récalcitrants (BPC, D&F...)	Contamination mixte (organique et inorganique)
Traitement thermique site RSI actuel	Efficacité reconnue et valorisation énergétique démontrée. Potentiel de valorisation des produits solides	Efficacité reconnue. Potentiel de valorisation des produits solides	Efficacité reconnue. Potentiel de valorisation des produits solides	Efficacité reconnue et valorisation limitée des sols selon le niveau de contamination résiduelle
Enfouissement	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental	Solution rapide sans aucun traitement. Laisse un passif environnemental
Procédé thermique hors site (situé hors Québec)	Efficacité reconnue et valorisation énergétique démontrée	Efficacité reconnue	Efficacité reconnue	Efficacité reconnue, avec passif environnemental résiduel
Sans RSI	Procédé thermique hors Québec. Perte de 60 emplois	Procédé thermique hors Québec. Perte de 60 emplois	Procédé thermique hors Québec. Perte de 60 emplois	Procédé thermique hors Québec. Perte de 60 emplois

1.5 AMÉNAGEMENT ET PROJETS CONNEXES

Il y aura peu d'aménagement spécifique pour le projet sur le site puisque les activités s'y déroulent depuis 1997. La future unité sera installée à proximité de l'autre et nécessitera très peu d'aménagement. Les bâtiments d'entreposage, de réception et de traitement des eaux seront les mêmes que ceux existants à laquelle s'ajoutera un nouveau bâtiment d'entreposage.

1.6 PRISE EN COMPTE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

RSI Environnement est un centre de traitement et de recyclage de sols, d'eau et autres matières contaminées, et ce, grâce à ses diverses technologies éprouvées et l'expertise de son équipe. Dans une perspective de développement durable et afin de permettre aux générations futures de vivre dans un environnement sain, la mission de RSI Environnement consiste à offrir un procédé unique et sécuritaire de traitement optimal des matières contaminées pour les réutiliser, afin de transformer cette ressource non renouvelable en sols propres valorisables et réutilisables.

RSI reconnaît sa responsabilité envers la société et s'est donnée comme mandat d'appliquer les principes d'écologie industrielle et d'économie circulaire afin de minimiser son empreinte environnementale ainsi que celle de ses clients. S'inspirant de valeurs comme le respect, l'engagement et l'innovation, RSI Environnement entend être proactive en matière environnementale dans la gestion de ses affaires.

À cet égard, RSI Environnement a implanté un système efficace de gestion environnementale (SGE) enregistré à la norme ISO 14001 : 2015. Pour ce faire, RSI s'engage à :

- Protéger l'environnement;
- Être conforme aux législations et réglementations en vigueur ainsi qu'aux autres exigences volontaires auxquelles elle pourrait souscrire;
- Améliorer de façon continue son SGE et sa performance environnementale;
- Procurer et maintenir des conditions de travail saines et sécuritaires.

RSI révise annuellement ses objectifs environnementaux afin de refléter ses engagements et de consacrer toutes les ressources nécessaires à leurs atteintes.

La prise en compte du développement durable est supportée par les valeurs de l'entreprise qui sont de :

- Respecter : reconnaître, respecter les personnes et l'environnement;
- S'engager : renoncer à être des spectateurs, s'engager et s'investir auprès des membres de l'équipe, de la communauté et de nos partenaires d'affaires;
- Innover : rechercher la nouveauté afin de constamment s'améliorer dans l'atteinte de nos objectifs de développement durable.

Cette mission et ces valeurs sont à la base des interventions de RSI, qui s'est engagée dans une démarche rigoureuse de développement durable selon les grands principes découlant de la Loi sur le développement durable du Québec (LDD). Le tableau suivant résume les résultats de sa démarche jusqu'à présent. Le développement durable étant un processus, d'autres actions s'ajouteront au fil du temps. L'état d'avancement des actions est vérifié annuellement par un tiers indépendant.

Afin de valider ses engagements, RSI a mandaté la chaire en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi pour évaluer ses performances environnementales et en développement durable. Dans son rapport de 2018[3], les auteurs de la chaire mentionnaient que les activités de RSI avaient permis entre 2005 et 2016 de traiter 313 981 tonnes de sols contaminés éliminant ainsi de l'environnement 24 tonnes de BPC, 134 tonnes de HAP, 1149 tonnes d'hydrocarbures, 6 tonnes de pesticides, 785 grammes de dioxines et furannes et 3 tonnes de PCP, le tout avec une efficacité largement supérieure aux normes en vigueur. 277 406 tonnes métriques de sols décontaminés ont ainsi été obtenues dont la majeure partie (77 %) sont devenus réutilisable sans restriction (sols de catégories A et A-B).

L'examen des données disponibles pour la période de référence montre que les quantités résiduelles de polluants calculées à partir du taux d'efficacité de destruction, qui n'a pas changé depuis sa mise en place, ainsi que les émissions de polluants peuvent être comparées aux teneurs observées dans les milieux naturels. Pour ce qui est du suivi sur les zones d'échantillonnage autour de l'usine, les mesures montrent que les concentrations de HAP, de dioxines et de furannes, de BPC et des particules en suspension dans l'air sont toutes inférieures aux normes suggérées par le MELCC. Il est également à noter que les moyennes des stations d'échantillonnage sont inférieures ou non significativement différentes de la station témoin.

Les valeurs des échantillons permettant d'évaluer les concentrations pour les dépôts aux sols sont inférieures aux valeurs typiques de milieux résidentiels. Pour l'échantillonnage des eaux souterraines, il n'y a aucune trace de polluants.

Enfin, les sols décontaminés de RSIE atteignent un niveau record de qualité par rapport à ceux produits par d'autres compagnies de décontamination québécoises. La majorité des sols de RSIE sont de catégorie <A, sans restriction d'utilisation.

En conséquence, malgré les enjeux propres à ce secteur d'activité, l'analyse des mesures effectuées selon des protocoles normalisés et validés par le MELCC, de même que les rapports des audits annuels, de la norme ISO 14001 montrent que RSI est une entreprise qui ne génère aucun passif environnemental mesurable avec ses opérations et ne produit pas de quantités mesurables de substances susceptibles d'affecter la santé humaine, ni à l'intérieur ni à l'extérieur de ses installations. Cette performance est attribuable à des procédures d'opération rigoureuses et à un suivi environnemental systématique et vérifié.

[3] Chaire en éco-conseil de l'UQAC, Bilan environnemental 2005-2016 et actions et engagements au développement durable, juillet 2018. (annexe 3)

Tableau 3 : Démarche de développement durable de RSI

Principe de développement durable	Actions passées de RSI[4]	Actions supplémentaires dans le cadre du projet
1 Santé et qualité de vie	Contribue à la lutte à la précarité par des échanges avec d'autres entreprises (ex. : déneigement en hiver) pour réduire la vulnérabilité saisonnière de ses employés temporaires pendant la période hivernale.	Le projet devrait allonger la période de travail, assurant une stabilité aux travailleurs
2 Équité et solidarité sociale	A contribué pour 80 000 $ au Centre de Formation en Entreprise et Récupération (CFER) de St-Ambroise qui a mis en place un programme d'intégration sociale et professionnelle des personnes défavorisées.	RSI entend poursuivre et accentuer sa collaboration avec les organisations sociales locales
3 Protection de l'environnement	A mis en place en 2004 le système de gestion environnementale ISO 14 001 qui est vérifié par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) afin d'assurer sa performance. A mis en place un vaste programme de suivi environnemental de l'impact de ses opérations.	Le traitement des polluants persistants diminue le passif environnemental de ceux-ci et allonge la durée de vie des lieux d'enfouissement pour les déchets ultimes
4 Efficacité économique	Fournit présentement de l'emploi à 60 personnes en période de pointe.	Augmentation de l'emploi et création de boucles en économie circulaire avec des partenaires locaux
5 Participation et engagement	Participe à la zone durable afin de travailler avec les acteurs de son milieu, s'implique au niveau communautaire, diversifie ses produits et services, augmente la période de travail chez ses employés saisonniers et améliore sa reconnaissance au niveau municipal et ministériel.	Collabore au développement du parc enviro-industriel de Saint-Ambroise, promeut la participation de ses employés à la vie communautaire

[4] Chaire en éco-conseil de l'UQAC, Bilan environnemental 2005-2016 et actions et engagements au développement durable, juillet 2018.

6 Accès au savoir	Investit dans la recherche dans le domaine de l'écologie industrielle afin de trouver de nouveaux créneaux d'affaires et de mise en valeur des matières traitées et de diversifier ses activités pour ainsi allonger la saison de travail de ses employés. L'innovation fait partie des valeurs de l'entreprise.	RSI poursuivra sa collaboration avec les instituts de recherche afin d'identifier d'autres voies de valorisation des produits traités
7 Subsidiarité	Délègue chaque tâche selon la fonction, car il s'agit d'une petite équipe (les services environnementaux requièrent à eux seuls à 1 à 1,5 ressource(s) à temps plein).	Maintient les acquis et consolide la structure organisationnelle
8 Partenariat et coopération intergouvernementale	Fait partie de nombreux regroupements tels le Réseau environnement, le Conseil des entreprises en technologies environnementales du Québec (CETEQ), etc. qui participent aux consultations des divers paliers gouvernementaux et collaborent à l'harmonisation des règlements.	Maintien sa participation
9 Prévention	Préconise l'utilisation généralisée d'équipements de protection individuelle en cas de présence de contaminants. RSI fait affaire avec des laboratoires d'hygiène industrielle afin de bien identifier les contaminants en présence et de protéger en conséquence ses employés.	Maintien sa volonté d'un environnement de travail sécuritaire
10 Précaution	Réduit les GES, ce qui s'inscrit aussi dans le principe de précaution, en contribuant à limiter les effets graves et potentiellement irréversibles des changements climatiques.	Maintien sa volonté de prudence dans ses décisions et orientations,
11 Protection du patrimoine culturel	Participe financièrement au festival de la chanson de Saint-Ambroise afin d'encourager les jeunes talents de la chanson québécoise et la culture québécoise.	S/O
12 Préservation de la biodiversité	La mission de RSI est de restaurer les sols contaminés afin qu'ils puissent être réutilisés sans restriction d'usage. De cette façon, par exemple, l'enlèvement des polluants organiques persistants (POP) des sols contribue à la restauration de sols dégradés par l'activité humaine.	Maintient son objectif de réduire la disponibilité des contaminants persistants pouvant affectées la biodiversité

13 Respect de la capacité de support des écosystèmes	Substitue une partie des ressources non renouvelables qu'elle utilise (les carburants fossiles) par des ressources renouvelables issues de sous-produits (résidus pétroliers) ou de matières résiduelles (bois).	Accentue la mise en valeur de produits traités et réduit l'exploitation de ressources non renouvelables par conséquent
14 Production et consommation responsables	A investi dans des appareils de mesure en continu des gaz et dans son système d'injection de la chaux afin de n'utiliser que la quantité nécessaire de chaux pour le traitement des fumées.	Idem
15 Pollueur-Payeur	Paie intégralement pour la gestion de tous ses extrants dans les filières appropriées.	Compensation GES
16 Internalisation des coûts	Paie entièrement pour les intrants, le personnel et les équipements nécessaires à la bonne marche de ses activités, les frais de disposition des sols décontaminés et des résidus d'opérations. Aucune charge financière n'est imposée à des tiers pour équilibrer le bilan financier de l'entreprise.	Idem

La Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi a réalisé une étude en 2010 afin d'analyser, dans une perspective de développement durable, différentes filières de dépollution des sols contaminés aux polluants organiques persistants[5] (annexe 3). Les résultats ont démontré le besoin de procéder à l'élimination totale des POPs en privilégiant la désorption thermique permettant la valorisation des sols au lieu des solutions tel que l'enfouissement.

[5] Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (2010). Comparaisons d'analyse de développement durable de diverses méthodes de traitement des sols contaminés aux polluants organiques persistants, février 2010.

Une étude récente du Centre de transfert de technologie en écologie industrielle du CÉGEP de Sorel-Tracy en 2021 concluait (annexe 3) :

> qu'au niveau environnemental, la solution permettant la diminution la plus efficace des impacts du traitement des sols contaminés est la désorption thermique, particulièrement dans le cas de RSI projeté. Même si elle consomme significativement plus d'énergie que d'autres méthodes plus passives, telle que l'enfouissement, elle demeure préférable de par le fait qu'elle permet une destruction efficace des polluants organiques persistants. Cette avenue est particulièrement intéressante, dans le sens où elle permet de diminuer le passif environnemental associé à ces sols pour les générations futures. Cette stratégie est directement en accord avec la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, signée par le Canada en 2001 (...) Dans tous les cas, les évaluations des scénarios de désorption thermique, particulièrement celle de RSI projeté, sont les plus avantageuses et représentent les instances qui réduisent davantage les impacts environnementaux, économiques et sociaux[6].

1.7 LE PROJET DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Dans le cadre de cette étude d'impact sur l'environnement (ÉIE), nous avons considéré l'effet du projet sur les changements climatiques et vice-versa. L'effet du projet sur les changements climatiques sera plus spécifiquement décrit à la section 5.3.

Les effets des changements climatiques sur le projet ont été pris en compte lorsqu'ils impactent un des composantes ou enjeux du projet. Les informations quant aux évènements climatiques extrêmes (chaleur et sécheresse, pluie abondante...) et leurs impacts sur le milieu environnant le site du projet (inondation, glissement de terrain, érosion, feux de forêt...) qui pourraient survenir dans les prochaines années ont été identifiées et interprétées.

[6] CTTÉI (2021). Analyses de circularité des méthodes de traitements des matières et des eaux contaminées, 15 décembre 2021.

2. DESCRIPTION DU MILIEU DE RÉALISATION DU PROJET

2.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

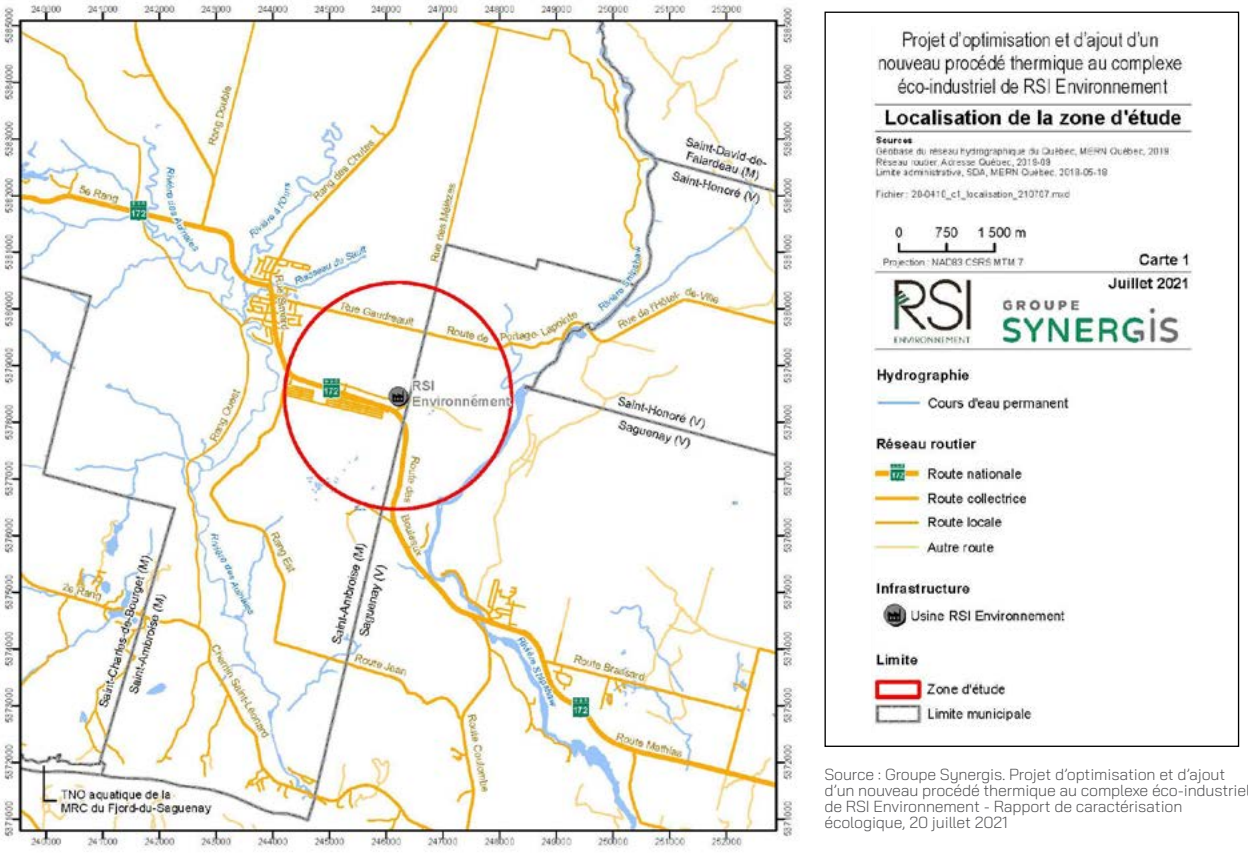
L'étendue de la zone à l'étude varie selon les composantes du milieu. La zone d'étude des milieux biophysiques comprend une superficie de 1252 ha, soit selon un rayon de 2 km autour du site.

Pour le milieu humain, la zone d'étude comprend la municipalité de Saint-Ambroise, ainsi que l'est de la ville de Shipshaw, et dans une certaine mesure, toute la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

En ce qui concerne la qualité de l'air, la zone à l'étude soumise à la modélisation de la dispersion atmosphérique comprend une grille de 10 km par 10 km dont le projet est un centre du carré.

Le volet des émissions de GES considère l'ensemble des zones affectées par le projet tant pour les émissions directes qu'indirectes.

Figure 1 : Localisation du site du projet et présentation de l'étendue de la zone à l'étude



Source : Groupe Synergis. Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement - Rapport de caractérisation écologique, 20 juillet 2021

2.2 DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR

L'usine se trouve dans le parc industriel de St-Ambroise. La périphérie immédiate du site est caractérisée à l'est et au nord par un secteur boisé et une sablière à moins de 580 m. Au sud du site, soit dans le territoire de la municipalité de Shipshaw, se trouve une zone résidentielle et industrielle. La première résidence se trouvant à 660 m. Du côté ouest, soit en direction de la municipalité de Saint-Ambroise, on retrouve l'écocentre municipal à 160 m, un site de camping à 225 m, des commerces à 500 m et à partir de 1800 m une zone mixte où se trouvent des habitations résidentielles.

Le secteur environnant le site (rayon de 2 km) est réparti sur les territoires des municipalités de Saint-Ambroise et de Shipshaw (ville Saguenay), comptant respectivement des populations de 3546 et 2834 habitants. Le territoire de ces deux municipalités est en majeure partie couvert par la Loi sur la protection du territoire agricole. La culture de la pomme de terre (le secteur de Saint-Ambroise est reconnu pour cette culture), du bleuet de même que la production laitière sont les principales activités agricoles du secteur.

Les lots boisés occupent également une importante superficie, la qualité du sol ne permettant pas une utilisation agricole uniforme sur l'ensemble du territoire. La classification des sols pour l'agriculture à l'intérieur du rayon de 2 km varie de 0 à 5. Quelques tourbières sont par ailleurs exploitées dans les secteurs de plus basse altitude (entre 120 et 130 m). L'usine de RSI est située sur un plateau formé de dépôts fluviomarins, ce qui explique le relief peu accidenté (de classe ondulée) et la composition majoritairement sablonneuse des dépôts de surface.

La zone est incluse dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc qui borde le Saguenay. Les principales essences composant la zone boisée du territoire à l'étude sont le pin gris (en majeure partie), l'épinette blanche, le sapin baumier et le bouleau blanc. La région est classée dans la zone 3a pour la croissance des végétaux.

La rivière Shipshaw, affluent de la rivière Saguenay et qui coule dans un axe nord-sud, est le principal cours d'eau situé à la limite de la zone à l'étude. Son débit moyen est de 52 m^3/s. À son point le plus rapproché, la rivière passe à environ 1700 m à l'est du site de traitement des sols. La nappe phréatique dans la région immédiate se situe quant à elle assez près de la surface.

La municipalité de Saint-Ambroise et ses environs sont desservis par un réseau de routes principales qui la relient à la région de Québec (route 175), au lac Saint-Jean et à Chibougamau (routes 167, 169, 170 et 172), à la Côte-Nord (route 172) et à Charlevoix (route 170). La région est aussi raccordée au réseau ferroviaire national et dispose d'un port en eau profonde accessible douze mois par année.

2.3 DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

2.3.1 Climat

Le secteur de Saint-Ambroise est caractérisé par un climat de type continental froid et humide plus doux que celui du bouclier canadien. On y observe une température moyenne très basse en hiver (-16,1 °C en janvier) et des étés relativement frais (18,1 °C en juillet). De fait, le climat est influencé par la localisation de la région protégée dans une vallée et la présence du lac Saint-Jean, qui permet d'obtenir un climat plus doux et humide que le secteur ouest du lac. Les tableaux 4, 5 et 6 présentent les données climatiques obtenues à la station d'observation de Saint-Ambroise et de Bagotville[7].

Tableau 4 : Données de température de 1981 à 2010, Station de Saint-Ambroise

Mois	Moyenne quotidienne (°C)	Maximum quotidien (°C)	Minimum quotidien (°C)	Maximum extrême (°C)	Minimum extrême (°C)
Janvier	-17,6	-10,6	-24,4	11,5	-47,5
Février	-14,9	-7,6	-22,1	12	-48,9
Mars	-7,4	-0,6	-14,1	20	-41,5
Avril	1,7	7,5	-4,1	28	-31
Mai	9,5	16,4	2,5	35	-12,2
Juin	15	22	8	35	-6,1
Juillet	17,5	24	11	36,5	-1,1
Août	16,2	22,8	9,7	36,1	-3,9
Septembre	11,5	17,4	5,5	33,5	-7,5
Octobre	4,9	9,5	0,2	26,7	-15,6
Novembre	-2,4	1,7	-6,4	20,6	-28
Décembre	-11,8	-6,2	-17,3	12,5	-43

[7] Données des stations pour le calcul des normales climatiques au Canada de 1981 à 2010 : climat.meteo.gc.ca

Tableau 5 : Données de précipitation de 1981 à 2010, station de Saint-Ambroise

Mois	Chute de pluie (mm)	Chute de neige (cm)	Précipitation (mm)	Extrême quotidien de pluie (mm)	Extrême quotidien de neige (cm)
Janvier	7,1	57,5	64,5	30	28
Février	6,5	51	57,5	31	26
Mars	18,9	33,3	52,3	23,6	36
Avril	50,4	15,4	65,4	35	35
Mai	90,4	0,9	91,3	58,2	6
Juin	90,8	0	90,8	51,8	1
Juillet	129,8	0	129,8	81,4	0
Août	109,5	0	109,5	50,4	0
Septembre	121,9	0	121,9	70,6	5
Octobre	99,7	4	103,7	44,2	15
Novembre	50,7	33,9	84,6	39,4	25
Décembre	10,5	66,1	76,6	50	39

Tableau 6 : Données des vents de 1981 à 2010, station de Bagotville

Mois	Vitesse horaire moyenne du vent (km/h)	Direction dominante du vent	Vitesse extrême du vent (km/h)	Direction de la vitesse extrême du vent	Vitesse extrême des rafales de vent (km/h)	Direction des rafales de vent extrême
Janvier	15,8	O	72	O	100	E
Février	16,1	O	80	O	106	E
Mars	16,6	O	72	NO	113	E
Avril	16,8	O	74	O	96	O
Mai	15,4	E	72	O	106	O
Juin	13,8	O	68	O	92	SO
Juillet	11,6	O	56	NO	101	NO
Août	11,3	O	61	O	93	NO
Septembre	12,8	O	63	O	111	S
Octobre	14,5	O	63	SO	111	O
Novembre	15,8	O	76	S	113	O
Décembre	15,2	O	80	O	121	O

2.3.2 Qualité de l'air

L'indice de la qualité de l'air dans le secteur Saguenay est généralement classé comme bon dans une proportion d'un peu plus de 60 % du temps, à acceptable dans une proportion de 35 à 39 % du temps selon les années (2015 à 2019)[8]. Le secteur du Lac-Saint-Jean possède un indice de qualité de l'air qui est bon à acceptable à près de 100 %. La présence d'industries dans le secteur de Saguenay ainsi que la prédominance des vents en provenance de l'ouest expliquent cette situation.

La région du Saguenay est caractérisée par une activité industrielle associée à l'industrie de l'aluminium très importante. Selon le dernier inventaire national de rejet de polluants[9], ces industries émettent dans l'atmosphère plusieurs contaminants tels que des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des composés fluorés, des composés organiques volatils, des matières particulaires qui viennent influencer la qualité de l'air.

2.3.3 Géologie et hydrogéologie

Le secteur de Saint-Ambroise est situé dans la province géologique de Greenville du Bouclier Canadien et fait partie des basses terres du Saguenay-Lac-Saint-Jean. La topographie des basses terres est relativement plane et dominée par d'importantes accumulations de dépôts quaternaires. Ces dépôts sont principalement du type loam sableux, d'une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres, qui supporte un aquifère granulaire. La géologie du secteur à l'étude est caractérisée de la base au sommet par le socle rocheux, les argiles marines, les sables deltaïques de la rivière Shipshaw et les sables de la mer de Laflamme. On retrouve par endroits des dépôts organiques et de marécage, bien qu'absents sur le site du projet. Le socle rocheux n'effleure pas au site de l'usine, mais on le retrouve à l'est dans le lit de la rivière Shipshaw. Le dépôt granulaire est présent de la surface jusqu'à une profondeur de 28 m. L'ensemble des deux unités de sable constitue un aquifère à nappe libre dont la perméabilité est élevée. Les caractéristiques géologiques font que le secteur à l'étude ne présente pas de risques de glissements de terrain.[10]

Le niveau de la nappe de surface au site du projet correspond à celui des cours d'eau environnants et se situe à environ 8 à 10 m de profondeur. La piézométrie de la nappe à grande échelle du secteur à l'étude s'écoule vers le sud-sud-est selon un gradient hydraulique de 1 % au nord de l'usine, alors qu'au droit du site de RSI l'écoulement est en direction sud-est avec un gradient hydraulique de 0,16 %. Le site de RSI est situé à la limite est du bassin versant de la rivière Shipshaw. Plus à l'ouest, les eaux souterraines sont dirigées vers le bassin versant de la rivière des Aulnaies[11].

---

[8] MELCC. Indice de la qualité de l'air : [iqa.environnement.gouv.qc.ca].

[9] ECCC. Inventaire national de rejet des contaminants : canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants

[10] Document #25026414 et https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/apercu-qc/?context=mtq&zoom=7&center=-72,48&invisiblelayers=*&visiblelayers=zpegt_index_cgt_s,zpegt_cgt_l,zpegt_cgt_s,carte_gouv_qc

[11] MGA Géoservices inc. Récupère Sol (2006). Étude hydrogéologique pour la détermination de l'aire d'alimentation des puits de captage d'eau, mai 2006.

Le milieu aquifère du secteur est important et couvre en partie le territoire de la Ville de Saguenay et de Saint-Ambroise. Les puits de Saint-Ambroise sont installés à l'extrémité ouest du dépôt granulaire, à 2,5 km du site de RSI. D'après les données disponibles, 97 % de l'eau utilisée par la municipalité pour répondre à ses besoins en eau est d'origine souterraine.

Une analyse de l'indice de vulnérabilité de la nappe a été réalisée selon la méthode Drastic. Au droit du site, une valeur de 183 a été obtenue[12]. Un indice supérieur à 175 indique un degré de vulnérabilité très élevé. Cette valeur de vulnérabilité est conséquente avec les résultats obtenus dans le cadre du projet PACES Saguenay-Lac-Saint-Jean où les valeurs varient de 160 à 180 pour le secteur[13]. Le risque de contamination des eaux souterraines par infiltration à partir de la surface est donc estimé très élevé sur l'ensemble des dépôts de sable et gravier du secteur.

Les expériences de pompage de la nappe souterraine par RSI ont démontré que les eaux souterraines du site peuvent supporter un débit de l'ordre de 200 m^3/j, soit bien en deçà de la capacité de l'aquifère. On retrouve un seul puits privé à proximité du site, localisé à 200 m au nord. Les données de pompage au site de RSI indiquent que le rabattement de la nappe n'atteint pas ce puits, l'aire d'influence étant de 95 m[14]. Par ailleurs, ce puits est situé à l'extérieur de l'aire d'alimentation des puits de pompage de RSI. Aucun autre puits n'est présent dans un rayon de 1 km en périphérie du site (2 puits se retrouvent dans un rayon de 2 km)[15]. Dans l'ensemble, le secteur à l'ouest du site ou au sud de la route 172 est desservi par un réseau d'aqueduc. Par ailleurs, il n'y a pas de milieu humide à proximité susceptible d'être affecté par les variations du niveau de la nappe souterraine.

Le site de RSI est pourvu d'un réseau de puits d'observation des eaux souterraines mis en place lors des premières années d'exploitation. Au cours des années, aucune anomalie n'a été observée au niveau de la qualité des eaux souterraines. L'annexe 4 contient les résultats des trois dernières années qui démontrent que pratiquement toutes les valeurs sont sous les limites de détection.

Le secteur de Saint-Ambroise est situé à l'extrémité ouest de la zone sismique la plus active du Québec, soit celle de Charlevoix-Kamouraska, où sont enregistrés annuellement environ 200 séismes. Les scientifiques estiment qu'il y a une probabilité de 50 % dans les 50 prochaines années pour qu'un séisme d'intensité VI (échelle de Mercalli) affecte la région de Charlevoix. Cette intensité correspond à des secousses faisant tomber les objets, briser des vitres, secouer des arbres sans toutefois causer de dommages structurels[16].

---

[12] MGA Géoservices inc. Récupère Sol (2006). Étude hydrogéologique pour la détermination de l'aire d'alimentation des puits de captage d'eau, mai 2006.

[13] CERM-PACES (2013). Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région Saguenay-Lac-Saint-Jean. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.

[14] Ibid. MGA Géoservices inc. Récupère Sol (2006).

[15] MELCC. Système d'information hydrogéologique [environnement.gouv.qc.ca]. Consulté le 31 juillet 2021.

[16] CORNIOU, MARINE (2021). Tremblements de terre : les zones à risque au Québec. Québec Science, 19 mai 2021 [quebecscience.qc.ca].

2.3.4 Réseaux hydriques

Le secteur à l'étude fait partie du bassin versant de la rivière Shipshaw dans sa partie est, et dans le bassin versant de la rivière des Aulnaies dans sa partie ouest. On retrouve dans ce secteur 18 cours d'eau qui s'écoulent vers l'un ou l'autre des bassins versants selon leur position. La rivière Shipshaw est un cours d'eau important et un tributaire de la rivière Saguenay, tout comme la rivière des Aulnaies, de plus petite envergure. Plusieurs des cours d'eau sont de nature intermittente à l'exception de la rivière Shipshaw, du lac Duplessis et de quelques ruisseaux sans nom. On retrouve plus de détails sur les caractéristiques des cours d'eau dans le rapport de caractérisation écologique du Groupe Synergis[17].

Selon l'Atlas de l'eau du Québec[18], la qualité de l'eau de la rivière Shipshaw à la hauteur de la route 172, soit en aval du site de RSI, est jugée de qualité Bonne avec un indice IQBP de 94, alors que la qualité de l'eau de la rivière des Aulnaies est jugée satisfaisante avec un indice IQPB de 69.

2.4 DESCRIPTION DU MILIEU BIOLOGIQUE

Les caractéristiques du milieu biologique sont amplement décrites dans le rapport caractérisation écologique du Groupe Synergis et se trouve à l'annexe 5.

D'après ce rapport et selon les résultats des inventaires floristiques, les milieux terrestres occupent 932,81 ha, soit près de 75 % de la superficie totale de la zone d'étude. Ils consistent en des peuplements forestiers, des terres agricoles, des friches et des milieux anthropiques.

Les boisés résineux et mélangés représentent respectivement 75,4 % et 19,1 % de la superficie totale occupée par les peuplements forestiers dans la zone d'étude. Aucun peuplement feuillu n'est répertorié.

2.4.1 Végétation et écosystème

Les peuplements résineux couvrent 33 % de la superficie totale occupée par les milieux terrestres dans la zone d'étude. Ils sont principalement situés dans la partie est de la zone d'étude de même qu'au nord et au nord-ouest de RSI. Les groupements résineux, en milieu terrestre, se rencontrent le plus souvent sur des sols sableux secs (classe 2), qui s'accompagnent d'une flore peu diversifiée. La strate arborescente est largement dominée par le pin gris. L'épinette noire y représente une essence compagne dans certains peuplements. L'étage arbustif est majoritairement constitué de kalmia à feuilles étroites, de comptonie voyageuse, de thé des bois, de bleuet à feuilles étroites, de linnée boréale et de quelques îlots d'épinette noire. La strate herbacée y est le plus souvent absente, ou caractérisée par un très faible recouvrement végétal.

[17] GROUPE SYNERGIS (2021). Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement. Rapport du projet 20-0410. 34 pages.

[18] MELCC. Atlas de l'eau du Québec : environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas

Les peuplements mélangés sont moins abondants et se concentrent pour la plupart le long de la limite est de la zone d'étude. Ils occupent 8,4 % de tous les milieux terrestres présents dans la zone d'étude. Les superficies les plus importantes sont situées en bordure de la rivière Shipshaw. Le couvert arborescent comporte surtout du peuplier faux-tremble, du bouleau à papier et du sapin baumier et parfois quelques tiges de pin gris et d'épinette noire. La strate arbustive est composée, entre autres, de dièreville chèvrefeuille, d'érable à épis et de noisetier à long bec. Les espèces herbacées les plus communes sont l'aralie à tige nue, l'aster à grandes feuilles, le maïanthème du Canada et le quatre-temps.

Des coupes récentes (de moins de deux ans) représentant 2,4 % de l'ensemble des milieux terrestres répertoriés dans la zone d'étude ont été observées dans les parties nord-est et nord-ouest du territoire.

Les espaces agricoles cultivés se concentrent surtout dans la portion nord de la zone d'étude, au nord de l'usine de RSI Environnement. Ils couvrent 32,1 % de la superficie totale des milieux terrestres de la zone d'étude.

Les friches de la zone d'étude représentant 2,5 % de tous les milieux terrestres présents, sont associées, d'une part, à la présence de l'emprise de la ligne de transport d'énergie électrique traversant la zone d'étude selon un axe est-ouest. Une autre friche est répertoriée en bordure de la rivière Shipshaw dans la partie sud-est de la zone d'étude.

Les milieux anthropiques et bancs d'emprunt représentent 21,6 % de la superficie totale des milieux terrestres de la zone d'étude. Il s'agit de superficies perturbées par des activités résidentielles, commerciales, industrielles et d'extraction de substances minérales de surface (sablières). Elles se concentrent surtout de part et d'autre de la route 172. Les trois bancs d'emprunt répertoriés sont localisés à l'est de la rue des Mélèzes.

2.4.2 Faune

Selon le rapport de Synergis, la présence de quelques espèces de mammifères a été confirmée dans la zone d'étude lors des inventaires de 2020 et de 2021. La majorité des signalements réfèrent à la marmotte commune et à l'écureuil roux. Deux cerfs de Virginie ont été vus et plusieurs pistes de l'espèce ont été observées dans le secteur. L'orignal, l'ours noir, le castor et le lièvre complètent la faune terrestre du secteur.

Quelques espèces d'oiseaux ont été observées dans la zone d'étude au cours d'inventaires de la fin de l'été 2020 et du printemps 2021. Les observations réfèrent à la présence de la bernache du Canada et à une multitude de petits oiseaux.

2.4.3 Espèce à statut particulier

Aucune espèce floristique en situation précaire n'a été répertoriée dans la zone à l'étude ou à proximité. Le milieu humide et tourbeux se trouvant à l'ouest de la route 172 pourrait abriter le hibou des marais, une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec. Le rapport de Synergis n'a signalé aucun indice de la présence de l'espèce lors des relevés de septembre 2020 et de juin 2021.

Par ailleurs une sablière située dans la portion nord-est de la zone à l'étude avait été identifiée comme site de nidification de l'hirondelle de rivage, une espèce désignée menacée par le gouvernement fédéral. La dernière occupation de ce site par l'espèce remonte à 2013. Aucun terrier de nidification n'est rapporté par Synergis lors des inventaires de 2020 et de 2021.

2.5 DESCRIPTION DU MILIEU HUMAIN

2.5.1 Contexte administratif

Le projet se trouve dans la municipalité de Saint-Ambroise, laquelle fait partie de la MRC Fjord-du-Saguenay, dans la province de Québec.

La MRC du Fjord-du-Saguenay fait partie de la région administrative du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Outre Ville de Saguenay, la région est subdivisée en quatre MRC. La MRC du Fjord-du-Saguenay occupe une superficie de 38 946 km², soit 40,6 % de la région. Bien qu'occupant une superficie de 149 km², soit 0,4 % de la MRC, Saint-Ambroise est la deuxième ville en importance en termes de population.

2.5.2 Profil socioéconomique

La municipalité de Saint-Ambroise fait partie de la MRC du Fjord-du-Saguenay. La population de Saint-Ambroise était en 2016 de 3 781 habitants (1 595 ménages) majoritairement francophones, soit une augmentation de 6,6 % entre 2011 et 2016[19]. Globalement la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean connaît plutôt un déclin de sa population (déclin annuel de -0,02 % à -0,37 % entre 2014 et 2019).

En 2016, la population âgée de 20 à 64 ans était de 2 120 individus, soit 60,1 %, comparativement à 58,6 % pour l'ensemble de la MRC. On retrouve légèrement plus d'hommes (52 %) que de femmes (48 %). La ville comptait en 2016, 1 595 ménages avec une taille moyenne par ménage de 2,4 individus, soit un peu supérieure à la moyenne du Québec (2,3 individus par ménage). Le revenu médian des familles était de 69 922 $ (2016).

[19] STATISTIQUE CANADA (2016). Profil du recensement, Recensement de 2016 - Municipalité de Saint-Ambroise. [Statistique Canada].

Parmi la population des 25 – 64 ans de Saint-Ambroise, 42,8 % possédait un diplôme d'une école de métier, 17 % un diplôme collégial et 9 % un diplôme universitaire de niveau baccalauréat ou plus. Le taux d'emploi local était de 54,3 % en 2016. L'année 2020, marquée par la pandémie, a réduit ce taux d'emploi à l'échelle régionale à 53,5 % contrairement à l'ensemble du Québec qui est de 58,1 %. Le taux de chômage pour la région était de 9,3 % en 2020 comparativement à 8,9 % pour l'ensemble du Québec.

2.5.3 Économie locale et régionale

La proximité avec Ville de Saguenay rend difficile le développement d'un pôle d'activité majeur pour la MRC du Fjord. En conséquence, les municipalités de la Couronne Nord, dont Saint-Ambroise ont majoritairement des commerces et des entreprises de service qui desservent majoritairement les populations locales.

Le secteur primaire est largement dominé par l'industrie agricole. Saint-Ambroise est la plus importante municipalité du secteur agricole de la MRC du Fjord, notamment avec la culture de la pomme de terre qui comprend une quinzaine d'entreprises. Conséquemment, plusieurs entreprises sont implantées à Saint-Ambroise afin d'offrir des services complémentaires (transport, atelier d'usinage, commerce de matériaux et équipements agricoles, entretien mécanique…).

Le secteur secondaire est moins développé et comprend quelques entreprises manufacturières et constructions comptant quelques employés.

Au niveau tertiaire, on retrouve plusieurs entreprises de services de commerce en gros (exemple : produits pétroliers, produits alimentaires), de commerce de détail (garage automobile, stations-service, marchands, épiceries…), de transport et entreposage, de services financier et immobilier, de santé, professionnels. Ces entreprises comptent généralement moins de 10 employés, mises à part quelques exceptions, dont l'administration publique. Aucune n'embauche plus de 100 personnes.

Saint-Ambroise est aussi connue par son parc récréatif La Florida. Celui-ci s'est diversifié au cours des dernières années avec l'ajout d'un ciné-parc (le 3^{e} plus gros du Québec), d'un service de restauration, et d'une offre résidentielle.

2.5.4 Affectation du territoire

Le site de RSI est situé à l'extrémité est de la municipalité de Saint-Ambroise dans le parc industriel d'une superficie de 51,5 ha. Le parc industriel de Saint-Ambroise est actuellement occupé par des industries à environ 50 % de sa superficie. Cette aire possède donc un bon potentiel de développement, étant bien située à proximité de la route 172 et desservie par des infrastructures municipales (aqueduc et égout).

L'affectation résidentielle est principalement localisée à l'intérieur du périmètre urbain débutant à l'ouest du parc industriel. Une aire résidentielle secondaire se trouve à l'extrémité sud de la municipalité dans le secteur appelé Saint-Léonard. On retrouve à l'intérieur de la

zone urbaine différentes parcelles d'intérêt culturel, dont la Place de l'Église. Aucun site archéologique n'a été répertorié sur le territoire municipal de Saint-Ambroise. La municipalité est par ailleurs, bien desservie en équipements communautaires et récréatifs. Les principales infrastructures sont situées sur la rue Gaudreault, alors que des parcs de quartier sont présents à différents endroits du secteur urbanisé.

L'affectation commerciale de Saint-Ambroise est située le long de la route 172. On y retrouve des commerces de détail et de services. On trouve dans la municipalité quatre aires publiques et institutionnelles qui comprennent le Collège Saint-Ambroise, l'église et le presbytère, l'école du bon Pasteur, l'hôtel de ville, ainsi que deux cimetières. Ces secteurs sont voués à l'administration publique, à l'éducation et au culte. La municipalité possède un complexe socio-culturel, un aréna, un terrain de jeux ainsi que des terrains de baseball, soccer et tennis. Ces installations sont situées dans le périmètre urbain. Saint-Ambroise est aussi dotée d'étangs d'épuration des eaux usées, de prises d'eau potable et d'équipements de traitement des eaux, d'un site de gestion des neiges usées, ainsi que d'un poste de transformation électrique. Un secteur est dédié au récréotourisme et est défini comme étant le Domaine de la Florida à l'entrée est de la municipalité, du côté sud de la route 172.

Le territoire de la municipalité de Saint-Ambroise est principalement utilisé à des fins agricoles (86,5 % du territoire est en zone agricole)[20], où l'on retrouve une affectation agricole dynamique avec notamment la culture de la pomme de terre et du bleuet au nord du territoire. Certains secteurs agricoles sont moins intensément développés dans la partie sud du territoire, ou encore délaissés. Ces territoires à vocation agricole se retrouvent un peu partout en dehors du secteur urbanisé. Au niveau forestier, on retrouve quelques blocs de lots au nord-ouest et au sud. Des secteurs de villégiature sont également présents sur le territoire, notamment autour des lacs Ambroise et Vert, ainsi qu'aux abords des rivières Shipshaw et Saguenay. Différents secteurs de l'affectation de villégiature sont dédiés à la conservation le long des rivières Shipshaw et Saguenay, mais aussi à l'intérieur du périmètre urbanisé dans la partie nord. Il faut toutefois ajouter la tourbière du lac Duplessis située à l'entrée est de la municipalité, au sud de la route 172. Par ailleurs, certains secteurs sont d'intérêt esthétique ou panoramique. Ceux-ci se retrouvent le long de la rivière Saguenay ou Shipshaw, ou encore dans le rang des Chutes (vue du massif des monts Valin). Cependant, huit lignes de transport d'énergie traversent la municipalité, affectant ainsi le paysage naturel, ainsi que le poste de transformation électrique enclavé par le Domaine de La Florida.

On retrouve sur le territoire un secteur à risque de mouvements de terrain situé dans la partie sud, aux abords de la rivière des Aulnaies. Aucun secteur n'est à risque d'inondations. Les annexes 6 et 7 présentent les différentes affectations et zonages du territoire de Saint-Ambroise[21].

Au niveau des sites contaminés, le répertoire du MELCC[22] en identifie trois, soit deux sur la rue Simard et un sur la rue du Pont ouest, sans compter un cimetière automobile situé au sud-ouest du périmètre urbain.

[20] MRC du Fjord-du-Saguenay (2011). Schéma aménagement et de développement révisé. (mrc-fjord.qc.ca).
[21] MUNICIPALITÉ DE SAINT-AMBROISE (2016). Plan d'urbanisme révisé 2015. (st-ambroise.qc.ca), 33 pages.
[22] MELCC. Répertoire des dépôts de sols et résidus industriels : environnement.gouv.qc.ca

L'alimentation en eau potable de la municipalité est assurée par des puits artésiens situés à l'extrémité ouest de la rue des Rivières, à proximité de la rivière des Aulnaies. Outre l'alimentation en eau potable, la municipalité de Saint-Ambroise est desservie par un réseau d'égout qui s'étend jusqu'à la limite du site de RSI Environnement. On retrouve également dans le parc industriel, un écocentre.

Saint-Ambroise est traversée d'est en ouest par la route régionale 172 sur une longueur d'environ 15 km qui est la rue principale. Elle porte le nom de Simard ou Brassard par endroit. Trois routes collectrices sont également présentes sur le territoire : au sud le chemin Saint-Léonard, au nord, le rang des Aulnaies et un tronçon du rang Double. Ces rangs constituent un lien entre Saint-Ambroise et la municipalité de Bégin. Au niveau des routes locales, quatre routes sont d'une importance relative puisqu'elles assurent un lien entre les différentes municipalités environnantes de Saint-Honoré, de Saint-Charles-de-Bourget, de Saint-David-de-Falardeau et de la municipalité de Bégin. Il s'agit d'axes routiers importants au regard de la récréation, mais aussi de la mise en valeur forestière et généralement de l'accès à l'arrière-pays.

Des réseaux fédérés de motoneige et de quad sont implantés sur le territoire municipal. Le réseau de motoneige comprend une partie du sentier 93 de la Trans-Québec qui traverse le territoire d'est en ouest, ainsi que du sentier régional 367 qui assure une desserte nord-sud. Les deux sentiers traversent l'agglomération. Concernant le réseau de quad, le sentier Trans-Québec numéro 90 emprunte une partie de la rue des Mélèzes et se dirige vers le nord pour rejoindre la municipalité de Bégin. Afin de créer une connexion avec l'agglomération, un sentier local vient se greffer au sentier 90 et longe la rue Gaudreault.

Un réseau local de pistes cyclables est aménagé dans la municipalité afin de relier ses différents points névralgiques, tels que le Complexe Socio-culturel, le parc sportif et l'Aréna Marcel-Claveau. Le Domaine de La Florida possède également son réseau cyclable afin de desservir les villégiateurs sur son site. Cependant, la route 172 entre Saguenay et Alma n'est pas intégrée à la route verte puisque située essentiellement sur la rive sud du Saguenay[23]. Le tronçon de la route 172 débutant à l'intersection de la route Coulombe dans la municipalité de Saint-Ambroise est d'ailleurs catégorisé comme non convivial par le ministère des Transports du Québec[24].

Un sentier pédestre d'une longueur d'environ 1,5 km est localisé dans le secteur des chutes Gagnon, le long de la rivière Shipshaw. D'autres sentiers pédestres se retrouvent dans le secteur urbanisé. Au niveau touristique, on trouve sur le territoire de Saint-Ambroise les attraits suivants : L'Atelier Bricole-Art (rang ouest), la chute Gagnon (rang des chutes), le complexe socio-culturel (rue Gaudreault), les vergers bicolores (rang double), la ferme Jean-Marc Brisson (rang 5), la ferme Michel Rivard et Filles (rang 9) et la ferme Les Alpagas Là!Là! (rang ouest).

[23] La route verte. Cartographie des routes cyclables du Québec : routeverte.com
[24] Transport Québec. Conditions de circulation : quebec511.info

2.5.5 Utilisation actuelle et prévue du territoire

La municipalité de Saint-Ambroise vise à déployer une économie bien intégrée axée sur le développement de son parc industriel, sur l'industrie touristique, sur des commerces et services commerciaux structurés et sur son secteur agroalimentaire[25]. La municipalité projette d'ailleurs d'agrandir son parc industriel afin d'y recevoir de nouvelles industries. Le secteur au nord de RSI pourrait faire l'objet de l'agrandissement du parc industriel.

La municipalité de Saint-Ambroise, de concert avec le ministère des Transports, évalue la possibilité de modifier le parcours de la rue des producteurs pour un accès direct via la route 172, au lieu d'un accès par la rue des Mélèzes.

Au niveau commercial, la municipalité souhaite développer son offre par l'ajout de services complémentaires (ex. pharmacie, médecins, autres praticiens de la santé).

Parmi les axes de développement figure la mise en place d'une grappe associée à l'industrie environnementale avec l'écoparc industriel de Saint-Ambroise. La municipalité mise également sur l'industrie touristique avec son festival de la chanson et le Domaine de la Florida, un site bien connu à travers tout le Québec.

Au plan agroalimentaire, le développement pourrait s'articuler autour de l'industrie de la pomme de terre pour rechercher un accroissement de la transformation agroalimentaire. Évidemment, Saint-Ambroise vise la mise en place de nouveaux ménages, mais à l'intérieur du périmètre urbanisé. Un nouveau secteur résidentiel unifamilial a vu le jour près du parc de la rue Gaudreault et certains projets sont sur la table afin d'ajouter du multilogement, et une résidence pour personnes âgées.

2.5.6 Patrimoine archéologique et patrimonial

Aucun site à valeur archéologique n'est répertorié dans la municipalité de Saint-Ambroise.

[25] MRC du Fjord-du-Saguenay (2011). Schéma aménagement et de développement révisé. [mrc-fjord.qc.ca].

3. DÉMARCHE D'INFORMATION ET DE CONSULTATION

3.1 LA PARTICIPATION CIBLÉE ET PUBLIQUE

RSI Environnement a amorcé une démarche de consultation en avril 2019 avec des rencontres ciblées auprès de parties prenantes qui pourraient avoir un intérêt ou être affectées par le projet. Depuis 2019, RSI a réalisé trois phases de consultation, soit :

- **Phase 1 :** Comité aviseur;
- **Phase 2 :** Rencontres ciblées sur l'avis de projets;
- **Phase 3 :** Validation sociale pendant l'ÉIE.

Phase 1 Comité aviseur

Un Comité aviseur a été mis en place en juin 2019. La composition du Comité aviseur devait refléter les différents enjeux liés à nos opérations ainsi qu'au développement durable. Cette représentativité permet une expression diversifiée d'opinions et d'expertises et favorise des échanges riches en points de vue. La composition du Comité aviseur est la suivante :

- Municipalité de Saint-Ambroise;
- SADC du Fjord;
- Agrinova;
- Voisins et agriculteurs;
- Cégep de Jonquière, Chaire TERRE;
- Domaine La Florida.

Le Comité aviseur a pour mandat de favoriser l'ancrage des projets de développement de RSI dans le milieu en fonction d'intérêts communs et d'une bonne compréhension des enjeux qui y sont liés. Plus spécifiquement, en respectant la vision de RSI, il a le mandat de :

- Établir les besoins du milieu (gestion des matières dangereuses et autres produits actuellement non acceptés dans les centres de tri, récupération de chaleur, etc.);
- Formuler des avis-conseils sur l'orientation du projet et mettre en commun l'expertise des différents intervenants.

Les membres du Comité aviseur sont donc invités à contribuer par les façons suivantes :

- Prendre connaissance de l'information et échanger sur les différents éléments présentés;
- Faire part de leurs commentaires et recommandations;
- Rapporter et traduire les préoccupations du milieu et de leur organisation;
- Relayer les renseignements obtenus auprès de leur organisation.

Les objectifs du Comité aviseur sont les suivants :

- Optimiser la zone industrielle de développement durable autour du site de RSI, mise en place en collaboration avec la municipalité de Saint-Ambroise et la SADC;
- Travailler dans une optique d'économie circulaire et de développement durable;
- Travailler dans une démarche collaborative qui met en lumière des opportunités;
- Identifier les bons intervenants pour faire avancer le projet.

À ce jour, le Comité aviseur a tenu six rencontres. Celles-ci ont permis aux membres du Comité d'échanger en regard de leurs expertises respectives et de mettre en lumière des préoccupations et des opportunités afin d'alimenter la réflexion sur le projet. Pour le Comité, il est impératif que RSI soit en phase avec le milieu et qu'une démarche de relation avec la communauté soit mise en œuvre.

C'est dans cette optique que RSI a tenu une journée porte ouverte en septembre 2019, ce qui a permis à plus de 250 personnes de la municipalité de Saint-Ambroise et des municipalités avoisinantes de visiter les installations et de constater le souci constant au regard du respect des normes environnementales les plus élevées.

Cet évènement a permis de faire visiter les installations aux personnes intéressées et à les sensibiliser au concept d'écologie industrielle. Les personnes présentes ont affirmé, via un sondage réalisé à la fin de leur visite des lieux, avoir apprécié ou grandement apprécié leur visite. Au cours de cette journée, RSI a été en mesure de présenter au public deux des procédés qui rendent l'entreprise la plus fière, la production de terreau et le traitement des eaux usées. Les citoyens présents disent avoir constaté, via ce même sondage, que les procédés de réutilisation de l'eau traitée et de fabrication de terreau sont dignes de confiance.

En février 2020, RSI Environnement a également amorcé le dialogue avec la Régie des matières résiduelles Lac-Saint-Jean (RMR) afin de les informer des démarches entamées pour :

- Accroître l'offre de services;
- Identifier des opportunités et/ou des enjeux en lien avec certaines matières résiduelles;
- Présenter le Comité aviseur, son rôle et sa composition;
- Inviter la RMR lors du prochain Comité aviseur à une présentation des activités, comme par exemple pour les matières résiduelles traitées. En raison de la situation liée à la COVID-19, il n'a pas été possible de tenir cette rencontre avec le Comité aviseur.

Phase 2 Rencontres ciblées sur l'avis de projets

En décembre 2020, après avoir présenté les grandes lignes de l'avis de projet au Comité aviseur, RSI a entamé une démarche pour rencontrer d'autres parties prenantes régionales susceptibles d'être intéressées par la réalisation du projet.

Les objectifs de ces rencontres ciblées étaient de présenter, dans un premier temps, le projet tel que défini dans le présent avis, et de recueillir leur contribution quant aux principaux enjeux et opportunités que le projet pourrait susciter.

Dix rencontres virtuelles ou en personne ainsi qu'un appel ont été réalisés entre décembre 2020 et mars 2021. Des représentants des parties prenantes suivantes ont été rencontrés :

- la Chaire en éco-Conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi;
- l'organisme Eurekô;
- le Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay-Lac-St-Jean (CREDD[26]);
- la Ville de Saguenay (Service du développement durable et environnement);
- la Chambre de commerce et d'industrie Saguenay-le-Fjord;
- le MELCC – Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean;
- les députés provinciaux de Dubuc et Chicoutimi;
- le député provincial de Jonquière;
- le député fédéral de Jonquière;
- le promoteur d'un projet de ciné-parc.

[26] Les représentants du CREDD ont accepté de participer à une rencontre ciblée conditionnellement à ce que celle-ci soit uniquement informative, sans contribution aux préoccupations ou enjeux.

Phase 3 Participation pendant l'élaboration de l'étude d'impact sur l'environnement

À la suite de l'avis de projet et pour réaliser l'engagement de développer le projet de manière transparente et participative, RSI Environnement a initié en mars 2021 une troisième phase de consultations dans le cadre de l'élaboration de l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) afin d'informer et impliquer les parties intéressées et la communauté dans la validation de l'ÉIE.

Les activités d'information et de consultation suivantes ont été réalisées :

- Publication d'une page du projet sur le site web de RSI Environnement et création d'une adresse courriel pour recevoir les questions et commentaires des citoyens et autres organisations ;
- Distribution d'un dépliant d'information à 2018 résidents de Saint-Ambroise et de Shipshaw après le dépôt de l'avis de projet.
- Envoi d'une lettre d'invitation à 550 voisins et à 30 parties prenantes pour deux cafés-rencontres portant sur le projet et son ÉIE. Des publications ont également été faites sur les médias sociaux ;
- Tenue d'un premier café-rencontre sur le projet le 15 juin 2021 (13 participants) afin de répondre aux questions et recueillir les préoccupations et suggestions ;
- Tenue d'un deuxième café-rencontre sur l'ÉIE le 22 juin 2021 (6 participants) afin de présenter et bonifier l'évaluation des impacts potentiels et les mesures d'atténuation préliminaires identifiées.

3.2 ANALYSE DES PRÉOCCUPATIONS LOCALES

Les rencontres et échanges réalisés pendant les deux phases de consultations préalables au dépôt de l'avis de projet et la troisième phase pendant l'élaboration de l'ÉIE ont permis d'identifier des préoccupations spécifiques au projet afin de contribuer à l'évaluation des impacts et l'identification des mesures d'atténuation.

À la suite de la consultation sur les enjeux menés par le MELCC, RSI Environnement a également analysé les enjeux et préoccupations soulevés.

Les principaux enjeux ou préoccupations exprimés pendant les consultations de RSI Environnement ou celles du MELCC sont exposés dans le tableau suivant ainsi que les réponses et considérations formulées :

Tableau 7 : Principaux enjeux ou préoccupations exprimés pendant les consultations de RSI Environnement ou du MELCC

Thématique	Préoccupations	Réponses et considérations
Procédé	• La différence entre le procédé actuel et le second • La composition des résidus suite à la désorption thermique et leur gestion • La composition des émissions atmosphériques • L'emplacement projeté du second procédé	• Explication vulgarisée du procédé thermique actuel et du second projeté, incluant le traitement des émissions et la valorisation/disposition des résidus. • L'emplacement final du second procédé est effectué en considérant les paramètres permettant de limiter les nuisances au voisinage
Acceptabilité sociale	• La méconnaissance de la désorption thermique • La relation avec le voisinage et la municipalité • La relation avec les groupes environnementaux • Les autorisations obtenues sans BAPE	• Un dépliant, une communication écrite et deux cafés-rencontres ont été réalisés afin d'informer et de consulter le voisinage et les parties intéressées par le projet. • Le Comité aviseur sera appelé à devenir un Comité de suivi pour les opérations de RSI Environnement.
Développement durable/écologie industrielle	• L'intégration du projet et des opérations dans une perspective d'économie circulaire • L'utilisation de matières résiduelles pour produire de l'énergie • La possibilité de valoriser la chaleur récupérée pour alimenter un autre projet (ex. : une serre) • Les collaborations avec les institutions d'enseignements et de recherches	• RSI Environnement a confié au Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) un mandat pour analyser la performance des technologies de valorisation des sols et des matières contaminés de RSI Environnement dans une perspective d'écologie industrielle et de les comparer aux alternatives.

GES	• Les émissions de GES actuelles et projetées, incluant la substitution • La comparaison des émissions entre la désorption thermique et les alternatives (enfouissement, incinération, traitement biologique, etc.) • La compensation, réduction ou captation de carbone (carboneutralité) • Le type et la quantité de combustible	• RSI Environnement a fait appel à une spécialiste en GES afin d'établir les émissions du projet et d'évaluer les possibilités de compensation.
Justification et matières traitées	• La raison de l'implantation de RSI Environnement à Saint-Ambroise • La demande sur le marché • La compétition à RSI Environnement • L'impact du projet sur les efforts de réduction et de mise en valeur des matières résiduelles • Les besoins d'élimination de matières résiduelles dans la région • Réponse aux réels besoins d'élimination du milieu ou au besoin d'optimisation de l'entreprise • Le type et la provenance des matières contaminées à traiter • La pertinence d'utiliser la désorption thermique à haute température pour éliminer des matières résiduelles • La justification du projet en fonction des différentes matières à traiter	• En plus d'offrir une nouvelle solution pour le marché du Québec, l'important c'est de bien gérer la matière et de la traiter pour lui donner une deuxième vie peu importe d'où elle provient et détruire les contaminants toxiques. • Ce projet aiderait à réduire davantage l'impact environnemental des matières contaminées et des contaminants toxiques ou persistants au Québec. Des matières contaminées destinées à l'enfouissement ou incinérées à l'extérieur de la province pourront être traitées et avoir une seconde vie. • Seule technologie thermique dans l'est de l'Amérique du Nord éprouvée pour la destruction des contaminants visés par le projet. • Quelques exemples de matières traitées outre les sols contaminés: • Matériel et médicaments périmés (pas de déchets biomédicaux). RSI Environnement traite les masques chirurgicaux grâce à une collaboration avec Sanexen. • Sols contaminés (hydrocarbures) • Matières dangereuses • Eau contaminée • Déchets industriels (industrie chimique, mines, etc.). • Gaz réfrigérants • RSI Environnement a une variété de clients, plusieurs grandes entreprises, firmes d'ingénierie et les gouvernements.
Environnement/ nuisances	• L'évaluation de l'impact de l'augmentation du transport dans le secteur notamment en regard du ciné-parc et du nouveau restaurant • La présence/absence de milieux humides ou de tourbières • Le bruit, notamment des alarmes de recul • Les émissions de poussières • La préservation de la bande forestière (zone tampon) • L'évaluation des risques et incidents • Le suivi environnemental	• Deux cafés-rencontres portant sur le projet et l'ÉIE ont permis de partager de manière transparente et d'obtenir des suggestions de bonification à l'évaluation des impacts et des mesures d'atténuation.

Retombées économiques	• Le nombre d'emplois • L'origine des employés • La valeur des investissements	• RSI Environnement a communiqué les investissements requis et sa politique d'achat local permettant de maximiser les retombées de ce projet dans la région.
Étude d'impact	• Le nombre d'emplois • L'origine des employés • La valeur des investissements • Il est demandé par un membre du public que les éléments suivants soient abordés dans l'ÉIE : • Les impacts sur la faune et la flore, entre autres, les espèces fauniques menacées ou vulnérables (EMVS); • Les impacts sur la qualité de l'air; • Les émissions de gaz à effet de serre et les impacts sur les changements climatiques; • Les impacts sur la santé des populations et impacts psychosociaux dans la communauté d'accueil; • Les liens avec la Politique québécoise de gestion de matières résiduelles (PQGMR); • Les liens avec les plans de gestion des matières résiduelles (PGMR) de la région; • Le respect du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles; • Le respect du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère; • Le respect de la LDD; • Le respect de la hiérarchie des 3RV-E pour une saine gestion des matières résiduelles; • Les impacts du transport des intrants et des extrants; • Le détail de la technologie utilisée (la désorption thermique à haute température); • Le bilan énergétique du procédé; • La composition et la gestion des matières contaminées et des résidus obtenus suite au traitement (cendres); • La traçabilité et la provenance des matières à traiter.	• Tous les éléments sont traités dans l'ÉIE

3.3 ANALYSE DES RÉACTIONS SOCIALES ET PSYCHOSOCIALES

Depuis le début de ses opérations, le site de RSI Environnement ne génère qu'un nombre minimal de plaintes annuellement (10 plaintes depuis 1999). Ces plaintes, qui sont rapportées systématiquement au MELCC par RSI Environnement, ont été motivées à quatre reprises (deux fois en 1999, une fois en 2000 et une fois en 2005) par l'observation de fumée noire se dégageant du site. Après vérification, des correctifs ont été apportés lorsque nécessaire. Trois autres évènements rapportés se sont avérées des plaintes non-fondées, soit l'augmentation des niveaux de D/F dans les mousses végétales aux abords de l'usine (2004), le nettoyage d'un camion ayant transporté des sols contaminés dans un garage de Saint-Ambroise (2005) et le dépôt de sols dans une sablière locale (2014). Enfin, RSI a déclaré au MELCC en 2018 un incendie dans l'entrepôt des sols contaminés.

Par ailleurs, depuis l'annonce du projet de complexe éco-industriel, les réactions de la population face au projet sont généralement positives et au cours des six rencontres du Comité aviseur qui ont eu lieu depuis juin 2019, aucune réaction négative n'a été rapportée. Dans le cadre de la tournée de préconsultation sur l'avis de projet, les représentants des résidents de la Florida rencontrés le 2 mars 2021 ont mentionné ne pas subir de nuisances actuellement relativement aux opérations de RSI Environnement et qu'ils n'envisageaient pas de problème au projet si cela demeurait ainsi.

Des questions spécifiques aux réactions sociales et psychosociales et à la perception des participants envers les opérations actuelles et le projet de complexe éco-industriel étaient comprises dans le questionnaire de rétroaction distribué à la fin des deux cafés-rencontres tenus les 15 et 22 juin 2021 avec les résidents. Ces questions spécifiques et les réponses sont présentées en annexe 8.

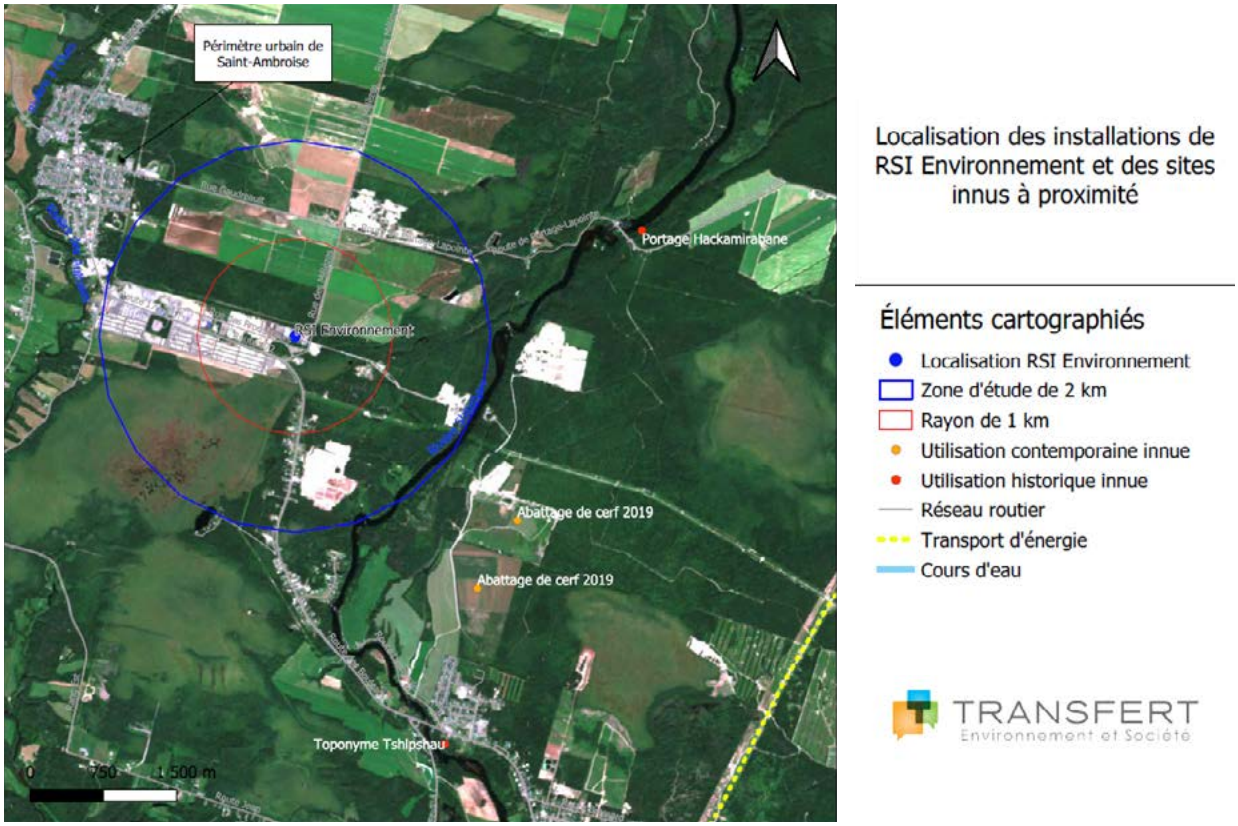
Bien que comportant un très petit échantillon ne permettant nullement de conclure à une représentativité de la population, les réponses aux questionnaires de rétroaction des 15 et 22 juin 2021 permettent néanmoins d'observer que les participants à ces rencontres présentent des réactions davantage positives que négatives par rapport aux opérations actuelles de RSI Environnement et à son projet de complexe éco-industriel.

3.4 RELATIONS AVEC LES PREMIÈRES NATIONS

RSI Environnement est située à l'intérieur du territoire traditionnel des Pekuakamiulnuatsh (Innus de Mashteuiatsh). Ce territoire fait l'objet d'une revendication territoriale globale qui progresse vers un règlement avec les autorités gouvernementales provinciale et fédérale. La reconnaissance des droits ancestraux des Innus, ainsi que leur participation à la gestion du territoire et des ressources naturelles, font partie des enjeux de la négociation en cours. En parallèle, un projet de constitution est en développement au sein de la communauté et viendra préciser comment les Innus entendent exercer leur autonomie gouvernementale sur le territoire.

Après vérification, deux territoires utilisés à des fins traditionnelles ont été répertoriés ainsi que deux autres où des utilisations récentes ont également été répertoriées. Ces territoires se trouvent à l'est de la rivière Shipshaw. » La thèse généralement reconnue veut que le vocable innu Shipshaw signifierait « rivière enfermée »; cette assertion est défendue en 1901 par le père Lemoine dans son Dictionnaire français-montagnais et par le géographe Eugène Rouillard en 1906. Le site de RSI Environnement se situe à plus de 2 km des sites d'utilisation traditionnelle ou actuelle identifiés à partir des données de l'unité administrative Droits, Protection et territoire (voir carte de la Figure 2 ci-dessous). Pour l'utilisation ancestrale, le toponyme Tshipshau pour la rivière aujourd'hui appelée Shipshaw et le portage Hackamiraban ont été identifiés. Pour l'utilisation actuelle, deux prélèvements de cerfs ont été répertoriés.

Figure 2 : Carte de localisation de RSI Environnement et des sites d'utilisation traditionnelle et actuelle des Innus



Une démarche spécifique a été entreprise avec les représentants de la Première Nation des Pekuakamiulnuatsh. RSI Environnement a acheminé une communication formelle à cet égard et une rencontre ciblée d'introduction, d'information et d'échanges a été tenue avec des représentants de l'unité administrative Droits, Protection et territoire avant le dépôt de l'avis de projet. Une seconde rencontre a été réalisée afin de définir l'implication souhaitée dans le cadre de l'élaboration de l'ÉIE. L'approche convenue a été de partager avec leur bureau des évaluations environnementales la section Premières Nations avant de l'intégrer à l'ÉIE et de leur présenter l'évaluation des impacts potentiels et les mesures d'atténuation prévues avant le dépôt pour obtenir leurs commentaires et suggestions de bonification. Une entente de confidentialité a été convenue afin de partager les données concernant les pratiques ancestrales et actuelles de la Première Nation près de la zone d'étude.

Les échanges avec les représentants de la Première Nation ont permis d'identifier les préoccupations suivantes :

Tableau 8 : Préoccupations de la Première Nation des Pekuakamiulnuatsh

Thématique	Préoccupations	Réponses et considérations
Développement durable/écologie industrielle	• L'utilisation de matières dangereuses pour la production de l'énergie • La destination finale du 15 % non valorisé • La collaboration avec les autres éco-centres	• Les matières à valeur énergétique utilisées dans le procédé permettent de réduire la consommation de gaz propane. • Le 15 % peut être utilisé comme recouvrement journalier dans un LET ou encore neutralisé par l'entreprise Stablex. • RSI Environnement est en communication notamment avec la RMR du Lac-Saint-Jean.
Environnement et biodiversité	• La présence de milieux humides/tourbières • La préservation de la bande forestière pour la biodiversité • Le bruit • L'impact appréhendé pour la faune et la flore	• Une attention particulière a été accordée dans l'ÉIE sur les composantes physique et biologique de l'environnement.
GES	• Les émissions de GES	• RSI Environnement a fait appel à une spécialiste en GES afin d'établir les émissions du projet et d'évaluer les possibilités de compensation. • Des matières contaminées destinées à l'enfouissement ou incinérées à l'extérieur de la province pourront être traitées et avoir une seconde vie, réduisant ainsi les émissions de GES associées à l'enfouissement.
Activités traditionnelles et patrimoine	• Les activités traditionnelles et le patrimoine archéologique	• Une évaluation des activités traditionnelles et du patrimoine archéologique dans le secteur a été réalisée à partir des données de la Première Nation des Pekuakamiulnuatsh.
Collaboration	• L'importance de collaborer en amont de la procédure environnementale • Le maintien de la communication directe avec la Première Nation • Lien possible avec Affaires économiques pour les opportunités	• RSI Environnement s'est engagée à maintenir une communication directe et à travailler en collaboration avec la Première Nation pendant l'élaboration de l'ÉIE, mais également tout au long de l'évaluation environnementale et pour les opérations.
Provenance/type des matières	• L'origine des sols contaminés • La possibilité de traiter des huiles	• En plus d'offrir une nouvelle solution pour le marché du Québec, l'important c'est de bien gérer la matière et de la traiter pour lui donner une deuxième vie peu importe d'où elle provient et détruire les contaminants toxiques. • Les huiles peuvent être traitées.

3.5 DÉTERMINATION DES ENJEUX ET OBSERVATIONS SOULEVÉS LORS DE LA CONSULTATION PUBLIQUE DU MELCC

Les rencontres et échanges réalisés pendant les deux phases de consultations préalables au dépôt de l'avis de projet et celle pendant l'élaboration de l'ÉIE ont permis d'identifier des préoccupations spécifiques au projet.

Les principales préoccupations exprimées et les réponses et considérations qui en découlent ont été exposées à la section 3.2.

Plus spécifiquement, la période de consultation publique sur les enjeux menée par le MELCC a permis de soulever les éléments présentés au tableau suivant qui sont également intégrés dans le tableau 7 de la section 3.2 des préoccupations. Ces enjeux et observations ont été pris en compte dans le cadre de la présente ÉIE.

Tableau 9 : Enjeux et observations soulevés lors de la consultation publique menée par le MELCC

Enjeux	Observations
Raison d'être du projet	• Préoccupation selon laquelle le besoin d'apport minimal en matières contaminées pour poursuivre les opérations encourage la production de matières résiduelles et constitue un frein aux efforts de réduction et de mise en valeur; • Les besoins d'élimination de matières résiduelles dans la région ; • La nécessité d'augmenter la capacité de traitement de matières résiduelles (répond aux réels besoins d'élimination du milieu ou au besoin d'optimisation de l'entreprise); • La provenance des matières contaminées à traiter; • La pertinence d'utiliser la désorption thermique à haute température pour éliminer des matières résiduelles; • La justification du projet en fonction des différentes matières à traiter.

Contenu de l'étude d'impact	• Il est demandé par un membre du public que les éléments suivants soient abordés dans l'ÉIE : - Les impacts sur la faune et la flore, entre autres, les espèces fauniques menacées ou vulnérables (EMVS); - Les impacts sur la qualité de l'air; - Les émissions de gaz à effet de serre et les impacts sur les changements climatiques; - Les impacts sur la santé des populations et impacts psychosociaux dans la communauté d'accueil; - Les liens avec la Politique québécoise de gestion de matières résiduelles (PQGMR); - Les liens avec les plans de gestion des matières résiduelles (PGMR) de la région; - Le respect du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles;
Contenu de l'étude d'impact (suite)	- Le respect du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère ; - Le respect de la LDD; - Le respect de la hiérarchie des 3RV-E pour une saine gestion des matières résiduelles; - Les impacts du transport des intrants et des extrants; - Le détail de la technologie utilisée (la désorption thermique à haute température); - Le bilan énergétique du procédé; - La composition et la gestion des matières contaminées et des résidus obtenus à la suite du traitement (cendres); - La traçabilité et la provenance des matières à traiter.

3.6 PROCHAINES ÉTAPES

RSI Environnement souhaite poursuivre sa démarche d'information et de consultations tout au long de la procédure d'évaluation environnementale, ainsi que pendant la construction et l'opération.

Le comité aviseur demeurera actif jusqu'à la fin de l'évaluation environnementale. Par la suite, celui-ci pourra être converti en comité de suivi pour la période de construction et d'opération considérant sa représentativité des parties intéressées par le projet et les opérations de RSI Environnement.

Les communications et les échanges avec les voisins et la population se feront via différents outils :

- Publication sur le site internet de l'entreprise;
- Numéro et adresse courriel disponibles pour la communauté;
- Activités porte ouverte;
- Communiqués de presse au besoin.

4. DESCRIPTION DES VARIANTES DE RÉALISATION

La technologie exploitée par RSI assure le traitement d'une large gamme de contaminants. RSI l'opère depuis 1997 sur le site de Saint-Ambroise et possède ainsi une grande expertise dans ce domaine. La première phase du projet, qui consiste à simplifier les processus administratifs de réception des matières, ne prévoit aucun ajout aux procédés actuellement en place. La seconde phase implique d'ajouter une nouvelle unité de traitement thermique. Différentes variantes technologiques et techniques ont été évaluées, comme démontré ci-après :

Variante 1
Exploiter l'unité actuelle à son maximum

Avantages :
déjà en exploitation, excellente maîtrise du procédé, autorisé pour 100 000 tm;

Désavantages :
Surdimensionné et peu flexible pour les besoins spécifiques, pas de récupération de chaleur, coût d'opération plus élevé.

Variante 2
Ajouter une unité identique à celle existante

Avantages :
Excellente maîtrise de ce procédé, possibilité d'ajouter une récupération de chaleur;

Désavantages :
Double la capacité, mais toujours peu flexible pour les besoins spécifiques, nécessiterait des aménagements connexes plus importants, coût de construction et d'opération plus élevé.

Variante 3
Ajouter une technologie thermique innovante (pyrolyse, plasma...)

Avantages :
Spécifique à différentes gammes de contaminants et matrices, potentiel de récupération de chaleur;

Désavantages :
Aucun expertise de RSI avec ces nouvelles technologies, coût de développement et de démonstration, incertitude technologique.

Variante 4
Ajouter une nouvelle technologie non thermique

Avantages :
Aucune utilisation de combustibles fossiles, plus faible risque d'émission atmosphérique;

Désavantages :
Peu applicable aux contaminants organiques, aucune expertise de RSI avec ces nouvelles technologies, coût de développement et de démonstration, incertitude technologique et plus faible potentiel de valorisation énergétique.

Variante 5
Ajouter une technologie thermique équivalente plus petite et spécifique

Avantages :
Excellente maîtrise de ce type de procédé, design adapté aux petites quantités, récupération de chaleur sans consommation de combustible fossile, coût d'opération unitaire plus faible due à plus faible consommation de combustible fossile;

Désavantages :
Coût d'acquisition et d'installation, nécessite un réaménagement à l'intérieur des installations existantes.

4.1 DÉTERMINATION DE LA VARIANTE

L'analyse des variantes pour la seconde phase du présent projet permet de cerner les avantages d'ajouter une technologie thermique équivalente plus petite et spécifique (variante 5).

4.2 DESCRIPTION DE LA VARIANTE SÉLECTIONNÉE

Le fournisseur de la technologie sélectionnée (plus petite unité de traitement thermique) est la compagnie Dutch Incinerator B.V. des Pays-Bas. Cette firme possède une longue expérience dans la conception et la fabrication d'unités thermiques de faible capacité. Le procédé principal s'accompagne d'un système de récupération de chaleur ainsi que d'un système d'épuration de l'air de procédé.

Système de récupération de chaleur

La quantité totale d'énergie à récupérer n'est pas déterminée par le choix du fluide de récupération d'énergie (vapeur, air, etc.), mais uniquement par la température d'entrée et de sortie choisie pour la section de récupération d'énergie.

La vapeur est plus efficace si elle est utilisée directement dans d'autres processus ou si l'énergie doit être transportée sur une grande distance. De même, pour les incinérateurs de 12 MW et plus, la vapeur est plus rentable comme vecteur d'énergie pour produire de l'électricité.

L'air chaud est plus efficace si des processus d'incinération consommateurs d'énergie sont impliqués, car l'air de combustion peut être chauffé à des températures plus élevées que la vapeur. Ensuite, l'air chaud entraîne directement une réduction de la consommation de combustible pour chauffer les processus.

De plus, le préchauffage de l'air de combustion permet d'obtenir un processus d'incinération plus stable, ce qui entraîne une réduction des émissions de GES (car les températures élevées d'incinération ne permettent pas de réduire les émissions étant donné que des températures d'incinération élevées peuvent être atteintes à des taux d'excès d'air plus élevés).

C'est le cas chez RSI avec le procédé.

La récupération d'énergie basée sur l'air chaud aura les avantages suivants :

- Réduction des coûts d'exploitation car l'utilisation d'un combustible d'appoint externe tel que le propane peut être minimisée ou même complètement arrêtée pendant les opérations normales;
- Les émissions sont réduites car le système d'incinération peut fonctionner avec des taux d'excès d'air plus élevés à une température de postcombustion donnée, ce qui permet une combustion plus efficace.

Il est donc conclu que la valorisation énergétique sera basée sur l'air chaud, avec préchauffage de l'air de combustion pour le processus d'incinération envisagé. L'excès d'air chaud est disponible pour l'installation existante de décontamination thermique des sols et pour d'autres utilisateurs éventuels d'air chaud. À noter que l'air chaud peut également être converti en eau chaude, en vapeur ou même en électricité.

Système d'épuration de l'air

Le traitement des gaz de combustion utilisé est un traitement sec des gaz de combustion basé sur l'utilisation de bicarbonate de sodium (bicar) et de charbon actif. Le bicarbonate permet d'atteindre des réductions des émissions plus élevées que les solutions alternatives (par exemple, à base de composés de calcium) en raison de la réactivité élevée du bicarbonate de sodium de manière très fiable et simple.

En fonction des fluctuations de la composition des déchets, le traitement à sec des gaz de fumée (épurateur à sec) est capable d'atteindre des valeurs d'émissions inférieures aux limites d'émission très strictes du règlement sur l'assainissement de l'atmosphère.

Le charbon actif est dosé pour réduire les émissions de métaux lourds, en l'occurrence le mercure dans ce cas. Les émissions de poussières seront conformes aux normes grâce à l'utilisation de sacs filtrants à base de polytétrafluoroéthylène (PTFE) haute température.

Il aurait été possible de combiner un système de traitement des gaz de combustion par voie sèche et par voie humide. Cependant cette combinaison présente de nombreux inconvénients qui sont :

- Une complexité accrue, de même qu'un système d'épuration par voie humide nécessitant plus d'attention et de maintenance pour son fonctionnement;
- Des coûts d'investissement supplémentaires;
- Un système à base d'eau pourrait créer plus de problèmes étant donné les conditions climatiques hivernales au Québec;
- Consommation d'eau plus élevée du procédé. La température des gaz de combustion émis par la cheminée est plus basse (nominal 50 – 70 °C, comparé à 180 – 200 °C pour le lavage à sec);
- L'énergie est consommée par l'évaporation de l'eau;
- Plus de problèmes de corrosion, ce qui limite le choix des matériaux. Des concentrations élevées de chlore dans les matières à traiter créent des sels de chlore dans le liquide de lavage humide, qui sont plutôt agressifs pour les aciers inoxydables (fissures et piqûres de corrosion sous contraintes induites par le chlore);
- Les eaux usées générées doivent être traitées. Cela nécessite un traitement des eaux usées supplémentaire;
- Un panache d'eau visible sera présent sur la cheminée. Bien qu'inoffensif, cela pourrait être considéré comme une source d'émissions par les voisins.

Sur la base de l'évaluation ci-dessus, il est donc proposé d'installer uniquement un système de traitement sec des fumées au bicarbonate de sodium et au charbon actif en poudre, avec une configuration permettant d'installer ultérieurement un système d'épuration par voie humide.

5. DESCRIPTION DU PROJET

5.1 DESCRIPTION DES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT

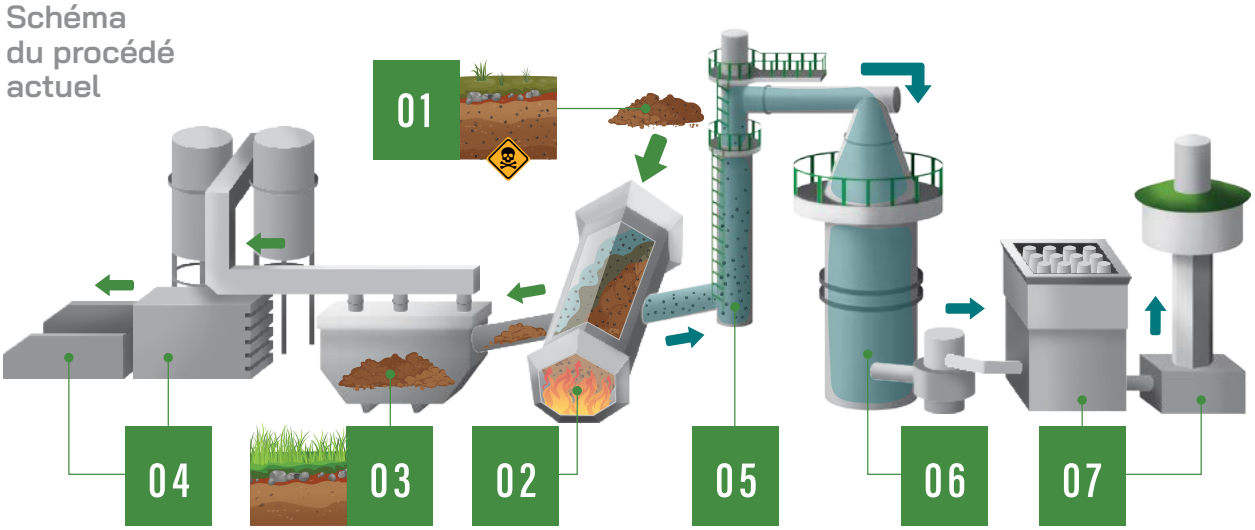
5.1.1 Procédé actuel

La technologie par traitement thermique consiste à introduire les sols contaminés et les matières résiduelles dans un four rotatif pour un temps de résidence d'environ 45 minutes et d'injecter une flamme à contre-courant pour élever la température interne du four entre 650 et 850 °C. Pour ce faire, un brûleur primaire de 27 000 000 BTU alimente la flamme.

Par la suite, les contaminants qui ont été évaporés sont entraînés dans une chambre de combustion secondaire où la température augmente entre 1000 et 1100 °C avec un temps de résidence d'environ 3 secondes. À cette température, toutes les molécules sont défaites à leur plus simple expression et en y ajoutant de l'oxygène, de nouveaux gaz simples sont créés, comme du CO^2, et de la vapeur d'eau.

Par la suite, RSI injecte des produits neutralisants et du charbon activé en poudre, et les gaz sont refroidis instantanément à environ 130 °C. Enfin, les gaz passent dans un dépoussiéreur pour capter les dernières particules fines. La figure 3 schématise le procédé actuellement en opération.

Figure 3 : Schéma du procédé actuel



L'ensemble des opérations incluant le traitement thermique comprend **sept phases** suivant la réception des matières qui sont :

01 La pesée

Tous les chargements qui entrent sur le site de RSI Environnement sont enregistrés. Pour chaque site, un numéro de projet est attribué permettant de suivre le sol ou la MDR tout au long du processus jusqu'à la disposition finale. Les poids sont enregistrés directement dans une base de données ainsi que toutes les autres informations pertinentes. Une vérification du chargement est effectuée afin de s'assurer que le matériel correspond à l'information que nous avons reçue du client et à l'information apparaissant sur le connaissement de transport. Cela étant fait, le chargement est accepté et peut être déchargé dans le bâtiment d'entreposage.

02 L'entreposage prétraitement

Les sols contaminés et les MDR sont entreposés de façon hautement sécuritaire dans les bâtiments d'entreposage jusqu'à leur traitement. Ils sont séparés en piles distinctes afin de pouvoir retracer facilement leur origine.

03 Le conditionnement

Afin de faciliter le traitement thermique, les sols contaminés et les MDR sont tamisés. Les particules ou débris de plus de 5 cm doivent être broyés pour s'assurer que la désorption thermique sera optimale. Par la suite, les matériaux sont homogénéisés afin de s'assurer de maintenir la stabilité des paramètres d'opération. Il est à noter qu'aucune dilution n'est effectuée durant le processus de conditionnement des sols.

04 Le traitement thermique

Les sols contaminés et les MDR sont acheminés dans le four rotatif ou chambre de combustion primaire par un convoyeur à courroie (muni d'une balance) et des vis sans fin afin de pouvoir contrôler précisément le débit d'alimentation (étape 1 de la figure 3). Pour s'assurer que la désorption thermique est optimale, le four rotatif est maintenu à des températures supérieures à 650 °C. Après plus de 20 minutes de résidence, toutes les matières organiques contenues dans les sols et les MDR sont désorbées et évaporées (étape 2 de la figure 3). Les gaz contenant les contaminants organiques sont entraînés dans la chambre de combustion secondaire qui est maintenue à une température supérieure à 1000 °C (étape 5 de la figure 3). À cette température, les composés organiques dangereux (contaminants) sont détruits par oxydation thermique. Par la suite, les gaz oxydés passent par la tour de refroidissement où, en moins de trois secondes, les températures sont réduites à moins de 200 °C par l'injection d'eau atomisée (tape 6 de la figure 3). Cette étape de refroidissement doit être exécutée très rapidement pour éviter la reformation de sous-produits de combustion (dioxines, furannes, HAP). Par la suite, de la chaux hydratée et du charbon activé sont injectés aux gaz refroidis. La chaux hydratée a pour fonction de neutraliser les gaz acides et le charbon activé ajoute une sécurité supplémentaire en absorbant les composés

organiques pouvant être présents. Finalement, les gaz sont épurés dans le système de filtration pour y enlever toutes les particules fines puis sont relâchés à la cheminée (étape 7 de la figure 3). Il est à noter que les concentrations pour six gaz évacués sont lues en continu à l'aide d'un appareil de mesure à la fine pointe de la technologie afin de s'assurer du respect des lois et règlements en vigueur.

05 Le refroidissement

Pour éviter les émissions de particules lors de la manipulation des matériaux décontaminés, ces derniers sont refroidis et humidifiés dans un système complètement étanche. À la sortie de la chambre de combustion primaire, les sols ou autres matériaux chauds décontaminés sont dirigés vers un convoyeur à lit fluidisé pour être refroidi à l'air (étape 3 de la figure 3). À la sortie du convoyeur à lit fluidisé, les particules de plus de 2 cm sont séparées du reste pour pouvoir être récupérées directement. Les particules de moins de 2 cm sont acheminées jusqu'au mélangeur où elles sont réhydratées (étape 4 de la figure 3). L'air utilisé pour le refroidissement des sols décontaminés passe par un système de filtration constitué de cyclones et de dépoussiéreurs avant d'être relâché à l'atmosphère. Les particules fines recueillies par le système de filtration sont aussi dirigées jusqu'au mélangeur pour y être réhydratées.

06 L'entreposage post-traitement

Le matériel décontaminé, refroidi et réhydraté est entreposé temporairement sur l'aire d'entreposage réservé à cet effet. Le matériel traité pour chaque journée de production est séparé dans une baie identifiée. Le matériel restera entreposé jusqu'à la réception des résultats des analyses effectuées quotidiennement dans un laboratoire certifié pour confirmer qu'il est exempt de toute contamination organique et pour déterminer les options de disposition et de recyclage. À la suite de la réception de ces résultats, un certificat de destruction totale est émis attestant que le sol est exempt de toute contamination organique.

07 La disposition finale

L'usage du sol après traitement est conditionnel aux modalités inscrites dans la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés[27] et est déterminé en fonction des concentrations en métaux résiduels. Ainsi, les sols contenant des concentrations en métaux sous la plage A de la Politique pourront être réutilisés sans restriction d'usage. Les sols présentant des concentrations en métaux comprises entre les plages A et C pourront être réutilisés, entre autres comme couche de recouvrement journalier dans un lieu d'enfouissement sanitaire ou comme terreau (plage A-B). Enfin, le sol contenant des concentrations en métaux au-dessus de la plage C devra être enfoui dans un site d'enfouissement pour sols contaminés dûment autorisé.

[27] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017). Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés : Plan d'action 2017-2021. 34 pages. (En ligne). (mddelcc.gouv.qc.ca).

Ce procédé est autorisé en vertu des autorisations identifiées à l'annexe 1. Le tableau suivant présente le bilan des matières traitées au cours des cinq dernières années ainsi que les limites maximales autorisées.

Tableau 10 : Quantité de matières traitées – Conditions actuelles

Type de matière	Unité	Moyenne (5 dernières années)	Maximum (5 dernières années)	Maximum autorisé
Sols contaminés (composés non-halogénés)	tm/hre	7,1	12,5	18,0
Sols contaminés (composés halogénés)	tm/hre	7,1	12,5	12,5
Matières dangereuses résiduelles (utilisée à des fins énergétiques)	tm/hre	0,9	2,0	2,08
Matières dangereuses résiduelles (granulaires)	tm/hre	7,1	10,0	12,5
Matières résiduelles non-dangereuses	tm/hre	1,5	2,0	2,0
Eau contaminée (traitement thermique)	tm/hre	0,4	1,0	2,0
Matières totales traitées	tm/hre	8,2	12,5	18,0/12,5
	tm/an	30 000	47 000	100 000

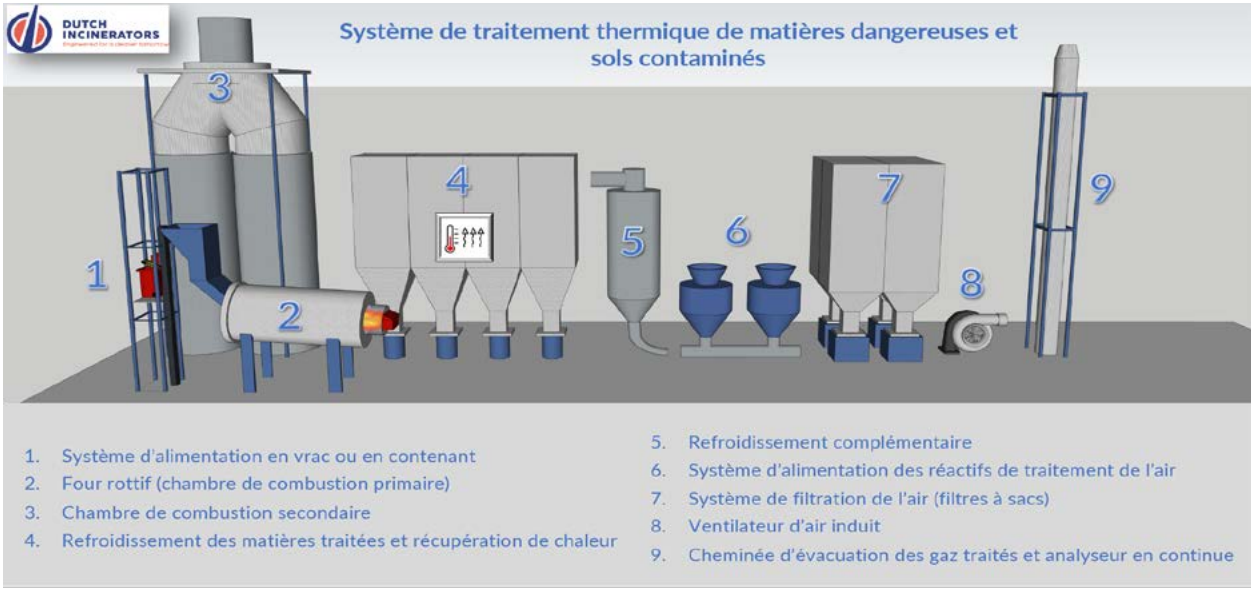
5.1.2 Nouveau procédé

Le nouveau procédé n'ajoute pas de phase supplémentaire d'opération par rapport aux procédures actuelles. Le nouveau procédé thermique est très similaire au procédé actuel à l'exception du système de récupération de chaleur. Le nouveau procédé pourra recevoir et traiter les mêmes matières que le procédé actuel, mais à un débit moindre (tableau 11).

Tableau 11 : Quantité de matières traitées – Conditions proposées dans le cadre du projet présenté

Type de matière	Unité	Proposé pour le procédé actuel (phase 1)	Proposé pour le deuxième procédé (phase 2)
Sols contaminés (non-halogénés)	tm/hre	18,0	6,0
Sols contaminés (halogénés)	tm/hre	12,5	6,0
Matières dangereuses résiduelles	tm/hre	12,5	4,0
Matières résiduelles non-dangereuses	tm/hre	12,5	6,0
Eau contaminée (traitement thermique)	tm/hre	4,0	4,0
Matières totales traitées	tm/hre	18,0/12,5	8,0
	tm/an	100 000 (Cumulatif pour les 2 procédés)	

Figure 4 : Schéma du nouveau procédé



Les étapes 1, 2, 3, 6 et 7 sont les mêmes que pour les opérations actuelles. Les étapes 4 et 5 sont aussi les mêmes, mais les équipements sont différents. Plus spécifiquement, le nouveau procédé diffère au niveau de :

- **Système d'alimentation :** Le système d'alimentation dans la chambre de combustion primaire comprendra deux voies de chargement permettant d'alimenter des matières solides en vrac ou en petits contenants (baril ou chaudière). Parallèlement à la trémie d'alimentation en vrac, un mécanisme de levage des petits contenants sera installé permettant de traiter d'autres matières en contenant en parallèle avec les matières en vrac.
- **Système d'alimentation en résidus liquides :** Des systèmes d'alimentation en résidus liquides seront ajoutés, soit un système pour les liquides à haut pouvoir calorifique et un pour les liquides à faible pouvoir calorifique. Le système d'alimentation en déchets liquides à faible pouvoir calorifique tel que des eaux usées à l'extrémité arrière du four rotatif assurera un contrôle de la température du four. Le système de résidus liquides à haut pouvoir calorifique alimentera l'incinérateur par l'arrière du four et dans la postcombustion, afin d'augmenter la température des gaz de combustion.
- **Système d'alimentation en gaz sous pression (réfrigérant) :** Un système d'approvisionnement en liquide/gaz contenu en bouteilles sous pression sera installé pour vider le réfrigérant et d'autres gaz industriels vers la section de postcombustion de l'incinérateur.
- **Système de combustion primaire du type rotatif à contre-courant :** Dans ce four rotatif, une température nominale est maintenue autour de 900 à 1200 °C. Le four est installé avec une légère inclinaison par rapport au plan horizontal pour favoriser le transport axial des matières pendant que le four est en marche (rotation du four). Les mâchefers et sols traités se déplacent vers l'arrière du four à travers la section cylindrique principale du four. Le four rotatif est conçu pour incinérer des matières ayant un pouvoir calorifique nominal de 10 000 – 45 000 kJ/kg. Il peut aussi traiter également des sols contaminés à plus faible pouvoir calorifique.
- **Brûleur de démarrage du four :** Un brûleur au propane installé sur la chambre de combustion démarre automatiquement lorsque la température dans le four chute en dessous d'un certain seuil, normalement au minimum 600 °C. Dans des conditions de fonctionnement normales, le brûleur du four n'est pas activé, car le processus de combustion est contrôlé de manière à ce que l'énergie de combustion disponible dans les matières soit suffisante pour maintenir des conditions de fonctionnement stables.
- **Système de combustion secondaire :** La température atteinte se situe dans une plage de 850 à 1200 °C, pendant un temps de séjour minimum de 2 à 2,7 secondes des gaz de combustion dans cette plage de température. Un brûleur de postcombustion au propane est installé pour assurer de maintenir la température minimale définie à plus de 850 °C ou 1100 °C respectivement, même si l'apport d'énergie de la combustion primaire est insuffisant. Ce brûleur de postcombustion est alors automatiquement activé.
- **Système de refroidissement des gaz et de récupération de chaleur :** Les gaz de combustion sont ensuite refroidis à environ 400 °C dans une étape de récupération d'énergie, l'énergie de combustion récupérée étant transférée à l'air ambiant dans un échangeur de chaleur indirect. L'air ambiant chauffé peut ensuite être utilisé comme source d'énergie, pour un usage interne en tant qu'air de combustion préchauffé et pour des utilisateurs externes, par exemple : air de combustion préchauffé pour l'incinérateur de désorption thermique des sols, réduisant la consommation de propane et les émissions de CO2, ou par des utilisateurs externes, notamment pour la production de vapeur et d'eau chaude via des échangeurs de chaleur indirects.

- **Refroidissement secondaire des gaz :** Les gaz de combustion quittent la section de récupération d'énergie avec une température nominale de 400 °C, de l'eau est injectée pour réduire la température à 280 °C nominaux de manière à ce que l'eau soit entièrement évaporée. L'air comprimé est utilisé pour produire de fines gouttelettes d'eau afin de permettre une évaporation rapide de l'eau injectée. Cette étape de refroidissement réduit les gaz de combustion dans un laps de temps très court, réduisant ainsi autant que possible la génération de dioxines de-novo.
- **Refroidissement tertiaire des gaz :** Les gaz sortant du refroidissement secondaire sont alors refroidis par l'air ambiant, ce qui permet de contrôler avec précision la température des gaz de combustion mélangés en utilisant l'air ambiant comme moyen de refroidissement. En utilisant l'air ambiant, il est possible de contrôler avec précision la température des gaz de combustion à environ 200 à 220 °C, pour une efficacité optimale du système de traitement des gaz de combustion secs installé après cette section de refroidissement.
- **Système de traitement à sec des gaz :** L'épurateur à sec utilise deux médias d'absorption : du bicarbonate de sodium pour absorber efficacement les composants acides des gaz de combustion (HCl, SO_2, HF), et du charbon actif bromé pour absorber les dioxines, les métaux lourds et le mercure. Les filtres à sac du type PTFE permettent de récupérer les réactifs du flux de gaz avant le rejet. Le taux de dosage du bicarbonate de sodium est contrôlé par les niveaux d'émission réels de HCl et de SO_2 dans les gaz de combustion évacués par la cheminée, tels que mesurés par le CEMS. Les deux réactifs sont entreposés en vrac dans des réservoirs spécifiques et injectés précisément via une buse d'injection dans le courant gazeux. Le filtre est doté d'un système de nettoyage en ligne par pulsation d'air comprimé. Les poussières sont collectées dans les trémies inférieures pour un stockage avant leur gestion. Un ventilateur à air induit aspire les gaz de combustion à travers l'ensemble du système d'incinération. La vitesse du ventilateur est contrôlée en fonction de la pression négative dans le four qui sera ainsi maintenu à un point de consigne fixe (mais réglable) indépendamment d'une chute de pression variable dans tout le système ou des changements dans le débit ou les propriétés de combustion.
- **Cheminée :** D'une hauteur de18 m et d'un diamètre de 0,9 m, la cheminée est équipée des ports d'échantillonnage nécessaires et d'une plate-forme d'accès aux points d'échantillonnage du système de surveillance en continu des émissions gazeuses (CEMS). Les paramètres suivants seront surveillés en continu et envoyés à la salle de contrôle centrale : CO, NOx, SO_2, poussières (particules), HCl, HF, O_2, TOC, H_2O, CO_2 et mercure.
- **Automatisation et contrôle :** Tout comme le procédé actuel, l'ensemble de l'installation est contrôlé automatiquement par un automate programmable (PLC). Le système d'automatisation de l'incinérateur comprend les contrôles de température, les contrôles de pression, les contrôles de l'excès d'air, toutes les sécurités du brûleur et les systèmes d'alarme/alerte et de conservation des données nécessaires. L'automate est relié numériquement à des interfaces basées sur PC qui servent de moniteur et d'enregistreur de données de processus. Les deux PC servent de passerelle d'accès à distance et de PC de supervision à distance (par exemple, dans le bureau du directeur de l'usine). Tous les principaux systèmes de contrôle de l'usine sont connectés à une alimentation sans coupure afin de garantir que la communication avec le processus reste intacte même en cas de panne de l'alimentation externe.

5.2 MATIÈRES VISÉES PAR LE PROJET

Le présent projet vise à modifier certaines catégories de matières pouvant être reçues.

- **Sols contaminés :** On définit les sols contaminés comme une matière étant constituée à plus de 50 % de sol (terre, sable, gravier, argile, sédiments…). On y retrouve tout type de contaminant organique sans limitation de concentration (BPC, HAP, Hydrocarbures pétroliers lourds et légers, Chlorobenzènes, Chlorophénols, D/F, Pesticides, COV, COSV, PFAS…), ainsi qu'une contamination mixte sans limitation de concentration. Le présent projet ne modifie rien des autorisations actuelles.
- **Matières résiduelles dangereuses (granulaires) :** Il s'agit ici de tout type de matières granulaire (béton, asphalte, sables industriels, sables de nettoyage, scories, pièces métalliques…) pouvant contenir tout contaminant organique sans limitation de concentration (BPC, HAP, Hydrocarbures pétroliers lourds et légers, Chlorobenzènes, Chlorophénols, D/F, Pesticides, COV, COSV, PFAS…) ainsi qu'une contamination mixte. L'autorisation actuelle est limitée aux matières dont les métaux ne doivent pas être lixiviables, et la matière décontaminée doit pouvoir être recyclée ou réutilisée (recouvrement LET, ferrailleurs…). Le présent projet vise à modifier cette autorisation afin que les matières traitées n'aient pas obligatoirement à être recyclées ou réutilisées.
- **Matières résiduelles dangereuses pour valorisation énergétique :** Il s'agit ici de résidus solides boueux ou liquides de produits pétroliers et d'hydrocarbures (fond de réservoir, résidus de raffinerie, boue de traitement des eaux, huile contenant BPC, produits pharmaceutiques périmés…). Celles-ci contiennent majoritairement des hydrocarbures pétroliers, BPC ou autres contaminants organiques. L'autorisation actuelle limite les matières rencontrant les spécifications de l'article 5 du Règlement sur les matières dangereuses (RMD) :
- Soufre <2 %
- Contenu en eau <20 %
- Capacité calorifique > 15 000 ou 18 000 kJ/kg
- La concentration de métaux doit être inférieure à celle énoncée à l'annexe I du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
- Les MDR doivent être non toxiques
- Alimentation inférieure à 50 tm/jour

Le présent projet vise à modifier l'autorisation environnementale actuelle afin d'enlever la restriction maximale quant au contenu en soufre et en eau et d'éliminer la limite calorifique minimale. Il vise également à ce que les matières toxiques puissent être traitées ainsi qu'à augmenter la capacité quotidienne de traitement, tel que présenté au tableau 12.

Matières résiduelles non-dangereuses : Il s'agit ici de boues solides/semi-solides, de résidus du secteur de la construction, démolition ou rénovation, de résidus d'épurateur et de filtration, de matériaux inertes, de produits périmés. Ces matières peuvent contenir tout contaminant organique avec concentration inférieure aux articles 3, 4 et 6 du Règlement sur les matières dangereuses. L'autorisation actuelle limite la capacité de traitement à un débit inférieur à 2 tm/hre. Le présent projet vise à augmenter la capacité de traitement selon le tableau 12.

Eaux contaminées : Il s'agit ici essentiellement d'eaux industrielles, d'eaux d'excavation, d'émulsion huileuse, etc. Ces eaux peuvent contenir tout contaminant organique sans limitation de concentration (BPC, HAP, Hydrocarbures pétroliers lourds et légers, Chlorobenzènes, Chlorophénols, D/F, Pesticides, COV, COSV, PFAS...) ou une contamination mixte. L'autorisation actuelle limite le débit de traitement à 2 tm/hre (2000 l/hre). Le présent projet vise à augmenter la capacité de traitement selon le tableau 12.

La liste détaillée des matières dangereuses actuellement autorisées et faisant l'objet de la présente demande se retrouve à l'annexe 9 (annexe des codes et appellation des MDR). Le tableau suivant présente le bilan des quantités maximales à recevoir dans le cadre du projet.

Tableau 12 : Bilan des quantités maximales à recevoir dans le cadre du projet

Description	Unité	Réel actuel					Proposé dans le cadre du projet		
		2018	2019	2020	Moyenne	Maximum autorisé	Projeté nouveau permis procédé actuel	Projeté nouveau procédé	Total des 2 procédés
Matières traitées thermiquement									
Sols contaminés	Tm/an	22721	41380	25982	30028	52550 à 100000	46500	0[1]	46500
Matières dangereuses résiduelles	Tm/an	4720	4622	1303	10645	0 à 16250 (50 t/j)	10000	13600	23600
Matières résiduelles	Tm/an	0	108	0	36	0 à 15600 (2 t/h)	2000	2000	4000
Eaux contaminées	Tm/an	0	492	1670	721	0 à 15600 (2 t/h)	10140	15600	25740
Sous-total		28098	47562	29288	34983	100000	68640	31200	99840
Heures de production		3014	5386	4848	4416	350 j/an	7800	7800	7800
Matières premières									
Propane	Tm/an	504,8	982,5	673,4	720	S/O	1416	2,5	1419
Chaux ou bicarbonate	Tm/an	285	399	435	373	S/O	731	332	1063
Charbon activé	Tm/an	6,6	11,8	10,7	10,7	S/O	17	17	34
Eaux propres ou décontaminées	Tm/an	32407	43313	31441	35720	S/O	70087	31000	101087
Total	Tm/an	61301	92268	61848	71806	-	140892	62552	203444

[1] Le procédé projeté peut aussi traiter des sols contaminés, en remplacement des matières dangereuses résiduelles à une capacité équivalente de 13 600 tm/an.

5.3 CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE GES

Le projet permettra à l'entreprise de diversifier sa période de production annuellement et entraînera une modification des émissions de GES.

L'évaluation des émissions de GES visait spécifiquement les émissions lors de l'exploitation du procédé puisque la phase installation de l'unité nécessite très peu de travaux d'aménagement du site, et demeure donc marginal en termes de GES.

La présente section résume les principales conclusions de l'étude des émissions de GES. L'annexe 10 présente l'étude dans son ensemble. Les méthodes de quantification utilisées proviennent du guide de quantification du MELCC[28].

Les sources directes d'émission de GES considérées pour la phase d'exploitation sont :

- **Utilisation des combustibles fossiles pour l'opération du procédé :** Le procédé actuel utilise du propane comme combustible. Le futur procédé utilisera aussi du propane pour le préchauffage du four. La conception de ce procédé lui permettra d'être autonome en énergie une fois que les matières sont alimentées.
- **Utilisation des combustibles fossiles pour les équipements mobiles :** Nous avons considéré sur le site de RSI le fonctionnement des chargeurs mobiles et camions lourds. La consommation de combustible fossile en amont et en aval du projet a aussi été prise en compte pour le transport des sols et matières à traiter, ainsi que la valorisation des extrants des procédés.
- **L'oxydation et la destruction des hydrocarbures contenus dans les sols et matières dangereuses à traiter :** Certaines matières peuvent contenir un pourcentage élevé d'hydrocarbure d'origine pétrolière. Leur oxydation émet des GES qui ont été calculés. Pour les fins de calcul, nous avons considéré une teneur en hydrocarbure de :
- **Sols contaminés :** moyenne de 0,5 %
- **Matières dangereuses résiduelles :** 18,5 % pour le procédé actuel et 40 % pour la nouvelle unité. Ces valeurs correspondent à la capacité maximale d'alimentation des unités en terme énergétique;
- **Matières résiduelles :** 60 % essentiellement dû à la présence de matières plastiques assumées être des hydrocarbures
- **L'oxydation de la matière organique naturelle présente dans les sols à traiter :** Les sols à traiter peuvent contenir entre 2 et 5 % de matière organique naturelle et stable. Le chauffage à haute température de cette matière organique émet des GES qui autrement n'auraient pas été émis. Pour les fins d'estimation, nous avons utilisé la valeur maximale de 5 % pour les sols contaminés uniquement.

[28] MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, 2019, 107 p.

Trois cas de figure ont été simulés sur ces bases, en plus de 2 scénarios de référence. Les 3 cas de figure sont basés sur des conditions conservatrices (scénario du pire cas). Les activités amont et aval des différents scénarios (transport vers le site et sortant du site de RSI, ainsi que l'approvisionnement en matières premières) ont été considérées :

- **Référence 1 :** L'exploitation du procédé actuel sur la base du tonnage actuellement autorisée (50 t/jour de MDR, 2 t/h de MR et 2 t/h d'eaux contaminées, maximum 100 000 t/an incluant les sols);
- **Référence 2 :** L'exploitation du procédé actuel sur la base du tonnage moyen des trois années 2018, 2019 et 2020;
- **Simulation 1 :** L'exploitation du procédé actuel à la suite de l'optimisation des autorisations sur la base d'un tonnage à pleine capacité de sols et matières dangereuses à traiter de 68 640 t/an;
- **Simulation 2 :** L'exploitation du futur procédé sur la base d'un tonnage à pleine capacité de matières dangereuses à traiter de 31 200 t/an;
- **Simulation 3 :** L'exploitation des deux procédés (actuel et futur) sur la base d'un tonnage à pleine capacité de sols et matières dangereuses à traiter de 99 840 t/an à la suite de l'optimisation des autorisations.

L'utilisation de l'énergie électrique ainsi que les émissions fugitives associées aux équipements de climatisation et de réfrigération ont été ignorées dans les calculs puisque très négligeables. Seuls les bureaux administratifs utilisent des unités de climatisation ou de réfrigération (du type domestique). Ces équipements contiennent généralement de très faibles quantités de gaz réfrigérant et le taux de fuite est très faible. Quant à l'utilisation de l'énergie électrique pour l'éclairage et le chauffage des bâtiments, celle-ci n'a pas été prise en compte puisqu'elle provient du réseau public de distribution d'électricité et que les émissions de GES sont jugées très faibles et marginales par rapport au projet.

La méthodologie de calcul ainsi que les valeurs du potentiel de réchauffement planétaire utilisées pour la conversion du méthane (CH^4) et de l'oxyde nitreux (N^2O) sont tirées du Guide de Quantification des Émissions de Gaz à Effet de Serre[29]. Tous les transports sont basés sur l'utilisation de camions lourds.

Les tableaux suivants présentent les émissions de GES du projet en phase d'exploitation.

[29] MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre, 2019, 107 p.

Tableau 13 : Émissions de GES – Scénario de référence 1

	Référence 1 (autorisé actuel)				
Tonnes traitées annuellement	100 000 (sols 52 550 t; MDR 16 250 t; MR 15 600 t; eaux 15 600 t))				
Émissions de GES	TCO_2	TCH_4	TN_2O	Émissions GES (téq.CO_2)	Intensité (téq.CO_2/t)
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	0,0	0,0	2 343	**0,023**
TOTAL - Production produits chimiques	817	0,0	0,0	823	**0,008**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	3 983	0,2	0,1	4 025	**0,040**
TOTAL - Procédé traitements des matériaux (incinération)	51 058	5,6	12,5	54 928	**0,549**
TOTAL - Procédé équipement fixe (combustibles fossiles)	6 467	0,1	0,5	6 592	**0,066**
TOTAL - Procédé équipements mobiles (combustibles fossiles)	868	0,0	0,3	958	**0,010**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	130	0,0	0,0	131	**0,001**
TOTAL	**63 323**	**6,0**	**13,4**	**69 800**	**0,698**

Tableau 14 : Émissions de GES – Scénario de référence 2

	Référence 2 (actuel)				
Tonnes traitées 2018-2019-2020	34 983 (sols 30 028 t; MDR 4 198 t; MR 36 t; eaux 721 t)				
Émissions de GES	TCO_2	TCH_4	TN_2O	Émissions GES (téq.CO_2)	Intensité (téq.CO_2/t)
TOTAL - Production combustibles fossiles	0	0,0	TN2O	618	**0,018**
TOTAL - Production produits chimiques	280	0,0	0,0	282	**0,008**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1 487	0,1	0,0	1 502	**0,043**
TOTAL - Procédé traitements des matériaux (incinération)	7 824	0,1	0,0	8 589	**0,246**
TOTAL - Procédé équipement fixe (combustibles fossiles)	2 213	0,0	2,6	2 256	**0,064**
TOTAL - Procédé équipements mobiles (combustibles fossiles)	297	0,0	0,2	328	**0,009**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	61	0,0	0,1	61	**0,002**
TOTAL	**12 161**	**0,3**	**2,9**	**13 637**	**0,390**

Tableau 15 : Émissions de GES – Simulation 1 en optimisant l'autorisation avec l'unité actuelle

	Projet optimisation procédé actuel				
Tonnes traitées annuellement	68 640 (sols 46 500 t; MDR 10 000 t; MR 2000 t; eaux 10 140 t)				
Émissions de GES	TCO_2	TCH_4	TN_2O	Émissions GES (téq.CO_2)	Intensité (téq.CO_2/t)
TOTAL - Production combustibles fossiles		-	-	1189	**0,017**
TOTAL - Production produits chimiques	549	-	-	552	**0,008**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	2922	0,2	0,1	2953	**0,043**
TOTAL - Procédé traitements des matériaux (incinération)	18 452	1,0	6,9	20 530	**0,299**
TOTAL - Procédé équipement fixe (combustibles fossiles)	4 351	0,1	0,3	4 435	**0,065**
TOTAL - Procédé équipements mobiles (combustibles fossiles)	584	0,0	0,2	645	**0,009**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	101	0,0	0,0	102	**0,001**
TOTAL	**26 958**	**1,3**	**7,5**	**30 405**	**0,443**

Tableau 16 : Émissions de GES – Simulation 2 pour la nouvelle unité

	Projet nouvelle unité				
Tonnes traitées annuellement	31 200 (sols 0 t; MDR 13 600 t; MR 2 000 t; eaux 15 600 t)				
Émissions de GES	TCO_2	TCH_4	TN_2O	Émissions GES (téq.CO_2)	Intensité (téq.CO_2/t)
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	-	-	3	**0,000**
TOTAL - Production produits chimiques	-	-	-	1948	**0,062**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1152	0,1	0,0	1164	**0,037**
TOTAL - Procédé traitements des matériaux (incinération)	20 286	1,7	19,7	26 188	**0,839**
TOTAL - Procédé équipement fixe (combustibles fossiles)	8	0,0	0,0	8	**0,000**
TOTAL - Procédé équipements mobiles (combustibles fossiles)	1	0,0	0,0	1	**0,000**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	14	0,0	0,0	15	**0,000**
TOTAL	**21 461**	**1,8**	**19,7**	**29 326**	**0,940**

Tableau 17 : Émissions de GES – Simulation 3 combinaison de l'unité actuelle à pleine capacité et de l'unité 2

	Projet optimisation unité actuelle et nouvelle unité				
Tonnes traitées annuellement	99 840 (sols 46 500 t; MDR 23 600 t; MR 4000 t; eaux 25 740 t)				
Émissions de GES	TCO_2	TCH_4	TN_2O	Émissions GES (téq.CO_2)	Intensité (téq.CO_2/t)
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	-	-	1191	**0,012**
TOTAL - Production produits chimiques	549	-	-	2500	**0,025**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	4074	0	0	4117	**0,041**
TOTAL - Procédé traitements des matériaux (incinération)	38 738	3	27	46 718	**0,468**
TOTAL - Procédé équipement fixe (combustibles fossiles)	4 359	0	0	4443	**0,045**
TOTAL - Procédé équipements mobiles (combustibles fossiles)	585	0	0	646	**0,006**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	115	0	0	116	**0,001**
TOTAL	**48 419**	**3**	**27**	**59 731**	**0,598**

Le déploiement du projet se déroulant sur quelques années, le tableau suivant illustre la progression potentielle des émissions de GES d'ici 2030 jusqu'à atteindre la pleine capacité de traitement.

Tableau 18 : Émissions de GES prévisionnelles d'ici 2030

Année	Opérations	Émissions totales (tCO_2eq)	Tonnage traité (tm)	Émissions (tCO_2eq/tm)
2022	Unité actuelle sur la base de la moyenne des années 2018-2020	13 637	34 262	0,390
2023	Unité actuelle + début partiel de la nouvelle autorisation unité actuelle	17 829	43 398	0,411
2024	Unité actuelle à pleine capacité nouvelle autorisation	30 405	68 640	0,443
2025	Unité actuelle à pleine capacité nouvelle autorisation	30 405	68 640	0,443
2026	Unité actuelle à pleine capacité nouvelle autorisation + 50 % de la nouvelle	45 068	84 240	0,535
2027	Les 2 unités à pleine capacité	59 731	99 840	0,598
2028	Les 2 unités à pleine capacité	59 731	99 840	0,598
2029	Les 2 unités à pleine capacité	59 731	99 840	0,598
2030	Les 2 unités à pleine capacité	59 731	99 840	0,598

Le scénario de référence 2 montre des émissions de GES associées à l'exploitation au site de RSI en moyenne de 11 173 t CO_2. Or les déclarations annuelles des émissions atmosphériques de RSI pour les années 2018, 2019 et 2020 ont été en moyenne de 11 488 t CO_2. La comparaison entre le calcul estimé des émissions et la réalité mesurée et déclarée confirme que la méthodologie utilisée pour le calcul des émissions de GES est valable.

Avec les autorisations de RSI actuellement en vigueur (référence 1), l'exploitation de l'unité thermique pourrait émettre jusqu'à un maximum de 69 800 t CO_2/an.

La simulation #1 des émissions de GES pour le projet d'optimisation des autorisations actuelles, entraîneraient une diminution du plafond maximum des émissions de GES du procédé en place pour atteindre tout au plus 30 405 t CO_2/an, soit une réduction du plafond d'émission potentiel de 56 % par rapport aux autorisations actuellement en vigueur. L'exploitation de la future unité thermique (simulation 2) ajouterait des émissions annuelles maximales de 29 326 t CO_2/an. Alors, à pleine capacité, les 2 unités auraient un plafond potentiel d'émission de GES à un maximum de 59 731 t CO_2/an, soit 10 069 t CO_2/an de moins par rapport aux autorisations actuelles.

Les émissions de GES cumulées des 2 unités ont été calculées en utilisant une teneur en hydrocarbures maximale en termes de contribution énergétique. Les 2 unités, et en particulier l'unité actuelle, ne pourrait opérer avec une charge en hydrocarbures supérieurs à celle utilisée pour les calculs. De plus certaines matières traitées contiendront très peu d'hydrocarbures, tels que les résidus métalliques ou les sables de fonderie, ce qui émet peu de GES. Chaque tonne de MDR en moins réduit les émissions de GES d'environ 0,7 t GES. Les émissions réelles à venir devraient donc se situer en deçà de la valeur maximale estimée.

Par l'optimisation des autorisations actuelles et en ajoutant une nouvelle unité, RSI prend la voie de réduire volontairement ses émissions de GES potentielles, confirmant ainsi ses orientations prises en 2013-14 à la suite de la réduction de la consommation de propane.

L'intensité des émissions de GES par tonne est due majoritairement au traitement des matières dangereuses résiduelles, lesquelles contiennent beaucoup d'hydrocarbures d'origine pétrolière et des matières résiduelles contenant une forte proportion de plastiques. RSI étudie actuellement comment ces émissions pourraient être compensées par la récupération d'énergie. 2 possibilités de récupération d'énergie sont possibles, une pour chaque unité. RSI a étudiée le potentiel de récupération d'énergie sous forme de chaleur du procédé actuel. Il semblerait qu'il serait possible de récupérer de la chaleur correspondant à celle générée par environ 291 000 litres propane, soit un équivalent de 440 t CO_2 par année. La deuxième unité thermique possèdera, lors de son l'installation, un système de récupération d'énergie. Cette récupération de chaleur provient de l'énergie produite par la destruction des matières dangereuses utilisées comme combustible en remplacement du propane. Les surplus d'énergie récupérée pourraient représenter l'équivalent annuel des émissions d'environ 3 600 tm CO_2, ou un équivalent 1 150 000 litres de mazout lourd.

Dans le scénario actuel, les émissions de GES attribuables à la partie amont du projet (transport et production des intrants) représentent 19 % de toutes les émissions et la partie aval, seulement 0,4 %. À pleine capacité, la partie amont représenterait 13,6 % des émissions et 0,2 % pour la partie aval. Comme mentionné précédemment, les émissions de GES sont donc principalement dues à la teneur en hydrocarbures contenus dans les matières

dangereuses. Toute installation désirant détruire définitivement, au lieu d'enfouir, ce type de contaminant pour la protection de l'environnement émettra des GES en quantité équivalente. RSI exploite le potentiel énergétique des matières dangereuses pour traiter les sols et les eaux contaminés qui n'ont pas de potentiel énergétique. Les alternatives de destruction au projet de RSI sont toutes localisées hors Québec. À titre comparatif, nous avons estimé les émissions de GES pour les mêmes quantités de matières à traiter et avons obtenu des émissions supplémentaires de GES pouvant atteindre jusqu'à 21400 t CO_2/an associés au transport selon l'installation.

La valorisation des extrants et le potentiel de séquestration du carbone associé à l'utilisation du terreau fabriqué avec les sols traités n'ont pas été pris en compte dans les calculs. Il est reconnu que l'utilisation d'un terreau fertile augmente la croissance des plantes et de fait augmente la séquestration du carbone. Considérant les nombreux usages du terreau, il est difficile d'en estimer les gains. Cependant, il faut environ 2000 m^3 (ou 2800 tm) de terreau pour restaurer 1 hectare de sites dégradés (20 cm d'épais comme par exemple pour restaurer une sablière abandonnée ou fermée), ce qui permet d'implanter un support à une végétation. La séquestration annuelle du carbone associée à une surface végétale peut représenter des taux annuels atteignant 6 t CO_2/année/Ha dans les sols forestiers[30] et environ 1 t CO_2/année/Ha pour des cultures agricoles[31]. Ainsi, la production de 10000 tm de terreaux fabriqués dans une année à partir de sols traités, utilisés pour restaurer des sites dégradés, contribuerait à séquestrer entre 3,6 tm de CO_2 et jusqu'à 21 tm de CO_2 par année, et ce pour plusieurs années (1470 t CO_2 sur 70 ans).

Parmi les autres moyens disponibles pour réduire ses émissions de GES, RSI entend mettre en œuvre :

- **Le remplacement du propane par du gaz naturel compressé (GNC) :** le GNC possède une capacité calorifique supérieure au propane, ce qui permettrait de réduire la consommation de combustible fossile et d'émettre environ 19 % moins de CO2. Cela se traduira par une réduction nette des émissions de GES de 1118 t CO_2/an à pleine capacité de l'unité actuelle. Il faut aussi noter que la livraison de GNC s'effectue aux 2 semaines plutôt qu'aux 2 jours, ce qui se traduira aussi par une réduction des émissions associées au transport d'environ 18 t CO_2/an.
- **L'optimisation des transports amont et des transports aval :** RSI prévoit la maximisation du transport ferroviaire pour les trajets longue distance lorsque possible et la réduction des transports à vide et les distances pour la mise en valeur des produits traités. Cette optimisation pourrait réduire les émissions de GES associées au transport à un maximum de 392 t CO_2/an à pleine capacité.
- **Le recyclage des métaux :** contrairement à l'enfouissement, RSI récupère les métaux contenus dans les sols et matières résiduelles. Or chaque tonne de métaux ferreux récupérés permet d'éviter des émissions de GES de 1,18 t/CO_2. Il est prévu récupérer 2000 tm de métaux ferreux à pleine capacité, soit un équivalent de 2360 tm CO_2/an.

[30] Tremblay, S., Ouimet, R. La séquestration du C organique dans les sols forestiers, Forest 4 : 1141-1157

[31] Paustian K, Larson E, Kent J, Marx E and Swan A (2019) Soil C Sequestration as a Biological Negative Emission Strategy. Front. Clim. 1:8. doi : 10.3389/fclim.2019.00008

- **La destruction d'halocarbures :** les halocarbures dont plusieurs sont utilisés comme réfrigérant, possèdent généralement des potentiels de réchauffement climatique équivalant à plusieurs fois le CO_2 (1000 à 10000 x). Or, actuellement ces gaz doivent être détruits hors Canada, ce qui entraîne des émissions dues au transport et augmente aussi les risques de fuite. Chaque tonne d'halocarbures détruite par RSI peut réduire les émissions de GES de plusieurs milliers de tonnes, ce qui représente un axe de compensation non négligeable.
- **La valorisation du CO_2 :** le CO_2 généré par le procédé pourrait être utilisable pour certaines activités industrielles, notamment pour la culture en serre. Une partie du CO_2 émis à la cheminée pourrait être valorisée concurremment avec la mise en valeur des surplus de chaleur générés par la future unité, créant ainsi une boucle d'économie circulaire, tout en réduisant les émissions de GES du futur utilisateur.
- **Les technologies de captage du CO_2 :** ces technologies se développent rapidement et pourraient devenir commercialement possibles d'ici quelques années, ce qui permettra de capter le dioxyde de carbone à la cheminée pour le séquestrer ou encore valoriser le CO_2 pour différents utilisateurs industriels. RSI s'engage à suivre l'évolution de ces technologies et à les mettre en œuvre lorsqu'elles seront rendues au stade commercial.

D'ici là, RSI envisage de compenser une partie de ses émissions associées à la combustion des combustibles fossiles au moyen d'achat de crédits compensatoires. La compensation des GES est basée sur le principe qu'une quantité donnée de GES émise en un endroit puisse être « compensée » par la réduction ou la séquestration d'une quantité équivalente de GES ailleurs dans le monde. Ainsi, en vue de réduire l'impact des émissions de GES que RSI n'a pu éviter de générer, l'entreprise pourrait investir dans une organisation pour qu'elle réduise en son nom les émissions de GES en investissant dans des projets de compensation (achat de crédits compensatoires de carbone). Plusieurs projets de crédits compensatoires existent par le biais de la foresterie, l'agriculture ou autre.

5.4 ENTREPOSAGE DES MATIÈRES

Le site de RSI environnement possède déjà plusieurs infrastructures requises afin d'entreposer sécuritairement les différentes matières à traiter. Il est prévu, dans le cadre de ce projet, d'ajouter un entrepôt supplémentaire pour les nouvelles matières. Le tableau suivant décrit les capacités d'entreposage actuelles et à venir. L'annexe 11 situe sur le site les différentes infrastructures.

Tableau 19 : Description des infrastructures d'entreposage

#	Nom	Année construction	Type matière	Capacité	Détail construction
1	Bâtiment conditionnement	1997	Sols contaminés, MDR, MR	10 000 tm	Bâtiment couvert d'un dôme souple étanche. Construit sur plate-forme de béton avec membrane de HDPE sous-jacente pour 2 niveaux de protection Pression négative maintenue par système de ventilation muni de dépoussiéreur avec injection de charbon, système de détection et d'extinction des incendies incluant caméra thermique
2	Bâtiment entreposage	2003	Sols contaminés, MDR, MR	77 000 tm (MDR max 20 000 t)	Bâtiment avec couverture rigide Construit sur plate-forme de béton avec membrane de HDPE sous-jacente pour 2 niveaux de protection. Pression négative maintenue par système de ventilation muni de dépoussiéreur avec injection de charbon, système de détection et d'extinction des incendies incluant caméra thermique
3	Lagunes TDE	1997	Eaux contaminées	2 x 350 000 litres	Construit avec membrane HDPE, sur dalle de béton étanche pour 2 niveaux de protection, hors-sol avec muret en blocs de béton, alarme de haut niveau
4	Plate-forme béton	1997-2003	Sols et autres matières traitées	16 x 500 tm	Plate-forme en béton résistant à la chaleur avec dosseret en béton, les différentes sections sont séparées par des murets en béton ou des blocs de béton
5	Plate-forme asphalte	2009	Sols contaminés (HP et HAP seulement)	7500 tm	Plate-forme en asphalte avec muret en bloc de béton recouvert d'une membrane imperméable, les sols entreposés sont recouverts de bâches imperméables
6	« Nouvelles » lagunes	2021	Eaux contaminées	2 x 4 700 000 litres	Bassins construits avec 2 membranes de HDPE, pour 2 niveaux de protection, résistantes aux attaques chimiques séparées par un grillage, environ 4 m de profond, système de détection des fuites, alarme de haut niveau, recouvert de dômes souples étanches
7	Frac Tank	2020	Eaux contaminées ou traitées, MDR liquide (huile...)	9 x 75 000 litres	Réservoirs mobiles en métal conçu pour l'entreposage d'huile ou d'autres MDR liquide inflammable
8	Entrepôt matières en contenant et inflammables	À venir	MDR et MR	800 espaces pour palettes 2 réservoirs 40 000 litres 1 réservoir 20 000 l	Bâtiment avec couverture rigide Construit sur plate-forme de béton avec membrane de HDPE sous-jacente pour 2 niveaux de protection Pression négative maintenue par système de ventilation muni de dépoussiéreurs avec injection de charbon. Anti-déflagration et système de détection et d'extinction des incendies

Dans le cadre du projet, il est prévu d'ajouter un nouvel entrepôt pour la réception et l'entreposage des nouvelles matières en lien avec le présent projet. Cet entrepôt sera pourvu :

- D'une aire de déchargement pour les matières en contenant;
- D'une aire d'entreposage temporaire (quarantaine);
- D'un système de palletier afin d'optimiser l'entreposage de matières en contenant (barils, sac, réservoir cubique);
- D'une section dédiée pour les matières inflammables (solide ou liquide) d'une capacité de 100 tm (100 000 l);
- De 2 réservoirs de vrac pour les liquides hauts potentiels calorifiques (inflammables ou non) d'une capacité de 40 000 l chacun, équipé d'un dispositif de prise d'inventaire automatique;
- D'un réservoir de vrac pour les liquides bas potentiels calorifiques (inflammables ou non) d'une capacité de 20 000 l, équipé d'un dispositif de prise d'inventaire automatique;
- D'un lit de décantation et d'épaississement pour les boues liquides.

Le nouvel entrepôt destiné à recevoir les matières en contenant (# 8) sera aménagé au centre du complexe entre les entrepôts 1 et 2 existants. L'entrepôt sera construit de manière à protéger ce qui est entreposé de toute altération que peuvent causer l'eau, la neige, le gel ou la chaleur. Le bâtiment sera équipé avec un système de détection d'incendie et un système d'extinction automatique d'incendie approprié à la nature des matières entreposées. Le système de détection d'incendie ou d'intrusion sera relié à un poste extérieur de contrôle d'alarme. Le plancher sera étanche et résistant à l'attaque chimique par la matière entreposée et sera capable de supporter cette matière. En outre, l'aire d'entreposage doit être aménagée de manière à pouvoir contenir les fuites ou déversements. Différentes aires d'entreposage seront délimitées en fonction de la compatibilité des matières. Puisque ce bâtiment comprendra des réservoirs, chacun sera muni de bassin étanche pouvant contenir 110 % de la capacité de chaque réservoir. L'aire d'entreposage en contenant aura pour sa part, une capacité de rétention en cas de fuite correspondant à 125 % le plus gros contenant. L'entreposage des matières sera réalisé conformément à la section 2 du règlement sur les matières dangereuses, ainsi qu'aux différents documents d'application du règlement sur les matières dangereuses produits par le MELCC. Le programme de surveillance environnementale comprendra également la vérification de l'état et du bon fonctionnement des composantes de l'entrepôt.

5.5 EFFICACITÉ DE TRAITEMENT ET ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Les opérations de traitement thermique de RSI Environnement sont soumises à des vérifications annuelles de la conformité afin de valider l'efficacité d'enlèvement et de destruction des composés contenus dans les matières contaminées tout en respectant les standards et normes d'émission à la cheminée. Les travaux sont réalisés par une firme indépendante après approbation du devis d'échantillonnage et d'analyse par le MELCC. Le programme de suivi tel que décrit à la section 10 est déjà implanté depuis plusieurs années et fait l'objet d'une autorisation par le MELCC. Ce programme, très complet, va au-delà de l'exigence minimale du règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, en ciblant le suivi de l'air ambiant et des retombées atmosphériques en périphérie du site.

Les essais de conformité annuelle des trois dernières années ont été réalisés alors que les matières traitées étaient représentatives de celles prévues d'être reçues dans les années à venir. Lors des essais de conformité, pour chacun d'eux, trois échantillons de gaz ont été prélevés à la cheminée du procédé et des échantillons de solide ont été prélevés à l'entrée et la sortie du four rotatif. De plus, des appareils de lecture en continu des gaz ont été utilisés pour vérifier l'exactitude des données mesurées par les appareils de lecture de RSI. Les tableaux 21 et 22 résument les résultats obtenus. Le tableau ci-après résume les principaux résultats obtenus lors de ces essais.

Tableau 20 : Sommaire des résultats des essais de performance annuels

Paramètres gazeux	Unité	2018 [1] (28 et 29 mai 2019)	2019 (produits périmés 30 mai 2019)	2019 (24 et 25 sept 2019)	2020	Norme [2]
D & F (ITEQ)	ng\Rm³	0,000 07	0,000 03			< 0,08
BPC cong.	ug/Rm³	< 0,0145				
HAP tot.	ug/Rm³		0,08	1,7	2,0	
Mercure	ug/Rm³	5,7	8,8	0,3	56 et 0,82 [4]	< 50
Composés organiques volatils	mg/Rm³		0,33			
Matières particulaires	mg/Rm³	1,9	2,3	2,9	< 20	< 20
HCl	mg/Rm³	10,2	4,7	1,0	2,5	< 50
HF	mg/Rm³				0,36	
COGT	mg/Rm³	18	7	0,5	0,24	
O_2	% V/V	11,0	11,4	10,6	10,4	8,5 [3]
CO_2	% V/V	7,9	7,7	8,1	8,9	
NOx	mg/Rm³				168	
CO	mg/Rm³	8,0	5,7	1,4	13,7	< 50
SO_2	mg/Rm³	22,3	0,03	63	15,1	< 150
Efficacité destruction HAP	%			> 99,999 8	> 99,999 94	> 99,99
Efficacité destruction BPC	%	> 99,999 98				> 99,999 9
Paramètres solides						

Sols et matières à traiter avant traitement						
HAP	mg/kg			2400	8200	
Hydrocarbures pétroliers C^{10}-C^{50}	mg/kg	25000		69000	35000	
BPC	mg/kg	270				
SPFA	mg/kg				0,08	
D&F (ITEQ)	ng/kg					
Sols et matières à traiter après traitement						
HAP	mg/kg			< 0,1	< 0,1	
Hydrocarbures pétroliers C^{10}-C^{50}	mg/kg	< 100	< 100	< 100	< 100	
BPC	mg/kg	< 0,01				
SPFA	mg/kg				< 0,001	
D&F (ITEQ)	ng/kg				150	

[1] test de 2018 qui n'avait pas pu être réalisé cette année-là dû à l'indisponibilité des firmes de prélèvement pendant la période d'opération 2018.
[2] Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
[3] Paramètre requis selon le certificat d'autorisation
[4] bris lors du test et reprise après réparation

Les résultats démontrent l'efficacité de la technologie pour l'enlèvement et la destruction des contaminants organiques contenus dans les sols et solides contaminés et les matières dangereuses résiduelles. En effet, l'efficacité du procédé pour la destruction des BPC est supérieure à 99,999 98 % et celle pour les HAP est supérieure à 99,998 %, ce qui est, dans les deux cas, supérieur à ce qu'exige la norme tirée du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA). Les tests ont aussi permis de démontrer l'efficacité du procédé pour la destruction thermique des produits pharmaceutiques périmés contenant entre autres des PVC (contenant entre 1 % et 17 % de chlore). Il est à noter que l'efficacité de destruction ne peut pas être calculée pour les produits périmés.

Tous les autres résultats obtenus, aussi bien pour les échantillons gazeux que pour les échantillons de sols, respectent les valeurs cibles tirées des différentes lois et règlements en vigueur ainsi que celles des certificats d'autorisation. De plus, tous les paramètres d'opération ont été audités et respectaient les exigences de nos certificats d'autorisation.

RSI procède également à des prélèvements d'air ambiant à intervalle régulier en amont et en aval du site par rapport aux vents dominants (station est et ouest). Le tableau ci-après présente les valeurs moyennes annuelles obtenues au cours des trois dernières années.

Figure 5 : Localisation des stations d'échantillonnage de l'air ambiant

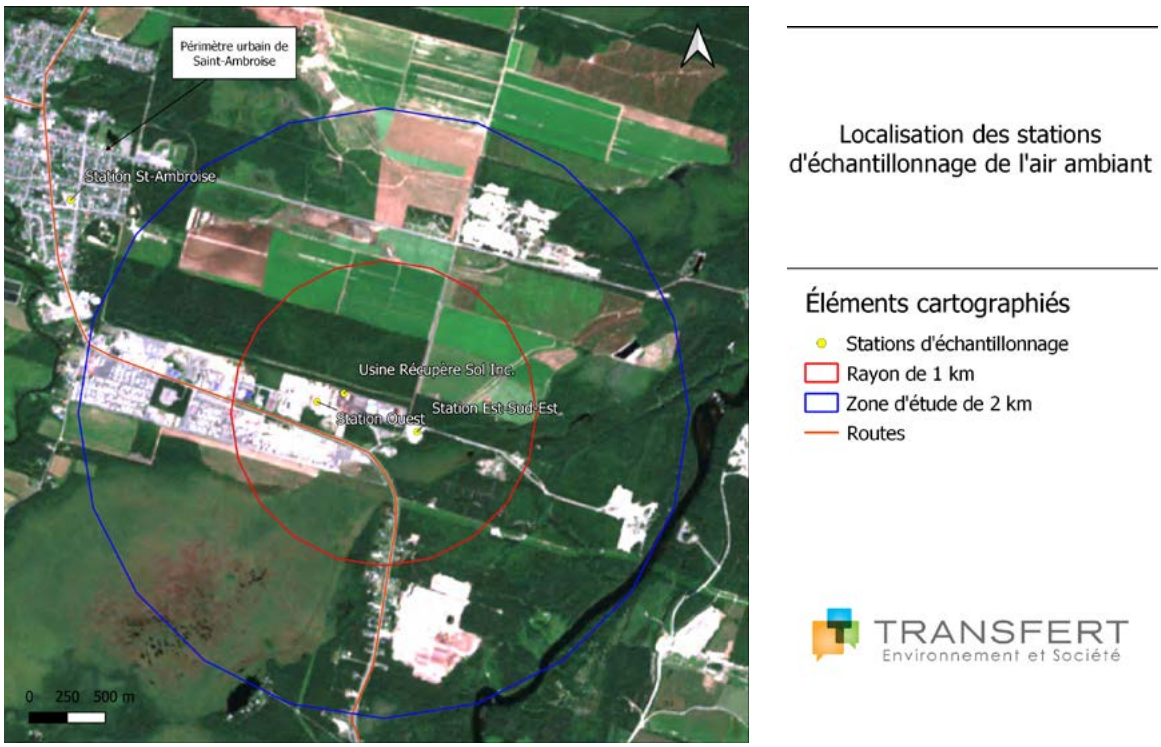


Tableau 21 : Résultats des échantillonnages d'air ambiant

Paramètres[1]	Station	Année			Critères ou normes (RAA)
		2018	2019	2020	
BPC totaux (ng/m³)	Est	0,028	0,078	0,074	S/O
	Ouest	0,040	0,077	0,184	
D & F (fg ITEQ/m³)	Est	5,815	2,495	4,366	60 (1 an)
	Ouest	7,410	0,260	1,472	
HAP totaux (ng/m³)	Est	0,548	2,495	4,366	S/O
	Ouest	1,424	1,546	3,711	
1- méthylnaphtalène (ng/m³)	Est	0,031	0,152	0,230	4 000 (1 an)
	Ouest	0,030	0,002	0,147	
2- méthylnaphtalène (ng/m³)	Est	0,044	0,263	0,340	4 000 (1 an)
	Ouest	0,031	0,115	0,206	
Naphtalène (ng/m³)	Est	0,240	0,923	1,058	3 000 (1 an)
	Ouest	0,131	0,330	0,897	
Pyrène (ng/m³)	Est	0,025	0,090	0,294	13 000 (1 an)
	Ouest	0,069	0,086	0,256	
B(a)pyrène (ng/m³)	Est	n.d.	n.d.	0,053	0,9 (1 an)
	Ouest	n.d.	n.d.	0,061	
HAP totaux B[a]P équivalent (ng ÉT/m³)	Est	0,001	0,004	0,106	2,4 (1 an)
	Ouest	0,003	0,004	0,124	

[1] Résultats exprimés sur une base annuelle

Tous les résultats de l'air ambiant démontrent le respect des normes ou critères de qualité de l'atmosphère conformément au RAA.

Ce programme de la surveillance de la qualité de l'air ambiant est accompagné par un programme de suivi de la qualité des sols de surface en périphérie de l'usine. Les sols de surface de trois stations sont échantillonnés annuellement et analysés pour les teneurs en métaux lourds, dioxines et furannes, ainsi qu'en BPC.

Figure 6 : Localisation des stations d'échantillonnage des sols

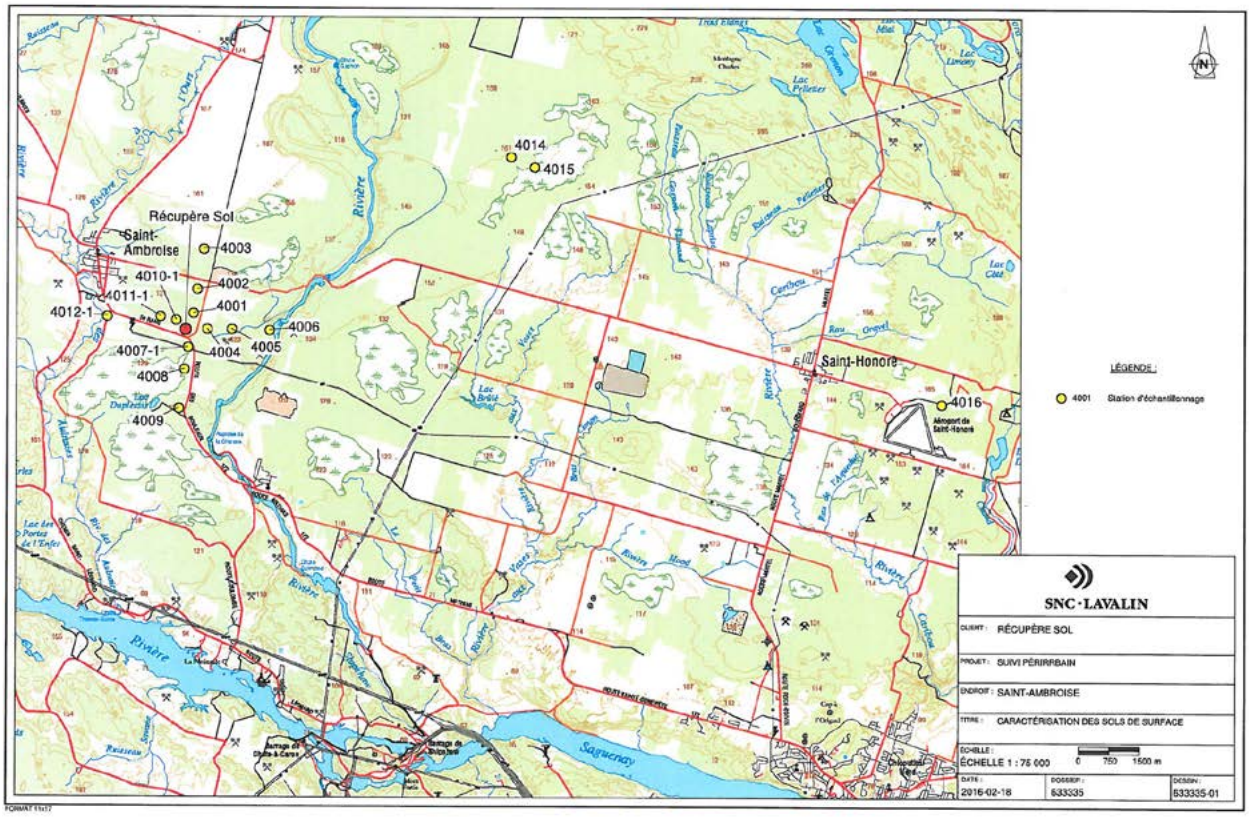


Tableau 22 : Résultats des analyses des sols de surface

paramètre	Niveau A (bruit de fond)	Niveau B	Niveau C	Station 4004			Station 4007-1			Station 4010-1		
				2018-10-17	2019-10-30	2020-09-16	2018-10-17	2019-10-30	2020-09-16	2018-10-17	2019-10-30	2020-09-16
BPC (mg/kg)	0,05	1	10	<0.01	<0.010	<0.010	<0.01	<0.010	<0.010	<0.01	<0.010	<0.010
D&F TEQ (pg/g)	-	15	750	0,39	3,5	0,25	4,7	0,99	10	0,84	3,7	4,3
Argent (mg/kg)	2	20	40	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Arsenic (mg/kg)	10	30	50	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Baryum (mg/kg)	200	500	2000	26	15	28	12	37	20	24	35	49
Cadmium (mg/kg)	0,9	5	20	0,19	<0.10	0,28	<0.10	0,11	<0.10	0,24	0,18	0,33
Chrome Total (mg/kg)	45	250	800	2,2	3,2	3,2	<2.0	2,9	<2.0	3,2	6,7	9,9
Cobalt (mg/kg)	15	50	300	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Cuivre (mg/kg)	50	100	500	7,6	7,3	8	5,5	8,6	4,2	7,3	11	17
Étain (mg/kg)	5	50	300	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Manganèse (mg/kg)	1000	1000	2200	170	340	170	260	160	380	140	130	170
Mercure (mg/kg)	0,4	2	10	0,073	0,076	0,077	<0.050	<0.050	<0.050	0,099	0,12	0,16
Molybdène (mg/kg)	6	10	40	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Nickel (mg/kg)	30	100	500	3,7	4	4,8	1,3	5,4	2,9	4,7	9,2	13
Plomb (mg/kg)	50	500	1000	<5.0	<5.0	6,6	<5.0	5,3	<5.0	<5.0	15	17
Sélénium (mg/kg)	3	3	10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Zinc (mg/kg)	100	500	1500	42	20	49	17	43	20	46	55	71

Les résultats démontrent le respect du critère A du guide d'intervention sur la protection des sols et la réhabilitation des terrains contaminés du MELCC ou la valeur limite réglementaire de l'annexe 1 du règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés (dans le cas des D&F, cette valeur a été validée par une approche de protection de la santé humaine réalisée par le service d'analyse de risque du MELCC). Le critère A représente les teneurs de fond naturelles pour les substances inorganiques ou les limites de quantifications de la méthode pour les substances organiques telles que déterminées par le CEAEQ.

Dans le cadre de ce projet, une modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants a été réalisée (annexe 12). La modélisation a été réalisée en utilisant les cinq sources d'émissions actuelles (procédé thermique, ventilation et conditionnement, ventilation de l'alimentation, ventilation entreposage et système de refroidissement), auxquelles a été ajoutée la future unité thermique. Cinq scénarios d'émissions ont été simulés soit : les émissions des cinq sources actuelles à pleine capacité, les émissions de la future unité à deux positions différentes et les émissions des six sources avec les deux positions pour la nouvelle unité thermique. Les taux d'émissions utilisés pour les simulations ont été considérés égaux à ceux de l'unité actuelle. Cette hypothèse est supportée par le fournisseur de la technologie et s'avère très conservatrice étant donné que la nouvelle unité thermique opère à plus faible régime et aurait donc des taux d'émissions plus faibles.

Les résultats des modélisations de la dispersion de la contamination atmosphérique confirment que la totalité des concentrations ambiantes obtenues au sol respecte les valeurs limites réglementaires du règlement sur la qualité de l'atmosphère, ainsi que les critères d'air ambiant applicables du MELCC en tout temps et en tout point du domaine de modélisation. Les simulations ont aussi permis d'identifier que la future unité aurait moins d'impact avec une position au sud par rapport à l'unité actuelle, bien que la différence soit mineure.

5.6 GESTION DES EAUX DE PROCÉDÉ

Toutes les eaux du site (opération et ruissellement) sont captées par des puits et acheminées soit par gravité ou par pompage vers la lagune d'entreposage et de traitement. Le système de traitement est déjà autorisé par le MELCC. Un programme de suivi, tel que décrit à la section 10, est déjà implanté depuis plusieurs années et fait l'objet d'une autorisation par le MELCC. Ce programme, très complet, vise non seulement les eaux de procédé, mais également les eaux souterraines.

Les données antérieures permettent de conclure qu'il existe deux types de contaminants majeurs présents dans l'eau brute : les particules (MES) et les contaminants organiques (hydrocarbures) ou organiques chlorés (BPC, PCP...). Le traitement mis en place permet soit la réutilisation de l'eau dans la tour de refroidissement ou l'élimination dans le puits de dispersion. Le procédé de traitement repose sur six étapes principales :

- Entreposage, ajustement du pH de l'eau brute et sédimentation;
- Séparation de la phase huileuse;
- Traitement secondaire des matières particulaires;
- Absorption de la phase huileuse en émulsion;
- Absorption des composés organiques;
- Entreposage de l'eau traitée avant rejet ou réutilisation.

Le diagramme du procédé de traitement des eaux est présenté à l'annexe 13. Les eaux traitées sont accumulées dans deux réservoirs de 60 et 69 m^3. Aucun des réservoirs n'est acheminé vers l'une ou l'autre des voies d'élimination sans la confirmation du respect des critères de qualité des eaux par le biais d'un échantillon représentatif du réservoir analysé par un laboratoire externe accrédité. Un programme de suivi des opérations du système de traitement des eaux fait partie intégrante des autorisations actuelles. Les BPC et les hydrocarbures pétroliers sont systématiquement analysés sur chaque échantillon, auquel s'ajoutent d'autres contaminants d'intérêt lorsque requis. Le tableau suivant présente les résultats obtenus pour l'année 2020.

Tableau 23 : Résultats d'analyse des échantillons d'eau traitée avant rejet (moyenne mensuelle en 2020)

	BPC (µg/l)	C10-C50 (µg/l)	HAP (Som) (µg/l)	B(a)P (µg/l)	PFOS (µg/l)	PFOA (µg/l)
critère	0,5	2800	1,8	0,01	0,6	0,2
janv-20	<0,2	281	non requis	non requis	non requis	non requis
févr-20	<0,2	1883	non requis	non requis	non requis	non requis
mars-20	<0,2	< 100	non requis	non requis	non requis	non requis
avr-20	<0,2	1646	non requis	non requis	non requis	non requis
mai-20	<0,2	337	non requis	non requis	0,039	0,0038
juin-20	<0,2	414	<0,1	<0,01	0,219	0,02
juill-20	<0,2	152	<0,1	<0,01	0,006	0,014
août-20	<0,2	186	<0,1	<0,01	0,018	<0,001
sept-20	<0,2	201	<0,1	<0,01	non requis	non requis
oct-20	<0,2	505	<0,1	<0,01	non requis	non requis
nov-20	<0,2	580	<0,1	<0,01	non requis	non requis
déc-20	<0,2	179	<0,1	<0,01	non requis	non requis

Les eaux étant rejetées dans un puits de dispersion, le suivi de la qualité des eaux souterraines permet de valider l'impact du rejet sur la nappe phréatique. Les données de la qualité des eaux souterraines sont présentées à l'annexe 4. Celles-ci confirment que le rejet des eaux traitées n'affecte pas la qualité des eaux souterraines.

5.7 MATIÈRES RÉSIDUELLES

Les activités de traitement thermique génèrent très peu de matières résiduelles, mis à part celles générées au bâtiment administratif. On retrouve un peu d'huiles et de résidus huileux (linges et vêtements souillés, boues du traitement des eaux). La majorité des matières résiduelles sont intégrées aux matières à traiter. Les matières résiduelles à éliminer hors site sont générées par le système d'épuration des gaz de l'unité actuelle, lesquelles sont constituées de solides constitués d'un mélange de poussières des sols et de MDR traitées, du charbon activé et de la chaux injectés pour le traitement de l'air. Ces matières seront caractérisées et gérées conformément aux règlements sur la base des résultats d'analyse. On estime que la quantité de ces matières pourraient atteindre 4250 tm/an à pleine capacité.

La future unité pourrait générer, en plus des solides du système d'épuration de l'air (similaire au procédé actuel), des cendres issues de la destruction des MDR. Le fournisseur de la technologie estime un taux moyen de production de cendres de 22 % par rapport à l'alimentation, soit environ 22 à 26 tm/h selon les scénarios d'alimentation (6 900 tm/an). Ces cendres seront gérées conformément au règlement sur les matières dangereuses et éliminées vers des sites autorisés.

5.8 ENVIRONNEMENT SONORE

Une étude sonore a été réalisée spécifiquement dans le cadre de cette ÉIE au cours de l'été 2021. Les objectifs de cette étude étaient de mesurer le bruit résiduel du secteur afin d'établir des seuils de bruit à respecter, de modéliser le niveau sonore maximal de RSI Environnement et d'évaluer la conformité sonore de l'usine pour l'ensemble des opérations actuelles et futures selon la note d'instruction 98-01 du MELCC. Les résultats de cette étude se retrouvent à l'annexe 14.

Des mesures du climat sonore ont été effectuées sur les terrains des résidences les plus proches de l'usine du 13 au 16 juillet 2021, pendant une période d'arrêt des activités de RSI Environnement. Puisque les valeurs mesurées sont supérieures au seuil du zonage, ces valeurs sont retenues comme des seuils à respecter. Les seuils à respecter sont au nord du site de 45,5 dB de nuit et 49,3 dB de jour, alors qu'au sud, les valeurs sont de 62,5 dB de nuit et de 65,8 dB de jour. Il est important de mentionner que les seuils ont été calculés au nord en considérant la résidence la plus près du site. Or celle-ci est inhabitée depuis la réalisation de cette étude. Ainsi le seuil à respecter pourrait être supérieur à 45,5 dB de nuit et 49,3 dB de jour. Une mise à jour des seuils sera réalisée si besoin.

L'ensemble des sources d'émission sonore de RSI ont été caractérisées à l'été 2021 lors d'une période normale d'opération. Ces données ont été utilisées afin de simuler l'apport de RSI au climat sonore environnant. Il en résulte qu'avec les opérations actuelles, le seuil à respecter est dépassé au nord avec une valeur de nuit de 45,9 dB, soit 0,4 dB supérieur au seuil, et de 50,9 dB de jour, soit 1,6 dB supérieur au seuil.

L'ajout d'une nouvelle unité thermique augmente la contribution globale de RSI au climat sonore. Les seuils seraient excédés du côté nord seulement. Deux localisations probables de la nouvelle unité ont été simulées et dans les deux cas, les résultats sont sensiblement les mêmes. Le seuil est excédé par 0,9 à 1,1 dB de nuit et par 1,7 à 1,8 dB de jour.

5.9 VALORISATION ET MISE EN VALEUR DES EXTRANTS

Le bilan de masse prévisionnel est basé sur les expériences des années antérieures d'opérations, en particulier les années 2019 à 2020, jugées plus représentatives des matières à recevoir dans le cadre de ce projet. Le tableau suivant présente les principaux éléments du bilan de masse.

Tableau 24 : Sommaire du bilan de masse du projet

Matières	Unité actuelle projet proposé (tm/an)	Nouvelle unité proposée (tm/an)	Capacité maximale des 2 unités (tm/an)	Filière de mise en valeur et utilisation
Avant traitement				
Sols contaminés	35100	0	35100	S/O
Matières dangereuses résiduelles	15600	13600	29200	
Matières résiduelles	7800	2000	9800	
Eaux industrielles contaminées	10140	15600	25740	
Sous-total avant traitement	**68640**	**31200**	**99840**	
Après traitement				
Sols < A	24555	3153	27707	Réutilisation sans restriction d'usage, vendu pour terrassement, travaux routiers, remplissage, utilisé pour le terreau, fabrication béton...
Sols A - B	4860	1933	6793	Réutilisation dans la fabrication de terreau ou la fabrication de béton
Sols B - C	4860	1933	6793	Réutilisation dans la fabrication de béton, recouvrement journalier
Sols > C	4581	494	5075	Enfouissement dans un lieu autorisé
Métaux ferreux	1340	1100	2440	Recyclage des métaux
Carbone minéralisé	3148	1852	5000	Le carbone solide se retrouve mélangé dans les fractions sols ci-dessus
Eaux sous forme vapeur	17598	16923	34521	Atmosphère
Carbone sous forme de CO_2	4450	2618	7068	Atmosphère
Autres solides	3249	1194	4443	Enfouissement dans un lieu autorisé
Sous-total après traitement	**68640**	**31200**	**99840**	

RSI a comme objectif de valoriser le maximum de matières traitées. À titre d'exemple, en 2020, première année où la valorisation des sols < B est autorisée pour la fabrication de terreaux, RSI a produit 13 700 tm de terreaux à partir de 10 105 tm de sols traités. Ce terreau, de qualité tout usage, a été écoulé sur les marchés locaux.

5.10 PHASE D'AGRANDISSEMENT ET DE CONSTRUCTION

Le présent projet est subdivisé en deux parties. La première vise à optimiser les opérations de l'unité actuelle. Il y aura ajout d'un bâtiment qui servira d'entreposage des matières en contenant et inflammables (section 5.4). Celui-ci sera localisé entre les bâtiments existants, ce qui ne nécessitera pas de déboisement ou d'aménagement important. Pour la seconde partie, l'ensemble du site étant déjà aménagé, l'installation de la nouvelle unité nécessitera peu de travaux d'aménagement. Les travaux suivants sont prévus :

- Préparation du site pour recevoir les infrastructures (arpentage, préparation des sous-traitants, nivellement simple);
- Sous-fondation et bétonnage des surfaces d'accueil des infrastructures de support de la nouvelle unité;
- Montage des structures métalliques;
- Installation des équipements;
- Mise en route et essai de fonctionnement et performance.

Ces travaux auront très peu d'impact et seront de courte durée (2 à 3 mois).

5.11 FERMETURE

Le projet n'a pas de fin prédéterminée. Au terme du projet, il faudra prévoir le démantèlement des infrastructures et la remise en état du site. Les activités de RSI reposent sur la réception et l'élimination après traitement de toutes les matières reçues. Il n'y a pas d'accumulation de matières traitées à long terme. Par ailleurs, les activités font l'objet d'un suivi des opérations et d'une surveillance environnementale stricte qui limitent les impacts environnementaux. Le cas échéant, RSI procèdera à la remise en état de l'environnement du site durant la vie utile du projet. Ainsi, à la fermeture, il n'est pas prévu de procéder à des travaux majeurs de décontamination.

6. DÉTERMINATION DES ENJEUX POUR FIN DE DÉTERMINATION DES IMPACTS

L'identification et la détermination des enjeux sont les étapes de base afin de réaliser une évaluation des impacts structurée, en adéquation avec les préoccupations que le projet soulève.

L'identification des enjeux est issue de différentes sources, soit des conclusions du processus de consultation ciblée et publique, des directives du MELCC et des objectifs de RSI Environnement. Plusieurs enjeux ont été soulevés par l'une ou l'autre de ces sources. Les tableaux suivants présentent les principaux enjeux identifiés et les raisons justifiant le choix de ceux retenus pour l'évaluation des impacts.

Tableau 25 : Enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux	Choix	Justification
Changement climatique	✓ Retenu	• Le contexte du projet, soit la destruction de contaminants et l'émission de GES, qui sont directement liés au climat. • Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation de RSI.
Qualité de l'air	✓ Retenu	• Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Importance pour les populations locales. • Préoccupation de RS.
Qualité des eaux de surface	✓ Retenu	• Elle s'avère essentielle pour la survie de la faune et de la flore et pour le bon fonctionnement de l'écosystème. • Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • RSI est situé à moins de 1,7 km de la rivière Shipshaw. • Milieu humide et cours d'eau à proximité. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Importance pour les populations locales.

Qualité des eaux souterraines	✓ Retenu	• Composante de l'environnement à préserver. • Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Composante protégée par les lois et règlements provinciaux. • Nappe phréatique vulnérable. • Les activités du projet sont à risque de contaminer les eaux souterraines. • Source d'approvisionnement par les eaux souterraines pour le procédé et l'eau potable de RSI. • Préoccupation de RSI.
Qualité du réseau hydrographique	✗ Non retenu	• Dans le contexte du projet, aucune modification du régime hydrique n'aura lieu. Aucun détournement d'un cours d'eau d'un bassin versant vers un autre n'aura lieu.
Qualité des sols	✓ Retenu	• Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • La qualité des sols est essentielle à la santé et à l'équilibre écologique de la faune, de la flore et des populations locales.
Perte de biodiversité	✗ Non retenu	• Le contexte du projet fait que RSI s'installe sur un milieu préalablement anthropisé. Le projet n'entraînera pas de perte de milieux naturels ni de milieu humide.
Espèce à statut particulier	✗ Non retenu	• Le contexte du projet fait que RSI s'installe sur un milieu anthropisé. Aucune espèce à statut n'a été identifiée sur le terrain. Certaines espèces sont présentes régionalement, mais il n'y a aucune possibilité qu'elles fréquentent le site (habitats non-présents).
Bruit	✓ Retenu	• Préoccupation soulevée lors des consultations. • Préoccupation de RSI.
Gestion des matières résiduelles et sols contaminés	✓ Retenu	• Préoccupation soulevée lors des consultations. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Adéquation avec les politiques gouvernementales. • Augmentation du transport associé et importation des matières à traiter. • Préoccupation de RSI.

Gestions des matières traitées	✓ Retenu	• Préoccupation soulevée lors des consultations. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Adéquation avec les politiques gouvernementales. • Augmentation du transport. • Préoccupation de RSI.
Développement durable et responsable	✓ Retenu	• Préoccupation soulevée lors des consultations. • Adéquation avec les politiques gouvernementales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation de RSI.
Risques d'accident technologiques	✓ Retenu	• Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE • Préoccupation de RSI
Risques de déversement accidentel	✓ Retenu	• Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Préoccupation de RSI

Tableau 26 : Enjeux Humains

Enjeux Humains	Choix	Justification
Retombées économiques	✓ Retenu	• Importance pour la communauté d'affaires et la population locale. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation de RSI.
Utilisation du sol	✗ Non retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Le contexte du projet fait que RSI s'installe sur un milieu préalablement anthropisé et aucun agrandissement de la surface actuellement anthropisée ne sera effectué.

Utilisation du territoire agricole	✓ Retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Présence de producteurs de pommes de terre et de bleuets, activité importante pour la localité.
Santé – sécurité des travailleurs	✓ Retenu	• Composante protégée par les lois fédérales et provinciales. • Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation de RSI. La santé et la sécurité représentent une valeur de la compagnie.
Sécurité des résidents	✓ Retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation soulevée lors des consultations en raison du transport routier. • Préoccupation de RSI.
Réactions sociales et psychosociales	✕ Non retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Un des sujets soulevés par un participant lors des consultations du MELCC, parmi les autres sujets abordés par la Directive du MELCC. • Aucune réaction sociale ou psychosociale négative spécifique rapportée lors des consultations publiques. • Poursuite de la démarche d'information et de consultation tout au long de la procédure d'évaluation environnementale, ainsi que pendant la construction et l'opération.
Tourisme et récréotourisme	✓ Retenu	• Activité touristique importante (Florida) dans la zone à l'étude.
Patrimoine historique, visuel et archéologique	✕ Non retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Le contexte du projet fait que RSI s'installe sur un milieu anthropisé, sans modification au paysage. • Le site industriel et l'environnement de la zone à l'étude ne possèdent pas de valeur historique ou archéologique.
Qualité de vie	✓ Retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation de RSI.
Acceptabilité sociale	✓ Retenu	• Enjeu recommandé dans la Directive du MELCC pour la réalisation de l'ÉIE. • Préoccupation de RSI.

7. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

Les enjeux du projet identifiés selon différentes sources (chapitre 6) sont associés à des composantes valorisées de l'environnement (CVE). Les CVE retenues font l'objet d'une évaluation afin d'identifier les activités du projet susceptibles d'entraîner des modifications de celles-ci et de déterminer les changements induits par ces activités. L'analyse des interrelations entre les CVE et les activités en lien avec les enjeux permet d'évaluer des impacts qui en découlent et des mesures d'atténuation sont décrites. L'analyse des impacts prend en compte la totalité des impacts des opérations de traitement thermique actuelles et non uniquement les impacts supplémentaires du projet de modification des autorisations ou de la future unité thermique.

Les milieux physique, biologique et humain ne seront pas affectés de façon significative par le projet puisque l'entreprise est déjà en opération et que les espaces nécessaires à l'installation des nouveaux équipements sont déjà disponibles et aménagés afin de les recevoir. Le zonage est déjà conforme à la réglementation en vigueur.

L'usine dispose de puits artésiens (4) pour son alimentation en eau, mais elle a diminué considérablement son prélèvement, car elle réutilise l'eau décontaminée issue de l'usine de traitement des eaux dans son procédé. Elle dispose de fosses septiques et de champs d'épuration conformes suffisants pour répondre à ses besoins et à l'augmentation anticipée. Le projet aura comme effet de prolonger la période d'opérations de l'entreprise pour la faire passer de 4 à 6 mois en moyenne, à 10 à 12 mois par année.

L'entreprise dispose d'un terrain d'une très grande surface situé à l'extrémité du parc industriel de Saint-Ambroise et est propriétaire des cinq terrains adjacents à ses installations ; terrains qui pourraient servir aux entreprises/divisons qui voudraient utiliser ou transformer les matières traitées par RSI ou l'énergie récupérée des MDR. Les installations se situent très loin des voisins. Tous les services nécessaires au projet sont déjà disponibles sur le site, il n'y a aucun travail préalable à réaliser.

Une fois le projet complété, tous les extrants du procédé seront gérés de la même façon qu'ils le sont actuellement, c'est-à-dire conformément à la législation en cours et avec un système de traçabilité. Comme tous les extrants sont soit vendus sous forme de terreau fertile, de roche utilisée pour les assises de route, de métaux décontaminés recyclés ou d'autres résidus disposés dans des lieux autorisés, à la fin des opérations, il n'y aura pas de trace significative des activités de RSI sur le milieu récepteur et dans l'environnement immédiat. Le suivi environnemental de l'entreprise permettra de confirmer l'absence d'impact et d'améliorer davantage les opérations suivant les résultats obtenus suite à la mise en place des mesures d'atténuation.

7.1 IDENTIFICATION DES COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ENJEUX

D'abord, il est important de rappeler ce que signifie la CVE. Elle se définit comme suit « Conditions ou éléments sur le plan environnemental, sanitaire, social, économique ou autre du milieu naturel et humain que peut affecter un projet et qui soulèvent des préoccupations auprès du public, des autorités fédérales et des parties intéressées pour qui elles ont de la valeur.[32]» Par conséquent, il suffit d'évaluer la valeur intrinsèque écosystémique ou sociale d'une composante pour le milieu d'insertion du projet.

Pour sélectionner les CVE, RSI a donc utilisé comme source d'information les descriptions du milieu récepteur présentées au chapitre 2. Les composantes ont été socialement validées dans le cadre du processus de consultation présenté au chapitre 3. Les résultats, discussions et commentaires obtenus du comité aviseur, présentés à l'annexe 15, ont donc été utilisés pour déterminer les CVE liées aux enjeux.

Les tableaux 28 et 29 présentent respectivement les CVE liées aux enjeux environnementaux et humains retenus ainsi que les activités susceptibles d'entraîner des impacts. Une brève description de la justification du choix des CVE est par la suite présentée.

Tableau 27 : Enjeux environnementaux, composantes valorisées de l'environnement affecté et identification des sources d'impact

Enjeux environnementaux	CVE	Activités et sources d'impact
Air et changement climatique	Climat	• Le transport des matières entrantes et sortantes émet des GES. • Fonctionnement des unités thermiques : les unités thermiques utilisent du propane comme source énergétique ou des MDR énergétiques comme combustible de substitution. La matière organique naturelle des sols est oxydée en cours de procédé. Ces activités émettent des GES.
	Qualité de l'air	• Émissions directes des procédés thermiques. Chaque unité thermique émet des gaz à l'atmosphère par une cheminée lors du traitement des matières. • Émissions diffuses lors de l'entreposage : des poussières et composés volatils peuvent être émis lors de l'entreposage des matières. • Transport des matières : des poussières, particules et NOx peuvent être émis par la circulation des équipements lourds.

[32] AGENCE D'ÉVALUATION D'IMPACT DU CANADA (2022). Glossaire des termes. [canada.ca]. Consulté le 5 mai 2022.

Qualité des eaux	Eaux de surface	• Un déversement accidentel de matières contaminées en cours de transport est possible étant donné les grandes distances parcourues et la rencontre de plusieurs cours d'eau. • Fonctionnement des unités thermiques : les gaz de la cheminée du procédé peuvent générer des retombées atmosphériques plus loin que le site.
	Eaux souterraines	• Les eaux de procédé sont traitées sur place et rejetées dans la nappe souterraine. • Fuite des surfaces étanches ou déversements accidentels : un déversement accidentel de matières contaminées sur une surface non étanche du site ou une défectuosité d'une surface étanche contenant des matières contaminées pourraient faire migrer des contaminants vers la nappe d'eau souterraine.
Qualité des sols	Sols	• Retombées atmosphériques des émissions de procédé : les émissions atmosphériques des deux unités thermiques peuvent retomber en périphérie de l'usine et contaminer les sols de surface. • Déversement accidentel en cours de transport des matières : le transport des matières à traiter parcourt de grandes distances, augmentant ainsi les risques de déversement accidentel de contaminants sur le sol. • Émissions diffuses lors de l'entreposage : des poussières peuvent être émises lors de l'entreposage des matières ou de la circulation sur le site.
Bruit	Environnement sonore	• Le transport des matières et l'utilisation de machineries lourdes sur le site sont des sources de bruit. • Les équipements des procédés sont des sources de bruit.
Gestion des matières résiduelles et sols contaminés	Économie circulaire	• La réception de matières hors région pourrait nuire aux politiques de réduction de la production des matières résiduelles parce qu'il sera possible de traiter les matières résiduelles plutôt que de réduire leur production. • Le transport sur de longues distances émet des GES et ne favorise pas le développement de solutions locales à la gestion des matières résiduelles et des sols contaminés.
Développement durable et gestions des matières traitées	Économie circulaire	• Les matières traitées mises en valeur localement au lieu de les enfouir réduisent l'utilisation et l'exploitation de ressources naturelles.

Risques de déversement accidentel	Eau, air, sol, santé	• Défaillance des équipements • Erreur humaine

Tableau 28 : Enjeux humains, composantes valorisées de l'environnement affecté et identification des sources d'impact

Enjeux Humains	CVE	Activités et sources d'impact
Retombées économiques	Préservation et création d'emplois	• Opération et fonctionnement de l'usine
	Milieu des affaires régionales	• Opération et fonctionnement de l'usine • Transport des matières décontaminées • Valorisation des matières produites
	Vie communautaire	• Contribution de RSI à la vie communautaire
Utilisation du territoire	Exploitation agricole	• L'opération des procédés thermiques pourrait générer des retombées atmosphériques en périphérie du site.
Santé – sécurité	Travailleurs sur site	• Aménagement de la future unité • Opération de l'usine
	Population environnante	• Transport et proximité avec les activités de la Florida (achalandage sur les routes). L'achalandage de camions lourds sur la rue des Mélèzes ainsi qu'à l'intersection avec la route 172 est une source potentielle d'accident de la route.

Tourisme et récréotourisme	Attraction touristique – camping – ciné-parc restaurant	• Les activités de RSI pourraient générer des nuisances à proximité.
Acceptabilité sociale	Population environnante	• Les activités de RSI pourraient engendrer une problématique d'acceptabilité sociale.

7.2 DÉTERMINATION DES CHANGEMENTS INDUITS SUR LES COMPOSANTES VALORISÉES

Cette section présente les interactions entre les activités ou les sources d'impact associées au projet et les CVE retenues pour chaque enjeu. Cette étape permet d'évaluer quelles sont les interactions significatives, tel que présentées au tableau suivant, afin d'en évaluer par la suite les impacts inhérents.

Tableau 29 : Interactions sur les CVE par les activités du projet pour chaque enjeu

	Enjeux et CVE																
	Air et changement climatique		Qualité des eaux		Qualité des sols	Bruit	Gestion des matières résiduelles et sols contaminés	Dévelop-pement durable et gestion des matières traitées	Risques de déver-sement accidentel	Retombées économiques			Utilisation du territoire	Santé et sécurité		Tourisme et récréo-tourisme	Acceptabi-lité sociale
Activités du projet	Climat	Qualité de l'air	Eaux de surface	Eaux souter-raines	Sols	Environ-nement sonore	Économie circulaire	Économie circulaire	Eau air sol	Préser-vation et créa-tion des emplois	Milieu des affaires régio-nales	Vie com-munau-taire	Exploi-tation agricole	Travail-leurs sur site	Popu-lation environ-nante	Attraction touristique camping ciné-parc restaurant	Population environ-nante
Transport des matières amont	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		✓				✓	✓	✓
Transport et manutention des matières sur site	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓						
Transport des matières aval	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓				✓	✓	
Opération des unités thermiques	✓	✓	✓		✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Consom-mation de combustibles fossiles	✓	✓															
Entreposage des matières sur site	✓			✓					✓								
Traitement des eaux de procédé				✓	✓				✓	✓	✓						
Valorisation des matières traitées	✓							✓		✓	✓						

Les impacts des activités du projet résultant d'une interaction avec les CVE sont résumés aux tableaux suivants. Les enjeux qui n'ont pas été retenus ne sont pas présentés ci-après.

Tableau 30 : Impacts sur les enjeux environnementaux

Enjeux environnementaux	CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE
Air et changement climatique	Climat	Le transport des matières entrantes et sortantes émet des GES.	Les émissions de GES affectent le climat à l'échelle globale.
		Fonctionnement des unités thermiques : les unités thermiques utilisent du propane comme source énergétique ou des MDR énergétiques comme combustible de substitution. La matière organique naturelle des sols est oxydée en cours de procédé. Ces activités émettent des GES.	Les émissions de GES affectent le climat à l'échelle globale.
	Qualité de l'air	Émissions directes des procédés thermiques : chaque unité thermique émet des gaz à l'atmosphère par une cheminée lors du traitement des matières.	Les gaz émis du procédé contiennent des contaminants affectant la qualité de l'air.
		Émissions diffuses lors de l'entreposage : des poussières et composés volatils peuvent être émis lors de l'entreposage des matières.	Les poussières aéroportées peuvent affecter la qualité de l'air.
		Transport des matières : des poussières, particules et NOx peuvent être émis par la circulation des équipements lourds.	Les gaz et poussières émis par le transport contiennent des contaminants affectant la qualité de l'air.
Qualité des eaux	Eaux de surface	Un déversement accidentel de matières contaminées en cours de transport est possible étant donné les grandes distances parcourues et la rencontre de plusieurs cours d'eau.	Un déversement de matières contenant des contaminants pourrait contaminer les eaux de surface.
		Fonctionnement des unités thermiques : les gaz de la cheminée du procédé peuvent générer des retombées atmosphériques plus loin que le site.	Les retombées atmosphériques peuvent contenir des contaminants affectant la qualité des eaux de surface.

Qualité des eaux (suite)	Eaux souterraines	Les eaux de procédé sont traitées sur place et rejetées dans la nappe souterraine.	Une eau non ou partiellement traitée pourrait contaminer localement les eaux souterraines.
		Fuite des surfaces étanches ou déversements accidentels : un déversement accidentel de matières contaminées sur une surface non étanche du site ou une défectuosité d'une surface étanche contenant des matières contaminées pourraient faire migrer des contaminants vers la nappe d'eau souterraine.	La migration des contaminants pourrait contaminer localement la nappe d'eau souterraine.
Qualité des sols	Sols	Retombées atmosphériques des émissions de procédé : les émissions atmosphériques des deux unités thermiques peuvent retomber en périphérie de l'usine et contaminer les sols de surface.	Les sols en périphérie de l'usine pourraient être contaminés et en affecter l'usage.
		Déversement accidentel en cours de transport des matières : le transport des matières à traiter parcourt de grandes distances, augmentant ainsi les risques de déversement accidentel de contaminants sur le sol.	Les sols sous-jacents à un déversement pourraient être contaminés et en affecter l'usage.
		Émissions diffuses lors de l'entreposage : des poussières peuvent être émises lors de l'entreposage des matières ou de la circulation sur le site.	Les retombées de poussières aéroportées pourraient affecter la qualité des sols environnants.
Bruit	Environnement sonore	Le transport des matières et l'utilisation de machineries lourdes sur le site sont des sources de bruit.	Le bruit généré pourrait être entendu hors des limites de l'usine au plus proche des récepteurs.
		Les équipements des procédés sont des sources de bruit.	Le bruit généré pourrait être entendu hors des limites de l'usine au plus proche des récepteurs.

Gestion des matières résiduelles et sols contaminés	**Économie circulaire**	La réception de matières hors région pourrait nuire aux politiques de réduction de la production des matières résiduelles parce qu'il sera possible de traiter les matières résiduelles plutôt que de réduire leur production.	Maintien de la logique linéaire de production des biens plutôt que de favoriser l'économie circulaire et la réduction des matières résiduelles.
		Le transport sur de longues distances émet des GES et ne favorise pas le développement de solutions locales à la gestion des matières résiduelles et des sols contaminés.	L'émission de GES a un impact sur le climat global et réduit le déploiement de solutions locales à la gestion des matières résiduelles et des sols contaminés.
Développement durable et gestion des matières traitées	**Économie circulaire**	Les matières traitées mises en valeur localement au lieu de les enfouir réduisent l'utilisation et l'exploitation de ressources naturelles.	Cette activité induit des impacts positifs en réduisant l'utilisation et l'exploitation de ressources naturelles (sablières/carrières), en éliminant le passif environnemental associé aux polluants organiques persistants et préserve la durée de vie des lieux d'enfouissement pour les déchets ultimes.
Risques de déversement accidentel	**Eau, air, sol, santé**	Défaillance des équipements	Un mauvais fonctionnement des procédés et des équipements d'entreposage peut avoir des effets négatifs sur la qualité de l'air, de l'eau et sur la santé-sécurité des travailleurs
		Erreur humaine	Une erreur humaine peut occasionner des fuites ou déversements de contaminants affectant la qualité de l'air, de l'eau et sur la santé/sécurité des travailleurs

Tableau 31 : Impacts sur les enjeux humains

Enjeux Humains	CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE
Retombées économiques	**Préservation et création d'emplois**	Opération et fonctionnement de l'usine	Les phases d'aménagement de la future unité et son exploitation, ainsi que les opérations courantes de l'une ou l'autre unité permettront de générer 20 nouveaux emplois récurrents. La poursuite de l'exploitation du procédé actuel permet de maintenir 60 emplois.
	Milieu des affaires régionales	Opération et fonctionnement de l'usine	L'aménagement de la future unité nécessitera l'utilisation de nombreux sous-traitants locaux générant des retombées économiques de 15 M$. Les opérations courantes utilisent plusieurs fournisseurs locaux pour des retombées économiques de 9 M$/an en salaires, biens et services.
		Transport des matières décontaminées	Tout le transport des matières traitées est assuré par des fournisseurs locaux, une source de retombées économiques locales importantes pour la région et Saint-Ambroise.
		Valorisation des matières produites	La valorisation des matières traitées crée une activité économique indirecte autour de la préparation des produits utilisant les matières traitées et la mise en valeur/utilisation de ceux-ci.
	Vie communautaire	Contribution de RSI à la vie communautaire	Annuellement RSI contribue financièrement à différentes activités locales à saveur culturelle ou sportive.
Utilisation du territoire	**Exploitation agricole**	L'opération des procédés thermiques pourrait générer des retombées atmosphériques en périphérie du site.	Les retombées pourraient affecter la qualité des sols et la qualité des produits agricoles locaux.

Santé – sécurité	**Travailleurs sur le site**	Aménagement de la future unité	Les travaux lourds d'installation de l'unité avec travail en hauteur sont une source potentielle d'accidents du travail.
		Opération de l'usine	Les opérations courantes sont susceptibles d'affecter la santé-sécurité des travailleurs.
	Population environnante	Transport et proximité avec les activités de la Florida (achalandage sur les routes). L'achalandage de camions lourds sur la rue des Mélèzes ainsi qu'à l'intersection avec la route 172 est une source potentielle d'accident de la route.	Les accidents pourraient causer des dommages aux biens, à l'environnement ou aux personnes.
Tourisme et récréotourisme	**Attraction touristique camping ciné-parc restaurant**	Les activités de RSI pourraient générer des nuisances à proximité.	Le bruit du transport de camions lourds ou des opérations de l'usine pourraient nuire à la quiétude des utilisateurs du complexe de La Florida et réduire son achalandage.
Acceptabilité sociale	**Population environnante**	Opération de l'usine	Les activités et matières ciblées par RSI pourraient réduire l'acceptabilité sociale

7.3 DÉTERMINATION DES IMPACTS DES MODIFICATIONS DES CVE SUR LES ENJEUX

Les activités du projet induisent des modifications sur les CVE identifiées de chaque enjeu. Ces modifications sur la CVE peuvent être plus ou moins importantes selon l'enjeu et l'activité. L'évaluation de l'importance des impacts se fait selon trois critères : la durée, l'intensité et l'étendue.

Durée

La durée consiste à la période de temps pendant laquelle l'impact se fait sentir sur la CVE retenue. Elle peut être courte, moyenne ou longue. De plus, elle tient compte de la fréquence (rarement, fréquemment, toujours) soit du caractère intermittent de l'impact.

- **Courte durée :** les effets sont ressentis sur une période de temps limitée, par exemple instantanément ou quelques jours;
- **Durée moyenne :** les effets sont ressentis de façon continue sur une période de temps relativement prolongée, mais généralement inférieure à la durée de vie du projet;
- **Longue durée :** les effets sont ressentis de façon continue pour la durée de vie du projet et même au-delà dans le cas des effets irréversibles.

Intensité

L'intensité réfère à un degré de perturbation qui est anticipé sur une CVE retenue lors de l'exécution du projet. La sensibilité ou la vulnérabilité de cette CVE est prise en compte. Elle s'évalue donc en fonction des répercussions globales générées par une activité liée au projet, et dans la mesure du possible de façon mesurable. Elle peut être faible, moyenne, forte ou très forte.

Impact négatif

- **Faible intensité :** les effets sont limités et réversibles, et ne compromettent pas l'intégrité de la CVE;
- **Moyenne intensité :** les effets affectent négativement la CVE et compromettent son intégrité, mais les effets sont toutefois réversibles;
- **Forte intensité :** les effets affectent fortement négativement la CVE et compromettent son intégrité, les effets sont irréversibles;
- **Très forte intensité :** les effets affectent très fortement négativement la CVE et nuisent à son intégrité, les effets sont irréversibles.

Impact positif

- **Faible intensité :** les effets sont limités et réversibles, et n'affectent pas l'intégrité de la CVE;
- **Moyenne intensité :** les effets affectent positivement la CVE et son intégrité, mais les effets sont toutefois réversibles;
- **Forte intensité :** les effets affectent fortement et positivement la CVE et son intégrité, les effets sont irréversibles;
- **Très forte intensité :** les effets affectent très fortement et positivement la CVE, les effets sont irréversibles.

Étendue

Finalement, l'étendue de l'impact est évaluée afin de déterminer la dimension spatiale et la portée géographique de l'impact d'une activité par rapport à sa source. L'étendue peut donc être ponctuelle, locale ou régionale.

- **Étendue ponctuelle :** les effets ne touchent qu'un espace très restreint à l'intérieur de la zone d'étude;
- **Étendue locale :** les effets touchent un espace à proximité ou à une faible distance de la zone d'étude ou même en affectant une portion des agglomérations avoisinantes;
- **Étendue régionale :** les effets touchent un large espace jusqu'à une distance importante de la zone d'étude ou même en affectant les agglomérations avoisinantes et même au-delà.

Ces trois critères permettent de déterminer l'importance des impacts. Le tableau 32 résume l'importance d'un impact en fonction de ces trois critères, qui peut alors être très faible, faible, moyenne, forte ou très forte.

Tableau 32 : Détermination de l'importance de l'impact

Importance de l'impact					
Durée	Étendue	Intensité			
		Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Courte	Ponctuelle	Très faible	Faible	Moyenne	Forte
	Locale	Très faible	Faible	Moyenne	Forte
	Régionale	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Moyenne	Ponctuelle	Très faible	Faible	Moyenne	Forte
	Locale	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
	Régionale	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Longue	Ponctuelle	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
	Locale	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
	Régionale	Moyenne	Forte	Très forte	Très forte

Puisque RSI opère un procédé thermique sur ce site depuis des années, plusieurs mesures d'atténuation (impact négatif) ou de bonification (impact positif) sont déjà intégrées au projet. Les tableaux suivants classifient les impacts résiduels à la suite de l'application des mesures conformément à la grille du tableau 33 pour chaque enjeu. L'annexe 16 présente le détail de la classification de l'importance de l'impact. L'analyse des impacts a révélé que la phase d'aménagement de la future unité ne représentait pas d'impact significatif. Les phases d'aménagement ainsi que de fermeture ne sont donc pas prises en compte dans le présent processus d'évaluation des impacts.

Tableau 33 : Enjeu environnemental : Air et changement climatique

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Climat	Le transport des matières entrantes et sortantes émet des GES.	Les émissions de GES affectent le climat à l'échelle globale.	• Optimisation des routes/périodes de transport/chargement • Dans la mesure du possible, utilisation du transport ferroviaire – maritime • Maximiser la valorisation de proximité • Développer des synergies avec des partenaires locaux	(-) Forte
	Fonctionnement des unités thermiques : les unités thermiques utilisent du propane comme source énergétique ou des MDR énergétiques comme combustible de substitution. La matière organique naturelle des sols est oxydée en cours de procédé. Ces activités émettent des GES.	Les émissions de GES affectent le climat à l'échelle globale.	• Utilisation du transport ferroviaire – maritime • Utilisation de MDR énergétique et MR (incluant biomasse) • Récupération – valorisation chaleur résiduelle • Compensation carbone • Destruction de substances à très fort potentiel de réchauffement climatique (halocarbure)	(-) Très forte
Qualité de l'air	Émissions directes des procédés thermiques : chaque unité thermique émet des gaz à l'atmosphère par une cheminée lors du traitement des matières.	Les gaz émis du procédé contiennent des contaminants affectant la qualité de l'air.	• Traitement de l'air complet et efficace (ED de 99,999 9 %) • Procédure de contrôle strict du procédé en continu • Programme annuel d'évaluation des performances • Entretien préventif et inspection des équipements du procédé • Programme de suivi environnemental • Programme d'assurance et de contrôle de la qualité • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible
	Émissions diffuses lors de l'entreposage : des poussières et composés volatils peuvent être émis lors de l'entreposage des matières.	Les poussières aéroportées peuvent affecter la qualité de l'air.	• Entreposage intérieur avec aspiration de l'air et filtration sur charbon activé • Entretien préventif et inspection des équipements de traitement d'air • Programme de suivi environnemental • Plan des mesures d'urgence • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants) • Augmenter les espaces verts sur le site (écrans éoliens)	(-) Faible
	Transport des matières : des poussières, particules et NOx peuvent être émis par la circulation des équipements lourds.	Les gaz et poussières émis par le transport contiennent des contaminants affectant la qualité de l'air.	• Transporteur reconnu et fiable • Épandage anti-poussière et humidification • Nettoyage fréquent des voies de circulation • Augmenter les espaces verts sur le site (écrans éoliens)	(-) Faible

Tableau 34 : Enjeu environnemental : Qualité des eaux

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Eaux de surface	Un déversement accidentel de matières contaminées en cours de transport est possible étant donné les grandes distances parcourues et la rencontre de plusieurs cours d'eau.	Un déversement de matières contenant des contaminants pourrait contaminer les eaux de surface.	• Transporteur reconnu et fiable • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible
	Fonctionnement des unités thermiques : les gaz de la cheminée du procédé peuvent générer des retombées atmosphériques plus loin que le site.	Les retombées atmosphériques peuvent contenir des contaminants affectant la qualité des eaux de surface.	• Traitement de l'air complet et efficace (ED de 99,9999 %) • Procédure de contrôle stricte du procédé en continu • Programme annuel d'évaluation des performances • Entretien préventif et inspection des équipements du procédé • Programme de suivi environnemental • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible
Eaux souterraines	Les eaux de procédé sont traitées sur place et rejetées dans la nappe souterraine.	Une eau non ou partiellement traitée pourrait contaminer localement les eaux souterraines.	• Procédure de contrôle stricte avant chaque rejet • Inspection des bassins et réservoirs • Construction et installation du système sur surface étanche à double protection • Échantillonnage régulier des puits d'observation des eaux souterraines • Programme de suivi du traitement avec échantillonnage et analyse avant chaque rejet d'eau traitée • Plan des mesures d'urgence • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible
	Fuite des surfaces étanches ou déversements accidentels : un déversement accidentel de matières contaminées sur une surface non étanche du site ou une défectuosité d'une surface étanche contenant des matières contaminées pourraient faire migrer des contaminants vers la nappe d'eau souterraine.	La migration des contaminants pourrait contaminer localement la nappe d'eau souterraine.	• Inspection des surfaces annuellement • Maintenir les surfaces étanches • Construction sur surface étanche à double protection • Échantillonnage régulier des puits d'observation des eaux souterraines • Plan des mesures d'urgence • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Très faible

Tableau 35 : Enjeu environnemental : Qualité des sols

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Sols	Retombées atmosphériques des émissions de procédé : les émissions atmosphériques des deux unités thermiques peuvent retomber en périphérie de l'usine et contaminer les sols de surface.	Les sols en périphérie de l'usine pourraient être contaminés et en affecter l'usage.	• Traitement de l'air complet et efficace (ED de 99,9999 %) • Procédure de contrôle strict du procédé en continu • Programme annuel d'évaluation des performances • Programme de suivi environnemental • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible
	Déversement accidentel en cours de transport des matières : le transport des matières à traiter parcourt de grandes distances, augmentant ainsi les risques de déversement accidentel de contaminants sur le sol.	Les sols sous-jacents à un déversement pourraient être contaminés et en affecter l'usage.	• Transporteur reconnu et fiable • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible
	Émissions diffuses lors de l'entreposage : des poussières peuvent être émises lors de l'entreposage des matières ou de la circulation sur le site.	Les retombées de poussières aéroportées pourraient affecter la qualité des sols environnants.	• Entreposage intérieur avec aspiration de l'air et filtration sur charbon activé • Entretien préventif et inspection des équipements de traitement d'air • Programme de suivi environnemental • Plan des mesures d'urgence • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants) • Augmenter les espaces verts sur le site (écrans éoliens)	(-) Faible

Tableau 36 : Enjeu environnemental : Bruit

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Environnement sonore	Le transport des matières et l'utilisation de machineries lourdes sur le site sont des sources de bruit.	Le bruit généré pourrait être entendu hors des limites de l'usine au plus proche des récepteurs.	• Entretien des machineries lourdes • Installation de la future unité durant les heures normales de travail • Modification des avertissements sonores de marche arrière à moins grande portée • Augmenter les espaces verts et les écrans anti-bruit sur le site créant une barrière sonore	(-) Moyen

Environnement sonore (suite)	Les équipements des procédés sont des sources de bruit.	Le bruit généré pourrait être entendu hors des limites de l'usine au plus proche des récepteurs.	• Localisation de la future unité thermique en fonction du niveau de bruit • Augmenter les espaces verts et les écrans anti-bruit sur le site créant une barrière sonore • Si requis, ajout de silencieux sur les cheminées (selon les résultats de l'écran anti-bruit) • Si requis, ajout de régulateurs de vitesse sur les moteurs de ventilation (selon les résultats de l'écran anti-bruit)	(-) Moyen

Tableau 37 : Enjeu environnemental : Gestion des matières résiduelles

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Économie circulaire	La réception de matières hors région pourrait nuire aux politiques de réduction de la production des matières résiduelles parce qu'il sera possible de traiter les matières résiduelles plutôt que de réduire leur production.	Maintien de la logique linéaire de production des biens plutôt que de favoriser l'économie circulaire et la réduction des matières résiduelles.	• Réception de matières/sols contaminés n'ayant pas de solutions de destruction définitive (polluants organiques persistants ou POPs), élimination du passif environnemental • Valorisation de matières énergétiques pour détruire des POPs au lieu des enfouir • Prise en charge en priorité des matières/sols contaminés générés localement	(+) Faible
	Le transport sur de longues distances émet des GES et ne favorise pas le développement de solutions locales à la gestion des matières résiduelles et des sols contaminés.	L'émission de GES a un impact sur le climat global et réduit le déploiement de solutions locales à la gestion des matières résiduelles et des sols contaminés.	• Dans la mesure du possible, utilisation du transport ferroviaire – maritime • Réception de matières/sols contaminés n'ayant pas de solutions de destruction définitive • Prise en charge en priorité des matières/sols contaminés générés localement	(-) Moyenne

Tableau 38 : Enjeu environnemental : Développement durable et gestion des matières traitées

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Économie circulaire	Les matières traitées mises en valeur localement au lieu de les enfouir réduisent l'utilisation et l'exploitation de ressources naturelles.	Cette activité induit des impacts positifs en réduisant l'utilisation et l'exploitation de ressources naturelles (sablières/ carrières), en éliminant le passif environnemental associé aux polluants organiques persistants et préserve la durée de vie des lieux d'enfouissement pour les déchets ultimes.	• Investissements en R&D pour maximiser la réutilisation des matières traitées • Développer de nouvelles filières de valorisation (granulats pour béton, asphalte, autres) • Développer des synergies avec des partenaires locaux • Augmenter la fabrication de terreaux • Utilisation de matières fertilisantes organiques produites localement	(+) Forte

Tableau 39 : Enjeu humain : Retombées économiques

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Préservation et création et des emplois	Opération et fonctionnement de l'usine	Les phases d'aménagement de la future unité et son exploitation, ainsi que les opérations courantes de l'une ou l'autre unité permettront de générer 20 nouveaux emplois récurrents. La poursuite de l'exploitation du procédé actuel permet de maintenir 60 emplois.	• Politique d'embauche locale • Conditions salariales et avantages sociaux compétitifs • Environnement de travail sain et agréable • Mission environnementale	(+) Forte
Milieu des affaires régionales	Opération et fonctionnement de l'usine	L'aménagement de la future unité nécessitera l'utilisation de nombreux sous-traitants locaux générant des retombées économiques de 15 M$. Les opérations courantes utilisent plusieurs fournisseurs locaux pour des retombées économiques de 9 M$/an en salaires, biens et services.	• Politique d'achat local • Maintien et renforcement du réseau de partenaires d'affaires locaux • Promotion et développement du complexe Éco-industriel de Saint-Ambroise	(+) Forte

Milieu des affaires régionales (suite)	Transport des matières décontaminées	Tout le transport des matières traitées est assuré par des fournisseurs locaux, une source de retombées économiques locales importantes pour la région et Saint-Ambroise.	• Politique d'achat local • Maintien et renforcement du réseau de partenaires d'affaires locaux	(+) Forte
	Valorisation des matières produites	La valorisation des matières traitées crée une activité économique indirecte autour de la préparation des produits utilisant les matières traitées et la mise en valeur/utilisation de ceux-ci.	• Politique d'achat local • Maintien et renforcement du réseau de partenaires d'affaires locaux • Développer des synergies avec des partenaires locaux	(-) Moyenne
Vie communautaire	Contribution de RSI à la vie communautaire	Annuellement RSI contribue financièrement à différentes activités locales à saveur culturelle ou sportive.	• Contribuer annuellement à la hauteur d'environ 35 000 $/an à la vie communautaire de Saint-Ambroise • Encourager ses employés à s'investir dans la vie communautaire	(+) Faible

Tableau 40 : Enjeu humain : Utilisation du territoire

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Exploitation agricole	L'opération des procédés thermiques pourrait générer des retombées atmosphériques en périphérie du site.	Les retombées pourraient affecter la qualité des sols et la qualité des produits agricoles locaux.	• Traitement de l'air complet et efficace (ED de 99,999 9 %) • Procédure de contrôle strict du procédé en continu • Programme annuel d'évaluation des performances • Programme de suivi environnemental • Entretien préventif et inspection des équipements du procédé • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants)	(-) Faible

Tableau 41 : Enjeu humain : Santé-Sécurité

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Travailleurs sur site	Aménagement de la future unité	Les travaux lourds d'installation de l'unité avec travail en hauteur sont une source potentielle d'accidents du travail.	• Utilisation de sous-traitant spécialisé • Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants) • Plan des mesures d'urgence • Procédures d'aménagement et d'opération strictes (devis et spécifications) • Programme d'assurance et de contrôle de la qualité • Respect des consignes de sécurité et port des EPI	(-) Très faible
	Opération de l'usine	Les opérations courantes sont susceptibles d'affecter la santé-sécurité des travailleurs.	• Formation et sensibilisation interne (employés et sous-traitants) • Plan des mesures d'urgence • Procédures d'opération strictes et recommandations du fabricant • Programme d'assurance et de contrôle de la qualité • Respect des consignes de sécurité et port des EPI	(-) Faible
Population environnante	Transport et proximité avec les activités de la Florida (achalandage sur les routes). L'achalandage de camions lourds sur la rue des Mélèzes ainsi qu'à l'intersection avec la route 172 est une source potentielle d'accident de la route.	Les accidents pourraient causer des dommages aux biens, à l'environnement ou aux personnes.	• Amélioration du stationnement intérieur du site pour camion ou stationnement ailleurs sur un autre terrain pour ne pas encombrer les voies publiques • Si requis, installer une 2e balance • Coordonner le transport pour réduire les voyages à vide • Information et sensibilisation externe (populations locales) • Formation d'un comité de suivi • Réaménagement du plan de circulation (entrée et sortie du site)	(-) Faible

Tableau 42 : Enjeu humain : Tourisme et récréotourisme

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Attraction touristique camping ciné-parc restaurant	Les activités de RSI pourraient générer des nuisances à proximité.	Le bruit du transport de camions lourds ou des opérations de l'usine pourraient nuire à la quiétude des utilisateurs du complexe de La Florida et réduire son achalandage.	• Coordonner les réceptions de jour en dehors des heures d'affluence à la Florida • Formation d'un comité de suivi	(-) Faible

Tableau 43 : Enjeu humain : Acceptabilité sociale

CVE	Activités et sources d'impact	Impact et modification sur la CVE	Mesures d'atténuation ou de bonification-compensation	Importance de l'impact résiduel
Acceptabilité sociale	Les activités de RSI et le traitement des matières par voie thermique	Les rencontres et sondages semblent démontrer que les activités actuelles cohabitent bien avec la communauté environnante. Le projet ne devrait pas apporter de changement à partir des simulations et études réalisées.	• Mise en place d'un comité de suivi avec l'aide des membres du comité aviseur • Optimisation du mécanisme des plaintes et demandes d'information • Transparence et communication en continu avec la communauté	(-) Très faible

7.4 SYNTHÈSE DES IMPACTS ET EFFETS CUMULATIFS

RSI Environnement opère son unité thermique de traitement depuis près de 25 ans. Au cours de ces années, plusieurs ajouts et modifications au projet initial ont eu lieu. À chaque occasion RSI s'est fait un devoir de réduire le plus possible ses impacts et d'agir en bon citoyen corporatif. La volonté de RSI de réduire ses impacts se maintient dans le cadre de ce projet. Les mesures en place depuis 1998 ainsi que toutes celles qui se sont ajoutées demeurent effectives et ont démontré leurs effets positifs à cet égard. Les résultats des programmes de suivi et surveillance environnementale démontrent bien l'effet des mesures et l'absence d'effet cumulatif avec le temps.

Les mesures d'atténuation, de prévention et de compensation s'intègrent bien dans la démarche de développement durable entreprise par RSI. De plus, les coûts associés à ces mesures sont intégrés à même le projet, ce qui en facilite grandement la mise en œuvre.

L'analyse des impacts a été réalisée en considérant l'ensemble des opérations, y incluant les celles en cours, et non seulement celles supplémentaires dans le cadre de ce projet. Ainsi, au terme de l'application des mesures d'atténuation, la majorité des impacts négatifs sont jugés faibles ou très faibles, l'exception des effets du projet sur les changements climatiques. Les mesures visant à contenir et contrôler les émissions pouvant affecter la qualité de l'air ou de l'eau sont implantées et s'avèrent fiables. Les impacts des activités de RSI sur la qualité des sols environnants, sur les activités agricoles ou l'environnement sonore ont toujours été minimes, voir nuls depuis le début. Il est estimé que le présent projet ne modifiera pas, d'une manière ou d'une autre, les impacts sur ces composantes dont l'effet résiduel est faible à très faible. Le programme de suivi et surveillance permettra de maintenir la qualité environnementale du milieu environnant dans son ensemble.

RSI est bien ancré dans son milieu et communique régulièrement avec la communauté sur ses activités. Elle entend poursuivre ses activités de communication et collaboration avec la communauté afin de maintenir une saine cohabitation avec la communauté.

Le présent projet n'augmente pas la densité potentielle du transport routier autant en amont qu'aval des activités de RSI. En effet, RSI est actuellement autorisé à recevoir un maximum de 100 000 tm de matières comprenant des sols contaminés, des matières dangereuses ou non-dangereuses résiduelles et des eaux contaminées. Le présent projet n'augmente d'aucune façon la quantité maximale de matières à être reçues.

Par ailleurs, les modifications proposées aux autorisations actuellement en vigueur par le présent projet ainsi que l'ajout éventuel d'une nouvelle unité de traitement thermique auront pour effet de réduire le potentiel maximal d'émission de gaz à effet de serre des activités de RSI. Les nouvelles mesures permettraient de réduire le plafond potentiel d'émission de GES de 10 069 t CO_2/an à pleine capacité. Malgré cet effort à contenir les émissions de GES, le projet de RSI demeurera une source d'émission de GES. Rappelons que le but des activités de RSI est d'éliminer le passif environnemental associé aux substances dangereuses contenues dans les sols et autres matières afin de limiter les risques d'effets désastreux sur la santé humaine et les écosystèmes et aussi pour le bénéfice des générations futures. RSI prévoit optimiser davantage les moyens de transport afin de réduire les émissions de GES et mettre en place une filière de récupération/valorisation de la chaleur produite par les unités thermiques. Divers autres outils de réduction des émissions ou de compensation, comme présenté à la section 5.3 seront déployés afin de mitiger l'impact des activités de RSI sur les changements climatiques. Les alternatives existantes de destruction des contaminants autre que RSI sont aussi émettrices de GES au même niveau et probablement plus considérant les distances que les sols et autres matières doivent parcourir pour atteindre ces lieux de destruction, qui sont situés ailleurs au Canada ou aux États-Unis.

RSI a toujours investit en innovation afin d'améliorer ses opérations et maximiser la valeur des matières qu'elle traite. Ces investissements permettent ultimement de réduire la consommation de ressources en valorisant de plus en plus de matières résiduelles et sols contaminés. Ces activités de développement seront maintenues au cours des prochaines années dans le but d'optimiser l'économie circulaire des matières.

Les activités de RSI engendrent des impacts positifs qu'elle tentera de bonifier dans le cadre de ce projet. D'ailleurs, RSI a déjà mis en place plusieurs de ces mesures de bonification dont sa politique d'achat et d'embauche local et la collaboration avec des partenaires locaux. RSI contribue ainsi à des retombées économiques annuelles de 9 M$ sans compter les investissements à venir dans le cadre de ce projet de 15 M$.

RSI s'assure de toujours maintenir at améliorer la qualité de son milieu de travail par le biais de bonnes conditions salariales pour une soixantaine de personnes tout en maintenant une mission environnementale noble, soit en éliminant définitivement et en toute sécurité de notre environnement des substances dangereuses au lieu des enfouir avec les risques futurs que cela représente.

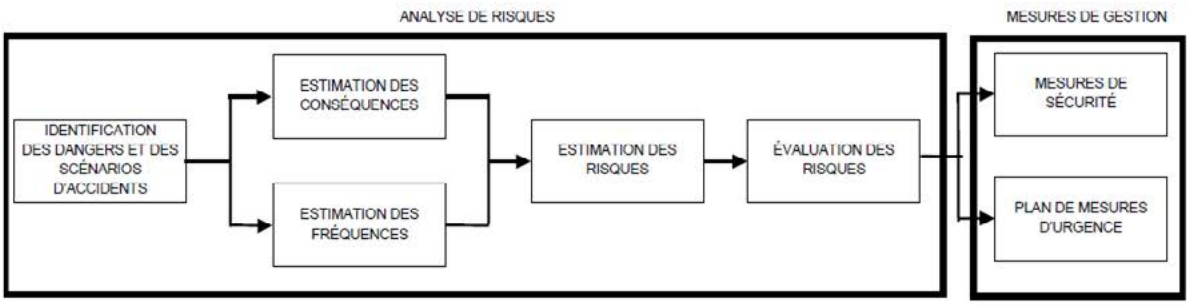
8. RISQUES TECHNOLOGIQUES

8.1 DÉMARCHE

L'analyse des risques technologiques liés à la nouvelle unité thermique de RSI permet d'identifier les dangers et les scénarios d'accidents susceptibles de survenir et d'en évaluer les conséquences potentielles sur la population et l'environnement. Elle permet de planifier les mesures d'urgence et mettre en place les mesures de sécurité appropriées afin de pouvoir réagir rapidement et efficacement en cas de situation dangereuse. Cette démarche permet ainsi de garantir une meilleure transparence et une acceptabilité du projet par les personnes et organismes concernées.

Le risque se définit par l'effet combiné de la conséquence et de la fréquence de ce dernier, soit respectivement l'effet des accidents potentiels et combien de fois les accidents pourraient se produire (MDDEP, 2002e). L'analyse qui suit sera effectuée à partir de la méthodologie élaborée dans le Guide du MDDEP intitulé « Analyse de risques d'accidents technologiques majeurs ».

Figure 7 : Étapes de l'analyse et de la gestion des risques technologiques



Source : MDDEP, 2002

La première étape consiste à identifier les dangers et les scénarios plausibles d'accidents, ce qui permet alors de recueillir l'information pertinente relative au projet et au milieu dans lequel il sera situé. Elle permet ainsi d'inventorier les dangers et les éléments sensibles du milieu, et de répertorier les accidents passés survenus soit aux installations existantes ou dans des installations comparables afin d'élaborer les scénarios d'accidents potentiels.

8.2 IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS SENSIBLES DU MILIEU

Afin d'évaluer les risques, il est important de bien identifier quels sont les éléments sensibles du milieu environnant qui pourraient être menacés en cas d'accident technologique.
Les éléments sensibles en périphérie du site sont décrits au tableau suivant et localisés sur les figures 8 et 9.

Tableau 44 : Éléments sensibles en périphérie du site

Élément	Localisation
Population et lieux publics	
A. Première résidence la plus près	670 m au sud
B. Ciné-parc	400 m au sud
C. Restaurant Mexicain	310 m au sud
D. Début du secteur commercial	680 m à l'ouest
E. Poste de la Sureté du Québec	800 m à l'ouest
F. Secteur mixte avec habitations	1 500 m à l'ouest
G. Terrain de camping	400 m au sud-ouest
Infrastructures routières	
H. Route 172	300 m au sud
I. Rue des Mélèzes	200 mètres à l'est
J. Rue des producteurs	100 mètres au sud
Industries voisines	
K. Écocentre Saint-Ambroise	350 m à l'est
L. Bois du Fjord	5700 m à l'ouest
M. Sablière Normand Pilote	750 m à l'est
N. Ancien garage Dallaire	460 m à l'ouest
O. Centre de service Propane Gravel	1,9 km à l'ouest
P. Scierie Girard – Bois du Fjord	1,3 km au sud-est
Éléments environnementaux sensibles	
Q. Lac Duplessis	2,0 km au sud
R. Tourbière	600 m au sud et 1,8 km au nord-est
S. Rivière Shipshaw	1,9 km à l'est
T. Puits d'eau souterraine	200 m au nord
U. Secteur agricole	300 au nord-est et 540 m au nord

Figure 8 : localisation des éléments sensibles (1)

Figure 9 : localisation des éléments sensibles (2)

8.3 IDENTIFICATION DES DANGERS

Les dangers d'accidents technologiques sont principalement associés aux matières dangereuses nécessaires aux procédés et aux équipements, ainsi qu'aux activités ou événements externes pouvant menacer les installations et ses opérations.

Depuis de nombreuses années, RSI Environnement reçoit des matières dangereuses résiduelles et sols contaminés pour des fins de destruction ou de traitement. De plus, RSI entrepose différentes matières dangereuses utilisées dans ses diverses opérations. En plus de ces opérations existantes, la nouvelle unité thermique permettra de traiter d'autres types de matières résiduelles, soit des liquides inflammables mélangés et certaines matières non énergétiques.

8.3.1 Dangers liés aux matières dangereuses

Les matières dangereuses susceptibles d'être présentes se subdivisent en quatre catégories, soit :

- les matières premières essentielles au procédé,
- les matières dangereuses résiduelles et les eaux contaminées reçues pour fins de destruction des contaminants ou de valorisation énergétique,
- les matières résiduelles non dangereuses et
- les sols contaminés.

Les matières premières essentielles au procédé sont le charbon activé pour le polissage de l'air rejeté à l'atmosphère, la chaux hydratée et le bicarbonate de soude pour la neutralisation des gaz acide de l'effluent gazeux des procédés thermiques et le propane pour l'alimentation au démarrage du brûleur de l'unité thermique. Les fiches techniques de ces produits sont présentées à l'annexe 17. Le tableau suivant présente les principales caractéristiques de ces matières.

Tableau 45 : Caractéristiques et propriétés physico chimiques des matières premières

	Charbon activé	Chaux hydratée	Bicarbonate de soude	Propane
Classification SIMDUT	cat 2	cat 1, 1A, 2, 3	D-2A	cat 1
Classe TC	4.2	S.O.	Sans objet	2.1
Numéro Cas	64365-11-3	1305-62-0	144-55-8	74-98-6
Numéro UN	UN1362	S.O.	S.O.	UN1978
Point éclair	S.O.	Non combustible	S.O.	S.O.
Point ébullition	S.O.	S.O.	S.O.	-42 °C
Pression de. Vapeur	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Masse volumique (gr/cm^3)	Variable	2,3 à 2,4	2,159	1,55 (air=1)
Limites d'inflammabilité	Peut s'enflammer s'il est fortement chauffé	Ininflammable	Ininflammable	LIE 2,1% à 25 °C LSE 9,5% à 25 °C
Limites d'exposition	VEMP 10 mg/m^3	VEMP 5 mg/m^3 8 heures	VEMP 10 mg/m3	VEMP 1000 ppm
Principaux dangers	Poussières combustibles et auto-échauffante en grandes quantités ; peut s'enflammer	Irritation cutanée et des voies respiratoires, grave lésion aux yeux, peut provoquer le cancer par inhalation et affectés les organes respiratoires	Incompatibles avec les acides, se décompose lentement à l'air humide	Gaz extrêmement inflammable et explosif lorsque confiné
Précaution et manutention	Ventiler adéquatement, sinon porter une EPI appropriée	Porter les ÉPI appropriés, ne pas respirer les poussières, se laver les mains et ne pas boire, manger pendant la manipulation	Éviter les contacts prolongés avec la peau	Manipuler à l'écart de toute source d'ignition, utiliser des outils non métalliques, appareil mis à la masse, suivre les consignes du distributeur
Contrôle de l'exposition	Entreposer dans des contenants étanches et manipuler dans un endroit bien ventilé ou ventilation à la source	Entreposer dans des contenants étanches et manipuler dans un endroit bien ventilé ou ventilation à la source	Entreposer dans des contenants étanches et manipuler dans un endroit bien ventilé ou ventilation à la source	Éviter l'exposition et maintenir les règles de sécurité en vigueur

	Charbon activé	Chaux hydratée	Bicarbonate de soude	Propane
Entreposage	Conserver dans un endroit sec à l'abri des matières oxydantes	Entreposer dans le contenant d'origine dans un endroit sec, frais et ventilé, éviter les récipients ouverts	Conserver dans un endroit frais et sec dans un contenant hermétique	Dans un contenant spécifique et protégé. Installation conforme aux règlements SST
Quantité d'entreposage	(semi-remorque de big-bag)	60 tm (1 semi-remorque de big-bag)	55 tm (1 semi-remorque de big-bag)	242 266 litres (réservoirs fixes, soit : 2 réservoirs de 30 000 gals US + 2 réservoirs de 2 000 gals US))
Quantité consommée annuellement	34 tm	1 064 tm	1 620 tm	2 877 kL

Outre le propane, aucune de ces matières dangereuses n'est listée dans l'annexe 6 du Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs du bureau de la Direction des évaluations environnementales du MDDEP[33]. Le guide mentionne que la présence d'une matière sur cette liste indique un risque d'accidents majeurs, quoique la présence en quantité inférieure doit aussi être considérée[34].

Les matières dangereuses résiduelles énergétiques sont constituées principalement de boues solides ou semi-solides contenant une part d'hydrocarbures d'origine pétrolière variant typiquement de 3 à 30 %, d'eaux et de solides inorganiques fins. Des analyses ont permis de caractériser ces matières traitées au courant des trois dernières années dans l'unité thermique existante, tel que présenté tableau 46.

La nouvelle unité thermique traitera également les liquides inflammables mélangés, tel que de l'acétone et autres cétones, des alcools (éthanol, méthanol…), des composés aromatiques (toluène, xylène…), des composés aliphatiques (pentane), des hydrocarbures halogénés (dichlorométhane, trichloroéthylène…), acétonitrile, etc.

[33] THÉBERGE, MARIE-CLAUDE (2002). Analyse de risques d'accident technologiques majeurs. Document de travail. [environnement.gouv.qc.ca].
[34] Ibid. THÉBERGE, MARIE-CLAUDE (2002).

Tableau 46 : Caractéristiques des matières résiduelles dangereuses utilisées à des fins énergétiques

	MDR énergétique	Liquides inflammables
Classe TC	4, 6, 9	3, 6, 9
Point éclair	< ou > 63 °C	< 63 °C
Pouvoir calorifique	10 000 à 40 000 kJ/kg	10 000 à 40 000 kJ/kg
Masse volumique (gr/cm3)	+ ou - 1	< 1
Teneur en eau	10 à 50%	Variable mais généralement faible
Principaux dangers	Inflammable, peut contenir des produits toxiques et sous l'effet de leur décomposition	Inflammable, peut contenir des produits toxiques et sous l'effet de leur décomposition

Des matières dangereuses non énergétiques pourront aussi être reçues pour destruction. Il s'agit de :

- Produits périmés classifiés : Médicaments et autres produits périmés (cosmétiques, produits domestiques...) contenant principalement de l'emballage de papier et carton, du plastique, du verre et des produits périmés (médicaments sous différentes formes solides, pâteuses ou liquides). On retrouve également des pièces métalliques tel que de l'aluminium ou de l'acier (contenants, bouchons, aiguilles). Globalement la capacité calorifique de ces matières varie de 15 à 20 000 kJ/kg;
- Solutions aqueuses de matières premières (pesticides, ...) : Solutions de pesticides, herbicides, fongicides ou autres produits équivalents dissous ou en émulsion dans l'eau;
- Produits halogénés sans potentiel énergétique;
- Produits toxiques.

Ces matières seront entreposées dans l'entrepôt, soit en vrac dans un des trois réservoirs pour les matières compatibles ou individuellement dans des barils ou contenants de 1000 litres.

Les eaux contaminées sont principalement destinées à être détruites dans l'unité thermique et peuvent contenir des concentrations de quelques ppm (parties par million) de contaminants organiques, et un faible pourcentage d'hydrocarbures pétroliers ou autres substances solubles dans l'eau tel que le glycol. Les contaminants organiques sont les mêmes que ceux que l'on retrouve dans les sols contaminés. Ces eaux sont entreposées à l'extérieur dans des réservoirs conçus à cet effet (Baker Tank) sur une dalle de béton étanche. Tout déversement serait confiné à la dalle d'entreposage qui possède la capacité de rétention requise.

Les matières non dangereuses sont principalement constituées de produits périmés (exemple : cosmétiques et produits médicamenteux) ou de matières résiduelles d'origine non domestique (exemple : les plastiques agricoles, tissus souillés, autres). Ces matières ne sont pas soumises aux règlements sur le transport des matières dangereuses. Typiquement, ces matières sont constituées d'un mélange de plastique (60 %), papiers et cartons (10 %), verres (3 %), métaux (3 %) et solution aqueuse d'ingrédients (24 %). Ces matières sont reçues en vrac et entreposées à l'intérieur sur une surface étanche. Ces matières sont inertes et ne présentent pas de danger particulier.

Rappelons que RSI possède toutes les autorisations requises pour recevoir et traiter des sols contaminés par des produits pétroliers, des HAP, des BPC, pesticides, composés phénoliques, etc. Ces sols peuvent être de natures diverses et constitués de sable, argile, gravier et autres substances inorganiques inertes, de même que contenir par moment des métaux lourds et autres contaminants grossiers (métaux ferreux, briques, bétons). La teneur en eau des sols est variable, mais excède que très rarement 30 %. Outre la contamination, les sols ne présentent pas de danger particulier.

8.3.2 Dangers liés aux événements externes

Le site de RSI Environnement est localisé au nord du Saguenay dans le parc industriel de Saint-Ambroise loin de zones à risques d'inondation ou de glissement de terrain[35]. Le secteur nord du Saguenay est à moins grand risque de tremblement de terre que la partie sud. De plus, l'usine est située sur un banc de sable, lequel réagirait moins aux secousses d'un tremblement de terre, s'il y a lieu. Ces évènements naturels ont donc été considérés comme négligeables dans le cadre de la présente analyse des risques technologiques.

La rive nord du Saguenay n'est desservie par aucun chemin de fer et le site n'est pas localisé dans un secteur d'activités aériennes. Les activités reliées au projet auront peu d'impacts sur l'achalandage routier sur la route 172, considérant que l'usine opère depuis plus de 20 ans, et que la quantité totale prévue dans le futur ne diffèrera pas des quantités reçues annuellement. Les transports des sols et MDR vont continuer de se faire par camions dans les mêmes conditions et avec des volumes similaires à chaque livraison. Les risques associés sont essentiellement les mêmes et demeurent acceptables.

Rappelons que le transport des matières dangereuses est soumis à des règles strictes définis par le règlement sur le transport des matières dangereuses du ministère des Transports du Québec et par le règlement sur le transport des marchandises dangereuses du gouvernement fédéral. À ces règlements s'ajoute le nouveau règlement sur la traçabilité des sols contaminés.

[35] Données Québec. Carte interactive (IGO) : donneesquebec.ca

Il n'y a aucun complexe industriel majeur à proximité, pouvant présenter un danger pour RSI. Le premier site industriel est localisé à environ 500 m à l'ouest du site. Entre les deux, on retrouve le site de fabrication de terreau ainsi que l'écocentre. Compte tenu de l'envergure et la nature de ces installations ainsi que leur distance, les installations en périphérie ont été considérés comme ayant un potentiel d'effet domino négligeable pour les installations de RSI dans le cadre de l'analyse des risques technologiques.

Les changements climatiques pourraient engendrer des conditions météorologiques extrêmes prenant différentes formes : verglas, vents violents, tornade ou précipitation abondante. Outre l'arrêt des équipements par une panne de courant, ces conditions auront peu d'effets puisque toutes les composantes critiques sont protégées ou aménagées à l'intérieur du bâtiment. En cas de panne de courant, la génératrice d'urgence assure le maintien de l'intégrité du système et stoppe l'alimentation du procédé. Aussi, les inspections périodiques et la maintenance préventive assureront l'intégrité des équipements et du bâtiment.

Le site est entièrement clôturé et surveillé par caméra. L'accès unique au site se fait par une guérite où un gardien enregistre les entrées et sorties. De plus, il y a présence de personnel de RSI Environnement 24h/7jours. Le risque d'incident associé au vandalisme ou entrée par effraction est donc faible.

Pour les fins de cette analyse, les dangers liés aux événements externes ont donc été considérés et évalués comme négligeables.

8.3.3 Historique d'accidents

Les activités de transport, de manutention et d'entreposage peuvent être à l'origine d'accidents. De plus, les conditions d'opération peuvent aussi être à l'origine des dangers ou augmenter le danger associé à des matières dangereuses[36].

Un répertoire de rapports d'accident permet d'inventorier les accidents et les investigations associées. Ces dernières identifient les causes, les effets, les actions correctives ainsi que le statut du suivi. Au cours des 20 dernières années, aucun incident associé au transport n'a été signifié. Différents incidents associés à la manutention, à l'entreposage et à l'opération de l'unité thermique existante ont été observés. Ces incidents décrivent bien le type d'événement pouvant se produire en lien avec la nouvelle unité thermique puisqu'il s'agira du même procédé qui sera utilisé.

Le tableau 47 présente les conséquences des incidents associés aux opérations de l'unité thermique existante, de même que les mesures d'atténuation qui y sont associées.

[36] THÉBERGE, MARIE-CLAUDE (2002). Analyse de risques d'accident technologiques majeurs. Document de travail. [environnement.gouv.qc.ca].

Tableau 47 : Incidents répertoriés avec l'unité thermique

Risque	Cause	Conséquences	Mesure d'atténuation
Perte de pression négative procédé	- Conduit bouché - Bris ventilateur principal	Émission de gaz de combustion des matières énergétiques présents dans la chambre de combustion primaire par les différentes ouvertures dans le procédé	- Lecture en continu des pressions différentielles avec alarme - Nettoyage planifié des conduites - Entretien préventif du ventilateur
Perte brûleur	- Panne de courant - Trouble électrique / électronique	Pour le brûleur secondaire, risque de mauvaise destruction (par oxydation thermique) des contaminants par la cheminée	- Injection de charbon actif et chaux hydratée pour capter les contaminants résiduels aux dépoussiéreurs
Ouverture clapet sécurité	- Augmentation des T° (manque d'eau) - Manque d'air comprimé	Risque de mauvaise destruction (par oxydation thermique) des contaminants par le clapet de sécurité	- Système de contournement pour éviter plusieurs évènements qui pouvaient mener à l'ouverture du clapet pour diminuer la fréquence
Bris des sacs filtrants	- Usure - Températures trop élevées	Émissions de particules ou autres contaminants présents sous forme solide par la cheminée	- Suivi en continu des particules pour entretien préventif - Vérifications visuelles procédure d'inspection selon calendrier
Problème alimentation charbon	- Manque de charbon - Bris des compo-santes internes servant au mélange charbon/gaz	Émission de mercure ou autres contaminants organiques par la cheminée	- Vérifications visuelles selon calendrier - Ronde d'inspection par les employés
Incendie de réservoir de matières inflammables / Auto-inflammation des MDR dans l'entrepôt	- Mauvais entreposage (mélange de produits incompatible) - Problème électrique - Impact externe	Émissions provenant de la combustion des matières	- Système de détection et d'extinction (voir PMU) des incendies - Procédure de réception/ entreposage - Vérification visuelle - Section entrepôt dédiée à l'entreposage des inflammables conforme aux normes du code du bâtiment - Procédure de réception/ entreposage
Accumulation de gaz dans les entrepôts	- Arrêt prolongé des systèmess de ventilation	Danger d'incendie ou d'explosion : Émissions provenant de la combustion des matières	- Alterne de non-*fonctionnement des ventilations - Détecteurs de gaz - Système de détection et d'extinction (voir PMU) des incendies - Procédure de réception/ entreposage - Vérification visuelle
Déversement majeur de MDR liquide ou d'eau contaminée	- Bris d'un équipement d'entreposage	Contamination de la nappe phréatique et des sols	- Suivi et inspection de routine des structures d'entreposage, 2 niveaux de protection

8.4 MESURES D'ATTÉNUATION EN PLACE POUR LES OPÉRATIONS SUR LE SITE

Comparativement à l'unité thermique existante, la nouvelle unité sera munie d'arrêts de fonctionnement qui peuvent être activés par l'opérateur ou via le réseau de boucle de contrôle du procédé. En référence, le procédé actuel est équipé de plus de 1 000 points de contrôle reliés à une unité centrale qui commande le fonctionnement de l'unité depuis l'alimentation jusqu'à l'émission des gaz et des matières traitées.

La stratégie de contrôle mise en place pour contrôler l'ensemble de ces systèmes est de type « sortie vers l'entrée », ce qui signifie que les sous-systèmes se trouvant en aval donnent ou non la permission à ceux situés en amont de démarrer. Cette cascade de permissions permet d'opérer le système de manière sécuritaire pour le personnel, prévient les dommages aux équipements et évite la libération de contaminants à l'environnement. Ainsi, si un dysfonctionnement survient dans une section quelconque, une alarme a un effet immédiat sur les sections en amont, fermant ainsi pompes, ventilateurs ou vannes d'admission. Par ailleurs, tous les services se rattachant à une section donnée sont pleinement fonctionnels avant qu'une permission de démarrage soit attribuée à la section située en amont.

En opération normale, toutes les boucles de contrôle, les moteurs (pompes, ventilateur) et les vannes sont opérés automatiquement en respectant des séquences de mise en marche et des consignes (plages) d'opération. De cette façon, la sécurité et la performance du système ne sont pas laissées au libre arbitre de l'opérateur. L'ordinateur de contrôle enregistre en continu les températures, la concentration des gaz à l'effluent et toutes les autres valeurs analogiques (pressions, températures, débits) du procédé aux 10 secondes. Ces données sont conservées pendant une période minimale de deux ans aux fins de consultation.

En plus du contrôle automatisé précédemment décrit, l'unité sera équipée de plusieurs boutons d'arrêt d'urgence (de type « champignon rouge ») positionnés à des endroits accessibles et stratégiques. Lorsqu'un de ceux-ci est activé, les relais de contrôle de sécurité certifiés coupent toutes les commandes aux moteurs (pompe, ventilateur), toutes les commandes aux vannes de contrôle, la commande de marche de la chaudière et la commande d'alimentation du propane. Le four est donc immédiatement privé de ses intrants et ainsi ne peut plus rien laisser sortir (fermeture du ventilateur d'aspiration).

En ce qui concerne l'admission des liquides, il importe de préciser que deux vannes de contrôle seront installées en série sur la ligne d'entrée au réacteur. Ces deux vannes seront de type « normalement fermé », ce qui signifie qu'elles doivent être sous tension électrique pour s'ouvrir. Donc, en cas de panne de courant ou d'arrêt d'urgence, elles fermeront et couperont l'admission des liquides vers le procédé.

Les principaux paramètres modulant le procédé ou causant un arrêt d'une unité thermique sont présentés aux tableaux 48. Le principe de fonctionnement de la future unité ne diffère pas de celui de l'unité actuelle. Les causes d'arrêt des procédés sont donc sensiblement les mêmes.

Tableau 48 : Mauvais fonctionnement causant les arrêts d'alimentation

Paramètre	Plage de contrôle	Éléments à moduler
Lecture de monoxyde de carbone (CO) à la cheminée	- Moyenne sur 4 heures >57 mg/Rm³ 11%O_2 (pour le matériel non halogéné) - Moyenne sur 1 minute >57 mg/Rm³ 11%O_2 (pour le matériel halogéné)	- Augmenter bruleur et apport en air - Diminuer alimentation
Lecture d'oxygène (O_2) à la cheminée	- Lecture directe <8,5 %	- Augmenter bruleur et apport en air - Diminuer alimentation
Lecture d'acide chlorhydrique (HCl) à la cheminée	- Lecture directe >50 mg/ Rm³ 11 %O_2	- Augmenter injection chaux ou bicarbonate - Diminuer alimentation
Lecture de dioxyde de soufre (SO2) à la cheminée	- Moyenne sur 4 heure >150 mg/ Rm³ 11 %O_2	- Augmenter injection chaux - Diminuer alimentation
Lecture des poussières à la cheminée	- Lecture directe >20 mg/ Rm³ 11 %O_2	- Suivi de l'intégrité des sacs filtrants
Lecture de mercure à la cheminée	- Lecture directe >20 ug/ Rm³ 11 %O_2 et Lecture directe >50 ug/ Rm³ 11 %O_2 pour les MDR	- Augmenter le dosage de charbon ou réduire/arrêter le débit d'alimentation des matières à traiter
Température dans la chambre de combustion primaire	- Lecture directe <650°C	- Augmenter bruleur
Température dans la chambre de combustion secondaire	- Lecture directe <1 000°C	- Augmenter bruleur
Température dans la tour de refroidissement	- Lecture directe pour les thermocouples >260°C	- Augmenter injection d'eau au système de refroidissement

8.5 RISQUE D'ACCIDENT INDUSTRIEL MAJEUR

Le principal risque d'accident industriel majeur présent sur le site est lié à l'utilisation de propane. Bien qu'aucun incident majeur n'ait été répertorié sur le site à ce jour, plusieurs accidents graves impliquant le propane sont déjà survenus tant au Québec qu'à travers le monde, dont l'explosion mortelle d'un réservoir de propane (BLEVE) survenue en 1993 dans la municipalité de Sainte-Élizabeth-de-Warwick, impliquant un réservoir de propane localisé à proximité d'un bâtiment de ferme en feu. Toutefois, la majorité des accidents survenus étaient reliés à un entreposage inadéquat ou à un effet domino impliquant un incendie majeur (ex : accident routier impliquant un camion-citerne de propane avec déclenchement d'un incendie, incendie majeur sur un bâtiment à proximité d'un réservoir de propane fixe, ou incendie d'un bâtiment abritant des réservoirs de propane). C'est pourquoi la cie RSI s'assure de respecter les normes les plus strictes de sécurité entourant ses installations.

Actuellement, la distribution du propane sur le site se fait à l'aide de canalisations de 2 pouces de diamètre à une pression d'environ 40 psi et un débit d'opération moyennant 350 L/h. Pour la nouvelle unité thermique, le propane sera utilisé seulement pour l'alimentation au démarrage du brûleur.

Gestion des risques d'accidents liés à la conduite de propane

Afin de réduire les risques de fuite accidentelle de propane, les conduites de propane sont munies de valves de contrôle à fermeture automatique afin de permettre de couper le flux de propane dès qu'un bris survient. De plus un processus rigoureux d'inspection des équipements est mis en place et aucune circulation n'est autorisée à proximité des conduites de propane. Les réservoirs de propane sont entourés d'une barrière de blocs de béton pour empêcher toute collision par un véhicule circulant dans le secteur et localisés dans un endroit relativement dégagé sur le site afin d'éviter tout risque de surchauffe des réservoirs en cas d'incendie d'un bâtiment.

Figure 10 : Réservoirs de propane présents sur le site

8.6 SCÉNARIOS D'ACCIDENT TECHNOLOGIQUE MAJEUR

8.6.1 Matière dangereuse retenue

En vertu du Règlement sur les urgences environnementales (RUE) d'Environnement et Changement climatique Canada (DORS-2019-51), le propane entreposé en quantité supérieure à 4,5 Tm est considéré comme étant à risque d'accident technologique majeur et doit faire l'objet d'un plan d'urgence environnementale, incluant une analyse des risques technologiques majeurs.

8.6.2 Méthode d'analyse des risques technologiques majeures

Pour rencontrer les exigences de l'évaluation environnementale, le projet de RSI Environnement doit répondre à toutes les normes provinciales et fédérales concernant la sécurité, la santé et l'environnement, de même que la protection des travailleurs et de la population.

La méthode d'analyse des risques technologiques majeurs retenue dans la présente étude d'impact prend en compte notamment :

- les exigences prescrites à la section 5.1 de la Directive du MELCC;
- le Guide d'analyse de risques d'accidents technologiques majeurs (édition 2002) du ministère de l'Environnement du Québec;
- le « Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs » (édition 2017) du Conseil pour la réduction des accidents industriels majeurs (CRAIM);
- le « Risk Management Program Rule », 40 CFR 68.25 de l'Agence américaine de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA).

8.6.3 Méthode de calcul des rayons d'impact

Généralités

L'évaluation des conséquences des scénarios de pire cas et alternatifs vise à déterminer les distances où l'effet des dangers attribuables à un accident pourrait se faire sentir. La zone de danger correspond donc à un cercle autour du lieu de l'accident.

La présente analyse prend en compte la conduite d'alimentation de la nouvelle unité thermique pour laquelle un scénario d'ignition immédiate menant à un feu en chalumeau, ainsi qu'un scénario d'un feu à inflammation instantanée (ou feu éclair) ont été évalués.

Outils de modélisation

L'outil de modélisation retenu pour cette analyse est le logiciel PHAST (Process Hazard Analysis Software Tools), de la compagnie DNV.

Il s'agit d'un logiciel d'analyse de conséquences techniquement fiable et reconnu. Il est également très utilisé au niveau international et ses résultats sont validés et reconnus.

Valeurs des seuils d'effets

Les valeurs des seuils d'effets applicables aux substances inflammables sont présentées ci-dessous. Ces dernières sont conformes aux recommandations contenues dans le document intitulé *« Les valeurs de référence des seuils d'effets pour la planification des mesures d'urgence et l'aménagement du territoire »* produit par le CRAIM en 2015.

Incendie

Le déversement d'une substance inflammable peut provoquer un incendie. Dans ce cas, la zone d'impact peut être définie en fonction du niveau de radiation thermique (exprimé en kW/m²) émise par l'incendie. En effet, à la suite d'une exposition prolongée à la chaleur des flammes (radiation thermique), les récepteurs exposés peuvent subir des brûlures à différents degrés, selon la durée de l'incendie et la distance séparant l'incendie du récepteur. La radiation thermique engendrée par un feu de flaque ou un feu de chalumeau est maximal à l'endroit de l'incendie et diminue en fonction de la distance.

Les seuils d'effets qu'il est recommandé d'utiliser pour évaluer les distances associées aux conséquences menaçant la vie, à la planification des mesures d'urgence et à la destruction de pièces d'équipements (Réf. : CRAIM, 2007) sont :

- 5 kW/m² : niveau de radiation à ne pas dépasser pour le corps humain normalement vêtu. Ce seuil peut entraîner des brûlures au second degré suite à une exposition de plus de 40 secondes (seuil recommandé pour la planification des mesures d'urgence - CRAIM);
- 12,5 kW/m² : niveau de radiation pouvant menacer la vie à la suite d'une exposition de 30 secondes; Seuil d'énergie minimale requise pour l'allumage du bois en présence de flammes et pour faire fondre le plastique;
- 37,5 kW/m² : niveau de radiation produisant une incinération instantanée et correspondant au flux thermique suffisant pour endommager les équipements de procédé et entraîner un effet domino.

Seul les rayons d'impact de 5 kW/m² ont été illustrés sur les figures de résultats puisqu'ils présentent les plus grands rayons et sont ceux utilisés pour la planification des mesures d'urgence.

Feu à inflammation instantanée et explosion

Pour qu'il y ait un feu à inflammation instantanée (ou feu éclair) ou une explosion, lorsqu'applicable, il faut que les concentrations en gaz d'une substance inflammable se situent entre les limites inférieures et supérieures d'explosivité. Toutefois, pour que ces conditions soient présentes, il faut que les vapeurs soient contenues dans un espace confiné ou semi-confiné, ce qui n'est pas le cas dans la présente étude.

Pour les feux à inflammation instantanée (feux éclairs) résultant de l'ignition d'un mélange de vapeur inflammable, le logiciel utilisé pour faire le calcul des risques individuels (PHAST) définit la zone d'impact comme étant à 50 % de la limite inférieure d'inflammabilité. Toutefois, pour qu'il y ait un feu à inflammation instantanée, il doit y avoir présence d'une source d'ignition et la limite inférieure d'inflammabilité doit être atteinte.

8.6.4 Résultats des modélisations

Les tableaux 49 - 50 et figures 11 à 14 présentant les résultats de la modélisation des risques reliés à l'utilisation de propane pour alimenter la nouvelle unité thermique.

Paramètres utilisés pour l'analyse :

Dimension de la conduite : 2 pouces
Débit d'opération : entre 150 et 1000 L/h (moyenne d'environ 350 L/h)
Pression d'opération : 40 PSI
Conditions météorologiques : 1,5 F et 3D (très stables)
Température ambiante : entre 10 et 23 °C

Scénarios utilisés :

Scénario normalisé 1a : Rupture complète de la conduite de 2 pouces (≈50 mm) et fuite de propane en phase gazeuse à l'atmosphère.

Scénario alternatif 1b : Bris d'un diamètre de 7 mm sur la conduite de 2 pouces et fuite de propane en phase gazeuse à l'atmosphère.

Résultats :

Pour le scénario 1a, s'il y a allumage immédiat de la fuite, il y aura formation d'un feu en chalumeau (Jet fire) résultant en une radiation thermique de 5kW/m² à 24,7 m de la conduite si les conditions météo sont de 1,5F et à 23,5 m si les conditions météo sont de 3D. Dans l'éventualité où il n'y aurait aucune source d'allumage à proximité de la conduite, un nuage de propane se formerait et la concentration de 50% de la LIE serait atteinte à 3,3 m de distance à 2 m du sol et à 10,1 m à une hauteur de 6 m au-dessus du sol pour des conditions météo de 1,5F, tandis que pour des conditions météo de 3D, cette concentration serait de 3 m de distance à 2 m d'élévation du sol et de 11,4 m à 6 m d'élévation du sol, ce qui pourrait résulter en un feu éclair (retour de flamme) si une source d'allumage entrait en contact avec le nuage de propane ainsi formé. Aucun feu de nappe ne pourrait se produire puisque le gaz s'élèvera rapidement dans l'air et ne pourra se répandre sur le sol.

Tableau 49 : Résultats de la modélisation des risques d'accidents liés au propane, scénario 1a

scénario 1a					
Débit de la fuite (kg/s)	**Condition météo**	**Angle de la fuite à partie du plan horizontal (Degré)**	**Feu en chalumeau - Distance radiation thermique 5kW/m² (m)**	**Feu éclair – Distance 0.5 LFL (m)**	**Note**
1.733	W1- 1.5F	30	24.7	3.3 @ 2m d'élévation du sol 10.1 max. @ 6m d'élévation du sol	Selon conditions ambiantes et d'opération, fuite à l'état gazeuse. Rayonnement solaire pour cond. météo. 3D: 0.8 kW/m². Temp. moy. nuit / jour : 10°C / 23°C.
	W2- 3.0D	30	23.5	3 @ 2m d'élévation du sol 11.4 max. @ 6m d'élévation du sol	

Figure 11 : Scénario 1a Rayon d'impact d'un feu éclair

Figure 12 : Scénario 1a Rayon d'impact d'un feu en chalumeau

Dans le cas du scénario 1b, s'il y a allumage immédiat de la fuite, il y aura formation d'un feu en chalumeau (Jet fire) résultant en une radiation thermique de 5kW/m² à 3m de la conduite si les conditions météo sont de 3D et aucun feu en chalumeau ne se produirait pour des conditions de météo de 1,5F. Dans l'éventualité où il n'y aurait aucune source d'allumage à proximité de la conduite, un nuage de propane se formerait et la concentration de 50 % de la LIE serait atteinte à 1,4 m de distance pour des conditions météo de 1,5F, tandis que pour des conditions météo de 3D, cette concentration serait de 1,7 m de distance, ce qui pourrait résulter en un feu éclair (retour de flamme) si une source d'allumage entrait en contact avec le nuage de propane ainsi formé.

Aucun feu de nappe ne pourrait se produire puisque le gaz s'élèvera rapidement dans l'air et ne pourra se répandre sur le sol.

Tableau 50 : Résultats de la modélisation des risques d'accidents liés au propane, scénario 1b

scénario 1b					
Débit de la fuite (kg/s)	**Condition météo**	**Angle de la fuite à partie du plan horizontal (Degré)**	**Feu en chalumeau - Distance radiation thermique 5kW/m² (m)**	**Feu éclair – Distance 0.5 LFL (m)**	**Note**
1.733	W1- 1.5F	30	Non atteint	1.4	Selon conditions ambiantes et d'opération, fuite à l'état gazeuse. Rayonnement solaire pour cond. météo. 3D: 0.8 kW/m². Temp. moy. nuit / jour : 10°C / 23°C.
	W2- 3.0D	30	3.2	1.7	

Figure 13 : Scénario 1b Rayon d'impact d'un feu éclair

Figure 14 : Scénario 1b - Rayon d'impact d'un feu en chalumeau

Dans tous ces scénarios, il n'y aurait aucun impact sur la population et les infrastructures entourant le site de RSI Environnement.

8.7 MESURES DE SÉCURITÉ

Des mesures de sécurité sont en place depuis le début des opérations, dans le but d'assurer la sécurité des travailleurs, de la population et de l'environnement. RSI Environnement est consciente de l'importance de ses ressources humaines dans la réalisation de sa mission, faisant ainsi de la santé et de la sécurité de son personnel une priorité. Dans cette perspective, la direction mise sur la prévention des accidents et des incidents afin de favoriser un milieu de travail sain et sécuritaire.

Dans sa politique de santé et sécurité, RSI Environnement poursuit les objectifs suivants et s'engage à :

- respecter les normes, les lois, les règlements ainsi que toutes exigences reliées à la santé et à la sécurité;
- améliorer de façon continue ses pratiques en santé et en sécurité;
- obtenir l'implication de tout son personnel dans la mise en œuvre des mesures visant la prévention des accidents et des maladies professionnelles;
- développer les aptitudes des employés afin qu'ils puissent effectuer leur travail en toute sécurité;
- maintenir un comité de santé et de sécurité au travail.

La performance en santé et sécurité au travail exige la collaboration et la participation de tous les employés, et ce, autant collectivement qu'individuellement afin de maintenir un milieu de travail sain et sécuritaire.

Les mesures de sécurité, qui respectent les lois et les règlements en vigueur et s'inscrivent dans une démarche de développement durable, se retrouvent à l'intérieur du programme de prévention de l'entreprise. Ce programme contient entre autres :

- Politique santé, sécurité et protection de l'environnement;
- Comité santé, sécurité et environnement;
- Programme de maintenance, d'inspection et d'entretien des équipements;
- Identification des équipements, tuyauterie et produits chimiques;
- Identification des aires de travail (réception, déchargement, entreposage, espace clos, etc.);
- Contrôle sur le procédé, alarme sur le procédé et arrêt d'urgence;
- Système de lutte contre les incendies, incluant extincteur, alarmes, système d'arrosage;
- Système de mesure et contrôle en continue des procédés thermiques;
- Protocole rigoureux de mise en route et de suivi des opérations;
- Accueil et formation de tout nouvel employé;
- Formation adéquate pour tout employé ou sous-traitant :
  - Caractéristiques de l'usine et du procédé;
  - Risques du procédé et exploitation;
  - Méthode sécuritaire de travail (espace clos, travail en hauteur, manipulation matières dangereuses);
  - Équipements de protection individuelle;
- Supervision adéquate des travaux effectués par les sous-traitants et fournisseurs en s'assurant entre autres des compétences et par une inspection rigoureuse des travaux effectués;

- Politique de prévention du harcèlement psychologique ou sexuel au travail et traitement des plaintes;
- Politique drogue et alcool;
- Procédures, méthodes de travail normalisé et autres documents assurant le bon fonctionnement et la mise en œuvre de la politique;
- Surveillance et suivi environnemental.

L'annexe 18 présente le programme de prévention en matière de santé et sécurité de l'entreprise.

8.8 PLAN DE MESURE D'URGENCE

Un plan des mesures d'urgence est actuellement en place pour les opérations courantes. Ce plan est d'ailleurs coordonné avec les autorités locales et fait l'objet d'une simulation annuelle de concert avec les services d'urgence publique. Celui-ci sera mis à jour en fonction des nouveaux paramètres associés à la future unité thermique. L'expérience du fournisseur de la future unité sera mise à contribution dans l'élaboration du plan. Chaque employé et sous-traitant œuvrant sur le site de RSI reçoit une formation adéquate et pertinente sur ce plan des mesures d'urgence. Le plan des mesures d'urgence de RSI contient entre autres les informations suivantes :

- Identification du coordonnateur du plan des mesures d'urgence ainsi que la brigade d'intervention;
- Plan d'évacuation, point de rassemblement et situation d'urgence;
- Structure d'intervention en urgence et mécanismes de décisions à l'intérieur de l'entreprise;
- Modes de communication avec l'organisation de la sécurité civile externe (police, pompier, etc.)
- Modes de communication pour alerter les organismes municipaux et gouvernementaux concernés;
- Équipe de secouristes formés;
- Équipement d'intervention d'urgence (douche oculaire, douche corporelle, trousse de premiers soins, extincteurs, etc.). Le cas échéant, les formations seront offertes pour la manipulation de certains de ces équipements (extincteurs) et des inspections seront faites sur d'autres équipements afin de s'assurer du bon état ou de l'inventaire (douche, trousse);
- Localisation sur un plan de l'hôpital ou de la clinique la plus proche;
- Mesures d'intervention en cas de déversement, d'incendie, de fuite;
- Actions à envisager en cas d'alertes (évacuation, chaîne de communication, etc.);
- Mesures de protection à envisager pour protéger la population des zones susceptibles d'être touchées;
- Enquête et rapport sur les accidents et incidents afin d'améliorer la prévention de ces derniers.

Le plan des mesures d'urgence est mis à jour régulièrement afin de réévaluer les mesures d'urgence. L'annexe 19 présente le plan des mesures d'urgence actuel, qui sera mis à jour en tenant compte des caractéristiques de la future unité thermique.

9. SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

Le programme de surveillance sera essentiellement dédié aux activités lors de l'exploitation étant donné que le site est déjà en opération et que l'aménagement de la nouvelle unité ne nécessite aucun aménagement supplémentaire ou construction connexe. Le programme de surveillance a comme objectif de s'assurer que les performances attendues des procédés correspondent aux prévisions et que les mesures de protection de l'environnement applicables sont en place. Le programme de surveillance s'appliquera aux activités suivantes :

- Entreposage des matières dangereuses et des sols contaminés;
- Émissions atmosphériques;
- Rejets des eaux de procédés traitées;
- Matières résiduelles et sols traités;
- Vérification que les composantes d'entreposage sont fonctionnelles et assurent la protection des eaux de surface et souterraines.

Les résultats du programme de surveillance sont présentés mensuellement à la direction régionale du MELCC et inclus dans le rapport annuel des opérations, lui aussi déposé au MELCC.

Tout échantillon requis en vertu du présent programme de surveillance est prélevé et conservé selon les méthodes prévues dans le cahier 2 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales.

Les méthodes analytiques à utiliser pour les paramètres de base sont celles définies par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Comme ces méthodes analytiques sont révisées régulièrement par le CEAEQ, aucune méthode spécifique n'est suggérée. Toutes les analyses externes seront effectuées par un laboratoire accrédité par le MELCC pour les méthodes précisées ci-dessus.

RSI Environnement est visité de 3 à 5 fois par année par le MELCC afin de vérifier le respect des autorisations. Chaque visite est consignée dans le registre de RSI Environnement. Au cours des 20 dernières années, malgré des visites fréquentes, seulement 2 avis de non-conformité ont été émis par le MELCC concernant les concentrations de mercure à la cheminée pour des évènements survenus les 14 mai 2015 et 4 mars 2021.

Certaines observations sont soulevées lors de ces visites, et celles-ci font l'objet d'un suivi par RSI qui utilise ces observations pour améliorer ses opérations.

RSI dessert plusieurs grandes entreprises nord-américaines. Celles-ci confient leur vérification diligente à l'organisme CHWMEG, Inc. CHWMEG est une association commerciale à but non lucratif composée d'entreprises manufacturières, d'organisations industrielles similaires, d'établissements d'enseignement et de recherche et d'installations gouvernementales individuelles. Les membres de CHWMEG étant préoccupés par la responsabilité environnementale potentielle associée aux déchets et aux matières résiduelles, l'organisme procède à une vérification détaillée des opérations de fournisseurs. Les rapports du

programme de vérification des installations de CHWMEG permettent aux membres d'obtenir des informations environnementales, opérationnelles et financières essentielles concernant les installations qui traitent, éliminent, recyclent et/ou stockent les déchets manufacturés et les matières résiduelles produits par les membres. RSI est donc vérifiée annuellement par CHWMEG qui émet des recommandations que RSI s'engage à appliquer.

En marge de ces vérifications indépendantes, RSI applique les mesures de sa certification ISO-14000. Elle réalise annuellement des audits internes de ses opérations ainsi qu'une vérification de ses opérations par un tiers indépendant dûment accrédité tous les trois ans. Les conclusions des rapports de vérification interne et externe sont prises en compte dans le processus d'amélioration continue de l'entreprise.

9.1 RÉCEPTION ET ENTREPOSAGE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DANGEREUSES OU NON ET SOLS CONTAMINÉS

RSI a mis en place dès le début un système de traçabilité des matières et sols entrants au site. Chaque matière ou sol destiné à être traité chez RSI doit faire l'objet d'une entente au préalable entre le générateur et RSI. Ce processus permet de collecter des informations sur la matière (profil du matériel, origine, description physico-chimique et caractéristique des contaminants, rapport de caractérisation ou analyses, quantité prévue, date d'expédition). Toutes les matières à traiter ou les matières premières font l'objet d'un suivi dès leur réception où sont enregistrées dans une base de données les informations pertinentes correspondant à celles identifiées à l'étape pré-réception. Toute différence est aussitôt rapportée au générateur et consignée dans la base de données de RSI.

Le système en place permet en tout temps de connaître les quantités de matières entreposées. Ce système sera éventuellement lié avec le système de traçabilité prévu par le règlement concernant la traçabilité des sols contaminés excavés qui entrera progressivement en vigueur à compter du 1er novembre 2021.

- Les activités de réception sont suivies par le biais d'un programme d'échantillonnage des sols et matières résiduelles avant réception pour chaque contrat tel que spécifié aux autorisations actuelles. Le nombre d'échantillons requis par contrat doit rencontrer les exigences du tableau 3 du cahier 5 – Guide d'Échantillonnage des sols publié par le MELCC[37]. Les paramètres sont définis en fonction de la caractérisation de phase II ou III et du type de matières. Les analyses sont réalisées par un laboratoire externe accrédité. Les informations sont transmises mensuellement au MELCC par numéro de contrat.

[37] MELCC (2001). Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 5 « Échantillonnage des sols », 2e édition, Les Éditions le Griffon d'argile, 74 p.

9.2 PROGRAMME DE SURVEILLANCE DES MATIÈRES À TRAITER

En dépit d'un échantillonnage avant réception, l'alimentation des procédés est surveillée à l'aide d'un programme d'échantillonnage composé des sols/matières avant traitement à raison d'un échantillon composite à chaque 4 jours maximum (composés de sous-échantillons prélevés aux 4 heures).

Les paramètres analysés dépendent de la caractérisation initiale avant réception et comprends, entre autres : les métaux si inférieurs au critère C, le mercure, les hydrocarbures pétroliers et les contaminants d'intérêt. Les informations et résultats sont consignés et transmis mensuellement à la direction régionale du MELCC.

Dans le cas des matières résiduelles dangereuses, la surveillance comprend la même fréquence que pour les sols, mais les paramètres analysés comprennent ceux de l'annexe 5 du règlement sur les matières dangereuses ainsi qu'un essai de toxicité à raison d'une fois par année pour chaque matière. Les informations et résultats sont consignés et transmis mensuellement à la direction régionale du MELCC.

9.3 ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Le programme de surveillance des émissions atmosphériques repose sur l'utilisation d'analyseur en continu.

Chaque unité thermique comprend deux équipements d'analyse en continu des caractéristiques des gaz (CEMS). Les deux systèmes CEMS sont installés pour surveiller les gaz de combustion sortant de la cheminée par un échantillonnage continuel des composés gazeux prélevés à même la cheminée. Via une ligne d'échantillonnage chauffée, l'air échantillonné est acheminé vers un analyseur pour analyser la composition chimique des gaz de combustion : CO, NOx, SO2, HCl, O2, CO2, et H2O, Mercure. Tous ces équipements sont entretenus et calibrés selon les directives du fabricant. Ils font également l'objet d'une vérification lors d'évaluation annuelle des rejets atmosphériques par un tiers indépendant.

Le second analyseur, spécifiquement pour les poussières, est installé sur la plate-forme de la cheminée pour mesurer la concentration de poussière, sur la base d'un principe de mesure optique.

Les CEMS de chaque unité thermique enverront continuellement des informations à l'automate programmable de l'usine et à l'interface homme-machine (IHM) pour la supervision de l'opérateur et l'enregistrement des données. Les données d'émission sont accessibles aux parties externes telles que les autorités, car un ordinateur dédié au système d'acquisition de données (DAS) est installé pour un rapport direct aux autorités.

Les ordinateurs d'automatisation de l'usine peuvent être rendus accessibles pour la supervision via l'internet pour la surveillance à distance.

9.4 REJET DES EAUX DE PROCÉDÉ

La gestion des eaux du site comprend plusieurs points de mesure et d'échantillonnage à la réception des eaux, à l'affluent des lagunes d'entreposage, à l'effluent du traitement physico-chimique, à l'effluent final du traitement ainsi que dans la boucle de recirculation des eaux traitées vers le traitement thermique. Les paramètres à surveiller sont variables d'un point à l'autre et dépendent également des matières en traitement. La fréquence d'échantillonnage est un échantillon par lot. Les échantillons sont soumis à des analyses pour déterminer les teneurs en métaux lourds, pH, matières en suspension, hydrocarbures pétroliers et autres paramètres d'intérêt selon les matières en traitement. Les volumes et débits de traitement sont également inclus dans le programme de surveillance.

Toutes les informations collectées dans le cadre de ce programme de surveillance sont déposées au MELCC mensuellement.

9.5 MATIÈRES RÉSIDUELLES SOLIDES ET SOLS TRAITÉS

La surveillance des extrants vise deux matières : les sols traités, ainsi que les résidus solides du système de filtration des gaz (SFG) et de la tour de refroidissement des gaz (TRG).

La qualité des sols traités est validée par un échantillon composite aux 4 jours (composés de sous-échantillons prélevés aux 4 heures), seulement si le mélange ou le sol traité demeure le même durant 4 jours. Sinon, un seul échantillon composite est prélevé indépendamment pour chaque mélange ou sol traité pour toute quantité sortante du procédé pendant moins de 4 jours. Les paramètres comprennent les métaux et les hydrocarbures pétroliers en tout temps et selon les caractéristiques des sols avant traitement les paramètres d'intérêt.

La qualité des résidus solides du SFG est validée par 1 échantillon aux 10 jours composés de sous-échantillons prélevés dans chacun des sacs accumulés (ou aux 5 jours dans le cas du traitement seul ou en mélange de matières résiduelles). Dans le cas des résidus solides de la TRG, il s'agit d'un prélèvement d'un échantillon aux 10 jours composé de sous-échantillons prélevés dans chacune des bennes accumulées (ou aux 5 jours dans le cas du traitement seul ou en mélange de matières résiduelles). Dans les deux cas, les paramètres analysés sont : les halogènes organiques totaux, les métaux, les dioxines et furannes, le pH ainsi que l'essai conformément à l'article 3 (test de lixiviation) du règlement sur les matières dangereuses.

Les informations et résultats sont consignés et transmis mensuellement à la direction régionale du MELCC.

10. SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le programme de suivi vise à :

- Confirmer les performances des systèmes de traitement thermique ;
- Vérifier que les composantes d'entreposage sont fonctionnelles et assurent la protection des eaux de surface et souterraines;
- Valider que les opérations sont conformes au niveau de puissance acoustique maximale autorisée à la limite de propriété.

De plus, tous les rapports de suivi environnemental sont expédiés au MELCC mensuellement pour révision et validation.

10.1 ESSAI DE PERFORMANCE

Annuellement, un test de performance pour chaque unité thermique sera réalisé afin de déterminer la conformité des rejets atmosphériques par rapport aux normes et critères du RAA. Les échantillonnages et analyses de ce test de performance seront sous la gouverne d'une firme externe spécialisée, laquelle devra faire approuver son protocole par le MELCC préalablement.

Lors du test de performance, les conditions opératoires seront identiques aux conditions normales du système.

Il est reconnu que la performance d'une technologie de destruction repose sur la dissociation thermique parvenant à détruire un composé thermodynamiquement stable. Selon la nature des sols en traitement au moment de la réalisation de l'essai, l'efficacité de destruction visera le contaminant résistant au traitement.

La mesure des différents paramètres sera réalisée par une firme indépendante, selon le cahier 4 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales[38].

Outre les deux unités de traitement thermique, le programme de suivi environnemental comprend également le suivi des émissions des bâtiments d'entreposage et des autres sources fixes (refroidissement des sols, entreposage, conditionnement et alimentation du procédé). Ce programme comprend un échantillonnage de ces sources d'émission tous les 5 ans. Les échantillonnages et analyses seront sous la gouverne d'une firme externe spécialisée, laquelle devra faire approuver son protocole par le MELCC préalablement. Les paramètres à suivre sont les BPC, les dioxines et furannes, les HAP, les métaux et le cas échéant, des paramètres d'intérêt.

[38] Échantillonnage des émissions en provenance de sources fixes, publié par le Centre d'expertise et analyse environnementale du MDDEP, Édition 2005, révisé le 21 juillet 2009.

10.2 ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES

Outre le programme de surveillance en continu tel que décrit à la section 9.2, RSI effectue un suivi environnemental de l'air ambiant et d'indicateurs biologiques.

Programme de suivi de l'air ambiant

Deux stations d'échantillonnage de l'air ambiant sont en place, soit une en amont et une autre en aval des vents dominants. Les échantillonnages ont lieu 4 fois par année sur une période de 24 heures. Les paramètres analysés sont les métaux en tout temps, ainsi qu'en alternance et si présent dans les sols/matières en traitement les dioxines et furannes, les BPC, le PCP et les HAP. Les résultats sont inclus au rapport annuel déposé à la direction régionale du MELCC. L'échantillonnage et les analyses sont respectivement réalisés par une firme indépendante et un laboratoire accrédité.

Suivi des indicateurs biologiques mousses et sols

Depuis 2005, un programme de suivi d'indicateurs biologiques est en place visant à analyser les mousses en périphérie du site. Un prélèvement de mousse est réalisé annuellement par une firme indépendante dans 5 stations. Trois échantillons sont soumis à des analyses chimiques pour connaître les teneurs en métaux, BPC, dioxines et furannes. Les résultats sont inclus au rapport annuel déposé à la direction régionale du MELCC. L'échantillonnage et les analyses sont respectivement réalisés par une firme indépendante et un laboratoire accrédité.

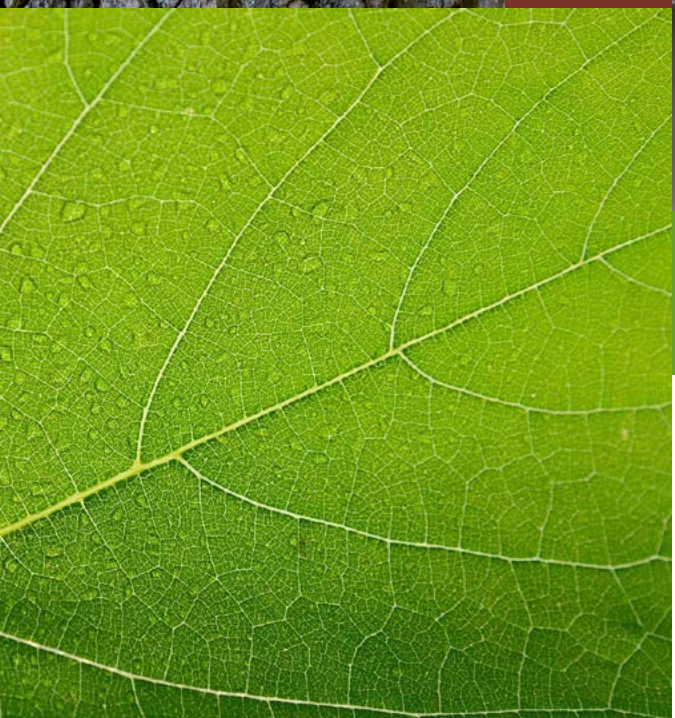
10.3 EAUX SOUTERRAINES

Le site est pourvu de trois puits de suivi des eaux souterraines. Le programme de suivi des eaux souterraines est en place depuis le début des opérations. Les puits ont été installés afin de suivre l'évolution des eaux en amont et en aval du sens d'écoulement des eaux souterraines par rapport aux activités de traitement des eaux. Les eaux souterraines sont ainsi échantillonnées une fois par année et analysées pour connaître la teneur en BPC, en hydrocarbures pétroliers, en métaux et aussi pour les paramètres d'intérêt, le cas échéant. Les résultats de cet échantillonnage annuel sont inclus dans le rapport annuel des opérations, lequel est déposé à la direction régionale du MELCC.

En période d'opération hivernale, un programme de suivi des neiges s'ajoute à celui des eaux souterraines. Des échantillons sont prélevés selon un plan pré approuvé par le MELCC en fonction des risques (par exemple, les voies de circulation). Les analyses portent principalement sur les métaux et sur les paramètres HAP, hydrocarbures pétroliers, dioxines, furannes, BPC ou autres paramètres d'intérêt si ceux-ci sont présents dans les matières en traitement.

10.4 MESURES DE BRUIT AMBIANT

RSI est conscient du niveau sonore émis par ses activités. Depuis le début de ses opérations, RSI n'a reçu aucune plainte à cet effet. D'ailleurs, les résultats de l'étude sonore réalisée dans le cadre de ce projet montrent un léger dépassement des seuils, en considérant que la plus proche résidence est occupée, ce qui n'est pas le cas. Néanmoins, RSI mettra en place des mesures afin d'améliorer l'environnement sonore émanant de ses activités si requises.



11. CONCLUSIONS

Depuis plus de 25 ans, RSI Environnement (RSI) exploite une unité de désorption thermique permettant de dépolluer des sols ou d'autres types de matières générées par des industries en détruisant complètement les contaminants présents, et ce, de façon sécuritaire. À ce titre, RSI est une pionnière de l'écologie industrielle québécoise puisqu'elle utilise les sols contaminés par d'autres acteurs industriels et les rend réutilisables, diminuant ainsi la production, mais également la dangerosité des résidus ultimes. Pour ses activités, RSI détient 41 différentes autorisations du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). RSI est bien implantée et acceptée dans son milieu et se distingue par son rayonnement social. Impliquée dans sa communauté et soucieuse de susciter l'adhésion de la population à ses projets de développement, RSI collabore et communique en continu avec les parties prenantes. Dès le début, RSI a mis en place un programme de suivi et surveillance de la qualité de l'environnement qui démontrent le plein contrôle de ses opérations et le très faible impact.

Le présent projet de RSI a comme objectif principal de poursuivre les activités d'élimination des matières dangereuses de manière sécuritaire et définitive en détournant de l'enfouissement les matières ayant un fort passif environnemental. Pour atteindre cet objectif et dans une première phase, RSI désire améliorer la pérennité de ses opérations en optimisant les autorisations de ses installations actuelles. RSI possède déjà les autorisations pour traiter des sols, des matières dangereuses résiduelles (dangereuses ou non) et de l'eau avec ses équipements et procédés éprouvés depuis plus de 25 ans. La majorité de ces matières est actuellement incinérée ou enfouie à l'extérieur du Québec, et ce, sans valorisation.

La deuxième phase consiste à installer une deuxième unité thermique plus petite permettant de récupérer de l'énergie sous forme de chaleur et aussi d'optimiser les opérations sans générer d'impacts nouveaux.

La construction sera réalisée sur les terrains déjà aménagés chez RSI Environnement, près de l'unité thermique actuelle, sans impact immédiat sur la flore ou la faune. L'ajout de cette unité, tout comme les opérations courantes génèrent et génèreront davantage de retombées économiques importantes pour la région immédiate.

Le projet requiert peu de modification aux installations existantes si ce n'est que le système d'entreposage et d'alimentation de certaines matières. Le procédé actuel a déjà démontré son efficacité à détruire de façon efficace tout contaminant organique, quel qu'il soit, en limitant les émissions externes bien en deçà des normes existantes. Les effets cumulatifs et les impacts du projet ne diffèrent pratiquement pas de la situation actuelle.

Au terme des deux phases du projet, RSI n'aura aucunement modifié son impact environnemental et même réduit de façon importante le potentiel d'émission de GES que ses autorisations actuelles lui permettraient d'émettre.

Grâce l'application des mesures d'atténuation actuellement en vigueur ou à venir, la majorité des impacts négatifs sont jugés faibles ou très faibles, l'exception des effets du projet sur les changements climatiques. Les mesures visant à contenir et contrôler les émissions

pouvant affecter la qualité de l'air ou de l'eau sont implantées et s'avèrent fiables. Les impacts des activités de RSI sur la qualité des sols environnants, sur les activités agricoles ou l'environnement sonore ont toujours été minimes, voir nuls depuis le début. Il est estimé que le présent projet ne modifiera pas, d'une manière ou d'une autre, les impacts sur ces composantes dont l'effet résiduel est faible à très faible. Le programme de suivi et surveillance permettra de maintenir la qualité environnementale du milieu environnant dans son ensemble.

Les activités de RSI engendrent également des impacts positifs qu'elle tentera de bonifier dans le cadre de ce projet. RSI contribue à des retombées économiques annuelles de 9 millions de dollars ainsi que des investissements à venir dans le cadre de ce projet estimé à 15 millions de dollars. Une soixantaine de personnes travaille actuellement aux installations de l'entreprise à Saint-Ambroise et le projet permettrait la création de six à dix emplois supplémentaires.

Sans l'aboutissement de ce projet, plusieurs matières dangereuses ou non dangereuses seront éliminées par incinération, sans valorisation et par enfouissement, léguant ainsi aux générations futures le passif environnemental. Ces matières sont majoritairement exportées vers d'autres provinces ou en dehors du Canada, ce qui génère des émissions de GES en plus de réduire le potentiel de valorisation de celles-ci. Globalement, ce projet offre des avantages économiques et environnementaux importants.

12. RÉFÉRENCES

CERM-PACES (2013).
Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région Saguenay-Lac-Saint-Jean. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.

CORNIOU, MARINE (2021).
Tremblements de terre : les zones à risque au Québec. Québec Science, 19 mai 2021 [quebecscience.qc.ca].

GROUPE SYNERGIS (2021).
Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement. Rapport du projet 20-0410. 34 pages.

ÉNERGIE ET RESSOURCES NATURELLES QUÉBEC (2022).
Système d'information géominière du Québec.
Carte intéractive. [sigeom.mines.gouv.qc.ca].

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2021).
Principaux indicateurs sur le Québec et ses régions - Statistiques MRC-du-fjord du Saguenay. [Statistique.quebec.ca].

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2021).
Région du Saguenay-Lac-Saint-Jean – Démographie. [economie.gouv.qc.ca].

MGA GÉOSERVICES INC. RÉCUPÈRE SOL (2006).
Étude hydrogéologique pour la détermination de l'aire d'alimentation des puits de captage d'eau, mai 2006.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2019).
Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre. 107 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2017).
Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés : Plan d'action 2017-2021. 34 pages. (En ligne). [mddelcc.gouv.qc.ca].

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT (2002).
Analyse de risques d'accidents technologiques majeurs, 44 pages.

MRC DU FJORD-DU-SAGUENAY (2011).
Schéma aménagement et de développement révisé. [mrc-fjord.qc.ca], 657 pages.

- MUNICIPALITÉ DE SAINT-AMBROISE (2016).
  Plan d'urbanisme révisé 2015. [st-ambroise.qc.ca], 33 pages.

- PAUSTIAN K, LARSON E, KENT J, MARX E and SWAN A (2019).
  Soil C Sequestration as a Biological Negative Emission Strategy. Front. Clim. 1:8. doi : 10.3389/fclim.2019.00008

- STATISTIQUE CANADA (2016).
  Profil du recensement, Recensement de 2016 - Municipalité de Saint-Ambroise. [Statistique Canada].

- STATISTIQUE CANADA (2021).
  Région du Saguenay-Lac-Saint-Jean –Marché du travail. [economie.gouv.qc.ca].

- STATISTIQUE CANADA (2020).
  Région du Saguenay-Lac-Saint-Jean – Structure économique. [economie.gouv.qc.ca].

- THÉBERGE, MARIE-CLAUDE (2002).
  Analyse de risques d'accident technologiques majeurs. Document de travail. [environnement.gouv.qc.ca].

- TREMBLAY, S., OUIMET, R.
  La séquestration du C organique dans les sols forestiers. Forest 4 : 1141-1157.

- MELCC (2001).
  Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 5 « Échantillonnage des sols », 2e édition, Les Éditions le Griffon d'argile, 74 p.

- Échantillonnage des émissions en provenance de sources fixes, publié par le Centre d'expertise et analyse environnementale du MDDEP, Édition 2005, révisé le 21 juillet 2009.

CERTIFICATS D'AUTORISATION DE RSI/RÈGLES STRICTES EN MATIÈRE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

ANNEXE 1

Liste des autorisations et des certificats d'autorisation de RSI Environnement

N° Ref RSI	Date délivrance	Date échéance	N° de dossier	Sujet	Lien
A#1	05-06-1992		7610-02-01-0603801	**Autorisation : Installation d'un séparateur d'huile** *(Ce système n'a jamais été installé)*	A#1
A#2	05-06-1992		7610-02-01-0603802	**Autorisation : Installation d'une unité d'oxydation thermique** *(Ce système n'a jamais été installé)*	A#2
CA#1	05-06-1992		7610-02-01-0603800	**Certificat d'autorisation : Implantation d'un centre de traitement de sols contenant des hydrocarbures légers** *(Permet à RSI de traiter des sols contaminés aux HP légers par un traitement biologique, n'est pas en opération actuellement)*	CA#1
A#3	16-07-1993		7610-02-01-0603821 1067689	**Autorisation : Installation et opération d'un système de traitement d'eau** *(Cette autorisation a été remplacée par l'autorisation du 24-09-1997 mais certaines parties sont toujours applicable actuellement.)*	A#3
A#4	16-07-1993		7610-02-01-0603822 1067690	**Autorisation : Installation et opération d'un système de traitement des gaz** *(Autorisation pour l'installation du procédé thermique actuel)*	A#4
CA#2	16-07-1993		7610-02-01-0603820 1067688	**Certificat d'autorisation : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Permet à RSI d'opérer le procédé thermique actuel pour le traitement d'hydrocarbures seulement)*	CA#2
M-CA#2 16-07-1993	15-04-1997		7610-02-01-0603808 1142140	**Modification de CA : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Modification pour permettre à RSI de traiter thermiquement des sols contaminés au PCP (450 mg/kg max) et aux D/F (2200 ng ITEQ/kg max))*	M1-CA#2
M-CA#2 16-07-1993	17-07-1997		7610-02-01-0603810 1142116	**Modification de CA : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Modification pour permettre à RSI de traiter des matériaux granulaires (béton concassé) ayant une granulométrie inférieure à 4 po. contaminés aux HP, PCP et D/F)*	M2-CA#2
M-CA#2 16-07-1993	13-01-2006		7610-02-01-0603808 400288472	**Modification de CA : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Modification pour permettre à RSI de traiter des sols contaminés aux dioxines et furannes (taux d'alimentation en D/F max de 0.2 g ITEQ/hre))*	M3-CA#2
A#5	24-09-1997		7610-02-01-0603815 1142125	**Autorisation : Installation d'un système de traitement d'eau** *(Autorisation pour l'installation d'un système de traitement des eaux)*	A#5
CA#3	24-09-1997		7610-02-01-0603814 1142124	**Certificat d'autorisation : Modification du système d'entreposage des sols contaminés et traités** *(Permet l'installation et l'opération du batiment de conditionnement des sols actuel (tente de 10 KT de capacité) et des pads de béton pour l'entreposage des sols traités*	CA#3
CA#4	27-10-1997		7610-02-01-0603816 1142129	**Cetificat d'autorisation : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Permet à RSI de traiter des sols contaminés aux BPC (ali. max en BPC de 13.7 kg/hr) et aux autres organochlorés (ali. max 15 kg/hr) à 10 tph max)*	CA#4
M-CA#4 27-10-1997	26-10-2001		7610-02-01-0603816 300002366	**Modification de CA : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Modification pour l'augmentation du taux maximal d'alimentation à 12.5 tph)*	M1-CA#4
M-CA#4 27-10-1997	29-05-2009		7610-02-01-0603816 400595602	**Modification de CA : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Modification pour injection chaux, analyse client et démonstrations de conformité)*	M2-CA#4
M-CA#4 27-10-1997	12-07-2017		7610-02-01-0603816 401612839	**Modification de CA : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Modification pour le suivi analytique etenvironnemental des opérations)*	M3-CA#4
CA#5	19-12-1997		7610-02-01-0603817 1142130	**Certificat d'autorisation : Utilisation du butane et du propane comme combustible d'alimentation au procédé** *(Permet à RSI d'utiliser le butane et le propane comme combustible pour chauffer le procédé thermique)*	CA#5
CA#6	22-12-1999		7610-02-01-0603835 20001417	**Cetificat d'autorisation : Exploitation d'une unité de concassage et d'un godet cribleur** *(Permet à RSI d'utiliser un concasseur et d'un godet cribleur pour le conditionnement des sols avant traitement)*	CA#6
A#6	13-06-2000		7610-02-01-0603836 20004018	**Autorisation : Installation de portes, de systèmes de ventilation et de systèmes d'épuration de l'air pour desservir l'entrepôt des sols contaminés** *(Autorisation pour l'installation de portes, d'un système de ventilation et d'épuration de l'air pour le batiment de conditionnement des sols actuel)*	A#6
A#7	11-11-2002		7610-02-01-0603854 300054094	**Autorisation : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Autorisation pour l'installation d'un second batiment d'entreposage pour les sols contaminés (batiement d'entreposage actuel) d'une capacité de 30 KT*	A#7
CA#7	11-11-2002		7610-02-01-0603854 300018911	**Certificat d'autorisation : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Permet à RSI d'opérer le second bâtiment d'entreposage. Ce CA inclus le plan de suivi environnemental)*	CA#7
M-CA#7 11-11-2002	05-12-2005		7610-02-01-0603854 400283513	**Modification de CA : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Modification du plan desuivi environnemental, incluant, entre autre, le nouveau critère d'air ambiant)*	M1-CA#7
M-CA#7 11-11-2002	05-12-2013		7610-02-01-0603854 401092903	**Modification de CA : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Modification spécifiant la limite maximale d'entreposage de sol contaminé dans l'entrepôt à 77 000 t.m.)*	M2-CA#7
M-CA#7 11-11-2002	12-07-2017		7610-02-01-0603854 401613712	**Modification de CA : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Modification du suivi environnemental)*	M3-CA#7
A#8	23-07-2004		7610-02-01-0603860 400160778	**Autorisation : Installation d'un système d'épuration de l'air pour les équipements de refroidissement et de conditionnement des sols traités** *(Autorisation pour l'installation d'un système d'épuration de l'air pour le système de refroidissement et de conditionnement des sols traités)*	A#8
CA#8	23-07-2004		7610-02-01-0603860 400160813	**Certificat d'autorisation : Exploitation d'un système de refroidissement et de contidionnement des sols traités** *(Permet à RSI l'opération du système de refroidissement et de conditionnement des sols traités)*	CA#8
M-CA#8 23-07-2004	10-05-2006		7610-02-01-0603860 400309752	**Modification de CA : Exploitation d'un système de refroidissement et de contidionnement des sols traités** *(Modification permettantà RSI de mélanger les particules fines de sols provenant de la base de la CCS avec les sols traités pour en faciliter la gestion)*	M1-CA#8
CA#9	21-07-2009		7610-02-01-0643850 400617468	**Cetificat d'autorisation : Valorisation de résidus de bois non contaminé** *(Permet à RSI de mélanger des résidus de bois non conaminé avec les sols avant traitement pour des fins de valorisation énergétiques)*	CA#9
CA#10	24-11-2009		7610-02-01-0603804	**Cetificat d'autorisation : Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés**	CA#10

ANNEXE 1

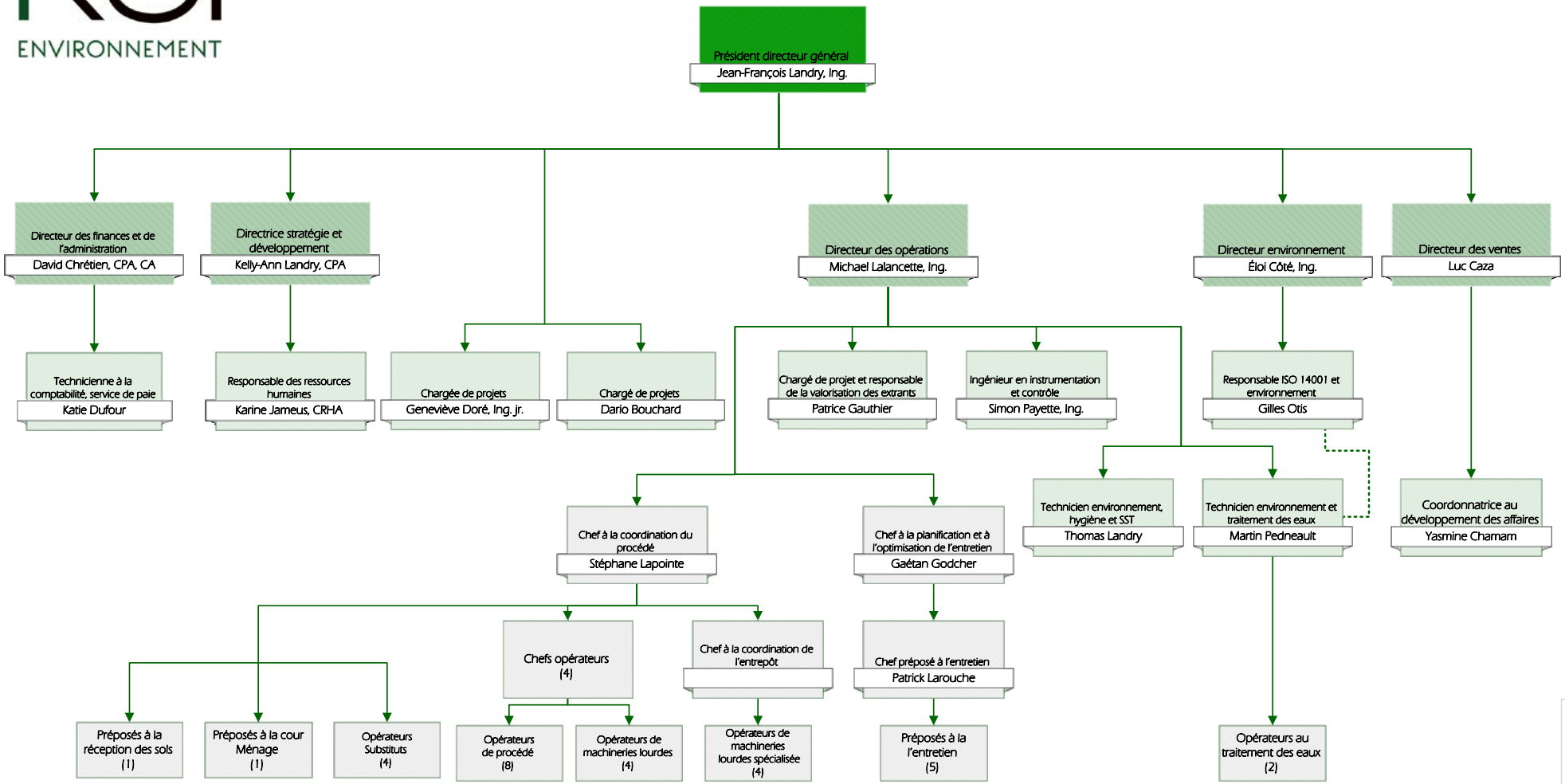
N° Ref RSI	Date délivrance	Date échéance	N° de dossier	Sujet	Lien
			400662797	*(Permet à RSI d'entreposer jusqu'à 6 000 t.m. de sol conaminé par des BPC sur une dalle de béton existante jusqu'au 30 juin 2010)*	
CA#11	02-12-2009		7610-02-01-0603804 400664986	**Cetificat d'autorisation : Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés** *(Permet à RSI d'entreposer jusqu'à 15 000 t.m. de sol conaminé par des BPC sur une nouvelle dalle en asphalte jusqu'au 30 juillet 2010)*	CA#11
M-CA#11 24-11-2009	18-08-2014		7610-02-01-0603804 401167708	**Modification de CA : Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés** *(Modification permettant à RSI d'entreposer des sols aux hydrocarbures et HAP de façon permanente sur la plate-forme extérieure)*	M1-CA#11
Permis #1	01-08-2013		7610-02-01-0603868 401056481	**Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Permet à RSI de traiter des MDR granulaires et des résidus de produist pétroliers à des fins de valorisation)*	Per#1
M-permis#1 01-08-2013	23-10-2015		7610-02-01-0603868 401300902	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** (Modification permettant à RSI d'entreposer les MDR 4 ans avant leur traitement)	M1-Per#1
M-permis#1 01-08-2013	01-03-2017		7610-02-01-0603868 401571254	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Modification permettant à RSI de d'augmenter le taux d'alimentation des MDR pour la valorisation énergétique à 50 t/jr (2 120 kg/hr))*	M2-Per#1
M-permis#1 13-08-2001	29-06-2018		7610-02-01-0603868 401710083	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Modification au permis pour ajouter desnouveau code de MDR autorisées à traiter chez RSI et pour le nettoyage au jet de sable dans l'entrepôt)*	M3-Per#1
Ren-A #1 13-08-2001	09-07-2018		7610-02-01-0603868 401712863	**Renouvellement d'autorisation (Permis) : renouvellement pour 5 ans du permis original (valide jusqu'au 2023/7/09)** *(Permet à RSI de traiter des MDR granulaires et des résidus de produist pétroliers à des fins de valorisation)*	Ren1-Per#1
M-permis#1 13-08-2001	22-02-2019		7610-02-01-0603868 401780318	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Modification pour ajouter des MDR BPC pour valorisation énergétique(liquide) et autre BPC)*	M4-Per#1
M-permis#1 13-08-2001	06-11-2020		7610-02-01-0603868 401968413	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Modification pour ajouter des MDR M01 (préparations pharmaceutiques médicaments et cosmétiques hors d'usage) pour valorisation énergétique*	
CA#12	18-08-2014		7610-02-01-0603894 401167925	**Cetificat d'autorisation : Test pour le traitement de sol contaminé par du mercure** *(Permet à RSI de faire des tests avec des sols contaminés par du mercure)*	CA#12
A#9	06-07-2018		7610-02-01-0603895 401712737	**Autorisation : Traitemenent thermique de matières résiduelles non dangereuses** *(Permet à RSI de traiter thermiquement des matières résiduelles non dangereuses 2 tm/hre et moins)*	A#9
M-A#9 06-07-2018	28-04-2020		7610-02-01-0603895 401910712	**Modification d'Autorisation : Traitemenent thermique de matières résiduelles non dangereuses** *(Modification pour ajouter les produits phramceutiques périmés PPP à la liste des MR pouvant être traitées)*	
A#10	27-02-2019		7610-02-01-0603815 401785057	**Autorisation : Traitement thermique d'eaux industrielles contaminées** *(Permet à RSI de traiter de l'eau contaminée : 9000 tm par traitemenr thermique et 230 m3 par jour par traitement physico-chimique)*	A#10
M-A#10 04-10-2019	28-04-2020		7610-02-01-0603815 402005345	**Modification d'Autorisation : Traitement thermique d'eaux industrielles contaminées** *(Modification la constuction de bassin d'entreposage de 8 200 m3, traitemnt de PFAS, traiter l'eau seule ou avec sol ou ave MR ou MDR, option de réutilisation*	
A#11	27-02-2019		7610-02-01-0603897 401784707	**Autorisation : Traitemenent des sols contaminés aux HP par biodégradation e volatilisation sur plateforme extérieure** *(Permet à RSI de traiter des sols contaminés aux HP par biotraitement : 15000 tm annuellement, 2600 m3 en tout temps)*	A#11
A#12	04-10-2019		7610-02-01-0603898 401857695	**Autorisation : Fabrication de terreaux à partir de sols décontaminés** *(Permet à RSI la fabrication de terreaux pour à partir de sol traité A-B (20000 t qualité tout usage, 10000 t qualité industriel)*	A#12
M-A#12 04-10-2019	28-04-2020		7610-02-01-0603898 401991700	**Modification d'Autorisation : Fabrication de terreaux à partir de sols décontaminés** *(Modification pour augmenter la quantité de terreau en entreposage à 20 000 tm et fabrication max de tereau tout usage et industiel de 30 000 t/an*	

LES DÉTAILS SUR LA STRUCTURE OPÉRATIONNELLE, AINSI QUE SUR LES POLITIQUES EN MATIÈRE DE SANTÉ-SÉCURITÉ, ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

ANNEXE

2

Organigramme de RSI Environnement



2021-04-20

RSI
ENVIRONNEMENT

Politique de Santé et de Sécurité au Travail

Récupère sol, consciente de l'importance de ses ressources humaines dans la réalisation de sa mission, fait de la de la santé et de la sécurité de son personnel une priorité. Ainsi, elle entend gérer de façon telle que la santé et la sécurité aient une importance égale aux opérations ainsi qu'à son environnement.

Afin de s'assurer de l'application de la présente politique, Récupère sol se dote d'objectifs et s'engage à :

- respecter les normes, les réglementations ainsi que toute exigence souscrite ayant trait à la santé et à la sécurité;
- améliorer de façon continue nos pratiques en santé et en sécurité;
- travailler à diminuer les risques d'accidents;
- obtenir l'implication de tout son personnel dans la mise en œuvre des mesures visant la prévention des accidents et des maladies professionnelles;
- développer les aptitudes des employés afin qu'ils puissent effectuer leur travail en toute sécurité;
- maintenir un comité de santé et de sécurité au travail.

La performance et l'efficacité d'une culture durable de prévention en santé et sécurité du travail n'est possible que par la participation et l'action de tous, individuellement et collectivement.

Jean-François Landry, ing.
Directeur Général
27 novembre 2015

Politique d'achat

Politique *:*	Politique d'achat
Date d'entrée en vigueur :	27 mars 2018
Réalisée par :	David Chrétien
Remplace :	Toutes les politiques précédentes et/ou tous les énoncés précédents
Approuvée par :	Jean-François Landry, président directeur général

OBJET:

RSI Environnement privilégie l'achat local afin de favoriser l'économie régionale et l'acceptabilité sociale.

PORTÉE:

À tout le personnel

ÉNONCÉ DE LA POLITIQUE :

MAXIMUM D'ACHAT AUTORISÉ

- Les préposés à l'entretien peuvent procéder à des achats jusqu'à un maximum de 500 $
- Le chef maintenance, chef opérations, coordonnateur optimisation des procédés, le coordonnateur environnement peuvent procéder à des achats jusqu'à un maximum de 5,000 $
- Les directeurs peuvent procéder à des achats jusqu'à un maximum de 10,000 $

NOMBRE DE SOUMISSION À OBTENIR

- Pour tous les achats inférieurs à 5,000 $, 1 seule soumission est nécessaire
- Pour tous les achats supérieurs à 5,000 $, il faut obtenir au moins 2 soumissions si possible.
- Pour tous les achats supérieurs à 15,000 $, il faut obtenir au moins 3 soumissions si possible.

NIVEAU D'AUTORISATION

- Pour les préposés à l'entretien, pour tout achat entre 500 $ et 5,000 $, ils doivent obtenir l'autorisation du chef maintenance
- Pour le chef maintenance, chef opérations, coordonnateur optimisation des procédés et le coordonnateur environnement, les achats entre 5,000 $ et 10,000 $ doivent être autorisés par un directeur ou un niveau supérieur
- Pour tous les achats supérieurs à 10,000 $, une autorisation du directeur des finances et du directeur général est requise

POLITIQUE D'ACHAT LOCAL

- À prix égal ou supérieur de 10 %, les achats locaux seront favorisés, jusqu'à un écart maximal de 5,000 $.
- En priorité, les achats auprès des commerces de Saint-Ambroise seront favorisés
- Ensuite, la priorité est donnée aux fournisseurs en fonction de leur éloignement par rapport à l'usine. Les plus près de l'usine seront favorisés

© Conseil RH pour le secteur communautaire
www.conseilrh.ca

La politique environnementale de RSI Environnement

RSI Environnement est un centre de traitement et de recyclage de sols, d'eaux et autres matières contaminées, et ce, grâce à diverses technologies éprouvées et l'expertise de son équipe. Dans une perspective de développement durable et afin de permettre aux générations futures de vivre dans un environnement sain, la mission de RSI Environnement consiste à offrir un procédé unique et sécuritaire de traitement optimal des matières contaminées pour les réutiliser, afin de transformer cette ressource non-renouvelable en sols propres valorisables et réutilisables.

Nous reconnaissons notre responsabilité envers la société et nous nous donnons comme mandat d'appliquer les principes d'écologie industrielle et d'économie circulaire afin de minimiser notre empreinte environnementale ainsi que celle de nos clients. S'inspirant de valeurs comme le respect, l'engagement et l'innovation, RSI Environnement entend être proactive en matière environnementale dans la gestion de ses affaires.

Afin d'assurer l'application de la présente politique, RSI Environnement implante un système efficace de gestion environnementale (SGE) enregistré à la norme ISO 14001 :2015. Pour ce faire, nous nous engageons à :

- Protéger l'environnement;
- Être conforme aux législations et réglementations en vigueur ainsi qu'aux autres exigences volontaires auxquelles nous pourrions souscrire;
- Améliorer de façon continue notre SGE et notre performance environnementale;
- Procurer et maintenir des conditions de travail saines et sécuritaires.

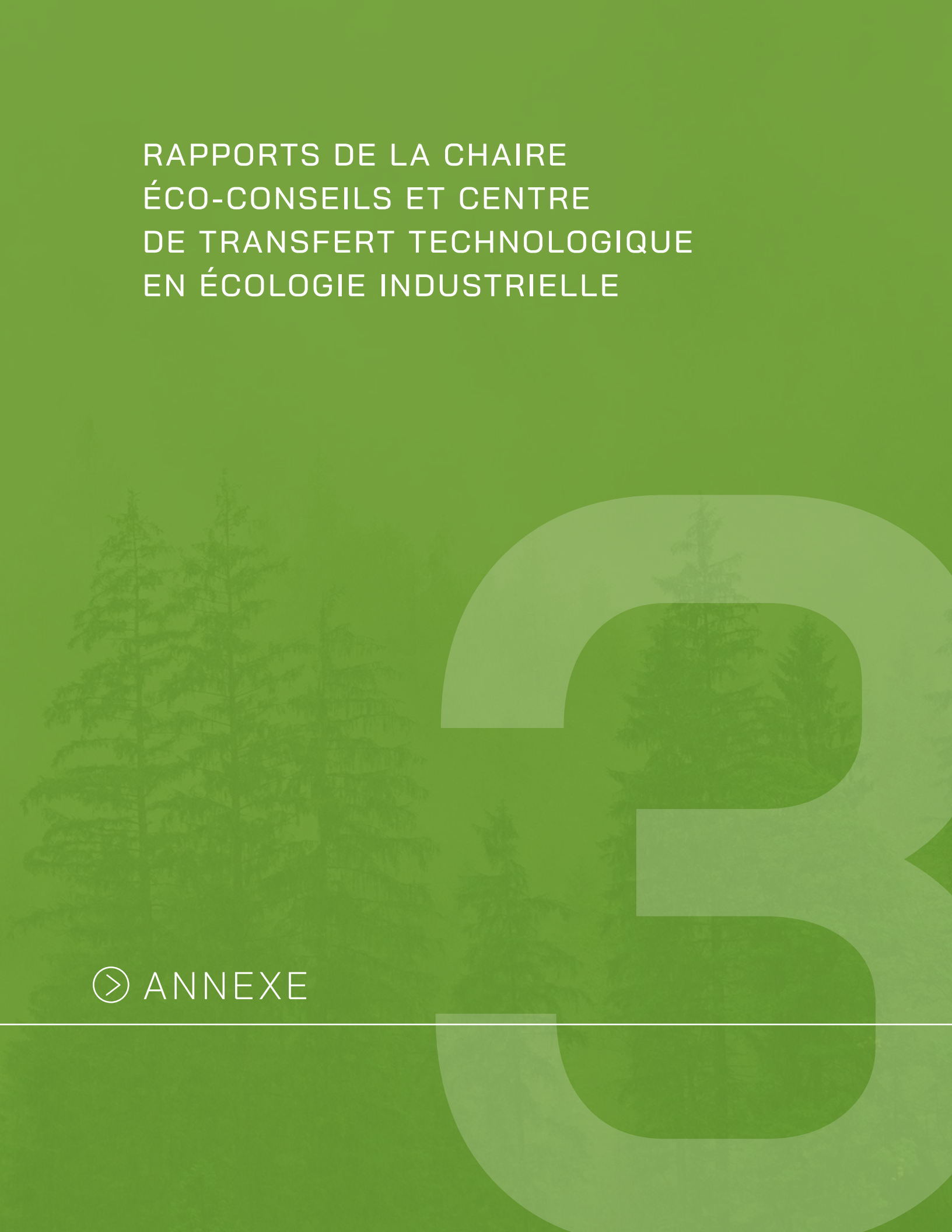
Nos objectifs environnementaux que nous réviserons annuellement, refléteront nos engagements et nous y consacrerons toutes les ressources nécessaires à leurs atteintes.

Cette politique est accessible aux employés et au public.

Le président directeur général est responsable de l'application de cette politique.

Jean-François Landry Ing.
Président directeur général
Le 17 août 2019

RAPPORTS DE LA CHAIRE ÉCO-CONSEILS ET CENTRE DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE EN ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE



ANNEXE

Comparaisons d'analyse de développement durable de diverses méthodes de traitement des sols contaminés aux polluants organiques persistants

Réalisées par :

Jean-Robert Wells, ing. MGP, éco-conseiller diplômé
Coordonnateur de la recherche
Vincent Grégoire, B.Sc.agr., M.Sc., éco-conseiller diplômé
Hélène Côté, ing., éco-conseillère diplômée

Sous la direction de

Claude Villeneuve,
Directeur de la Chaire en Éco-conseil

Février 2010

Table des matières

Liste des figures 4
Liste des tableaux 4
Liste des photos 5
Liste des acronymes 6
Présentation de la Chaire de recherche et d'intervention en Éco-conseil 7
Sommaire exécutif 8
1. Introduction 10
2. Problématique de la décontamination des sols 11
2.1 Historique du développement industriel 12
2.2 Types de contaminations les plus fréquentes 14
2.3 Impacts sur l'environnement et la santé 17
2.4 Cadre légal 19
2.5 Principales technologies de décontamination en usage 26
2.6 Choix des technologies retenues pour l'étude 28
2.6.1 L'enfouissement 29
2.6.2 Le procédé d'oxydation chimique 32
2.6.3 Le procédé de désorption thermique haute température 35
2.6.4 Le procédé d'incinération 36
2.6.5 Le procédé de traitement biologique (bioremédiation) 38
2.7 Critères actuels de décision pour la décontamination 42
2.8 Libre-échange et le marché des sols contaminés 45
2.9 Aspects éthiques du développement durable appliqués aux sols contaminés 47
3. Outils d'analyse de DD préconisés 49
3.1 Les outils d'analyse du DD 49
3.1.1 Les prémisses d'une analyse 50
3.1.2 Qualités et limites des outils d'analyse de DD 51
3.2 Utilité pour la prise de décision 52
3.3 Critères de choix et justification des outils choisis 53
3.4 Les outils retenus 53
3.4.1 Guide de prise en compte des principes de DD 54
3.4.2 Grille de la Chaire en éco-conseil 60
3.4.3 Étude de l'ADEME 64
4. Résultats et discussion 67
4.1 Guide pour la prise en compte des principes du DD 67
4.1.1 Méthodologie de l'analyse 68
4.1.2 Résultats 69
4.1.3 Recatégorisation pour fin de comparaison 71
4.2 Grille de la Chaire en Éco-conseil 73
4.2.1 Méthodologie de l'analyse 74
4.2.2 Résultats 75
4.2.3 Résumé des résultats 86
4.3 Fiches de l'étude de l'ADEME 87

4.3.1 Méthodologie de l'analyse 87
4.3.2 Recatégorisation pour fin de comparaison 87
4.3.3 Résultats 88
4.4 Comparaison des résultats obtenus 89
4.4.1 Analyse – résultats selon les outils 89
4.4.2 Analyse – résultats selon les filières 93
5. Conclusions 95
6. Recommandations 99
7. Portée et limitations des travaux d'analyse de la Chaire en Éco-conseil 99
8. Bibliographie 101
9. Annexes 111

Liste des figures

Figure 1 Phénomènes de bioaccumulation et de bioamplification tout au long de la chaîne trophique 16
Figure 2 Effet sauterelle des POPs 16
Figure 3 Mécanismes de contamination de l'environnement par des pesticides 18
Figure 4 Sources de contamination des sols et schéma de circulation conceptuel des contaminants dans l'environnement 19
Figure 5 Principes, objectifs et actions – Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés 25
Figure 6 Évolution temporelle des quantités de sols enfouis et traités au Québec de 1991 à 2003 28
Figure 7 Schéma d'une cellule de confinement des sols contaminés 29
Figure 8 Procédé de désorption thermique haute température de RSI 36
Figure 9 Schéma du procédé d'incinération (Colombano *et al.* (2010), p. 252) ... 37
Figure 10 Stratégie de gestion d'un site pollué 43
Figure 11 Grille de cadrage 58
Figure 12 Exemple de la grille de cadrage adaptée au présent mandat 59
Figure 13 Tétraèdre illustrant les résultats de la grille de la Chaire en éco-conseil 86

Liste des tableaux

Tableau 1 Classification des techniques de traitements des sites 26
(sols et eaux souterraines) 26
Tableau 2 Quantité de sols enfouis et traités au Québec de 1991 à 2003 27
Tableau 3 Valeurs limites de contamination des sols au-delà desquelles un traitement doit être appliqué 31
Tableau 4 Caractéristiques relatives au procédé d'oxydation chimique 34
Tableau 5 Efficacité des différents réactifs de l'oxydation chimique en fonction des contaminants à traiter 35
Tableau 6 Biodégradabilité des principaux contaminants organiques 39
Tableau 7 Persistance de différents composés, principalement des pesticides organochlorés 40
Tableau 8 Synthèse des informations pertinentes aux technologies choisies de décontamination des sols (pollutions organiques) 41
Tableau 9 Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire 44
Tableau 10 Évaluation des filières de traitement selon les seize principes de la loi sur le développement durable 70
Tableau 11 Recatégorisation des résultats de la grille MDDEP pour fins de comparaison avec d'autres outils du DD 73
Tableau 12 Résultats de l'analyse du pôle « Équité » selon la grille de la Chaire en Éco-conseil 77

Tableau 13 Résultats de l'analyse du pôle « Écologique » selon la grille de la Chaire en Éco-conseil 79
Tableau 14 Résultats de l'analyse du pôle « Social » selon la grille de la Chaire en Éco-conseil 82
Tableau 15 Résultats de l'analyse du pôle « Économique » selon la grille de la Chaire en éco-conseil 84
Tableau 16 Résultats de l'analyse de DD à l'aide de la grille de la Chaire en éco-conseil 86
Tableau 18 Recatégorisation des résultats de la grille MDDEP pour fins de comparaison avec d'autres outils du DD 88
Tableau 19 Résultats de l'analyse du DD des cinq filières de traitement des sols retenues à l'aide de trois outils différents 89
Tableau 20 Résultats du test de sensibilité pour les 1er et 2e rangs 90
Tableau 21 Test de sensibilité sur les filières autres que le traitement biologique pour l'étude de l'ADEME 92

Liste des photos

Photo 1 Cellule d'enfouissement de sols contaminés à sécurité maximum 31

Liste des acronymes

ADEME :	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
BCDD	Bureau de coordination du développement durable
BCF :	Facteur de bioconcentration
CCE:	Commission de coopération environnementale
CESE	Conseil des Entreprises de Services Environnementaux
CIDD	Comité interministériel de développement durable
CLARINET	Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies
CQDD	Centre québécois de développement durable
DDT :	Dichlorodiphényltrichloroéthane
EPA :	Environmental Protection Agency (US)
HAM :	Hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP :	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
LQE :	Loi sur la qualité de l'environnement
LES :	Lieu d'enfouissement sanitaire
MDDEP	Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs
MEF :	Ministère de l'Environnement et de la Faune
OC :	Organochlorés
OQADD :	Outils de questionnement et d'analyse des politiques et projets en matière de développement durable
PCB :	Polychlorobiphényl / biphényles polychlorés
PCDD :	Polychlorodibenzo-*p*-dioxines
PCDF :	Polychlorodibenzo-furannes
PCDD/F :	Dibenzo-p-dioxines et dibenzofuranes polychlorés (dioxines et furanes)
POP :	Polluants organiques persistants
RESC :	Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
UNESCO:	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Présentation de la Chaire de recherche et d'intervention en Éco-conseil

La mission de la Chaire

Formaliser les savoirs issus des pratiques des éco-conseillers et réaliser des recherches pour enrichir leur formation par l'ajout et l'actualisation des connaissances sur le développement durable et ses applications.

Les objectifs de la Chaire

- Soutenir et initier des projets de deuxième et de troisième cycles universitaires sur l'exercice du métier d'éco-conseiller;
- Produire de nouvelles connaissances en diffusant, au moyen des outils appropriés (journal scientifique, colloques, conférences), les résultats des travaux de la Chaire et du réseau des éco-conseillers;
- Développer et maintenir les liens avec l'UNESCO, les grands programmes internationaux, les autres formations universitaires de cycles supérieurs et le réseau international des éco-conseillers;
- Offrir du perfectionnement aux professionnels dans le domaine du conseil en environnement pour le développement durable;
- Intervenir et collaborer, par le biais des services à la collectivité, avec des partenaires externes à l'université (entreprises, regroupements professionnels et communautaires, gouvernements, etc.) pour la formation et l'amélioration continues dans le domaine du développement durable.

Sommaire exécutif

La dépollution des sols fait l'objet d'une réglementation provinciale, canadienne et Nord-américaine (ALÉNA) ainsi que d'Accords internationaux dont l'interprétation évolue constamment et qui en quelque sorte laisse une certaine latitude quant on en vient aux choix de la filière et du niveau de décontamination à atteindre.

Avec l'entrée en vigueur récente de la *Loi sur le développement durable* au Québec, Récupère Sol inc., une entreprise de décontamination des sols par désorption thermique a mandaté la Chaire de recherche et d'intervention en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi afin d'analyser, dans une perspective de développement durable, différentes filières de dépollution des sols contaminés aux polluants organiques persistants.

La problématique des polluants organiques persistants est sans contredit une menace notoire de santé publique qui s'est traduite par des Accords internationaux visant leur élimination totale. En effet, ces polluants xénobiotiques interdit de fabrication depuis plusieurs décennies, se retrouvent dans tous les compartiments de l'environnement et dans tous les maillons de la chaîne trophique incluant l'humain. Leurs effets délétères connus sont de nature cancérogène, tératogène et mutagénique pour certains et sont soupçonnés d'être des perturbateurs endocriniens pour d'autres.

L'approche proposée par la Chaire en Éco-conseil consiste à comparer, à l'aide de trois outils d'analyse de DD, quatre technologies de traitement et la filière de l'enfouissement des sols contaminés qui sont utilisées au Canada. Les analyses seront réalisées afin de prendre en considération les convergences et les divergences dans la performance des diverses technologies étudiées en terme de développement durable (DD) selon les outils utilisés. Cet exercice permettra de situer ces technologies les unes par rapport aux autres en termes de la compatibilité de leur application avec les divers objectifs et principes de développement durable. L'utilisation d'outils différents permettra de donner plus de robustesse aux conclusions.

Les résultats démontrent que la grille de la Chaire et celle du MDDEP performent également et font ressortir le besoin impératif de procéder à l'élimination totale des POPs à l'instar du BAPE et du regroupement des professionnels du milieu dans le contexte québécois en privilégiant la désorption thermique permettant la valorisation des sols.

Les résultats concernant les outils nous indiquent également que l'origine (surtout contexte législatif et l'acceptabilité sociale des filières) ainsi que la méthodologie influencent les résultats d'analyse. En considérant ce qui précède, il nous apparaît que la grille en éco-conseil démontre sa pertinence et sa

robustesse d'utilisation dans le contexte québécois et canadien. Sa configuration et sa méthodologie permettent la comparaison de différentes filières selon les pôles social, environnementale, économique et éthique et que pour chacun de ceux-ci, la désorption thermique *ex situ* arrive en premier lorsque vient le temps de choisir une filière de dépollution des sols contaminés aux POPs.

Afin de valider ces résultats qualitatifs, seule une approche de cycle de vie permettra d'approfondir et de quantifier les différentes filières.

1. Introduction

Récupère Sol inc. (RSI), une filiale de Bennett Environmental. inc., est une compagnie spécialisée dans la réhabilitation des sols contaminés. Utilisant une technologie thermique de restauration des sols, elle a pour mission d'offrir à sa clientèle une solution définitive aux problèmes de sites contaminés présents en Amérique du Nord, lesquels sont un héritage des générations passées. RSI a fait appel aux services de la Chaire en Éco-conseil afin que celle-ci évalue et compare la performance en développement durable (DD) d'au moins quatre technologies de traitement *ex situ* de sols contaminés aux polluants organiques persistants (POPs).

L'approche proposée par la Chaire en Éco-conseil consiste à comparer, à l'aide de trois outils d'analyse de DD, quatre technologies de traitement et la filière de l'enfouissement des sols contaminés qui sont utilisées au Canada. Les analyses seront réalisées afin de prendre en considération les convergences et les divergences dans la performance des diverses technologies étudiées en terme de développement durable (DD) selon les outils utilisés. Cet exercice permettra de situer ces technologies les unes par rapport aux autres en termes de la compatibilité de leur application avec les divers objectifs et principes de développement durable. L'utilisation d'outils différents permettra de donner plus de robustesse aux conclusions.

Le présent rapport précise comment ces objectifs ont été atteints. Au chapitre 2, le lecteur pourra prendre connaissance d'une revue de littérature permettant de cerner l'ensemble des technologies de décontamination en usage et d'établir le contexte de la problématique en regard de la conformité règlementaire et selon les principes du DD.

Le chapitre 3 présente les trois outils d'analyse de DD retenus soit: la grille de prise en compte des principes du DD de la loi québécoise sur le DD, la grille de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC et l'étude de l'Agence Française de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). Les méthodologies d'analyse y sont aussi explicitées.

Les résultats d'analyse obtenus sont présentés au chapitre 4 et discutés au regard de tests de sensibilité. Enfin les chapitres 5 et 6 présentent nos conclusions et recommandations.

2. Problématique de la décontamination des sols

Le sol est le support naturel de la vie (animale et végétale). C'est un milieu dynamique qui abrite 80% de la biomasse vivant sur terre et qui participe aux cycles de l'eau, du carbone, de l'azote, etc. Le stress engendré par la pollution et les taux d'érosion naturel sont de 100 à 1000 fois supérieurs au rythme naturel de formation des sols.[1] La réhabilitation des sols pollués est devenue en Europe une priorité environnementale (Troquet, 2003)[2].

Depuis les trente dernières années, la problématique des sols contaminés a été encadrée par le législateur québécois afin de palier aux risques pour la santé humaine et pour l'environnement que représentent les centaines de sites pollués inventoriés au Québec.[3] Ce lourd héritage industriel et commercial est issu des pratiques insouciantes des générations précédentes et représente une responsabilité incombant aux décideurs actuels afin de réhabiliter ces sites délétères et leur redonner leurs usages originels.

La gestion des sites contaminés au Québec est encadrée, depuis 1998, par la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*[4]. Cette politique propose notamment des critères d'évaluation de la qualité des sols basés sur l'usage d'un terrain (les critères indicatifs ABC) ainsi qu'une marche à suivre pour procéder de manière appropriée à la remise en valeur des terrains pollués[5].

Ainsi, le législateur a édicté au fil des ans, des lois, règlements, politiques et divers guides qui ont permis de prendre en charge la problématique des sols contaminés. Parmi ceux-ci, la grille intérimaire de gestion des sols contaminés excavés[6] cite les principes de base suivants :

- la qualité des sols propres doit être maintenue et protégée;
- la décontamination des sols contaminés excavés est privilégiée;
- la dilution est inacceptable;
- l'objectif de décontamination est la réutilisation des sols.

---

[1] SCIENCE & VIE, (2008). *Construire un monde durable*. Hors Série 243, Groupe Mondadori, France, p. 51.
[2] TROQUET, J. ET TROQUET, M. (2003). *Les méthodes de dépollution des sols contaminés par les hydrocarbures*. Institut des Sciences de l'Ingénieur de l'Université de Blaise Pascal, p. 1.
[3] Voir le Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels au http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/residus_ind/resultats.asp
[4] Cette *Politique* remplace la *Politique de réhabilitation des terrains contaminés* de 1988.
[5] CONSEIL RÉGIONAL DE DÉVELOPPEMENT DE L'ÎLE DE MONTRÉAL, (2002). Plan d'action sur le développement durable – Un enjeu planétaire, une action régionale : État de la situation en environnement, orientations et interventions proposées, p. 38.
[6] Voir http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/tableau_2.htm

Cette grille a : « été conçue pour favoriser les options de gestion visant la décontamination et la valorisation des sols »[7]. Ainsi, les diverses techniques de dépollution disponibles, qui répondent à ces principes, doivent être privilégiées.

La section 2 du présent travail est consacrée aux techniques de traitement des sols contaminés visant la maîtrise de la source de pollution et la limitation du transfert dans les différents compartiments de l'environnement. Le but recherché étant la diminution de l'imprégnation des polluants organiques présents chez l'humain.

D'une manière générale, la solution privilégiée permettra de:

- maîtriser en premier lieu la source de pollution puis le transfert de celle-ci;
- traiter le maximum de substances;
- diminuer au maximum les risques résiduels (donc les expositions résiduelles).

2.1 Historique du développement industriel

« En Angleterre, au 17e siècle, des capitalistes commencent à réunir des ouvriers dans de grands bâtiments - qu'on appelle manufactures - pour y fabriquer divers produits. Dans la deuxième moitié du 18e siècle, lorsqu'à la concentration des ouvriers et des capitaux s'ajoutent la présence de la machine, on peut parler des débuts de l'industrialisation. Celle-ci constitue une transformation en profondeur, une révolution, dans la façon de produire des biens. Ce processus d'industrialisation se diffusera peu à peu, à des rythmes très variables et très inégaux, dans les divers secteurs de l'économie et dans les divers pays. »[8]

« Dans la première moitié du XIXe siècle, les activités industrielles canadiennes sont embryonnaires. Jusque-là, le Canada approvisionnait la Grande-Bretagne en matières premières qui lui revenaient sous forme de produits manufacturés. Seuls quelques secteurs d'activité associés aux transports et à la transformation des matières premières affichaient un certain dynamisme : construction navale, forges et fonderies, scieries, élévateurs et meuneries, tanneries, distilleries et brasseries.

L'Union (1840) et la Confédération (1867) vont contribuer à consolider un marché intérieur suffisamment important pour permettre l'émergence d'activités manufacturières. L'expansion de la navigation

[7] Idem, note 5.

[8] Charpentier, L., Durocher, R., Laville, C. et Linteau P.A. (1990). *Nouvelle histoire du Québec et du Canada*, Anjou, Centre éducatif et culturel, p. 232.

> et le premier boom des chemins de fer vont, quant à eux, encourager le développement de l'industrie lourde et d'une multitude d'entreprises gravitant autour de la construction navale et ferroviaire.»[9]

> « Mettre sur pied des usines exige des capitaux et la connaissance de la technologie. Depuis le début du 19e siècle, l'accroissement de l'activité économique au Canada a permis la formation d'une classe d'entrepreneurs. Ils accumulent des capitaux, créent des banques, établissent des liens avec les capitalistes anglais ou américains. La Confédération leur permet d'organiser un marché qui fournit une main-d'œuvre abondante et des consommateurs. Quant à la technologie, le Canada peut l'emprunter de la Grande-Bretagne et des États-Unis, les deux pays avec lesquels il a le plus de contacts et qui sont à l'avant-garde de l'industrialisation. »[10]

Même si le siècle qui vient de se terminer a été marqué par des progrès exceptionnels dont ont bénéficié sinon la totalité des Nord-Américains, du moins bon nombre d'entre eux, les activités économiques ont également causé des dommages à notre environnement, et en sont ainsi venues à menacer la santé et le bien-être des humains (CCE, 2001).

Zmirou *et al.* indiquent que le sol peut être pollué par des sources anthropiques grâce à :

- « des infiltrations continues, des fuites répétées ou des déversements accidentels à partir des dispositifs de stockage et de transport de matières premières ou de déchets (minerais, essences et fuels, ordures ménagères, cendres et suies, huiles de vidanges, sous-produits de fabrication);

- des épandages, en relation avec les pratiques agricoles modernes, ou des pulvérisations localisées pour entretenir les voiries et les sites industriels – engrais, pesticides et herbicides sont trois grandes catégories de polluants au sein desquelles sont représentées plusieurs familles de substances, voire des mélanges complexes de produits chimiques;

- des retombées au sol d'émissions atmosphériques proches ou lointaines, notamment HAP, HAM, HAP chlorés, PCB, dioxines, furannes, métaux lourds, sulfates et acides divers.»[11]

[9] Parcs Canada, (2009). *Lieu historique national du Canada du Canal-de-Lachine – Le berceau de l'industrialisation*. Site Internet consulté le 18/09/2010 sur http://www.pc.gc.ca

[10] Idem à la note 2.

[11] ZMIROU, D. *et al.* (2003). *Déchets et sols pollués*. In : *Environnement et santé publique – Fondements et pratiques*. p. 415. IN : Gérin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C. Quénel P. et Déwailly É., rédacteurs. Edisem / Tec&doc, Acton Vale, Paris.

Par exemple, dans le cas de Montréal, le Conseil régional de l'île de Montréal mentionne :

> « Au début du 20e siècle, Montréal était la métropole industrielle et commerciale du Canada et tous les réseaux maritime et ferroviaire y convergeaient. De nombreuses industries lourdes ont opéré sur de vastes portions du territoire de l'île de Montréal, contribuant à la prospérité collective, mais laissant aussi un lourd héritage de contamination des sols. Ces vestiges du passé sont particulièrement présents sur les grands terrains industriels du centre-sud, ceux jouxtant le Port de Montréal et les corridors ferroviaires ainsi que sur les terrains de l'industrie pétrochimique de l'Est. Par ailleurs, plusieurs terrains ont été contaminés en raison de leur utilisation comme lieu d'enfouissement de déchets. Le comblement d'anciennes carrières avec des déchets de toutes sortes était une pratique fort répandue à une certaine époque.
>
> La contamination des sols dans les vieux quartiers de l'île de Montréal est typique de celle retrouvée ailleurs, en Amérique et en Europe, dans les grandes agglomérations urbaines. Il s'agit surtout d'une contamination mixte, c'est-à-dire d'un mélange de polluants inorganiques (métaux lourds) et de polluants organiques (tels que les hydrocarbures) situés dans les couches superficielles de remblais. Le degré de contamination de ces sols est très variable[12]. »

2.2 Types de contaminations les plus fréquentes

La pollution des sols est habituellement regroupée en deux grands types : la contamination organique (contenant des liaisons carbone-hydrogène) et la contamination inorganique (qui ne renferme pas de telles liaisons).

Les sources inorganiques comprennent les métaux et les métalloïdes, les cyanures, les sulfates, les produits azotés et l'ammoniaque. Les sources organiques sont les hydrocarbures linéaires et cycliques, les solvants halogénés et les composés organochlorés (BPC, PCDD/F, DDT, etc.).[13] Parmi ces substances se retrouvent les polluants organiques persistants ou POPs.

La définition des polluants organiques persistants est purement réglementaire, les POPs pouvant présenter des structures chimiques extrêmement variées. Un point commun pourtant : les POPs sont tous des dérivés organochlorés.

[12] CONSEIL RÉGIONAL DE DÉVELOPPEMENT DE L'ÎLE DE MONTRÉAL, (2002). Plan d'action sur le développement durable – Un enjeu planétaire, une action régionale : État de la situation en environnement, orientations et interventions proposées. p.38.

[13] ZMIROU, D. *et al.* (2003). *Déchets et sols pollués*. In : *Environnement et santé publique – Fondements et pratiques*. p. 415. IN : Gérin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C. Quénel P. et Déwailly É., rédacteurs. Edisem / Tec&doc, Acton Vale, Paris.

Douze composés organiques toxiques à faible concentration pour la santé et pour le milieu naturel sont répertoriés, regroupés en trois catégories :

- les pesticides : DDT, aldrine, chlordane, dieldrine, endrine, heptachlore, HCB, mirex, toxaphène ;
- les produits chimiques industriels : BPC;
- les sous-produits industriels : polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD) et polychlorodibenzo-furannes (PCDF). Ils sont couramment appelés dioxines et furannes (ou PCDD/F).

Dans le cas des BPC par exemple, l'*EPA* estime que 34 millions de verges cubes de sols sont contaminées aux États-Unis.[14] Les caractéristiques toxico-cinétiques des POPs (toxicité, persistance, bioaccumulation, bioamplification et liposolubilité[15]) en font des contaminants prioritaires pour lesquels le Canada et les États-Unis se sont engagés à réaliser la quasi-élimination.

L'encadré suivant présente les définitions de certaines caractéristiques des POPs.

Phénomènes de bioconcentration, de bioaccumulation et de bioamplification

La bioconcentration est le processus par lequel les organismes vivants, en particulier ceux qui vivent dans l'eau, peuvent extraire et concentrer certaines substances chimiques de l'environnement qui les entourent. Ce phénomène est mesuré par le facteur de bioconcentration (BCF). Le BCF est le ratio entre la concentration du composé étudié dans le milieu (eau par exemple) et la concentration dans l'organisme.

La bioaccumulation est le même processus que la bioconcentration mais, en plus des apports directs des milieux, il intègre également les apports indirects par le biais de la nourriture.

La bioamplification ou biomagnification désigne l'augmentation cumulative, à mesure qu'on progresse dans la chaîne alimentaire (chaîne trophique), des concentrations d'une substance persistante. Ainsi, comme le montre le schéma ci-dessus, le polluant s'accumule à chaque étape de la chaîne alimentaire avec à son sommet (œuf de goéland argenté) des concentrations de polluant persistant parfois 10 000 fois supérieures à celles mesurées au niveau du premier maillon (phytoplancton).

Source : Observatoire des résidus de pesticides (Gouvernement français, 2010)

[14] COMMISSION DE COOPÉRATION ENVIRONNEMENTALE, (1996). *État de la gestion des BPC en Amérique du Nord*. Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE), Canada, 29-5, p. 15.

[15] Liposolubilité : Fait d'être soluble dans les corps gras.

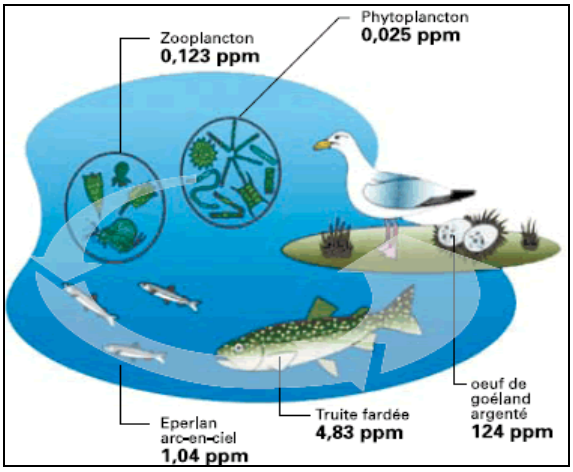
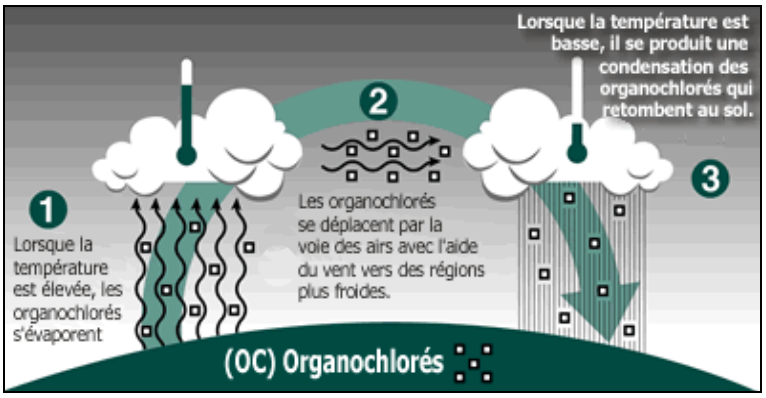


Figure 1 Phénomènes de bioaccumulation et de bioamplification tout au long de la chaîne trophique[16]

De plus, ils présentent un caractère ubiquitaire en raison de l'effet sauterelle.



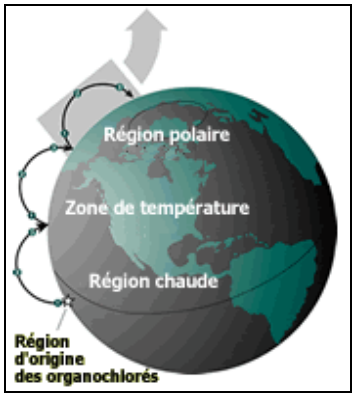


Figure 2 Effet sauterelle des POPs[17]

[16] http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr.

Au Québec, la composition des terrains contaminés est la suivante : 69 % sont contaminés par des substances organiques, 11 % par des substances inorganiques et 20% conjointement par ces deux types de substances.[18]

2.3 Impacts sur l'environnement et la santé

Le risque que présente un terrain contaminé pour la population est en fonction de la concentration des polluants ainsi que de leur toxicité pour l'organisme, mais aussi de leur disponibilité et de l'exposition des sujets.

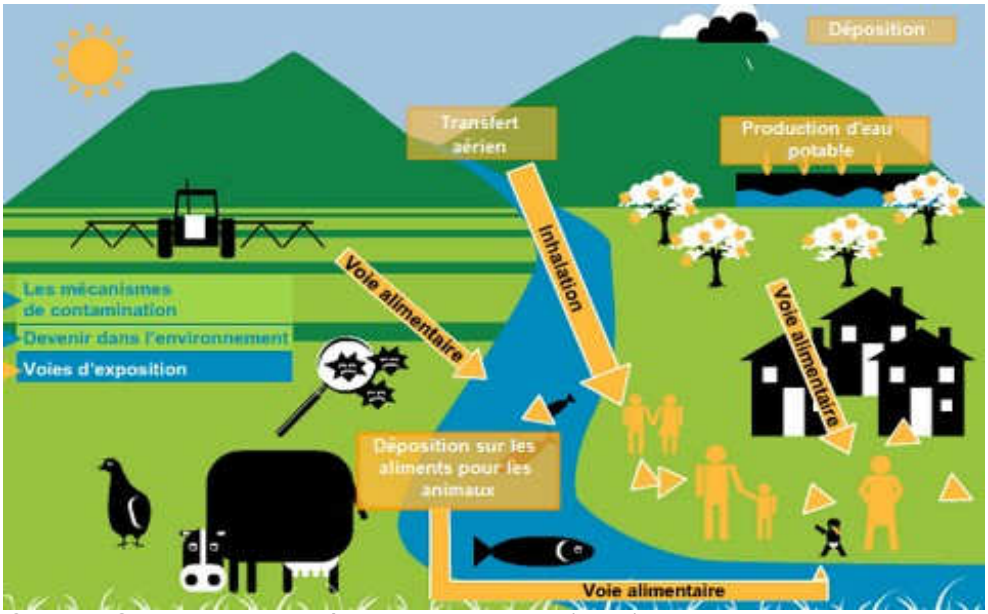
Des évaluations du risque toxicologique peuvent être menées pour établir l'incidence de la contamination des sols sur la population à partir des principales voies d'exposition (contact du sol avec la peau, ingestion de sol, inhalation de particules en suspension dans l'air). Zmirou *et al.* (2003) mentionnent à cet effet :

> « Le modèle d'exposition à partir de sols contaminés est particulièrement complexe, car le sol est le support de presque toutes les activités humaines, y compris la production de denrées alimentaires. Ce biotope, à l'interface de la roche, de l'atmosphère et de l'hydrosphère, abrite une faune et une flore riches et variées. En profondeur, le sol (et le sous-sol) est un réservoir majeur d'eau douce dont il influence la qualité, tandis qu'en surface il est une source d'émission de particules et de gaz dans l'air ambiant. Le sol constitue donc une matrice complexe en perpétuelle transformation et est en interaction permanente avec l'environnement général de l'homme[19] ».

[17] AFFAIRES INDIENNES ET DU NORD CANADA, (2010). *Qu'est-ce que les polluants organiques persistants*. Site Internet consulté le 10-10-2010 sur http://www.ainc-inac.gc.ca/ai/scr/nt/edu/bzz/env/cne/wac/pop-fra.asp

[18] ZMIROU, D. *et al.* (2003). *Déchets et sols pollués*. In : *Environnement et santé publique – Fondements et pratiques*. p. 416. IN : Gérin M., Gosselin P., Cordier S., Viau C. Quénel P. et Déwailly É., rédacteurs. Edisem / Tec&doc, Acton Vale, Paris.

[19] ZMIROU, D. *et al.* (2003). *Déchets et sols pollués*. p. 418.



Source : Observatoire des résidus de pesticides (2010)

Figure 3 Mécanismes de contamination de l'environnement par des pesticides

Les voies d'exposition de l'homme peuvent être directes ou indirectes:

- Voie directe, par le sol lui-même, c'est-à-dire :
  - par voie orale - ingestion de sols et de poussières telluriques mises en suspension;
  - par voie respiratoire: inhalation de poussières ou gaz;
  - par voie cutanée: contact de la peau avec le sol et la poussière.

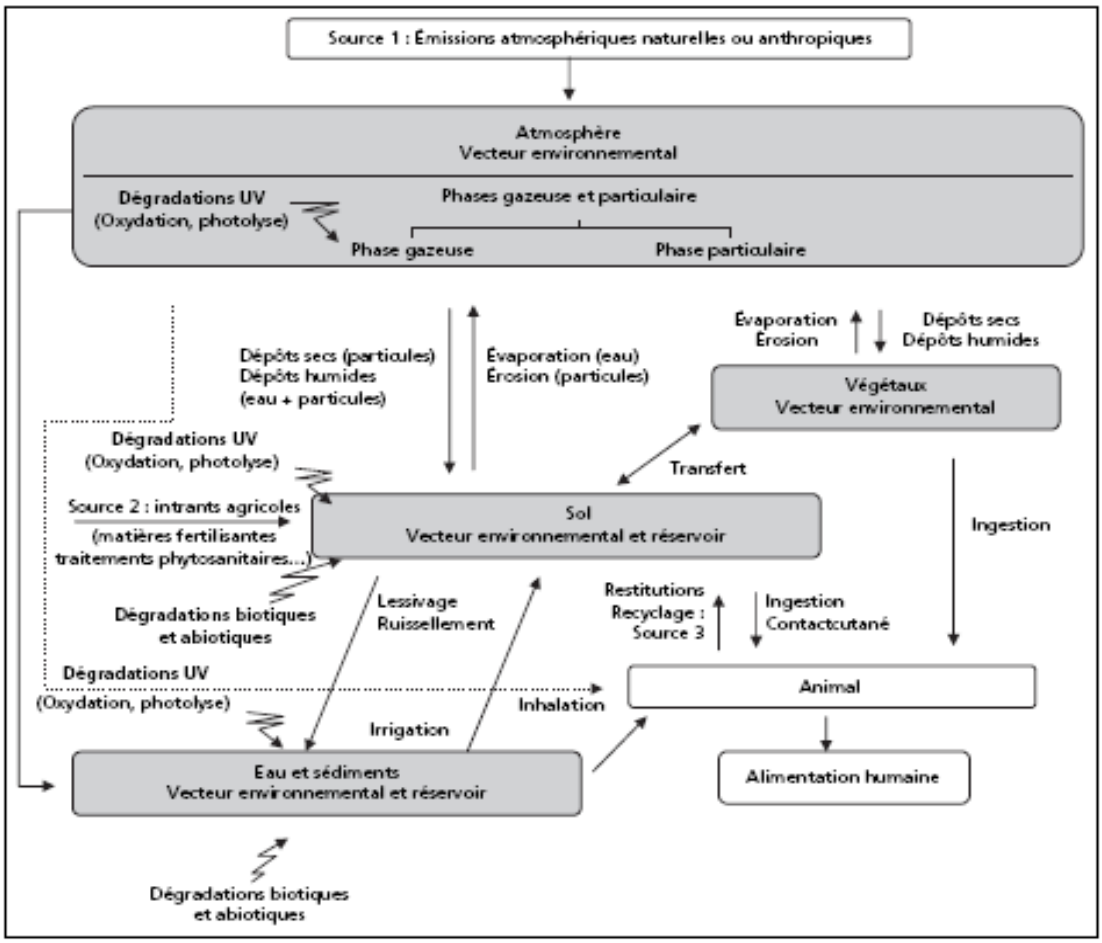
- Voie indirecte, par l'intermédiaire des médias qui ont été pollués par transfert à partir du sol ou l'eau :
  - par voie orale - ingestion d'eau (souterraine, superficielle ou d'adduction), d'aliments produits sur place (légumes et fruits, volaille et œufs, bétail et produits laitiers, poissons);
  - par voie respiratoire: inhalation de gaz ou de vapeur d'eau lors d'une douche avec une eau contaminée;
  - par voie cutanée: contact de la peau avec de l'eau (souterraine, superficielle ou d'adduction)[20].

Contrôler l'exposition générale aux substances toxiques provenant du sol et de la poussière s'avère donc très difficile. Les gens consomment des plantes cultivées dans le sol, boivent de l'eau qui passe dans le sol et inhalent de l'air qui a été en

[20] Ibidem, p.419.

contact avec le sol. Les personnes et le bétail d'élevage peuvent également consommer et inhaler directement des particules de sol[21].

En résumé, les quatre éléments caractéristiques d'une exposition sont la voie de pénétration (inhalation, ingestion et contact cutané), l'intensité (dose de polluant), la durée (le temps que dure l'exposition) et la fréquence (combien de fois a lieu l'exposition)[22].



Source : LAURENT et al. (2005) p. 24

Figure 4 Sources de contamination des sols et schéma de circulation conceptuel des contaminants dans l'environnement

2.4 Cadre légal

[21] http://dsp-pds.pwgsc.gc.ca/Collection/H46-2-98-211F-13.pdf

[22] MAULPOIX, A., DOR, F. ET ZMIROU, D. (2005). *Potentiel d'exposition de la population à la pollution des sols : méthode d'estimation*. Étude pilote sur la région Nord-Pas-de-Calais. Version provisoire, p. 6.

Cette section contient un bref résumé des lois et règlements relatifs à la gestion des sols contaminés au Québec.

1988: Politique de réhabilitation des terrains contaminés

Des événements de contamination avérés à Ville Lasalle ont mené à l'élaboration de cette première *Politique* relative aux dangers que représentent des sols contaminés en milieu urbain. Elle vise à garantir la qualité de vie des citoyens et de l'environnement ainsi qu'à préserver la santé publique. La prise en charge est attribuée au promoteur et la gestion des terrains contaminés, à l'instar des façons de faire hollandaises, est basée sur un ensemble de critères générique (**A**-**B**-**C**) en fonction de l'usage projeté du terrain (résidentiel, commercial, industriel, etc.).

Cette Politique favorise le réemploi des terrains tout en instituant des lignes directrices pour une gestion sécuritaire des sols excavés. Les techniques de traitement sont privilégiées.

1998: Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés

La *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* renforce les mêmes grandes lignes que la *Politique* de 1988. En effet, celle-ci présente des critères pour plusieurs substances chimiques en fonction de différents usages (résidentiel, commercial et industriel) et selon le degré de contamination des sols.

Ainsi, les critères **A** représentent les concentrations de métaux et autres substances inorganiques présents naturellement dans les sols non contaminés au Québec (communément dénommé « bruit de fond ») et les limites de détection recommandées pour l'analyse des substances organiques en laboratoire.

Les critères **B** représentent quant à eux les concentrations maximales acceptables pour la construction résidentielle ainsi que pour certains usages récréatifs et institutionnels[23].

Enfin, les critères **C** représentent les concentrations maximales permises pour des terrains à vocation commerciale ou industrielle, à moins qu'une analyse de risques démontre qu'il est possible de laisser une partie de la contamination en place.

Le site Internet du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, mentionne que :

[23] Dans certaines situations, des sols contaminés au-delà du critère **B** peuvent être laissés en place en autant qu'une analyse écotoxicologique démontre qu'ils ne présentent pas de risques pour la santé et l'environnement.

« Quatre principes[24] sous-tendent la *Politique*, il s'agit du :

- principe de prévention;
- principe de réhabilitation-valorisation;
- principe du pollueur-payeur;
- principe d'équité.

Ces principes appliqués à la politique ont la signification et la portée suivantes.

- Le principe de prévention

Contaminer un sol, c'est lui faire perdre, à un degré plus ou moins prononcé, une ou plusieurs de ses fonctions. La contamination de cette ressource constitue un handicap social et environnemental de même qu'un frein économique certain. Les impacts sur la santé humaine, la dégradation de l'environnement, la perte d'usage de terrains et de nappes d'eaux souterraines de même que l'incertitude des investisseurs sont autant de conséquences directes de la présence de contamination dans les sols.

La réhabilitation d'un terrain est un processus coûteux qui ne permet pas toujours d'en récupérer tous les usages. Ainsi, des centaines de terrains souffrent aujourd'hui de handicaps plus ou moins prononcés et ne peuvent être utilisés sans contrainte par les générations futures.

Le principe de prévention vise à empêcher que pareille situation ne se répète dans l'avenir. Il a pour but de préserver l'intégrité des sols afin d'en sauvegarder les fonctions écologiques et de garantir le plein usage de cette ressource actuellement et dans l'avenir.

- Le principe de réhabilitation-valorisation

La société actuelle a la responsabilité de réparer autant que possible les dommages résultant des erreurs du passé plutôt que de les relayer aux générations futures. Même s'il n'a pas d'impact ou ne constitue pas un risque significatif dans son état actuel, un terrain contaminé demeure un terrain à risque. Des interventions mal planifiées (changement d'usage, travaux de drainage ou d'excavation effectués sur le terrain, etc.) peuvent

[24] Trois de ces principes, la prévention, le pollueur-payeur et l'équité font partie des seize principes généraux du développement durable identifiés par le MDDEP. Le principe de réhabilitation-valorisation est spécifique à la problématique des terrains contaminés.

faire en sorte que ce risque devienne significatif. Les terrains hypothéqués par des modes de production et de consommation qui n'ont pas été axés vers le développement durable ne peuvent être abandonnés et oubliés.

La réhabilitation doit non seulement corriger la situation en diminuant les impacts, mais doit également viser à revaloriser, c'est-à-dire à redonner au terrain un maximum d'usage et à le réintégrer au cycle du développement durable. De la même façon, les sols contaminés excavés et les matériaux contaminés qui pourraient être récupérés lors de la réhabilitation d'un terrain contaminé doivent être gérés de façon à les valoriser et à leur redonner un usage.

Faute de pouvoir immédiatement réhabiliter tous les terrains contaminés, la génération actuelle a le devoir, en tant que société responsable, de promouvoir le concept général de réhabilitation, d'élaborer une stratégie d'intervention permettant de concrétiser ce concept et d'appliquer dès maintenant cette stratégie aux cas prioritaires.

- Le principe du pollueur-payeur

Chaque personne est responsable des conséquences de ses actions sur un bien commun. Dans le domaine des terrains contaminés, cet énoncé se traduit par le principe du pollueur-payeur qui établit que le pollueur est responsable de la contamination qu'il a causée et des impacts que celle-ci peut entraîner, de même que des coûts de la caractérisation et de la restauration des terrains qu'il a dégradés, et qu'il ne peut transférer cette responsabilité aux autres membres de la société ou aux générations futures.

L'application du principe pollueur-payeur, c'est-à-dire l'internalisation des coûts environnementaux, permet à la société de responsabiliser le pollueur et de s'assurer que les sols et les terrains retrouveront leurs fonctions. Faute d'appliquer ce principe, la société risque de se retrouver avec des centaines de terrains plus ou moins dégradés, éparpillés sur le territoire, dont elle devra, pour assurer la protection du public et de l'environnement, prendre charge, c'est-à-dire en surveiller le devenir et l'utilisation et, le cas échéant, les rendre sécuritaires ou les restaurer.

- Le principe d'équité

Le principe d'équité sous-tend que la réhabilitation d'un terrain contaminé doit être assurée en premier lieu par ceux qui profitent ou ont profité de sa non-protection. À un autre niveau, il signifie également qu'un individu ou une entreprise qui applique de bonne foi les politiques et directives du MEF pour prévenir la contamination de son terrain ou le réhabiliter ne doit

> pas être désavantagé par rapport à celui ou celle qui ne le ferait pas. Ce qui signifie que les interventions demandées, pour un même groupe de propriétaires ayant les mêmes problèmes, doivent être similaires et s'appliquer à tous en même temps, de sorte qu'aucun ne soit avantagé par rapport à ses concurrents du fait qu'il passe outre à ses responsabilités ou se contente de demi-mesures[25]».

2001: Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC)

Ce règlement introduit des critères (Annexe 1 ou « critères D ») qui représentent les concentrations maximales permises pour enfouir des sols dans un lieu d'enfouissement autorisé. Ils sont aussi connus sous la dénomination de «critères RESC».

2003: Projet de loi no.72 modifiant la LQE (section IV.2.1)

Les notes explicatives de la *Loi* mentionnent que :

> « Ce projet de loi remplace la section IV.2.1 du chapitre I de la Loi sur la qualité de l'environnement et a pour objet l'établissement de nouvelles règles visant la protection des terrains ainsi que leur réhabilitation en cas de contamination.
>
> Il précise les conditions dans lesquelles une personne ou municipalité peut être tenue de réhabiliter un terrain contaminé et attribue au ministre de l'Environnement divers pouvoirs d'ordonnance, notamment pour obliger la caractérisation de terrains et leur réhabilitation. Le projet de loi reconnaît comme mode de réhabilitation possible le maintien en place des contaminants présents dans un terrain pourvu que soient prises certaines mesures correctrices propres à protéger l'environnement ; des mesures de publicité sont également prescrites pour informer les tiers relativement aux restrictions applicables à l'usage futur du terrain.
>
> Le projet de loi impose par ailleurs aux entreprises appartenant à des secteurs industriels ou commerciaux désignés par règlement certaines obligations lorsqu'elles cessent définitivement leurs activités et ce, dans le but de connaître et de corriger toute contamination éventuelle des terrains où elles sont établies. Le projet de loi subordonne également le changement d'usage d'un terrain contaminé par suite de l'exercice sur ce terrain de certaines activités industrielles ou commerciales à la mise en œuvre de mesures de réhabilitation et de publicité, dont une assemblée publique d'information. Les municipalités devront aussi constituer une liste des terrains contaminés situés sur leur territoire, et aucun permis de

[25] GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2001). *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Site Internet consulté le 9-03-2010 sur http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/chapitres1-2-3.htm#2

> construction ou de lotissement ne pourra être délivré relativement à un terrain inscrit sur cette liste sans une attestation par un expert de la compatibilité du projet avec les dispositions du plan de réhabilitation de ce terrain.
>
> Le projet de loi permet au gouvernement de déterminer, par voie réglementaire, les cas, conditions et délais dans lesquels ceux qui exercent certaines catégories d'activités désignées seront tenus d'effectuer un contrôle de la qualité des eaux souterraines à l'aval hydraulique de leur terrain.[26] ».

2003: Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés

Depuis avril 2003, les critères **B** et **C** de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* sont devenus des normes (Annexe I et II respectivement) du présent règlement.

2006: Loi sur le développement durable

Dans les notes explicatives de la *Loi*, il est mentionné :

> « Ce projet de loi a pour objet d'instaurer un nouveau cadre de gestion au sein de l'Administration afin que l'exercice de ses pouvoirs et de ses responsabilités s'inscrive dans la recherche d'un développement durable.
>
> Les mesures prévues par le projet de loi concourent à mieux intégrer la recherche d'un développement durable dans les politiques, les programmes et les actions de l'Administration, ainsi qu'à assurer, notamment par la prise en compte d'un ensemble de principes et par l'adoption d'une stratégie de développement durable, la cohérence des actions gouvernementales en ce domaine.[27] ».

Elle instaure seize principes afin de guider les actions de l'Administration publique (voir section 3.4.1). La Figure 5 présente la relation entre certains principes de la *Loi sur le développement durable*, et les objectifs poursuivis ainsi que les actions découlant de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

[26] http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2002C11F.PDF
[27] http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2006C3F.PDF

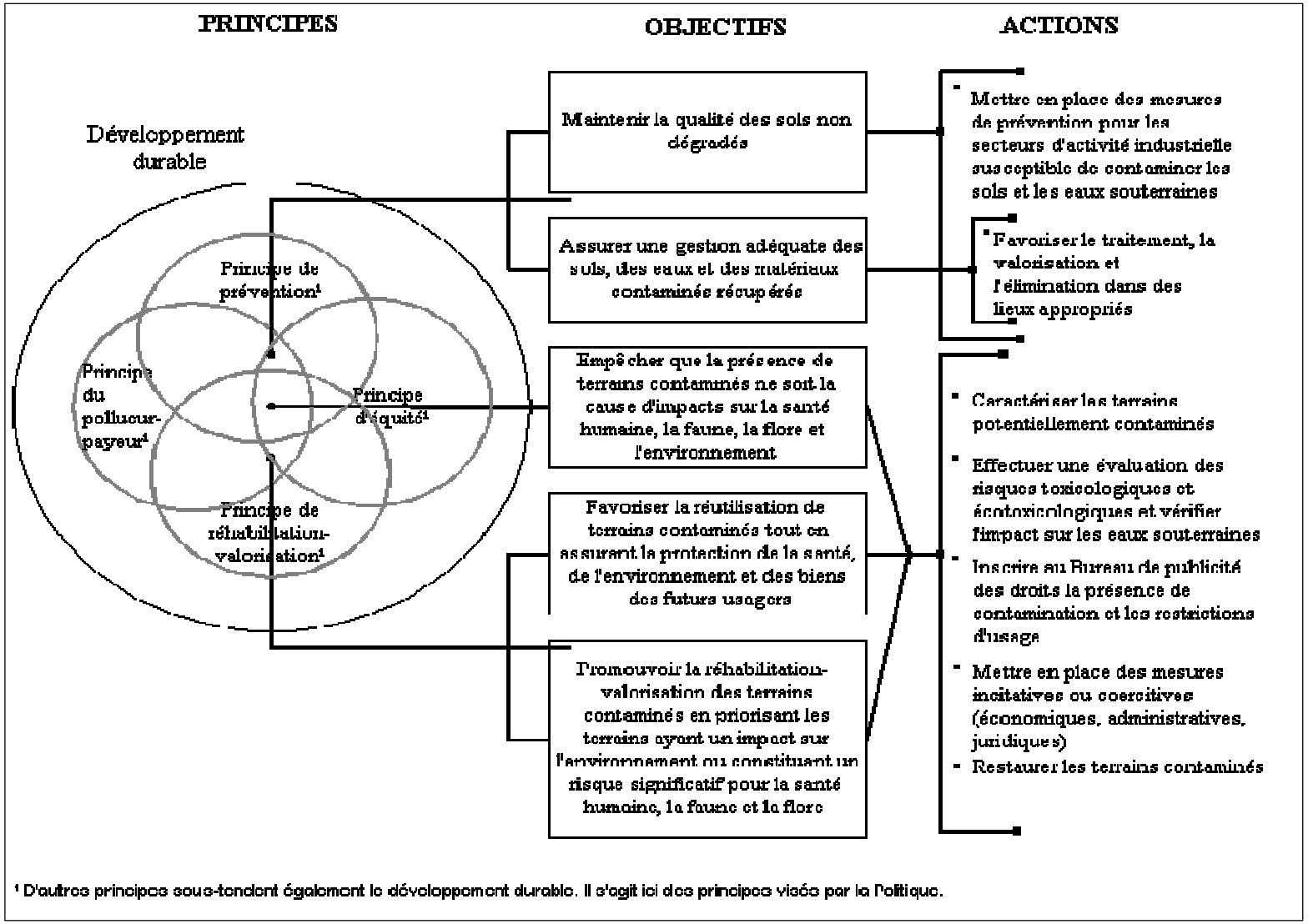


Figure 5 Principes, objectifs et actions – Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés

2.5 Principales technologies de décontamination en usage

Tableau 1 Classification des techniques de traitements des sites (sols et eaux souterraines)

Techniques		Sur site « *in situ* »		Sur site « *ex situ* »		Hors site	
		Sols	**Eaux**	**Sols**	**Eaux**	**Sols**	**Eaux**
Physiques	Confinement/mise en décharge	xxx	xxx	xxx	o	xxx	o
	Stabilisation	xx	o	xx	o	x	o
	Pompage et traitement	o	xxx	o	xxx	o	x
	Écrémage	o	xxx	o	xxx	o	o
	Sparging (barbotage *in situ*)	o	xxx	o	o	o	o
	Venting (volatilisation)	o	o	o	o	o	o
	Désorption thermique	x	o	xxx	o	xxx	o
	Lavage à l'eau	x	o	x	o	xx	o
	Méthodes électriques	o	o	o	o	o	o
Chimiques	Oxydation	x	xx	x	o	o	o
	Réduction	x	xx	x	o	o	o
	Barrière réactive	o	xx	o	o	o	o
	Lavage par solvant	o	o	x	o	x	o
	Lavage par tensioactif	x	x	x	o	x	o
Biologiques	*Bioventing*	xx	o	o	o	o	o
	Biosparging	o	xx	o	o	o	o
	Barrière biologique	o	x	o	o	o	o
	Atténuation naturelle	x	x	o	o	o	o
	Phytoremédiation	o	x	x	x	o	o
	Andain	o	o	xxx	o	xxx	o
	Biotertre	o	o	xxx	o	xxx	o
	Landfarming (épandage)	o	o	xxx	o	xxx	o
Légende : **xxx** : méthode courante ; **xx** : méthode employée ; **x** : méthode anecdotique ; **o** : non employée/techniquement impossible.							

Source : SIMONOT et CROZE , (2008).

Le Tableau 1 présente les différentes options de gestion pour la décontamination des sols et des eaux souterraines.

Tableau 2 Quantité de sols enfouis et traités au Québec de 1991 à 2003[28]

Année	Quantités enfouies (t.m.)	Quantités traitées (t.m.)	Quantités totales traitées et enfouies (t.m.)
1991	59 570 (98,3%)	1 040 (1,7%)	60 610
1992	76 035 (83,1%)	15 480 (16,9%)	91 515
1993	64 750 (58,3%)	46 266 (41,7%)	111 016
1994	61 420 (44,5%)	76 864 (55,5%)	138 284
1995	66 230 (29,8%)	155 813 (70,2%)	222 043
1996	80 038 (33,4%)	159 787 (66,6%)	239 825
1997	116 170 (45,2%)	140 838 (54,8%)	257 008
1998	119 643 (42,3%)	162 917 (57,7%)	282 560
1999	319 335 (60,8%)	205 859 (39,2%)	525 194
2000	320 304 (60,1%)	212 221 (39,9%)	532 525
2001	375 500 (59,8%)	254 816 (40,2%)	630 316
2002	118 590 (29,5%)	283 722 (70,5%)	402 312
2003	118 421 (21,1%)	441 750 (78,9%)	560 171

Le Tableau 2 présente les quantités de sols enfouis et traités au Québec de 1991 à 2003. Les technologies *ex situ* (hors site) seront principalement traitées car selon l'ADEME :

« Les filières hors site sont bien maîtrisées par les acteurs du marché. Les résultats de traitement sont fiables et les procédés sont désormais matures. Les risques d'aléas et de dérives des coûts sont minimes[29] ».

Évidemment, ces constats ne concernent que les technologies établies.

[28] PLANTE, K. (2005). *La gestion commerciale des sols contaminés excavés au Québec*. Université de Sherbrooke, p.7.
[29] ADEME et Ernst&Young, (2009). *Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines pollués en France*. Département Sites et Sols Pollués, Direction Déchets et sols, p. 39.

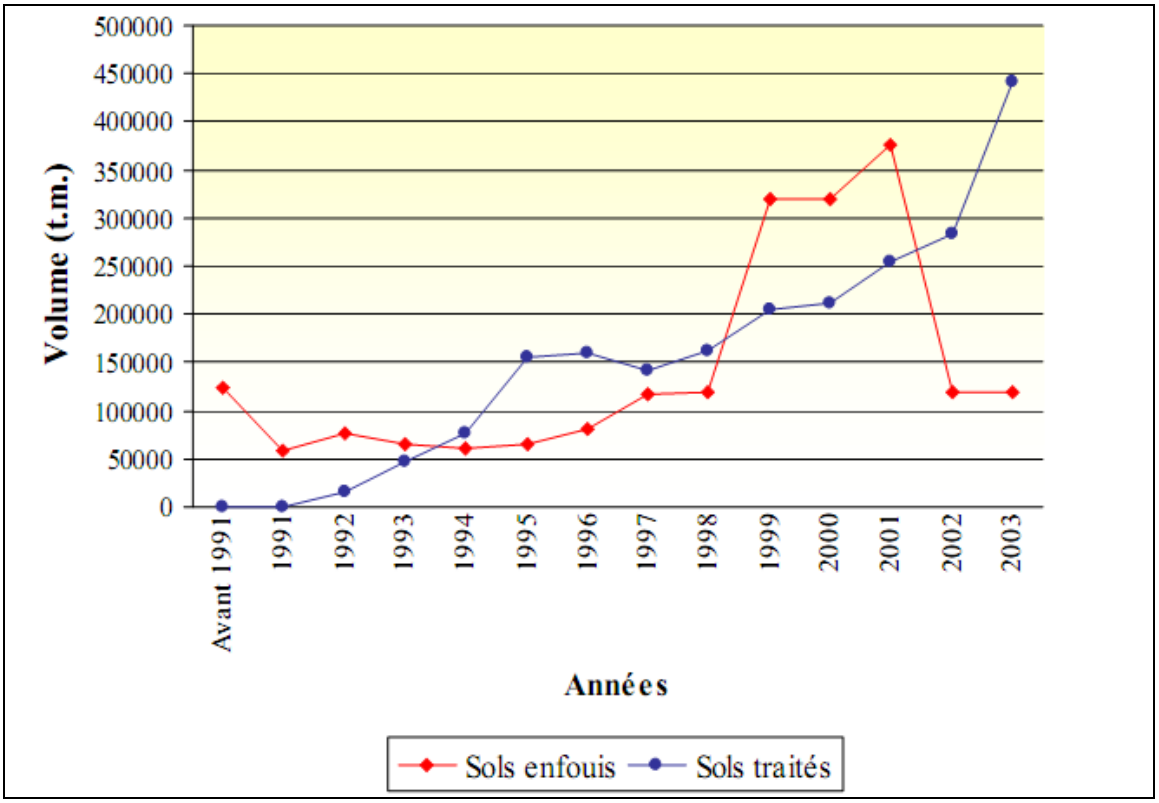


Figure 6 Évolution temporelle des quantités de sols enfouis et traités au Québec de 1991 à 2003[30]

2.6 Choix des technologies retenues pour l'étude

Les techniques sélectionnées sont soit établies (technologie thermique et biologique) ou en émergence (technologie chimique) pour le traitement ou l'enfouissement des sols présentant une contamination organique (et plus particulièrement aux POPs), la seule qui puisse faire l'objet d'un traitement permettant une destruction totale des contaminants. En effet, au Québec, la contamination inorganique (principalement les métaux et métalloïdes) est vouée à la stabilisation/immobilisation et à l'enfouissement sécuritaire, les traitements possibles (lavage des sols) étant trop onéreux à l'heure actuelle et techniquement complexes.

De plus, notre choix regroupe les technologies commerciales utilisées au Québec, au Canada et aux États-Unis (particulièrement dans le nord-est américain) pour lesquelles sont disponibles des données fiables permettant de les apprécier et de les classer dans les divers outils choisis d'analyses de développement durable.

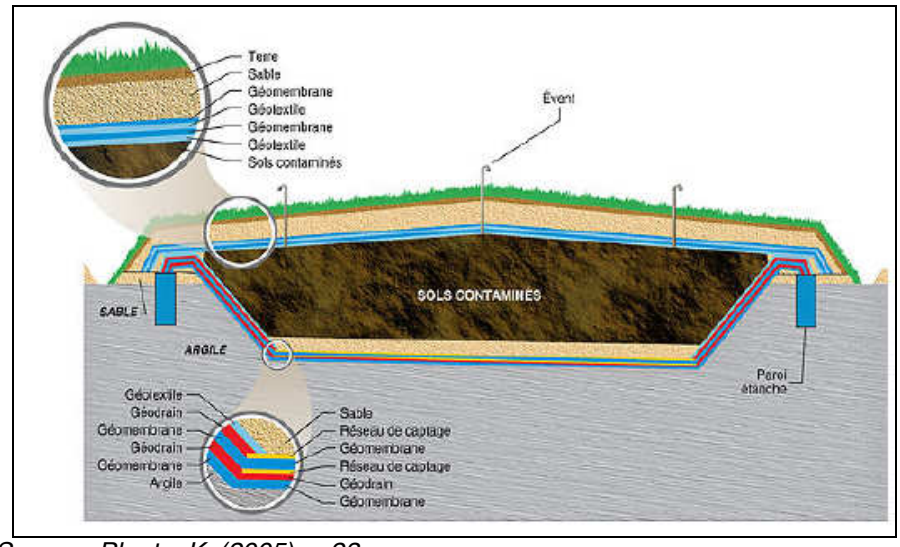
[30] Ibidem.

Les technologies de traitement retenues sont : l'enfouissement, l'oxydation chimique, la désorption thermique, l'incinération et le traitement biologique (bioremédiation).

2.6.1 L'enfouissement

En 1999 et en 2000, des quantités considérables de sols contaminés (environ 320 000 tonnes par année – voir Tableau 2) ont été importées au Québec à des fins d'enfouissement. Devant l'augmentation considérable des volumes de sols fortement contaminés enfouis, le *Règlement sur l'enfouissement de sols contaminés* est entré en vigueur en juillet 2001. Il vise à encadrer l'aménagement, l'exploitation, la fermeture et le suivi post-fermeture des lieux d'enfouissement de sols contaminés.

Outre l'objectif de réduire l'importation de sols fortement contaminés à des fins d'enfouissement, le R*èglement sur l'enfouissement de sols contaminés* vise également à établir un cadre réglementaire pour les lieux d'enfouissement, à encourager la recherche, le développement et la démonstration de technologies de décontamination des sols, à favoriser l'établissement et l'utilisation de technologies de décontamination, et à créer un contexte incitatif à la valorisation des sols[31].



Source : Plante, K. (2005) p. 23.

Figure 7 Schéma d'une cellule de confinement des sols contaminés

[31] MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS, (2002). *Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés – Loi et règlement*. Site Internet consulté le 10-10-2010 sur http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/loi-reg.htm

Cinq lieux[32] acceptent, à des fins d'enfouissement sécuritaire, les sols contaminés qui satisfont aux exigences édictées par le *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*, c'est-à-dire :

- les sols qui contiennent une ou plusieurs substances dont la concentration est inférieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I (ou critère D) du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC)*;
- les sols qui contiennent une ou plusieurs substances dont la concentration est égale ou supérieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I du *RESC* mais dont on a enlevé, à la suite d'un traitement autorisé en vertu de la LQE, au moins 90 % des substances qui étaient présentes initialement, et dans le cas des métaux et métalloïdes enlevés, seulement si ceux-ci ont été stabilisés, fixés et solidifiés par un traitement autorisé;
- les sols qui contiennent une ou plusieurs substances dont la concentration est égale ou supérieure aux valeurs limites fixées à l'annexe I du *Règlement* si un rapport détaillé démontre qu'une substance présente dans les sols ne peut être enlevée dans une proportion de 90 % à la suite d'un traitement optimal autorisé et qu'il n'y a pas de technique disponible à cet effet;
- les sols contenant 50 mg ou moins de BPC par kilogramme de sol;
- les sols qui, après ségrégation, contiennent 25 % ou moins de matières résiduelles;
- les sols ne contenant ni matière explosive, ni matière radioactive au sens du *Règlement sur les matières dangereuses*;
- les sols ne contenant aucune matière incompatible, physiquement ou chimiquement, avec les matériaux composant le lieu d'enfouissement (argile, géo-membranes, etc.);
- les sols ne contenant pas de liquide libre[33].

[32] Il s'agit du Parc environnemental AES (Saguenay–Lac-Saint-Jean), de Horizon Environnement (Mauricie), du Groupe Cintec (Montréal), de Écolosol inc. (Lanaudière) et de Enfoui-Bec inc. (Centre-du-Québec).

[33] GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2001). *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés.* Q-2, r.6.01, Décret D. 843-2001, G.O. 2, 4574
http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R6_01.htm

Photo 1 Cellule d'enfouissement de sols contaminés à sécurité maximum[34]

Il est important de souligner que les valeurs limites de contamination des sols au-delà desquelles un traitement doit être appliqué diffèrent d'un pays à l'autre comme nous le constatons au tableau 3.

Tableau 3 Valeurs limites de contamination des sols au-delà desquelles un traitement doit être appliqué

Polluant (ppm)	USA	Bade-Wurtemberg	Land de Hambourg	Pays Bas	Finlande	Canada
Arsenic	0,37	130	100	55	50	50
Benzène	2,5	0,1	nc	1	5	5
Brome	nc	nc	nc	300	300	nc
CCl4	1,5	0,001	nc	1	50	nc
Chlorobenzènes	170	nc	nc	30	20	10
Cuivre	nc	nc	3000	190	500	680
Cyanure total	nc	150	nc	20	500	500
Etain	nc	nc	nc	300	300	300
HAP	nc	nc	nc	40	200	nc
Hydrocarbures	nc	nc	nc	5000	5000	800
Mercure	23	40	200	10	10	10
Nickel	1600	300	4000	210	500	500
Organochlorés	nc	0,2	nc	9	70	50
PCB	nc	3	nc	1	10	50
Pesticides	1,9	nc	nc	4	20	nc
Phénol	nc	nc	nc	40	10	10
Plomb	nc	4000	3000	530	600	1000
Toluène	150	nc	nc	130	nc	nc
Xylène	97	nc	nc	25	nc	nc

Source : ROGER, P. ET JACQ, V. (2000), p. 20.

[34] HORIZON ENVIRONNEMENT, (2009). *Cellule de confinement*. Site Internet consulté le 10-10-2010 sur http://www.horizoenviro.com

À la lecture du Tableau 3, on constate, pour les BPC par exemple, qu'il est possible d'enfouir au Québec (Canada) des sols contaminés présentant des concentrations résiduels qu'il serait obligatoire de traiter dans d'autres pays. Ce constat nous amène à penser, qu'à tout le moins, ces pays n'ont pas la même confiance en leur site d'enfouissement de sols contaminés.

2.6.2 Le procédé d'oxydation chimique

Le traitement chimique est défini comme suit :

> « Traitement des sols, des eaux ou d'autres matières contaminées, dans lequel le mécanisme principal consiste à provoquer une réaction ou une combinaison de réactions chimiques dans le but de mobiliser, d'immobiliser, d'extraire ou d'altérer les contaminants, selon le cas.
>
> Le traitement chimique peut être appliqué in situ ou ex situ et peut remplir une fonction d'extraction ou une fonction réactive. Dans le premier cas, il s'agit de faciliter la mobilisation et l'extraction des contaminants (ex. : extraction par solvants ou par acides). Dans le deuxième cas, la réaction chimique a pour but la transformation en une forme moins mobile ou toxique (ex. : la stabilisation) ou la destruction totale ou partielle de la contamination. Afin de diminuer la toxicité des contaminants ou de les rendre inoffensifs, leur structure est altérée à l'aide de réactions chimiques comme la précipitation, l'oxydation, la déchloration ou la réduction, entre autres.
>
> Le traitement chimique s'applique aux contaminants organiques et inorganiques[35] ».
>
> « L'oxydation chimique est principalement utilisée pour traiter les eaux contaminées quoiqu'elle traite aussi les boues. Les sols contaminés excavés du lieu de contamination peuvent être traités par l'oxydation chimique après avoir été préalablement liquéfiés »[36].

Cependant certains contaminants organiques sont résistants à l'oxydation chimique (FRTR 2002a).

Bien que les réactions d'oxydation soient connues depuis plus d'un siècle, l'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) indique que :

[35] Office québécois de la langue française (2010). *Vocabulaire de la décontamination des sols*. Site Internet consulté le 28-02-2010 à l'adresse suivante : http://www.olf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_decontamination_sols/index_francais.htm

[36] GALVEZ-CLOUTIER, R., (2010), *Notes de cours en Géotechnique environnementale (GCI-20486)*, Université Laval, Faculté des sciences et de génie, Département de génie civil, p. 51.

> « In oxidative treatment systems, numerous reactions could potentially occur, including acid/base reactions, adsorption/desorption, dissolution, hydrolysis, ion exchange, oxidation/reduction, precipitation, etc. In environmental systems there is a wide array of reactants and conditions that influence reaction rates and pathways that vary from site to site. Often, numerous reactions are required to achieve innocuous end products, and many of the reaction intermediates are never identified[37] ».

Ainsi, « There is a potential for process-induced detrimental effects[38] »c'est-à-dire que :

> « Dans les systèmes de traitement par oxydation, de nombreuses réactions pourraient potentiellement se produire, incluant des réactions acides/bases, d'absorption/désorption, de dissolution, d'hydrolyse, d'échange ionique, d'oxydation/réduction, de précipitation, etc. Dans les systèmes environnementaux, un large éventail de réactifs et de conditions peuvent influencer les taux de réaction et le cheminement des polluants qui peuvent varier de site en site. Souvent, un grand nombre de réactions sont requises pour s'assurer d'obtenir des produits ultimes inoffensifs et plusieurs des réactions intermédiaires ne sont jamais identifiées. »

> « Il est donc possible que le procédé induise des effets adverses »[39].

[37] US EPA, (2002). *In-Situ DUOX™ Chemical Oxidation Technology to Treat Chlorinated Organics at the Roosevelt Mills Site, Vernon, CT*. Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE), p. 4.

[38] FEDERAL REMEDIATION TECHNOLOGIES ROUNDTABLE (FRTR), (2002a). *Chemical Oxidation*. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Site Internet consulté le 24-02-2010 sur http://www.frtr.gov/matrix2/section4/4_4.html

[39] Traduction des auteurs

Tableau 4 Caractéristiques relatives au procédé d'oxydation chimique

	Permanganate de potassium ou de sodium	Fenton (Peroxyde d'hydrogène)	Ozone	Persulfate
Mécanisme réactionnel	Transfert d'electrons	Chaînes de réactions faisant intervenir des radicaux libres	Chaînes de réactions faisant intervenir des radicaux libres	Chaînes de réactions faisant intervenir des radicaux libres
Cinétique	Rapide	Très rapide	Très rapide	Rapide
Conditions pH optimales	Basique - acide	Acide	Acide	Basique
Sous produits	MnO_2	H_2O, O_2, ion ferrique	O_2	Sulfate
Polluants récalcitrants	Acide trichloracétique, chloroforme, PCBs	$CHCl_3$, pesticides	Acide trichloracétique tétrachlorure, $CHCl_3$, pesticides, PCBs	PCBs
Avantages	• Plus stable ⇒ plus de chance de dégrader les polluants non touchés lors de la phase d'injection. • Large gamme de pH • Beaucoup de retour d'expérience	• Beaucoup de retour d'expérience	• Production de O_2, stimule l'activité biologique et aide à la volatilisation des polluants • Facilité d'application dans la zone non saturée	• Moins d'interaction avec la matière organique • Stable • Peut être combiné avec le permanganate
Inconvénients	• Production de MnO_2 dans le sol ⇒ perte de perméabilité • Trace en métaux dans le produit industriel	• Non efficace dans des environnements alcalins • Peu stable ⇒ difficulté de mise en place • Peu stable ⇒ problème de sécurité • Emissions gazeuses en surface	• Peu stable ⇒ difficulté de mise en place • Peu stable ⇒ problème de sécurité • Emissions gazeuses en surface	• Localement conditions fortement acides • Peu de retour d'expérience
Catalyseurs		Ions ferreux		Ions ferreux, H2O2, température élevée

Source : COLOMBANO, S. ET BLANC, C. (2005). Techniques de dépollution des sites et sols contaminés, BRGM, p.83.

Cette technologie ne permet qu'un déclassement[40] des sols qui sont par la suite voués à l'enfouissement ou utilisés à titre de couche de recouvrement dans un site d'enfouissement.

[40] Selon les classes (ABC) de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* ou de l'annexe 1 (couramment identifié « critère D) du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC)*. Plus un sol est déclassé vers le critère A, moins son coût d'élimination est grand.

De plus, le Tableau 5 nous informe sur l'efficacité des divers réactifs avec les différents contaminants. Nous remarquons que pour les BPC par exemple, le traitement d'oxydation chimique est inefficace.

Tableau 5 Efficacité des différents réactifs de l'oxydation chimique en fonction des contaminants à traiter

Oxidant	Amenable COCs	Reluctant COCs	Recalcitrant COCs
H_2O_2/Fe	TCA, PCE, TCE, DCE, VC, BTEX, CB, phenols, 1,4-dioxane, MTBE, *tert*-butyl alcohol (TBA), high explosives	DCA, CH_2Cl_2, PAHs, carbon tetrachloride, PCBs	$CHCl_3$, pesticides
Ozone	PCE, TCE, DCE, VC, BTEX, CB, phenols, MTBE, TBA, high explosives	DCA, CH_2Cl_2, PAHs	TCA, carbon tetrachloride, $CHCl_3$, PCBs, pesticides
Ozone/H_2O_2	TCA, PCE, TCE, DCE, VC, BTEX, CB, phenols, 1,4-dioxane, MTBE, TBA, high explosives	DCA, CH_2Cl_2, PAHs, carbon tetrachloride, PCBs	$CHCl_3$, pesticides
Permanganate (K/Na)	PCE, TCE, DCE, VC, BTEX, PAHs, phenols, high explosives	Benzene, pesticides	TCA, carbon tetrachloride, $CHCl_3$, PCBs
Activated Persulfate	PCE, TCE, DCE, VC, BTEX, CB, phenols, 1,4-dioxane, MTBE, TBA	PAHs, explosives, pesticides	PCBs

Source : INTERSTATE TECHNOLOGY AND REGULATORY COUNCIL (ITRC), (2005). *Technical and Regulatory Guidance for In Situ Chemical Oxidation of Contaminated Soil and Groundwater*. In Situ Chemical Oxidation Team, USA. p.17.

Enfin, tel que mentionné par Galvez-Cloutier (2010) : « L'oxydation chimique est principalement utilisée pour traiter les eaux contaminées quoiqu'elle traite aussi les boues. Les sols contaminés excavés du lieu de contamination peuvent être traités par l'oxydation chimique après avoir été préalablement liquéfiés. »[41]

2.6.3 Le procédé de désorption thermique haute température

Présentement au Québec, un seul type de procédé thermique est autorisé afin de traiter les sols contaminés, soit la désorption. *Récupère Sol*, utilise le procédé de désorption thermique haute température afin de traiter les composés organiques chlorés, les HAP, les HAM et toutes les catégories d'hydrocarbures. Ce procédé comprend quatre étapes :

1) la phase de désorption thermique pendant laquelle les sols sont chauffés entre 650℃ et 800℃ afin de volatiliser les contaminants organiques;

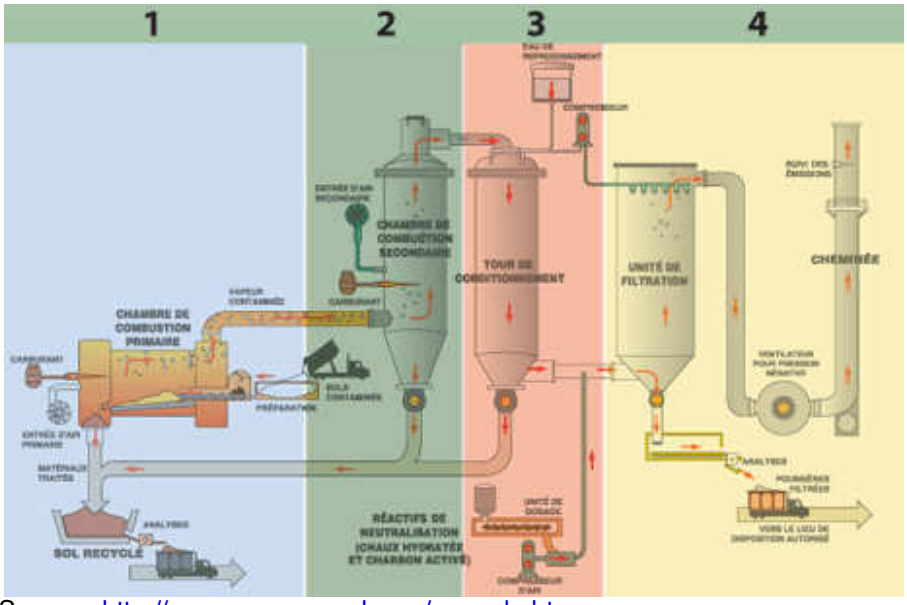
[41] GALVEZ-CLOUTIER, R. (2010). *Notes de cours en Géotechnique environnementale (GCI-20486)*, Université Laval, Faculté des sciences et de génie, Département de génie civil, p. 51.

2) la phase de recombinaison des gaz chargés des polluants organiques pendant laquelle ces derniers sont chauffés à plus de 1 000℃ afin de briser les liens entre les atomes de carbone et de chlore;

3) la phase de refroidissement des gaz par pulvérisation d'eau et de neutralisation par injection de chaux hydratée;

4) la phase finale de dépoussiérage des gaz à l'aide de sacs filtrants (Figure 8). L'efficacité minimale de ce traitement est de 99,99%, soit 99,99% de destruction pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et 99,9999% pour les contaminants organochlorés (incluant les POPs).

Conséquemment, le traitement permet la destruction totale des contaminants organiques.



Source : http://www.recuperesol.com/procede.htm

Figure 8 Procédé de désorption thermique haute température de RSI

2.6.4 Le procédé d'incinération

L'incinération est une technique très ancienne, *ex situ* ou hors site, consistant à chauffer le sol contaminé à très haute température (850°C à 1200°C) en présence d'oxygène pour convertir les polluants organiques en gaz carbonique, en vapeur d'eau et en différents résidus de combustion. Elle s'applique à tous les types de polluants organiques, liquides et solides (Simonot et Croze, 2008).

Les incinérateurs les plus couramment utilisés sont le four tournant, le réacteur à lit fluidisé, la chambre de combustion à injection liquide et l'incinérateur à rayons infrarouges[42].

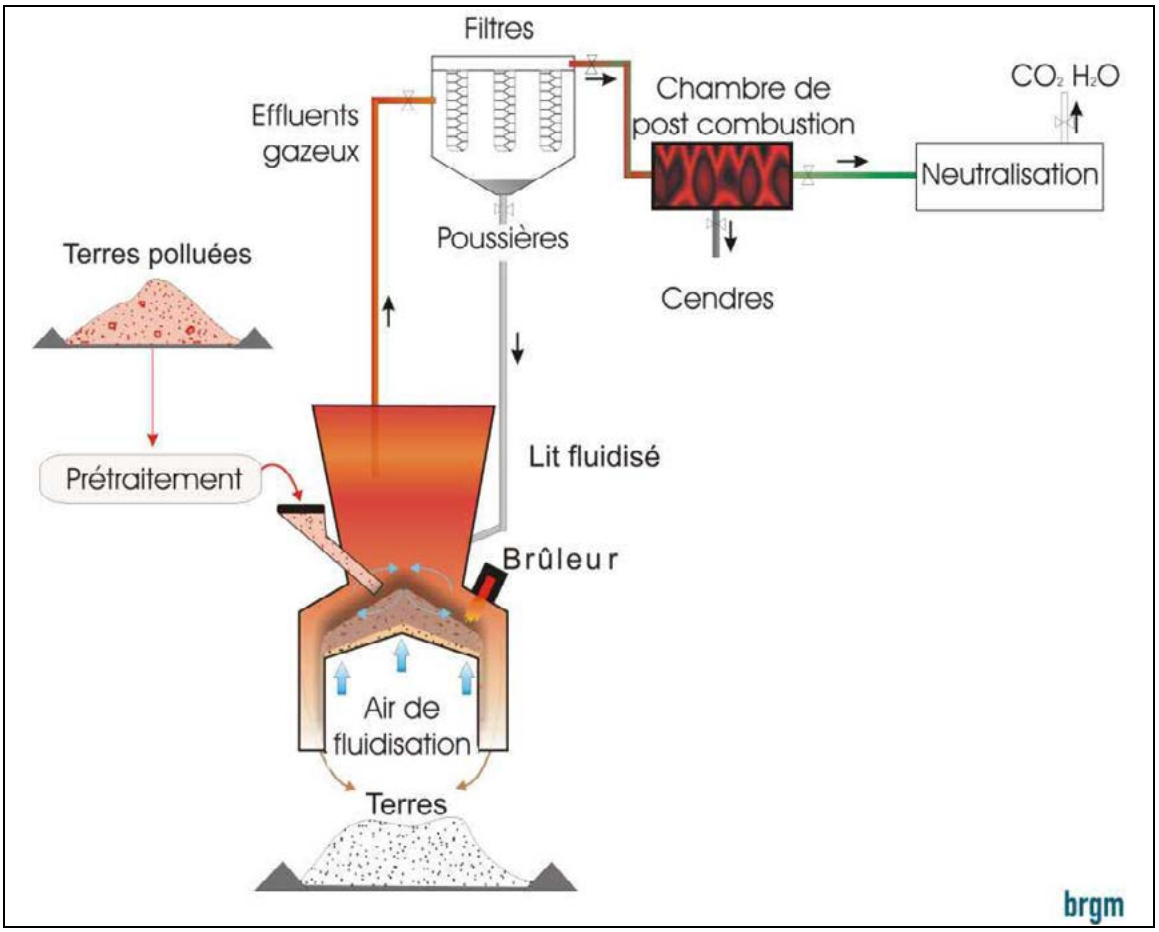


Figure 9 Schéma du procédé d'incinération (Colombano *et al.* (2010), p. 252)

Aux États-Unis, *l'Environmental, Health and Safety* précise: « There are twenty-two (22) facilities permitted to incinerate hazardous waste. Three of the facilities also hold a Toxic Substances Control Act (TSCA) permit to incinerate PCB-contaminated materials[43] ».

Au Canada, seule l'Alberta possède un incinérateur de type Von Rolls qui permet la destruction de tous les contaminants organiques tant liquides que solides.

[42] ENVIRONNEMENT CANADA, (2002). *Technologie d'assainissement ex situ des sols contaminés*. http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab23-f.html

[43] ENVIRONMENTASL, HEALTH AND SAFETY ONLINE, (2010) sur http://www.ehso.com/cssepa/tsdfincin.php

2.6.5 Le procédé de traitement biologique (bioremédiation)

Le traitement biologique consiste à créer les conditions favorables aux activités métaboliques des micro-organismes qui, naturellement présents dans le sol ou l'eau, ont la capacité de dégrader les contaminants organiques. Plusieurs paramètres doivent être ajustés pour créer les conditions optimales à la biodégradation : apports d'oxygène, de nutriments, de surfactants ou d'agents structurants; contrôle du niveau d'humidité, du pH, de la température, etc.[44]

Selon l'ADEME (2011) : « Le rendement du traitement biologique dépend des concentrations de départ en polluants, de la composition du sol, de la biodégradabilité des polluants, des objectifs de dépollution fixés selon la destination des sols dépollués et de la durée du traitement.»[45]

Le Tableau 6 présente le degré de biodégradabilité des différents contaminants organiques. Les chaînes linéaires courtes ($<C_{12}$) sont facile à traiter, i.e. dans un laps de temps inférieur à six mois. Ici cependant, les concentrations finales obtenues correspondent au mieux à la classe A-B ou B-C, mais plus souvent à la classe C-D du RESC (voir section 2.7) afin d'en permettre l'enfouissement. En fait, une corrélation peut être établie entre le temps de traitement et la diminution de la concentration finale en hydrocarbures pétroliers légers.

Pour les chaînes plus longues ($>C_{20}$ i.e. des chaînes présentant 20 atomes de carbones et plus) et/ou plus complexes (présentant des cycles de benzène, mono ou polychlorés), la toxicité et la viscosité du substrat empêche l'emploi des techniques biologiques. De plus, pour certains polluants organiques (BPC, dioxines et furannes, etc.), certains produits de dégradations intermédiaires peuvent être plus toxiques que le mélange initial[46].

À cet effet, Kulkami *et al.* (2007) mentionnent : « *Sometimes, during aerobic and anaerobic processes of breaking down the original contaminants, intermediate products that are less, equally or more toxic than the original contaminant are created.* »[47]

Ce constat rejoint ceux de Liliana, J. (2005) qui nous indique : « La demi-vie des pesticides organochlorés (POC) atteint parfois à [sic] plus d'une décennie. Plusieurs métabolites des POC sont aussi très stables et très toxiques. »[48]

[44] http://www.biogenie-env.com/s_24.asp
[45] ADEME, (2011). *Installation de traitements biologique – limites liées à la nature de la pollution*. Site Internet consulté le 4/02/2011 sur : http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12825
[46] CITEAU, L., BISPO, A., BARDY, M. ET KING, D. (2008). *Gestion durable des sols*. Coll. Savoir-faire, Éd. Quæ, France, ISBN: 978-2-7592-0189-1, p. 142.
[47] Kulkami *et al.(2007)*, p.148.
[48] Liliana, J. (2005), p.32.

Pour le DDT par exemple, la dégradation aérobie est longue, le produit de dégradation est le DDE. En milieu anaérobique, la dégradation du DDT forme très rapidement du DDE ou du TDE (Liliana, 2007). Cependant ces deux métabolites[49] sont beaucoup plus persistants dans l'environnement que le DDT (Foght, 2001).

Enfin, les travaux de Doick, KJ *et al.* datant de 2005 tendent à démontrer que les demi-vie des POPs sont sous-estimées d'un ordre de grandeur si ce n'est plus. Ainsi on peut lire concernant les BPC et certains HAP que : « *These are shown to disagree with some previous estimates of POP half-lives in soils, suggesting that previous studies underestimated persistence by 10-fold or more* »[50].

Tableau 6 Biodégradabilité des principaux contaminants organiques[51]

Type de contaminants	Degré de biodégradabilité
Hydrocarbures pétroliers C6-C15	Très facile
Alcools, phénols, amines	Très facile
Acides, esters, amides	Très facile
Hydrocarbures pétroliers C12-C20	Modérément facile
Ethers, hydrocarbures monochlorés	Modérément facile
Hydrocarbures pétroliers (<C20)	Modérément difficile
Hydrocarbures polychlorés	Modérément difficile
HAP, PCB, pesticides	Très difficile

[49] Métabolite : Déf. Produit intermédiaire résultant de la transformation d'une substance chimique lors d'un processus métabolique.
[50] Doick, KJ. *et al.* (2005), p. 3663.
[51] COLOMBANO, S. ET BLANC, C. (2005). Techniques de dépollution des sites et sols contaminés. BRGM, p.98.

Tableau 7 Persistance de différents composés, principalement des pesticides organochlorés

Pesticide	Persistence (Années)*	Référence
Acide 2,3,6-trichlorobenzoïque	4	Burnside *et al.* (1965)
Azinphosméthyle	8	Staiff *et al.* (1975)
BHC	16	Nash and Harris (1973)
Chlordane	16	Nash and Harris (1973)
Chlorfenvinphos	4	Chisholm (1975)
DDT	21	Martin *et al.* (1993)
Dibenzo-p-dioxine polychlorinée	8	Hagenmaier *et al.* (1992)
Dibenzofuranes polychlorinés	8	Hagenmaier *et al.* (1992)
Dicamba	4	Burnside *et al.* (1971)
Dieldrine	21	Martin *et al.* (1993)
EDB	19	Steinberg *et al.* (1987)
Endrine	16	Nash and Harris (1973)
Heptachlore	16	Nash and Harris (1973)
Isodrine	16	Nash and Harris (1973)
Lindane	21	Martin *et al.* (1993)
Mirex	12	Carlson *et al.* (1976)
Monuron	3	Birk (1955)
Paraquat	6	Fryer *et al.* (1975)
Picloram	5	Burnside *et al.* (1971)
Simazine	20	Scribner *et al.* (1992)
Tordon	5	Burnside *et al.* (1971)
Toxaphène	16	Nash and Harris (1973)
Trifluraline	3	Golab *et al.* (1979)

* Composé encore présent dans le sol après le nombre d'années indiqué.

Source : Roger, P et Jacq, V. (2000) p. 18.

En fait la persistance des POPs tient au fait « qu'à l'instar de nombreux xénobiotiques (produits chimiques fabriqués par l'homme et n'existant pas à l'état naturel [comme tous les POPs à l'exception des dioxines et furannes]), les BPC possèdent très peu d'ennemis naturels. Autrement dit, les micro-organismes qui, en temps normal, dégradent et recyclent les déchets, n'évoluent que lentement pour se doter des systèmes enzymatiques permettant de les dégrader totalement et spécifiquement. »[52] Il est donc à noter que le traitement thermique, incluant la désorption thermique permet l'élimination définitive des POPs présents dans les sols contaminés.

Les recherches dans le domaine ont démontré que les BPC et les dioxines et furannes, pour ne parler que de ceux-là, produisent des sous-produits de dégradation toxiques (Citeau *et al.*, 2008).

Le tableau 8 présente une synthèse des principales caractéristiques des différents types de traitements retenus.

[52] GOUVERNEMENT DU CANADA, (2002). *Santé humaine et environnement : Les risques posés par les BPC*. Division des sciences et de la technologie, p. 6.

Tableau 8 Synthèse des informations pertinentes aux technologies choisies de décontamination des sols (pollutions organiques)

Techniques de traitement/confinement	Coût/tonne[53] ($)	Trois principaux avantages de la technologie	Inconvénients majeurs documentés
Enfouissement	90 à 180[54]	1. Peu onéreux; 2. Très peu énergivore; 3. Tout type de contaminants.	1. Suivi et effets à long terme inconnus; 2. La pollution reste entière; 3. Legs empoisonné.
Oxydation chimique	Émergeant* 56 à 168[55]	1. Peu onéreux; 2. Oxydation incomplète pour certains polluants; 3. Peu documenté - des études poussées d'applicabilité sont nécessaires.	• Manipulation risquée des produits chimiques; • Effets rebonds des contaminants; • Permet seulement un déclassement.
Désorption thermique haute température	200 à 400[56]	a. Technologie éprouvée et efficace pour de nombreux contaminants organiques; b. Permet une destruction totale et rapide; c. Permet la valorisation des sols.	• Onéreux et énergivore; • Demande un haut niveau de technicité; • Faible acceptabilité sociale et émission de CO_2.
Incinération	725 à 1800[57]	1. Efficace pour de nombreux contaminants organiques en grande concentration; 2. Permet une destruction totale et rapide; 3. Permet la valorisation des sols.	1. Très onéreux et très énergivore; 2. Demande un haut niveau de technicité; 3. Faible acceptabilité sociale et importante émission de CO_2.
Traitement biologique	70 à 170[58]	1. Efficace pour les hydrocarbures < C_{15}; 2. Bonne acceptabilité sociale; 3. Fiabilité.	• Traitement relativement long; • Technicité élevée; • Permet seulement un déclassement.

*Le prix est en fonction du contaminant présent (qui influence le type et la quantité d'oxydant nécessaire), la texture du sol (qui influence le temps de traitement), de sa structure et de la quantité à traiter.

[53] Coût hors transport.
[54] US EPA, (2010). *Mid-Atlantic Brownfield & Land Revitalization*. Cleanup Fact Sheets, p. 6. Site Internet consulté le 12-10-2010 sur http://www.epa.gov/reg3hscd/bf-lr/cleanupfs.html
[55] COLOMBANO, S., SAADA, A., GUERIN, V., BATAILLARD, G., BELLENFANT, P., BERANGER, S., HUBE, D., BLANC, C., ZORNING C. ET GIRARDEAU, I. (2010). *Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices*. Rapport final, BRGM/RP – 58609 – FR, p. 249.
[56] Communication personnelle avec E. Côté de Récupère Sol.
[57] US EPA, (2010). *Mid-Atlantic Brownfield & Land Revitalization*. Cleanup Fact Sheets, p. 6. Site Internet consulté le 12-10-2010 sur http://www.epa.gov/reg3hscd/bf-lr/cleanupfs.html
[58] COLOMBANO, S., SAADA, A., GUERIN, V., BATAILLARD, G., BELLENFANT, P., BERANGER, S., HUBE, D., BLANC, C., ZORNING C. ET GIRARDEAU, I. (2010). *Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices*. Rapport final, BRGM/RP – 58609 – FR, p. 280.

2.7 Critères actuels de décision pour la décontamination

Les techniques de traitement des sols pollués ont pour objectif de détruire, enlever, immobiliser ou déclasser[59] les polluants. En fonction de la technique choisie, la source de pollution devra ensuite être traitée, les impacts maitrisés ou les cibles protégées.

La dépollution des sites est délicate puisque chaque site est spécifique. En effet, chaque site est une combinaison unique de:

- caractéristiques environnementales: géologie, hydrogéologie, topographie, hydrologie;
- polluants (nature, concentration, quantité, comportements physicochimiques, mélange, répartition spatiale, toxicité);
- usages présents ou futurs (captages des eaux, usage sensible)[60].

De nombreux facteurs influencent la sélection des technologies d'assainissement possibles, notamment:

1. le type de contaminant et ses caractéristiques (propriétés, volume, emplacement, risque d'exposition);
2. les caractéristiques du site (type de sols, perméabilité, propriétés des eaux de surface et des eaux souterraines, climat, infrastructures, topographie, emplacement);
3. les coûts (coût des investissements, coûts d'exploitation, coûts d'entretien);
4. le degré d'acceptation de la technologie par les législateurs et par le public;
5. l'échéancier d'assainissement[61].

[59] Permettre un changement de classe (i.e. plus grand que les concentrations inscrites à l'Annexe 1 ou critère D du RESC vers la plage D-C; ou >C vers plage C-B; ou >B vers plage B-A; ou toutes ces combinaisons vers <A soit sans restriction d'usages)) afin de diminuer les coûts de disposition (enfouissement sécuritaire vs terre de recouvrement d'un LET vs terre de remblayage de site en fonction de l'usage projeté (industriel, commercial, institutionnel – résidentiel).

[60] COLOMBANO *et al.* (2010). *Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices*. p. 24.

[61] ENVIRONNEMENT CANADA, (2002). *Technologie d'assainissement ex situ des sols contaminés*. http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab23-f.html

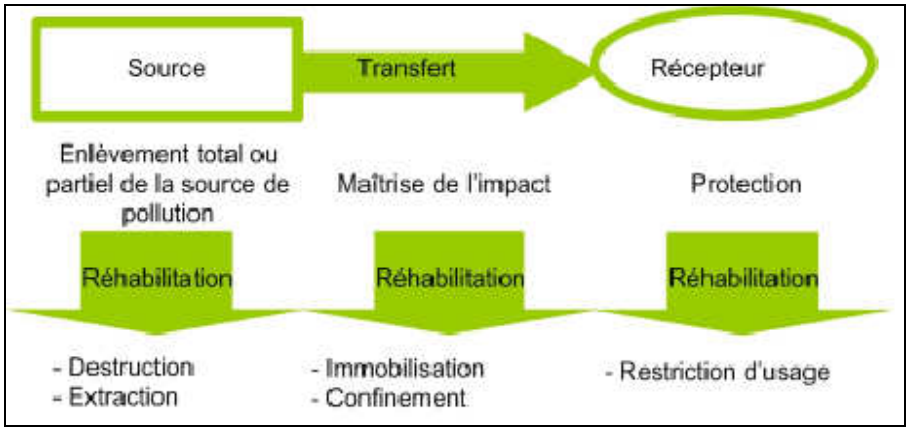


Figure 10 Stratégie de gestion d'un site pollué[62]

Tel que mentionné précédemment, au Québec, les sols contaminés sont gérés à l'aide de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés.* Cette *Politique* présente des critères[63] pour plusieurs substances chimiques modulés selon le degré de contamination en vue de différents usages projetés (résidentiel, commercial et industriel).

Ainsi, les critères **A** représentent les concentrations des métaux et autres paramètres inorganiques qu'on retrouve naturellement dans les sols non contaminés au Québec (selon la région géologique) ainsi que les limites de détection recommandées pour l'analyse, en laboratoire, des substances organiques.

Les critères **B** quant à eux représentent les concentrations maximales acceptables pour la construction résidentielle, ainsi que pour certains usages institutionnels et récréatifs[64]. Les critères **C** représentent les concentrations maximales permises pour des terrains à vocation commerciale ou industrielle, à moins qu'une analyse de risques démontre qu'une partie de la contamination peut être laissée en place.

Enfin les critères **RESC** (ou critère **D**), tirés de l'annexe 1 du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*, présentent les concentrations maximales autorisées pour enfouir des sols contaminés dans un lieu autorisé[65].

---

[62] COLOMBANO, S. ET BLANC, C. (2005). Techniques de dépollution des sites et sols contaminés. BRGM, p.9.

[63] Depuis avril 2003, les critères B et C de la *Politique* du MDDEP sont devenus des normes dans le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*.

[64] Dans certaines circonstances, une partie des sols contaminés, au-delà du critère B, pourra être laissée en place à la suite d'une analyse de risque démontrant qu'ils ne sont pas délétères tant pour la santé humaine que pour l'environnement.

[65] AGENCE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DE MONTRÉAL, (2008). Évaluation de la contamination des sols du jardin communautaire Faubourg Saint-Laurent – Arrondissement Ville-Marie. p.1.

Le Tableau 9 présente la grille intérimaire de gestion des sols contaminés excavés telle que présentée dans la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

Tableau 9 Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire[66]

La Grille de gestion des sols contaminés excavés a été conçue pour favoriser les options de gestion visant la décontamination et la valorisation des sols.

Niveau de contamination	Options de gestion
< A	1. Utilisation sans restriction.
Plage A - B	• Utilisation comme matériaux de remblayage sur les terrains contaminés à vocation résidentielle en voie de réhabilitation ou sur tout terrain à vocation commerciale ou industrielle, à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination du terrain récepteur et, de plus, pour un terrain à vocation résidentielle, que les sols n'émettent pas d'odeurs d'hydrocarbures perceptibles. • Utilisation comme matériaux de recouvrement journalier dans un lieu d'enfouissement sanitaire (LES). • Utilisation comme matériaux de recouvrement final dans un LES à la condition qu'ils soient recouverts de 15 cm de sol propre.
Plage B - C	1. Décontamination de façon optimale***dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu. 2. Utilisation comme matériaux de remblayage sur le terrain d'origine à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination du terrain et que l'usage de ce terrain soit à vocation commerciale ou industrielle. 3. Utilisation comme matériaux de recouvrement journalier dans un LES.
> C	1. Décontamination de façon optimale***dans un lieu de traitement autorisé et gestion selon le résultat obtenu. 2. Si l'option précédente est impraticable, dépôt définitif dans un lieu d'enfouissement sécuritaire autorisé pour recevoir des sols.

* Les terrains contaminés à vocation résidentielle en voie de réhabilitation sont ceux voués à un usage résidentiel dont une caractérisation a démontré une contamination supérieure au critère B et où l'apport de sols en provenance de l'extérieur sera requis lors des travaux de restauration.

* * La contamination renvoie à la nature des contaminants et à leur concentration.

* * * Le traitement optimal est défini pour l'ensemble des contaminants par l'atteinte du critère B ou la réduction de 80 % de la concentration initiale et pour les composés organiques volatils par l'atteinte du critère B. À cet égard, les volatils sont définis comme étant les contaminants dont le point d'ébullition est < 180 °C ou dont la constante de la Loi de Henry est supérieure à 6,58 x 10^{-7} atm-m^3/g incluant les contaminants répertoriés dans la section III de la grille des critères de sols incluse à l'annexe 2 de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

[66] Voir : http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/tableau_2.htm

Principes de base

1. La qualité des sols propres doit être maintenue et protégée;
2. La décontamination des sols contaminés excavés est privilégiée;
3. La dilution est inacceptable;
4. L'objectif de décontamination est la réutilisation des sols.

2.8 Libre-échange et le marché des sols contaminés

Selon le Secrétariat du forum sur l'intégration nord-américaine:

> « l'ALÉNA est un traité commercial qui prévoit l'élimination des droits de douanes sur les échanges entre le Canada, le Mexique et les États-Unis.
>
> L'Accord de libre-échange nord-américain (ALÉNA) et ses accords parallèles sur l'environnement et le travail sont entrés en vigueur le 1er janvier 1994, cinq ans après l'Accord de libre-échange canado-américain (ALE).
>
> L'ALÉNA a créé la plus grande zone de libre-échange au monde avec 406 millions de personnes produisant des biens et services d'une valeur de plus de 11 billions de dollars américains.
>
> L'accord instituant l'ALÉNA stipule un certain nombre d'objectifs communs que le Canada, les États-Unis et le Mexique doivent s'engager à poursuivre.
>
> L'ALÉNA a libéralisé substantiellement le commerce des services et a ouvert les marchés publics, y compris les marchés publics des services et de la construction. L'accord oblige les Parties à ne faire aucune discrimination entre les producteurs nationaux et les producteurs étrangers dans le commerce des services, des marchés publics et de l'investissement. Contrairement à l'ALÉ entre le Canada et les États-Unis, tous les services sont inclus dans l'entente de libre-échange tant qu'ils n'ont pas été explicitement exemptés des dispositions de l'ALÉNA. L'accord énumère en annexe les exclusions qu'ont indiquées les différents niveaux de gouvernement dans chaque pays »[67].

[67] Site Internet consulté le 06-10-2010 sur SECRÉTARIAT DU FORUM SUR L'INTÉGRATION NORD-AMÉRICAINE, (2010). *ALÉNA : Accord de libre-échange nord américain*. http://www.fina-nafi.org/fr/integ/chronologie.asp?langue=fr&menu=integ

Ainsi, le Canada, les États-Unis et le Mexique traitent les produits, les services (tels les traitements des sols contaminés) et les investisseurs des deux autres parties de la même façon que les leurs.

Cependant, ces trois pays ont élaboré leurs propres méthodes de protection de la santé humaine et de l'environnement en adoptant une série de lois et de règlements sur l'environnement dans le but de contrôler l'utilisation et les émissions de polluants, de gérer le traitement et l'élimination des déchets et de guider les activités relatives à l'utilisation des terres[68].

D'ailleurs, depuis la cause S.D. Myers contre le Canada, concernant l'industrie de décontamination de déchets de BPC, Myers détenait des notes internes qui confirmaient l'intention d'Ottawa de protéger d'abord et avant tout les compagnies canadiennes d'élimination des BPC (en particulier Chem-Security de Swan Hill en Alberta et CINTEC au Québec) contre la compétition des compagnies américaines, Bachand, (2001) indique:

> « Myers considérait que l'interdiction d'exporter des déchets contenant des BPC était discriminatoire et violait l'obligation d'accorder aux investisseurs étrangers un traitement similaire aux investisseurs locaux.
>
> […] Ainsi donc, puisque S.D. Myers était dans des circonstances similaires aux investisseurs canadiens, que les mesures prises étaient préjudiciables à la compagnie américaine par rapport aux investisseurs canadiens et qu'elles avaient pour effet d'exclure la première du marché, le panel conclu à une violation du Canada d'offrir le traitement national à S.D Myers en vertu du chapitre 11 de l'ALÉNA[69]».

De plus, même si l'ALÉNA ne contient pas de chapitre portant spécifiquement sur l'environnement, le préambule et plusieurs clauses y font explicitement référence. En effet, le préambule de l'ALÉNA, qui énonce les principes étant à la base de son élaboration, cite le concept de développement durable et le respect de la protection de l'environnement comme étant des objectifs fondamentaux des pays signataires[70].

Le concept de développement durable provient du rapport Bruntland datant de 1987 et consiste à promouvoir un développement économique compatible avec la conservation des ressources pour les générations futures[71].

---

[68] COMMISSION DE COOPÉRATION ENVIRONNEMENTALE, (1996). *État de la gestion des BPC en Amérique du Nord*. Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE), Canada, ISBN : 0-921894-29-5, p.7.

[69] BACHAND, R. (2001). *Les poursuites intentées en vertu du chapitre 11 de L'ALÉNA – Quelles leçons à tirer?* **Continentalisation**, Cahier de recherche Vol. 1, n° 11, p. 37.

[70] GROUPES DE RECHERCHES SUR L'INTEGRATION CONTINENTALE (GRIC), (2003). *ALÉNA et environnement : Les clauses vertes font-elles le poids ?* Note de recherche, Cahier du Centre des Études internationales et Mondialisation (CEIM), p.5.

[71] Ibidem.

Ainsi, en regard de ce qui précède, des sols contaminés aux dioxines et furannes présentant une concentration supérieure à l'annexe 1 ou critère D du RESC pourraient être traités au Québec pour déclassement et se retrouver à l'enfouissement. Un seul des POPs inclut dans la Convention de Stockholm fait exception à ce scénario de déclassement suivi de l'enfouissement, à savoir les sols contaminés aux BPC qui font l'objet, depuis 1997, d'une interdiction totale d'importation.

2.9 Aspects éthiques du développement durable appliqués aux sols contaminés

Selon les conditions climatiques, l'activité biologique et la nature du matériau parental à partir duquel les sols sont formés, de plusieurs siècles à plusieurs milliers d'années sont nécessaires pour qu'un sol se développe. En moyenne, un sol se reconstitue au rythme de un centimètre par cent ans[72] (ou 0,1 mm par an). Ainsi, les sols sont une ressource conditionnellement renouvelable (i.e. si le taux de renouvellement est supérieur au taux de dégradation). Or, tel que mentionné précédemment, le stress engendré par la pollution et les taux d'érosion naturel sont de 100 à 1000 fois supérieurs au rythme naturel de formation des sols.

Les dépôts de substances polluantes, les pratiques sommaires d'élimination des déchets, les infiltrations, l'utilisation de pesticides, d'engrais chimiques pour la culture du sol, l'épandage de produits chimiques, les retombées dues à des rejets atmosphériques sont à l'origine de la pollution des sols. L'impact des sols pollués concerne principalement les eaux souterraines et nappes phréatiques. La contamination des eaux souterraines est très difficile, voire impossible à nettoyer. Le coût de l'assainissement des réserves d'eaux souterraines est extrêmement élevé. Les effets de la contamination souterraine migrent jusqu'aux cours d'eau ou lacs voisins[73].

Compte tenu de l'orientation de la politique québécoise en matière de gestion de sols contaminés favorisant le traitement et la valorisation pour la réutilisation de ces sols plutôt que leur enfouissement, l'éventualité que des sols traitables soient enfouis constituerait un effet négatif potentiel du projet[74]. Il y va en l'occurrence de la cohérence et du caractère durable de l'approche retenue par le Québec dans le domaine de la gestion des sols contaminés en général (BAPE, 2010). Un sol pollué est un site présentant un risque ou des nuisances pérennes pour la santé de l'homme, les ressources biologiques et les écosystèmes présents sur ce site.

[72] SCIENCE & VIE, (2008). *Construire un monde durable*. Hors Série 243, Groupe Mondadori France, p.51.
[73] VEDURA, (2010). *Pollution des sols*. Voir http://www.vedura.fr/environnement/sol/pollutions-sols
[74] Rapport d'enquête et d'audience du BAPE relatif au projet d'exploitation d'une cellule d'enfouissement des sols contaminés à Mascouche.

De même, enfouir les sols déclassés (concentration < Annexe 1 ou < D du RESC) après un traitement partiel nous semble en contradiction avec plusieurs des principes de la *Loi sur le Développement durable*. Ainsi, les principes de protection de l'environnement, de prévention, d'équité intergénérationnelle, de pollueur payeur et d'internalisation des coûts sont difficilement conciliables avec l'enfouissement de sols ayant des concentrations résiduelles de contaminants excédant la limite maximale pour un site à vocation industrielle (supérieur au critère **C** de la *Politique de protection et de réhabilitation des terrains* ou à l'annexe II du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés*). Il s'agit à notre avis d'un legs empoisonné au sens littéral comme au figuré.

3. Outils d'analyse de DD préconisés

3.1 Les outils d'analyse du DD

Le développement durable procède de bonnes intentions et sa mise en œuvre peut réellement amener des transformations des pratiques permettant éventuellement d'améliorer la qualité de vie des humains et de maintenir les équilibres écologiques. L'élaboration d'outils d'analyse des projets et des politiques de développement durable devient d'autant plus nécessaire que le concept a largement été adopté non seulement par le système des Nations Unies, mais aussi par la plupart des pays, et de très nombreuses administrations publiques et privées.

S'il est possible de concevoir le développement durable, il devrait être possible de le mesurer, ou du moins d'évaluer de manière concrète la cohérence entre un projet, une politique ou une pratique dans le cadre de référence constitué des principes explicites et implicites qui en découlent. Le concept de DD ayant été formalisé au début des années 80, de nombreux outils d'analyse procédant selon des approches différentes sont maintenant disponibles.

Les analyses de développement durable permettent généralement de valider qu'un projet ou une politique respecte les principes et les valeurs inhérentes au développement durable. Les outils conçus pour effectuer des analyses de DD sont généralement des grilles qui posent plusieurs questions relatives aux différentes dimensions du DD. Certains outils fonctionnent avec des objectifs, d'autres avec des indicateurs et des cibles. Certains sont quantitatifs et d'autres qualitatifs. Certains permettent la comparaison et d'autres non. En fait, il existe une grande variété d'outils d'analyse, leur forme et leur contenu variant selon leurs fonctions.

Ces outils d'analyse peuvent être vus comme des outils d'aide à la décision en même temps que des outils d'évaluation, ou de diagnostic, ou encore des outils de planification de projet qui illustrent les préoccupations à prendre en compte pour s'assurer d'un développement qui pourra éventuellement être qualifié de durable. Les outils d'analyse peuvent également servir à la reddition de comptes et à la communication des performances en matière de développement durable.

Il peut enfin s'agir d'outils de réflexion collective permettant de faire converger les différents intérêts des parties prenantes vers l'atteinte d'une meilleure performance en termes de développement durable.

Précision : Les objectifs du développement durable peuvent évoluer et être modulés en fonction de la réalité écologique propre à un milieu ou en fonction des valeurs d'une société et de son état de développement. Par exemple, un projet qui se situe dans une société où la pauvreté est endémique va accorder

beaucoup plus d'importance à des objectifs visant à satisfaire les besoins matériels ou des besoins de santé. C'est donc à l'usage, dans des contextes différents et par des analystes connaissant bien leur milieu qu'il est possible de voir si un outil d'analyse permet d'atteindre les objectifs pour lesquels il fut élaboré.

3.1.1 Les prémisses d'une analyse

Analyse des besoins et acquisition de connaissances relatives à la portée de la problématique

Pour procéder à l'analyse d'un projet ou d'une politique dans une optique de développement durable, il faut d'abord procéder à l'analyse la plus approfondie possible du problème, du besoin ou de la situation qui motive ce projet. Si on veut s'engager dans une démarche de développement durable, c'est que le statu quo ne convient pas à au moins une partie des acteurs concernés. Ces connaissances doivent être pertinentes et contribuer à répondre à des questionnements sur les aspects écologiques, les aspects légaux et moraux, la viabilité financière, la viabilité culturelle et la durée temporelle des impacts positifs et négatifs résultants du projet, car une démarche de DD vise à satisfaire, dans une perspective temporelle longue, les besoins du plus grand nombre dans le respect de la capacité de support des systèmes naturels.

L'ensemble de ces dimensions influence en effet la durabilité du projet ou de la politique, ainsi que son acceptabilité sociale. L'absence de connaissances suffisantes dans l'un ou l'autre domaine peut mettre en péril le projet. Par ailleurs, le manque de connaissances suffisantes, réel ou perçu, est souvent invoqué comme argument ultime pour justifier le statu quo. L'étendue des connaissances acquises ne peut naturellement être totale. Il faut plutôt savoir poser les bonnes questions et les laisser ouvertes si on n'a pas trouvé de réponse satisfaisante. L'ensemble de ces questions ouvertes guidera le choix d'indicateurs de suivi et les hypothèses à vérifier au cours de la réalisation du projet.

Les limites du processus ou du projet doivent être identifiées, sans quoi la quantité d'information à acquérir devient rédhibitoire. Les difficultés rencontrées dans l'analyse de développement durable viennent souvent du fait que l'équipe d'analystes n'a pas bien défini la portée du projet et/ou que les outils ne soient pas bien adaptés au contexte.

Le traitement des sols contaminés aux POPs est une problématique qui interroge de nombreux principes du DD. La revue de littérature du chapitre 2 a permis de bien cerner les éléments qui serviront de repère à l'analyse et les trois outils sélectionnés devraient permettre de fournir des résultats cohérents.

3.1.2 Qualités et limites des outils d'analyse de DD

Un outil d'analyse devrait donner lieu à un questionnement itératif faisant place :

- à la réalité du terrain (pertinence des échelles);
- aux diverses parties prenantes (pas d'exclusion);
- aux meilleures connaissances disponibles (sound science);
- à l'adaptation (le changement est la seule constante);
- à des consensus évolutifs (acceptabilité sociale).

Les caractéristiques d'un bon outil d'analyse de développement durable sont les suivantes :

  - intelligibilité;
  - efficacité;
  - transparence;
  - simplicité d'usage;
  - clarté des résultats obtenus;
  - pertinence pour l'aide à la décision.

Un bon outil devrait également pouvoir s'adapter aux besoins soulevés par l'analyse, imposer un questionnement large et permettre la participation, favoriser la multidisciplinarité en posant des questions qui touchent les nombreuses dimensions du développement durable, ainsi que faciliter la communication entre les parties prenantes.

De même, certaines limites s'imposent aux outils d'analyse du développement durable.

- Si chacun peut aspirer au développement durable, peut-on exclure d'office certaines activités (exploitation minière, énergie nucléaire, forces armées, opérations spéculatives)?
- Comment rendre justice sur le terrain à des principes vertueux alors que le pragmatisme oblige à prendre des décisions justifiées par des besoins à court terme et des connaissances nécessairement parcellaires?
- Comment introduire un questionnement large et itératif dans un processus spécialisé avec un mandat limité?
- Comment opérationnaliser en objectifs pertinents des lignes directrices générales?
- Comment communiquer les résultats?
- Comment établir les priorités dans une perspective multi-acteurs et multicritère?
- Comment s'assurer que l'outil sera utilisé selon la fonction prévue?
- Comment obtenir un outil à la fois efficace, complet, rendant honneur à la complexité du DD, tout en restant accessible et simple d'utilisation?

3.2 Utilité pour la prise de décision

La prise de décision en DD est rendue difficile par la nature floue du concept. Ce dernier prévoit notamment l'inclusion plutôt que l'exclusion, l'égalité plutôt que l'inégalité, l'analyse de la complexité plutôt que de la simplicité et le long terme plutôt que le court terme. Faire du développement durable signifie donc faire participer le plus grand nombre à la prise de décision et aux retombées d'un projet.

Les outils utilisés se doivent donc de permettre la réconciliation des sensibilités différentes de chacun pour les quatre différents pôles du développement durable. Ceux-ci sont étroitement imbriqués et aucun ne doit être favorisé sans imposer de charge sur l'autre.

Un bon outil tiendra donc compte des points suivants :

- durabilité écologique : maintien des conditions écologiques à l'intérieur desquelles les espèces et les écosystèmes peuvent continuer leur évolution et maintenir le niveau des services écologiques qu'ils rendent à l'humanité;
- durabilité économique : maintien des échanges qui permettent aux sociétés humaines de satisfaire leurs besoins par des échanges de leurs avantages comparatifs;
- durabilité sociale : cohésion des sociétés et efficacité des mécanismes de gouvernance;
- durabilité éthique : équité des termes de l'échange économique et du partage des richesses ainsi que création de marges de manœuvre pour les générations à venir.

En tenant compte de tous ces éléments, les outils de développement durable permettent d'associer tous les acteurs, même ceux qui souvent sont moins mobilisés (femmes, jeunes, collectivités locales, gens d'affaires, parlementaires, universitaires, organisations non-gouvernementales). Les outils rappellent à ceux qui les utilisent que ces personnes doivent être consultées régulièrement afin de contribuer collectivement au projet mis de l'avant. Ceci évite de ne donner la parole qu'à certains groupes très ciblés et travaillant chacun de leur côté.

Le bon usage des outils d'analyse permet d'éviter ou de mieux prévenir les rencontres houleuses en veillant à bien coordonner la participation de tous en les intégrant aux processus décisionnels. La sélection de l'outil de développement durable doit d'ailleurs prendre en compte le type de processus décisionnel impliqué.

En résumé, les outils d'analyse facilitent l'établissement d'une représentation commune en intégrant les faits, les valeurs et les incertitudes. Ils aident à cerner la pertinence du projet pour le milieu. Ils sont particulièrement utiles pour définir la portée d'initiatives individuelles locales afin de résoudre des problématiques

globales tels les changements climatiques. Ils aident à orienter les décisions en identifiant l'information disponible ou préalable tout comme les lacunes. Ils permettent de plus d'établir une hiérarchie à partir de l'éthique entre des domaines souvent difficilement réconciliables: le droit vs la connaissance scientifique, le capital par rapport à l'enracinement culturel, l'appât du gain face à la précaution, la logique marchande vs l'équité sociale, etc.

Ils facilitent par la suite le choix d'indicateurs cohérents et les moyens conséquents d'atteindre les buts visés. Les grilles d'analyse, quant à elles, permettent une réévaluation périodique des progrès accomplis. Enfin, les outils d'analyse du développement durable ont la particularité de permettre l'expression d'une éthique du futur grâce à laquelle sont prises en compte les générations à venir.

3.3 Critères de choix et justification des outils choisis

Quelques critères ont servis à déterminer quels seraient les trois outils d'analyse utilisés lors de cette étude.

Ils se devaient tout d'abord d'être disponibles gratuitement, afin d'être à la portée de toute entreprise ou organisme désirant s'intéresser à la problématique des sols contaminés au Québec.

Ils devaient aussi s'avérer pertinents face à l'objectif de recherche d'un développement durable au Québec.

3.4 Les outils retenus

Le guide de prise en compte du DD proposé par le MDDEP et sa grille de cadrage répondaient aux critères mentionnés plus haut et sera donc le premier outil d'analyse.

La grille de la Chaire qui est utilisable dans toutes les sortes de dossiers, dont le traitement des sols contaminés, sera le second outil.

Enfin, le troisième outil est une étude de l'ADEME réalisée en 2008 à partir de données de 2006 et qui cherchait plus particulièrement à définir les critères déterminants, le choix des techniques et filières de traitement des sols contaminés en France.

3.4.1 Guide de prise en compte des principes de DD

Le *Guide pour la prise en compte des principes de développement durable* http://www.mddep.gouv.qc.ca/developpement/outils/guide-prinicipesdd.pdf est un document issu du bureau de coordination du développement durable (BCDD, au MDDEP) préparé suite à une rencontre du comité interministériel de développement durable (CIDD).

La vision du CIDD consiste à « Habiliter les personnels concernés de l'Administration à la prise en compte ordonnée et cohérente des 16 principes de développement durable, dans le plein respect des responsabilités des ministères et organismes ». Ces principes sont :

1. « santé et qualité de vie » : les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Les personnes ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature;

2. « équité et solidarité sociales » : les actions de développement doivent être entreprises dans un souci d'équité intra et intergénérationnelle ainsi que d'éthique et de solidarité sociales;

3. « protection de l'environnement » : pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement;

4. « efficacité économique » : l'économie du Québec et de ses régions doit être performante, porteuse d'innovation et d'une prospérité économique favorable au progrès social et respectueuse de l'environnement;

5. « participation et engagement » : la participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique;

6. « accès au savoir » : les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable;

7. « subsidiarité » : les pouvoirs et les responsabilités doivent être délégués au niveau approprié d'autorité. Une répartition adéquate des lieux de décision doit être recherchée, en ayant le souci de les rapprocher le plus possible des citoyens et des communautés concernés;

8. « partenariat et coopération intergouvernementale » : les gouvernements doivent collaborer afin de rendre durable le développement sur les plans environnemental, social et économique. Les actions entreprises sur un territoire doivent prendre en considération leurs impacts à l'extérieur de celui-ci;

9. « prévention » : en présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source;

10. « précaution » : lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement;

11. « protection du patrimoine culturel » : le patrimoine culturel, constitué de biens, de lieux, de paysages, de traditions et de savoirs, reflète l'identité d'une société. Il transmet les valeurs de celle-ci de génération en génération et sa conservation favorise le caractère durable du développement. Il importe d'assurer son identification, sa protection et sa mise en valeur, en tenant compte des composantes de rareté et de fragilité qui le caractérisent;

12. « préservation de la biodiversité »: la diversité biologique rend des services inestimables et doit être conservée pour le bénéfice des générations actuelles et futures. Le maintien des espèces, des écosystèmes et des processus naturels qui entretiennent la vie est essentiel pour assurer la qualité de vie des citoyens;

13. « respect de la capacité de support des écosystèmes » : les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité;

14. « production et consommation responsables » : des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'écoefficience, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources;

15. « pollueur payeur » : les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci;

16. « internalisation des coûts » : la valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle

de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

Le guide :

- clarifie quelles « actions » devraient être privilégiées pour la prise en compte des principes de développement durable;
- précise la portée de cette prise en compte;
- décrit succinctement une démarche en trois étapes pour leur prise en compte.

Trois feuilles de travail sont également incluses dans un document distinct (fichier électronique accessible dans l'Extranet Développement durable) pour faciliter leur utilisation ou leur ajustement aux besoins de la personne qui souhaite les utiliser. Il s'agit d'une :

- grille de dépistage;
- grille de cadrage;
- grille de bonification.

Prémisses

La « prise en compte » doit être interprétée comme un questionnement de l'action afin de déterminer ses liens avec chacun des seize principes.

Certains principes seront ainsi plus ou moins pertinents en fonction des objectifs ou des effets de l'action.

Au sens strict, « prendre en compte » ne signifie donc pas nécessairement de bonifier une action ou une décision à la lumière des informations prises à l'étape de l'examen des principes, mais en considérer les effets pour mieux décider.

La prise en compte doit :

- se situer le plus en amont possible d'une action, soit dès le processus d'élaboration ou d'analyse;
- être vue comme un outil d'aide à la prise de décision. Elle doit être intégrée dans le processus de décision habituel;
- être compatible avec, le cas échéant, d'autres outils et processus plus spécifiques, comme par exemple l'évaluation environnementale d'impact (EEI) ou l'évaluation d'impact sur la santé (EIS).

Application

La Loi précise que la prise en compte de l'ensemble des principes s'applique à toutes les actions de l'administration publique, donc de chacun des ministères et organismes visés par la Loi.

La Loi vise à ce que la prise en compte des principes intègre la recherche d'un développement durable dans les activités, les programmes, les politiques, les stratégies, les réglementations, les lois.

Donc, il est suggéré de privilégier d'abord les actions structurantes, soit les actions dont les effets sont majeurs et qui influent sur d'autres actions.

Méthodologie

La Loi demande de considérer l'ensemble des principes, mais elle ne définit pas de hiérarchisation pour ces principes. Ce choix est délibéré et résulte des consultations publiques et des travaux parlementaires qui ont conduit à l'adoption de la Loi.

L'importance de chaque principe peut être relative selon le contexte de l'action, c'est-à-dire selon les objectifs de l'action et ses impacts.

Le Guide propose de réaliser une méthode de prise en compte proportionnée des principes de DD.

La méthode proposée comprend trois étapes :

- DÉPISTAGE : identification des actions pour lesquelles les principes seront pris en compte.
- CADRAGE : évaluation de l'importance de chaque principe pour chacune des actions.
- BONIFICATION : modification de l'action pour intégrer les principes pertinents.

Étape 1 - Dépistage

- Privilégier les actions structurantes, soit les actions dont les effets sont majeurs ou qui influent sur d'autres actions.
- Évaluer si l'action a un potentiel d'influence élevé sur l'Administration, sur la société ou sur des parties de celles-ci.

Deux formes de dépistage sont possibles pour aborder la sélection des actions pour la prise en compte des principes : le dépistage spécifique (par action, isolément) et le dépistage d'ensemble (sur plusieurs actions, les unes par rapport aux autres).

Dans le cas de notre analyse sur des sols contaminés aux POPs, cette étape n'était pas pertinente.

Pour la Grille de dépistage, voir le Guide de prise en compte des principes de développement durable[75].

Étape 2 - Cadrage

❖ Déterminer les liens entre l'action et les principes et évaluer s'il est pertinent de la modifier en fonction de chacun des principes.

Selon les liens établis entre l'action et chaque principe, l'étape 3 (bonification) permettra d'optimiser les impacts positifs de l'action ou d'en atténuer les impacts négatifs.

GRILLE DE CADRAGE

	Principe	Lien[1]	Importance du lien[2]	Perspective de bonification?[3]		Motivation à bonifier ou non l'action[4]
				Oui	Non	
Commentaires généraux :						
a	Santé et qualité de vie					
b	Équité et solidarité sociales					
c	Protection de l'environnement					
d	Efficacité économique					
e	Participation et engagement					
f	Accès au savoir					
g	Subsidiarité					
h	Partenariat et coopération intergouvernementale					
i	Prévention					
j	Précaution					
k	Protection du patrimoine culturel					
l	Préservation de la biodiversité					
m	Respect de la capacité de support des écosystèmes					
n	Production et consommations responsables					
o	Pollueur-payeur					
p	Internalisation des coûts					

Figure 11 Grille de cadrage

[75] http://www.mddep.gouv.qc.ca/developpement/outils/guide-prinicipesdd.pdf

Lien *(colonne 1)* : En quoi l'action est-elle concernée par le principe (selon les objectifs et les impacts de l'action)?

Importance du lien *(colonne 2)* : Le lien est-il d'importance élevée (E), moyenne (M), faible (F) ou nulle (N) en fonction des objectifs et des impacts de l'action?

Perspective de bonification de l'action *(colonne 3)* : Des modifications à l'action permettraient-elles d'atténuer les impacts négatifs ou d'optimiser les impacts positifs?

Motivations à bonifier ou non le projet *(colonne 4)* : Sur quoi repose la décision de bonifier ou non le projet?

Grille de cadrage adaptée pour le mandat :

Afin de pouvoir utiliser de façon comparative la grille du MDDEP et la grille de la Chaire en Éco-conseil (voir section 3.4.2), nous avons introduit une notation de 1 à 3 qui s'appliquera à évaluer pour chaque filière l'importance de la prise en compte du lien lorsque cette dernière est qualifiée de «élevée» ou «moyenne». Les qualifications «faibles» et «nulles» ne recevaient pas de note, toujours pour des fins de comparaisons avec les résultats de l'analyse avec la grille de la Chaire. La qualification de l'importance du lien «nulle» nous semblait ici inadéquate, car comme pour la grille de la Chaire, nous sommes d'avis que la démarche d'analyse doit conserver son caractère global en regard de l'essence des principes fondamentaux du DD qui sont édictés dans la Loi.

	Principes	**Action : Traiter des SC aux POPs**		**Filières (notation*****)**					**Perspective de bonification** oui ou non	**Motivation ou non à bonifier l'action***
		Lien*	**Importance du lien**	**Enfouissement**	**Oxydation thermique**	**Désorption thermique**	**Incinération**	**T. biologique**		
	Principes a) à p)									

Figure 12 Exemple de la grille de cadrage adaptée au présent mandat

Étape 3 - Bonification

Au sens strict de la prise en compte prévue par la Loi, cette étape est facultative puisqu'elle intervient après la prise en compte comme telle. Il s'agit par contre d'une étape très importante dans le cadre d'une démarche complète de développement durable.

La bonification vise ainsi à maximiser les effets positifs et à atténuer les effets négatifs de l'action à l'égard des aspects couverts par les principes.

Grille de bonification :

- Identifier des pistes de bonification (colonne 2 de la grille);
- Évaluer les avantages et inconvénients de chaque piste de bonification (colonne 3 de la grille);
- Décider des bonifications qui est le plus opportun d'appliquer.
    - Une piste de bonification peut répondre à plusieurs principes. Il n'est pas pertinent d'adopter des pistes de bonification spécifiques pour des principes pris isolément puisque l'esprit même de la démarche de développement durable est de prendre en compte plusieurs principes dans une même action.

Limites de la grille

- Outil qui demeure subjectif;
- N'oblige pas à prendre en compte l'ensemble des principes, mais ouvre la porte à une omission des moins performants;
- La grille ne vient pas avec des ressources d'accompagnement;
- Les pistes de bonifications sont une étape optionnelle de la prise en compte.

3.4.2 Grille de la Chaire en éco-conseil

Conscients des limites et contraintes des outils d'analyse du développement durable, Claude Villeneuve a développé à la fin des années 90 une grille d'analyse en DD. Testée à l'usage depuis dans différents mandats de la Chaire, elle a aussi servie pour l'analyse de cas pratiques avec toutes les cohortes d'étudiants au DESS en éco-conseil de l'UQAC depuis 2001. Elle sert aussi d'outil aux éco-conseillers diplômés qui sont encouragés à la comparer à d'autres outils d'analyse, à la critiquer et à suggérer des pistes d'amélioration qui sont discutées à la Chaire et intégrées à l'outil selon leur pertinence. Elle a aussi servi à développer d'autres grilles d'analyse plus spécifiques (Villes et villages en santé, grille de développement durable des collectivités du gouvernement du Canada, grille d'analyse des Pekuagamilnuatsh). On parle donc ici d'un outil inscrit dans un processus d'amélioration continue, un principe en soi de DD! Il

est possible de la télécharger avec son guide d'utilisation à http://ecoconseil@uqac.ca.

L'objectif de la grille d'analyse est d'évaluer la viabilité d'un projet ou d'une activité en fonction des trois dimensions traditionnelles du développement durable (social, économique, écologique) auxquelles se rajoute la dimension d'équité intra et inter générationnelle. Elle peut aussi servir à fixer des objectifs, à identifier des indicateurs ou à trouver des compromis favorisant l'acceptabilité sociale d'un projet.

La grille est composée de quatre tableaux, avec pour chacun un principe et des lignes directrices. Ces lignes directrices se caractérisent par des objectifs qui peuvent être pondérés et évalués. Des commentaires et des directives sur les objectifs sont repris dans le fichier électronique de la grille pour en faciliter l'usage. Chaque case comporte une annotation précisant l'interprétation. La grille permet deux modes d'utilisation, l'analyse sommaire et l'analyse exhaustive. Un outil de représentation graphique du résultat de l'analyse est aussi proposé.

La grille d'analyse en est une de questionnement afin d'évaluer dans quelle mesure le projet favorise l'amélioration des conditions humaines par son action sur le réel. Elle permet à ceux qui l'appliquent de se situer dans le processus qui résulte de la motivation d'un groupe à changer les choses en tenant compte d'un large éventail de connaissances et de préoccupations liées à la satisfaction des besoins multiples d'une population humaine inscrite dans la durée.

La grille permet de moduler la notion de durabilité selon les pôles qu'on étudie :

- la durabilité écologique vise le maintien de conditions écologiques à l'intérieur desquelles les espèces et les écosystèmes peuvent continuer leur évolution et maintenir le niveau des services écologiques qu'ils rendent à l'humanité;
- la durabilité économique vise à maintenir les échanges qui permettent aux sociétés humaines de satisfaire leurs besoins par des échanges de leurs avantages comparatifs;
- la durabilité sociale vise la cohésion des sociétés et l'efficacité de leurs mécanismes de gouvernance;
- la durabilité de l'équité des termes de l'échange économique, le partage des richesses et la création de marges de manœuvre pour les générations à venir.

Comme on peut l'imaginer, ces quatre dimensions sont étroitement imbriquées et les décisions prises dans le but d'en favoriser une peuvent imposer une charge sur une autre.

3.4.2.1 Caractéristiques particulières de la grille

Distinction entre le pôle équité et pôle social

L'équité est une dimension habituellement confondue dans le pôle social ou socioculturel dans d'autres grilles et modèles. La grille de la Chaire lui donne une place à part entière, la démarche de développement durable étant inspirée d'une démarche éthique.

Obligation de considérer l'ensemble de la grille dans toute analyse

Même si plusieurs objectifs peuvent sembler éloignés de l'application analysée, les utilisateurs de la grille ne peuvent en éliminer aucun. Cela a pour but d'éviter que des parties prenantes soient exclues du questionnement. En tout temps, la démarche d'analyse doit conserver son caractère global. Élaborée dans un contexte nord-américain, la grille fait place à plusieurs objectifs touchant les nations autochtones. Même si cette réalité est moins pertinente sur le continent européen par exemple, elle peut être ajustée pour inclure des objectifs visant des cultures minoritaires ou fragilisées.

Introduction d'un mécanisme de pondération

Pour permettre à la grille de s'ajuster à la nature, à la portée et à l'état d'avancement des projets étudiés, les objectifs doivent être pondérés avant d'être évalués. Cette pondération s'établie par consensus entre les analystes selon leur connaissance du projet ou du domaine analysé. Dans le cadre d'un projet, idéalement les promoteurs participent à l'exercice, ce qui permet de valider et mieux comprendre les motivations sous-jacentes au projet. Elle permet aussi de faire des gabarits généraux pour comparer entre eux des projets de même nature.

Obligation de suggérer des pistes de bonification

Une analyse de développement durable ne peut se contenter de poser un diagnostic ou un jugement. Comme le développement durable est un processus et non pas un état, les analystes doivent suggérer des pistes de bonification pour chaque objectif dont le score n'est pas parfait. Ces pistes peuvent ensuite être priorisées et alimenter un plan d'action.

Prise en compte de la dimension autochtone

Enfin, il convient de souligner l'importance de la prise en compte explicite des dimensions autochtones en plusieurs endroits dans la grille. La méconnaissance des cultures autochtones à l'échelle mondiale est un facteur d'exclusion et une source de malentendus voire de conflits entre les communautés. Les cultures autochtones sont le résultat d'une longue interaction avec les systèmes naturels et sont généralement porteuses de valeurs qu'on associe au développement

durable. Les valeurs autochtones reconnues étant le respect, l'entraide et le partage et celles-ci s'incarnent dans les relations traditionnelles de ces populations avec leur milieu naturel. Les cultures autochtones apportent une autre vision du territoire et peuvent être la source de connaissances dont peut bénéficier un projet de développement durable.

3.4.2.2 Deux modes d'utilisation

L'analyse exhaustive

L'analyse exhaustive diffère de l'analyse sommaire par sa profondeur, le nombre d'intervenants impliqués et le nombre d'itérations qui permettent de cerner les enjeux plus fins. Elle exige une pondération de chacun des objectifs, préalable à leur évaluation. La pondération permet de calibrer la grille en fonction de la pertinence et de l'importance de chacun des objectifs pour un projet spécifique. Par exemple, le maintien de la biodiversité est plus important à considérer dans un projet industriel situé en zone riveraine que dans un projet de construction d'une école. Aucun des objectifs ne peut toutefois être écarté de l'analyse, car chacun des éléments considérés peut impliquer des enjeux de durabilité. Parmi les avantages de l'analyse exhaustive, on peut noter que cette dernière permet :

- un questionnement plus en profondeur;
- d'établir des priorités;
- de concevoir un projet à partir de l'idée;
- d'établir des indicateurs;
- d'évaluer la progression dans un processus d'amélioration continue la pondération variant peu dans le temps;
- d'élargir les représentations;
- de construire un tétraèdre et de le voir évoluer dans le temps;
- une éducation des parties prenantes.

Toutefois, l'analyse exhaustive présente certains inconvénients :

- processus long qui peut demander un investissement important;
- peut remettre en question le bien-fondé d'un projet;
- plus efficace s'il se situe en amont.

Analyse sommaire

Il est possible de procéder à une analyse sommaire en évaluant la performance d'un projet en regard des différents objectifs du développement durable. Ces objectifs ne sont alors pas pondérés. Le but d'une analyse sommaire est de vérifier l'orientation globale d'un projet en fonction des principes du développement durable. Elle permet d'entamer une réflexion sur l'importance de chaque aspect et d'identifier des façons de bonifier le projet en détectant ses

lacunes. L'analyse sommaire est le point de départ d'un processus d'amélioration et de consultation.

À partir d'un document ou d'une entrevue avec le promoteur, trois ou quatre analystes passent le questionnement complet par pôles en identifiant des éléments présents et absents, et en suggérant des pistes de bonification.

Parmi les avantages de l'analyse sommaire, on peut noter que cette dernière :

- permet de détecter des éléments absents;
- favorise un processus de questionnement plus large;
- permet d'identifier les bons coups et d'indiquer au promoteur s'il est sur la bonne voie;
- est peu coûteuse en temps et en ressources;
- peut se réaliser sans le promoteur;
- permet de comparer les variantes pour la satisfaction d'un besoin.

Pour ce mandat d'évaluation de diverses méthodes de traitement des sols contaminés aux polluants organiques persistants, c'est l'approche exhaustive qui a été utilisée.

3.4.2.3 Application

L'analyse de développement durable à l'aide de la grille doit être considérée comme une démarche évolutive à l'image d'un système de gestion environnemental (SGE). Une telle approche implique une réévaluation du projet sur une base régulière afin de valider qu'il évolue dans le sens du développement durable. L'analyse devrait être réalisée à toutes les étapes de la gestion de projet afin de livrer son plein potentiel.

3.4.3 Étude de l'ADEME

Cette étude[76] réalisée par Ernst & Young pour le compte de l'ADEME visait à effectuer un bilan des taux d'utilisation et des coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols pollués sur le territoire français. Elle cherchait plus particulièrement à définir les critères déterminants le choix des techniques et filières de traitement.

[76] ADEME et Ernst&Young, (2009). *Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines pollués en France*. Département Sites et Sols Pollués, Direction Déchets et sols, 85 pages.

3.4.3.1 Méthodologie de l'étude

L'étude était basée sur les données disponibles pour l'année 2006 et s'est déroulée de janvier à septembre 2008.

La collecte de données a été effectuée par l'envoi d'un questionnaire aux professionnels français de dépollution des sites autant dans le privé (firmes d'ingénierie, cimentiers) que dans le public ainsi qu'à certains acteurs périphériques (promoteurs immobiliers, investisseurs).

Les critères de choix des filières ont été déterminés sur la base des critères relatifs à la stratégie nationale de réhabilitation:

- critère économique;
- critère juridique;
- critère psychosociologique;
- critère de délai/planning;
- critère technique;
- critère d'empreinte environnementale.

Ces critères visent à permettre d'aborder ce qui est qualifié de « bilan coûts-avantages » ce qui consiste à choisir entre les différentes méthodes de réhabilitation une solution qui offrira le meilleur compromis sur la base de considérations environnementales, sanitaires, techniques et économiques.

Après validation, les questionnaires ont été envoyés et les résultats ont été collectés, analysés et retraités pour en garantir l'homogénéité. Un indicateur de fiabilité a été mis en place afin de qualifier la représentativité et l'exhaustivité des données collectées.

3.4.3.2 Caractéristiques et avantages

Les six critères de choix ont été utilisés de la façon suivante :

- critère économique : La technique ou filière est-elle coûteuse?
- critère juridique : La technique ou filière permet-elle de limiter les responsabilités juridiques à long terme?
- critère psychosociologique : La technique ou filière est-elle acceptable par les parties prenantes?
- critère de délai/planning : La technique ou filière est-elle adaptée pour une valorisation immobilière immédiate?
- critère technique : La technique ou filière génère-t-elle d'importants aléas?
- critère d'empreinte environnementale : La technique ou filière génère-t-elle une empreinte environnementale forte?

L'annexe 1 regroupe les cinq fiches de l'ADEME résumant chacune des filières retenues à la section 2 du présent rapport pour une analyse comparative dans une perspective de développement durable, soit : l'enfouissement, l'oxydation chimique, la désorption thermique, l'incinération et le traitement biologique (bioremédiation).

Chacune des fiches présente les chiffres-clés, une description de la technique, la répartition des coûts et l'analyse des critères de choix. Le format choisi permet la comparaison entre les filières. Les six critères n'ont pas été agrégés en un chiffre unique, mais comme dans le cas de la grille de la Chaire en éco-conseil, sont plutôt présentés sous forme d'un diagramme en étoile ou hexagonal montrant comment se comparent les indicateurs de chacun des « pôles ». Ceux-ci ne correspondent pas exactement aux quatre pôles du DD illustrés par un tétraèdre selon la grille de la Chaire, mais certains parallèles peuvent être constatés, en particulier pour l'empreinte environnementale (pôle écologique), l'économique (pôle économique) et le psycho-sociologique (pôle social). Dans les deux cas, l'étude de l'ADEME et la grille de la Chaire, l'utilisation d'indicateurs barycentriques a semblé aux auteurs la meilleure façon de résumer la situation pour chaque filière.

Point important cependant, l'étude de chaque filière portait sur le traitement de l'ensemble des types de polluants pouvant être présents dans les sols contaminés et non pas seulement des POPs qui sont le sujet plus particulier de ce rapport. Il faut noter également que les filières de traitement servant de base comparative sont réalisées «in-situ».

Le contexte français du point de vue de l'acceptation sociale, de la densité de la population, de l'historique des sites, etc. est aussi suffisamment différent pour inviter à la prudence lors de l'interprétation des indicateurs de choix des filières. Les plus valorisées ou utilisées en France ne sont pas nécessairement les mêmes qu'au Québec et l'incinération en est un bon exemple.

L'ADEME dans ses fiches présente des critères à rencontrer (pass or fail) tandis que les grilles comme celles de la Chaire ou du MDDEP reposent sur des principes qui mènent à la rencontre d'objectifs.

4. Résultats et discussion

À cette étape du projet, l'équipe de la Chaire composée de Claude Villeneuve, Jean-Robert Wells, Vincent Grégoire et Olivier Riffon a utilisé les deux premiers outils d'analyse du DD, soit le Guide pour la prise en compte des principes de développement durable (MDDEP) et la grille de la Chaire en Éco-conseil pour examiner tous les aspects des cinq filières de traitement sélectionnées au chapitre 2.

Dans les deux approches d'analyse, les hypothèses de départ quant à la portée considéraient le cas de sol contaminé devant être traité pour réduire la concentration de POPs présents au-delà de l'annexe 1 (critère D) du RESC.

Les résultats obtenus ont par la suite été comparés à ceux obtenus par le troisième outil d'analyse sélectionné, soit l'étude de l'ADEME.

4.1 Guide pour la prise en compte des principes du DD

Afin de compléter cette analyse, la Chaire s'est inspirée de la grille de cadrage servie du Guide pour la prise en compte des principes de développement durable (MDDEP 2009). Comme nous l'avons mentionné au chapitre 3, l'objectif du Guide est de proposer une démarche souple de prise en compte de l'ensemble des principes de développement durable. « Prendre en compte » doit être interprété comme un questionnement de l'action afin de déterminer ses liens avec chacun des 16 principes.

Au sens strict, « prendre en compte » ne signifie donc pas nécessairement de bonifier une action ou une décision à la lumière des informations prises à l'étape de l'examen des principes, mais d'en considérer les effets pour mieux décider. La Loi sur le développement durable *(article 1)* fait le constat en 2006 de modes de développement non viables et précise *(article 6)* que la prise en compte des principes de développement durable vise à mieux intégrer la recherche d'un développement durable dans les sphères d'intervention de l'Administration publique .

À la base, cette démarche est donc conçue pour les organisations publiques et non pour évaluer des projets ou des technologies (ce qui est le cas ici). Cependant, comme la loi devrait «percoler» dans l'ensemble de la société du fait que le gouvernement est le plus gros donneur d'ordre au Québec, la Chaire est d'avis qu'il est pertinent d'analyser les filières retenues en fonction de la loi sur le DD, d'autant que cette dernière reprend tout de même dans ses 16 principes, quatre des principes du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés* soit :

- principe d'équité (principe b) ;

- principe de prévention (principe i) ;
- principe de réhabilitation-valorisation : identifiable au principe «m-respect de la capacité de support des écosystèmes » qui indique que les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité;
- principe pollueur-payeur (principe o).

Si l'on suit la logique gouvernementale, avant d'accorder un certificat d'autorisation pour une ou l'autre méthode de décontamination, le MDDEP devrait appliquer à ses services une étape de prise en compte des principes du développement durable. Cette étape permettrait aux professionnels du ministère de juger si un projet de décontamination, même s'il respecte la Loi sur l'environnement est aussi en accord avec les dimensions économiques, sociales et éthiques qui caractérisent le concept de développement durable et qui sont balisées par les seize principes.

Même si les seize principes sont égaux au départ au sens de la loi, le Guide du MDDEP indique que la prise en compte dans un contexte donné peut être proportionnée. Ainsi pour les filières de traitement analysées, l'évaluation se fera en fonction de la pertinence du principe et de son opérationnalisation.

4.1.1 Méthodologie de l'analyse

Nous avons constaté que dans sa structure originale, la grille était inadéquate pour les fins de comparaison des filières, car elle n'aurait pas permis de traiter la problématique globale. En effet, la « prise en compte » se fait dans un mode d'évaluation d'un projet individuel. Ses résultats ne sont pas nécessairement comparables ou hiérarchisables. Elle ne nous permettait pas de discriminer les filières entre elles et de leur attribuer une notation.

Nous l'avons adaptée, tel que mentionné à la section 3.4.1, pour évaluer dans un premier temps l'adéquation entre les principes de la loi et l'action de traiter des sols contaminés aux POPs. Dans un deuxième temps, nous avons qualifié l'importance de cette adéquation et expliqué pourquoi cette pondération a été retenue. Enfin, nous avons été en mesure de noter chaque filière de traitement en fonction de l'objectif à atteindre.

Dans le Tableau 10, le résultat portant sur le lien a été obtenu en se demandant "en quoi l'action de traiter des sols contaminés par des POPs est-elle concernée par le principe, selon les objectifs et les impacts de l'action?" Ensuite dans le cas de l'importance du lien, nous nous sommes demandé si le lien est d'importance élevée (E), moyenne (M), faible (F), en fonction des objectifs et impacts de l'action.

L'évaluation des filières s'est faite selon une notation relative de 1 à 3, mais inversée afin d'être cohérente avec les autres méthodes d'analyse utilisées dans

cette étude, donc 3 étant la meilleure note. Soulignons ici qu'aucune note n'est attribuée lorsque le lien est qualifié de « faible ». Cette décision a été prise pour éviter de fausser l'exercice de comparaison en introduisant un biais méthodologique. Selon notre expérience, l'attention portée à la quantification d'éléments jugés faibles (donc de peu d'importance) peut introduire des erreurs d'appréciation atténuant les différences observées dans les éléments cotés « élevé » ou « moyen ».

La pondération et l'évaluation ont été réalisées par l'équipe de travail dans une réunion spécifique après que chacun des membres ait pris connaissance de la revue de littérature. Cette modification de l'outil de prise en compte a l'avantage de respecter l'esprit de la *Loi sur le développement durable*, tout en permettant d'effectuer une comparaison des filières de traitement au lieu de simplement considérer des projets individuels.

Les perspectives de bonification et, le cas échéant, la motivation à bonifier l'action tiennent compte de l'action de traiter des sols contaminés dans son ensemble en regard du principe analysé. En effet, pour certaines stratégies de décontamination, une chaîne de traitements peut être mise en place afin d'atteindre l'objectif final qui, rappelons-le, est de traiter avec efficacité des sols contaminés aux POPs.

La colonne des "Motivations à bonifier ou non la filière?", elle servait à se demander pourquoi envisager de bonifier ou non l'action. Par la suite, afin de compléter la perspective de bonification, l'équipe a déterminé dans certains cas si des solutions existent technologiquement et si elles sont applicables.

4.1.2 Résultats

Le Tableau 10 regroupe les résultats d'analyse.

Tableau 10 Évaluation des filières de traitement selon les seize principes de la loi sur le développement durable

	Principes	Action : Traiter des SC aux POPs		Filières (notation*****)					Perspective de bonification oui ou non	Motivation ou non à bonifier l'action***
		Lien*	Importance du lien	Enfouissement	Oxydation thermique	Désorption thermique	Incinération	T. biologique		
1	Santé et qualité de vie	C'est une des raisons principales de décontaminer	E	1	2	3	2	2	Non	Les technologies actuelles sont matures.
2	Équité et solidarité sociales	Prise en compte de la responsabilité	E	1	2	2	2	1	Non	La solution sans incidence intra-générationnelle n'existe pas encore (NIMBY)
3	Protection de l'environnement	Comme pour a)	E	1	2	3	2	1	Non	Les technologies actuelles sont matures
4	Efficacité économique	Peut importe la filière il y a un coût et une obligation	M	2	2	2	1	2	Oui	Optimisation énergétique possible pour les filières qui en requièrent selon l'indicateur de coût.
5	Participation et engagement	La décision finale est politique	F	_	_	_		_	Non	Aucune solution de traitement ex-situ n'est perçue comme acceptable (NIMBY)
6	Accès au savoir	L'action peut être entreprise sans favoriser l'accès au savoir et la participation effective du public est limitée aux processus comme le BAPE	F	_	_	_	_	_	Non	La problématique est complexe indépendamment de la filière
7	Subsidiarité	Le syndrome «Pas dans ma cour» NIMBY marque la limite du principe	F	_	_	_	_	_	Non	La problématique globale est issue d'un ensemble d'activités locales interdépendantes
8	Partenariat et coopération intergouvernementale	Peu importe la coopération, les gouvernements ont l'obligation morale d'offrir un traitement	F	_	_	_	_	_	Non	
9	Prévention	Situation de risques connus tant toxicologiques qu'écotoxicologiques	E	1	1	3	2	2	Oui	Le principe n'est pas encore intégralement appliqué malgré le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés*
10	Précaution	Situation connue (moins pour les effets synergiques). Le danger vient de la nature irréversible du phénomène dans un horizon générationnel	F	_	_	_	_	_	Non	Les mesures effectives en place.
11	Protection du patrimoine culturel	La restriction d'usage des terres peut entrainer des pertes culturelles	F	_	_	_	_	_	Non	Les technologies actuelles sont matures.

12	Préservation de la biodiversité		F	_	_	_	_	_	Non	La prémisse de base est un sol contaminé.
13	Respect de la capacité de support des écosystèmes	Perte de territoire pas énorme p/r au territoire	F	_	_	_	_	_	Non	La prémisse de base est un sol contaminé.
14	Production et consommations responsables	Legs du passé donc en aval. Lien de causalité peu évident	F	_	_	_	_	_	Non	La prémisse de base est un sol contaminé.
15	Pollueur-payeur	Déjà dans le règlement	E	1	2	3	3	2	Oui	Le principe n'est pas encore intégralement appliqué malgré le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés*
16	Internalisation des coûts	Idem	E	1	2	3	3	2	Oui	Le principe n'est pas encore intégralement appliqué malgré le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés*

*Lien : En quoi l'action de traiter des sols contaminés par des POPs est-elle concernée par le principe, selon les objectifs et les impacts de l'action?
**Importance du lien : Le lien est-il d'importance élevée (E), moyenne (M), faible (F), en fonction des objectifs et impacts de l'action?
***Perspective de bonification? : Est-ce que technologiquement, des solutions existent et sont applicables
****Motivations à bonifier ou non la filière. Pourquoi est-il envisagé de bonifier ou non l'action?
***** La notation est de 1, 2, 3 selon la capacité de la filière à prendre en compte le principe, 3 étant la meilleure note

4.1.3 Recatégorisation pour fin de comparaison

Afin de pouvoir comparer sur la base du DD avec les deux autres outils (grille de la Chaire et Étude de l'ADEME), les 16 principes ont été regroupés en 4 pôles : économique, éthique, social et environnemental.

- Pôle économique : Principe 4 (efficacité économique)
  Principe 16 (internalisation des coûts)
- Pôle équité : Principe 2 (équité et solidarité sociales)
  Principe 5 (participation et engagement)
  Principe 7 (subsidiarité)
  Principe 8 (partenariat et coopération intergouvernementale)
  Principe 9 (prévention)
  Principe 14 (production et consommation responsables)
  Principe 15 (pollueur payeur)
- Pôle social : Principe 1 (santé et qualité de vie)
  Principe 6 (accès au savoir)
  Principe 11 (protection du patrimoine culturel)

Chaire en Éco-conseil : Récupère Sol; analyse de développement durable appliquée à la décontamination des sols

- Pôle écologique : Principe 3 (protection de l'environnement)
  Principe 10 (précaution)
  Principe 12 (préservation de la biodiversité)
  Principe 13 (respect de la capacité de support des écosystèmes)

Sur cette base, les résultats du Tableau 11 ont été obtenus.

Tableau 11 Recatégorisation des résultats de la grille MDDEP pour fins de comparaison avec d'autres outils du DD

Filière	Pôle équivalent (MDDEP)	Résultats pour les principes regroupés	Moyenne
Enfouissement	Économique	2, 1	1.5
	Équité	1, -, -, -, 1, -, 1	1
	Social	1, -, -	1
	Écologique	1, -, -, -	1
Oxydation chimique	Économique	2, 2	2
	Équité	2, -, - , - , 1, -, 2	1.67
	Social	2, -,-	2
	Écologique	2, -, -. -	2
Désorption thermique	Économique	2, 3	2.5
	Équité	2, -, - , -, 3, -, 3	2.67
	Social	3, -, -	3
	Écologique	3, -, -, -	3
Incinération	Économique	1, 3	2
	Équité	2, -, -, -, 2, -, 3	2.33
	Social	2, -, -	2
	Écologique	2, -, -, -	2
T. biologique	Économique	2, 2	2
	Équité	1, -, -, -, 2,-, 2	1.67
	Social	2, -, -	2
	Écologique	1, -, -, -	1

4.2 Grille de la Chaire en Éco-conseil

L'évaluation des cinq filières de traitement des sols contaminés à l'aide de la grille de la Chaire en Éco-conseil a été complétée par MM. Jean-Robert Wells, Claude Villeneuve, Vincent Grégoire et Olivier Riffon.

4.2.1 Méthodologie de l'analyse

Tel que mentionnée à la section 3.4.2 la grille de la Chaire a été utilisée dans une approche d'analyse exhaustive. La pondération et l'évaluation ont été réalisées par l'équipe lors d'une réunion spécifique après que chacun des membres ait pris connaissance de la revue de littérature.

L'équipe devait déterminer l'importance de chaque objectif en regard de l'action globale pour 1 000 tonnes de sols contaminés devant être traités pour réduire la concentration de POPs présents au-delà de l'annexe 2 (critère C) peu importe la filière. Pour chacun des objectifs, l'équipe posait la question suivante : Cet objectif est-il indispensable, nécessaire ou souhaitable?

En approche exhaustive, les valeurs numérales de 1 à 3 sont utilisées pour déterminer l'importance à accorder à cet objectif :

1 correspond à un objectif souhaitable pour la réalisation du projet ;
2 correspond à un objectif nécessaire à la réalisation du projet ;
3 correspond à un objectif indispensable à la réalisation d'un projet.

Il est important de mentionner que la valeur 0 ne peut pas être accordée lors de la pondération, car chacun des objectifs de la grille est pertinent lors de l'application du développement durable. Par conséquent, tous les objectifs sont soumis à l'évaluation et à la bonification.

La pondération sert à calibrer la grille. En effet, on n'analysera pas sur les mêmes bases un projet de garderie et un projet de traitement des sols contaminés aux POPs, même si les deux veulent s'inscrire dans une perspective de développement durable. En revanche, tous les projets de même nature (éducatifs, industriels, de production d'énergie, etc.) devraient avoir une pondération semblable différenciée seulement par des aspects locaux.

Une fois la pondération établie, chaque objectif était évalué pour chaque filière en répondant à la question suivante : *Comment cette filière répond-elle à cet objectif ?* Une note de 0 à 100% était ensuite déterminée par l'équipe quant à la performance de chaque filière.

Enfin comme il ne s'agit pas ici d'évaluer un projet, au lieu d'utiliser l'approche des « actions actuelles et pistes de bonification », l'équipe a préféré commenter, pour chaque objectif, les éléments d'analyse qui supportaient la pondération accordée et la notation en pourcentage. Les éléments ayant reçu la pondération «1» n'étaient pas les notes attribuées comptabilisés dans les calculs des notes globales (ils recevaient la note 0) afin de ne pas créer de distorsions dans les résultats.

4.2.2 Résultats

Les résultats par pôles sont présentés du Tableau 12 au Tableau 15 et les résultats globaux sont présentés au Tableau 16.

Tableau 12 : Résultats de l'analyse du pôle «équité»

Principalement, nous soulignons que les filières permettant une réutilisation des sols dans une approche de type «écologie industrielle» sont ceux qui obtiennent les meilleures notes, car cette réutilisation permet de rencontrer les objectifs de restauration, de développement de partenariat et de diversification des options. Dans ce pôle, la désorption thermique est la filière qui obtient la meilleure note globale en regard du principe global qui vise à promouvoir une équité entre les personnes, les communautés, les peuples et les générations. Il est aussi intéressant de souligner que le syndrome du «pas dans ma cours» supporte les faibles résultats obtenus pour chacune des filières quant à l'objectif de respecter les droits humains, car il y a contestation sociale pour tous les types de filière, quoique l'enfouissement obtient une note légèrement supérieure, car c'est une filière connue de tous (donc moins crainte).

Tableau 13 : Résultats de l'analyse du pôle «écologique»

Principalement, nous soulignons que bien que la filière de l'enfouissement se voient attribuer de très bonnes notes quant aux aspects énergétiques et émissions de gaz à effet de serre, il ne faut pas perdre de vue l'objectif global qui est de traiter des sols contaminés aux POPs et qu'à cet égard, l'enfouissement ne rencontre pas l'objectif. Malgré une consommation énergétique importante, la désorption thermique sort gagnante, car elle permet la destruction des POPs et minimise les extrants, les sols traités pouvant être réutilisés.

Tableau 14 : Résultats de l'analyse du pôle «social»

Les objectifs pondérés au niveau 3 étant ici reliés à la santé et au risque (réel et perçu) dictent les résultats. Nous soulignons que les critères d'analyse se basent sur les notions de conformité règlementaire et de permanence du confinement. À ces égards, c'est encore la désorption thermique qui termine en tête. Notons aussi ici que l'objectif d'atténuer le sentiment des «risques perçus» est aussi évalué et que comme mentionné plus haut, l'enfouissement obtient la meilleure note, car elle est la filière la plus connue de la population donc la moins crainte.

Tableau 15 : Résultats de l'analyse du pôle «économique»

Pour ce pôle, l'analyse traite essentiellement la ligne directrice qui est de «viser un accès à des biens et services de la plus grande qualité possible», une ligne directrice qui est supportée par des objectifs d'optimisation du processus, et d'adéquation entre le produit et le besoin qui est évidemment de traiter, de façon durable et le plus efficacement possible, des sols contaminés aux POPs.

Tableau 12 Résultats de l'analyse du pôle « Équité » selon la grille de la Chaire en Éco-conseil

PÔLE ÉQUITÉ: RÉPONDRE AUX BESOINS D'ÉQUITÉ ET DE JUSTICE Principe : Équité entre les personnes, les communautés, les peuples et les générations									
Lignes directrices Objectifs		Pond.	Enfouissement (%)	Oxidation (%)	Désorption (%)	Incinération (%)	T. biologique (%)	Commentaires sur la pondération	Commentaires sur l'évaluation
1	**Restauration de la capacité de support des systèmes entretenant la vie**								
	1.1 Fixer des objectifs de restauration	3	0	40	90	0	25		Les impacts sur le site contaminé sont les mêmes, c'est donc sur les sites de disposition final qu'il y a des différences. Pour l'enfouissement, le problème ne serait pas réglé à court terme. Désorption, 90% des sols peuvent être réutilisés, d'où le 90.
2	**Éliminer la pauvreté**								
	2.1 Mettre en place des actions ciblant les plus démunis à l'intérieur de la communauté	1	0	0	0	0	0	Attention au lieu des sites	Localisation des sites des sites vs population à faible revenu, contestation.
	2.2 Mettre en place des actions ciblant les plus démunis à l'extérieur de la communauté	1	0	0	0	0	0		N'est pas intrinsèque à aucune filière
3	**Solidarité / responsabilité / imputabilité**								
	3.1 Chercher à développer des partenariats	3	0	50	90	0	30	Perspective de cycle de vie, pour ne pas finir à l'enfouissement	**Principe d'écologie industrielle permise par la réutilisation des sols décontaminés**
	3.2 Chercher à améliorer l'autonomie des personnes	1	0	0	0	0	0		RSE
	3.3 Respecter les droits humains	3	30	10	10	10	10	Vivre dans un environnement sain (LQE, Charte, LQDD)	Vivre autour des usines et des sites (riverain), contestation sociale dans tous les cas. Seul l'enfouissement est mieux perçu.

	3.4	Assurer une répartition des avantages résultants des projets dans l'ensemble de la population	1	0	0	0	0	0	Lien avec partenariats, choix de la meilleure technologie, difficulté à lier à la pratique de l'entreprise, n'est pas lié à la technologie	RSE
	3.5	Valoriser les cultures autochtones	1	0	0	0	0	0		RSE
4	**Originalité**									
	4.1	Diversifier les options	3	10	30	80	10	30		En fonction de la proportion des sols réutilisables, diversité des options de réutilisation des sols, et des sites. Aussi pour la chaleur qui peut être réutilisée (incinération)
	4.2	Potentiel d'innovation	3	20	70	75	30	60		Réutilisation de la chaleur, des sols et des sites, lié à la nature des technologies
Totaux:			**21**	**9%**	**29%**	**49%**	**7%**	**22%**		

Tableau 13 Résultats de l'analyse du pôle « Écologique » selon la grille de la Chaire en Éco-conseil

PÔLE ÉCOLOGIQUE: RÉPONDRE AUX BESOINS DE QUALITÉ DU MILIEU ET DE PÉRÉNNITÉ DES RESSOURCES Principe : Maintenir les systèmes qui entretiennent la vie									
Lignes directrices Objectifs		Pond.	Enfouissement (%)	Oxidation (%)	Désorption (%)	Incinération (%)	T. biologique (%)	Commentaires sur la pondération	Commentaires sur l'évaluation
1	**Utilisation prioritaire des ressources renouvelables sous le seuil de leur renouvelabilité**								
	1.1 Planifier une utilisation judicieuse des ressources renouvelables	3	0	20	90	0	70	Réutilisation du sol, sauver un site, déstructuration du tissu urbain. Qualité de l'eau.	L'eau peut poser problème pour toute filière qui ramène des contaminants près des nappes
2	Utilisation judicieuse des ressources non renouvelables								
	2.1 Évaluer la possibilité de remplacement	2	0	0	0	0	0	Transport et combustion des sols, sols et carburant, produits chimiques pour l'oxydation	Ne peut être associé à une filière en particulier
	2.2 Évaluer le volume disponible versus le taux d'épuisement	1	0	0	0	0	0	Carburant	On ne se pose pas cette question
	2.3 Qualifier l'importance pour le maintien de la vie	1	0	10	50	0	30	Sols	On ne parle pas des carburants
	2.4 Déterminer la facilité du recyclage	3	0	30	90	0	70	Le sol peut-être réutilisé	

	2.5	Planifier une utilisation judicieuse de l'énergie	3	70	50	10	10	80	Transport et combustion	
3	Maintien des extrants de l'activité humaine sous la capacité du support du milieu									
	3.1	Développer une connaissance de la capacité de support	1	0	0	0	0	0		Personne ne le fait
	3.2	Mesurer les impacts des extrants sur les milieux	3	10	10	90	20	70		La désorption est très règlementée, pour les autres, pêut-être à vérifier?
	3.3	Minimiser les extrants	3	0	30	90	10	60		Les déchets ultimes non valorisables
	3.4	Minimiser les impacts	3	20	20	70	60	20		au suivi environnemental, sur un horizon de 50 ans
4	Maintien de la biodiversité									
	4.1	Évaluer les populations des espèces utilisées	1	0	0	0	0	0	Ne discrimine pas les filières, mais les pratiques entrepreneuriales	
	4.2	Identifier la présence d'espèces menacées et les moyens mis en œuvre pour leur protection	1	0	0	0	0	0	Idem	
	4.3	Effectuer le suivi des espèces indicatrices de la qualité du milieu	1	0	0	50	0	0	Idem	Désorption - aiguille de pin, lièvre
	4.4	Contribuer au maintien de la diversité de paysages	2	0	0	0	0	0		Ont toutes des impacts négatifs sur les paysages
	4.5	Valoriser les espèces à valeur symbolique	1	0	0	0	0	0		

5	Réduction les polluants affectant globalement la biosphère								
	5.1	Réduire les quantités nettes de gaz à effet de serre émis ou présents en excès dans l'atmosphère	3	80	50	20	10	80	Transport et combustion, tonnes émises par tonne traitée, méthane des sites	Pour l'enfouissement et la bio - lié au transport
	5.2	Réduire les émissions de substances affectant la couche d'ozone	1	100	100	100	100	100		
	5.3	Réduire les polluants organiques persistants	3	0	50	100	100	40	Le cœur	
Totaux:			36	18%	25%	52%	20%	44%		

Chaire en Éco-conseil : Récupère Sol; analyse de développement durable appliquée à la décontamination des sols

Tableau 14 Résultats de l'analyse du pôle « Social » selon la grille de la Chaire en Éco-conseil

PÔLE SOCIAL: RÉPONDRE AUX BESOINS SOCIAUX ET AUX ASPIRATIONS INDIVIDUELLES **Principe : Assurer à chaque être humain une vie saine et fournir des conditions qui permettront l'atteinte d'un sentiment d'harmonie personnel**										
Lignes directrices **Objectifs**			**Pond.**	**Enfouissement (%)**	**Oxidation (%)**	**Désorption (%)**	**Incinération (%)**	**T. biologique (%)**	**Commentaires sur la pondération**	**Commentaires sur l'évaluation**
1	**Recherche d'un état de santé optimal de la population**									
	1	Améliorer ou maintenir l'état de santé de la population	3	40	40	70	50	30	Suivi des opérations, obligations, mais aussi les sols laissés en place,	Notion de risques, disponibilité, permanence du confinement
	1	Privilégier les actions préventives de santé	1	0	0	0	0	0	Pour les employés alors	RSE en grande partie
2	**Sécurité nécessaire aux populations locales à l'exercice de leur liberté d'action et au maintien de leur intégrité physique**									
	2	Fournir des conditions permettant d'assurer un sentiment de sécurité collectif et individuel	3	70	20	20	20	20		Sentiment, risques perçus
	2	Mettre en place des mécanismes préventifs permettant une sécurité effective	3	30	30	80	80	30		Lié à la conformité règlementaire, à la surveillance, à la sévérité des lois.
	2	Assurer l'éducation de base à la sécurité	1	0	0	0	0	0		RSE pour les employés
3	**Intégration des individus à la société par une fonction valorisante**									
	3	Favoriser l'accès à une occupation pour chacun	2	30	70	70	60	50	**Emploi par tonne de sol contaminé**	
	3	Offrir la possibilité d'un investissement personnel à long terme dans une activité	1	0	0	0	0	0		**RSE * (c'est l'endroit où une entreprise peut se distinguer, mis à zéro car non discriminant, et non relié à la filière, mais reste un obj de DD)**

	3	Favoriser l'intégration des communautés	1	0	0	0	0	0		RSE
4	**Amélioration du niveau d'éducation des populations**									
	4	Favoriser l'accès de chacun à son niveau d'éducation désiré	1	0	0	0	0	0		
	4	Assurer une éducation de base fonctionnelle à tous	1	0	0	0	0	0		
	4	Permettre l'accès à une éducation et à une formation continue	1	0	0	0	0	0		
5	**Émergence d'un sentiment de liberté individuelle et de responsabilité collective**									
	5	Favoriser la liberté d'action et l'expression individuelle	1	0	0	0	0	0		
	5	Favoriser la démocratie	1	0	0	0	0	0		
	5	Permettre l'existence du pluralisme des croyances	1	0	0	0	0	0		
	5	Favoriser l'accès des populations aux loisirs et à la détente	2	40	30	80	40	60	Lié à l'espace utilisé	Potentiel de multifonctionnalité des territoires autour des sites
	6	Permettre le développement de la confiance en soi	1	0	0	0	0	0		
	6	Favoriser les cultures autochtones et leur identification au territoire	1	0	0	0	0	0		
	6	Favoriser une répartition optimale de la population sur le territoire	2	20	20	40	30	10	Localisation des usines, des sites techniques	Plus ça permet la création d'emploi dans des lieux à faible densité, meilleure est la note.
	6	Favoriser la connectivité	1	0	0	0	0	0		
6	**Favoriser la reconnaissance des personnes et des investissements**									
	6	Augmenter le sentiment d'appartenance	1	0	0	0	0	0		RSE
	6	Valoriser l'accomplissement personnel	1	0	0	0	0	0		RSE
	6	Valoriser l'atteinte d'objectifs de performance	3	10	40	90	50	60	Au regard du futur, de la loi, etc.	
Totaux:			**33**	**19%**	**19%**	**35%**	**26%**	**20%**		

Tableau 15 Résultats de l'analyse du pôle « Économique » selon la grille de la Chaire en éco-conseil

PÔLE ÉCONOMIQUE: RÉPONDRE AUX BESOINS MATÉRIELS Principe : Répondre aux besoins matériels du plus grand nombre d'individus possible										
Lignes directrices Objectifs			**Pond.**	**Enfouissement (%)**	**Oxidation (%)**	**Désorption (%)**	**Incinération (%)**	**T. biologique (%)**	**Commentaires sur la pondération**	**Commentaires sur l'évaluation**
1	**Possibilité d'obtenir l'usage du plus grand nombre de biens**									
	1	Offrir la possibilité d'accumuler des biens	1	0	0	0	0	0	La rentabilité est intrinsèque au maintien de la technologie	
	1	Donner au plus grand nombre la possibilité d'utiliser des biens individuels ou collectifs	2	0	30	50	50	0		L'usine a une valeur plus grande qu'un site d'enfouissement, valeur foncière
2	**Accès à des biens et services de la plus grande qualité possible**									
	2	Rechercher l'optimisation du processus	3	5	20	70	30	50		Passage de déchet en ressource valorisée, en fonction de la quantité d'intrant.
	2	S'assurer de l'adéquation entre le produit et le besoin	3	10	30	90	50	50		**Plus on décontamine, meilleur c'est!**
	2	S'assurer de la durabilité du produit	3	0	20	90	80	50		Stabilité à long terme
3	**Création de la richesse**									
	3	S'assurer que l'activité humaine génère une valeur d'échange	2	0	0	20	0	0	Salaires, produits finaux valorisables	**Lié à la valorisation possible des sols contaminés**
	3	S'assurer que la valeur d'échange soit en proportion avec la capacité de répondre aux besoins matériels de la personne	1	0	0	0	0	0		RSE
	3	S'assurer d'une saine gestion des valeurs et des personnes	1	0	0	0	0	0		**RSE**

Chaire en Éco-conseil : Récupère Sol; analyse de développement durable appliquée à la décontamination des sols

4	**Opportunités de partage de la richesse**								
	4	Ouvrir un maximum d'opportunités de partage	1	0	0	0	0	0		RSE
	4	S'assurer du mécanisme de redistribution	1	0	0	0	0	0		RSE
	4	Favoriser l'accès au capital	1	0	0	0	0	0		RSE
	4	Favoriser le maintien des compétences	2	30	70	70	70	20	Expertise nécessaire pour le développement, le suivi, etc.	
	5	Favoriser le partage des compétences	1	0	0	0	0	0		RSE
Totaux:			**22**	**5%**	**19%**	**47%**	**33%**	**22%**		

Chaire en Éco-conseil : Récupère Sol; analyse de développement durable appliquée à la décontamination des sols

4.2.3 Résumé des résultats

Tableau 16 Résultats de l'analyse de DD à l'aide de la grille de la Chaire en éco-conseil

Portée :	Sols contaminés au-delà de l'annexe 1 (critère D)				
PÔLE	NOTE 1	NOTE 2	NOTE 3	NOTE 4	NOTE 5
ÉQUITÉ	9%	29%	49%	7%	22%
ÉCOLOGIQUE	18%	25%	52%	20%	44%
SOCIAL	19%	19%	35%	26%	20%
ÉCONOMIQUE	5%	19%	47%	33%	22%
Date	Enfouissement	Oxidation chimique	Désorption thermique	Incinération - vitrification	T. biologique

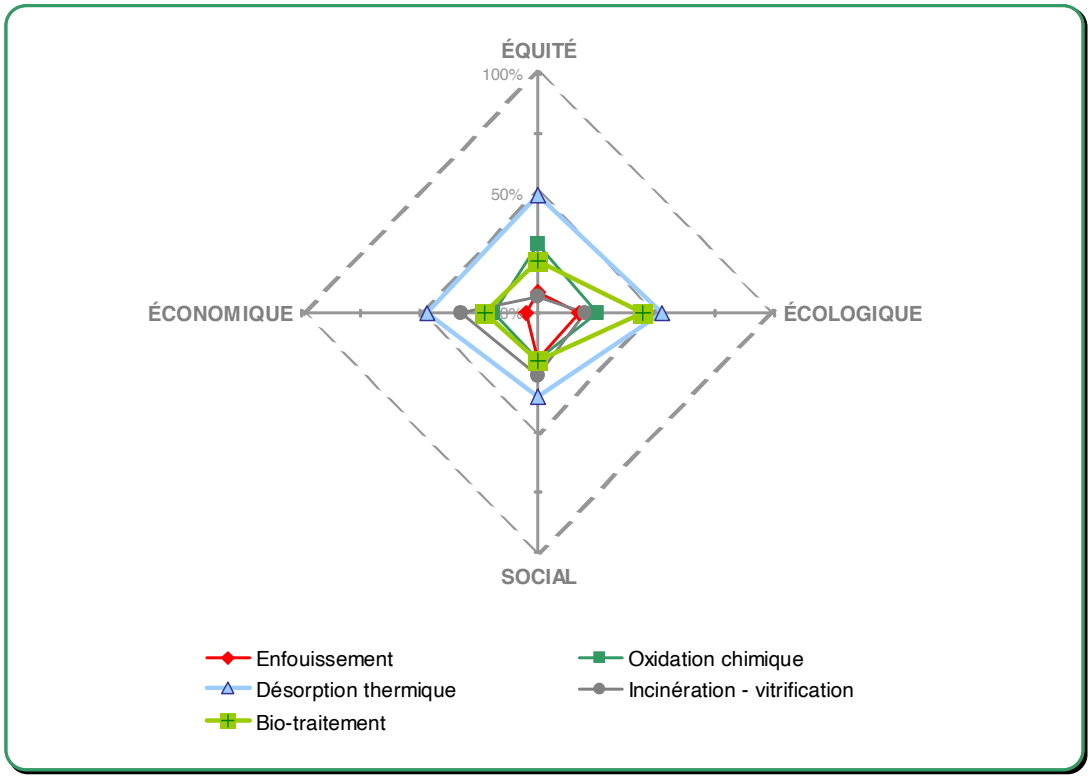


Figure 13 Tétraèdre illustrant les résultats de la grille de la Chaire en éco-conseil

4.3 Fiches de l'étude de l'ADEME

L'étude de l'ADEME présentait la caractéristique particulière d'être non pas un outil comme tel, mais le résultat d'une consultation exhaustive des professionnels du traitement des sols.

L'étude comptait bien les cinq filières choisies parmi l'ensemble des filières choisies et le diagramme en étoile permettait de bien visualiser les résultats obtenus pour les six orientations définies.

Par contre, l'étude n'a pas prévu de rétroaction ou confrontation des points de vue après sondage comme lorsque le permet l'usage du guide et de la grille précédente par un groupe d'experts.

4.3.1 Méthodologie de l'analyse

Les résultats ont été extraits des fiches contenues à l'annexe 2.

4.3.2 Recatégorisation pour fin de comparaison

De la même façon que pour les résultats du guide du MDDEP, les six orientations de l'étude de l'ADEME représentées sur le diagramme en étoile ont été recatégorisées en quatre pôles permettant la comparaison avec les autres outils.

Les six orientations ont été regroupées comme suit :

- Pôle économique : économique, délais-planning;
- Pôle équité : juridique;
- Pôle social : psychosociologique;
- Pôle écologique : empreinte environnementale, technique[77]

[77] L'orientation Technique a été classée dans ce pôle parce que l'ADEME vise une approche coûts-bénéfices et que les bénéfices escomptés sont environnementaux

4.3.3 Résultats

Les résultats du Tableau 17 ont été extraits des diagrammes en étoile des fiches de l'annexe 1 et regroupés selon les pôles tel qu'expliqué précédemment. Une moyenne a ensuite été calculée pour chaque pôle.

Tableau 18 Recatégorisation des résultats de la grille MDDEP pour fins de comparaison avec d'autres outils du DD

Filière	Pôle équivalent (MDDEP)	Résultats pour les orientations regroupées	Moyenne (sur 5)
Enfouissement	Économique	4, 4	4
	Équité	4.5	4.5
	Social	1	1
	Écologique	4.5, 4.5	4.5
Oxydation chimique	Économique	5, 3.5	4.25
	Équité	0.75	0.75
	Social	0.75	0.75
	Écologique	4, 1	2.5
Désorption thermique	Économique	3, 5	4
	Équité	5	5
	Social	3.75	3.75
	Écologique	5, 2.75	3.87
Incinération	Économique	1, 5	3
	Équité	5	5
	Social	5	5
	Écologique	1, 5	3
T. biologique	Économique	4, 5	4.5
	Équité	5	5
	Social	4.75	4.75
	Écologique	3, 5	4

4.4 Comparaison des résultats obtenus

Tableau 19 Résultats de l'analyse du DD des cinq filières de traitement des sols retenues à l'aide de trois outils différents

Filière	Pôles	MDDEP (sur 3)	Grille Chaire (%)	Ernst & Young (ADEME) (sur 5)
Enfouissement	Économique	1.5	5	4
	Équité	1	9	4.5
	Social	1	19	1
	Écologique	1	18	4.5
Oxydation chimique	Économique	2	19	4.25
	Équité	1.67	29	0.75
	Social	2	19	0.75
	Écologique	2	25	2.5
Désorption thermique	Économique	2.5	47	4
	Équité	2.67	49	5
	Social	3	35	3.75
	Écologique	3	52	3.87
Incinération	Économique	2	33	3
	Équité	2.33	7	5
	Social	2	26	5
	Écologique	2	20	3
T. biologique	Économique	2	22	4.5
	Équité	1.67	22	5
	Social	2	20	4.75
	Écologique	1	44	4
Bilan (1er rang)	Économique	1er rang : Désorption	1er rang : Désorption	1er rang : T. biologique
	Équité	1er rang : Désorption	1er rang : Désorption	Ex aequo : Désorption, Incinération, T. biologique
	Social	1er rang : Désorption	1er rang : Désorption	1er rang : Incinération
	Écologique	1er rang : Désorption	1er rang : Désorption	1er rang : Enfouissement

4.4.1 Analyse – résultats selon les outils

Il est important de rappeler que la comparaison des outils à l'aide du tétraèdre n'a été possible qu'en effectuant d'abord une recatégorisation en prenant pour base la grille de la Chaire et en procédant à une agrégation des principes (MDDEP) ou orientations (ADEME) dans les quatre pôles du DD utilisés dans la grille de la Chaire.

Une fois cette recatégorisation effectuée, permettant ainsi de colliger les résultats dans le Tableau 19, l'absence de base commune chiffrée a entraîné

le choix d'une comparaison qualitative en guise de bilan. Cette comparaison qualitative est basée sur le rang obtenu par outil et par pôle.

Ce classement permet d'une part de comparer les outils au niveau de la performance i.e. est-ce que les rangs sont semblables d'un outil à l'autre. D'autre part, ce bilan fait ressortir les technologies qui semblent être privilégiées pour le traitement des sols contaminés.

L'examen du bilan présenté au Tableau 19 montre que la filière « désorption thermique » ressort pour deux outils sur trois soit ceux utilisés par la même équipe d'experts de la Chaire en éco-conseil. Cette équipe d'experts possédait en commun une compréhension québécoise du problème et l'accès à une même recherche récente sur la littérature disponible. Les résultats de l'ADEME, qui favorisent plus largement le traitement biologique et l'enfouissement semblent refléter quant à eux le contexte social, juridique et géographique du territoire français avec sa population dense, ses choix sociaux en termes de technologie, etc.

Afin de voir si l'examen des résultats du seul 1er rang ne se révélait pas trop restrictif pour bien dégager les tendances, un test de sensibilité permettant de valider la robustesse de l'analyse a ensuite été effectué. Pour ce faire, le nombre de mentions des technologies arrivant aux premier et deuxième rangs a été comptabilisé. Les résultats se retrouvent au Tableau 20 et montrent que ce sont la désorption et l'incinération qui ressortent alors le plus. Le test de sensibilité vient donc appuyer le bilan obtenu avec les seuls premiers rangs.

Tableau 20 Résultats du test de sensibilité pour les 1er et 2e rangs

Pôles	MDDEP (sur 3)	Grille Chaire (%)	Ernst & Young (ADEME) (sur 5)
Économique	1er : Désorption 2e ex aequo : Incinération, T. biologique, Oxydation	1er : Désorption 2e : Incinération	1er : T. biologique 2e : Oxydation chimique
Équité	1er : Désorption 2e : Incinération	1er : Désorption 2e : Oxydation	1er ex aequo : Désorption, Incinération, T. biologique 2e : Enfouissement
Social	1er : Désorption 2e ex aequo : Incinération, T. biologique, Oxydation	1er : Désorption 2e : Incinération	1er : Incinération 2e : T. biologique
Écologique	1er : Désorption 2e ex aequo : Oxydation. Incinération	1er : Désorption 2e : T. biologique	1er : Enfouissement 2e : T. biologique
	Total : Désorption : 4 mentions Incinération : 4 mentions Oxydation : 3 mentions T. biologique : 2 mentions	Total : Désorption : 4 mentions T. biologique : 1 mention Incinération : 2 mentions Oxydation : 1 mention	Total : T. biologique : 4 mentions Oxydation : 1 mention Désorption : 1 mention Enfouissement : 1

mention
Incinération : 1 mention

> Dans l'étude de l'ADEME, le traitement biologique domine largement. Cependant, un deuxième test de sensibilité montre que si cette option est retranchée, les résultats présentés au Tableau 21 sont alors obtenus.

De plus, certaines spécificités attribuables à la France peuvent jeter un faux éclairage en regard du contexte québécois. Ainsi, tel que mentionné par Liliana (2008) au sujet d'une des techniques de traitement biologique qu'est le *Landfarming* : « Les quantités de sol pollué sont réparties sur cette plateforme et mélangées ensuite avec le sol « non pollué » afin de diminuer la concentration des polluants. »[78] Or comme nous l'avons précédemment mentionné, la dilution est interdite au Québec.

Enfin, comme le mentionne Zhao *et al.* (2005) et particulièrement Tuhkanen (2001): « *A variety of organic compounds are refractory, toxic or inhibitory in nature. They can not be treated by conventional biological treatment method.* [For example,] The existing method for the treatment of hazardous substances such as polychlorinated dibenzodioxins and furans (PCDD/Fs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) has been excavation and off-site treatment by incineration and encapsulation. »[79]. Ainsi, nous avons présenté précédemment au Tableau 7 la persistance de différents composés, principalement des pesticides organochlorés.

78 LILIANA, J. (2008). *Étude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine*. Thèse de l'Université Claude Bernard – Lyon 1, France, p. 137.
79 LAGREGA *et al.* 1994

Tableau 21 Test de sensibilité sur les filières autres que le traitement biologique pour l'étude de l'ADEME

Filière	Pôles	Ernst & Young (ADEME) (sur 5)
Enfouissement	Économique	4
	Équité	4.5
	Social	1
	Écologique	4.5
Oxydation chimique	Économique	4.25
	Équité	0.75
	Social	0.75
	Écologique	2.5
Désorption thermique	Économique	4
	Équité	5
	Social	3.75
	Écologique	3.87
Incinération	Économique	3
	Équité	5
	Social	5
	Écologique	3
Bilan sans traitement biologique	Économique	1er rang : Oxydation chimique 2e rang ex aqueo : Enfouissement, Désorption
	Équité	1er rang : Incinération 2e rang : Enfouissement
	Social	1er rang : Incinération 2e rang : Désorption
	Écologique	1er rang : Enfouissement 2e rang : Désorption
		Total : **Enfouissement : 3 mentions** **Désorption : 3 mentions** **Incinération : 2 mentions** **Oxydation : 1 mention**
Bilan précédent avec traitement biologique		T. biologique : 4 mentions Oxydation : 1 mention Désorption : 1 mention Enfouissement : 1 mention Incinération : 1 mention

Nous pouvons donc constater qu'en retranchant le traitement biologique, les filières de l'enfouissement et de la désorption thermique arrivent ex-aequo. Ce retranchement nous rapproche des résultats obtenus avec les outils québécois, soient la grille de cadrage du MDDEP et la grille de la Chaire.

La publication de l'ADEME est de plus une étude française qui reflète dans son pôle « Social » la plus grande acceptabilité sociale de l'incinération en Europe par rapport à l'Amérique du Nord (Transfert Environnement, 2010 et Zmirou *et al.*, 2003). Dans son pôle « Environnement », la filière Enfouissement ressort aussi fortement, car la méthode utilisée en France privilégie l'enfouissement in

situ, i.e. une capsule étanche sur le site même, contrairement à la formule ex situ privilégiée de ce côté de l'Atlantique et lors de laquelle les sols sont excavés et démobilisés hors site pour traitement.

L'incinération est aussi une option plus populaire en France qu'ici. La désorption thermique est en fait une spécialisation de l'incinération. Lorsqu'elle est appliquée aux POPs, la désorption offre cependant l'avantage de constituer une approche plus efficiente au niveau énergétique et environnemental.

La grille de la Chaire et la grille découlant des principes du MDDEP sont deux outils ayant été utilisés par des experts confrontant leurs vues sur les différentes facettes des cinq filières après une mise en contexte commune. L'étude de l'ADEME, quant à elle, résulte d'un sondage d'experts, chacun donnant son avis de son côté, sans qu'aucune confrontation ou discussion puisse avoir lieu. Ernst & Young ne discute pas non plus dans la publication des choix de catégorisation des pôles choisis pour représenter les filières.

Les outils sont aussi construits différemment, ce qui demande une interprétation nuancée. Par exemple, l'ADEME dans ses fiches présente des critères a rencontrer (*pass or fail*) tandis que les grilles comme celles de la Chaire ou du MDDEP reposent sur des principes qui mènent à la rencontre d'objectifs.

4.4.2 Analyse – résultats selon les filières

L'analyse des résultats sous un autre angle révèle aussi que la performance du point de vue du DD des cinq filières diffère d'un outil à l'autre.

Dans la réalité, les techniques qui résolvent complètement le problème du traitement des sols contaminés aux POPs sont celles qui obtiennent le meilleur score environnemental et éthique, i.e. qui ne laissent pas de passif intergénérationnel.

Ceci explique que l'évaluation va donner par principe le meilleur pointage à la désorption ainsi qu'à l'incinération, car ces techniques présentent l'avantage de régler le problème de la présence de polluants de façon définitive. Par contre, la question économique et la disponibilité des technologies viennent généralement influencer les choix de filières. Si seul l'aspect économique était pris en compte, là aussi les résultats différeraient.

En effet, l'enfouissement arriverait certainement au premier rang, mais il ne respecterait pas le principe d'internalisation des coûts, fondamental dans une perspective de DD, car ce dernier intègre le principe d'équité intergénérationnelle. Plus problématique encore, l'enfouissement résulte en une pollution hétérogène. Par exemple, si on mélange dans un site d'enfouissement des sols contaminés avec des métaux et d'autres présentant une contamination organique, il faudra obligatoirement procéder à un train de traitements très

onéreux et ne garantissant pas une décontamination effective, sans mentionner la problématique inhérente d'acceptabilité sociale face à l'installation d'équipements permettant l'assainissement de ces sols à proximité. La question reste donc ouverte : si cette approche était privilégiée, qui dégagerait les montants nécessaires à un tel traitement?

Regarder le problème dans une perspective de développement durable donne donc une vision plus large d'un même objectif qui est ici la décontamination des sols contaminés aux POPs. Cela permet alors d'ouvrir le dialogue entre les parties prenantes.

5. Conclusions

La dépollution des sols fait l'objet d'une réglementation provinciale, canadienne et Nord-américaine (ALÉNA) ainsi que d'Accords internationaux dont l'interprétation évolue constamment et qui en quelque sorte laisse une certaine latitude quant on en vient aux choix de la filière et du niveau de décontamination à atteindre.

Au Québec, en plus de la *Loi sur la protection et la réhabilitation des terrains* et des règlements afférents, la *Loi sur le développement durable* vient chapeauter l'ensemble des décisions gouvernementales en instaurant 16 principes qui doivent, lorsqu'applicables, orienter et en quelque sorte appuyer nos choix dans le but de léguer aux générations futures un environnement sain et sécuritaire.

La problématique des polluants organiques persistants est sans contredit une menace notoire de santé publique qui s'est traduite par des Accords internationaux visant leur élimination totale. En effet, ces polluants xénobiotiques interdit de fabrication depuis plusieurs décennies, se retrouvent dans tous les compartiments de l'environnement et dans tous les maillons de la chaîne trophique incluant l'humain. Leurs effets délétères connus sont de nature cancérogène, tératogène et mutagénique pour certains et sont soupçonnés d'être des perturbateurs endocriniens pour d'autres.

Le choix d'une filière de traitement en tenant compte des nombreux paramètres associés aux pôles du DD tient davantage de l'analyse multicritères que d'une corrélation menant à « la » filière idéale, cette dernière n'existant pas la plupart du temps. Et la complexité de la décision ne fait qu'augmenter avec la taille du site à traiter[80].

Tel que mentionné par le rapport de la Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies (CLARINET)[81], chaque projet doit être géré au cas par cas et pour chacun les effets négatifs de la réhabilitation ne doivent pas excéder les bénéfices du projet. Le compromis est atteint par un processus décisionnel lent et coûteux impliquant souvent plusieurs parties prenantes qui déterminent les objectifs au cœur de la réhabilitation. La pratique d'excellence (*best practice*) consiste alors à choisir un certain nombre de filières possibles et de les comparer à la lumière de leur potentiel à rencontrer l'ensemble des ces fameux objectifs. Dans de nombreux pays, la présence de

[80] CARLON, C., CRITTO, A. RAMIERI, E. ET MARCOMINI, A. (2007). *DESYRE : Decision Support System for the Rehabilitation of Contaminated Megasites*, **Integrated Environmental Assessment and Management**, Wiley, p. 211-222.

[81] CONTAMINATED LAND REHABILITATION NETWORK FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES (CLARINET), (2002). *Review of Decision Support Tools for Contaminated Land Management, and their Use in Europe.* Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd), Austria, p. 13-14.

politiques générales (*general policy*) visant à tenir compte du développement durable influence de plus en plus la prise de décision.

Des exemples concrets d'application de l'esprit du DD dans l'étude de projet commencent d'ailleurs à émerger. Au Québec, par exemple, un projet d'exploitation d'une cellule d'enfouissement des sols contaminés à Mascouche a donné lieu aux interprétations suivantes.

Dans une lettre en réponse aux questions du BAPE sur le projet, le Conseil des Entreprises de Services Environnementaux (CESE) précisait que :

« Les membres du CESE apportent une solution permanente à la gestion des sols contaminés traitables en évitant de reléguer ceux-ci aux générations futures lorsque leur traitement est possible. L'enfouissement, au contraire, refile ce problème de façon permanente aux générations futures. Pour le CESE, l'enfouissement doit être limité à ce qui n'est pas traitable avec les technologies actuelles. »[82]

À la suite de ces échanges, le rapport du BAPE sur le projet de Mascouche mentionne quant à lui :

« Compte tenu de l'orientation de la politique québécoise en matière de gestion des sols contaminés favorisant le traitement et la valorisation pour la réutilisation de ces sols plutôt que leur enfouissement, l'éventualité que des sols traitables soient enfouis constituerait un effet négatif potentiel du projet. Il y a en l'occurrence de la cohérence et du caractère durable de l'approche retenue par le Québec dans le domaine de la gestion des sols contaminés en général. »[83]

À la lumière de ces observations, le besoin pour un outil fiable d'évaluation de la durabilité d'un projet dans le domaine du traitement des sols contaminés n'en devient que plus intéressant. Le présent exercice vise à évaluer la performance de trois grilles d'analyse (deux québécoises et une française) dans un contexte précis soit la décontamination des sols canadiens pollués aux POPs. Cette évaluation à été confié à un groupe d'experts issus de la Chaire de recherche et d'intervention en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi par l'entreprise Récupère Sol inc. qui possède et exploite une unité de désorption thermique.

---

[82] CONSEIL DES ENTREPRISES DE SERVICES ENVIRONNEMENTAUX (CESE), (2009). *Réponses du CESE aux questions de la Commission concernant le projet de cellule d'enfouissement de sols contaminés d'Écosol inc. à Mascouche*. Lettre adressée à Mme Anne-Marie Parent, présidente de la Commission du BAPE, Montréal, 17 décembre 2009, p.5

[83] BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE), (2010). *Rapport d'enquête et d'audience publique : Projet d'exploitation d'une cellule d'enfouissement de sols contaminés à Mascouche*, Rapport 266, mars 2010, p. 45.

Les grilles utilisées sont celles de la Chaire en Éco-conseil, du MDDEP et de l'ADEME en France. Afin de permettre une adéquation qualitative, les deux dernières grilles ont été réorganisées en fonction de la prise en compte des pôles environnement, économie, social, mais également du pôle éthique présent dans la grille de la Chaire de l'UQAC.

Les résultats démontrent que la grille de la Chaire et celle du MDDEP performent également et font ressortir le besoin impératif de procéder à l'élimination totale des POPs à l'instar du BAPE et du regroupement des professionnels du milieu (CESE) dans le contexte québécois en privilégiant la désorption thermique permettant la valorisation des sols. En effet, afin de respecter certains des principes de la nouvelle *Loi sur le développement durable*, que sont la santé et la qualité de vie, l'équité et la solidarité sociale (l'équité intergénérationnelle), la préservation de la biodiversité, le pollueur payeur, l'internalisation des coûts et la précaution, seules les filières permettant la destruction de ces contaminants ubiquitaires doivent être privilégiées.

En ce qui à trait à la grille de l'ADEME, des analyses documentaires plus approfondies ont permis d'exclure la filière des procédés de traitements biologiques (qui ressortait première), car ceux-ci sont inefficaces (mêmes potentiellement plus toxiques) et la réglementation semble permettre la dilution ce qui est interdit au Québec. Cette grille faisait également ressortir comme filière l'enfouissement sur place des sols contaminés. Encore une fois, cette option nous semble, pour les POPs, un legs empoisonné tant au propre qu'au figuré, car on ne connaît pas la durée de vie des géomembranes utilisés pour confiner les sols, les assurances quant aux suivis environnementaux ainsi que les procédures en cas de bris ou de faillite.

De plus, il nous semble improbable qu'un jour vienne où la décontamination de ces sols enfouis sera réalisée en raison des coûts et de la nature hétérogène de la contamination (contaminants organiques et inorganiques mélangés dans les cellules d'enfouissement) obligeant l'utilisation d'un train de traitements. Il est de notre avis que les riverains de ces sites d'enfouissement ne seront pas très chauds (syndrome du NYMBY) à l'idée d'installer des unités de traitements afin de régler des problèmes qui auraient dû être assumés par les générations passées responsables de cet héritage délétère. Les tests de sensibilité ont démontré la robustesse des résultats obtenus. Enfin, comme nous avons pu le constater, les critères d'intervention visant la décontamination (et conséquemment ceux permettant l'enfouissement) varient considérablement d'un pays à l'autre. Par exemple, pour les BPC, il est de 50 ppm au Québec et seulement de 1 ppm en Hollande.

Les résultats concernant les outils nous démontrent que l'origine (surtout contexte législatif et l'acceptabilité sociale des filières) ainsi que la méthodologie influencent les résultats d'analyse. En considérant ce qui précède, il nous apparaît que la grille en éco-conseil démontre sa pertinence et sa robustesse

d'utilisation dans le contexte québécois et canadien. Sa configuration et sa méthodologie permettent la comparaison de différentes filières selon les pôles social, environnementale, économique et éthique et que pour chacun de ceux-ci, la désorption thermique *ex situ* arrive en premier lorsque vient le temps de choisir une filière de dépollution des sols contaminés aux POPs.

Afin de valider ces résultats qualitatifs, seule une approche de cycle de vie permettra d'approfondir et de quantifier les différentes filières.

En résumé, le développement durable est contextuel et qualitatif ce qui rend le choix d'une filière un exercice long, délicat et sujet à débats entre les parties prenantes. En l'occurrence, les filières comportent chacune des forces et des faiblesses qui vont dépendre des perceptions des utilisateurs et non seulement de la technologie en présence et de son efficacité.

L'exercice effectué dans ce rapport montre que l'utilisation de plusieurs outils peut conforter les analystes et fournir aux parties prenantes une compréhension plus globale des enjeux liés à un site, un polluant, un contexte social, etc. en particulier.

6. Recommandations

La Chaire a testé trois outils dans cette étude, mais d'autres émergent au jour le jour et mériteraient d'être pris en considération. Ainsi, le groupe Deep Green a publié très récemment à propos d'un nouvel outil qui permet une évaluation séparée pour chaque pôle du DD (économique, écologique et social) et prévoit une multiplication pour obtenir un indicateur global de durabilité. Il permet aussi de mettre des poids différents à certains paramètres et/ou d'ajouter des paramètres qui peuvent être basés sur des priorités politiques. Il vise de plus à englober tous les aspects y compris le prix et permettre une classification des options en termes de durabilité.

7. Portée et limitations des travaux d'analyse de la Chaire en Éco-conseil

À moins d'avis contraire, l'interprétation des données, les commentaires, les recommandations et les conclusions contenus dans nos rapports sont basés, au meilleur de notre connaissance, sur les politiques, les règlements et les directives en vigueur et applicables au projet. Si ces politiques, règlements ou directives sont modifiés, la Chaire en Éco-conseil devrait être consulté afin de réviser, s'il y a lieu, le contenu du ou des rapports.

Lorsqu'aucune politique, réglementation ou directive n'est disponible pour permettre l'interprétation des données, les commentaires, recommandations et conclusions exprimés dans nos analyses de développement durable sont fondés, au mieux de notre connaissance, sur les règles et pratiques acceptées dans les champs de compétence concernés.

Cependant, toute opinion concernant la conformité aux lois et règlements qui serait exprimée dans le texte de nos études est purement technique; elle n'est pas et ne doit en aucun temps être considérée comme un avis juridique.

Tous les résultats des recherches découlant des travaux qui sont l'objet du présent contrat demeurent la propriété de Récupère Sol inc. Malgré ce qui précède, Récupère Sol inc. reconnaît le rôle d'éducation, de formation et de recherche de la Chaire. Dans le respect de cette mission et pour autant qu'aient été prises des dispositions adéquates de protection, la Chaire, l'Université et les professeurs-chercheurs pourront utiliser les résultats aux fins d'enseignement, de recherche et de publication dans le cours normal de la diffusion des connaissances, y compris la publication de mémoires, de maîtrises ou de thèses de doctorat. Avant toute publication, une copie du document à être publié doit être transmise à Récupère Sol inc. pour vérification et approbation.

Afin de conserver l'intégrité de ce rapport et permettre son interprétation de façon adéquate, aucune donnée, valeur ou résultat ne peut en être partiellement retiré. La présente analyse ne doit être utilisée qu'aux fins pour lesquelles elle a été préparée.

8. Bibliographie

ADEME, (2011). *Installation de traitements biologiques – limites liées à la nature de la pollution*. Site Internet consulté le 4/02/2011 sur : http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12825

ADEME et Ernst&Young, (2009). *Taux d'utilisation et coûts des différentes techniques et filières de traitement des sols et des eaux souterraines pollués en France*. Département Sites et Sols Pollués, Direction Déchets et sols, 85 pages.

ADEME, (2008). *Sites pollués et sols – Techniques de traitement*. Site Internet consulté le 01-03-2010 sur http://www2.ademe.fr/servlet/kBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=12745

ADEME, (2006a). *Traitabilité des sols pollués – Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances*. Synthèse, 6 pages.

ADEME, (2006b). *Traitabilité des sols pollués – Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances*. Cahier des charges pour la réalisation d'essais de traitement, 246 pages.

ADEME, (2006c). *Traitabilité des sols pollués – Guide méthodologique pour la sélection des techniques et l'évaluation de leurs performances*. Guide méthodologique, 124 pages.

ADEME, (2005). *État de l'art sur la technologie de dépollution des sols et des eaux souterraines par oxydation in situ*. BRGM/RP-54096-FR, 60 pages.

AFFAIRES INDIENNES ET DU NORD CANADA, (2010). *Qu'est-ce que les polluants organiques persistants*. Site Internet consulté le 10-10-2010 sur http://www.ainc-inac.gc.ca/ai/scr/nt/edu/bzz/env/cne/wac/pop-fra.asp

AGENCE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DE MONTRÉAL, (2008). *Évaluation de la contamination des sols du jardin communautaire Faubourg Saint-Laurent – Arrondissement Ville-Marie*. 5 pages.

BACHAND, R. (2001). *Les poursuites intentées en vertu du chapitre 11 de L'ALÉNA – Quelles leçon à tirer?* **Continentalisation**, Cahier de recherche Vol. 1, n° 11, 53 pages.

BALAZS, G.B. *et al.* (1998). *Direct Chemical Oxidation: A Non-thermal Technology for the Destruction of Organics Wastes*. Lawrence Livermore National Laboratory, California, 24 pages.

BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE), (2010). *Rapport d'enquête et d'audience publique : Projet d'exploitation d'une cellule d'enfouissement de sols contaminés à Mascouche*, Rapport 266, mars 2010, 71 pages.

BIOGENIE, (2010). *Principes du traitement biologique*. Site Internet consulté le 12-10-2010 sur http://www.biogenie-env.com/s_24.asp

BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT, (2010). *Projet d'exploitation d'une cellule d'enfouissement de sols contaminés à Mascouche*. Québec, rapport 266, ISBN 978-2-550-58385-1, 80 pages.

CARLON, C., CRITTO, A. RAMIERI, E. ET MARCOMINI, A. (2007). *DESYRE* : *Decision Support System for the Rehabilitation of Contaminated Megasites*, **Integrated Environmental Assessment and Management**, Wiley, p. 211-222.

CARRIER, G., BOUCHARD, M., GOSSELIN, N. et EL MAJIDI, N. (2007). *Réévaluation des risques toxicologiques des biphényls polychlorés*. Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, 704 pages.

CENTER FOR PUBLIC ENVIRONMENTAL OVERSIGHT, (2009). *In-Situ Chemical Oxidation – Permanganate and Fenton's Reagent*. Site Internet consulté le 10-02-2010 sur http://www.cpeo.org/techtree/ttdescript/isco.htm

CENTER FOR PUBLIC ENVIRONMENTAL OVERSIGHT, (2009). *Ex-Situ Chemical Oxidation.* Site Internet consulté le 10-02-2010 sur http://www.cpeo.org/techtree/ttdescript/exchemox.htm

CENTER FOR PUBLIC ENVIRONMENTAL OVERSIGHT, (2009). *Direct Chemical Oxidation.* Site Internet consulté le 10-02-2010 sur http://www.cpeo.org/techtree/ttdescript/dco.htm

CHARPENTIER, L., DUROCHER, R., LAVILLE, C. ET LINTEAU P.A. (1990). *Nouvelle histoire du Québec et du Canada*, Anjou, Centre éducatif et culturel, 396 pages.

CITEAU, L., BISPO, A., BARDY, M. ET KING, D. (2008). *Gestion durable des sols*. Coll. Savoir-faire, Éd. Quæ, France, ISBN: 978-2-7592-0189-1, 320 pages.

COLOMBANO, S., SAADA, A., GUERIN, V., BATAILLARD, G., BELLENFANT, P., BERANGER, S., HUBE, D., BLANC, C., ZORNING C. ET GIRARDEAU, I. (2010). *Quelles techniques pour quels traitements – Analyse coûts-bénéfices*. Rapport final, BRGM/RP – 58609 – FR, 403 pages.

COLOMBANO, S. ET BLANC, C. (2005). *Techniques de dépollution des sites et sols contaminés*. BRGM, 246 pages.

CONSEIL DES ENTREPRISES DE SERVICES ENVIRONNEMENTAUX (CESE), (2009). *Réponses du CESE aux questions de la Commission concernant le projet de cellule d'enfouissement de sols contaminés d'Écosol inc. à Mascouche*. Lettre adressée à Mme Anne-Marie Parent, présidente de la commission du BAPE, Montréal, 17 décembre 2009, 8 pages.

CONSEIL RÉGIONAL DE DÉVELOPPEMENT DE L'ÎLE DE MONTRÉAL, (2002). *Plan d'action sur le développement durable – Un enjeu planétaire, une action régionale : État de la situation en environnement, orientations et interventions proposées*. 82 pages.

COMMISSION DE COOPÉRATION ENVIRONNEMENTALE, (2001). *La mosaïque nord-américaine – un rapport sur l'état de l'environnement*. ISBN : 2-922305-61-9, 116 pages.

COMMISSION DE COOPÉRATION ENVIRONNEMENTALE, (1996). *État de la gestion des BPC en Amérique du Nord*. Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE), Canada, ISBN : 0-921894-29-5, 158 pages.

CONTAMINATED LAND REHABILITATION NETWORK FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES (CLARINET), (2002). *Review of Decision Support Tools for Contaminated Land Management, and their Use in Europe.* Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd), Austria, 51 pages.

CRONK, G. (2008). *Case Study Comparaison of Multiple Activation Methods for Sodium Persulfate ISCO Treatment*. JAG Consulting Group, 10 pages.

DOICK, K.J., KLINGELMANN, E., BURAUEL,P., JONES, K.C. et SEMPLE K.T. (2005). *Long-term fate of polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarborns in an agricultural soil.* Environm Sci Technol. 15;39(10): 3663-70.

ENVIRONNEMENT CANADA, (2002). *Technologie d'assainissement ex situ des sols contaminés*. Programme des sites contaminés fédéraux. Site Internet consulté le 12-10-2010 sur http://www.on.ec.gc.ca/pollution/ecnpd/tabs/tab23-f.html

ENVIRONMENTASL, HEALTH AND SAFETY ONLINE, (2010). *Commercial Hazardous Waste Incinerators*. Site Internet consulté le 11-10-2010 sur http://www.ehso.com/cssepa/tsdfincin.php

ENVIRONMENTAL SECURITY TECHNOLOGY CERTIFICATION PROGRAM, (1999). *Technology Status In Situ Oxidation – Field Demonstration In Situ Fenton's Destruction of DNALs*. 42 pages.

FEDERAL REMEDIATION TECHNOLOGIES ROUNDTABLE (FRTR), (2002a). *Chemical Oxidation*. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Site Internet consulté le 24-02-2010 sur http://www.frtr.gov/matrix2/section4/4_4.html

FEDERAL REMEDIATION TECHNOLOGIES ROUNDTABLE (FRTR), (2002b). *Chemical Reduction/ Oxidation*. Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide, Version 4.0. Site Internet consulté le 24-02-2010 sur http://www.frtr.gov/matrix2/section4/4-16.html

FERGUSON, S.H., WOINARSKI, A.Z., SNAPE, I., MORRIS, C.E. ET REVILL, A. (2004). *A Field Trial of In Situ Chemical Oxidation to Remediate Long-term Diesel Contaminated Antartic Soil*. **Cold Regions Science and Technology**, Volume 40, Issue 1-2, pp. 47-60.

FOGHT, J., APRIL, T., BIGGAR, K., AISLABIE, J., (2001). *Bioremediation of DDT Contaminated Soils: A review*. Bioremediation Journal 5(3): 225-246.

GALVEZ-CLOUTIER, R. (2010). *Notes de cours en Géotechnique environnementale (GCI-20486)*, Université Laval, Faculté des sciences et de génie, Département de génie civil, 93 pages.

GAN, S. LAU, E.V. ET NG, H.K. (2009). *Remediation of Soils Contaminated with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*. **Journal of Hazardous Materials**, Volume 172, Issue 2-3, pp. 532-549.

GOUVERNEMENT DU CANADA, (2002). *Santé humaine et environnement : Les risques posés par les BPC*. Division des sciences et de la technologie. 14 pages. Site Internet consulté le 2/02/2011 sur http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection-R/LoPBdP/BP/bp392-f.htm

GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2007). *Règlement sur le stockage et les centres de transfert des sols contaminés*. (Q-2, r. 23.01) adopté par le décret 15-2007 du 16 janvier 2007.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2003). *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*. Q-2, r.18.1.01, D.216-2003, 26 février 2003, G.O. 2, 1441. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R18_1_01.htm

GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2006). *Loi sur le développement durable*. L.R.Q., c. D-8.1.1, http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2006C3F.PDF

GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2001). *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés.* Q-2, r.6.01, Décret D. 843-2001, G.O. 2, 4574. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R6_01.htm

GOUVERNEMENT DU QUEBEC, (2001). *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Site Internet consulté le 9-03-2010 sur http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/chapitres1-2-3.htm#2

GROUPES DE RECHERCHES SUR L'INTEGRATION CONTINENTALE (GRIC), (2003). *ALÉNA et environnement : Les clauses vertes font-elles le poids ?* Note de recherche, Cahier du Centre des Études internationales et Mondialisation (CEIM), 33 pages.

HAEMERS, J., (2009). *Sustainable Remediation : How to compare the technologies?*, Deep Green, Site Internet consulté le 1-02-2011 sur http://www.deep-green.com/pdf/download/Green_Remediation_Copenhagen.pdf

HEIDERSCHEIDT, J.L., SEIGRIST, R.L. ET ILLANGASEKARE, T.H. (2008). *Intermediate-scale 2D Experimental Investigation of In Situ Chemical Oxidation Using Potassium Permanganate for Remediation of Complex DNAPL Source Zones.* **Journal of Contaminant Hydrology**, Volume 102, pp.3-16.

INTERSTATE TECHNOLOGY AND REGULATORY COUNCIL (ITRC), (2005). *Technical and Regulatory Guidance for In Situ Chemical Oxidation of Contaminated Soil and Groundwater*. In Situ Chemical Oxidation Team, USA. 172 pages.

KULKARNI, P.S., CRESPO, J.G. ET AFONSO C.A. (2008). *Dioxins Sources and Current Remediation Technologies – A Review*. **Environment International**, Volume 34, Issue 1 pp. 139-153.

LAGREGA MD, BUCKINGHAM PL, EWANS JC. (2001). *Hazardous waste management.* Environm Research Management. Ed. New York (NY): Mc Graw-Hill;.pp. 865–911.

LAURENT, C., FEIDT, C. ET LAURENT, F. (2005). *Contamination des sols : transferts des sols vers les plantes*. ADEME Éditions, EDP Sciences, France, ISBN : 2-86883-794-8, 215 pages.

LILIANA, J. (2008). *Étude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine*. Thèse de l'Université Claude Bernard – Lyon 1, France, 227 pages.

LU, M. *et al.* (2010). *Remediation of Petroleum-Contaminated Soil after Composting by Sequential Treatment with Fenton-Like Oxidation and Biodegradation*. **Bioresource Technology**, Volume 101, Issue 7, pp. 2106-2113.

LUNDSTEDT, S. PERSON, Y. ET ÖBERG, L. (2006). *Transformation of PAHs During Ethanol-Fenton Treatment of an Aged Gasworks' soil*. **Chemosphere**, Volume 65, Issue 8, pp. 1288-1294.

MAULPOIX, A., DOR, F. ET ZMIROU, D. (2005). *Potentiel d'exposition de la population à la pollution des sols : méthode d'estimation*. Étude pilote sur la région Nord-Pas-de-Calais. Version provisoire, 65 pages. Site Internet consulté le 02-10-2010 sur http://www.invs.sante.fr/surveillance/sols_pollues/rapport_potentiel_exposition_pollution_sols_2005.pdf

MECOZZI, R., DI PALMA, L. ET MERLI, C. (2006). *Experimental In Situ Chemical Peroxidation of Atrazine in Contaminated Soil*. **Chemosphere**, Volume 62, Issue 9, pp. 1481-1489.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS, (2009). *Guide de prise en compte des principes de développement durable*. 36 pages.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS, (2004). *Le traitement et l'enfouissement des sols contaminés*. Présentation powerpoint de M. Bernard Gaboury effectuée dans le cadre de la rencontre Québec – Wallonie – Bruxelles. Service des lieux contaminés. Direction des politiques en milieu terrestre, 21 acétates.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS, (2008). *Guide d'application – Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés*. Direction des politiques en milieu terrestre, Service des lieus contaminés, ISBN 978-2-550-53042-8, 28 pages.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS, (2002). *Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés – Politique ministérielle*. Site Internet consulté le 27-02-2010 sur http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/resume.htm

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DES PARCS, (2002). *Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés – Loi et règlement*. Site Internet consulté le 10-10-2010 sur http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/loi-reg.htm

NDJOU'OU, A.C., BOU-NASR, J. ET CASSIDY, D. (2006). *Effect of Fenton Reagent Dose on Coexisting Chemical and Microbial Oxidation in Soil*. **Enviro. Sci. Technol.** Vol. 40 (8) pp. 2778-83.

NORDMARK, D. (2008). *Assessment of Thermal Treatment of Trace Element Contaminated Soil*. Thesis, Luleå University of Technology, Department of Civil, Mining and Environmental Engineering, Sweden, 86 pages.

OBSERVATOIRE DES RESIDUTS DE PESTICIDES, (2010).*Contaminations et expositions*. France, site Internet consulté le 30-09-2010 sur http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/index.php?pageid=259

OFFICE QUÉBÉCOIS DE LA LANGUE FRANÇAISE, (2010). *Vocabulaire de la décontamination des sols*. Site Internet consulté le 28-02-2010 sur http://www.olf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/terminologie_decontamination_sols/index_francais.htm

ÖRBERG, M. (2007). *Innovative In Situ Remediation Techniques in the Netherlands – Opportunities and Barriers to Application in Sweden*. Master's Thesis, Luleå University of Technology, Sweden, Department of Civil and Environmental Engineering, 95 pages.

Parcs Canada, (2009). *Lieu historique national du Canada du Canal-de-Lachine – Le berceau de l'industrialisation*. Site Internet consulté le 18/09/2010 sur http://www.pc.gc.ca

PLANTE, K. (2005). *La gestion commerciale des sols contaminés excavés au Québec*. Université de Sherbrooke, 134 pages.

REGENESIS, (2007). *Principles of Chemical Oxidation Technology for the Remediation of Goundwater and Soil*. Design and Application Manual, Bioremediation Products, 70 pages.

RÉCUPÈRE SOL, (2010). *Le procédé d'oxydation thermique*. Site Internet consulté le 10/10/2010 sur http://www.recuperesol.com/procede.htm

RIVAS, F.J. (2006). *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Sorbed on Soils: A Short Review of Chemical Oxidation Based Treatments*. **Journal of Hazardous Materials**, Volume 138, Issue 2, pp. 234-251.

ROGER, P. ET JACQ, V. (2000). *Introduction à la bioremédiation des sols, des eaux et de l'air*. Université de Provence AIX-Marseille, Laboratoire de Microbiologie IRD, 99 pages.

SCHNARR, M., TRUAX, C., FARQUHAR, G., HOOD, E., GONULLU, T. ET STICKNEY, B. (1998). *Laboratory and Controlled Field Experiments Using Potassium Permanganate to Remediate Trichloroethylene and Perchloroethylene DNAPLs in Porous Media*. **Journal of Contaminant Hydrology**, Volume 29, pp. 205-224.

SCHEIFLER, R. (2002). *Évaluation de la biodisponilité et des transferts de polluants métalliques et organiques dans des réseaux trophiques « sols – plantes – invertébrés »*. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Sciences et techniques, 208 pages.

SCIENCE & VIE, (2008). *Construire un monde durable*. Hors Série #243, Groupe Mondadori France, 163 pages.

SECRÉTARIAT DU FORUM SUR L'INTÉGRATION NORD-AMÉRICAINE, (2010). *ALÉNA : Accord de libre-échange nord américain*. Site Internet consulté le 06-10-2010 sur http://www.fina-nafi.org/fr/integ/chronologie.asp?langue=fr&menu=integ

SIMONOT, M-O. ET CROZE, V. (2008). *Procédés de traitements physiques et chimiques des sols pollués*. Institut national polytechnique de Lorraine, Département des travaux de dépollution, Revue **Techniques de l'ingénieur**, Vol. JB5 n° J3981. Site Internet consulté le 28-02-2010 sur http://www.techniques-ingenieur.fr/page/j3981niv10003/procedes-de-traitements-chimiques.html

SIRGUEY, C., TEREZA DE SOUZA E SILVA, P., SCHWARTZ, C. ET SIMONOT M.-O. (2008). *Impact of Chemical Oxidation on Soil Quality*. **Chemosphere**, Volume 72, Issue 2, pp. 282-289.

TEREZA DE SOUZA E SILVA, P., LINS DA SILVA, V., DE BAROS NETO, B. ET SIMONOT M.-O. (2009). *Phenanthrene and Pyrene Oxidation in Contaminated Soils Using Fenton's Reagent*. **Journal of Hazardous Materials**, Volume 161, Issue 2-3, pp. 967-973.

TRANSFERT ENVIRONNEMENT, (2010). *Étude sur les facteurs pouvant influencer l'acceptabilité sociale des équipements de traitement des matières résiduelles*. Rapport final réalisé pour la Communauté métropolitaine de Montréal, 207 pages.

TROQUET, J. ET TROQUET, M. (2003). *Les méthodes de dépollution des sols contaminés par les hydrocarbures*. Institut des Sciences de l'Ingénieur de l'Université de Blaise Pascal, 9 pages.

US DEPARTMENT OF ENERGY, (1998). *Direct Chemical Oxidation*. Innovative Technology Summary Report, Office of Environmental Management, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, 25 pages.

US EPA, (2010). *Mid-Atlantic Brownfield & Land Revitalization*. Cleanup Fact Sheets, 7 pages. Site Internet consulté le 12-10-2010 sur http://www.epa.gov/reg3hscd/bf-lr/cleanupfs.html

US EPA, (2009). *DNAPL Remediation: Selected Projets Where Regulatory Closure Goals Have Been Achieved*. Solid Waste and Emergency Response, EPA 542/R-09/008, 52 pages.

US EPA, (2007). *Treatment Technologies for Site Cleanup: Annual Status Report (Twelfth Edition)*. Solid Waste and Emergency Response, EPA 542-R-07-012, 290 pages.

US EPA, (2006). *In-Situ Chemical Oxidation*. Engineering Issue, Office of Research and development National Risk Management, Research Laboratory, 60 pages.

US EPA, (2004). *Chapter XIII – Chemical Oxidation*. 52 pages. Site Internet consulté le 3-03-2010 sur http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch13.pdf

US EPA, (2002a). *In-Situ DUOX™ Chemical Oxidation Technology to Treat Chlorinated Organics at the Roosevelt Mills Site, Vernon, CT*. Superfund Innovative Technology Evaluation (SITE), 48 pages.

US EPA, (2002b). *In-Situ Chemical Oxidation Pilot Conducted for CVOCs in Fractured Bedrock*. Contaminated Site Cleanup Information (CLU-IN), 8 pages.

VEDURA, (2010). *Pollution des sols*. Encyclopédie du Développement durable. Pollution et environnement. Site Internet consulté le 12010-2010 sur http://www.vedura.fr/environnement/sol/pollutions-sols

WATTS, R.J. (2006). *Improved Understanding of Fenton-like Reactions for the In Situ Remediation of Contaminated Groundwater Including Treatment of Sorbes Contaminants and Destruction of DNAPLs*. Washington State University, 235 pages.

XIUYUAN, XU (2006). *Interaction of Chemical Oxidants with Aquifer Materials*. Thesis, University of Waterloo, Canada, Department of Civil Engineering, 210 pages.

YIN, Y. ET ALLEN, H. (1999). *In Situ Chemical Treatment*. Technology Evaluation Report. Ground-Water Remediation Technologies Analysis Center (GWRTAC-E Series), 74 pages.

ZHAO, Xing-ru, ZHEN, Ming-hui, ZHANG, Bing, QIAN, Yong et XU, Xiau-bai, (2005). *Estimation of OCDD degradation rate in soil*. Journal of Environmental Sciences, Vol. 17 No.6, pp. 981-983.

ZMIROU, D. *et al.* (2003). *Déchets et sols pollués*. In : *Environnement et santé publique – Fondements et pratiques*. pp.397-440. *in* : Gérin M., Gosselin P.,

Chaire en Éco-conseil : Récupère Sol; analyse de développement durable appliquée à la décontamination des sols

Cordier S., Viau C. Quénel P. et Déwailly É., rédacteurs. Edisem / Tec&doc, Acton Vale, Paris.

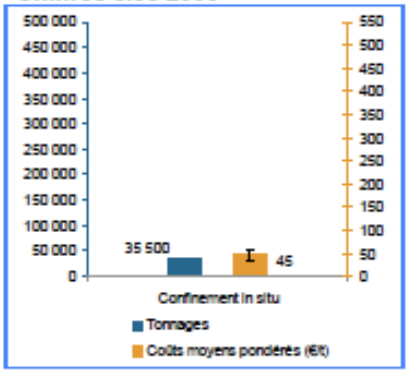
Chaire en Éco-conseil : Récupère Sol; analyse de développement durable appliquée à la décontamination des sols

9. Annexes

Annexe 1 : Fiches des filières retenues telles que présentées dans l'étude de l'ADEME

CONFINEMENT IN SITU

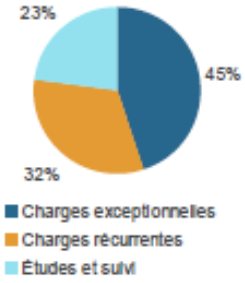
Chiffres clés 2006



Présentation de la technique

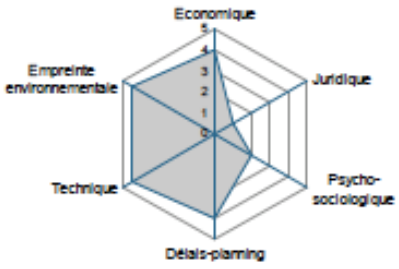
Type	In situ
Famille	Physique
Synonymes	Encapsulation ; étanchéification ; isolement.
Procédé	Le confinement consiste à bloquer une pollution à l'endroit où elle s'est répandue. La migration éventuelle de la contamination est alors stoppée. Le confinement est souvent utilisé pour un traitement combiné du sol et de la nappe
Variantes	Confinement vertical ; confinement horizontal profond par injection ; confinement horizontal profond.

Répartition des coûts



L'investissement initial est assez important. Il est notamment lié à l'ouvrage de confinement à mettre en place et aux différents travaux et aménagements qui peuvent être nécessaires. Ce coût est très variable selon l'étendue du confinement à réaliser.
Cette technique nécessite une maintenance et une surveillance soutenue des installations afin de garantir la pérennité de l'ouvrage.
Le travail d'étude et de suivi analytique est important afin de prévenir toute évolution ou dispersion de la pollution.

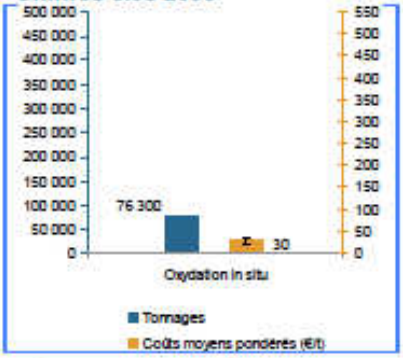
Analyse des critères de choix



Le confinement in situ est relativement peu coûteux et les prix du marché sont relativement uniformes.
Il constitue souvent un traitement d'attente, offrant une sécurité avant la mise en oeuvre d'une autre technique de traitement. Néanmoins, en tant que technique in situ, il ne permet pas de s'affranchir de la pollution et donc de la responsabilité juridique associée. En outre, il est peu accepté par les parties prenantes locales car la pollution reste dans l'environnement local et par l'administration car cette technique n'est pas un traitement curatif.
C'est une technique rapide compatible avec une valorisation immobilière sur les parties confinées après les travaux de mise en œuvre. Néanmoins, le temps de suivi est très important et peut durer plusieurs années.
Le confinement est généralement fiable grâce à sa bonne répétabilité de mise en œuvre, avec peu de variabilité technique spécifique.
L'empreinte environnementale est limitée principalement grâce à la suppression des émissions liées au transport et du problème de valorisation des terres car elles restent en place.

OXYDATION CHIMIQUE IN SITU

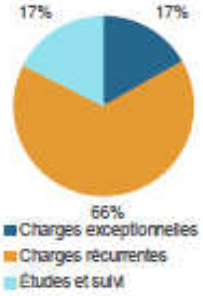
Chiffres clés 2006



Présentation de la technique

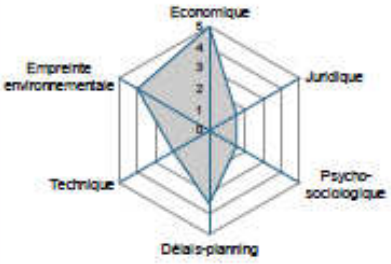
Type	In situ
Famille	Chimique
Synonymes	ISCO (In Situ Chemical Oxidation)
Procédé	L'oxydation consiste en l'injection dans le sol d'un oxydant sous forme liquide ou gazeuse qui entre directement en contact avec le polluant. Elle aboutit à la destruction du polluant ou à sa transformation en un composé moins toxique et/ou plus facilement biodégradable.
Variantes	Electro-oxydation ; photo-oxydation.

Répartition des coûts



L'investissement initial est assez limité et correspond à l'installation de l'unité et du réseau de puits d'injection. De plus, l'utilisation des puits existants peut réduire de façon significative ces coûts.
Le coût de mise en œuvre est lui très important. Les charges liées aux consommations de réactifs sont variables, d'autant plus que le coût unitaire de l'oxydant est fortement soumis au contexte de monopole de fournisseurs américains. Par ailleurs, la réalisation d'injections ciblées peut réduire les coûts de mise en œuvre. En outre, la mise en œuvre de cette technique nécessite un savoir-faire important notamment pour déterminer la quantité de réactif et le nombre d'injections à réaliser. Enfin, les précautions d'hygiène et de sécurité liées à l'emploi d'oxydants ne sont pas à négliger.
L'oxydation ne nécessite pas de maintenance spécifique. Néanmoins, un suivi analytique important est nécessaire pour garantir un résultat durable et prévenir toute réapparition de la pollution.

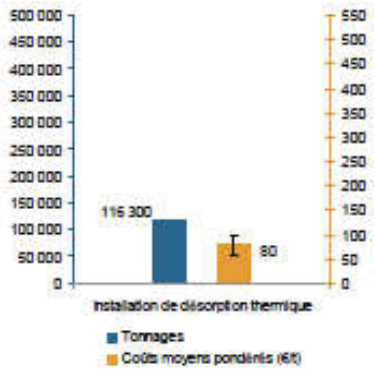
Analyse des critères de choix



L'oxydation est une technique intéressante du point de vue économique. Les coûts du marché sont relativement uniformes.
Elle est mal perçue en terme de responsabilité juridique résiduelle à cause de des effets « rebond » et/ou « piston » possibles après traitement (augmentation des concentrations des polluants). La génération de composés secondaires lors de la dégradation des polluants génère une mauvaise acceptation de la part des parties prenantes et notamment de l'administration. Ces deux points constituent un frein à son plein développement.
La dégradation des polluants par oxydation est basée sur une réaction rapide mais peu stable dans le temps. Selon le contexte du sol, le traitement peut être plus ou moins long et nécessiter plusieurs campagnes d'injection d'oxydant ce qui peut rallonger de façon significative la durée du traitement.
Cette technique n'est pas encore mature car les résultats sont difficiles à garantir. De plus, l'estimation précise de la quantité d'oxydant nécessaire au traitement est difficile à réaliser lors du dimensionnement (estimation de la demande naturelle du sol en oxydant).
L'empreinte environnementale est limitée principalement grâce à la suppression des émissions liées au transport et du problème de valorisation des terres car elles restent en place.

INSTALLATION DE DESORPTION THERMIQUE

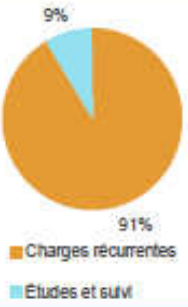
Chiffres clés 2006



Présentation de la filière

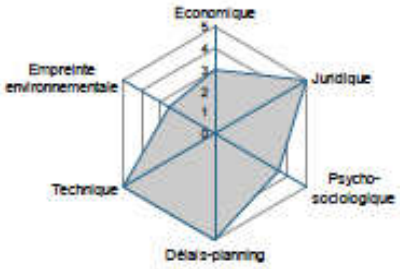
Type	Hors site
Famille	Physique
Synonymes	Désorption thermique fixe
Procédé	La désorption thermique consiste à chauffer les terres polluées excavées au sein d'une unité de désorption, aussi appelée "four", à des températures comprises entre 150 et 540°C. Ce chauffage permet de favoriser la désorption des polluants fortement adsorbés sur les particules du sol et d'augmenter la tension de vapeur des composés peu volatils pour ensuite les volatiliser et les extraire en phase gazeuse. Les vapeurs émises lors du procédé sont ensuite récupérées et traitées.
Variantes	Unité rotative ou désorbeur rotatif à chauffage direct ; désorbeur rotatif à chauffage indirect ; unité "à vis" ; désorbeur rotatif à chauffage mixte ; unité "à tapis".

Répartition des coûts



Les filières hors site se caractérisent par l'absence de coûts directement liés à l'investissement. En effet, les investissements initiaux de l'installation se répercutent indirectement dans les charges récurrentes qui intègrent l'amortissement des installations pour l'opérateur de traitement.
Les charges liées à la consommation énergétique sont très importantes. De plus, cette technique engendre des coûts de maintenance assez élevés.
Le suivi environnemental est important mais sa part est réduite par rapport aux coûts de mise en œuvre. La valorisation des terres en une filière agréée peut engendrer un coût supplémentaire.

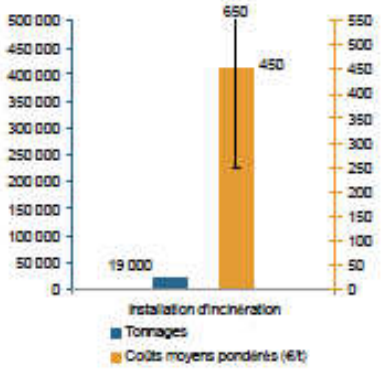
Analyse des critères de choix



Le coût de la désorption thermique hors site est élevé. En outre, le traitement hors site est plus avantageux que le traitement sur site pour des quantités inférieures à 25 000 tonnes. Pour de faibles tonnages, le traitement hors site est généralement moins coûteux car les frais d'installation et d'exploitation sont repartis sur l'ensemble des contrats.
La filière hors site permet de limiter les risques juridiques à long terme. Elle possède une bonne acceptation par les parties prenantes locales grâce à l'élimination de la source de pollution de l'environnement local.
Ce traitement thermique mis en œuvre est rapide et compatible avec une valorisation immobilière immédiate. Les résultats de traitement sont fiables et les risques d'aléas et de dérives de coûts sont faibles. En revanche, la filière ne garantie pas toujours une valorisation des terres traitées.
L'empreinte environnementale est peu satisfaisante à cause des émissions liées au transport des terres, des fortes consommations d'énergie et des rejets atmosphériques en sortie de procédé.

INSTALLATION D'INCINERATION

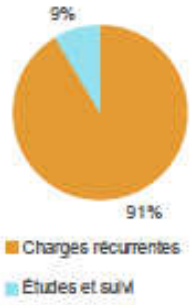
Chiffres clés 2006



Présentation de la filière

Type	Hors site
Famille	Physique
Synonymes	Aucun
Procédé	Le principe d'incinération est d'élever fortement la température du sol afin de convertir les polluants en dioxyde de carbone et vapeur d'eau ainsi qu'en différents résidus de combustion. La première étape est l'excavation, le séchage et le tamisage du sol. La seconde étape est l'incinération des particules de taille centimétrique. Un premier chauffage à 400°C permet la volatilisation et un second à 1000°C entraîne la destruction. Enfin, après refroidissement, le sol traité est remis en place.
Variantes	Dispositif à lit fluidisé, à circulation, technique infrarouge, four rotatif…

Répartition des coûts

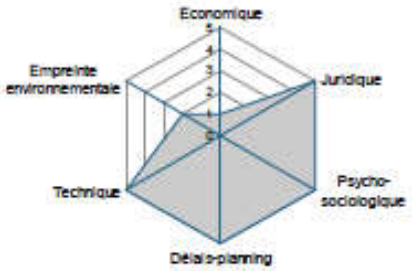


Les filières hors site se caractérisent par l'absence de coûts directement liés à l'investissement. En effet, les investissements initiaux de l'installation se répercutent indirectement dans les charges récurrentes qui intègrent l'amortissement des installations pour l'opérateur de traitement.

Les charges liées à la consommation énergétique sont très importantes. Cette technique engendre également des coûts de maintenance élevés.

Le suivi environnemental est important, notamment pour le traitement des fumées, mais sa part dans la répartition des charges est réduite. La valorisation des terres en une filière agréée peut engendrer des coûts supplémentaires.

Analyse des critères de choix



L'incinération est la technique la plus coûteuse. Les coûts sont extrêmement variables selon les polluants et leurs concentrations. Elle est généralement utilisée pour traiter des produits non traitables par les autres techniques.

Cette filière hors site permet d'éliminer les risques juridiques à long terme et son acceptation est bonne par les parties prenantes locales grâce à l'élimination de la source de pollution de l'environnement local.

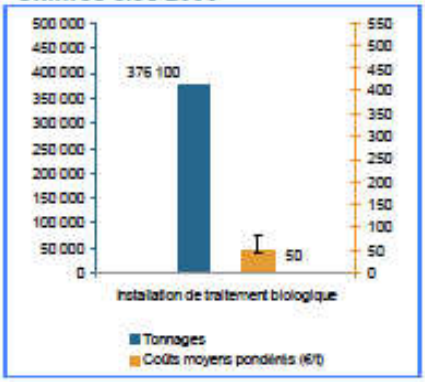
La mise en œuvre est rapide et compatible avec une valorisation immobilière immédiate possible.

C'est une technique maîtrisée et mature qui garantit des résultats de traitement fiables et limite les risques d'aléas et de dérives de coûts.

L'empreinte environnementale de ce traitement est relativement importante à cause des émissions liées au transport des terres excavées, des fortes consommations énergétiques et des rejets atmosphériques de l'installation.

INSTALLATION DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Chiffres clés 2006



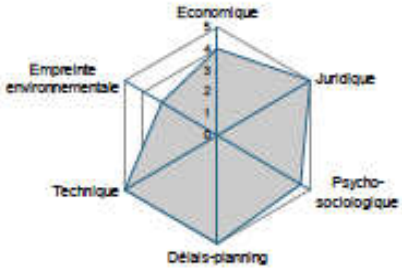
Présentation de la filière

Type	Hors site
Famille	Biologique
Synonymes	Biocentre ; biopile ; bioremédiation sur tertre ; biotertre.
Procédé	Cette technique consiste en la mise en tertres du sol puis en son traitement biologique. Le sol à traiter est préalablement préparé puis posé sur une semelle étanche dans laquelle est prévu un dispositif de collecte des lixiviats. Le traitement utilise des micro-organismes pour dégrader le polluant.
Variantes	Ventilation forcée des sols en tertres ; biodégradadation par andains.

Répartition des coûts

Les filières hors site se caractérisent par l'absence de coûts directement liés à l'investissement. En effet, les investissements initiaux de l'installation se répercutent indirectement dans les charges récurrentes qui intègrent l'amortissement des installations pour l'opérateur de traitement.
Le coût de mise en œuvre est important. Cela est lié aux opérations à effectuer pour constituer le tertre. Les charges liées aux consommables sont limitées à l'injection d'air ou de nutriments et au traitement des éventuels lixiviats collectés. Cette technique engendre des coûts de maintenance peu élevés. Néanmoins, un suivi analytique important est nécessaire pour suivre précisément la dégradation de la pollution ce qui permet d'optimiser l'ajout d'air ou de nutriments selon les bactéries présentes.

Analyse des critères de choix



La biodégradation est une technique relativement peu coûteuse et les prix du marché sont très uniformes. Ils varient néanmoins selon la nature des polluants à traiter.
En tant que traitement hors site, c'est une technique satisfaisante en terme de responsabilité juridique à long et bien acceptée des parties prenantes locales grâce à l'élimination de la source de pollution de l'environnement local.
Les techniques biologiques reposent sur des mécanismes de biodégradation complexes qui sont généralement très longs. Le temps de traitement est donc élevé et très variable selon l'objectif de dépollution à atteindre. Néanmoins, l'excavation des terres sur site permet une valorisation immobilière immédiate.
La biodégradation est une technique de traitement ancienne et largement utilisée. La multiplication des centres de traitement a favorisé sa mise en œuvre et son assise technique.
L'empreinte environnementale de ce traitement est limitée. Le seul point faible est lié aux émissions dues au transport des terres excavées.

RAPPORT FINAL

Recherche APPLIQUÉE

Analyses de circularité des méthodes de traitements des matières et des eaux contaminées

cttéi

EXPERT EN LA MATIÈRE

FICHE DE RENSEIGNEMENTS

N° DU RAPPORT : 2021/2022 525

Ce rapport a été préparé par le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) et les droits d'auteur appartiennent au CTTÉI. Il contient des informations confidentielles et ne peut être reproduit, cité, distribué, adapté ou traduit en tout ou en partie, ni être utilisé pour d'autres usages sans l'autorisation expresse du client.

Tous les efforts ont été déployés par le CTTÉI afin d'assurer l'exactitude de l'information incluse dans le rapport et les avis et opinions exprimés dans le rapport sont uniquement ceux du CTTÉI.

TITRE ET SOUS-TITRE

Analyses de circularité des méthodes de traitements des matières et des eaux contaminées

NOMBRE DE PAGES

50 pages + annexes

CLIENT

RSI Environnement

TYPE DE PROJET

Assistance technique

TYPE DE RAPPORT

Final - révisé

DATE DU RAPPORT

15 décembre 2021

PÉRIODE DE TRAVAIL

Avril — Octobre 2021

AUTEUR(S)

Mélissa Zbacnik-D'Antonio, CPI.
Mathieu Gosselin, ing., M.Sc.A
Julien Beaulieu, ing., M. ing.

COLLABORATEUR(S)

Pascal Lemoine, chimiste, M.Sc.
Ahmad Dirany, chimiste, Ph. D.
Félix Cadotte, M. Env., B.Sc.

SIGNATURES

Stagiaire en économie circulaire		Mélissa Zbacnik-D'Antonio, CPI.
Chercheur		Mathieu Gosselin, ing., M.Sc.A
Chercheur		Julien Beaulieu, ing., M. ing.

CENTRE DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE
EN ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE
3005, boul. de Tracy, Sorel-Tracy (Québec) J3R 1C2, Canada
450 551-8090, poste 3516
Info@cttei.com

WWW.CTTEI.COM

SOMMAIRE EXÉCUTIF

RSI Environnement opère un centre de traitement de sols contaminés et de matières dangereuses résiduelles utilisant un procédé de désorption thermique à haute température. Afin de pérenniser ses activités, RSI souhaite bonifier leurs autorisations actuelles pour traiter davantage d'intrants et opérer une deuxième unité de désorption thermique adaptée aux nouveaux intrants. Elle a sollicité le CTTÉI afin d'analyser les installations actuelles et projetées selon les principes de l'économie circulaire.

Le CTTÉI a réalisé deux études de circularité portant sur le traitement des résidus solides et le traitement des eaux contaminées respectivement. **Le procédé de RSI a été comparé à des alternatives selon quatre principes de l'économie circulaire : la réduction des flux, le ralentissement des flux, la création de boucles et la réduction des impacts** environnementaux, économiques et sociaux**.** Une méthodologie récemment développée par le CTTÉI a été utilisée et les grandes étapes sont présentées à la figure suivante.

Le tableau suivant résume les résultats de l'analyse sur le traitement des résidus solides en indiquant, pour chaque principe, le ou les options jugées préférables. Une comparaison similaire entre les installations actuelles et projetées de RSI sur le traitement des eaux contaminées a également été réalisée.

Principes de l'économie circulaire	RSI actuel	RSI projeté	Enfouissement	Incinération
Réduction des flux			✓	
Ralentissement des flux	✓	✓		
Création de boucles		✓		
Réduction des impacts		✓		

Au terme de cette analyse, quelle option est la plus circulaire ? La réponse à cette question dépend de l'importance relative accordée aux différents principes de l'économie circulaire. **Les procédés de RSI sont plus circulaires si une plus grande importance est attribuée au ralentissement des flux, à la création de boucles et à la réduction des impacts**. Toutefois, une méthode passive comme **l'enfouissement est préférable si une plus grande importance au principe de réduction des flux est attribuée**.

Pour améliorer la performance en économie circulaire de l'entreprise, les recommandations suivantes sont suggérées :

1. Favoriser la hiérarchie des 3RV-E pour la sélection des matières à traiter ;
2. Réduire la consommation des ressources ;
3. Optimiser le transport ;
4. Réduire la quantité d'énergie utilisée ;
5. Favoriser des boucles de recyclage à haute valeur ajoutée.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1
1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE 1
1.1. MÉTHODOLOGIE 2
1.1.1. MESURES DE LA CIRCULARITÉ DU CTTÉI 3
1.1.2. DOCUMENTATION DES SOURCES D'INFORMATIONS 5
2. ANALYSE DES MÉTHODES DE TRAITEMENT DES MATIÈRES CONTAMINÉES 5
2.1. REVUE DE LITTÉRATURE 5
2.1.1. GESTION DES SOLS CONTAMINÉS 5
2.1.2. GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES CONTAMINÉES 9
2.1.3. ANALYSE DE CIRCULARITÉ SIMILAIRE 10
2.2. CHAMP DE L'ÉTUDE 11
2.2.1. DÉFINITION DU SYSTÈME 11
2.2.2. FONCTION DU SYSTÈME 14
2.2.3. UNITÉ FONCTIONNELLE 14
2.2.4. DÉFINITION DES LIMITES DU SYSTÈME 15
2.3. CHOIX ET ÉVALUATION DES CRITÈRES DE CIRCULARITÉS 17
2.3.1. RÉDUIRE LES FLUX 17
2.3.2. RALENTIR LES FLUX 20
2.3.3. CRÉER DES BOUCLES 22
2.3.4. RÉDUIRE LES IMPACTS 24
2.4. PONDÉRATION DES CRITÈRES 29
2.5. RÉSULTATS 30
2.5.1. ANALYSE DE SENSIBILITÉ 32
3. ANALYSE DE TRAITEMENT DES EAUX CONTAMINÉES 34
3.1. REVUE DE LITTÉRATURE 34
3.2. CHAMP DE L'ÉTUDE 36
3.2.1. DÉFINITION DU SYSTÈME 37
3.2.2. FONCTION DU SYSTÈME 39
3.2.3. UNITÉ FONCTIONNELLE 39
3.2.4. DÉFINITION DES LIMITES DU SYSTÈME 39
3.3. CHOIX ET ÉVALUATION DES CRITÈRES DE CRICULARITÉ 41
3.3.1. RÉDUIRE LES FLUX 41

© 2021 CTTEI - Confidentiel

3.3.2. RALENTIR LES FLUX....43
3.3.3. CRÉER DES BOUCLES....43
3.3.4. RÉDUIRE LES IMPACTS....44
3.4. PONDÉRATION DES CRITÈRES....44
3.5. RÉSULTATS....44
3.5.1. ANALYSE DE SENSIBILITÉ....45
4. RECOMMANDATIONS BASÉES SUR LES PRINCIPES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE....47
CONCLUSION 50
RÉFÉRENCES 51

ANNEXES

ANNEXE 1	Sélection des indicateurs de circularité du CTTÉI pour l'analyse des matières contaminées
ANNEXE 2	Distances et distributions de tonnages de matières contaminées transportés chez RSI Environnement par région
ANNEXE 3	Pondération des indicateurs de circularité du CTTÉI pour l'analyse des matières contaminées
ANNEXE 4	Sélection des indicateurs de circularité du CTTÉI pour l'analyse des eaux contaminées
ANNEXE 5	Distances et distributions de tonnages d'eaux contaminées transportés chez RSI Environnement par région
ANNEXE 6	Pondération des indicateurs retenus de l'analyse de circularité des eaux contaminées

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLEAUX

TABLEAU 1 Liste multicritère des indicateurs de circularité du CTTÉI 4
TABLEAU 2 Critères génériques 6
TABLEAU 3 Applicabilité des traitements pour divers contaminants communs [4], [6]–[8] 7
TABLEAU 4 Descriptions et hypothèses posées pour les scénarios pour l'analyse de traitement des matières contaminées 12
TABLEAU 5 Type et concentration de contaminants par matières traitées par RSI Environnement 14
TABLEAU 6 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la réduction des flux 20
TABLEAU 7 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour le ralentissement des flux 22
TABLEAU 8 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la création des boucles 24
TABLEAU 9 Indices de circularité avec les résultats finaux par indicateur et par scénario 30
TABLEAU 10 Indices de circularité selon la modification de la pondération des indicateurs 32
TABLEAU 11 Indices de circularité sans pondération des indicateurs 33
TABLEAU 12 Indices de circularité sans la considération du transport 33
TABLEAU 13 Descriptions et hypothèses posées pour les scénarios pour l'analyse de traitement des eaux contaminées 38
TABLEAU 14 Type et concentration de contaminants dans les eaux traitées par RSI Environnement 39
TABLEAU 15 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la réduction des flux 42
TABLEAU 16 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la création des boucles 44
TABLEAU 17 Indices de circularité avec les résultats finaux par indicateur et par scénario 45
TABLEAU 18 Indices de circularité selon la modification de la pondération des indicateurs 46
TABLEAU 19 Indices de circularité sans pondération des indicateurs 46
TABLEAU 20 Indices de circularité sans la considération du transport 47

FIGURES

FIGURE 1 Description du cadre d'analyse de circularité — CTTÉI 2
FIGURE 2 Schéma des scénarios de l'analyse des matières contaminées 16
FIGURE 3 Schéma des scénarios de l'analyse des eaux contaminées 40

© 2021 CTTEI - Confidentiel

INTRODUCTION

L'entreprise RSI Environnement (RSI), située à Saint-Ambroise dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, opère un centre de traitement de sols contaminés et de matières dangereuses résiduelles utilisant un procédé de désorption thermique à haute température. Les contaminants visés par ce procédé sont principalement les hydrocarbures aliphatiques/aromatiques, les biphényles chlorés, les dioxines/furanes, les composés phénoliques, et les perpolyfluoroalkyles avec une efficacité de destruction mentionnée > 99,99 %. Selon le cas, les sols décontaminés sont ensuite destinés vers différentes utilisations, implantées ou en développement, telles : restauration de sites miniers, recouvrement journalier en lieu d'enfouissement technique (LET), fabrication de terreau, granulats pour béton, etc.

Afin de pérenniser leurs activités, RSI souhaite maintenant bonifier leurs autorisations actuelles pour traiter davantage d'intrants et, par la suite, opérer une deuxième unité de désorption thermique adaptée aux nouveaux intrants. Pour concrétiser cette vision, l'entreprise a réalisé une étude d'impact sur l'environnement de son projet, comme demandé par le MELCC, qui sera aussi soumis au BAPE. En complément de cette étude, RSI Environnement souhaitait obtenir l'analyse de la performance de ses opérations actuelles et projetées dans une perspective d'économie circulaire, et elle a sollicité le CTTÉI pour réaliser ce mandat.

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude était d'effectuer une analyse de circularité en considérant les principes d'économie circulaire. Plus spécifiquement, les objectifs étaient :

- Établir la performance circulaire actuelle du procédé en fonction des intrants autorisés et des débouchés mis en place.
- Établir la performance circulaire attendue à la suite de l'ajout d'une deuxième unité de désorption thermique, au traitement de nouveaux intrants et des débouchés mis en place.
- Établir la performance circulaire des autres options de gestion des intrants ciblés par RSI Environnement.
- Lorsque possible, comparer la performance du procédé de RSI avec celles des autres options de gestion.
- Apporter des recommandations pour maximiser les retombées environnementales des opérations de RSI, le cas échéant.

Les procédés de désorption thermique de RSI traitent quatre groupes de matières, soit les sols contaminés, les matières résiduelles dangereuses (MRD), les matières résiduelles non dangereuses (MRND) ainsi que les eaux contaminées. Afin d'avoir des scénarios comparables, deux analyses de circularité séparées ont été réalisées :

I. Analyse des méthodes de traitement des matières contaminées (incluants sols contaminés, MRD et MRND) ;
II. Analyse des méthodes de traitement des eaux contaminées.

Bien que la même unité soit utilisée pour traiter les deux groupes de matières, les options de comparaison diffèrent entre les résidus solides et liquides. Ce rapport est donc divisé en deux

© 2021 CTTEI - Confidentiel

parties : la section 2 explore l'évaluation des traitements des matières contaminées alors que la section 3 fait de même pour les traitements des eaux contaminées.

1.1. MÉTHODOLOGIE

À défaut d'une méthodologie standardisée pour réaliser des analyses de circularité, le CTTÉI propose une démarche qui s'effectue en six étapes, décrites à la Figure 1.

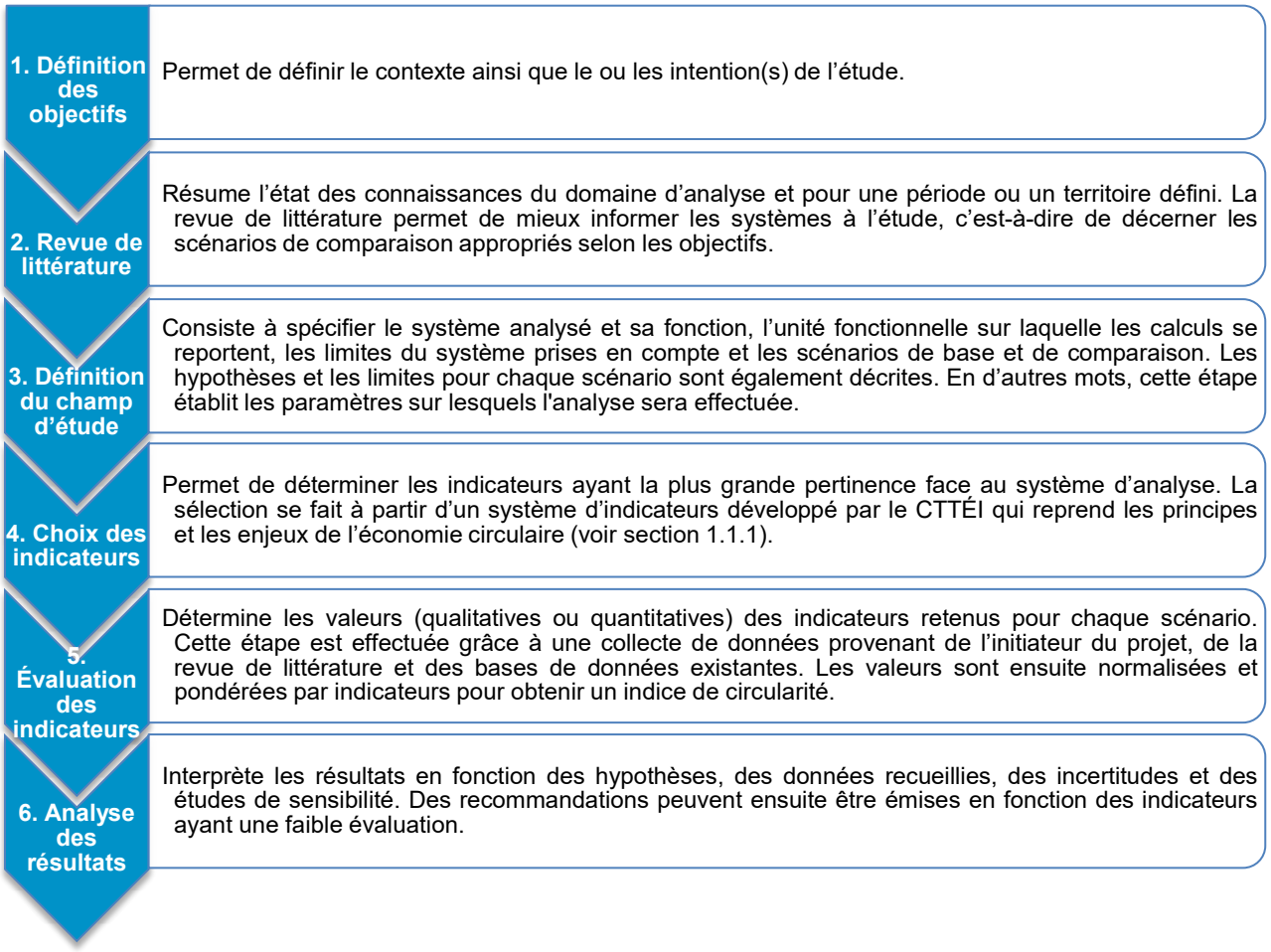


FIGURE 1 Description du cadre d'analyse de circularité — CTTÉI

Dans le cadre de ce rapport, les sections suivent cette structure pour les deux analyses de circularité effectuées. Les objectifs étant déjà définis, une revue de littérature est résumée aux sections 2.1 et 3.1 pour le traitement des matières contaminées et des eaux contaminées, respectivement. Les sections 2.2 et 3.2 présentent les champs de l'étude distincts. Les choix ainsi que les évaluations des indicateurs de circularité sont discutés aux sections 2.3 et 3.3. Après une brève discussion de la pondération des indicateurs aux sections 2.4 et 3.4, les résultats finaux sont dévoilés aux sections 2.5 et 3.5 pour chacune des analyses de circularité. Conforme aux objectifs, la section 4 présente les recommandations basées sur les principes d'économie circulaire.

1.1.1. MESURES DE LA CIRCULARITÉ — CTTÉI

À ce jour, il n'existe pas de mesure standardisée pour analyser la circularité d'un système, de sorte que le CTTÉI propose sa propre méthode avec des critères d'évaluation précis. Ainsi, une revue de la littérature a été préalablement faite sur les indices et les systèmes d'indicateurs liés aux principes de l'économie circulaire. Les références consultées incluent entre autres : *Circular Transition Indicators* (CTI), *Material Circularity Indicator* (MCI), *Circulytics*, Synergie Québec, Référentiel Elipse, *Framework for eco-industrial parks*, Cadre conceptuel et indicateurs pour la mesure de l'économie verte, etc.

La revue de littérature des systèmes d'indicateurs a permis de décerner les éléments fondamentaux, tels que les grands principes récurrents, les ressources souvent visées et les différents niveaux d'application possible. Tout d'abord, les principes ressortis en lien avec l'économie circulaire incluent :

- **La réduction des flux** (soit, diminuer la consommation de ressources à la source, avant même la conception et production de biens et de services) ;
- **Le ralentissement des flux** (soit, prolonger la durée de vie utile et la productivité des ressources contenues dans des biens et des services) ;
- **La création de boucles** (soit, recycler, composter et/ou valoriser énergétiquement les ressources en fin de vie) ;
- **La réduction des impacts** (soit, minimiser les impacts environnementaux, économiques et sociaux à travers le cycle de vie d'un bien ou d'un service).

Dans tous les cas, l'idée est de maximiser l'utilité des ressources déjà en circulation dans l'économie afin de minimiser le besoin de ressources vierges et les impacts en lien avec leurs extractions et consommations.

Ensuite, les ressources importantes visées impliquent surtout :

- La matière (intrants physiques, consommables, produits, matières résiduelles et déchets) ;
- L'énergie (électricité, vecteurs énergétiques et chaleur) ;
- L'eau (eau potable et eaux usées).

Finalement, les niveaux d'applications possibles des analyses de circularité sont soit à l'échelle :

- Nano (produit, procédé et service) ;
- Micro (entreprise, organisation, établissement et site) ;
- Méso (chaîne de valeur, symbiose industrielle, parc industriel et secteur) ;
- Macro (ville, région administrative, province et pays).

Chacun de ces éléments a informé le CTTÉI et lui a permis de développer une liste multicritère pour analyser la circularité de systèmes à différents niveaux d'application selon les grands principes de l'économie circulaire. Le Tableau 1 identifie la liste d'indicateurs organisée par principe et leurs enjeux, et par type de ressources. Étant donné que le rapport traite des procédés de gestion de matières et d'eaux contaminées, le tableau présenté ci-dessous est ajusté à l'échelle des produits et services.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

La direction désirée est également illustrée pour chaque enjeu et indicateur afin de démontrer l'orientation menant à un système davantage circulaire. Bref, cette approche permet ainsi de concrétiser les théories d'économie circulaire en créant des critères précis sur lesquels la circularité d'un système peut être évaluée.

TABLEAU I Liste multicritère des indicateurs de circularité — CTTÉI

		RESSOURCES		
PRINCIPE/ENJEU	**DIRECTION DÉSIRÉE**	**MATIÈRE (kg)**	**ÉNERGIE (MJ)**	**EAU (m^3)**
Réduire les flux				
Extraction et consommation	↓	Intrants vierges	Énergie non renouvelable	Eau potable
Ralentir les flux				
Allongement de la durée de vie des produits	↑	Durée de vie des produits		
Productivité	↑	$\frac{\text{Revenus}}{\text{Intrant vierge}}$ $\frac{\text{Revenus}}{\text{Matières éliminées}}$	$\frac{\text{Revenus}}{\text{Énergie non renouv.}}$	$\frac{\text{Revenus}}{\text{Eau potable}}$
Créer des boucles				
Boucles	↑	Produits recirculés Déchets recirculés	Chaleur fatale réutilisée	Eau traitée ou recyclée
Réduire l'impact				
Impact environnemental	↓	Empreinte matière	Empreinte énergétique	Empreinte en eau
	↓	Empreinte carbone Autres indicateurs environnementaux		
Impact économique	↑	Économies Autres indicateurs économiques		
Impact social	↑	Emplois circulaires Autres indicateurs sociaux		

Bien qu'il existe d'autres méthodes pour évaluer la circularité, les projets du CTTÉI impliquent des organisations de secteurs d'activité variés. Le système d'indicateurs proposé est donc défini de manière large pour pouvoir être appliqué et personnalisé à un ensemble de cas. De plus, l'approche multicritère permet de mieux décerner les disparités spécifiques et de cibler les améliorations aux systèmes par la suite. Dans certaines instances, il pourrait toutefois être avantageux d'utiliser un index de circularité, d'où l'étape finale de l'approche du CTTÉI de consolider les évaluations des indicateurs et de calculer un indice de circularité.

1.1.2. DOCUMENTATION DES SOURCES D'INFORMATIONS

Comme discuté à l'étape 4 de la Figure 1, un choix des critères est effectué à partir du système d'indicateurs du CTTÉI présenté au Tableau 1. Cette sélection est faite en tenant compte de la pertinence des indicateurs par rapport aux systèmes comparés et les objectifs de l'étude. Une rencontre en début de mandat (08/04/21) a permis d'assurer la compréhension commune des tâches à réaliser et de raffiner la liste de critères à évaluer. La sélection des indicateurs est justifiée et détaillée à la section 2.3 du rapport.

Par la suite, les informations et les données pour caractériser (qualitativement et quantitativement) les indicateurs sélectionnés sont recueillies de RSI ou de sources secondaires. Le logiciel *OpenLCA* (version 1.10.3) a également servi pour réaliser une analyse du cycle de vie, ce qui permet d'informer certains indicateurs. La modélisation des procédés provient de la base de données *Ecoinvent* (version 3.7.1 APOS). L'analyse porte-à-porte prend en considération la substitution de production de matière vierge et intègre l'étape de la recirculation des matières. Les méthodes d'impact d'analyse de cycle de vie utilisées sont *ReCiPe Midpoint (H)* et *Cumulative Energy Demand* (ou demande énergétique cumulée).

Bien entendu, les informations obtenues directement du client sont privilégiées. Une série d'hypothèses conservatrices sont posées pour les données jugées partielles ou manquantes.

2. ANALYSE DES MÉTHODES DE TRAITEMENT DES MATIÈRES CONTAMINÉES

2.1. REVUE DE LITTÉRATURE

Afin de mieux définir le contexte dans lequel les services offerts par RSI s'intègrent, il est pertinent d'avoir une vue d'ensemble sur les pratiques actuelles utilisées pour la gestion des matières contaminées (sols et matières résiduelles) au Québec. La présente section fait donc un bref survol des options et technologies disponibles actuellement dans la province pour gérer ces matières problématiques.

2.1.1. GESTION DES SOLS CONTAMINÉS

Au Québec, les grandes lignes entourant la gestion des sols contaminés sont définies dans le *Guide d'intervention — Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* [1]. On y retrouve l'intégralité des informations entourant les différents types de contaminants réglementés, leurs teneurs maximales (critères génériques), et les consignes entourant la gestion des sols contaminés. Les teneurs maximales de contaminants permises sur un site varient en fonction de la vocation de ce dernier. Le Tableau 2 présente les trois critères génériques utilisés pour la classification de sols contaminés au Québec :

TABLEAU 2 Critères génériques pour sols contaminés

Critère	Définition
A	Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification pour paramètres organiques.
B	Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation résidentielle, récréative et institutionnelle.
C	Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation commerciale et pour des terrains à usage industriel.

L'annexe I du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (RESC) [2], présente quant à elle la valeur limite à laquelle un sol contaminé peut être enfoui, sans prétraitement préalable, dans des lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés.

En fonction des types de contaminants présents, et de leurs teneurs dans les sols, différentes options de traitement sont actuellement disponibles au Québec. Deux grandes avenues sont envisageables, soient le traitement des sols ou leur enfouissement dans un centre autorisé. Le traitement peut être fait sur le lieu même du site contaminé, ou bien les sols peuvent être envoyés vers un centre de traitement externe accrédité par le MELCC. Actuellement, le Québec possède 31 centres de traitements accrédités [3]. Les méthodes de traitement varient toutefois grandement en fonction du type de contaminants à traiter.

Traitement de contaminants organiques

Dans le cas où les seuls contaminants problématiques seraient de nature organique, plusieurs méthodologies de traitements permettent une réhabilitation efficace des sols. Les méthodes de traitement utilisées par les centres de traitement externes incluent notamment : la biodégradation, le lavage de sols, l'oxydation chimique et la désorption thermique.

Biodégradation/Bioventilation/Biopile : Optimisation des conditions permettant de favoriser les réactions de biodégradation aérobique, tout en minimisant la volatilisation des contaminants. En optimisant différents paramètres (taux d'humidité, pH, saturation en oxygène, etc.) afin de stimuler l'activité biologique des sols, il est possible de dégrader efficacement de nombreux composés organiques [4]. L'efficacité de cette méthode dépend toutefois fortement du degré de biodégradabilité des contaminants [5]. La grande majorité des centres de traitement accrédités au Québec utilisent de tels procédés biochimiques afin de dégrader les contaminants organiques dans les sols, et ainsi abaisser leurs concentrations à des niveaux permettant leur réutilisation. Il s'agit de la technologie de traitement la plus courante dans la province.

Oxydation chimique : Utilisation d'agents oxydants (ex. peroxyde d'hydrogène, ozone, permanganate [sodium, potassium, etc.], etc.) afin de dégrader différents contaminants organiques via des réactions d'oxydation. Les conditions plus agressives permettent une meilleure dégradation de divers contaminants organiques problématiques (chlorobenzène, phénols, etc.) par rapport aux technologies basées sur la biodégradation [6]. Du fait qu'elle implique l'ajout d'agent d'oxydants, cette technologie est toutefois plus coûteuse et complexe à mettre en place que les technologies de biodégradation conventionnelle. Plus couramment utilisée *in situ*, certains centres de traitement offrent tout de même des systèmes permettant le traitement *ex situ* de sols contaminés excavés.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Lavage de sols : Mélange de sols contaminés avec une solution de lavage permettant le transfert de la contamination vers la phase aqueuse. La chimie de la solution varie grandement en fonction du type de contaminants à retirer des sols. Une fois traités, les sols peuvent être gérés en fonction de leur nouvelle teneur en contaminants, et la solution de lavage traitée/disposée en fonction de la réglementation environnementale en vigueur. Cette technologie n'est toutefois pas encore très courante à l'échelle industrielle au Québec, par la grande spécificité des solutions et la grande flexibilité nécessaire pour traiter efficacement le large spectre de contaminants pouvant se retrouver dans les sols. Par exemple, l'efficacité de ce traitement peut diminuer drastiquement lorsqu'appliqué à des sols ayant une granulométrie fine (ex. argile et silt). Un seul centre agréé offre actuellement des services de lavage de sols dans la province. La gestion des différents effluents de traitement peut aussi s'avérer complexe et coûteuse [7].

Désorption thermique : Chauffage de sols contaminés à haute température (315 à 540 °C) afin de permettre la volatilisation de contaminants organiques et certains métaux possédant un faible point d'ébullition (plomb, mercure, etc.) [8]. Des unités de combustion secondaires peuvent être ajoutées afin d'assurer la destruction complète de contaminants persistants tels les dioxines et les furannes. RSI possède les seules installations de désorption thermique accréditées de la province. Cette technologie est en mesure de traiter simultanément une vaste gamme de contaminants organiques et permet la destruction complète de composés organiques persistants (BPC, pesticides, etc.). L'importante consommation énergétique associée à la volatilisation des contaminants, et la consommation d'eau et de réactifs pour le traitement des effluents gazeux en font toutefois une technologie plus coûteuse que d'autres alternatives en vente sur le marché. La désorption thermique est donc généralement utilisée pour traiter des sols contaminés par des composés que les autres traitements (biologique et chimiques) ne sont pas en mesure de traiter de manière efficace.

Un résumé de l'applicabilité des différents traitements énumérés pour certains contaminants communs est présenté au Tableau 3.

TABLEAU 3 Applicabilité des traitements pour divers contaminants communs [4], [6]–[8]

Contaminants	Biopiles	Lavage de sols	Oxydation chimique	Désorption thermique
Biphényles polychlorés (BPC)				
Chlorobenzène				
Composés inorganiques non métalliques				
Composés phénoliques				
Explosifs				
Hydrocarbures aliphatiques chlorés				
Hydrocarbures aromatiques monocycliques				
Hydrocarbures aromatiques polycycliques				
Hydrocarbures pétroliers				
Métaux				
Pesticides				

Légende : Rouge = Ne s'applique pas ; Jaune = Avec restrictions ; Vert = S'applique

Il est possible de constater que les méthodes les plus utilisées pour le traitement des sols au Québec (biopiles et oxydation chimique) présentent une efficacité limitée pour nombres de contaminants, notamment ceux d'origine inorganique. Plusieurs contaminants organiques complexes (HAP, BPC, HAC, pesticides, etc.) sont aussi récalcitrants à ces modes de traitement. Pour ces contaminants, la technologie de désorption thermique peut s'avérer être l'une des rares avenues permettant la destruction définitive des composés organiques problématiques. Le lavage des sols, quoique théoriquement applicable à une vaste gamme de contaminants,

© 2021 CTTEI - Confidentiel

présente plusieurs freins opérationnels qui inhibent son utilisation à grande échelle au Québec (notamment, la spécificité des solutions de lavage et la granulométrie des sols à traiter). En ce sens, il n'existe donc pas, actuellement, d'installations fixes dans la province en mesure de traiter efficacement l'intégralité des contaminants identifiés au Tableau 3. Ceci limite donc significativement son application pour la réhabilitation à grande échelle de sols contaminés au Québec.

Traitement de contaminants inorganiques

Afin de gérer des sols avec de fortes teneurs en contaminants métalliques, peu d'options sont actuellement disponibles au Québec. Les méthodes de traitement utilisées par les rares centres externes habilités à traiter des contaminants inorganiques sont la ségrégation physico-chimique, le lavage de sols et l'encapsulation (solidification).

Ségrégation physico-chimique : Séparation des différents constituants ou phases d'un sol en fonction de propriétés physico-chimiques distinctes. Par exemple, le tamisage peut permettre de séparer les sols en fonction de leurs différences granulométriques [9]. Sachant que les métaux ont tendance à s'accumuler dans les silts et les argiles [10], il est possible dans certains cas de retirer les contaminants problématiques d'un sol en retirant les fractions granulométriques les plus fines. Les fractions ségréguées, ne présentant plus de contaminants en teneurs problématiques, peuvent ainsi être valorisées en fonction de leur nouveau statut réglementaire.

Lavage de sols : La même technologie de lavage de sol utilisée pour la solubilisation de contaminants organiques peut être utilisée pour traiter des contaminants inorganiques. Effectivement, l'utilisation d'une solution acide peut permettre le retrait de plusieurs contaminants métalliques présents dans les sols. Les effluents acides et riches en métaux générés par cette opération doivent toutefois être gérés selon la législation environnementale provinciale [7].

Encapsulation/Solidification : Ajout d'agents chimiques permettant la stabilisation et l'inertage de contaminants divers. Par exemple, l'ajout de composés cimentaires peut encapsuler les métaux dans la matrice du sol, réduisant ainsi significativement les risques que ceux-ci peuvent poser [11]. Contrairement aux autres méthodes de traitement, les contaminants ne sont donc pas retirés de la matrice des sols, mais demeurent présents (sous forme inerte) après le traitement. Cette méthode de traitement, dispendieuse, est généralement réservée aux sols particulièrement problématiques et pouvant présenter des risques pour la santé ou l'environnement.

Considérant le fait que les métaux ne peuvent être dégradés, les méthodes de traitement pour les contaminants inorganiques ne peuvent que diminuer leur toxicité, ou isoler la fraction problématique des sols, réduisant ainsi significativement la quantité de sols considérés comme étant contaminés. Si les concentrations demeurent trop importantes dans la matrice du sol après le traitement, la seule option disponible demeure actuellement l'enfouissement.

Enfouissement

Il y a actuellement 5 lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés conformes au RESC au Québec [12]. Il s'agit d'une option couramment utilisée pour gérer des sols contaminés par certains composés récalcitrants aux technologies de réhabilitation couramment utilisées dans les centres de traitement accrédités. On y retrouve donc

© 2021 CTTEI - Confidentiel

principalement des sols contaminés aux métaux et aux composés organiques complexes tels les pesticides, HAP, BPC, etc. Si les concentrations de contaminants dépassent les valeurs de l'annexe I du RESC, il peut être nécessaire de traiter les sols en question avant de les enfouir. Dans certains cas, l'inertage des contaminants via un procédé d'encapsulation/solidification peut être utilisé afin de minimiser les risques associés à l'enfouissement de ces matières.

Toutefois, dans son Plan d'action 2017-2021 [13], le MDDELCC indique clairement que l'enfouissement des sols devrait être une option utilisée en dernier recours. Effectivement, considérant le fait que cette méthode ne permet aucune valorisation des sols, et implique des suivis environnementaux à long terme pour les sites d'enfouissement, celle-ci est considérée comme non durable. Dans ce contexte, il est donc primordial de poursuivre le développement et le financement de technologies alternatives permettant un traitement efficace et rentable de ces contaminants problématiques.

2.1.2. GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES CONTAMINÉES

Tout comme pour les sols contaminés, le niveau de contamination d'une matière résiduelle a une incidence directe sur les méthodes de traitement applicables pour sa gestion. Les détails législatifs entourant le sort des matières résiduelles contaminées au Québec sont définis dans le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles* et le *Règlement sur les matières dangereuses.*

Au Québec, plusieurs compagnies offrent des services clé en main de collecte et de gestion de matières résiduelles dangereuses (ex. Terrapure, *Clean Harbors*, Veolia). Ces entreprises possèdent généralement les installations (dans la province ou à l'étranger) et l'expertise nécessaire pour gérer une multitude de contaminants problématiques et/ou dangereux (ex. solvants, pesticides, BPC, etc.). Les matières résiduelles contaminées sont généralement acheminées à un centre de transfert, où les matières sont triées, mélangées et entreposées avec des matières similaires d'autres provenances. Lorsqu'une certaine quantité de matière est atteinte, la catégorie en question est gérée de façon optimale en fonction de sa contamination. Ces centres réalisent certaines opérations simples à leurs installations (ex. neutralisation acide/base) et envoient le reste des matières contaminées à des centres externes spécialisés (ailleurs au Québec ou à l'extérieur de la province). Des autorisations ministérielles sont toutefois nécessaires pour le transport, l'entreposage et l'exportation de certains contaminants particulièrement problématiques (ex. BPC) [14].

Ainsi, les entreprises spécialisées en gestion de matières résiduelles contaminées peuvent offrir plusieurs services, notamment : la régénération d'huiles usées, le recyclage de solvants, la stabilisation/solidification ou l'incinération de matières dangereuses. Un survol des technologies permettant le traitement ou la disposition finale de ces matières, disponibles au Québec, est présenté à la section suivante.

Incinération : Chauffage de matières résiduelles à des températures élevées (plus de 1 000 °C) via l'action de brûleurs alimentés par une source d'hydrocarbures (ex. gaz naturel). Technologie anciennement utilisée pour la gestion de matières résiduelles dangereuses au Québec (ex. : incinérateur de Mercier), elle est maintenant uniquement réservée aux déchets domestiques de certaines villes où un incinérateur est encore en fonction (ex. Ville de Québec). Même en étant efficace pour détruire la grande majorité des contaminants organiques, son importante consommation énergétique, sa génération de sous-produits difficiles à gérer (ex. : cendres de

© 2021 CTTEI - Confidentiel

grilles) et de gaz toxiques (mercure, dioxines, furanes, etc.) en font un choix de moins en moins populaire pour la gestion de matières résiduelles dangereuses au Canada. Les centres de transfert qui envoient des matières contaminées se faire incinérer doivent donc les faire parvenir à des installations à l'extérieur de la province. Dans certains cas, la chaleur émise par la combustion des matières à traiter est récupérée et utilisée pour la production d'énergie électrique (*waste to energy)*, permettant ainsi d'améliorer l'efficacité énergétique globale du procédé.

Stabilisation/Solidification : Tout comme pour les sols, il est possible d'inerter plusieurs contaminants problématiques via l'ajout de matières cimentaires. Sans permettre la destruction à proprement parler des contaminants, ces technologies peuvent permettre l'enfouissement de certaines matières, en vertu des *Lignes directrices sur la gestion des matières résiduelles et des sols contaminés traités par stabilisation et solidification*. Au Québec, Stablex offre de tels services à leurs installations de Blainville. Les cellules où sont entreposées les matières stabilisées font l'objet d'un rigoureux suivi environnemental à long terme [15].

Désorption thermique : La technologie utilisée pour volatiliser les contaminants organiques des sols est aussi utilisable pour le traitement de matières contaminées diverses. Il peut s'agir d'une excellente alternative à l'expédition et l'incinération à l'étranger pour certaines matières contaminées problématiques (ex. transformateurs électriques contaminés aux BPC). La technologie peut aussi être utilisée afin de gérer divers contaminants émergents, tels les PFAS, présents dans des effluents aqueux usés [16]. Contrairement à la stabilisation, la désorption thermique offre l'avantage de détruire de façon efficace et sécuritaire les contaminants présents, et n'implique pas de suivi environnemental à long terme.

2.1.3. ANALYSES DE CIRCULARITÉ SIMILAIRES

Une revue de littérature est effectuée pour identifier les analyses de circularité qui ont été faites sur la performance des traitements de matières contaminées, et qui abordent le traitement par désorption thermique. Étant donné qu'une analyse basée sur les principes d'économie circulaire n'est pas encore une pratique répandue, il n'est pas surprenant qu'aucun article à cet égard n'ait été trouvé. Toutefois, il existe des analyses de cycle de vie qui évaluent la désorption thermique en comparaison avec d'autres méthodes de traitement [17], [18]. Une étude menée en Alberta évaluant des systèmes similaires à ce rapport a comparé six technologies ex situ de remédiation des sols, incluant l'excavation et l'élimination, l'excavation et l'incinération, la désorption thermique, l'extraction des vapeurs du sol, la bioremédiation et le lavage des sols [19]. Un des objectifs du rapport est de déterminer, par la méthodologie d'analyses de cycle de vie, la technologie ayant la catégorie d'impact *Changement climatique* (CC) le plus faible. Les résultats démontrent que la désorption thermique aurait la plus faible incidence sur les émissions de GES et ainsi sur les CC. Sinon, l'impact du cas de l'incinération est le plus élevé [19].

Par ailleurs, RSI Environnement a collaboré en 2010 et en 2018 avec la Chaire en éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi pour faire une analyse de développement durable. Dans l'étude de 2010 , la grille de la Chaire en éco-conseil est utilisée parmi d'autres outils pour évaluer diverses méthodes de traitement des sols contaminés aux polluants organiques persistants (POP). Les scénarios de comparaison incluent l'enfouissement, l'oxydation chimique, l'incinération et le traitement biologique. [20]. Les résultats sommaires de cette étude sont joints à la présente analyse de circularité afin d'étoffer l'évaluation du principe de la réduction d'impact.

L'étude de 2018 est plutôt un bilan environnemental pour les années 2005 à 2016. Elle fait un suivi des actions posées par l'entreprise RSI et un suivi des recommandations du rapport 2010. Elle évalue également la conformité règlementaire des systèmes de gestion environnementale, des sols contaminés et décontaminés, du procédé, de la qualité d'air ambiant et de l'eau, et du dépôt au sol. Le rapport effectue aussi un bilan des émissions des gaz à effet de serre de l'entreprise. [21] Bien que complète, cette étude n'a pas la même portée que le rapport actuel et n'est donc pas prise en considération.

2.2. CHAMP DE L'ÉTUDE

2.2.1. DÉFINITION DU SYSTÈME

La performance des méthodes de traitement des matières problématiques (c.-à-d. des sols contaminés, matières résiduelles dangereuses [MRD] et non dangereuses [MRND]) est à l'étude dans les prochaines sous-sections du rapport. Les systèmes analysés incluent (1) le procédé actuel de désorption thermique de RSI (2) celui comprenant l'ajout de la nouvelle unité ainsi que (3) l'enfouissement et (4) l'incinération.

Les scénarios modélisant RSI font usage de la méthode de traitement de désorption thermique (DT). Comme discuté, la désorption thermique est un traitement principalement utilisé pour la décontamination de sols contaminés puisqu'il permet généralement leur recirculation sur le marché suite au traitement. Les mêmes systèmes peuvent être utilisés pour traiter les MRD et les MRND. Les MRD ont d'ailleurs souvent un pouvoir calorifique élevé les permettant de substituer une partie de l'énergie nécessaire pour chauffer les matières lors du traitement.

Comme méthode alternative pour les matières contaminées, il y a peu d'options qui permettent un traitement simultané des sols, MRD et MRND. C'est la raison pour laquelle les scénarios de comparaison retenus et les systèmes à l'étude sont ceux de l'enfouissement et de l'incinération. L'enfouissement est une pratique courante dans la mesure que les matières enfouies respectent le *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* et le *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*. L'incinération est surtout une option lorsque la nature ou la concentration des contaminants sont difficiles à gérer pour respecter les normes gouvernementales, ce qui permet de justifier un traitement énergivore. Cette option n'est pas une pratique courante au Québec — à l'exception de la ville de Québec et du milieu biomédical — mais demeure une alternative qui permet de détruire un grand nombre de contaminants.

Le Tableau 4 décrit chacune des méthodes de gestion retenues. Les scénarios sont également établis en formulant des hypothèses, qui seront identifiées dans ce tableau.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 4 Analyse des traitements des matières contaminées — Descriptions et hypothèses posées pour les scénarios

#	Scénario	Description	Hypothèses
1	RSI (procédé actuel)	Le procédé de DT actuels de RSI incorpore plusieurs étapes, soit : 1. Réception et pesée des matières ; 2. Entreposage et prétraitement ; 3. Conditionnement et homogénéisation ; 4. Décontamination des matières par DT à haute température — les contaminants sont désorbés, détruits dans une chambre de combustion secondaire et redirigés dans une tour de refroidissement où de l'eau, de la chaux hydratée et du charbon activé sont injectés ; 5. Refroidissement et réhydratation des matières solides ; 6. Entreposage post-traitement ; 7. Analyse des matières traitées ; 8. Recyclage ou enfouissement selon les normes de qualité des sols et des matières résiduelles du Québec — tout ce qui est recouvrement journalier ou déchet ultime est envoyé au lieu d'enfouissement technique (LET) d'Hébertville-Station.	Étant donné que les bilans de masse sont calculés en fonction des nouveaux permis, l'analyse de la circularité pour les procédés actuels de RSI est effectuée avec ces données. Les bilans de masse des années précédentes ne sont donc pas utilisés.
2	RSI avec ajout de la 2e unité (procédé projeté)	Les installations de DT projetés de RSI incluent les mêmes étapes qu'énumérées ci-dessus autant pour l'unité actuelle que pour la nouvelle unité. À cette dernière, RSI compte toutefois intégrer un sous-procédé pour réutiliser les eaux décontaminées de leur traitement physico-chimique[1] pour limiter l'usage d'eau propre potable dans leur traitement de DT. Il compte également introduire un sous-procédé pour recirculer la chaleur générée au cours de leur traitement thermique dans celui-ci.	Il est supposé que toute la quantité d'eaux décontaminées soit recirculé dans le système de DT. De plus, pour estimer la quantité de chaleur réutilisée, le rapport de *Dutch Incinerators* est utilisé. À l'heure actuelle, ces deux sous-procédés ne sont pas concrétisés dans les plans de la 2e unité, mais leurs mises en place sont supposées dans l'analyse.

[1] Cette méthode de traitement des eaux contaminées n'est pas incluse dans les scénarios de RSI des deux analyses de circularité effectuées par le CTTÉI, puisque l'accent est mis sur le traitement de DT de RSI. Toutefois, le sous-produit créé par le traitement physico-chimique est de l'eau décontaminée pouvant être recirculé dans les procédés de désorption physique.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

#	Scénario	Description	Hypothèses
3	Enfouissement	Le scénario de l'enfouissement simule le cas où la matière problématique est transportée des sites de contamination aux sites d'élimination autorisés. Au Québec, il y a des lieux d'enfouissement techniques (LET) pour les matières résiduelles et des lieux d'enfouissement réservés pour les sols contaminés (LESC). Deux LET desservent chaque région administrative de la province, tandis que quatre LESC desservent l'intégralité de la province. Ce scénario représente une pratique courante pour les matières résiduelles et les sols contaminés autorisés, soit l'excavation et l'enfouissement direct.	Il est important de préciser qu'un prétraitement est nécessaire dans le cas d'une contamination par matières résiduelles dangereuses et par amiante selon la réglementation québécoise. Bien que les intrants aux options de gestions des matières contaminées incluent les MRD, il est supposé qu'aucun prétraitement n'est appliqué pour limiter les inconnus. Ainsi, les évaluations de cette option ne sont pas toujours représentatives de la réalité.
4	Incinération	Le scénario de l'incinération est calqué sur les procédés du Centre de traitement Swan Hills en Alberta, puisqu'il cible les mêmes matières et un marché similaire. Les étapes de celui-ci incluent : 1. Réception et inspection des matières ; 2. Décontamination par incinération à haute température — les émissions sont traitées pour répondre aux normes gouvernementales ; 3. Stabilisation des cendres de combustion en les mélangeant avec du ciment ; 4. Enfouissement des matières stabilisées dans le site d'enfouissement sur place de classe 1.	Les informations disponibles en ligne sur ce centre sont utilisées pour modéliser les procédés d'incinération dans *OpenLCA*. Ainsi, aucun captage ni transformation de la chaleur produite n'est spécifié et toutes matières extrants sont enfouies sur site. Ce scénario est aussi conforme avec l'idée que les principaux compétiteurs décontaminent jusqu'au niveau acceptable pour l'enfouissement. Les mêmes distances parcourues et modes de transport que le RSI sont supposées pour les matières problématiques reçues du centre de Swan Hills.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

2.2.2. FONCTION DU SYSTÈME

La fonction du système permet d'établir une base de comparaison pour l'ensemble des scénarios analysés. De manière simple, l'ensemble des technologies analysées permettent le traitement en fin de vie des matières problématiques.

En réalité, les matières gérées proviennent de différentes sources et sont ainsi composées d'un grand nombre de contaminants à des concentrations variables. Aux fins de ce rapport, une distribution généralisée des polluants est utilisée pour chaque groupe de matière et provient des informations de RSI. Ainsi, leurs compositions sont illustrées au Tableau 5. Le type de contaminant *hydrocarbure* comprend les polluants de nature pétrolière, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), et les produits chimiques BTEX, soit benzène, toluène, éthylbenzène et xylène. Le type de contaminant *polluants organiques persistants ou toxique* inclut les biphényles polychlorés (BPC), les dioxines et les furanes, les pesticides, les perpolyfluoroalkyles (PFAS) et les solvants chlorés.

La concentration des polluants varie énormément d'un envoi à l'autre. Il est donc supposé que leurs concentrations distinctes excèdent de 15 % les seuils tolérables au Québec pour les sols et les MRD [22]. Pour les MRND, il est considéré que les matières sont contaminées à 20 % puisqu'elles ne seraient pas envoyées chez RSI si la contamination était très faible. Pour chaque matière traitée, les informations obtenues sur le type de contaminant traité et leur concentration typique sont utilisées pour calculer une concentration moyenne de contaminants ce qui simplifie la modélisation des scénarios. Le tout est représenté dans le Tableau 5.

TABLEAU 5 Type et concentration de contaminants par matières traitées par RSI Environnement

	Sol		MRD		MRND	
Type de contaminant	**Proportion (%)**	**Concentration (%)**	**Proportion (%)**	**Concentration (%)**	**Proportion (%)**	**Concentration (%)**
Hydrocarbures	50	0,101	70	0,143	20	-
POP ou toxique	50	0,042	20	0,017	-	-
Inflammable	-	-	10	0,005	-	-
Autres (plastique, bois, papier)	-	-	-	-	80	-
Concentration totale de contaminants		**0,071**		**0,101**		**0,2**

2.2.3. UNITÉ FONCTIONNELLE

L'unité fonctionnelle (UF) est un concept utilisé en analyse du cycle de vie pour définir une base de comparaison entre différents produits ou services analysés [23]. Afin d'acheminer la fonction du système, **l'unité fonctionnelle sur laquelle cette analyse de circularité se base est de 50 000 t. m. de matières contaminées gérées**. Bien que cette quantité de matière soit inférieure à celle traitée par RSI par année, elle demeure une valeur qui est facilement comparable dans les différents scénarios. D'ailleurs, la quantité de matière traitée varie d'une année à l'autre, donc il est supposé que cet UF soit une quantité minimum que RSI peut facilement maintenir. Tous les calculs et les résultats ont été remis sur cette quantité de matières.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

2.2.4. DÉFINITION DES LIMITES DU SYSTÈME

Le système à l'étude est délimité de la porte au tombeau (« gate-to-grave »), soit à partir de la collecte des matières contaminées jusqu'à la valorisation ou l'élimination de la matière. Pour les scénarios actuels et projetés de RSI (scénario 1 et 2 respectivement), les éléments considérés incluent le transport initial des matières vers le site de RSI, le prétraitement, le traitement par désorption thermique, le post-traitement et la recirculation en matière de substitution à la matière vierge. Pour l'enfouissement (scénario 3), les éléments considérés incluent le transport au lieu autorisé d'enfouissement pour les sols contaminés (LESC) et au lieu d'enfouissement technique (LET) pour les matières résiduelles acceptées. Le processus et les impacts de l'enfouissement sont également considérés. Pour l'incinération (scénario 4), les éléments incluent le transport vers le site d'incinération et le procédé d'incinération. Les impacts environnementaux qui précèdent la collecte des matières ainsi que ceux suivant leur recirculation, le cas échéant, sont exclus de l'analyse. La Figure 2 illustre les limites de chaque scénario retenu en suivant le flux de matière à travers les systèmes.

Comme mentionné plus haut, le traitement des eaux contaminées sera analysé séparément à la section 3. En suivant quelques hypothèses, une partie de la consommation de ressources a été attribuée au traitement des résidus solides (sols, MRD et MRND) et la différence a été attribuée au traitement des eaux contaminées.

Les scénarios évalués incluent des boucles de recyclage : le procédé de RSI permet d'éviter l'extraction ou la production de ressources vierges. Pour prendre en considération les impacts positifs reliés à ces boucles, une expansion des frontières du système est préconisée. Pour vulgariser, les impacts environnementaux évités, reliés à la production de matières vierges sont soustraits des impacts environnementaux des procédés de traitement.

L'ensemble des processus qui contribuent à un pourcentage seuil de moins de 5 % aux indicateurs de circularité ont été exclus.

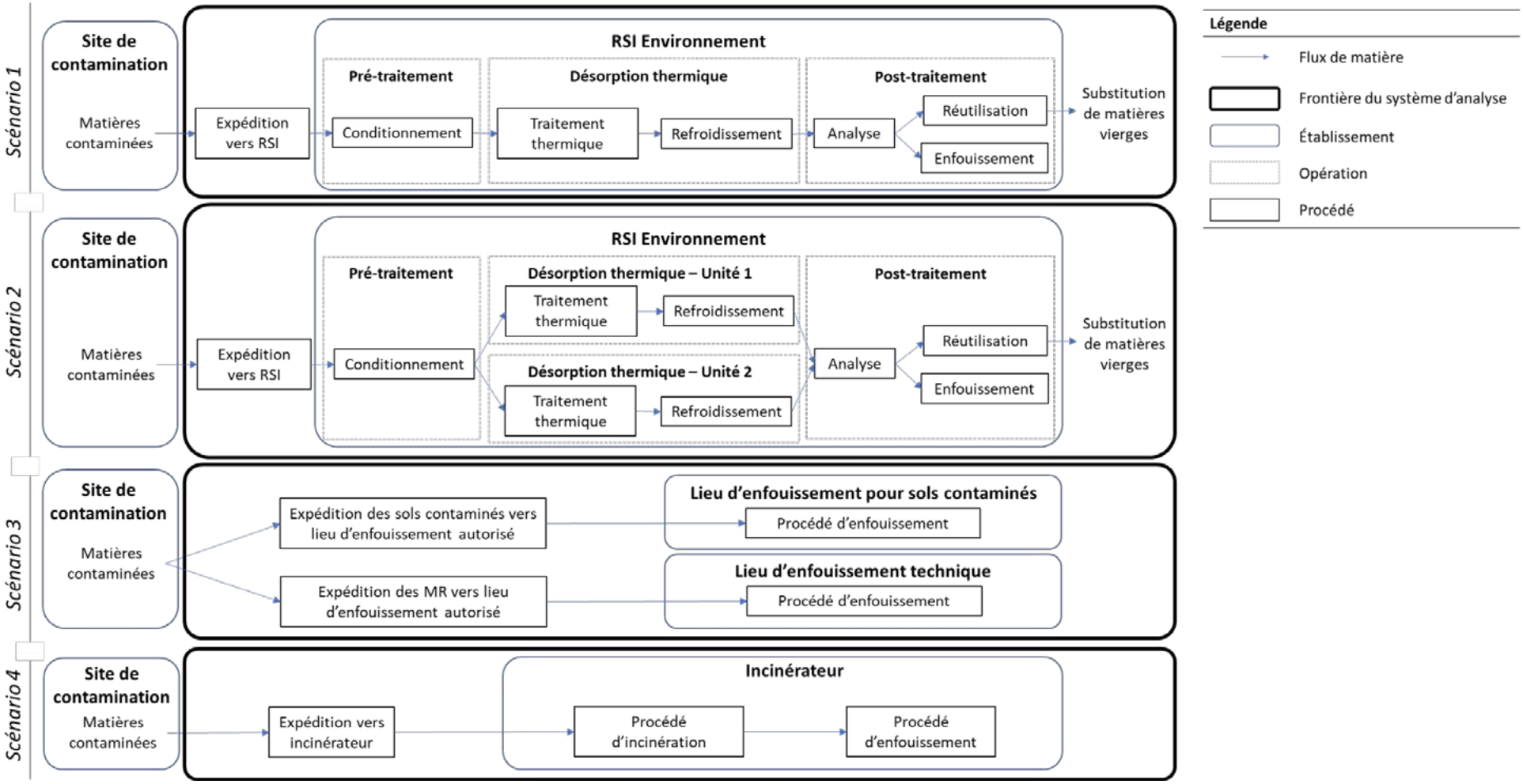


FIGURE 2 Schéma des scénarios de l'analyse des matières contaminées

© 2021 CTTEI - Confidentiel

2.3. CHOIX ET ÉVALUATION DES CRITÈRES DE CIRCULARITÉ

À partir de la liste multicritère du CTTÉI (Tableau 1), les indicateurs de circularité pertinents sont sélectionnés pour l'analyse spécifique des scénarios de RSI et ceux de comparaison. Le sommaire de ce travail est démontré à l'Annexe 1. Pour chaque principe de l'économie circulaire, les indicateurs retenus sont identifiés et détaillés dans cette section. Afin d'assurer une fluidité du rapport, les informations utilisées pour mesurer les indicateurs ainsi que les évaluations sont également présentées par principe.

2.3.1. RÉDUIRE LES FLUX

La réduction des flux s'inscrit dans les principes fondamentaux de l'économie circulaire. L'idée est de repenser, dès la conception d'un système, aux différentes méthodes pour diminuer la consommation de ressources tout en préservant les écosystèmes. Dans le contexte de ce rapport, l'analyse se porte sur quatre méthodes de traitement en fin de vie des matières contaminées, sans considérer l'étape de leur production ni de leur utilisation. Le principe de la réduction des flux doit donc être internalisé en considérant les différentes matières vierges, énergie non renouvelable et eau potable utilisées dans les méthodes de traitements. Étant donné qu'elles nécessitent ces ressources, les enjeux considérés sont ceux de l'extraction (ou production) et de la consommation de ces dernières. Les indicateurs ainsi retenus examinent les *quantités utilisées de matière vierge*, *d'énergie non renouvelable* et *d'eau potable.* Pour accroitre la circularité des procédés, il est souhaitable de diminuer ces quantités.

Extraction et consommation de matière vierge

Pour l'indicateur de la quantité de matières vierges utilisée, les intrants dans les procédés de DT de RSI incluent la chaux hydratée et le charbon. Avec l'ajout de la nouvelle unité, le sel de bicarbonate sera également utilisé et la somme des intrants est plus élevée dans ce scénario que pour le scénario actuel de RSI. Ces matières vierges sont consacrées à la neutralisation des polluants autant dans le traitement des matières que dans celui des eaux contaminées. Seule la fraction allouée à la décontamination des polluants dans les matières est considérée. Pour ce faire, les pourcentages de contamination des sols, des MRD, des MRND et des eaux ont été mesurés par rapport à leurs apports dans les unités de DT. Ainsi, 33 % des polluants viennent des trois groupes de matières (sols, MRD et MRND). Il est supposé que 33 % des intrants vierges ajoutés aux procédés de DT vont vers la neutralisation des matières provenant des sols, MRD et MRND plutôt que les eaux usées. Ce pourcentage est utilisé pour les deux scénarios de RSI, car il est supposé que les concentrations de polluants ne changent pas avec l'ajout de la nouvelle unité.

Pour les scénarios d'enfouissement et d'incinération, il est supposé que la quantité de matière vierge soit négligeable.

Production et consommation énergétique

Pour l'indicateur de la quantité d'énergie non renouvelable consommée, le transport des matières ainsi que l'énergie nécessaire pour les traitements sont inclus dans les limites du système analysé. Pour chacun des scénarios, ces deux éléments sont modélisés dans *OpenLCA* avec la base de données *Ecoinvent*. L'indicateur est mesuré à l'aide de la méthodologie d'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) *Demande énergétique cumulative*.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Apport du transport : Les données de transport (provenance par région, distance moyenne parcourue, moyen de transport utilisé, et tonnages transportés) ont été fournies par l'entreprise. L'origine des MRND n'étant pas présentée dans les documents transmis en début de mandat, RSI affirme qu'elles sont de sources locales et régionales puisque d'autres entreprises offrant des services de gestion sont présentes sur les autres territoires. Il est donc supposé que 40 % proviennent de la région de Saguenay–Lac-Saint-Jean, 25 % de la Côte-Nord, 25 % de la ville de Québec et 10 % du reste du Québec. De plus, il est supposé que la distribution attendue de la provenance des matières contaminées pour le scénario 2 est la même que pour le scénario 1. L'Annexe 2 présente les informations utilisées pour calculer le transport des scénarios de RSI actuel et projeté, soit le mode de transport, la distance moyenne parcourue et les tonnages par région.

Suivant le traitement de matières par DT, le transport de la fraction allant à l'enfouissement est également inclus dans les limites du système. Les matières envoyées comme recouvrement journalier ou comme déchet ultime vont au LET d'Hébertville-Station à environ 50 km de RSI.

Pour le scénario de l'enfouissement, le transport est estimé en supposant une distance de parcours d'environ 150 km. Ceci s'explique par le fait qu'il y a quatre lieux d'enfouissement autorisés pour les sols contaminés desservant tout le Québec et au moins un lieu d'enfouissement technique (LET) dans chaque région administrative de la province. Il est également supposé que les distances géographiques soient similaires en dehors du Québec. Pour le scénario d'incinération, les mêmes distances moyennes estimées que les scénarios de RSI sont utilisées puisque le scénario simule les opérations du Centre de traitement de Swan Hills, Alberta. Si le choix de l'incinération est fait, de grandes distances devront être parcourues pour le traitement et, à défaut de stipuler des valeurs, l'équivalent aux cas de RSI est supposé. Les distances parcourues par barge sont toutefois redistribuées entre le camion et le train pour la région visée. De plus, il est supposé que le transport vers l'enfouissement en aval de l'incinération soit négligeable, car l'entreprise le fait sur place.

Apport des méthodes de traitement : Concernant les scénarios de DT chez RSI, il est important de faire une distinction entre la quantité d'énergie non renouvelable nécessaire pour le traitement des matières solides par rapport à celle utilisée pour le traitement des eaux contaminées. RSI ne possédant pas de données sur ce paramètre, il a été nécessaire de poser différentes hypothèses afin de déterminer le pourcentage de l'énergie provenant de la combustion du propane transféré à la phase aqueuse du flux de matière à traiter. Selon RSI, pour un débit d'intrant à traiter de 10 t/h, il est possible de supposer que la teneur moyenne en eau du flux de matière à traiter soit de 20 %. En supposant que l'intégralité de cette eau est chauffée jusqu'à la température d'opération du procédé RSI (1 100 °C), à pression ambiante, il est possible d'estimer les besoins énergétiques de cette opération de chauffage à environ 2,5 MW. Connaissant les données de consommation de propane du procédé (140 kg/h), et le pouvoir calorifique de ce carburant, il est possible d'estimer la quantité maximale d'énergie disponible dans ce flux de carburant, soit environ 1,8 MW. À partir de ces données, il est donc possible de statuer que l'intégralité de l'énergie fournie par le propane représente seulement 71 % des besoins énergétiques nécessaires pour le chauffage des eaux (eaux contaminées et teneur en eau des sols). Le reste de l'énergie provient donc des réactions de combustion associées aux matières organiques présentes dans le flux de matières à traiter de RSI.

En vertu de ces hypothèses et ces calculs, l'énergie provenant du propane n'est pas considérée dans la mesure de cet indicateur pour l'analyse de traitement des matières contaminées ; elle est plutôt entièrement intégrée à celui-ci pour l'analyse de traitement des eaux contaminées (section 3). Ceci s'applique autant pour le scénario de RSI actuel que projeté. Par ailleurs, l'énergie non renouvelable des procédés du LET d'Hébertville-Station est incluse dans les limites du système et s'applique seulement à la fraction de matières envoyées à celui-ci.

Des procédés d'enfouissement et d'incinération sont déjà modélisés par la base de données *Ecoinvent*. Des ajustements ont été faits aux procédés afin de les rendre conformes aux scénarios spécifiques.

Extraction et consommation d'eau

RSI utilise de l'eau provenant de la nappe phréatique locale dans la tour de refroidissement et pour refroidir les sols post-traitement. L'entreprise compte incorporer les eaux décontaminées par leur procédé physico-chimique avec l'ajout de la nouvelle unité, et ainsi réduire les besoins en eau sous-terraine de leur futur procédé de DT. Il est supposé que toute l'eau traitée par procédé physico-chimique soit utilisée dans la tour de refroidissement, car cette dernière requiert plus de volume que pour la réhumidification des sols. Pour les deux scénarios de RSI, le pourcentage de polluants provenant des matières contaminées, soit 33 %, est considéré pour bien représenter l'apport d'eau propre allant vers ceux-ci dans la tour de refroidissement.

Pour les scénarios d'enfouissement et d'incinération, la quantité d'eau potable a été mesurée avec les modèles développés dans *OpenLCA*. Le critère d'analyse d'impact de cycle de vie utilisé est celui de l'eau prélevée (*ReCiPe Midpoint*). L'enfouissement demeure le scénario exigeant le moins d'eau propre sachant qu'un prétraitement n'a pas été considéré pour cette option.

Évaluation de la réduction des flux

Le Tableau 6 illustre les résultats de l'analyse de circularité pour le principe d'économie circulaire de la réduction des flux. Il est organisé avec les enjeux et les indicateurs de circularité. Pour chaque indicateur, il spécifie si une augmentation ou une diminution est souhaitable.

Pour les tableaux 7, 8 et 9, le type d'évaluation (quantitative ou qualitative) est spécifié quand les indicateurs sont retenus pour l'analyse. Lorsque l'évaluation est quantitative, une unité de mesure et une valeur concordante sont indiquées. Lorsque l'évaluation est qualitative, l'échelle ci-dessous est utilisée :

TABLEAU 6 Échelle utilisée pour les évaluations qualitatives

Échelle qualitative	
0	Non évalué ou non applicable
1	Valeur très faible
2	Valeur faible
3	Valeur moyenne
4	Valeur élevée
5	Valeur très élevée

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Les indicateurs non retenus et donc non évalués sont identifiés en gris. Le scénario ayant le meilleur résultat par indicateur est indiqué en vert. L'échelle ci-dessus ainsi que le code de couleur sont utilisés pour toutes les évaluations d'indicateur de ce rapport.

TABLEAU 7 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la réduction des flux

						Évaluation des scénarios			
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Retenu ?**	**Type d'évaluation**	**Unité**	**RSI actuel**	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Réduire les flux									
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	↓	Oui	Quantitative	t. m.	210	670	0	0
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	↓	Oui	Quantitative	MJ	5,17 E+07	5,28 E+07	1,52 E+07	5,26 E+07
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	↓	Oui	Quantitative	m^3	2,22 E+04	2,26 E+04	8,94 E+02	2,80 E+04

Selon le Tableau 7, l'enfouissement requiert le moins de ressources non circulaires (vierge, non renouvelable ou potable) et obtient conséquemment de meilleurs résultats. Cependant, ceci n'est vrai que lorsqu'aucun prétraitement n'est nécessaire, ce qui n'est pas toujours le cas. En effet, le scénario de RSI projeté a une grande quantité de matières vierges comparé aux autres scénarios, car celui-ci intègre le bicarbonate comme agent de neutralisation aux gaz émis de la chambre de DT. Il faut reconnaître que l'augmentation des ressources est justifiée par le traitement des émissions, permettant ensuite la recirculation des extrants (voir sections suivantes). De plus, la quantité d'énergie non renouvelable demeure assez similaire entre les scénarios qui effectuent de grandes distances de transport ; le plus avantageux des trois étant le scénario de RSI actuel. Ensuite, la quantité d'eau potable nécessaire est de deux ordres de grandeur plus faible dans le cas de l'enfouissement. Encore une fois, les autres scénarios ont des quantités consommées similaires avec le cas de RSI actuel étant le plus désirable des trois.

Pour le scénario de RSI projeté, il est à noter que, même avec la substitution d'eau propre par l'eau traitée sur place, une plus grande quantité d'eau propre est nécessaire pour ce scénario. Ceci s'explique par le fait que plus d'eau est utilisée avec l'ajout de la nouvelle unité selon le bilan de masse procuré par le client, particulièrement dans la tour de refroidissement.

2.3.2. RALENTIR LES FLUX

Après la réduction des flux, le ralentissement des flux est un autre principe clé de l'économie circulaire. Les enjeux adressés sont l'allongement de la durée de vie des produits et de leurs composants et la productivité des ressources (matière, matières résiduelles, énergie et eau). La prolongation de la vie utile de biens considère la durée de vie de ces derniers dans la mesure qu'un bien durable ne devra pas être remplacé aussi rapidement qu'un bien non durable. En conséquence, les ressources pour le produire pourront être exploitées en moins grande quantité et/ou à une fréquence réduite — ce qui ralentit les flux de ressources. Les effets d'un ralentissement des flux peuvent être mesurés par un indicateur de productivité, qui compare les résultats d'une activité aux intrants utilisés. Plus précisément, elle est mesurée à partir du ratio

entre les revenus ou les prix de vente et les ressources non circulaires consommées (intrants vierges, énergie non renouvelable, eau potable) ou les matières résiduelles générées. Plus la productivité est élevée, plus la création de valeur se détache de la consommation de ressources ou de la génération de matières résiduelles.

Lorsque l'analyse de circularité porte sur la gestion d'un produit en fin de vie (c.-à-d. sols, MRD et MRND), les indicateurs en lien avec l'allongement de la durée de vie des produits ainsi que la productivité des ressources non circulaires sont moins pertinents. En d'autres mots, les matières problématiques faisant l'objet de l'analyse sont déjà à la fin de leur vie utile. Il est alors question de prolonger la vie utile des solides en réduisant la quantité de matière éliminée. Ainsi, l'enjeu retenu pour le ralentissement des flux est la productivité des matières résiduelles, dont l'indicateur associé est *le revenu par quantité de matière éliminée* (en $/kg).

Productivité de la matière résiduelle

Cet indicateur est calculé à partir du ratio entre les revenus moyens de l'entreprise et la quantité de matières éliminées par unité fonctionnelle. Une productivité élevée est désirable, ce qui est accompli avec des revenus importants et/ou très peu de matière éliminée.

Une considération importante est que les matières traitées envoyées comme recouvrement journalier ne sont pas considérées comme matières recirculées ou valorisées, puisque la durée de vie utile de celles-ci ne sera pas prolongée dans le vrai sens des principes d'économie circulaire. Les matières seront enfouies, que ce soit comme recouvrement journalier ou comme déchet ultime. De plus, il existe des matériaux alternatifs de recouvrement [24]. Ceux-ci devraient possiblement être priorisés aux matières et sols décontaminés qui auraient d'autres débouchés actuellement au Québec.

Les revenus tirés de RSI pour le traitement des matières (incl. sols MRD et MRND) sont estimés à 600 $/t. m. Les revenus pour la vente de terreaux et d'autres sous-produits sont considérés comme négligeables. La distinction entre le scénario de RSI actuel et projeté se fait avec la quantité de matière éliminée ; environ 47 % de la matière est envoyé à l'enfouissement pour le scénario 1 tandis que celui-ci est à 50 % pour le scénario 2.

Actuellement, il n'y a pas de coûts de redevance pour les sols contaminés au Québec, même si le MELCC en discute depuis quelques années [13]. Aussi, les MRD ne peuvent être enfouies. Les revenus tirés des lieux d'enfouissement proviennent donc uniquement de la redevance des MRND au Québec. Un coût conservateur pour l'enfouissement de 75 $/tonne est utilisé. Dans ce scénario, la totalité des matières est enfouie.

À défaut d'information sur les revenus de traitement de matières contaminées, les mêmes données que celles de RSI sont supposées pour le scénario de l'incinération. Également, la totalité des matières est enfouie.

Évaluation du ralentissement des flux

Le Tableau 8 illustre les résultats pour le principe d'économie circulaire retenu du ralentissement des flux, où le ratio est calculé entre les revenus et les matières éliminées.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 8 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour le ralentissement des flux

						Évaluation des scénarios	Évaluation des scénarios		
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Retenu ?**	**Type d'évaluation**	**Unité**	**RSI actuel**	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Ralentir les flux									
Allongement de la durée de vie des produits	Durée de vie des produits	↑	Non						
Productivité matière	Revenus/Intrants vierges	↑	Non						
Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	↑	Oui	Quantitative	$/t. m.	1292	1220	10	612
Productivité énergétique	Revenus/Énergie non renouvelable	↑	Non						
Productivité en eau	Revenus/Eau potable	↑	Non						

Selon le tableau ci-dessus, la productivité de la matière résiduelle résultante illustre que le scénario de RSI actuel est le plus avantageux, suivi de près par le scénario RSI projeté. Même si le revenu utilisé dans le cas de l'incinération est identique à celui de RSI, l'intégralité de la matière est éliminée par l'incinérateur. Ceci explique une évaluation de productivité deux fois plus faible que celles de RSI. Ensuite, le ratio de la productivité pour l'enfouissement est significativement plus faible, car les revenus sont faibles et la quantité de matière éliminée est élevée.

2.3.3. CRÉER DES BOUCLES

La création de boucles est un principe d'économie circulaire qui permet de valoriser le retour de ressources (matière recirculée, chaleur fatale réutilisée et eau traitée ou recyclée) dans leurs cycles économiques ou naturels. Ce principe peut s'appliquer aux boucles de matière, d'énergie et d'eau. Pour les boucles de matière, la matière considérée peut impliquer un produit, un composant d'un produit ou les déchets générés. Dans le contexte de création de boucles, un produit (ou une partie d'un produit) est considéré recirculé s'il est remanufacturé, recyclé ou composté. Les déchets[2] sont considérés recirculés s'ils sont recyclés à l'interne, recyclés à l'externe ou mis en synergie. Autrement, un produit ou des déchets sont considérés éliminés s'ils sont enfouis ou incinérés sans valorisation énergétique. Les boucles de matières comprennent aussi les produits et les matières résiduelles subissant une valorisation énergétique.

Pour les boucles d'énergie, la proportion considérée de l'énergie consommée par l'entreprise est celle de la chaleur fatale réutilisée, que ce soit à l'interne ou à l'externe. L'intention est de diminuer la quantité de chaleur fatale non valorisée. La chaleur utile faisant partie d'un produit n'est pas considérée.

Pour les boucles d'eau, il y a différentes classifications d'extrants d'eau, soit l'eau contenue dans les produits, l'eau non traitée et ne se conformant pas aux exigences légales, l'eau recyclée à

[2] Le terme « déchet » est utilisé pour englober les matières résiduelles, les résidus miniers, les matières visées par une RÉP, etc.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

l'interne ou à l'externe, et l'eau traitée à l'interne ou à l'externe. Dans tous les cas, l'objectif est que les eaux usées soient au minimum traitées et de préférence recyclées.

Deux nouveaux indicateurs pertinents s'ajoutent à cet enjeu : *niveau de qualité des sols traités* et *potentiel de valorisation des sous-produits*. Ces derniers cherchent à bonifier davantage les activités de décontamination et de recirculation des matières gérées par RSI.

Boucles de déchets

Pour l'évaluation des déchets recirculés, les matières traitées atteignant les critères <A et A-B ainsi que les extrants de métaux sont considérés recirculés dans les scénarios de RSI. Avec l'ajout de la deuxième unité de DT, la quantité de sols traités ne change pas et ainsi, il y aura un peu moins de déchets recirculés relativement à l'ensemble de la matière contaminée entrante. Cependant, une augmentation des métaux dans les matières traitées est attendue. En d'autres mots, le pourcentage de matière valorisée passe de 53 % à 50 %. Par ailleurs, aucune matière n'est considérée recirculée dans les scénarios d'enfouissement et d'incinération.

Pour l'indicateur du niveau de qualité de sols traités, l'évaluation est effectuée de manière qualitative et ne considère que la fraction des sols de matières contaminées gérées. En se fiant aux principes de circularité, seuls les sols de qualité <A et A-B sont considérés recirculés alors que les autres (B-C, >C et carbone minéralisé se retrouvant dans fraction >C) ne le sont pas, car ils sont enfouis comme déchets ou recouvrement journalier. Les scénarios actuels et projetés de RSI ont respectivement 69 % et 67 % de sols recirculés avec peu ou sans contrainte. Ainsi, l'évaluation qualificative est de valeur élevée (4). Pour le scénario d'enfouissement, la situation est non-applicable (0). Pour le scénario d'incinération, les matières décontaminées sont envoyées à l'enfouissement comme recouvrement journalier, ce qui représente un niveau très faible de valorisation (1).

Pour le potentiel de valorisation des sous-produits, l'évaluation est effectuée de manière qualitative et considère toutes les matières contaminées. La proportion de ces dernières pouvant être revendue comme sous-produits inclue celle de critère <A et A-B. Elles peuvent être utilisées pour le terrassement, les travaux routiers, le remplissage de terreaux, la fabrication de béton, etc. Les métaux peuvent également être valorisés. Plus il y a de ces matières, plus grand le potentiel de valorisation des sous-produits. Dans les scénarios de RSI, même si l'ajout du nouveau procédé n'entraine pas une hausse des quantités de sols traités, le potentiel de valorisation ne diminuera pas significativement. Le pourcentage de matière avec potentiel passe de 53 % à 50 %, donc les deux scénarios ont une évaluation moyenne (3). Le potentiel de valorisation pour l'enfouissement et de l'incinération est très faible (1), puisqu'il n'y a pas de séparation de matières permettant la valorisation de sous-produits.

Boucles énergétiques

Pour l'évaluation de la quantité de chaleur réutilisée, il a été considéré que RSI compte ajouter un système pour capter une partie de la chaleur émise par leur procédé avec l'ajout de la nouvelle unité. En supposant sa mise en œuvre, une efficacité globale de 22 % peut être estimée à partir des données présentées dans le rapport de *Dutch Incinerators*. Le tout est remis sur le pourcentage d'intrants de matières contaminées, soit 74 %, pour distinguer la proportion de chaleur recirculée dans cette analyse. Pour les autres scénarios, il n'y a pas d'indication de captage et de réutilisation de la chaleur dans les procédés.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Boucles d'eau

Pour l'évaluation des eaux traitées ou recyclées, RSI compte substituer de l'eau de la nappe phréatique par les eaux décontaminées de leur procédé physico-chimique avec la nouvelle unité. Il est supposé que toutes les eaux décontaminées soient réutilisées dans le procédé de DT (10 000 m^3 en 2020). La mesure de cet indicateur est comparée à l'apport de contaminants provenant des intrants solides, soit 33 %. Les autres scénarios n'ont pas de boucles d'eau.

Évaluation de la création de boucles

Le Tableau 9 illustre les résultats de l'analyse de circularité pour le principe d'économie circulaire de la création de boucles.

TABLEAU 9 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la création des boucles

						Évaluation des scénarios			
Principe/ Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Retenu ?**	**Type d'évaluation**	**Unité**	**RSI actuel**	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Créer des boucles									
Boucles de produit	Proportion du produit recirculée	↑	Non						
Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	↑	Oui	Quantitative	kg	2,60 E+04	2,50 E+04	0	0
	Niveau de qualité des sols traités	↑	Oui	Qualitative		4	4	0	1
	Potentiel de valorisation des sous-produits	↑	Oui	Qualitative		3	3	1	1
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	↑	Oui	Quantitative	kW	0	1,00 E+03	0	0
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	↑	Oui	Quantitative	m^3	0	6,70 E+03	0	0

Les indicateurs présentés considèrent la formation de boucle de matière, d'énergie et d'eau, ainsi que la quantité de ressources recirculées dans l'économie. Pour les indicateurs de la quantité et la qualité des déchets recirculés et de leur potentiel de valorisation, les procédés de DT de RSI actuels et projetés ont beaucoup mieux performé que les traitements d'enfouissement et d'incinération. Grâce à la nouvelle unité, le traitement de RSI projeté a une évaluation très favorable pour les indicateurs de quantités de chaleur et d'eau recirculées.

2.3.4. RÉDUIRE LES IMPACTS

Certaines études sur les indicateurs d'économie circulaire choisissent de garder l'analyse des impacts environnementaux, sociaux et économiques séparée afin de distinguer l'analyse de cycle

© 2021 CTTEI - Confidentiel

de vie à l'analyse de la circularité. Afin de concevoir une liste multicritère complète, le CTTÉI considère la réduction des impacts environnementaux, économiques et sociaux comme étant des principes importants de circularité.

L'évaluation en développement durable de différents traitements de sols contaminés a déjà été réalisée dans le cadre d'une étude de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) en 2010. Les scénarios de comparaison incluent l'enfouissement, l'oxydation chimique, l'incinération et le traitement biologique [20]. Développée par la Chaire, la grille utilisée évalue plusieurs critères organisés par objectif thématique. Ces objectifs s'inscrivent ensuite dans quatre pôles de développement durable, soit le pôle éthique, écologique, économique et social. Pour chaque pôle, l'idée est de mesurer les impacts des méthodes de traitements des sols contaminés. Les résultats sommaires de l'étude de la Chaire sont joints à la présente évaluation de circularité afin d'en étoffer l'analyse. Les résultats du pôle éthique n'ont pas été intégrés, puisque les différences entre les scénarios sont mineures.
Certaines hypothèses diffèrent toutefois de celles posées dans la présente analyse, de sorte que des modifications ont été effectuées pour rendre conformes les évaluations de la Chaire. Ces différences sont principalement attribuables à l'évolution des procédés entre les deux analyses. Par souci de transparence, les variations entre l'étude de la Chaire et celle-ci sont présentées au Tableau 10.

TABLEAU 10 Variations entre les études de la Chaire en Éco-conseil et du CTTÉI

Variation	Étude de la Chaire en Éco-conseil	Analyse de circularité du CTTÉI
Intrants analysés	Sols contaminés seulement	Sols contaminés, MRD et MRND
Type de contaminants considérés	Polluants organiques persistants	Tous les types de polluants traités par RSI dans les matières contaminées
Proportion des intrants analysés qui peuvent être recirculés chez RSI	90 % (considère les sols seulement et considère possiblement que les sols envoyés comme recouvrement journalier sont recirculés)	52,6 % actuellement et 49,8 % avec l'ajout de la nouvelle unité
Considération de l'ajout de la nouvelle unité de désorption thermique de RSI	Non	Oui

Étant donné ces divergences importantes, les résultats des scénarios d'intérêts (désorption thermique, enfouissement et incinération) des trois pôles retenus ont donc été remis sur l'échelle qualitative du Tableau 6 et ajustés en fonction des hypothèses de la présente analyse. La transformation des données est expliquée plus en détail dans les prochaines lignes.

Comme indiqué au Tableau 1, le système d'indicateur du CTTÉI inclut plusieurs indicateurs pour mesurer ce principe. Sachant que la grille de la Chaire en Éco-conseil aborde déjà la plupart des indicateurs, ceux du CTTÉI ne sont pas retenus pour le principe de réduction des impacts. Ceci permet alors d'éviter des redondances et d'alléger l'analyse de circularité.

Impact environnemental

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Les objectifs thématiques évalués dans le cadre du pôle écologique de l'étude de la Chaire incluent :

- *Utilisation prioritaire des ressources renouvelables sous le seuil de leur renouvelabilité*
- *Utilisation judicieuse des ressources non renouvelables*
- *Maintien des extrants de l'activité humaine sous la capacité du support du milieu*
- *Maintien de la biodiversité*
- *Réduction des polluants affectant globalement la biosphère*

Il est à noter que les deux premiers objectifs chevauchent la présente analyse, puisque ce sont des enjeux en économie circulaire. Néanmoins, ils font partie de l'évaluation globale écologique et permettent de mesurer les impacts environnementaux.

Ainsi, pour chaque méthode de traitement des sols retenus dans leur analyse, plusieurs critères sont évalués à l'intérieur des objectifs. Ensuite, elles sont pondérées selon l'importance accordée au critère et compilées pour offrir un résultat final (en %) par pôle de développement durable. Puisque ce résultat reflète l'évaluation globale d'un pôle, une valeur élevée est plus souhaitable. Le résultat de la désorption thermique pour le pôle écologique a été le plus élevé avec 52 %. L'incinération et l'enfouissement ont obtenu 20 % et 18 % respectivement.

Afin que ces résultats soient conformes à la présente analyse, ils sont ajustés, normalisés et remis sur l'échelle qualitative du Tableau 6. Ensuite, dans le cas de la désorption thermique – qui émule le scénario de RSI actuel – l'évaluation élevée est largement due à la considération que 90 % des intrants contaminés sont recercelés, alors que la présente analyse considère que c'est plutôt 53 % pour le scénario de RSI actuel. En fonction de ces suppositions, ce scénario à une évaluation de 4 sur 5. Alternativement, le scénario de RSI projeté compte créer des boucles d'énergie et d'eau avec la nouvelle unité, ce qui améliorerait des critères importants du pôle écologique. Le résultat attribué est donc de 5. Les cas d'incinération et d'enfouissement ont chacun une évaluation de 2 suite aux résultats de la Chaire.

Au niveau environnemental, la solution permettant la diminution la plus efficace des impacts du traitement des sols contaminés est la désorption thermique, particulièrement dans le cas de RSI projeté. Même si elle consomme significativement plus d'énergie que d'autres méthodes plus passives, tel que l'enfouissement, elle demeure préférable de par le fait qu'elle permet une destruction efficace des polluants organiques persistants. Cette avenue est particulièrement intéressante, dans le sens où elle permet de diminuer le passif environnemental associé à ces sols pour les générations futures. Cette stratégie est directement en accord avec la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, signée par le Canada en 2001 [24].

L'incinération peut elle aussi détruire efficacement ces contaminants, mais ne permet toutefois pas la valorisation subséquente des sols traités. En effet, les sols incinérés peuvent seulement être utilisés comme recouvrement journalier ou enfouis, deux avenues considérées comme de l'élimination dans la présente étude. Celle-ci mène donc à la génération d'une plus grande quantité de déchets ultimes, la rendant ainsi plus significative au niveau environnemental que la désorption thermique.

L'inquiétude grandissante du Québec sur le sort de ses déchets, comme démontré par la commission du BAPE sur les résidus ultimes [26], démontre la nécessité et la pertinence de technologies permettant le détournement d'une partie des matières résiduelles de

l'enfouissement. Dans ce contexte, la désorption thermique est une avenue particulièrement intéressante permettant de réduire le passif environnemental associé à l'enfouissement de MRD et de sols contaminés par des polluants organiques persistants.

Impact économique

Les objectifs thématiques évalués dans le cadre du pôle économique de l'étude de la Chaire incluent :

- *Possibilité d'obtenir l'usage du plus grand nombre de biens*
- *Accès à des biens et services de la plus grande qualité possible*
- *Création de la richesse*
- *Opportunités de partage de la richesse*

Les résultats des critères compilés de ce pôle pour la désorption thermique, l'incinération et l'enfouissement sont respectivement de 47, 33 et 5 %. Les mêmes stipulations que pour le pôle écologique sont appliquées aux scénarios de RSI, où l'évaluation de RSI actuel diminue à cause de la différence de proportion de matières recirculés dans la présente analyse. Son évaluation qualitative est donc de 4. Également, l'évaluation de RSI projeté est de 5, ce qui est plus élevé que RSI actuel en vue de la valeur ajoutée des boucles créées.

Par ailleurs, les résultats qualitatifs de l'incinération et de l'enfouissement sont, respectivement, 3 et 1 en fonction des évaluations de la Chaire en Éco-conseil. Cette échelle représente effectivement le résultat très faible de l'enfouissement qui n'est pas un traitement offrant une valeur ajoutée, comparé aux scénarios de RSI qui valorise une partie des matières décontaminées et qui crée un revenu additionnel.
Au niveau économique, RSI crée beaucoup plus de valeur avec la désorption thermique qui permet la recirculation d'au moins la moitié des matières traitées. La recirculation de chaleur et d'eau dans la nouvelle unité de RSI est aussi une forme d'optimisation du procédé qui bonifie le scénario de RSI projeté. De l'autre côté, le résultat de l'enfouissement s'explique par le fait que le passif environnemental généré impacte négativement tous les critères économiques de la grille de la Chaire. C'est-à-dire, l'absence de traitement et l'enfouissement des ressources contaminées diminue la valeur foncière des LET et LESC, entrave la création de richesse et représente un service de très faible qualité. Quant à l'incinération, elle offre le service d'une décontamination efficace, mais ne génère pas de valeur économique subséquente puisque les résidus post-traitement sont éliminés.

Impact social

Les objectifs thématiques évalués dans le cadre du pôle social incluent :

- *Recherche d'un état de santé optimal de la population*
- *Sécurité nécessaire aux populations locales à l'exercice de leur liberté d'action et au maintien de leur intégrité physique*
- *Intégration des individus à la société par une fonction valorisante*
- *Amélioration du niveau d'éducation des populations*
- *Émergence d'un sentiment de liberté individuelle et de responsabilité collective*
- *Favoriser la reconnaissance des personnes et des investissements*

Les résultats compilés de la Chaire pour ce pôle sont de 35 % pour la désorption thermique, 26 % pour l'incinération et 19% pour l'enfouissement. Encore une fois, la désorption thermique obtient une évaluation plus favorable. Dans cette instance, les hypothèses conflictuelles n'impactent pas les résultats globaux, de sorte qu'aucune modification n'est apportée. Ils sont tout de même normalisés et remis sur l'échelle qualitative. De plus, selon les critères évalués par la Chaire dans le pôle social, il n'y a pas de changement observé entre les scénarios de RSI actuel et projeté. Ces derniers, ainsi que le scénario de l'incinération, reçoivent alors une évaluation qualitative de 3, alors que le cas de l'enfouissement obtient 2.
Au niveau social, les scénarios maintiennent des résultats similaires. Les scénarios qui traitent et décontaminent les matières diminuent les impacts sociaux sur la population et rejoignent la conformité règlementaire pour assurer la sécurité des individus et de la société ambiante. Au de-là de ces bienfaits, il n'y a pas nécessairement d'autres avantages ni des distinctions entre ces scénarios. L'enfouissement offre des services sociaux moindres et a un plus faible résultat.

Évaluation de la réduction des impacts

En fonction des objectifs et des critères associés, la Chaire en Éco-conseil a donc évalué les divers impacts associés aux traitements disponibles pour la gestion de sols contaminés au Québec. Les résultats de cette analyse sont intégrés à la présente étude de circularité pour la désorption thermique, l'enfouissement, et l'incinération et modifiés afin de prendre en compte les variations entre les études. Le Tableau 11 illustre ainsi les résultats de l'analyse de circularité pour le principe d'économie circulaire de la réduction des impacts.

Dans tous les cas, les évaluations des scénarios de désorption thermique, particulièrement celle de RSI projeté, sont les plus avantageuses et représentent les instances qui réduisent davantage les impacts environnementaux, économiques et sociaux.

TABLEAU 11 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la réduction des impacts

						Évaluation des scénarios			
Principe/ Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Retenu ?**	**Type d'évaluation**	**Unité**	**RSI actuel**	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Réduire les impacts									
Impact environnemental	Empreinte matière	↓	Non						
	Empreinte carbone	↓	Non						
	Empreinte énergie	↓	Non						
	Empreinte eau	↓	Non						
	Pôle écologique	↑	Oui	Qualitative		4	5	2	2
Impact économique	Économies	↑	Non						
	Pôle économique	↑	Oui	Qualitative		4	5	1	3

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Impact social	Emplois circulaires	↑	Non						
	Pôle social	↑	Oui	Qualitative		3	3	2	3

2.4. PONDÉRATION DES CRITÈRES

Les indicateurs retenus pour l'analyse de circularité peuvent être combinés afin de former un *indice de circularité*. Pour se faire, la pondération entre les indicateurs doit être réfléchie. Le CTTÉI prévoit donc déterminer ladite pondération selon les méthodes Delphi (c.-à-d. consultations d'un groupe d'expert) et de hiérarchie multicritère (« *Analytical hierarchy process* »). Le CTTÉI désire toutefois que les indicateurs soient finalisés et éprouvés avant d'entreprendre cette étape. Une pondération finale des indicateurs est donc prévue en 2022.

Dans l'intérim, attribuer une importance égale aux indicateurs choisis semble arbitraire. Toute pondération implique implicitement ou explicitement un choix de valeur et des subjectivités. Afin d'appuyer une pondération temporaire des indicateurs, les principes suivants sont pris en compte :

- Les indicateurs mesurent soit la mise en place de l'économie circulaire (ce qui inclut les principes de réduction et ralentissement des flux, et de création de boucles) ou son impact en développement durable (ce qui inclut le principe de réduction des impacts). Les quatre principes sont perçus comme aussi importants pour juger de la circularité d'un scénario.

- Évaluer la mise en place de l'économie circulaire signifie de s'attarder à la réduction des ressources (ou réduction des flux), la prolongation de leur durée de vie (ou ralentissement des flux) et à leur recyclage (ou création de boucles). Selon une perspective de hiérarchie des 3RV-E, il est perçu comme quoi la réduction à la source est préférable à la prolongation de la durée de vie, qui est elle-même préférable au recyclage.

- Les indicateurs tentent d'évaluer plusieurs enjeux, soit l'extraction des matériaux, l'élimination des matières résiduelles, l'impact carbone, l'utilisation d'eau et l'utilisation d'énergie. L'extraction et l'élimination de matières semblent centrales à l'économie circulaire, tandis que les autres ressources semblent périphériques. Dans un contexte québécois, il ne manque théoriquement pas d'espace pour l'élimination des matières résiduelles, bien que son acceptation sociale diminue ; toutefois, l'extraction de ressources associée à la consommation québécoise est particulièrement élevée. Également dans un contexte québécois, l'utilisation d'eau est moins critique que dans d'autres régions.

- Évaluer l'impact en développement durable signifie de s'attarder aux sphères environnementales, sociales et économiques. Ces sphères sont parfois décrites comme des piliers, selon lesquels toute action en développement durable doit s'appuyer. Une importance équivalente a donc été prise entre ces trois sphères.

Combinés, ces postulats nous amènent à la pondération illustrée au Tableau A de l'Annexe 3. Cependant, ce ne sont pas tous les indicateurs qui sont retenus pour l'analyse de circularité. La pondération des indicateurs non évalués est donc redistribuée parmi les indicateurs faisant partie du même principe. Par exemple, si l'indicateur de la quantité de matière vierge n'est pas retenu pour l'analyse du principe de réduction des flux, son poids sera redistribué aux autres indicateurs du même principe, soit à l'indicateur de la quantité d'énergie non renouvelable et d'eau potable. La pondération finale réajustée en fonction des indicateurs retenus de l'analyse actuelle est présentée au Tableau B de l'Annexe 3. Un ajustement a été fait afin de combler l'intégration des évaluations de la grille de la Chaire en Éco-conseil de l'UQAC.

2.5. RÉSULTATS

La section 2.3 du rapport a permis d'identifier, pour chaque indicateur de circularité, la méthode de traitement optimale des sols, MRD et MRND parmi les options étudiées. Les résultats sont également présentés par principe de l'économie circulaire afin de faciliter l'identification de tendances de scénarios préférables et de cibler des recommandations potentielles pour RSI, le cas échéant. Néanmoins, un indice de circularité pour chacun des scénarios permettrait de décerner le scénario adhérant davantage à l'ensemble des principes de l'économie circulaire. Pour mesurer l'indice, trois opérations sont effectuées sur chacune des évaluations :

1. Elles sont normalisées par rapport aux résultats du même indicateur ;

2. Elles sont pondérées selon la distribution des poids (expliquée à la section 2.4) et ajustées en fonction des indicateurs retenus ;

3. Une cote positive ou négative est attribuée aux évaluations selon la direction désirée d'un indicateur (ex. : si la direction désirée de l'indicateur est vers le bas, une évaluation faible est désirable de sorte que la cote sera positive).

Les évaluations normalisées, pondérées et cotées sont ensuite additionnées par scénario pour en arriver à l'indice de circularité. La valeur de l'indice peut se retrouver entre -1 à 1, inclusivement. Plus l'indice est élevé, plus le scénario est circulaire.

Le Tableau 12 présente, pour chaque indicateur, la direction désirée, le poids ajusté final ainsi que les résultats pondérés, normalisés et cotés. Ce tableau démontre également l'indice de circularité pour les quatre méthodes de traitements des matières contaminées.

TABLEAU 12 Indices de circularité avec les résultats finaux par indicateur et par scénario

				Résultats normalisés, cotés puis pondérés			
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Poids final (%)**	**RSI actuel**	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Réduire les flux							
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	↓	23,4	-0,07	-0,22	0,00	0,00
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	↓	9,4	-0,05	-0,05	-0,02	-0,05

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	↓	4,7	-0,02	-0,03	0,00	-0,03
Ralentir les flux							
Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	↑	22,5	0,15	0,15	0,00	0,07
Créer des boucles							
Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	↑	2,3	0,02	0,02	0,00	0,00
	Niveau de qualité des sols traités	↑	1,5	0,01	0,01	0,00	0,00
	Potentiel de valorisation des sous-produits	↑	1,5	0,01	0,01	0,00	0,00
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	↑	6,5	0,00	0,06	0,00	0,00
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	↑	3,2	0,00	0,03	0,00	0,00
Réduire l'impact							
Impact environnemental	Pôle écologique	↑	8,5	0,05	0,06	0,02	0,02
Impact économique	Pôle économique	↑	8,3	0,05	0,06	0,01	0,03
Impact social	Pôle social	↑	8,3	0,04	0,04	0,03	0,04
Indice de circularité				**0,14**	**0,08**	**0,04**	**0,06**

Selon le Tableau 12, le scénario de RSI actuel a l'indice de circularité le plus élevé et représente l'option qui adhère le plus aux principes d'économie circulaire par rapport aux autres alternatives. Le scénario de RSI projeté a le deuxième meilleur résultat, suivi de l'incinération et du scénario l'enfouissement. Les valeurs sont très faibles, ce qui indique qu'il n'y a pas de méthode de traitement idéale en termes de circularité, chacune ayant ses défaillances.

L'indice de circularité du scénario de RSI projeté est particulièrement influencé par l'indicateur de la quantité de matières vierges nécessaire. Ce dernier a une pondération importante en vue des raisons présentées à la section 2.4 du rapport. Comme mentionné, cette évaluation est élevée puisque la nouvelle unité introduit un sel de bicarbonate afin de purifier davantage les gaz émis des chambres de combustion. Cet agent de neutralisation permet ainsi de limiter la pollution atmosphérique causée par le traitement de désorption thermique. Cette consommation de ressources supplémentaire, de même que la consommation d'énergie, contreviennent au principe de la réduction des flux ; toutefois, ils sont nécessaires pour permettre une création de boucles, un point où RSI obtient une meilleure performance.

2.5.1. ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Une analyse de sensibilité est effectuée afin de s'assurer de la validité des résultats. Pour ce faire, certaines hypothèses et certains paramètres sont variés pour déterminer leurs influences sur les résultats finaux. Bien que plusieurs paramètres puissent influencer les résultats, seuls la méthode de pondération et l'apport du transport sont modifiés dans la présente section.

Pondération des indicateurs retenus

Comme expliqué à la section 2.4, la pondération de certains indicateurs a augmenté dû au fait que d'autres indicateurs du même principe d'économie circulaire n'ont pas été retenus. Une autre méthode de pondération serait de redistribuer le poids des indicateurs non retenus sur l'ensemble des critères retenus et non seulement sur ceux du même principe d'économie circulaire. Les nouveaux poids et les résultats modifiés sont illustrés au Tableau 13.

TABLEAU 13 Indices de circularité selon la modification de la pondération des indicateurs

				Résultats normalisés, cotés puis pondérés			
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Poids final (%)**	**RSI actuel**	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Réduire les flux							
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	↓	32,1	-0,10	-0,31	0,00	0,00
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	↓	12,8	-0,07	-0,07	-0,02	-0,07
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	↓	6,4	-0,03	-0,03	0,00	-0,04
Ralentir les flux							
Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	↑	2,5	0,02	0,02	0,00	0,01
Créer des boucles							
Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	↑	2,2	0,02	0,02	0,00	0,00
	Niveau de qualité des sols traités	↑	1,0	0,01	0,01	0,00	0,00
	Potentiel de valorisation des sous-produits	↑	1,0	0,01	0,01	0,00	0,00
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	↑	5,1	0,00	0,05	0,00	0,00
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	↑	2,6	0,00	0,03	0,00	0,00
Réduire l'impact							
Impact environnemental	Pôle écologique	↑	11,6	0,07	0,08	0,03	0,03
Impact économique	Pôle économique	↑	11,3	0,06	0,08	0,02	0,05
Impact social	Pôle social	↑	11,3	0,06	0,06	0,04	0,06
Indice de circularité				**-0,02**	**-0,13**	**0,03**	**-0,02**

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Les valeurs ayant été influencées par les changements sont présentées en rouge. La modification de la pondération décroit les indices de circularité, sauf dans le cas de l'enfouissement qui devient l'alternative la plus avantageuse. Les indicateurs du principe de la réduction des flux sont particulièrement affectés par la modification. Plus précisément, la quantité de matières vierges compte pour près du tierde l'indice de circularité, ce qui est défavorable pour le scénario de RSI projeté. D'autre part, le poids de l'indicateur retenu de la productivité diminue significativement, ce qui impacte grandement les scénarios de RSI.

Alternativement, si aucune pondération est accordée et que tous les indicateurs étaient mis sur le même pied d'égalité, le Tableau 14 démontre ce que ressemblerait les indices de circularité (la plus grande valeur de l'indice ne serait plus plafonnée à 1 dans cette instance). Cette méthode permet d'observer les tendances entre les différents scénarios.

TABLEAU 14 Indices de circularité selon la pondération des indicateurs

	Indice de circularité			
	RSI actuel	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Pondération initiale	**0,14**	**0,08**	**0,04**	**0,06**
Pondération modifiée	2,51	3,89	0,69	0,31

Dans ce cas, le scénario de RSI projeté est de loin le plus circulaire. Ces résultats sont explicables par la pondération identique entre les indicateurs de la création de boucles et de la réduction des flux. Le grand impact de ce changement est explicable par l'ajout de l'unité de récupération de chaleur et par l'utilisation de l'eau traitée par procédé physico-chimique dans le cadre du scénario RSI projeté.

La variabilité des résultats selon la méthode de pondération démontre que ce dernier est un paramètre ayant un grand impact sur les résultats finaux. Autrement dit, l'identification de la méthode la plus circulaire dépend de l'importance relative attribuée à ses quatre principes.

Impact du transport

La considération du transport dans l'analyse de circularité influence l'indicateur de la quantité d'énergie non renouvelable consommée. Plusieurs types de transport sont considérés pour les scénarios de RSI et d'incinération, incluant des camions alimentés au diesel, des trains et des barges. De grandes distances sont aussi considérées afin de transporter les matières contaminées là où il y a la possibilité de traitement. Le tableau suivant présente l'indice de circularité calculé lorsque le transport est ignoré pour l'ensemble des scénarios. Ceci affecte particulièrement les indicateurs reliés à la consommation d'énergie renouvelable. Pour RSI, la part restante de l'énergie non renouvelable est faible, puisque le propane est en grande partie utilisé pour la fraction des eaux contaminées.

TABLEAU 15 Indices de circularité sans la considération du transport

	Indice de circularité			
	RSI actuel	**RSI projeté**	**Enfouissement**	**Incinération**
Avec le transport (cas initial)	**0,14**	**0,08**	**0,04**	**0,06**
Sans le transport	0,16	0,10	-0,01	0,07

© 2021 CTTEI - Confidentiel

En négligeant le transport, il est possible de constater que le scénario RSI actuel demeure la méthode à privilégier pour le traitement des matières contaminées. Dans ce cas-ci, les options RSI projetées et l'incinération suivent. Les évaluations des trois cas sont donc améliorées alors que celle de l'option de l'enfouissement diminue, car ils sont tous remis sur un certain pied d'égalité.

3. ANALYSE DE TRAITEMENT DES EAUX CONTAMINÉES

De manière similaire à la précédente section, une analyse de circularité a été réalisée sur le traitement des eaux contaminées. Afin d'éviter les répétitions, certaines notes méthodologiques ont été abrégées ou omises. Les lecteurs peuvent se référer aux sections correspondantes de la section 2, au besoin.

3.1. REVUE DE LITTÉRATURE

L'eau contaminée représente en moyenne 20 % du flux d'intrants traités par RSI. L'apport important de cet intrant doit donc être pris en considération lors de l'analyse de la circularité du procédé de RSI. Toutefois, considérant la vaste gamme de polluants pouvant se retrouver dans celle-ci, il est nécessaire de simplifier le système afin de pouvoir en synthétiser les grandes lignes et en analyser la circularité. Dans ce contexte, il a donc été considéré dans le cadre de la présente analyse que l'intégralité des eaux traitées est principalement contaminée par des composés couramment traités par le procédé RSI, soit des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (PFAS).

Les PFAS représentent un large groupe de plus de 4 700 composés synthétiques utilisés comme surfactants, lubrifiants et répulsifs [27]. Leur grande stabilité thermique et chimique les rend particulièrement utiles pour la production de biens (ex. électroniques, textiles, agent de nettoyage) et diverses applications industrielles (ex. placage de métal, mousses ignifuges, etc.) [28]. Du fait de cette grande stabilité, certains de ces composés persistent à très long terme dans l'environnement et ont tendance à se bioaccumuler dans différents acteurs du milieu récepteur (poissons, oiseaux, mammifères, etc.) [29], [30]. Considérant le fait que ces composés sont reconnus pour avoir des effets néfastes chez les humains et les animaux, les PFAS deviennent donc rapidement un enjeu environnemental d'importance [31].

Deux des PFAS les plus couramment étudiés et observés dans l'environnement sont le sulfonate de perfluorooctane (PFOS) et l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) [28]. De par leurs propriétés physico-chimiques uniques (par ex. : point d'ébullition élevé [plus de 190 °C], pression de vapeur et constantes de Henry faibles, présence de lien C-F, etc.), ces composés s'avèrent particulièrement complexes à retirer de sources d'eau contaminée [32]. La présente section fait donc état des options actuellement disponibles pour la gestion *ex situ* d'eaux contaminées par les PFAS (plus précisément le PFOA et le PFOS).

Sorption : Procédé par lequel l'eau contaminée est alimentée à une colonne où une matière granulaire permet la rétention des PFAS, décontaminant ainsi l'eau y circulant. L'utilisation de charbon actif granulé comme adsorbant dans un tel procédé représente actuellement la méthode la plus courante pour la gestion d'eaux contaminées aux PFAS [33]. D'autres matières, tels que

© 2021 CTTEI - Confidentiel

les biochars et les résines échangeuses d'ions, peuvent aussi être utilisées pour capter les PFAS dans l'eau [34]. Ces méthodes demeurent toutefois très spécifiques aux PFAS à retirer. Par exemple, le charbon actif granulé est en mesure de retirer plus de 90 % du PFOS contenu dans des eaux contaminées, mais présente une efficacité moindre pour d'autres formes de PFAS [32]. De plus, les agents adsorbants perdent leur efficacité en présence de matières organiques concurrentes et/ou de co-contaminants tels que les solvants chlorés [32]. Une étape de traitement à haute température (ex. incinération à 650-850 °C) est nécessaire afin de détruire complètement les PFAS captés et régénérer les matières sorbantes, permettant ainsi leur réutilisation [35]. Cette étape de traitement subséquente ajoute d'importants coûts opérationnels et augmente significativement les besoins énergétiques du procédé de décontamination des eaux.

Précipitation/Floculation/Coagulation : Procédé par lequel un agent coagulant ou un floculant est ajouté à l'eau contaminée afin de mener à la précipitation de particules solides. En précipitant, ces particules permettent le retrait d'une quantité significative de PFAS présents dans l'eau via un phénomène de co-précipitation. Les solides peuvent ensuite être retirés par filtration ou sédimentation, et l'eau acheminée à un procédé d'épuration. L'efficacité de cette technologie a été démontrée à grande échelle à fortes et faibles concentrations de PFAS (µg/L), mais les résultats demeurent plus incertains à très faibles concentrations (ng/L). Tout comme pour les procédés de sorption, les résidus solides contenant les PFAS capturés doivent être gérés en fonction de la réglementation environnementale en vigueur. Les boues issues de la précipitation des solides doivent donc être enfouies ou détruites par voies thermiques suite à la décontamination de l'eau [34].

Filtration membranaire : Utilisation de différents types de membranes afin de retenir le passage de PFAS et permettre celui de l'eau décontaminée. L'efficacité de systèmes membranaires à osmose inverse a été démontrée pour le retrait de certains PFAS dans des effluents contaminés, notamment les PFOA et PFOS. Des prétraitements sont toutefois nécessaires afin d'éviter l'accumulation excessive de matières en suspensions dans les filtres, et ainsi un blocage du système de filtration. Considérant les pertes de charge importantes associées au transport de fluides à travers ces filtres membranaires, une importante consommation énergétique est associée au pompage de l'eau dans le système de traitement. Les solutions contenant l'accumulation de PFAS captée par les systèmes doivent être détruites ou disposées via des procédés thermiques ou par enfouissement de façon subséquente [34].

Procédés d'oxydation avancés : Utilisation de procédés chimiques menant à la génération de radicaux hydroxyles permettant la dégradation des PFAS via des procédés oxydatifs. Par la grande électronégativité du fluor, les PFAS sont toutefois très résistants aux réactions d'oxydation. L'utilisation de réactifs supplémentaires (ex. solution de Fenton, métaux zérovalents) et de conditions opératoires particulières (ex. eau en condition sous-critique, radiation UV) sont donc généralement nécessaires afin de permettre une dégradation des PFAS. En conditions optimales, ces procédés permettent la dégradation des PFAS sous forme de composés moins nocifs (c.-à-d. F^-, CO_2 et PFAS partiellement dégradés). L'efficacité de ces procédés demeure toutefois variable, et ceux-ci semblent peu efficaces à des concentrations élevées (mg/L) de PFAS. Les différents défis techniques et coûts importants associés à la mise à l'échelle de ces technologies expliquent toutefois pourquoi celles-ci demeurent non utilisées aux échelles pilotes et industrielles [33].

Désorption thermique : Utilisation de procédés thermiques permettant la vaporisation d'eau contenue dans des matières contaminées et l'acheminement des vapeurs à une unité de combustion secondaire à haute température. Ce procédé permet la dégradation complète de

© 2021 CTTEI - Confidentiel

matières organiques complexes, notamment les PFAS. Procédé très énergivore, de par l'importante chaleur latente de l'eau à évaporer, il s'agit toutefois de l'une des rares alternatives permettant une destruction efficace de la grande majorité des PFAS. Il en demeure toutefois que la dégradation thermique de ces composés peut mener à la production de gaz toxiques à base de fluor, impliquant ainsi un contrôle strict des émissions du procédé. De plus, il a été démontré que certains PFAS pouvaient toujours être présents dans les cendres issues de procédés d'incinération, démontrant la grande résilience de ces composés aux conditions rencontrées dans les procédés de traitement thermique [36].

À la connaissance des auteurs, il n'existe actuellement pas d'étude de circularité en lien avec les méthodes de traitement des eaux contaminées en PFAS qui inclut la désorption thermique.

3.2. CHAMP DE L'ÉTUDE

Afin de présenter des solutions conformes aux intrants d'eau contaminée reçue par RSI, il est supposé que les PFAS sont les principaux contaminants présents. Cette méthode permet généralement de décerner des technologies alternatives et comparables pour ensuite être en mesure de compléter l'analyse de circularité. D'ailleurs, l'approche entreprise à la première analyse du rapport était de repérer les méthodes de traitement courantes et réalistes dans le contexte canadien et qui peuvent gérer, le plus possible, l'ensemble des matières contaminées prises en charge par RSI. Celles qui s'approchent davantage de ces critères ont ainsi été sélectionnées et font partie du champ de cette étude.

Néanmoins, les eaux contaminées et usées font rarement usage d'une seule méthode de traitement comme pour les matières contaminées. Plusieurs facteurs influencent la technologie utilisée, soit *les principaux contaminants, leurs concentrations moyennes, la quantité moyenne à gérer par semaine, la qualité de l'eau désirée post-traitement en fonction des normes gouvernementales*, etc. Comme il sera discuté à la section 3.2.2, les types de contaminants et leurs concentrations moyennes sont documentés par RSI, mais la grande variabilité de polluants limite les possibilités de traitements applicables autres que la désorption thermique. Par exemple, la méthode de traitement par sorption est la plus courante pour traiter les PFAS, mais avec la présence d'autres matières organiques, elle perd significativement son efficacité [32]. L'hétérogénéité des eaux reçues par RSI présente alors un défi dans la sélection de scénarios de comparaison.

Il faut également prendre en compte que RSI offre un service de traitement physico-chimique, qui n'est pas considéré dans la présente analyse. Ceci permet ainsi de supposer que les eaux ayant une plus faible contamination ou ayant des contaminants plus facilement gérables peuvent être traitées par cette méthode. Les eaux traitées par désorption thermique sont donc celles ayant des contaminants persistants comme les PFAS ou des eaux à forte teneur de contamination. Ceci implique que le scénario alternatif devra être en mesure de traiter cette même composition. En utilisant le même exemple de traitement par sorption, à de fortes concentrations les agents adsorbants devront être changés régulièrement, ce qui rend cette solution moins viable économiquement et moins réaliste.

De plus, à la suite d'une discussion avec un spécialiste du CTTÉI en traitement des eaux, les méthodes de traitement sont en réalité souvent un système séquentiel de plusieurs technologies. Ces dernières sont spécifiquement développées en fonction des caractéristiques de l'eau

contaminée (présentées en italique ci-haut). Dans le contexte de ce projet, créer un système de gestions des eaux qui effectuerait le même service que RSI ne serait pas utile à l'analyse. En effet, ce système serait fortement hypothétique de sorte qu'il ne pourrait exister à l'extérieur de cette étude (donc, aucune validité en soi).

Pour toutes ces raisons, la présente étude de circularité s'est limitée à la comparaison entre l'unité actuelle et l'unité projetée de RSI.

3.2.1. DÉFINITION DU SYSTÈME

La performance des méthodes de traitement des eaux contaminées est à l'étude dans les prochaines sous-sections du rapport. Comme mentionné, seuls les traitements de RSI seront évalués dans l'analyse de circularité, soit (1) le procédé actuel de désorption thermique de RSI, (2) celui comprenant l'ajout de la nouvelle unité. Les méthodes de traitement de RSI ont déjà été discutées dans le Tableau 4 de la section 2, mais cette fois-ci, il faut considérer le flux d'eau à travers les procédés de DT. Le Tableau 16 décrit les scénarios et les hypothèses posées pour chacun.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 16 Analyse de traitement des eaux contaminées — Descriptions et hypothèses posées pour les scénarios

#	Scénario	Description	Hypothèses
1	RSI (procédé actuel)	Les étapes du procédé de DT actuels de RSI incluent : 1. Réception et la pesée des eaux contaminées ; 2. Entreposage et prétraitement ; 3. Décontamination des eaux par DT à haute température — les eaux et leurs contaminants sont désorbés et redirigés dans une deuxième chambre de combustion pour destruction thermique ; 4. Acheminement des gaz (eaux et polluants) dans une tour de refroidissement où de l'eau de la nappe phréatique, de la chaux hydratée et du charbon activé sont injectés ; 5. Échappement des gaz décontaminés dans l'atmosphère.	Étant donné que les bilans de masse sont calculés en fonction des nouveaux permis, l'analyse de la circularité pour les procédés actuels de RSI est effectuée avec ces données. Les bilans de masse des années précédentes ne sont donc pas utilisés.
2	RSI avec ajout de la 2e unité (procédé projeté)	Les procédés de DT projetés de RSI incluent les mêmes étapes qu'énumérées ci-haut autant pour l'unité actuelle que pour la nouvelle unité. À cette dernière, RSI intègre un sous-procédé pour réutiliser les eaux décontaminées de leur traitement physico-chimique (pas considérées dans l'analyse) pour limiter l'usage d'eau propre potable dans la tour de refroidissement. Il compte également introduire un sous-procédé pour recirculer la chaleur générée au cours de leur traitement thermique.	Il est supposé que toute la quantité d'eaux décontaminées soit recirculé dans le système de DT. Contrairement à l'analyse de la section 2, seule la fraction allant à la tour de refroidissement est considérée. Le rapport de *Dutch Incinerators* est encore utilisé pour estimer la quantité de chaleur réutilisée.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

3.2.2. FONCTION DU SYSTÈME

La fonction du système à l'étude est de comparer la performance des scénarios de désorption thermique de RSI ayant le but commun de traiter des eaux contaminées.

Les eaux proviennent de différentes sources et sont composées d'un grand nombre de contaminants à des concentrations variables. Les informations sur les types de contaminants traités de même que leurs concentrations typiques ont été utilisées pour déterminer une concentration moyenne de contaminant dans les eaux, ce qui simplifie les efforts de modélisation. Les proportions de ces types ainsi que leurs concentrations moyennes provenant des informations de RSI sont illustrées au Tableau 17.

TABLEAU 17 Type et concentration de contaminants dans les eaux traitées par RSI Environnement

	Eau	
Type de contaminant	**Proportion (%)**	**Concentration (%)**
POP ou toxique (incl. PFAS)	70	2,24 E-4
Hydrocarbures ou glycol	30	12,2
Concentration totale de contaminants	-	3,67

Comme discuté à la section 3.1, les PFAS sont considérés comme les principaux contaminants dans les eaux traitées par RSI. Les PFAS sont représentés dans le type « POP et toxique » ci-haut. Ainsi, même si la concentration moyenne de ce groupe est très faible, il reste qu'il y a une plus grande proportion de ceux-ci reçue par l'entreprise. Ce sont également des contaminants particulièrement persistants dans l'environnement, ce qui rend le traitement par désorption thermique intéressant et désirable pour les clients de RSI.

3.2.3. UNITÉ FONCTIONNELLE

Afin d'acheminer la fonction du système, **l'unité fonctionnelle (UF) sur laquelle les résultats seront mis à l'échelle pour cette évaluation est de 10 000 t. m. d'eau contaminée traitée**. Cette quantité est utilisée puisqu'elle s'approche de la quantité d'eau propre utilisée par année.

3.2.4. DÉFINITION DES LIMITES DU SYSTÈME

Similaire à l'analyse des traitements de matières contaminées, le système étudié se délimite du point de collecte des eaux jusqu'au point de sa valorisation. La Figure 3 illustre les limites de chaque scénario retenu en suivant le flux de matière à travers les systèmes.

Dans ces cas, il n'y a pas une valorisation dans le sens propre du mot. Les eaux traitées par désorption thermique chez RSI sont évaporées et s'échappent dans l'environnement. Dans le contexte de circularité, il faut comprendre que l'eau évaporée n'est pas autant indésirable qu'une eau éliminée, mais elle n'est pas aussi avantageuse qu'une eau traitée et recyclée à l'interne, à l'externe ou via une synergie industrielle. En d'autres mots : lorsqu'évaporée, elle est recirculée dans le cycle biologique de l'eau et non dans son cycle commercial ou de production. C'est donc une valorisation qui est incluse dans les limites du système, mais qui ne crée pas de boucle. L'ensemble des processus qui contribuent à un pourcentage seuil de moins de 5 % aux indicateurs de circularité ont été exclus.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

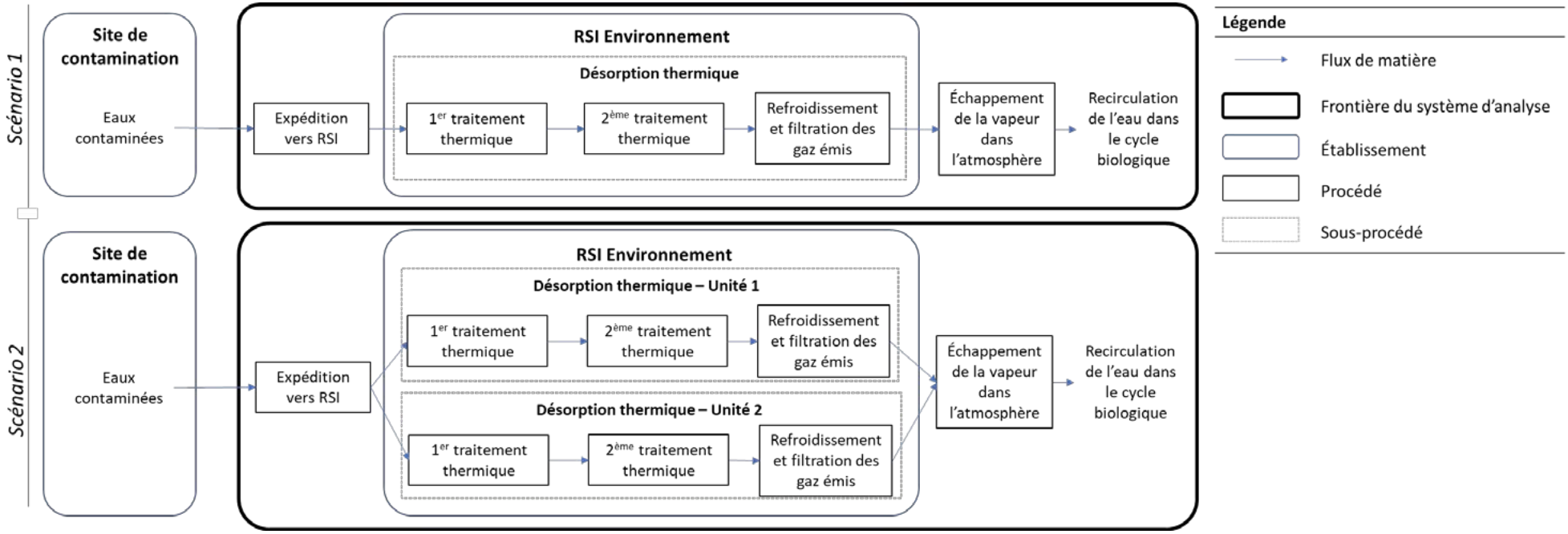


FIGURE 3 Schéma des scénarios de l'analyse des eaux contaminées

© 2021 CTTEI - Confidentiel

3.3. CHOIX ET ÉVALUATION DES CRITÈRES DE CIRCULARITÉ

À partir de la liste multicritère du CTTÉI (Tableau 1), les indicateurs de circularité pertinents ont été sélectionnés pour cette analyse (détails consultables à l'Annexe 4). La méthodologie et la structure de présentation des données et d'évaluation demeurent les mêmes dans cette section du rapport. C'est-à-dire que les indicateurs retenus sont discutés par principe d'économie circulaire et évalués dans chacune des sous-sections qui suivent.

Les définitions des principes et des indicateurs sont les mêmes pour cette analyse ; au besoin, consulter la section homologue (c.-à-d. 2.3.X) dans l'analyse des matières contaminées pour les revisiter.

3.3.1. RÉDUIRE LES FLUX

Pour analyser le traitement des eaux contaminées, les enjeux à considérer dans la réduction des flux sont autant l'extraction (ou production) et la consommation de matière, que celles de l'énergie et de l'eau. Les scénarios de DT font usage de ces ressources et il est donc important de mesurer la fraction non circulaire de chacune. Associés à ces enjeux, les indicateurs retenus sont les quantités utilisées *de matière vierge*, *d'énergie non renouvelable* et *d'eau potable*. Pour réduire les flux des ressources, il est souhaitable de diminuer ces quantités.

Extraction et consommation de matière vierge

Pour l'indicateur de la quantité de matières vierges utilisée, les intrants dans les procédés de DT de RSI incluent la chaux hydratée et le charbon. Avec l'ajout de la nouvelle unité, un sel de bicarbonate sera également utilisé. Ces matières vierges sont consacrées à la neutralisation des polluants autant dans le traitement des matières que dans celui des eaux contaminées. Seule la fraction allouée à la décontamination des polluants dans l'eau est considérée, soit 67 % des intrants vierges pour les deux scénarios.

Production et consommation énergétique

Pour l'indicateur de la quantité d'énergie non renouvelable consommée, le transport des matières et l'énergie nécessaire pour les traitements sont inclus dans les limites du système analysé.

Apport du transport : Les données de transport (provenance par région, distance moyenne parcourue, moyen de transport utilisé, et tonnages transportés) de RSI actuellement sont fournies par l'entreprise. L'Annexe 5 présente les informations utilisées pour modéliser le transport dans *OpenLCA* avec la base de données *Ecoinvent*.

Apport des méthodes de traitement : Comme discuté à la section 2.3.1 pour cet indicateur, il est déterminé que l'intégralité de l'énergie non renouvelable est utilisée pour le chauffage des eaux. En conséquence, tout le propane alimenté aux procédés de RSI est inclus dans le calcul de cet indicateur. Ceci s'applique autant pour le scénario de RSI actuel que projeté.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Extraction et consommation d'eau

Pour la quantité d'eau potable injectée, seule la fraction d'eau de la nappe phréatique allant à la tour de refroidissement est considérée pour cet indicateur. Dans le scénario de RSI projeté, il y a une substitution d'eau sous-terraine par l'eau décontaminée du traitement physico-chimique de RSI.

Pour les deux scénarios, le même pourcentage de polluants provenant des eaux contaminées est utilisé, soit 67 %, pour bien représenter l'apport de l'eau propre au procédé.

Évaluation de la réduction des flux

Le Tableau 18 illustre les résultats de l'analyse de circularité pour le principe d'économie circulaire de la réduction des flux. Tous les calculs sont remis sur l'unité fonctionnelle de 10 000 t. m. d'eau traitée.

TABLEAU 18 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la réduction des flux

						Évaluation des scénarios	
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Retenu ?**	**Type d'évaluation**	**Unité**	**RSI actuel**	**RSI projeté**
Réduire les flux							
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	↓	Oui	Quantitative	t. m.	86	277
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	↓	Oui	Quantitative	MJ	2,02 E+07	1,78 E+07
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	↓	Oui	Quantitative	m^3	3,68 E+03	3,79 E+03

Comme convenu lors de la première analyse, le scénario de RSI projeté a une quantité de matière vierge élevée à cause de l'ajout du sel de bicarbonate comme agent de neutralisation des gaz. C'est ce qui explique la disparité des résultats pour cet indicateur et justifie que le scénario 1 est plus désirable.

Dans le cas de la quantité d'énergie non renouvelable, le scénario le plus avantageux est celui de RSI projeté. Il n'y a pas une augmentation significative de la consommation de propane avec l'ajout de la deuxième unité alors que la quantité d'eaux traitées augmente. Pour substituer l'ajout de combustible fossile vierge dans ce scénario, RSI compte recirculer une partie de la chaleur générée dans leurs procédés et profiter des propriétés calorifiques des MRD et des sols.

Finalement, la quantité d'eau issue de la nappe phréatique est plus faible pour le scénario 1, même si le scénario 2 recircule leurs eaux gérées par traitement physico-chimique. Selon les bilans de masse de RSI, une deuxième unité nécessiterait une plus grande quantité d'eau pour alimenter les deux tours de refroidissement.

3.3.2. RALENTIR LES FLUX

Contrairement à l'analyse des méthodes de traitement des matières contaminées, l'enjeu de la productivité de la matière résiduelle est moins pertinent pour cette analyse. En effet, l'indicateur associé à cet enjeu est le ratio entre le *revenu pour le service de traitement et la quantité de matière éliminée*. Pour les deux scénarios, RSI affirme que les revenus et la quantité de matière éliminée demeurent inchangés, car, en réalité, l'intégralité des eaux traitées est éliminée.

Il n'est pas question d'une élimination dans le même sens des matières allant à l'enfouissement. L'eau décontaminée est évaporée et recircule dans un cycle biologique — soit dans l'environnement — alors que les contaminants sont désorbés et neutralisés par adsorption. Il n'y a donc aucun produit récupérable et le tout est considéré comme éliminé aux fins de ce rapport. Bref, il n'y a pas assez de variabilité en fonction des scénarios choisis pour évaluer les indicateurs du principe d'économie circulaire de ralentissement des flux.

3.3.3. CRÉER DES BOUCLES

L'analyse se portant sur la performance circulaire de traitements des eaux contaminées, les enjeux importants sont les boucles d'énergie et d'eau. Les indicateurs associés sont la *quantité de chaleur fatale réutilisée* et la *quantité d'eaux traitées et recyclées*. Les boucles de déchets ne sont pas évaluées dans cette analyse puisque les scénarios de DT ne permettent aucune recirculation de résidus.

Boucles énergétiques

Pour la quantité de chaleur réutilisée, RSI compte ajouter un système pour capter une partie de la chaleur émise par leur procédé avec l'ajout de la nouvelle unité. En supposant sa mise en œuvre, une efficacité de 22 % est calculée selon le rapport de *Dutch Incinerators*. Le tout est remis sur le pourcentage d'intrants d'eaux contaminées, soit 26 %, pour distinguer la proportion de chaleur recirculée dans cette analyse. Ceci ne s'applique qu'au scénario 2.

Boucles d'eau

Pour la quantité d'eaux traitées et recyclées, RSI compte substituer de l'eau de la nappe phréatique par les eaux décontaminées de leur procédé physico-chimique avec la nouvelle unité. Il est supposé que toutes les eaux décontaminées soient réutilisées dans la tour de refroidissement (10 000 m^3 en 2020). La mesure de cet indicateur est remise sur l'apport de contaminants provenant des intrants d'eau , soit 67 %. Ceci ne s'applique qu'au scénario 2.

Évaluation de la création de boucles

Le Tableau 19 illustre les résultats de l'analyse de circularité pour le principe d'économie circulaire de la création de boucles.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 19 Évaluation des indicateurs de circularité retenus pour la création des boucles

						Évaluation des scénarios	
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Retenu ?**	**Type d'évaluation**	**Unité**	**RSI actuel**	**RSI projeté**
Créer des boucles							
Boucles de produit	Proportion du produit recirculée	↑	Non				
Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	↑	Non				
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	↑	Oui	Quantitative	MJ	0	53
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	↑	Oui	Quantitative	m^3	0	907

Ce n'est pas surprenant que le scénario projeté de RSI soit plus avantageux pour les deux indicateurs. Le fonctionnement de leur nouvelle unité pourrait effectivement améliorer significativement la récupération d'énergie et d'eau.

3.3.4. RÉDUIRE LES IMPACTS

Comme dans le cas de l'analyse des matières contaminées, le principe de réduction des impacts ne sera pas évalué. Les scénarios analysés demeurent très similaires et il est donc supposé que les résultats ne se distinguent pas.

3.4. PONDÉRATION DES CRITÈRES

La même méthodologie de pondération identifiée à la section 2.4 est appliquée à cette analyse. La pondération finale réajustée en fonction des indicateurs retenus est présentée à l'Annexe 6.

3.5. RÉSULTATS

Pour chaque indicateur retenu, le Tableau 20 présente la direction désirée, la pondération, les résultats pondérés, normalisés et cotés, et il présente l'indice de circularité des deux scénarios.

TABLEAU 20 Indices de circularité avec les résultats finaux par indicateur et par scénario

				Résultats normalisés, cotés puis pondérés	
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Poids final (%)**	**RSI actuel**	**RSI projeté**
Réduire les flux					
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	↓	45	-0,13	-0,43
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	↓	18	-0,13	-0,12
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	↓	9	-0,06	-0,06
Créer des boucles					
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	↑	19	0,00	0,19
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	↑	10	0,00	0,10
Indice de circularité				**-0,33**	**-0,32**

En observant les indices de circularité ci-dessus, il n'y a pas un scénario de traitement des eaux contaminées par désorption thermique qui se distingue réellement ; RSI projeté est de 0,01 unité supérieure à RSI actuel. Cependant, il est possible d'aller plus loin en regardant les résultats transformés. En effet, RSI projeté perd beaucoup de points de circularité dans sa quantité de matières vierges utilisées, mais offre des gains significatifs pour les indicateurs de boucles d'énergie et d'eau. C'est d'ailleurs la même situation pour ces scénarios qu'à l'analyse des matières contaminées.

3.5.1. ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Les paramètres considérés pour l'analyse de sensibilité sont encore une fois la méthode de pondération et la considération du transport.

Pondération des indicateurs retenus

Comme à la section 2.5.1, la pondération est redistribuée sur l'ensemble des critères retenus et non seulement sur ceux du même principe d'économie circulaire est évalué. Les nouveaux poids et les résultats modifiés sont illustrés au Tableau 21.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 21 Indices de circularité selon la modification de la pondération des indicateurs

				Résultats normalisés, cotés puis pondérés	
Principe/Enjeu	**Indicateur**	**Direction désirée**	**Poids final (%)**	**RSI actuel**	**RSI projeté**
Réduire les flux					
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	↓	54	-0,16	-0,52
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	↓	22	-0,16	-0,14
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	↓	11	-0,08	-0,08
Créer des boucles					
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	↑	9	0,00	-0,09
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	↑	4	0,00	-0,04
Indice de circularité				**-0,40**	**-0,61**

Une diminution des indices de circularité est constatable avec cette méthode de pondération. Dans ce cas, le poids du premier indicateur vaut plus de la moitié du total, ce qui contribue majoritairement au fait que le scénario de RSI projeté devient le moins avantageux. Cette modification à la pondération contribue également à un apport plus petit des indicateurs du principe de *Créer des boucles.*

Alternativement, le Tableau 22 démontre ce que ressemblerait les indices de circularité si aucune pondération n'est accordée.

TABLEAU 22 Indices de circularité sans pondération des indicateurs

	Indice de circularité	
	RSI actuel	**RSI projeté**
Avec pondération (cas initial)	-0,33	-0,32
Sans pondération	-1,74	-0,33

Dans cette instance, le scénario de RSI projeté est significativement plus circulaire. Même si l'indice de circularité ne se situe plus entre -1 et 1, sa valeur ne change quasiment pas, alors que celui de RSI actuel diminue beaucoup. Une fois de plus, la variabilité des résultats selon la méthode de pondération démontre que ce dernier est un paramètre ayant un grand impact sur les résultats finaux.

Impact du transport

La considération du transport dans l'analyse de circularité influence l'indicateur de la quantité d'énergie non renouvelable. Le Tableau 23 présente ainsi les indices de circularité dans l'instance que l'apport du transport est négligé dans la mesure de cet indicateur.

TABLEAU 23 Indices de circularité sans la considération du transport

	Indice de circularité	
	RSI actuel	RSI projeté
Avec le transport (cas initial)	-0,33	-0,32
Sans le transport	-0,33	-0,32

Donc, aucune modification ne survient en modifiant ce paramètre. Ceci est dû au fait que l'apport du transport est presque identique dans les deux cas. En normalisant les résultats, il n'y a pas de changement. En conséquence, le transport n'influence pas les indices de circularité.

4. RECOMMANDATIONS BASÉES SUR LES PRINCIPES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Si l'objectif principal d'une analyse de circularité est de comparer la technologie d'intérêt à des alternatives, elle permet également de faire ressortir les points chauds sur lesquels des améliorations peuvent être apportées pour augmenter la circularité.

Recommandation 1 : Favoriser la hiérarchie des 3RV-E pour la sélection des matières à traiter

La hiérarchie des 3RV-E, principe au centre de la Loi sur l'environnement et de la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles, indique de « privilégier dans l'ordre : la réduction à la source, le réemploi, le recyclage et les autres formes de valorisation ». Tout dépendamment des matières traitées, le procédé de RSI peut être vu comme une forme de recyclage ou de valorisation thermique. À cet effet, il est important de favoriser des matières à traiter pour lesquels aucun débouché de réemploi ou de recyclage n'existe.

En ce qui concerne le traitement des sols, le Tableau 3 donne une indication sur les contaminants pouvant être traités par d'autres méthodes. Celles-ci sont susceptibles d'avoir des coûts de traitement plus faibles ou de demander moins de transport. Toutefois, selon les informations fournies, RSI traite majoritairement des sols contaminés pour lesquels les autres méthodes ne sont pas applicables.

L'utilisation de MRD et de MRND permet à la fois de traiter des résidus problématiques tout en substituant des combustibles fossiles qui seraient nécessaires pour le traitement thermique. Il est important de s'assurer que ces résidus ne font pas l'objet de filières de récupération. Par exemple, il n'est pas bénéfique de traiter des matières comme les masques de procédure, pour lesquels des débouchés de recyclage sont présentement mis en place. De même, la valorisation énergétique de matières organiques serait à éviter, de par le fait que d'autres alternatives moins énergivores sont actuellement disponibles au Québec. Une exception pourrait être faite pour les résidus organiques complexes comme les effluents d'hôpitaux ou bien les résidus présentant des risques biologiques. L'évaluation détaillée des méthodes de traitement spécifiques aux résidus organiques sort toutefois du cadre de la présente étude.

Les résidus de bois traités à la créosote ou au PCP pourraient être des gisements intéressants à utiliser. Comme suite au projet, le CTTÉI pourrait accompagner RSI dans la recherche de MRD et MRND pour lesquels il n'existe pas de débouchés de recyclage.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

Recommandation 2 : Réduire la consommation des ressources

Comme illustré au Tableau 7, RSI utilise une quantité notable de matières vierges par rapport à d'autres solutions de traitement. Cette consommation a pénalisé grandement les indices de circularité calculés. Toutefois, le sel de bicarbonate et autres agents de neutralisation des gaz, qui sont nécessairement des intrants vierges, ont une fonction essentielle chez RSI pour la captation des polluants et pour répondre aux exigences environnementales sur les rejets atmosphériques. En conséquence, une réduction de la quantité de ces agents pourrait mener à un déplacement d'impact environnemental qui ne se reflèterait pas par le système d'indicateur de circularité.

Il est plutôt suggéré de substituer la chaux hydratée et le charbon par des matières pouvant remplir la même fonction tout en ayant une empreinte environnementale plus faible. Des produits secondaires issus de l'économie circulaire pourraient convenir aux besoins de RSI. Par exemple, le lait de chaux (lime slurry) est un sous-produit de la production d'acétylène et est utilisé pour le contrôle du pH. Également, le biochar est produit à partir de ressources renouvelables et peut servir de biofiltre. Il sera bien sûr important de confirmer que les substituts aient une efficacité similaire.

Recommandation 3 : Optimiser le transport

La présente analyse démontre que les activités de transport influencent grandement la performance de RSI par rapport à plusieurs indicateurs de circularité, que ce soit l'utilisation d'énergie fossile ou l'empreinte carbone.

Bien que certains résidus à traiter sont d'origine locale, une grande partie proviennent d'autres régions et jusqu'aussi loin que le Mexique. Le transport est en amont du procédé de désorption, toutefois il est important de le considérer puisque les alternatives ne demandent pas à ce que les matières traitées soient transigées sur de longues distances (ex : traitement in situ, enfouissement à proximité, etc.). Vu l'augmentation de capacité de traitement amenée par la deuxième unité, il est probable que les matières traitées proviennent d'autant plus loin, en particulier si RSI traite déjà la majorité des matières contaminées locales.

Dans la mesure du possible, le traitement de résidus locaux est à favoriser. Par la suite, le transport peut être optimisé de plusieurs façons. Des modes de transports sobres en carbone, que ce soit par bateau ou par train, sont à favoriser au transport routier. La mutualisation du transport de plusieurs gisements peut permettre d'atteindre un chargement à pleine capacité, ce qui est moins énergivore. La deuxième unité pourrait être située dans une autre région, permettant d'élargir la couverture de RSI. L'utilisation d'une unité mobile de traitement pourrait également être bénéfique dans certains cas.

Recommandation 4 : Réduire la quantité d'énergie utilisée

La désorption thermique se distingue d'autres solutions de traitement par rapport à la quantité d'énergie utilisée. Des quantités importantes de propane sont nécessaires, en particulier pour le démarrage du procédé.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

RSI a déjà en grande partie substitué l'utilisation d'énergie fossile par l'utilisation de MRD/MRND et devrait poursuivre dans la même direction, pourvu que ces MRD/MRND n'aient pas de débouchés de recyclage (voir recommandation 1). En alternative au propane, le gaz naturel renouvelable pourrait aider à diminuer l'empreinte carbone de l'entreprise. Une étude plus approfondie est nécessaire pour valider si le gaz naturel renouvelable répond aux besoins énergétiques de RSI.

Actuellement, le gouvernement québécois favorise l'électrification et l'efficacité énergétique des procédés (voir le *Plan pour une économie verte* 2030). Des organisations comme Hydro-Québec aident les entreprises pour l'électrification et l'efficacité énergétique, ce qui pourrait s'appliquer à une partie des procédés (conditionnement, séchage, etc.).

Recommandation 5 : Favoriser des boucles de recyclage à haute valeur ajoutée

Comme illustré au Tableau 9, le procédé de RSI se distingue d'autres solutions de traitement sur le principe de création de boucles. En effet, contrairement à l'enfouissement, le procédé permet de traiter des sols afin de potentiellement les réutiliser pour divers débouchés : terrassement, travaux routiers, matériel de charge, fabrication du béton, etc.

Il est suggéré de poursuivre les démarches en ce sens et de favoriser des débouchés à haute valeur ajoutée. Par ceci, on entend des débouchés permettant de profiter de la capacité portante des sols ou permettant de substituer des matériaux vierges. Par exemple, il n'est pas suggéré d'utiliser les sols comme matériaux de recouvrement journalier, une pratique que les spécialistes veulent éviter.

Concernant les effluents gazeux, il pourrait être intéressant d'envisager l'installation d'un système de capture du CO_2 pour une réutilisation externe. Toutefois, ces systèmes ne sont viables économiquement que pour les flux hautement concentrés et à débit élevé. La valorisation des rejets thermiques est envisagée pour la deuxième unité et est fortement encouragée si elle permet de remplacer une consommation d'énergie fossile.

Concernant cette recommandation, le CTTÉI propose d'assister RSI dans l'identification et l'évaluation de débouchés pour les sols traités et les rejets thermiques.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

CONCLUSION

Deux analyses de circularité ont été réalisées sur les résidus solides (sols, MRD et MRND) ainsi que les eaux contaminées. Dans les deux cas, les procédés de RSI se distinguent d'autres solutions de traitement par la variabilité des contaminants pouvant être traités.

Au terme de cette analyse, quelle option est la plus circulaire ? La réponse a cette question dépend de l'importante relative accordée aux différents principes de l'économie circulaire, comme démontré par l'analyse de sensibilité. Les procédés de RSI sont plus circulaires si on attribue une plus grande importance au ralentissement des flux, à la création de boucles et à la réduction des impacts. Toutefois, une méthode passive comme l'enfouissement est préférable si on attribue une plus grande importance au principe de réduction des flux.

D'un point de vue de circularité, les procédés de RSI demandent une plus grande consommation de ressource que d'autres voies de traitement. Toutefois, cette consommation est nécessaire pour permettre une valorisation des extrants et pour minimiser le passif environnemental, ce qui sont en accord avec la Convention de Stockholm et la commission du BAPE sur les résidus ultimes. Également, la comparaison entre l'unité actuelle et l'unité projetée tend à montrer que la consommation supplémentaire d'intrant est compensée par le recyclage additionnel d'énergie et d'eau.

RSI peut améliorer son bilan de circularité en diminuant sa consommation de ressources vierges, en portant attention au transport en amont et s'assurant de favoriser des découchés à haute valeur ajoutée pour ses extrants. Il sera important de voir comment de futures améliorations proposées par RSI affecteront son bilan au niveau de la circularité. Les mêmes indicateurs proposés par la présente analyse peuvent servir pour suivre la performance en économie circulaire de RSI Environnement.

© 2021 CTTEI - Confidentiel

RÉFÉRENCES

[1] M. Beaulieu, *Guide d'intervention: protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*, Ministère de l'Environnement et de La lutte contre les changements climatiques. Québec, 2021. [En ligne]. Disponible à: http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/guide-intervention-protectionrehab.pdf

[2] Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, *chapitre Q-2, r. 18*. 2021. [En ligne]. Disponible à: http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/Q-2,%20r.%2018

[3] MELCC, « Liste des centres régionaux de traitement de sols contaminés autorisés au Québec pour usage public », 2021. https://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/lieux/centres.pdf

[4] Gouvernement du Canada, « Fiche descriptive : Biopile aérobie — Comparer des technologies de décontamination — Guide d'orientation pour la sélection de technologies — Sites contaminés – Pollution et gestion des déchets – Environnement et ressources naturelles – Canada.ca », mars 29, 2017. https://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/tfs.aspx?ID=6&lang=fra

[5] M. Dufresne, « Les technologies de traitement des sols contaminés : lesquelles sont durables? », Université de Sherbrooke, 2013. [En ligne]. Disponible à: https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2013/Dufresne_M__2013-06-18_.pdf

[6] Gouvernement du Canada, « Fiche descriptive : Oxydation chimique – Peroxyde – ex situ — Comparer des technologies de décontamination — Guide d'orientation pour la sélection de technologies — Sites contaminés – Pollution et gestion des déchets – Environnement et ressources naturelles – Canada.ca », mars 29, 2017. https://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/tfs.aspx?ID=22&lang=fra

[7] G. Dermont, M. Bergeron, G. Mercier, et M. Richer-Laflèche, « Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications », *J. Hazard. Mater.*, vol. 152, nº 1, p. 1-31, mars 2008, doi: 10.1016/j.jhazmat.2007.10.043.

[8] S. publics et A. C. Gouvernement du Canada, « Fiche descriptive : Désorption thermique à haute température — Comparer des technologies de décontamination — Guide d'orientation pour la sélection de technologies — Sites contaminés – Pollution et gestion des déchets – Environnement et ressources naturelles – Canada.ca », mars 29, 2017. https://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/tfs.aspx?ID=51&lang=fra (consulté le sept. 27, 2021).

[9] I. K. Iskandar, « Environmental Restoration of Metals-Contaminated Soils », 2001, p. 261-271. doi: 10.13140/2.1.3933.0081.

[10] J. A. Acosta, A. F. Cano, J. M. Arocena, F. Debela, et S. Martínez-Martínez, « Distribution of metals in soil particle size fractions and its implication to risk assessment of playgrounds in Murcia City (Spain) », *Geoderma*, vol. 149, nº 1-2, p. 101-109, févr. 2009, doi: 10.1016/j.geoderma.2008.11.034.

[11] Gouvernement du Canada, « Fiche descriptive : Solidification/stabilisation – in situ — Comparer des technologies de décontamination — Guide d'orientation pour la sélection de technologies — Sites contaminés – Pollution et gestion des déchets – Environnement et ressources naturelles – Canada.ca », mars 29, 2017. https://gost.tpsgc-pwgsc.gc.ca/tfs.aspx?ID=43&lang=fra

[12] MELCC, « Lieux commerciaux d'enfouissement sécuritaire de sols contaminés conformes au Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés », 2021. https://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/lieux/lieux-enfouis.pdf

© 2020 CTTEI - Confidentiel

[13] Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), « Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés – Plan d'action 2017-2021 », p. 34, 2017.
[14] Règlement sur l'exportation de déchets contenant des BPC (1996), *DORS/97-109*. 2021. [En ligne]. Disponible à: https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-97-109/page-1.html
[15] Stablex Canada, « Contrôles et suivis - STABLEX CANADA INC. », 2021. https://www.stablex.com/contenu/process/11-controles-suivis.html
[16] RSI Environnement, « Gestion des déchets chimiques -Contaminant mixte », *RSI Environnement*, 2021. https://www.rsienvironnement.com/matieres-traitees/contaminants-mixtes/
[17] C. Chen *et al.*, « Assessment of site contaminated soil remediation based on an input output life cycle assessment », *J. Clean. Prod.*, vol. 263, p. 121422, août 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121422.
[18] D. Hou, Q. Gu, F. Ma, et S. O'Connell, « Life cycle assessment comparison of thermal desorption and stabilization/solidification of mercury contaminated soil on agricultural land », *J. Clean. Prod.*, vol. 139, p. 949-956, déc. 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.108.
[19] N. Y. Amponsah, J. Wang, et L. Zhao, « A review of life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of commonly used ex-situ soil treatment technologies », *J. Clean. Prod.*, vol. 186, p. 514-525, juin 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.03.164.
[20] J.-R. Wells, V. Grégoire, et H. Côté, « Comparaisons d'analyse de développement durable de diverses méthodes de traitement des sols contaminés aux polluants organiques persistants ». févr. 2010.
[21] P.-L. Dessureault et H. Côté, « Bilan environnemental 2005-2016 ». juill. 2018.
[22] Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés, Loi sur la qualité de l'environnement, *chapitre Q-2, r. 46*. 2021.
[23] « Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework », ISO 14040:2006, 2006
[24] SWANA, « Alternative Daily Cover Materials for Sanitary Landfills », mai 2018. https://swana.org/docs/default-source/advocacy-documents/technical-policies-library/t-9-2---alternative-daily-cover-materials-for-landfills.pdf?sfvrsn=32d8b37c_4
[25] Environnement et Changement climatique Canada, « Polluants organiques persistants : Convention de Stockholm », févr. 19, 2015. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/organisation/affaires-internationales/partenariats-organisations/polluants-organiques-persistants-convention-stockholm.html (consulté le oct. 27, 2021).
[26] Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, « L'état des lieux et la gestion des résidus ultimes », *Bureau d'audiences publiques sur l'environnement*, 2021. https://www.bape.gouv.qc.ca/fr/dossiers/etat-lieux-et-gestion-residus-ultimes/
[27] Santé Canada, « Substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA) », avr. 23, 2021. https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/substances-chimiques/autres-substances-chimiques-interets/substances-perfluoroalkyliques-polyfluoroalkyliques.html
[28] Hanna Hamid, Loretta Li, H. Hamid, et L. Li, « Role of wastewater treatment plant (WWTP) in environmental cycling of poly- and perfluoroalkyl (PFAS) compounds », *Ecocycles*, vol. 2, nº 2, Art. nº 2, 2016, doi: 10.19040/ecocycles.v2i2.62.
[29] M. Houde *et al.*, « Fractionation and Bioaccumulation of Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) Isomers in a Lake Ontario Food Web », *Environ. Sci. Technol.*, vol. 42, nº 24, Art. nº 24, déc. 2008, doi: 10.1021/es800906r.
[30] J. P. Giesy et K. Kannan, « Global Distribution of Perfluorooctane Sulfonate in Wildlife », *Environ. Sci. Technol.*, vol. 35, nº 7, Art. nº 7, avr. 2001, doi: 10.1021/es001834k.

© 2020 CTTEI - Confidentiel

[31]P. Grandjean et R. Clapp, « Perfluorinated alkyl substances: emerging insights into health risks », *New Solut. J. Environ. Occup. Health Policy NS*, vol. 25, nº 2, Art. nº 2, août 2015, doi: 10.1177/1048291115590506.
[32]K. H. Kucharzyk, R. Darlington, M. Benotti, R. Deeb, et E. Hawley, « Novel treatment technologies for PFAS compounds: A critical review », *J. Environ. Manage.*, vol. 204, p. 757-764, déc. 2017, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.08.016.
[33]V. A. Arias Espana, M. Mallavarapu, et R. Naidu, « Treatment technologies for aqueous perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA): A critical review with an emphasis on field testing », *Environ. Technol. Innov.*, vol. 4, p. 168-181, oct. 2015, doi: 10.1016/j.eti.2015.06.001.
[34]ITRC, « Remediation Technologies and Methods for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS) ». 2018. [En ligne]. Disponible à: https://pfas-1.itrcweb.org/fact_sheets_page/pfas_fact_sheet_remediation_3_15_18.pdf
[35]B. Sonmez Baghirzade, Y. Zhang, J. F. Reuther, N. B. Saleh, A. K. Venkatesan, et O. G. Apul, « Thermal Regeneration of Spent Granular Activated Carbon Presents an Opportunity to Break the Forever PFAS Cycle », *Environ. Sci. Technol.*, vol. 55, nº 9, Art. nº 9, mai 2021, doi: 10.1021/acs.est.0c08224.
[36]T. Stoiber, S. Evans, et O. V. Naidenko, « Disposal of products and materials containing per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): A cyclical problem », *Chemosphere*, vol. 260, p. 127659, déc. 2020, doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.127659.

© 2020 CTTEI - Confidentiel

ANNEXE 1

Sélection des indicateurs de circularité du CTTÉI pour l'analyse des matières contaminées

Principe	Enjeu	Indicateur	Indicateur retenu ?	Justificatif (indicateurs non retenus)
Réduire les flux				
	Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	Oui	
	Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	Oui	
	Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	Oui	
Ralentir les flux				
	Allongement de la durée de vie des produits	Durée de vie des produits	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Productivité matière	Revenus/Intrants vierges	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	Oui	
	Productivité énergétique	Revenus/Énergie non renouvelable	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Productivité en eau	Revenus/Eau potable	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
Créer des boucles				
	Boucles de produit	Proportion du produit recirculée	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	Oui	
		Niveau de qualité des sols traités	Oui	Ajouter à la demande du client
		Potentiel de valorisation des sous-produits	Oui	Ajouter à la demande du client
	Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	Oui	
	Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	Oui	
Réduire l'impact				
	Impact environnemental	Empreinte matière	Non	Critères évalués dans le cadre de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi
		Empreinte carbone	Non	
		Empreinte énergie	Non	
		Empreinte eau	Non	
		Pôle écologique	Oui	
	Impact économique	Économies	Non	Critère évalué dans le cadre de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi
		Pôle économique	Oui	
	Impact social	Emplois circulaires	Non	Critère évalué dans le cadre de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi
		Pôle social	Oui	

ANNEXE 2

Distances et distributions de tonnages de matières contaminées transportés chez RSI Environnement par région

					Distribution (%)			Quantité transportée selon bilan de masse (t.m.)					
								Scénario 1			Scénario 2		
Région	**Sous-zone**	**Proportion par zone (%)**	**Distance moy. estimée (km)**	**Remarque**	**Sol**	**MDR**	**MRND (hypothèse)**	**Sol**	**MDR**	**MRND**	**Sol**	**MDR**	**MRND**
Saguenay–Lac-Saint-Jean	Saguenay–Lac-Saint-Jean	100	40	Camion	22,8	8,6	40,0	7998,6	1347,2	3120,0	7998,6	2521,6	3920,0
Côte-Nord	Côte-Nord	100	500	Camion	4,9	3,0	25,0	1723,5	463,7	1950,0	1723,5	867,9	2450,0
Ville de Québec	Ville de Québec	100	250	Camion	1,3	20,7	25,0	456,4	3225,5	1950,0	456,4	6037,4	2450,0
Autre région du Québec	Montréal	100	500	Camion	24,0	4,2	10,0	8409,4	658,1	780,0	8409,4	1231,8	980,0
Canada, hors Québec	Ontario	60	1000	Camion	19,1	46,8	0,0	6711,2	7302,6	0,0	6711,2	13 668,9	0,0
	Atlantique	30	900	Camion									
	Nord	5	3000	Barge et camion									
	Ouest	5	4000	Train									
États-Unis	Nord-Est	50	1000	Camion ou train	27,9	16,7	0,0	9800,8	2603,0	0,0	9800,8	4872,3	0,0
	Mid-Ouest	30	1700	Train ou camion									
	Sud-Est	20	2500	Train									
							Total	35 100	15 600	7800	35 100	29 200	9800

ANNEXE 3

Pondération des indicateurs de circularité du CTTÉI pour l'analyse des matières contaminées

TABLEAU A Pondération globale des indicateurs de circularité du CTTÉI

Niveau 1	Poids local	Niveau 2	Poids local	Niveau 3	Poids local	Niveau 4	Poids local	Niveau 5	Poids global
Mettre en place l'économie circulaire	75 %	**Réduire les flux**	50 %	Matière	63 %	Extraction et consommation de matière	100 %	Quantité de matières vierges	**23,44%**
				Énergie	25 %	Production et consommation énergétique	100 %	Quantité d'énergie non renouvelable	**9,38%**
				Eau	13 %	Extraction et consommation d'eau	100 %	Quantité d'eau potable	**4,69%**
		Ralentir les flux	30 %	Allongement de la durée de vie des produits	50 %	Allongement de la durée de vie des produits	100 %	Durée de vie des produits	**11,25%**
				Productivité	50 %	Matière	50 %	Revenus/Intrants vierges	**3,77%**
								Revenus/Matières éliminées	**1,86%**
						Carbone	20 %	Revenus/émissions carbone	**2,25%**
						Énergie	20 %	Revenus/Énergie non renouvelable	**2,25%**
						Eau	10 %	Revenus/Eau potable	**1,13%**
		Créer des boucles	20 %	Matières	63 %	Boucles de produit	67 %	Proportion du produit recirculée	**6,28%**
						Boucles de déchets	33 %	Quantité de déchets recirculés	**3,09%**
				Énergie	25 %	Boucles énergétiques	100 %	Quantité de chaleur réutilisée	**3,75%**
				Eau	13 %	Boucles d'eau	100 %	Quantité d'eaux traitées et recyclées	**1,88%**
Réduire l'impact	25 %	**Réduire l'impact**	100 %	Impact environnemental	34 %	Empreinte matière	50 %	Empreinte matière	**4,25%**
						Empreinte carbone	20 %	Empreinte carbone	**1,70 %**
						Empreinte énergie	20 %	Empreinte énergie	**1,70 %**
						Empreinte eau	10 %	Empreinte eau	**0,85 %**
				Impact économique	33 %	Économies	100 %	Économies	**8,25%**
				Impact social	33 %	Emplois circulaires	100 %	Emplois circulaires	**8,25%**
Total									**100 %**

TABLEAU B Pondération des indicateurs retenus de l'analyse de circularité

Principe/Enjeu	Indicateur	Poids (%)
Réduire les flux		
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	23,4
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	9,4
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	4,7
Ralentir les flux		
Allongement de la durée de vie des produits	Durée de vie des produits	0
Productivité matière	Revenus/Intrants vierges	0
Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	22,5
Productivité carbone	Revenus/Carbone	0
Productivité énergétique	Revenus/Énergie non renouvelable	0
Productivité en eau	Revenus/Eau potable	0
Créer des boucles		
Boucles de produit	Proportion du produit recirculée	0
Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	2,3
	Niveau de qualité des sols traités	1,5
	Potentiel de valorisation des sous-produits	1,5
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	6,5
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	3,2
Réduire l'impact		
Impact environnemental	Empreinte matière	0
	Empreinte carbone	0
	Empreinte énergie	0
	Empreinte eau	0
	Pôle écologique	8,5
Impact économique	Économies	0
	Pôle économique	8,3
Impact social	Emplois circulaires	0
	Pôle social	8,3
Total		**100**

ANNEXE 4

Sélection des indicateurs de circularité du CTTÉI pour l'analyse des eaux contaminées

Principe	Enjeu	Indicateur	Indicateur retenu ?	Justificatif (indicateurs non retenus)
Réduire les flux				
	Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	Oui	
	Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	Oui	
	Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	Oui	
Ralentir les flux				
	Allongement de la durée de vie des produits	Durée de vie des produits	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Productivité matière	Revenus/Intrants vierges	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	Non	Non variable en fonction des scénarios choisis
	Productivité énergétique	Revenus/Énergie non renouvelable	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Productivité en eau	Revenus/Eau potable	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
Créer des boucles				
	Boucles de produit	Proportion du produit recirculée	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculées	Non	Non significatif pour l'ensemble des scénarios analysés
	Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	Oui	
	Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	Oui	
Réduire l'impact				
	Impact environnemental	Empreinte matière	Non	Différences mineures d'un scénario à l'autre
		Empreinte carbone	Non	
		Empreinte énergie	Non	
		Empreinte eau	Non	
	Impact économique	Économies	Non	
	Impact social	Emplois circulaires	Non	

ANNEXE 5

Distances et distributions de tonnages d'eaux contaminées transportés chez RSI Environnement par région

Région	Sous-zone	Proportion par zone (%)	Distance moy. estimée (km)	Remarque	Distribution (%)	Quantité selon bilan de masse (t.m.)	
						Scénario 1	Scénario 2
Saguenay–Lac-Saint-Jean	Saguenay–Lac-Saint-Jean	100	40	Camion	30,5	3092,1	7849,2
Côte-Nord	Côte-Nord	100	500	Camion	15,2	1542,0	3914,3
Ville de Québec	Ville de Québec	100	250	Camion	3,7	376,8	956,6
Autre région du Québec	Montréal	100	500	Camion	5,2	529,6	1344,4
Canada, hors Québec	Ontario	60	1000	Camion	45,4	4599,5	11 675,6
	Atlantique	30	900	Camion			
	Nord	5	3000	Barge et camion			
	Ouest	5	4000	Train			
États-Unis	Nord-Est	50	1000	Camion ou train	0,0	0,0	0,0
	Mid-Ouest	30	1700	Train ou camion			
	Sud-Est	20	2500	Train			
					Total	10 140	25 740

ANNEXE 6

Pondération des indicateurs retenus de l'analyse de circularité des eaux contaminées

Principe/Enjeu	Indicateur	Poids (%)
Réduire les flux		
Extraction et consommation de matière	Quantité de matières vierges	45
Production et consommation énergétique	Quantité d'énergie non renouvelable	18
Extraction et consommation d'eau	Quantité d'eau potable	9
Ralentir les flux		
Allongement de la durée de vie des produits	Durée de vie des produits	0
Productivité matière	Revenus/Intrants vierges	0
Productivité matières résiduelles	Revenus/Matières éliminées	0
Productivité carbone	Revenus/Carbone	0
Productivité énergétique	Revenus/Énergie non renouvelable	0
Productivité en eau	Revenus/Eau potable	0
Créer des boucles		
Boucles de produit	Proportion du produit recirculée	0
Boucles de déchets	Quantité de déchets recirculés	0
Boucles énergétiques	Quantité de chaleur réutilisée	19
Boucles d'eau	Quantité d'eaux traitées et recyclées	10
Réduire l'impact		
Impact environnemental	Empreinte matière	0
	Empreinte carbone	0
	Empreinte énergie	0
	Empreinte eau	0
Impact économique	Économies	0
Impact social	Emplois circulaires	0
Total		**100**

éco=conseil | UQAC
Chaire en éco-conseil
Université du Québec à Chicoutimi

Bilan environnemental 2005-2016

Réalisé pour :

RSI Environnement

par :

Pierre-Luc Dessureault, M. Sc., géographe physique, éco-conseiller diplômé

Hélène Côté, coordonnatrice de la recherche, ing., M. Sc., éco-conseillère diplômée

Sous la direction de :

Claude Villeneuve, professeur titulaire

Directeur de la Chaire en éco-conseil

Juillet 2018

TABLE DES MATIÈRES

Liste des acronymes vi

Sommaire viii

Introduction 1

Contexte 1

Objectifs de l'étude 1

1 Historique 2

1.1 Suivi des actions engendrant une modification aux certificats d'autorisation 2

1.2 Suivi des actions non documentées 4

1.3 Suivi des recommandations du bilan précédent 4

2 Conformité réglementaire 6

2.1 Processus de vérification indépendant de la conformité 6

2.1.1 Système de gestion environnementale 7

2.2 Sols contaminés 7

2.2.1 Composition des sols contaminés 8

2.3 Efficacité d'enlèvement des contaminants 10

2.4 Démonstration de la conformité du procédé 11

2.4.1 Évolution des seuils et de la réglementation 12

2.4.2 Caractérisation des émissions aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage et du système de refroidissement des sols décontaminés 13

2.5 Qualité de l'air ambiant 15

2.5.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique 16

2.5.2 Suivi de l'air ambiant 16

2.6 Qualité de l'eau 22

2.7 Dépôt au sol 24

2.7.1 Les mousses 24

2.7.2 Les aiguilles de pin 25

2.7.3 La neige 25

2.7.4 Retombées atmosphériques au sol 26

2.8 Bilan des émissions des gaz à effet de serre 26

2.8.1 Description du périmètre opérationnel de RSI Environnement 26

2.8.2 Bilan des gaz à effet de serre 28

2.9 Sols décontaminés 32

2.9.1 Utilisation des sols et potentiel d'utilisation 33

3 Conclusions et recommandations 34

3.1 Conclusions 34

3.2 Recommandations 36

4 Références 37

Annexe 1 : Liste des autorisations et des certificats d'autorisation 41

Annexe 2 : Cadre légal de RSI environnement 43

Annexe 3 : Efficacité d'enlèvement du procédé de traitEment des sols 45

Annexe 4 : Résultats obtenus à la cheminée du procédé thermique et résultats d'analyse des sols lors de la démonstration de conformité 48

Annexe 5 : Sommaire des données colligées de certains polluants pour la déclaration à l'INRP 56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Provenance des sols contaminés entre 2005 et 2016 9

Tableau 2 : Mesures annuelles de l'efficacité d'enlèvement et de combustion des biphényles polychlorés (BPC)..... 10

Tableau 3 : Quantité de polluants enlevés et détruits entre 2005 et 2014 10

Tableau 4 : Exemple d'évolution des seuils des polluants 13

Tableau 5: Sommaire des résultats obtenus aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage (SVBE) et du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) en 2010 14

Tableau 6 : Sommaire des résultats obtenus aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage (SVBE) et du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) en 2016 15

Tableau 7 : Données comparatives de dioxines et furanes pour certains endroits au Québec (37)..... 18

Tableau 8 : Données comparatives de particules totales en suspension (PST) pour certains endroits au Québec (37) 21

Tableau 9 : Données comparatives de BPC pour certains endroits au Québec (37) 22

Tableau 10 : Polluants analysés et limites de conformité (40)..... 23

Tableau 11 : Quantité de sols décontaminés par RSIE entre 2005 et 2016 par catégorie de sol de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (44)..... 32

Liste des figures

Figure 1 : Pourcentage de sols contaminés par type de polluants traités par RSIE entre 2005 et 2016 8

Figure 2 : Quantité de sols contaminés, entreposés, reçus et traités annuellement 9

Figure 3 : Moyennes annuelles des mesures de dioxines et furanes dans les trois stations d'échantillonnage de RSI Environnement 18

Figure 4 : Moyennes annuelles des mesures de HAP totaux dans les trois stations d'échantillonnage de RSI Environnement..... 19

Figure 5 : Moyennes annuelles des mesures de particules totales en suspension dans les trois stations d'échantillonnage de RSI Environnement 20

Figure 6 : Moyennes annuelles des mesures de BPC dans deux stations d'échantillonnage de RSIE 22

Figure 7 : Sources d'émissions par catégorie de GES de RSIE (en rouge les scope 1, en vert les scope 2 et en bleu les scope 3)..... 27

Figure 8 : Gaz à effet de serre (GES) émis par le traitement des sols contaminés entre 2009 et 2016 29

Figure 9 : Gaz à effet de serre émis par la machinerie et les véhicules entre 2009 et 2010..... 30

Figure 10 : Total des émissions de GES comptabilisées de RSIE (procédé, diesel dans la machinerie et essence dans les véhicules) entre 2009 et 2016..... 30

Figure 11 : GES comptabilisées (procédé, diesel dans la machinerie et essence dans les véhicules) de RSIE émis par tonne de sols traités entre 2009 et 2016 31

Figure 12 : Quantité de sols contaminés aux hydrocarbures traités par RSIE entre 2005 et 2016 31

LISTE DES ACRONYMES

GES : gaz à effet de serre
RSIE : RSI Environnement
3RV-E : réduction, réemploi, recyclage, valorisation et élimination
ACIA : Agence canadienne d'inspection des aliments
Ag: argent
Al: aluminium
As: arsenic
B: bore
Ba: baryum
Be: béryllium
Bi : bismuth
BNQ : Bureau de normalisation du Québec
BPC : biphényles polychlorés
BQMS : Bourse québécoise des matières secondaires
BRIQ : Bourse des résidus industriels du Québec
BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (composés organiques volatils)
CA : certificat d'autorisation
Cd : cadmium
Co : cobalt
COV : composées organiques volatils
Cr : chrome
CTTÉI : Centre de transfert technologique en écologie industrielle
Cu : cuivre
DDT : dichlorodiphényltrichloroéthane
DMS : dépôt de matériaux secs
EDE : efficacité de destruction et d'enlèvement
Fe : fer
HAM : hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques
Hg : mercure
HHT : hydrocarbures halogénés totaux
HP : hydrocarbures pétroliers
HP C10-C50 : hydrocarbures pétroliers contenant de 10 à 50 molécules de carbone
INRP : inventaire national des rejets de polluants
LES : lieu d'enfouissement sanitaire
LESC : lieu d'enfouissement des sols contaminés
LQE : Loi sur la qualité de l'environnement
MDDEP : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (anciennement MENV)
MDR : matières dangereuses résiduelles
MENV : Ministère de l'Environnement du Québec (plus tard MDDEP, aujourd'hui MDDELCC)
Mg : magnésium
Mn : manganèse
Mo : molybdène
MRC : municipalité régionale de comté

MTQ : Ministère des Transports du Québec
NaOH : soude, hydroxyde de sodium
Ni : nickel
Pb : plomb
PCE : perchloroéthylène
PCP : pentachlorophénol
PE-HD : polyéthylène haute densité
POP : polluants organiques persistants
RAA : Règlement sur l'assainissement de l'air
RESC : Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
RPRT : Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains
Sb : antimoine
Se : sélénium
Sn : étain
TCE : trichloroéthylène
t.m. : tonne métrique (1 000 kg)
USEPA: United States Environmental Protection Agency
V : vanadium
Zn : zinc

SOMMAIRE

Ce document est un bilan environnemental de dix années d'activité de RSIE. Il présente la performance de RSIE par rapport à son système de gestion environnementale, la performance de son système de traitement des sols contaminés et ses rejets dans l'atmosphère, dans l'eau et le sol.

Le système de gestion environnementale de RSIE

Les installations de RSIE sont auditées, chaque année, par un organisme externe afin d'évaluer si la compagnie respecte l'ensemble des normes et des règlements relatifs à l'environnement et à la sécurité. On y vérifie par exemple les points suivants :

- Décharges d'eaux usées;
- Décharges d'eaux pluviales;
- Émissions atmosphériques;
- Production, traitement, stockage et élimination des déchets dangereux;
- Stockage, manipulation et gestion des matériaux inflammables;
- Manipulation, stockage et élimination des biphényles polychlorés (BPC);
- Réservoirs de stockage;
- Élimination des déchets solides et recyclage;
- Imprévus et interventions d'urgence;
- Problèmes de nuisance.

Les résultats des audits menés depuis ses débuts révèlent que la compagnie respecte l'ensemble des règlements et normes provinciales, fédérales et municipales. Le ministère du Développement durable et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) reconnaît également que le système de suivi environnemental de RSIE est une référence dans le domaine.

Performance de la décontamination des sols

De 2005 à 2016, RSIE a traité 313 981 tonnes de sols contaminés aux BPC (61%), aux HAP (15%), aux hydrocarbures (14%), aux pesticides (4%), aux dioxines et furanes, HAP, PCP (5%) et COV (1%).

Le traitement de ces sols a permis nettoyer l'environnement de 24 tonnes de BPC, 134 tonnes de HAP, 1 149 tonnes d'hydrocarbures, 6 tonnes de pesticides, 785 grammes de dioxines et furanes et 3 tonnes de PCP.

Les contaminants dans les sols ont été enlevés avec une efficacité largement supérieure aux normes de l'article 4 du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés.*

La décontamination a permis d'obtenir 277 406 tonnes métriques de sols décontaminés dont la majeure partie (77%) sont devenus réutilisables sans restriction (catégories A et A-B).

Performance du système de traitement des rejets atmosphériques

L'efficacité de destruction des gaz n'a pas changé depuis sa mise en place et les émissions de polluants peuvent être comparées aux teneurs observées dans les milieux naturels.

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) de RSIE entre 2009 et 2016 ont diminué pour passer, en 2013, en-dessous de la limite de déclaration, dont une diminution de 32 013 tonnes entre 2012 et 2015. Pour ce faire, RSIE a adopté différentes stratégies de réduction des émissions de GES :

- Utiliser des carburants fossiles avec un pouvoir calorifique plus élevé afin de diminuer la consommation;
- Utiliser de la biomasse pour diminuer l'utilisation de carburants fossiles;
- Utiliser les sols contaminés aux hydrocarbures comme source d'énergie.

Performance au niveau des rejets autour de l'usine

Le suivi sur les zones d'échantillonnage autour de l'usine montre qu'à travers les années, les concentrations de HAP, de dioxines et de furanes, de BPC et des particules en suspension dans l'air sont toutes inférieures aux normes suggérées par le MDDELCC. Il est également à noter que les moyennes des stations d'échantillonnage sont inférieures ou non significativement différentes de la station témoin. Ces résultats indiquent que les opérations de RSIE n'influencent pas de façon mesurable la qualité de l'air ambiant.

Les concentrations des polluants pour les dépôts au sol (neige, mousse et aiguilles) sont quant à elles inférieures aux valeurs typiques de milieux résidentiels et l'échantillonnage des eaux souterraines indique qu'il ne s'y retrouve aucune trace de polluants.

INTRODUCTION

CONTEXTE

En 2004-2005, la Chaire en éco-conseil a réalisé le bilan environnemental de dix ans d'activités de l'unité de désorption thermique de Saint-Ambroise pour la compagnie connue à l'époque sous le nom de Récupère Sol inc. Maintenant nommée RSI Environnement (RSIE), cette compagnie souhaite que la Chaire en éco-conseil réalise un nouveau bilan environnemental couvrant les 11 dernières années, soit de 2005 à 2016. Cette évaluation n'est requise par aucune obligation légale ou normative et vise à informer le public et à permettre à l'entreprise d'améliorer sa performance à long terme.

Un premier bilan environnemental réalisé par la Chaire pour la période 1997-2004 situait la technologie de désorption thermique parmi les moyens efficaces pour décontaminer des sols des polluants organiques persistants, décrivait le procédé utilisé chez RSIE et établissait qu'il respectait rigoureusement les normes imposées par la réglementation et son certificat d'autorisation. L'analyse permettait aussi à l'équipe de la Chaire de faire une série de recommandations à l'entreprise pour améliorer sa performance et diminuer les risques de contamination de l'environnement dans une optique d'amélioration continue.

L'entreprise s'inscrit dans une boucle d'écologie industrielle permettant de redonner une valeur aux sols traités et désire se montrer exemplaire en termes de performance environnementale. Seuls les éléments documentés et vérifiables ont été utilisés pour réaliser ce bilan.

Objectifs de l'étude

- Réaliser, à partir des données recueillies par l'entreprise pour le MDDELCC, le bilan environnemental de RSIE pour les années 2005 à 2016, ainsi qu'un suivi des recommandations effectuées lors du bilan environnemental 1997-2004 en adéquation avec le nouveau contexte règlementaire en vigueur.

- Réaliser un bilan des gaz à effet de serre (GES) selon la réglementation Q-2, r. 15 - Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère.

    - Ajouter au bilan de GES les émissions autres indirectes;
    - Évaluer les émissions de GES dans une perspective de cycle de vie de la barrière à la barrière, c'est-à-dire pour une tonne de matière contaminée traitée;
    - Évaluer la compensation nécessaire en fonction des GES produits;
    - Faire des recommandations pour améliorer la gestion des GES de l'entreprise.

- Identifier des pistes de communication sur la performance de l'entreprise en termes de développement durable.

1 HISTORIQUE

Depuis 1997, RSIE exploite un centre de transformation pour le traitement de sols contaminés. Avec 22 certificats d'autorisation et deux permis pour traiter des matières résiduelles dangereuses (un pour la valorisation énergétique et un pour la valorisation granulaire), RSIE a développé une expertise pour recycler tout type de sols contaminés. Sa technologie de désorption thermique à contre-courant, unique en Amérique du Nord, permet de recycler des sols contaminés par des matières organiques comme les hydrocarbures, les BPC, les dioxines et les furanes. Les types de sols (sablonneux, argileux, etc.), les contaminants en présence, les taux d'humidité, etc. varient énormément selon le matériel à traiter ce qui demande des façons de faire uniques permettant la décontamination en toute sécurité.

Inspectée de 6 à 12 fois par an par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), de même que par l'Agence canadienne d'inspection des aliments et Environnement Canada, RSIE fait également l'objet d'inspections de la part de ses clients tout en respectant la norme ISO 14001 et toutes les exigences légales qui s'appliquent à ses activités.

Dans sa politique environnementale, l'entreprise s'engage à :

- « Protéger l'environnement;
- Être conforme aux législations et réglementations en vigueur ainsi qu'aux autres exigences volontaires auxquelles nous pourrions souscrire;
- Améliorer de façon continue notre SGE et notre performance environnementale ;
- Procurer et maintenir des conditions de travail saines et sécuritaires »

« L'objectif ultime de RSI Environnement est de réduire l'enfouissement des déchets au maximum, en plus de recycler les sols et les autres matières dans une plus grande proportion, exprimant ainsi la volonté du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques »(1).

1.1 SUIVI DES ACTIONS ENGENDRANT UNE MODIFICATION AUX CERTIFICATS D'AUTORISATION

Il est à noter que toute modification au fonctionnement des installations de RSIE doit passer par une demande de certificat d'autorisation (CA). La liste suivante résume les permis ou CA demandés pour des projets réalisés par RSIE qui ont potentiellement un impact sur l'environnement (voir Annexe 1). Le suivi environnemental est inclus dans un certificat d'autorisation depuis 2005 et a été modifié à quelques reprises. Il est à noter que RSIE a mis en place plusieurs mesures de suivis environnementaux au fil des années qui ne sont pas mentionnées ici, car il n'affecte pas les activités réglementées de RSIE.

5 décembre 2005

- Modification au CA : aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à St-Ambroise.

Commentaire : Cette modification inclut le programme de suivi environnemental.

13 janvier 2006

- Modification au CA: construction et exploitation d'un centre de traitement de sols et d'eaux contaminés par les hydrocarbures.

Commentaire : Cette modification inclut le traitement des PCP et des dioxines et furannes.

29 mai 2009

- Modifier l'injection de chaux hydratée afin d'ajuster le taux d'injection de cette dernière selon les lectures données par les appareils de mesure en continu des gaz (taux minimal de 10 kg/h). Cette action permet de réduire la consommation de chaux hydratée.

Note : les contraintes réglementaires rendent maintenant impossible des réductions de consommation de chaux hydratée, donc cette action n'est plus effective. Les demandes ont été retirées, donc aucune modification au CA n'a été effectuée.

21 juillet 2009

- Certificat d'autorisation pour Valorisation de résidus de bois non contaminé

Commentaire : ce CA permet d'utiliser des résidus de bois comme combustible alternatif.

24 novembre 2009

- Certificat d'autorisation Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés

1er août 2013

- Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles

Commentaire : Ce permis a autorisé le remplacement d'un carburant fossile en utilisant des résidus de matières dangereuses qui étaient voués à l'enfouissement.

23 octobre 2015

- Modification de la durée d'entreposage à 4 ans avant leur traitement des matières dangereuses résiduelles afin d'optimiser l'utilisation de l'énergie pour le traitement thermique.

1.2 SUIVI DES ACTIONS NON DOCUMENTÉES

RSIE a mis en place des actions soulevées lors des processus d'amélioration continue et qui n'ont pas été documentées par des modifications aux certificats d'autorisation.

RSIE a indiqué qu'un projet de R&D visait à mettre en valeur les sols contaminés en utilisant ceux-ci comme matrice pour un terreau. Cette idée originale est supportée par le fait que les sols n'ont aucune restriction d'usage. Si la recherche donne les résultats attendus, cela permettra de réellement parler de recyclage des sols.

RSIE a de plus changé un véhicule de sa flotte par une automobile hybride.

1.3 SUIVI DES RECOMMANDATIONS DU BILAN PRÉCÉDENT

Les recommandations mentionnées dans le précédent bilan environnemental de RSI (1997-2004) étaient les suivantes. Pour chacune, une brève description du suivi effectué est incluse :

1. Des ressources devraient être mises en œuvre pour mieux documenter ce type d'évènement […ouvertures de clapet…] et mettre en place tous les moyens utiles pour éviter que les ouvertures de clapet se produisent.

   Suivi : La modification effectuée implique une fermeture du clapet d'urgence de façon permanente, ainsi qu'un processus d'arrêt du procédé en toute sécurité pour minimiser l'impact sur l'environnement.

2. Écrire un rapport annuel selon une table des matières indiquée.

   Suivi: un rapport est écrit chaque année afin de répondre aux exigences du MDDELCC. Après avoir consulté ce rapport, il est possible de confirmer que l'ensemble des résultats sont mentionnés.

3. Revoir son protocole d'échantillonnage d'air ambiant. Celui-ci fournit actuellement des données difficiles à interpréter en raison de la grande variabilité des paramètres dans l'air ambiant et de la difficulté à associer les teneurs en polluants mesurées dans l'air ambiant aux opérations de RSIE sauf lors des ouvertures de clapet.

   Suivi : La démonstration de conformité de 2005 a permis d'établir les priorités d'amélioration du procédé pour RSIE. Depuis ce moment, le système de suivi des

polluants a été amélioré sur plusieurs aspects : échantillonnage régulier de l'air ambiant, des émissions de procédé, de l'eau souterraine, des sols et de la végétation avoisinante. Chaque année, un audit externe de conformité réglementaire est effectué pour vérifier le bon suivi environnemental. Quant à l'ouverture du clapet, cette possibilité a été enlevée du procédé, ce qui élimine les problématiques environnementales de ce côté.

4. Réorienter ses efforts et ses ressources pour donner une image claire de ses impacts présumés sur l'environnement, par exemple en faisant des échantillonnages plus complets et ciblés dans des conditions atmosphériques comme des inversions thermiques, et en effectuant des mesures systématiques de la qualité de l'air ambiant lors des épisodes d'ouverture de clapet.

   Suivi : Tel que mentionné ci-haut le clapet a été scellé. Dans le cas particulier des inversions thermiques, comme ces dernières risquent fortement de se produire en hiver lorsque le chauffage au bois est utilisé à St-Ambroise et dans les environs, il est probable que les concentrations présumées en provenance de RSIE seraient difficiles à distinguer du bruit de fond. L'ensemble des données amassées depuis 20 ans par RSIE en amont et en aval de ses opérations, démontrent que les concentrations observées ne sont pas attribuables à l'usine (voir section 2.5.2)

5. Compte tenu de l'absence de contamination mesurée dans le sang des travailleurs de manière récurrente et l'absence de traces de pollution dans l'eau souterraine, l'entreprise devrait espacer son échantillonnage et publier les résultats une fois aux cinq années.

   Suivi : Des tests sanguins ont été effectués pendant plusieurs années. Les résultats sont archivés pour presque toutes les années depuis 2005 et ce jusqu'en 2013, année où une référence mentionnent que « plus de 267 analyses sanguines ont été fait et les résultats sont comparables à ceux retrouvés dans la population non-exposée professionnellement aux BPC ». (2) Pour l'échantillonnage de l'eau souterraine, la loi actuelle spécifie la fréquence à respecter et RSIE s'est conformé à cette fréquence.

En résumé, l'ensemble des recommandations du bilan précédent ont été suivies. Les provenances des sols sont fournies au MDDELCC et consignées dans un registre[1].

[1] Le registre peut être demandé au MDDELCC par la loi d'accès à l'information.

2 CONFORMITÉ RÉGLEMENTAIRE

RSIE doit se conformer à un cadre règlementaire exhaustif pour opérer son procédé de traitement des sols contaminés (voir Annexe 2).

Le cadre règlementaire touche le transport et l'entreposage des sols contaminés, la qualité de l'eau (traitement de l'eau et échantillonnage de l'eau potable), la qualité de l'air (émissions de procédé, évaluation de l'air ambiant) et la qualité des sols (sols décontaminés, sols avoisinants l'usine) (3).

Cette section présente l'évolution des résultats du suivi des indicateurs environnementaux de RSIE entre 2005 et 2016 tirés des rapports pour le MDDELCC (4–14). Il est à noter que les rapports de RSIE ont été reçus et approuvés par le MDDELCC et que celui-ci stipule que le suivi environnemental effectué par l'entreprise constitue une référence dans le domaine (15–17).

2.1 PROCESSUS DE VÉRIFICATION INDÉPENDANT DE LA CONFORMITÉ

RSIE passe chaque année un processus de vérification indépendant lié à la conformité réglementaire.

Les vérificateurs évaluent si RSIE a respecté l'ensemble des normes et des règlements relatifs à l'environnement et à la sécurité. Ils vérifient les éléments suivants:

- Décharges d'eaux usées;
- Décharges d'eaux pluviales;
- Émissions atmosphériques;
- Production, traitement, stockage et élimination des déchets dangereux;
- Stockage, manipulation et gestion des matériaux inflammables;
- Manipulation, stockage et élimination des biphényles polychlorés (BPC);
- Réservoirs de stockage;
- Élimination des déchets solides et recyclage;
- Imprévus et interventions d'urgence;
- Problèmes de nuisance

Les résultats des rapports de ces consultants estiment que RSIE remplit les exigences liées à la conformité réglementaire (18–22).

2.1.1 Système de gestion environnementale

Le système de gestion environnementale des installations de RSIE situées à St-Ambroise est certifié ISO-14 001 2004 (en transition vers 2015), une norme qui dicte les exigences relatives à un système de gestion environnementale. L'objectif de la norme, toujours en cohérence avec la politique environnementale de RSIE, est résumé par l'acronyme RAP qui signifie :

- **R**espect des exigences légales
- **A**mélioration continue
- **P**rotéger l'environnement

Les audits ont démontré que les exigences de la norme sont rencontrées. En plus des exigences requises, RSIE a ajouté le volet santé sécurité des travailleurs dans sa politique environnementale.

Il est à noter que RSIE vise la conformité règlementaire et que le système de gestion est mis en place et vérifié dans cet objectif. Il est également à noter que la certification ISO-14001 se fonde sur la qualité et l'application du système de gestion environnementale et les résultats des audits se traduisent par des actions à entreprendre pour améliorer le système de gestion lorsqu'une non-conformité est détectée. Une non-conformité est la non-satisfaction à une exigence ou la déviation par rapport à une spécification, un standard ou une attente. Les non-conformités sont usuellement classées comme critiques, majeures ou mineures et l'auditeur doit regarder toute non-conformité et la noter au rapport.

Lors de ses audits, RSIE n'a eu que quelques non-conformités ISO mineures liées à la mise à jour des documents de formation et de gestion. Chacune de ces non-conformités a été traitée rapidement suite à la demande des auditeurs (23,24).

2.2 SOLS CONTAMINÉS

Les types de polluants autorisés à être traités sur le site de RSIE sont :

- depuis 1993 : les hydrocarbures, les HAP, les COV;
- depuis 1997 : les pentachlorophénols, les dioxines et furanes, les BPC et les autres organochlorés (pesticides);

Tous les sols contaminés reçus avaient obtenu la conformité réglementaire fédérale, provinciale et municipale selon les rapports d'audit externe (18–22).

2.2.1 Composition des sols contaminés

La Figure 1 présente les sols contaminés, en pourcentage, en fonction du type de polluants traités par RSIE entre 2005 et 2016. La figure montre que RSIE a traité principalement des sols contaminés aux BPC (61%), aux HAP (15%) et aux hydrocarbures (14%). Avec la valorisation énergétique, RSIE peut depuis 2013, être compétitif et traiter des sols aux hydrocarbures, sols qui étaient normalement voués à l'enfouissement.

La Figure 1 montre également que les sols contaminés aux dioxines et furanes, par un mélange de polluants (dioxines et furanes, HAP, PCP), par des pesticides et des COV représentent respectivement 4%, 5%, 4% et 1%.

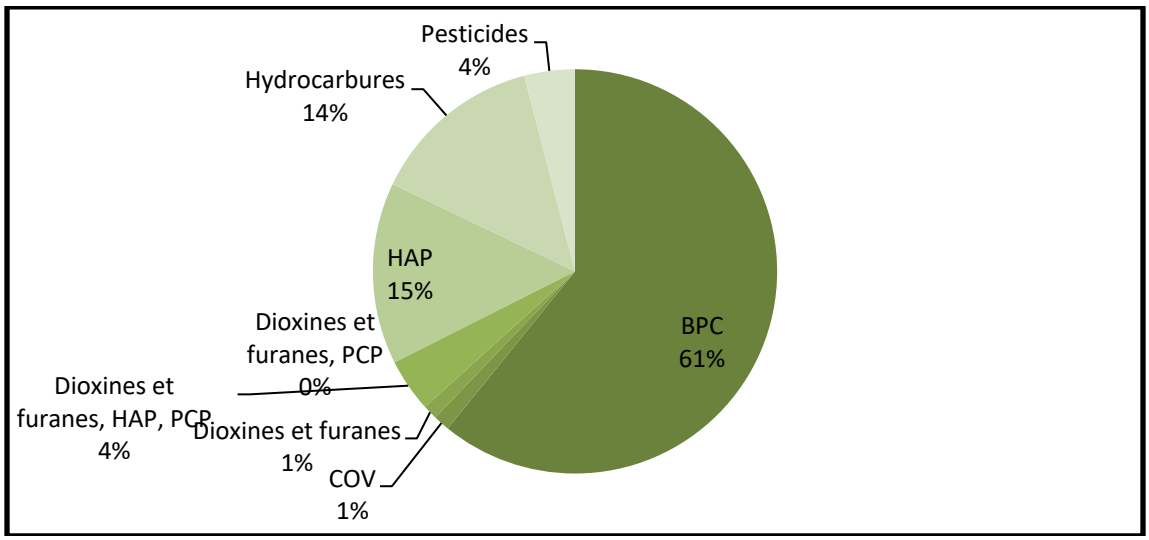
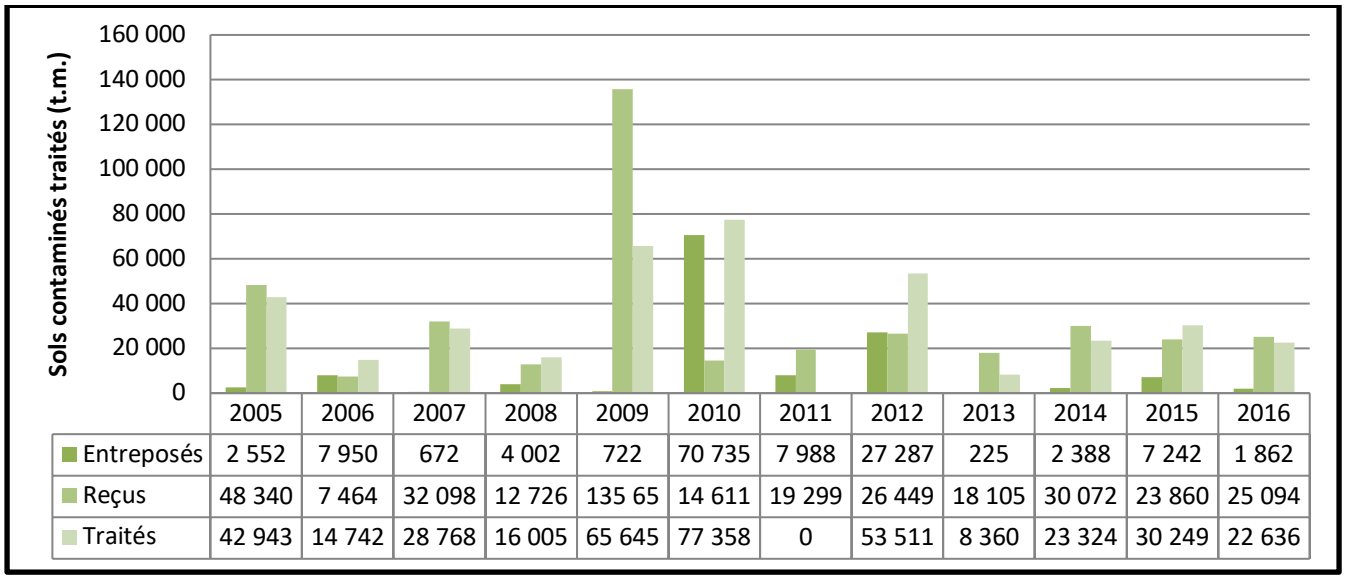


Figure 1 : Pourcentage de sols contaminés par type de polluants traités par RSIE entre 2005 et 2016

La Figure 2 présente les quantités de sols contaminés reçus, entreposés et traités chaque année entre 2005 et 2016. La figure montre que dans la seule année 2009, RSIE a reçu 43 % de l'ensemble des matières contaminées traitées.

La figure montre également que les années où il y a eu le plus de traitement de sols contaminés ont été 2009 et 2010 (21% et 25%) suivis de 2005 et 2012 (14% et 18%). Il est à noter qu'en 2011, l'usine n'était pas en opération et il n'y a donc pas eu de traitement de sols contaminés.



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Entreposés	2 552	7 950	672	4 002	722	70 735	7 988	27 287	225	2 388	7 242	1 862
Reçus	48 340	7 464	32 098	12 726	135 65	14 611	19 299	26 449	18 105	30 072	23 860	25 094
Traités	42 943	14 742	28 768	16 005	65 645	77 358	0	53 511	8 360	23 324	30 249	22 636

Figure 2 : Quantité de sols contaminés, entreposés, reçus et traités annuellement

Le Tableau 1 présente la provenance des sols contaminés entre 2005 et 2016. Le tableau montre que ce sont l'Ontario (50%) et les États-Unis (23%) qui envoient le plus de sols contaminés à Saint-Ambroise. Il est à noter que RSIE possédait les autorisations nécessaires et s'est révélé en conformité tout au long de ces années avec les règlements sur le transport, les mouvements interprovinciaux et l'importation des matières dangereuses.

Les sols envoyés par les différentes régions du Québec ne comptent que pour 18% des sols contaminés reçus (dont 81% provenaient de la Ville de Québec).

Tableau 1 : Provenance des sols contaminés entre 2005 et 2016

Provenance	Tonnes métriques	Pourcentage
Québec	70 755	18.0%
Canada	4 281	1.1%
Colombie-Britannique	1 779	0.5%
États-Unis	90 949	23.1%
Labrador	393	0.1%
Nouveau-Brunswick	11 497	2.9%
Nunavut	3 976	1.0%
Ontario	201 501	51.1%
Terre-Neuve	8 847	2.2%
Total	**393 978**	**100.0**

2.3 EFFICACITÉ D'ENLÈVEMENT DES CONTAMINANTS

L'efficacité d'enlèvement des contaminants du procédé de RSIE n'est plus à prouver car la moyenne d'enlèvement pour l'ensemble de sols contaminés frôle les 99 %. Le Tableau 2 présente l'exemple des BPC pour lequel l'élimination se révèle supérieure à 99,9%. L'Annexe 3 présente tous les résultats d'efficacité d'enlèvement.

Tableau 2 : Mesures annuelles de l'efficacité d'enlèvement et de combustion des biphényles polychlorés (BPC)

Année	% d'enlèvement	Année	% d'enlèvement
2005	>99.99	**2011**	n.d.
2006	>99.99	**2012**	99.95
2007	> 99.99	**2013**	>99,99
2008	99.98	**2014**	>99,99
2009	99.94	**2015**	>99,99
2010	99.95	**2016**	>99,99

Les substances organiques présentes initialement dans les sols ont été enlevées avec une efficacité largement supérieure à la norme de 90% (article 4 du *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés*) tel que le montre le Tableau 3. (25) La section 0 présente le classement des sols après traitement.

Tableau 3 : Quantité de polluants enlevés et détruits entre 2005 et 2014[2]

Polluants	Quantité de polluants enlevés
BPC	24 t.m.
Dioxines et furanes	785 g
HAP	134 t.m.
Hydrocarbures	1149 t.m.
Pesticides	6 t.m.
Pentachlorophénol	3 t.m

Pour donner une idée de l'importance que représentent les quantités traitées par RSIE , les quantités de dioxines et furanes ainsi que de HAP enlevées des sols décontaminés par l'entreprise en 2005-2006 correspondaient respectivement à 13% et 9% des rejets annuels totaux de ces contaminants par l'ensemble des industries canadiennes ayant fait une déclaration à l'Inventaire national des Rejets de Polluants (INRP) en 2005 (26).

[2] L'information sur les quantités de polluants enlevés n'était pas présente dans les bilans 2015 et 2016.

2.4 DÉMONSTRATION DE LA CONFORMITÉ DU PROCÉDÉ

La démonstration de conformité sert à montrer que le procédé thermique élimine les contaminants des sols selon les cibles des lois et règlements en vigueur. Elle permet également de prouver que les émissions à la cheminée n'excèdent pas les règlements et les normes en vigueur ainsi que celles des certificats d'autorisation. Entre 2005 et 2016, RSIE a réalisé des démonstrations de conformités en 2005-2006, en 2007-2008, en 2009-2010, 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016. Il est à noter qu'en 2011 l'usine n'était pas en opération et qu'avant l'entrée en vigueur du règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (2012), RSIE avait l'autorisation du MDDELCC de réaliser des essais uniquement après 100 000 tonnes de sols contaminés ou aux deux ans selon la première échéance.

Les démonstrations de conformité ont été réalisées par différentes firmes d'experts-conseils selon les méthodes standards reconnues par le MDDELCC. Pendant la période d'évaluation de la conformité, un essai est réalisé chaque jour et pour chaque essai, des échantillons sont prélevés à la cheminée du procédé (gaz), sur le convoyeur d'alimentation (sols contaminés), à la sortie de la chambre de combustion primaire (CCP) (sols décontaminés), à la base de la chambre de combustion secondaire (CCS) (particules fines de sol), à la base de la tour de refroidissement des gaz (TRG) (particules fines de sol), ainsi qu'à la base des dépoussiéreurs (SFG) (particules fines de sol et sels de neutralisation). De plus, des appareils de lecture en continu des gaz sont utilisés pour vérifier l'exactitude des données mesurées par les appareils de lecture de RSI Environnement. Le certificat d'autorisation demande de faire la démonstration de conformité du procédé thermique à chaque 100 000 tonnes métriques de sols traités sans toutefois excéder plus de trois ans entre deux essais.

Les résultats obtenus respectent toutes les valeurs cibles (seuils et % d'efficacité de destruction) tirées des différentes lois et règlements en vigueur ainsi que celles fixées par les certificats d'autorisation. L'Annexe 4 présente le sommaire des résultats de chacun de ces essais et un exemple d'efficacité de destruction.

Il est toutefois à noter que le rapport d'audit *Environnement Compliance Audit* (2016) stipule que RSIE a eu un avis de non-conformité sur les émissions de mercure le 13 juillet 2015 (>50 µg/Rm^3 11%O_2) concernant un dépassement de norme le 9 et 10 décembre 2014 (Tableau 6). Après un examen technique minutieux des résultats d'analyses à la cheminée et de la littérature scientifique sur le sujet, RSIE est d'opinion que l'efficacité du processus de destruction thermique n'est pas remise en question, car l'incident est isolé et le dépassement semble venir d'une erreur de manipulation dans l'échantillonnage. Il est à noter que la norme sur le mercure est une norme basée sur un critère de gestion et non sur un critère de santé publique. Le mercure n'a pas été détecté en laboratoire, car il était en dessous de la limite de détection lors des tests de cheminée d'octobre 2015 menés par Exova. De plus, cette quantité de mercure potentiellement émise peut être qualifiée de minime puisqu'à titre d'exemple, une ampoule fluocompacte contient 3,5 mg de mercure soit environ 64 fois plus que ce qui a été détecté (27).

2.4.1 Évolution des seuils et de la réglementation

La réglementation sur les seuils des polluants à respecter pour les procédés d'incinération des matières dangereuses et des sols contaminés a varié légèrement au cours des années au niveau provincial. Le

Tableau 4 : Exemple d'évolution des seuils des polluants

Polluant	Année	Unités	Mesure	Seuil	Réglementation
SO_2	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	100,1	<150	RAA
	2008	mg/Rm³ 50% ea	92,1	< 200	Q-2, r.20 art. 68.1
Matières particulaires	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	3,4	<20	RAA
	2005	mg/Rm³ 50% ea	8,2	<50	Q-2, r.20 art. 68.1
HCl	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	0,25	<50	RAA
	2006	mg/Rm³ 50% ea	0,33	< 75	Q-2, r.20 art. 68.1
Mercure	**2016**	µg/Rm³ 11%O_2	5,73	<50	RAA
	2005	µg/Rm³ 11%O_2	0,41	<50	Standard pancanadien CCME
PCDD/PCDF	**2012**	pg/ Rm³ 11%O_2	20,7	80	RAA
	2005	pg/ Rm³ 11%O_2	9,7	80	Standard pancanadien CCME
BPC totaux	**2012**	µg/Rm³ 11%O_2	0,03	----	Entente avec MDDEP
	2006	µg/Rm³ 11%O_2	0,5	----	Entente avec MDDEP
EDE BPC	**2012**	%	99,9999	99.9999	RAA
	2005	%	99,9999	99.9999	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)
Hydrocarbures totaux	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	0,28	----	
EDE Hydrocarbures	**2016**	%	99,999	>99.99	RAA
HBr	**2012**	mg/Rm³ 50% ea	0,05		Pas dans la RAA
	2006	mg/Rm³ 50% ea	0,07	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)
HF	**2012**	mg/Rm³ 50% ea	0,05	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)
	2005	mg/Rm³ 50% ea	0,03	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)

présente un exemple d'évolution des seuils.

Le *Règlement québécois sur la qualité de l'air* (Q-2, r.20 art. 68) a été abrogé en 2011 pour être remplacé par le *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) (28,29).

Les seuils liés aux émissions de SO_2, de matières particulaires et de HCl ont été réduits passant de 200 à 150 mg/Rm³ 11%O_2 pour le SO_2, de 50 à 20 mg/Rm³ 11%O_2 pour les matières particulaires et de 75 à 50 mg/Rm³ 11%O_2 pour les HCl (voir l'article 104 du RAA).

Le RAA a également inclus de nouveaux seuils pour certains polluants dont le mercure (<20 µg/Rm³ 11%O_2) et les dioxines et les furanes (<80 pg/ Rm³ 11%O_2). RSIE utilisait les seuils du standard pancanadien CCME qui sont les mêmes que ceux du RAA (30).

Pour ce qui est des BPC et autres organochlorés, aucun seuil n'est mentionné pour les émissions atmosphériques, mais l'efficacité de destruction de 99,9999% mentionnée par le RAA doit être respectée par RSIE. Pour ce qui est des hydrocarbures, l'efficacité de destruction est de 99.99%.

D’autres polluants, dont le HBr et le HF ne sont plus dans le RAA, mais figuraient dans le *Règlement québécois sur la qualité de l’air* (Q-2, r.20 art. 68.1) qui a été abrogé. Ces deux polluants n’ont plus à être déclarés.

Tableau 4 : Exemple d'évolution des seuils des polluants

Polluant	Année	Unités	Mesure	Seuil	Réglementation
SO_2	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	100,1	<150	RAA
	2008	mg/Rm³ 50% ea	92,1	< 200	Q-2, r.20 art. 68.1
Matières particulaires	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	3,4	<20	RAA
	2005	mg/Rm³ 50% ea	8,2	<50	Q-2, r.20 art. 68.1
HCl	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	0,25	<50	RAA
	2006	mg/Rm³ 50% ea	0,33	< 75	Q-2, r.20 art. 68.1
Mercure	**2016**	µg/Rm³ 11%O_2	5,73	<50	RAA
	2005	µg/Rm³ 11%O_2	0,41	<50	Standard pancanadien CCME
PCDD/PCDF	**2012**	pg/ Rm³ 11%O_2	20,7	80	RAA
	2005	pg/ Rm³ 11%O_2	9,7	80	Standard pancanadien CCME
BPC totaux	**2012**	µg/Rm³ 11%O_2	0,03	----	Entente avec MDDEP
	2006	µg/Rm³ 11%O_2	0,5	----	Entente avec MDDEP
EDE BPC	**2012**	%	99,9999	99.9999	RAA
	2005	%	99,9999	99.9999	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)
Hydrocarbures totaux	**2016**	mg/Rm³ 11%O_2	0,28	----	
EDE Hydrocarbures	**2016**	%	99,999	>99.99	RAA
HBr	**2012**	mg/Rm³ 50% ea	0,05		Pas dans la RAA
	2006	mg/Rm³ 50% ea	0,07	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)
HF	**2012**	mg/Rm³ 50% ea	0,05	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)
	2005	mg/Rm³ 50% ea	0,03	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1 (abrogé)

2.4.2 Caractérisation des émissions aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage et du système de refroidissement des sols décontaminés

La caractérisation des émissions aux cheminées du système de ventilation des bâtiments d'entreposage, du convoyeur d'alimentation et du système de refroidissement des sols décontaminés sert à démontrer la performance du système antipollution pour l'épuration des gaz provenant du système auxiliaire.

Entre 2005 et 2016, RSIE a caractérisé à quatre reprises (2005, 2010, 2012 et 2016) les gaz provenant de la cheminée du système de ventilation des deux bâtiments d'entreposage (SVBE), du convoyeur d'alimentation, ainsi que de celle du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) afin de démontrer le respect des normes d'émissions tirées des règlements et des certificats d'autorisation. Ces campagnes ont été réalisées selon des protocoles approuvés par le MDDEP (ancien nom à l'époque du MDDELCC), élaborés selon les méthodes standards reconnues par le MDDEP. De plus, un représentant

du MDDEP était présent sur le site de RSIE tout au long des essais afin de s'assurer du respect du protocole et des procédures de référence.

Tous les résultats obtenus respectent la norme applicable en vigueur. Les résultats démontrent l'efficacité des systèmes antipollution utilisés par RSIE pour l'épuration des gaz provenant des systèmes auxiliaires. Un sommaire de 2010 et de 2016 est présenté au Tableau 5 et au

Tableau 6 : Sommaire des résultats obtenus aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage (SVBE) et du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) en 2016

Paramètres	Unités	SVBE Moyenne des 3 essais	SRSD Moyenne des 3 essais	Valeur cible	Source de la valeur cible
Débit gaz réel humide	m^3/h	77 815	55 831	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	74 038	46 622	----	
Température des gaz	°C	26	72	----	
Humidité des gaz	% vol	2.6	2.0	----	
Vitesse moyenne des gaz	m/sec	12.3	8.6	----	
Argent	$\mu g/Rm^3$	<0.49	<0.53	----	
Arsenic	$\mu g/Rm^3$	<0.08	<0.1	----	
Baryum	$\mu g/Rm^3$	0.23	0.60	----	
Béryllium	$\mu g/Rm^3$	<0.06	<0.07	----	
Cadmium	$\mu g/Rm^3$	0.06	0.06	----	
Chrome	$\mu g/Rm^3$	1.48	1.15	----	
Cobalt	$\mu g/Rm^3$	<0.1	0.2	----	
Cuivre	$\mu g/Rm^3$	0.29	0.54	----	
Étain	$\mu g/Rm^3$	2.05	2.0	----	
Mercure	$\mu g/Rm^3$	<0.05	<0.12	<50	Strd Pancan. CCME
Molybdène	$\mu g/Rm^3$	<0.65	<0.68	----	
Nickel	$\mu g/Rm^3$	0.95	1.5	----	
Plomb	$\mu g/Rm^3$	0.9	3.1	----	
Sélénium	$\mu g/Rm^3$	<0.1	<0.1	----	
Zinc	$\mu g/Rm^3$	4.98	5.86	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3	1.4	1.6	<20	RAA à partir 2012
O_2	% v/v	20.6	20.1	----	
CO_2	% v/v	0.07	0	----	

. Il est à noter que les mesures de 2005 et 2012 n'ont pas été présentées, car les valeurs étaient similaires à 2010 et 2016. Il est à noter qu'en 2005 toutes les sources ont été mesurées afin d'établir tous les impacts réels et appréhendés (31–34).

Tableau 5: Sommaire des résultats obtenus aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage (SVBE) et du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) en 2010

Paramètres	Unités	SVBE Moyenne des 3 essais	SRSD Moyenne des 3 essais	Valeur cible	Source de la valeur cible
Débit gaz réel humide	m^3/h	35 864	50 259	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	35 426	42 374	----	
Température des gaz	°C	18	70	----	
Humidité des gaz	% vol	0.5	0.2	----	
Vitesse moyenne des gaz	m/sec	5.7	8.0	----	
PCDD/PCDF (ITEQ)	pg/ Rm^3	----	0.51	<80	Strd Pancan. CCME
BPC totaux	$\mu g/Rm^3$	<0.6	----	----	Entente MDDELCC
Argent	$\mu g/Rm^3$	----	<1.2	----	
Arsenic	$\mu g/Rm^3$	----	4.7	----	
Baryum	$\mu g/Rm^3$	----	0.44	----	
Béryllium	$\mu g/Rm^3$	----	<0.07	----	

Cadmium	µg/Rm^3	----	8.8	----	
Calcium	µg/Rm^3	----	71	----	
Chrome	µg/Rm^3	----	6.3	----	
Cobalt	µg/Rm^3	----	<0.2	----	
Cuivre	µg/Rm^3	----	2.9	----	
Étain	µg/Rm^3	----	7.8	----	
Magnésium	µg/Rm^3	----	22	----	
Manganèse	µg/Rm^3	----	6.1	----	
Mercure	µg/Rm^3	----	3.1	<50	Strd Pancan. CCME RAA
Molybdène	µg/Rm^3	----	<0.7	----	
Nickel	µg/Rm^3	----	0.34	----	
Plomb	µg/Rm^3	----	8.5	----	
Sélénium	µg/Rm^3	----	11	----	
Vanadium	µg/Rm^3	----	11	----	
Zinc	µg/Rm^3	----	4.1	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3 50% ea*	5.4	3.4	<50 <20	Q-2, r.20 art. 68.4 abrogé RAA à partir 2012
O_2	% v/v	0	0	----	
CO_2	% v/v	20.9	20.9	----	
CO	mg/Rm^3	2	63	----	

*ea : excès d'air

Tableau 6 : Sommaire des résultats obtenus aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage (SVBE) et du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) en 2016

Paramètres	Unités	SVBE Moyenne des 3 essais	SRSD Moyenne des 3 essais	Valeur cible	Source de la valeur cible
Débit gaz réel humide	m^3/h	77 815	55 831	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	74 038	46 622	----	
Température des gaz	°C	26	72	----	
Humidité des gaz	% vol	2.6	2.0	----	
Vitesse moyenne des gaz	m/sec	12.3	8.6	----	
Argent	$\mu g/Rm^3$	<0.49	<0.53	----	
Arsenic	$\mu g/Rm^3$	<0.08	<0.1	----	
Baryum	$\mu g/Rm^3$	0.23	0.60	----	
Béryllium	$\mu g/Rm^3$	<0.06	<0.07	----	
Cadmium	$\mu g/Rm^3$	0.06	0.06	----	
Chrome	$\mu g/Rm^3$	1.48	1.15	----	
Cobalt	$\mu g/Rm^3$	<0.1	0.2	----	
Cuivre	$\mu g/Rm^3$	0.29	0.54	----	
Étain	$\mu g/Rm^3$	2.05	2.0	----	
Mercure	$\mu g/Rm^3$	<0.05	<0.12	<50	Strd Pancan. CCME
Molybdène	$\mu g/Rm^3$	<0.65	<0.68	----	
Nickel	$\mu g/Rm^3$	0.95	1.5	----	
Plomb	$\mu g/Rm^3$	0.9	3.1	----	
Sélénium	$\mu g/Rm^3$	<0.1	<0.1	----	
Zinc	$\mu g/Rm^3$	4.98	5.86	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3	1.4	1.6	<20	RAA à partir 2012
O_2	% v/v	20.6	20.1	----	
CO_2	% v/v	0.07	0	----	

2.5 QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT

La modélisation de la dispersion atmosphérique permettent de connaître les concentrations de contaminants qui se retrouveront potentiellement dans l'air ambiant et seront comparés aux critères et aux normes de qualité de l'air ambiant établis par le Ministère (35).

RSIE a réalisé une modélisation de la dispersion atmosphérique en 2005 et des relevés d'air ambiant entre 2005 et 2016. Il est à noter qu'il n'y a pas eu de traitement de sols en 2011 et donc pas d'échantillonnage.

2.5.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique

La modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques sert à démontrer qu'une nouvelle source ne contribuera pas au dépassement des normes du RAA en vigueur. Environnement International inc. a réalisé en 2005 une étude de dispersion des polluants atmosphériques pour RSI Environnement conformément aux modèles recommandés par le MDDELCC (34).

L'étude de dispersion atmosphérique portant sur les principaux contaminants identifiés dans les émissions de cheminées de l'usine de RSIE a permis de déterminer dans une première étape les niveaux des concentrations sur un domaine limité de 64 km^2 environ autour du site industriel de la compagnie.

Les résultats ont montré que les concentrations potentielles maximales annuelles des contaminants sont inférieures aux valeurs limites imposées par MDDELCC. La modélisation a permis également de déterminer les endroits stratégiques à échantillonner pour le suivi de la qualité de l'air ambiant.

2.5.2 Suivi de l'air ambiant

L'échantillonnage de l'air ambiant sert à déterminer les concentrations dans l'air de polluants (dioxines et furanes, HAP, particules en suspension et BPC) dans le voisinage de RSI Environnement, c'est-à-dire à proximité de son usine (lieu déterminé par la modélisation) et de la ville de Saint-Ambroise (station témoin).

Les polluants atmosphériques peuvent être générés par un ensemble d'activités humaines. Une fois émis, il est très difficile d'en retracer l'origine, surtout pour les plus communs. Il est à noter que ce ne sont pas que les émissions atmosphériques de RSIE qui sont mesurées ici, mais bien l'ensemble des sources d'émissions atmosphériques de la zone d'étude. Ainsi, les mesures n'évaluent pas l'impact potentiel de RSIE sur la zone, mais bien le composite de toutes les sources situées à distance et à proximité.

Une station d'échantillonnage localisée sur le toit de l'hôtel de ville de Saint-Ambroise sert de station témoin et deux autres stations sont situées à l'ouest et à l'est-sud-est de l'usine dans la zone déterminée comme la plus susceptible d'être affectée par des émissions provenant de RSIE. Ainsi, l'hypothèse sous-jacente à ce dispositif est que si l'entreprise était une source significative d'émissions, les quantités mesurées sous le vent dominant seraient plus élevées que la station témoin, lorsque l'unité de désorption thermique traite des sols contaminés avec l'un des polluants mesurés. Cela n'a jamais été le cas.

2.5.2.1 Dioxines et furanes

Les dioxines et les furanes sont classés comme polluants organiques persistants (POP) dû à leurs propriétés toxiques, leur persistance, leur mobilité dans l'environnement et leur potentiel de bioaccumulation. Il existe une multitude de source de dioxines et furanes tel que les incinérateurs, le chauffage résidentiel au bois, en fait tous les procédés thermiques avec présence de chlore peuvent conduire à la formation de dioxines et furanes.

La norme (valeur limite annuelle) québécoise associée à la RAA sur les dioxines et furanes dans l'air ambiant est de 60 fg TEQ/m^3 (35). À titre informatif, la modification #1 CA : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à St-Ambroise, donnait la même valeur limite annuelle et une valeur de 500 fg ITEQ/m^3 par jour. RSIE utilise toujours l'unité ITEQ[3] pour ses mesures d'air ambiant de dioxines et furanes.

De 2005 à 2016, 126 échantillons ont été prélevés à la station Est-sud-est, 129 échantillons à la station Ouest et 61 échantillons à la station témoin. Aucune des concentrations mesurées n'était supérieure à la limite par jour (500 fg ITEQ/m^3) mentionnée dans le certificat d'autorisation (3). La moyenne des mesures journalières était la suivante pour chaque station: Est-sud-est : 15 ± 26 fg ITEQ/m^3, Ouest : 15 ± 25 fg ITEQ/m^3 et témoin : 22 ± 38 fg ITEQ/m^3. La moyenne journalière des émissions à l'Hôtel de ville semble plus élevée que dans les stations près l'usine, mais il n'y a pas de différence significative avec le test de T de Student.

La Figure 3 présente les moyennes annuelles des mesures de dioxines et furanes dans les trois stations d'échantillonnage de RSIE. La figure montre que les moyennes annuelles ne dépassent pas le seuil limite suggéré par la norme (60 fg TEQ/m^3) et qu'en moyenne, elles sont inférieures des deux tiers à cette norme, même en ajoutant une marge d'erreur de 10% dû au IFEQ.

[3] Le système de mesure TEQ avec les facteurs FEQ existe depuis 1998 et ont été intégré dans le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère. Quand on utilise les ITEF, les résultats des calculs d'équivalence toxique sont environ 10 % plus élevés que quand on utilise les TEF (36).

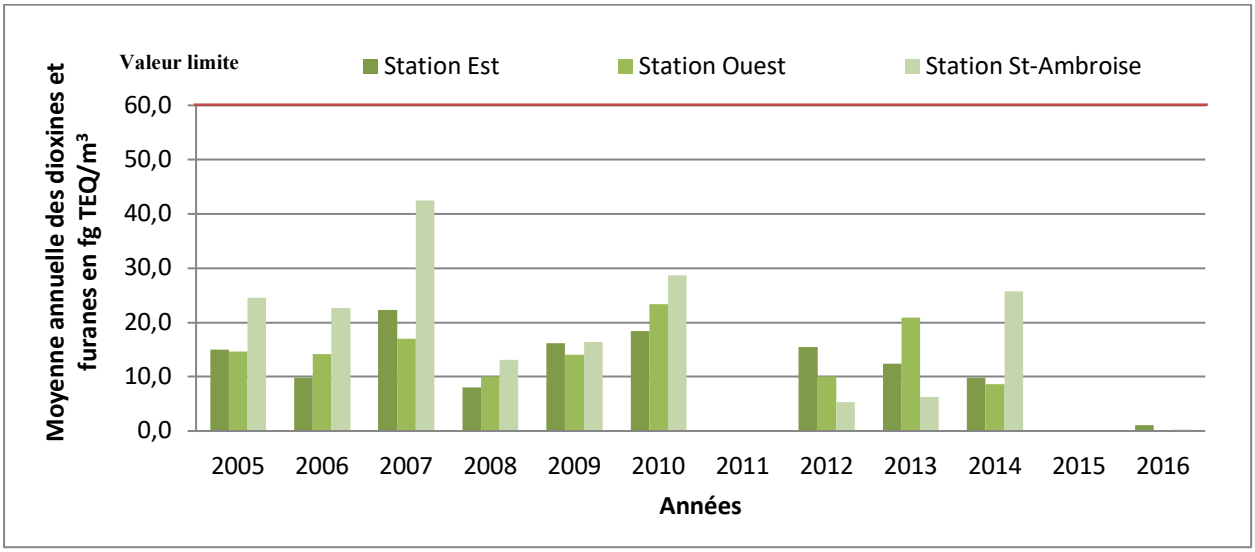


Figure 3 : Moyennes annuelles des mesures de dioxines et furanes dans les trois stations d'échantillonnage de RSI Environnement

Le Tableau 7 présente des comparatifs de mesures d'air ambiant prises dans d'autres villes du Québec. On remarque que les stations près de RSIE sont comparables à celle de la Ville de Québec.

Tableau 7 : Données comparatives de dioxines et furanes pour certains endroits au Québec (37)

Endroit	Dioxines et furanes (fg TEQ/m^3)	Milieu
Ville de Québec	23	Urbain
Stukely (Estrie)	5,7	Rural
Mercier	7,9	Périurbain
RSIE	15	Industriel

2.5.2.2 HAP

Les HAP présents dans l'atmosphère proviennent de diverses sources. La plupart sont anthropiques, mais peuvent à l'occasion être naturelles (incendies de forêt, volcans). Les alumineries sont les sources anthropiques les plus importantes au Québec, suivies du chauffage au bois et du transport. Environnement Canada évalue que les incendies de forêt représentent 47 % des rejets d'HAP, tandis que les alumineries en émettent 21 %, le chauffage résidentiel au bois 11 %, le transport 4,6 % et l'incinération industrielle 0,1 % (38).

Les HAP sont une famille de produits chimiques dont la toxicité est très variable. Les émissions d'HAP sont généralement associées à la combustion (incomplète) de matière organique dans le secteur des feux de forêts, d'herbes ou de broussailles, chauffage au bois, transport, machinerie agricole, etc. Il existe plus d'une centaine d'HAP, mais seuls les plus fréquents, soit une trentaine, sont analysés. Toutes les émissions d'HAP n'ont pas la même toxicité. Le benzo(a)pyrène est reconnu cancérigène et sert de référence.

De 2005 à 2016, 39 échantillons ont été pris à la station Est-sud-est, 19 échantillons à la station Ouest et 40 échantillons à la station témoin. Il est à noter que les données sont présentées en HAP totaux (voir aussi la Figure 4). La moyenne des mesures de concentration pour les stations était : station Est-sud-est 25 ± 59 ng/m^3, station-Ouest 10 ± 9 ng/m^3 et station témoin 48 ± 105 ng/m^3. À titre comparatif, la station témoin (Saint-Ambroise) a mesuré en 2005, lorsque le procédé de RSIE était en arrêt, une moyenne de 106,1 ng/m^3.[4] Cette valeur est principalement influencée par le chauffage au bois et entre dans la marge d'erreur de la moyenne entre 2005 et 2016. Une autre comparaison peut aussi être établie avec la station d'air ambiant de Jonquière qui indiquait une moyenne pour les HAP totaux de 165 ng/m^3 en 2007, de 80,2 ng/m^3 en 2008 et de 93,6 ng/m^3 en 2009.

De plus, une augmentation significative des concentrations en HAP totaux est observée lors de la saison froide à la station témoin située sur le toit de l'hôtel de ville de la municipalité de Saint-Ambroise, et ce, aussi bien lorsque le procédé est en opération que lorsqu'il est en arrêt. Cette augmentation peut vraisemblablement être attribuable au chauffage domestique au bois dans les alentours. Il est à noter qu'en 2011, il n'y a pas eu d'incinération et qu'en 2013, il n'y pas eu de mesures sur les HAP.

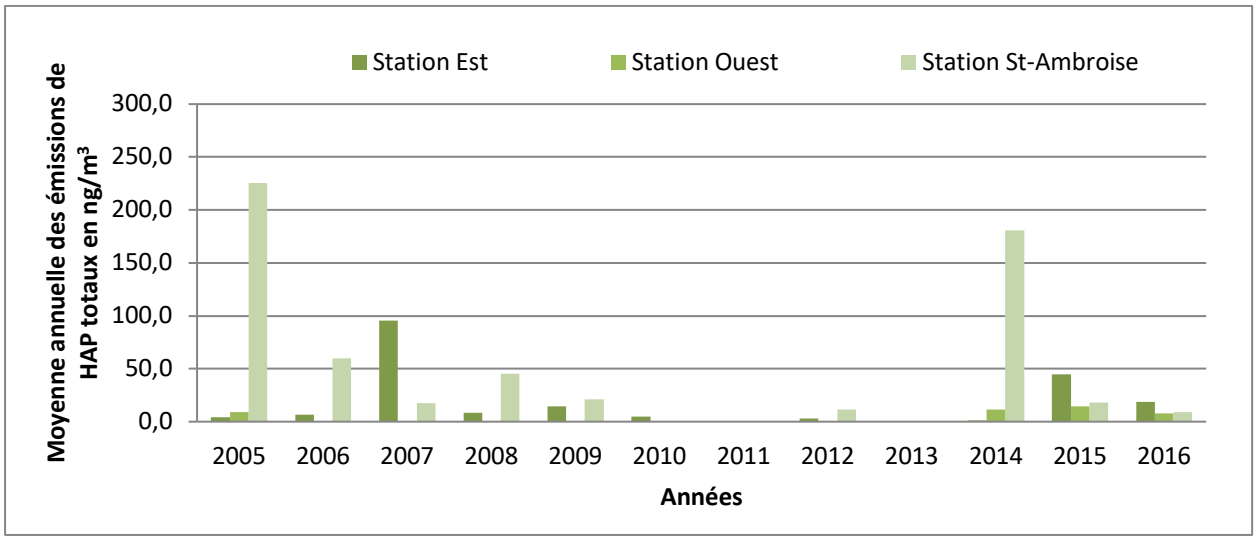


Figure 4 : Moyennes annuelles des mesures de HAP totaux dans les trois stations d'échantillonnage de RSI Environnement

2.5.2.3 Particules totales

La présence de particules dans l'air peut être associée à un grand nombre de sources, par exemple la présence d'une route non pavée à proximité du lieu d'échantillonnage par temps sec, à des feux de diverses natures en plein air, par exemple à la fumée des feux de forêt, etc.

De 2005 à 2016, 150 échantillons ont été pris à la station Est-sud-est, 148 échantillons à la station Ouest et 130 échantillons à la station témoin. Les normes et les critères sur la qualité de l'atmosphère suggèrent une valeur limite de 120 µg/m^3 par 24h (35). Le *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*

[4] Essai réalisé entre le 25 avril 2005 et le 17 septembre 2006 par RSI Environnement et le MDDEP.

(abrogé en 2011), avait une norme sur 24 heures de 150 µg/m^3 et une norme de 70 µg/m^3 exprimée en moyenne géométrique annuelle (29).

Les moyennes globales des concentrations de particules totales en suspension sont inférieures à la valeur limite (120 µg/m^3 par 24h) pour les trois stations soit : 27 ± 33 µg/m^3 pour la station Est, 26 ± 21 µg/m^3 pour la station Ouest et 18 ± 18 µg/m^3 pour la station à Saint-Ambroise tel que présenté à la Figure 5.

Notons que des dépassements de la valeur limite journalière du RAA ont eu lieu à 5 reprises : le 8 juin 2007 à la station Ouest (172 µg/m^3), le 16 mai 2009 à la station Ouest (172 µg/m^3), le 10 juin 2009 à la station Est (135 µg/m^3), le 29 avril 2010 à la station Est (270 µg/m^3) et le 16 juin 2010 (175 µg/m^3). Il n'y a jamais eu de dépassement de la valeur limite à la station de Saint-Ambroise qui est située en milieu urbain (routes pavées). Les données de déclaration de l'INRP pourraient cependant suggérer que la poussière des piles de sols décontaminés serait à l'origine de ces dépassements (Annexe 5).

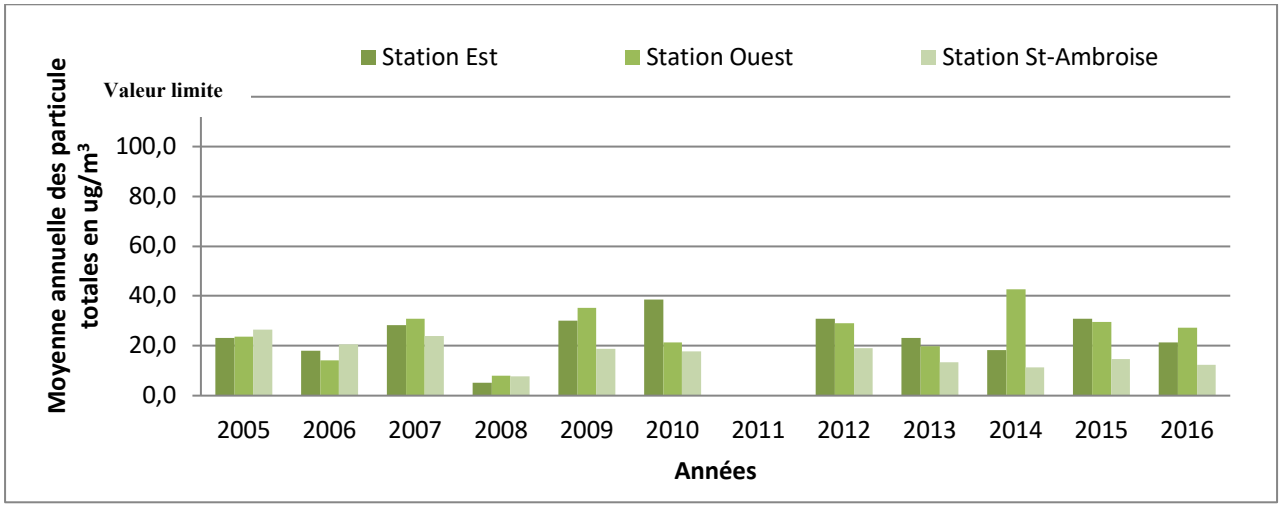


Figure 5 : Moyennes annuelles des mesures de particules totales en suspension dans les trois stations d'échantillonnage de RSI Environnement

Le

Tableau 8 : Données comparatives de particules totales en suspension (PST) pour certains endroits au Québec (37)

Ville	Milieu	Période	Moyenne ($\mu g/m^3$)
Ville de Québec	Urbain	1998-2007	50
Trois-Rivières	Urbain	1998-2007	45
Montréal (Châteauneuf)	Urbain	1998-2006	64
Joliette	Industriel-Urbain	1998-2007	88
Sorel-Tracy	Industriel-Urbain	1998-2005	64
Stukely (Estrie)	Rural	1989-1991	17
Mercier	Périurbain	2008-2009	30
RSIE	Industriel	2005-2016	26,5

présente des comparatifs avec d'autres villes du Québec pour les moyennes de concentration de particules totales en suspension dans l'air. On remarque que les valeurs des stations mesurées par RSIE sont comparables à des milieux ruraux et périurbains.

Tableau 8 : Données comparatives de particules totales en suspension (PST) pour certains endroits au Québec (37)

Ville	Milieu	Période	Moyenne (µg/m^3)
Ville de Québec	Urbain	1998-2007	50
Trois-Rivières	Urbain	1998-2007	45
Montréal (Châteauneuf)	Urbain	1998-2006	64
Joliette	Industriel-Urbain	1998-2007	88
Sorel-Tracy	Industriel-Urbain	1998-2005	64
Stukely (Estrie)	Rural	1989-1991	17
Mercier	Périurbain	2008-2009	30
RSIE	Industriel	2005-2016	26,5

2.5.2.4 BPC

Les biphényles polychlorés ne sont pas d'origine naturelle. Ce sont des substances chimiques synthétiques industrielles qui font partie des polluants organiques persistants (POP) et qui ont eu différents usages industriels avant leur interdiction. Les BPC peuvent passer spontanément de la phase liquide à la phase gazeuse ou être transportés avec des particules fines de sols contaminés par l'érosion éolienne. Comme plusieurs contaminants préoccupants, ils sont transportés dans l'air ambiant sur de très grandes distances par l'effet sauterelle, et ils sont extrêmement résistants à la dégradation par des facteurs physiques ou des organismes vivants, ce qui explique qu'on en retrouve un peu partout sur la planète dans des lieux où ils n'ont jamais été utilisés. On les retrouvait principalement comme additifs dans les huiles de coupe, dans les huiles lubrifiantes, dans les huiles de transformateur et dans les fluides hydrauliques pour prévenir la surchauffe (39).

De 2009 à 2016, 27 échantillons ont été pris à la station Est-sud-est, 0 échantillon à la station Ouest et 28 échantillons à la station témoin pour mesurer les BPC. Les normes et les critères sur la qualité de l'atmosphère du MDDELCC n'offrent pas de valeur limite prédéfinie pour ce polluant. Le MEF, en 2009, avait établi des critères journaliers (24 h) et annuels fixés respectivement à 8 ng/m^3 et 10 ng/m^3. Il est à noter qu'il n'y a pas eu d'opértion en 2011 et que les autres années n'ayant pas de valeur il n'y pas eu d'échantillonnage.

Les concentrations de BPC sont très en-dessous de la limite journalière : station Est : 0,5 ±0,6 ng/m^3, Ville de Saint-Ambroise : 0,4 ±0,2 ng/m^3. La Figure 6 présente les moyennes annuelles des mesures de BPC dans l'air ambiant. Le test t de Student montre que les moyennes entre la station témoin et la station Est ne sont pas significativement différentes, donc que les opérations de RSIE n'engendrent pas de différence significative sur les teneurs d'air ambiant de la station Est.

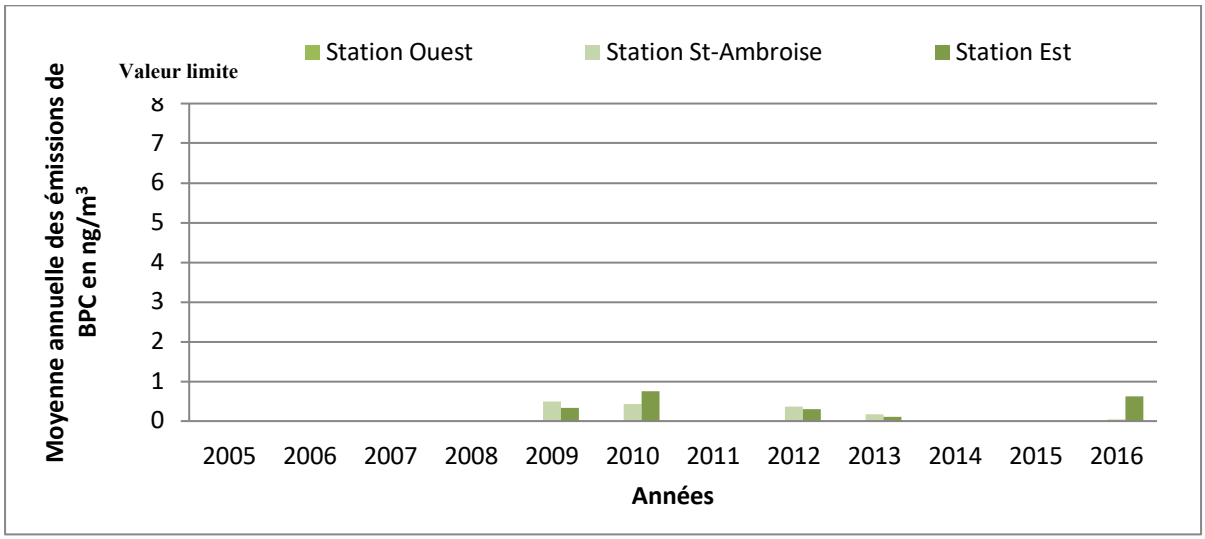


Figure 6 : Moyennes annuelles des mesures de BPC dans deux stations d'échantillonnage de RSIE

Le Tableau 9 présente des comparatifs avec d'autres villes du Québec pour les moyennes de concentration de BPC dans l'air ambiant. On remarque que les valeurs des stations mesurées par RSIE sont comparables à celles mesurées à la Ville de Québec.

Tableau 9 : Données comparatives de BPC pour certains endroits au Québec (37)

Endroit	BPC (ng/m³)	Milieu
Ville de Québec	0,322	Urbain
Stukely (Estrie)	0,103	Rural
Mercier	0,102	Périurbain
RSIE	0,5	Industriel

2.6 QUALITÉ DE L'EAU

RSIE a fait effectuer des campagnes d'échantillonnage des eaux souterraines chaque année. Les piézomètres, situés aux limites de la propriété de RSI Environnement, sont échantillonnés par une firme indépendante selon la méthode standard reconnue par le MDDELCC. Le piézomètre PZ-5 situé en amont hydraulique par rapport à l'usine de RSIE est utilisé pour déterminer les teneurs de fond locales des substances analysées dans l'eau souterraine. À partir de 2008, les piézomètres PZ-1 et PZ-2 n'ont plus été échantillonnés, car ils sont en amont hydraulique par rapport à l'usine.

Le Tableau 10 présente les polluants analysés dans les échantillons d'eau souterraine et leur limite de conformité en 2016. Il est à noter qu'il y a eu une évolution au cours des années dans les types de polluants analysés.

Tableau 10 : Polluants analysés et limites de conformité (40)

Polluants	Limites de conformité (µg/l)	Polluants	Limites de conformité (µg/l)
C10-C50	---	**Barium (Ba)**	1000
BPC cong.	0.5	**Cadmium (Cd)**	5
Fluorure	1500	**Cobalt (Co)**	---
Arsenic (As)	25	**Chrome (Cr)**	50
Mercure (Hg)	1	**Cuivre (Cu)**	1000
Plomb (Pb)	10	**Manganèse (Mn)**	50
Antimoine (Sb)	6	**Molybdène (Mo)**	70
Sélénium (Se)	10	**Sodium (Na)**	---
Argent (Ag)	100	**Nickel (Ni)**	20
Aluminium (Al)	---	**Zinc (Zn)**	5000

De manière générale, les concentrations (µg/l) de polluants dans l'eau sont inférieures à la limite de détection des appareils (limite différente pour chacun des polluants, voir

Tableau 6 : Sommaire des résultats obtenus aux cheminées du système de ventilation du bâtiment d'entreposage (SVBE) et du système de refroidissement des sols décontaminés (SRSD) en 2016

Paramètres	Unités	SVBE Moyenne des 3 essais	SRSD Moyenne des 3 essais	Valeur cible	Source de la valeur cible
Débit gaz réel humide	m^3/h	77 815	55 831	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	74 038	46 622	----	
Température des gaz	°C	26	72	----	
Humidité des gaz	% vol	2.6	2.0	----	
Vitesse moyenne des gaz	m/sec	12.3	8.6	----	
Argent	$\mu g/Rm^3$	<0.49	<0.53	----	
Arsenic	$\mu g/Rm^3$	<0.08	<0.1	----	
Baryum	$\mu g/Rm^3$	0.23	0.60	----	
Béryllium	$\mu g/Rm^3$	<0.06	<0.07	----	
Cadmium	$\mu g/Rm^3$	0.06	0.06	----	
Chrome	$\mu g/Rm^3$	1.48	1.15	----	
Cobalt	$\mu g/Rm^3$	<0.1	0.2	----	
Cuivre	$\mu g/Rm^3$	0.29	0.54	----	
Étain	$\mu g/Rm^3$	2.05	2.0	----	
Mercure	$\mu g/Rm^3$	<0.05	<0.12	<50	Strd Pancan. CCME
Molybdène	$\mu g/Rm^3$	<0.65	<0.68	----	
Nickel	$\mu g/Rm^3$	0.95	1.5	----	
Plomb	$\mu g/Rm^3$	0.9	3.1	----	
Sélénium	$\mu g/Rm^3$	<0.1	<0.1	----	
Zinc	$\mu g/Rm^3$	4.98	5.86	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3	1.4	1.6	<20	RAA à partir 2012
O_2	% v/v	20.6	20.1	----	
CO_2	% v/v	0.07	0	----	

). Le sodium (Na) est le composé qui ressort le plus dans les analyses d'eau soit 8 611 µg/l pour le PZ-3, 10 647 µg/l pour le PZ-4 et 1 032 µg/l pour le PZ-5. Il n'y aucune valeur limite à cette substance. Il en est de même pour le calcium (Ca) soit 21 667 µg/l pour le PZ-3, 13 200 µg/l pour le PZ-4 et 3 100 µg/l pour le PZ-5. Les concentrations sont plus grandes à l'été, mais il n'y a eu que 3 échantillonnages.

L'analyse des HAP sur les échantillons prélevés à l'aide des cinq piézomètres lors la campagne de 2007 a montré des résultats irréguliers, supérieurs à ceux normalement observés. La norme pour le benzo(a)pyrène dans l'eau souterraine de 0,01 µg/l tirée du *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains* est dépassée pour les piézomètres PZ-4 et PZ-5. Le fait que des concentrations d'HAP aient été détectées dans le piézomètre témoin PZ-5, qu'aucune concentration d'HAP n'a été détectée dans les campagnes précédentes et que des concentrations d'HAP aient été détectées dans le blanc (témoin) du laboratoire suggère que les HAP puissent provenir d'une contamination de l'échantillon postérieurement à son prélèvement. La contamination de l'échantillon a donc pu survenir lors de l'embouteillage de l'eau, lors du transport des échantillons ou lors des diverses manipulations requises pour l'analyse faite au laboratoire.

2.7 DÉPÔT AU SOL

L'échantillonnage de dépôt aux sol sert à déterminer l'évolution de la concentration de certains polluants (dioxines et furanes, HAP, BPC et certains métaux) dans le voisinage de RSI Environnement, c'est-à-dire à proximité de son usine à des endroits indiqués par la modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques.

Il est à noter que ce ne sont pas les polluants potentiellement attribuables aux opérations de RSIE qui sont directement mesurés ici, mais bien l'ensemble des sources d'émissions atmosphériques de la zone d'étude. Ainsi, les mesures évaluent l'impact potentiel de RSIE sur la zone.

2.7.1 Les mousses

Des échantillons de mousses ont été prélevés à toutes les années entre 2005 et 2016. Un total de 9 stations ont été analysées sur les 12 stations répertoriées soit les stations situées à 400 et 1000 mètres au sud, à l'est et à l'ouest, à 400 mètres au nord ainsi qu'à 10 kilomètres au nord-est (témoin). À moins d'un kilomètre de RSIE se situe un village, un terrain de camping, des champs agricoles et quelques industries. Il est à noter qu'il a été convenu avec le MDDEP que si les résultats montraient des irrégularités, les autres échantillons prélevés devraient être analysés et il est important de noter que tous les échantillons analysés étaient constitués de mousses (bryophyte), prélevées sur une profondeur de cinq centimètres. Au cours des années, les stations sont passées de 9 à 3.

Selon l'information contenue à propos des mousses dans les rapports annuels, RSIE n'influence pas, d'après les experts, l'accumulation de dioxines et furanes dans les mousses entre 2005 et 2016. Tel que le mentionne le rapport 2017 de SNC Lavalin :

> *« À ce jour, le suivi périurbain tel que réalisé permet d'affirmer que les opérations de l'usine RSI Environnement de Saint-Ambroise n'ont pas d'impact quantifiable sur la qualité des sols de surface environnants. Les impacts appréhendés par ces activités industrielles sont négligeables par rapport à d'autres sources externes. L'analyse de l'évolution temporelle des résultats de ce suivi périurbain a aussi permis de faire la preuve que les sols de surface (composés de mousses principalement) constituent un substrat sensible pour déceler des modifications de l'environnement autour de l'usine, et ce, principalement, pour les paramètres dioxines et furannes.*
>
> *Dans ces circonstances, nous recommandons que le programme de caractérisation des sols de surface, tel qu'il est réalisé, soit maintenu. Les stations 4004 et 4010 sont jugées les plus névralgiques pour des conditions météorologiques normales selon l'étude de dispersion atmosphérique (vents dominants orientés préférentiellement suivant l'axe Ouest-Est) »(41).*

La majorité des échantillons indiquait que les concentrations des dioxines et des furanes étaient en dessous de la valeur limite pour les terrains à vocation résidentielle et de la valeur de fond de la moyenne canadienne (4 ng ITEQ/kg).

Ces résultats se généralisent pour l'ensemble des polluants : HAP, chlorobenzènes, PCDD/PCDF, HAP totaux, C10-C50, argent, arsenic, baryum, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, étain, manganèse, mercure, molybdène, nickel, plomb, sélénium et zinc.

À l'occasion, certaines stations dépassent le critère A[5] pour le mercure (0,2 mg/kg) et les HAP (0,1 mg/kg), mais la valeur limite pour les terrains à vocation résidentielle est respectée. Il est à noter qu'il y a eu beaucoup de feux de déboisement dans le parc industriel de Saint-Ambroise à proximité des stations étudiées dans les périodes où l'on a remarqué des augmentations.

2.7.2 Les aiguilles de pin

Lors de cette campagne, les aiguilles de pin ont été prélevées à trois stations soit une située à environ 175 mètres à l'ouest de la cheminée de l'unité de désorption thermique, une à environ 175 mètres au sud-est et la troisième, faisant office de station témoin, à environ dix kilomètres au nord-est de l'usine de RSIE. Il n'y a eu que 2 échantillonnages, en 2006 et 2008.

En général, les résultats sont bas quoiqu'il n'existe aucune norme ou critère de comparaison. Pour les analyses effectuées par des laboratoires accrédités les résultats sont semblables aux stations Est-sud-est et témoin. Les résultats de la station Ouest sont plus élevés, mais restent tout de même bas. Les résultats des analyses effectuées par le laboratoire du MDDEP sont plus élevés que ceux de RSIE pour la station Est-sud-est et ils sont moins élevés que ceux de RSIE pour la station témoin. Cette divergence peut être due d'une part aux méthodes de séchage utilisées qui sont différentes pour les deux laboratoires et d'autre part, à l'hétérogénéité de la matrice de ce type d'échantillon.

2.7.3 La neige

La neige mise en pile lors des activités de déneigement a été échantillonnée pour évaluer les taux de BPC et de HAP. L'échantillonnage a été effectué par RSIE, selon une méthode reconnue par le MDDEP et un représentant du MDDEP a été présent lors de tous les prélèvements afin de s'assurer de leur conformité aux méthodes de référence. Pour chaque échantillon, les fractions liquides (neige fondue) et solides (particules de sol) ont été séparées pour être analysées distinctement.

Les résultats d'analyse des fractions liquides sont en général inférieurs ou égaux à la limite de détection analytique.

Pour la fraction solide, des BPC ont été détectés à une concentration se situant sous le critère B (entre 0,2 et 1 mg/kg matière sèche), valeur correspondant à la limite pour les terrains à vocation résidentielle. Il est à noter que les amas de neige sont transférés sur une plateforme de béton reliée au traitement des eaux.

[5] Le critère A représente les teneurs de fond.

2.7.4 Retombées atmosphériques au sol

Pour faire la collecte des retombées atmosphériques, trois collecteurs, chacun constitué d'un entonnoir de captation, d'une unité d'adsorption (principalement formée d'un filtre et d'une résine de XAD-2) et d'un caisson protecteur, ont été installés. Le premier est positionné à environ 200 mètres à l'ouest de la cheminée du procédé thermique, le second à environ 375 mètres à l'est-sud-est de la cheminée du procédé thermique et le dernier est positionné sur le toit de l'hôtel de ville de la municipalité de Saint-Ambroise, en guise de station témoin. Les périodes d'exposition des collecteurs ont duré environ 3 mois chacune.

Il est à noter que la méthode d'échantillonnage ainsi que le positionnement de chaque station ont été approuvés par le MDDEP et que les mesures ont commencé en 2008.De façon générale, pour les stations Est-sud-est et Ouest, les résultats obtenus lors de la campagne pour laquelle le procédé était en fonction sont légèrement plus élevés que ceux obtenus alors que le procédé était en arrêt. À la station témoin, les résultats obtenus lorsque le procédé était en marche ou en arrêt sont similaires.

Tous les résultats obtenus de dioxines et furanes sont inférieurs aux valeurs typiques de milieux urbains (10 à 80 pg ITEQ/m2/jr) et sont comparables à celles de milieux ruraux (5 à 20 pg ITEQ/m^2/jr) (42).

2.8 BILAN DES ÉMISSIONS DES GAZ À EFFET DE SERRE

Cette section présente les émissions de gaz à effet de serre (GES) de RSIE au cours des années 2005 à 2016.

2.8.1 Description du périmètre opérationnel de RSI Environnement

RSIE émet des GES dans les différentes activités liées à ses opérations. Les activités sont catégorisées en scope 1, 2 et 3.

- **Scope 1** : GES émis par les opérations de RSI Environnement;
- **Scope 2** : GES émis par la consommation d'énergie (électricité, vapeur, chaleur) produite par une autre organisation;
- **Scope 3** : GES émis par les opérations d'une autre organisation, mais en lien avec les opérations de RSI Environnement.

La Figure 7 présente les différentes émissions des GES liées aux opérations de RSI Environnement.

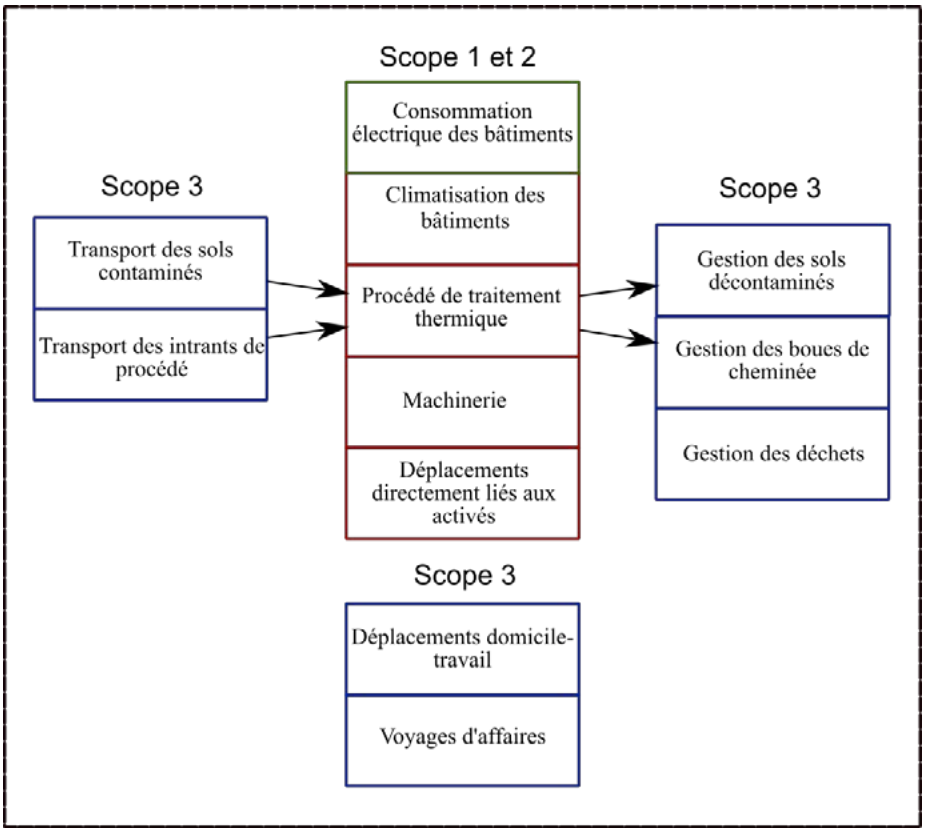


Figure 7 : Sources d'émissions par catégorie de GES de RSIE (en rouge les scope 1, en vert les scope 2 et en bleu les scope 3)

- **Transport des sols contaminés** : les sols contaminés parcourent de longues distances en train, bateau ou camion avant d'être traités. Les émissions (CO_2, CH_4, N_2O) de cette activité proviennent de la combustion de carburants fossiles.

- **Transport des intrants aux procédés** : le traitement thermique de sols contaminés nécessite du carburant et de la chaux pour le traitement des rejets atmosphériques. Ces intrants sont transportés sur de longues distances. Les émissions (CO_2, CH_4, N_2O) de cette opération proviennent de la combustion de carburants fossiles pour le transport.

- **Consommation d'électricité** : les bâtiments de RSIE consomment de l'électricité provenant d'Hydro-Québec pour les opérations et l'administration.

- **Climatisation des bâtiments**: les bâtiments administratifs utilisent des liquides réfrigérants par la climatisation. Ces liquides s'évaporent peu à peu vers l'atmosphère et ont un fort potentiel de réchauffement global.

- **Traitement thermique** : le traitement brûle les sols contaminés à de très hautes températures à l'aide de propane et de butane. La combustion de ces carburants émet des émissions de GES (CO_2, CH_4, N_2O). Les sols peuvent également contenir des

hydrocarbures (émissions de CO_2, CH_4, N_2O) et de la matière organique (émissions de $CO_{2\ bio}$, CH_4, N_2O).

- **Machinerie** : les opérations sont réalisées à l'aide de machinerie (chargeur, camions 10 roues, déchiqueteurs, etc.). La machinerie consomme du diesel et la consommation du diesel émet du CO_2, CH_4, N_2O.

- **Déplacements liés aux activités** : durant et pendant les opérations, les employés utilisent des camionnettes pour les déplacements. Ces camionnettes utilisent des carburants qui lors de leur combustion émettent du CO_2, CH_4, N_2O.

- **Déplacements domicile-travail** : les déplacements domicile-travail peuvent se faire avec différents véhicules. L'utilisation de véhicules à carburant fossile émet des CO_2, CH_4, N_2O.

- **Voyages d'affaires** : les déplacements pour les voyages d'affaires peuvent se faire en voiture, en avion, en bus ou en train. Là encore les carburants fossiles sont à la source d'émissions.

- **Gestion de sols contaminés** : les sols contaminés sont transportés vers l'enfouissement ou vers d'autres sols qui peuvent les accepter. Les sources de GES liées à la gestion des sols contaminés sont le transport et les opérations de disposition ou d'épandage.

- **Gestion des résidus de la chambre de filtration** : les résidus de la chambre de filtration ou boues de cheminées sont un extrant du traitement des fumées. Ces boues sont généralement envoyées à l'enfouissement, mais peuvent être également valorisées. Les sources de GES liées à la gestion des boues sont le transport et les opérations de disposition ou d'épandage.

- **Gestion des déchets** : les déchets sont générés par l'administration et le garage. Les déchets sont transportés à l'enfouissement ou à un centre de traitement des déchets dangereux. La source d'émissions de GES considérée est le transport. La disposition et le traitement pourraient être également considérés, mais les facteurs d'émission sont difficilement accessibles.

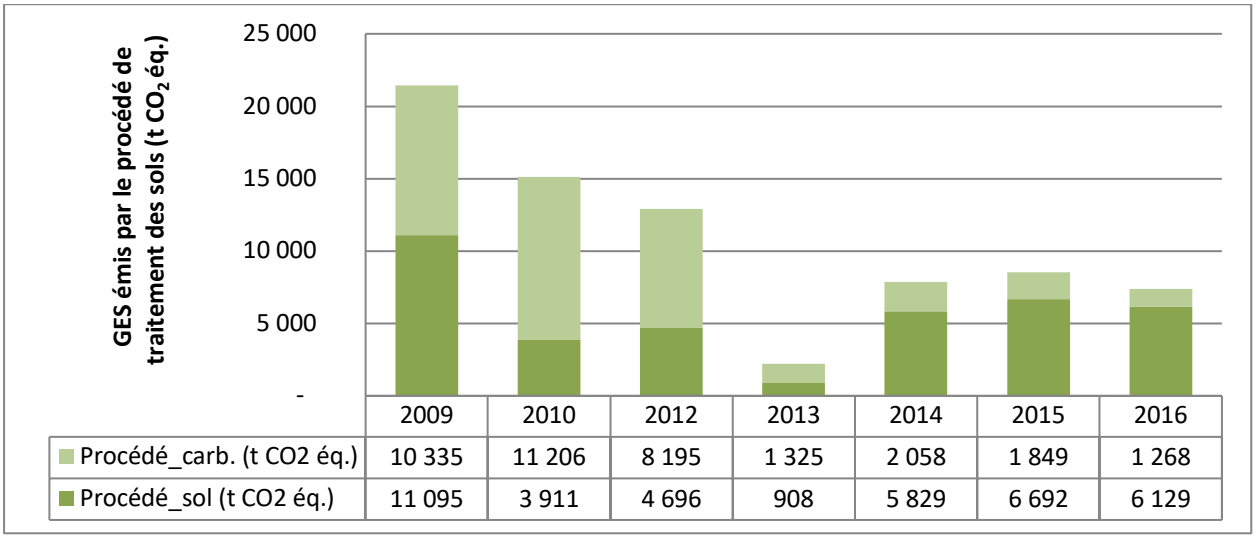
2.8.2 Bilan des gaz à effet de serre

Les sources d'émissions de GES comptabilisées dans ce bilan sont les émissions de procédé, les émissions liées à la consommation de diesel dans la machinerie et les émissions liées à la consommation d'essence dans les véhicules soit les trois activités en rouge dans le scopes 1 de la Figure 7. Rappelons qu'il n'y a pas eu de traitement de sols en 2011.

2.8.2.1 Procédé

Les émissions de GES pour le procédé proviennent du carburant utilisé, des hydrocarbures et de la matière organique des sols. Il est à noter que les mesures à la cheminée ne prennent en considération que les CO_2 et ne différencient pas les CO_2 biogéniques. En 2009, RSIE a utilisé des copeaux pour le traitement des sols, mais aucune donnée officielle n'a été trouvée dans les documents. Les émissions de 2009 sont donc surestimées dans la portion sol.

La Figure 8 présente les émissions de GES émis par le carburant et par les sols durant le traitement de ceux-ci. La figure montre que les émissions de GES ont, en moyenne, diminué au cours des années. Cette diminution s'explique par une diminution de la quantité de sols traités, le changement de carburant utilisé (butane vers propane) et l'utilisation des sols contaminés aux hydrocarbures comme carburants. Un indicateur synthétique, soit la quantité de GES émis par tonne traitée, aurait pu être plus précis. Toutefois, la diversité des sols contaminés fait de chaque opération un cas unique et ne permet pas cette comparaison.



	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016
Procédé_carb. (t CO2 éq.)	10 335	11 206	8 195	1 325	2 058	1 849	1 268
Procédé_sol (t CO2 éq.)	11 095	3 911	4 696	908	5 829	6 692	6 129

Figure 8 : Gaz à effet de serre (GES) émis par le traitement des sols contaminés entre 2009 et 2016

2.8.2.2 Machinerie et véhicules

Les GES émis par la machinerie et les véhicules proviennent de la combustion des carburants fossiles (essence et diesel). La Figure 9 présente les émissions de GES émis par la machinerie et les véhicules. La figure montre qu'en moyenne les émissions de GES ont diminué au cours des années. Cette diminution s'explique par une diminution de la quantité de sols traités. Il est à noter que la diminution est principalement due à la machinerie pour la gestion des sols.

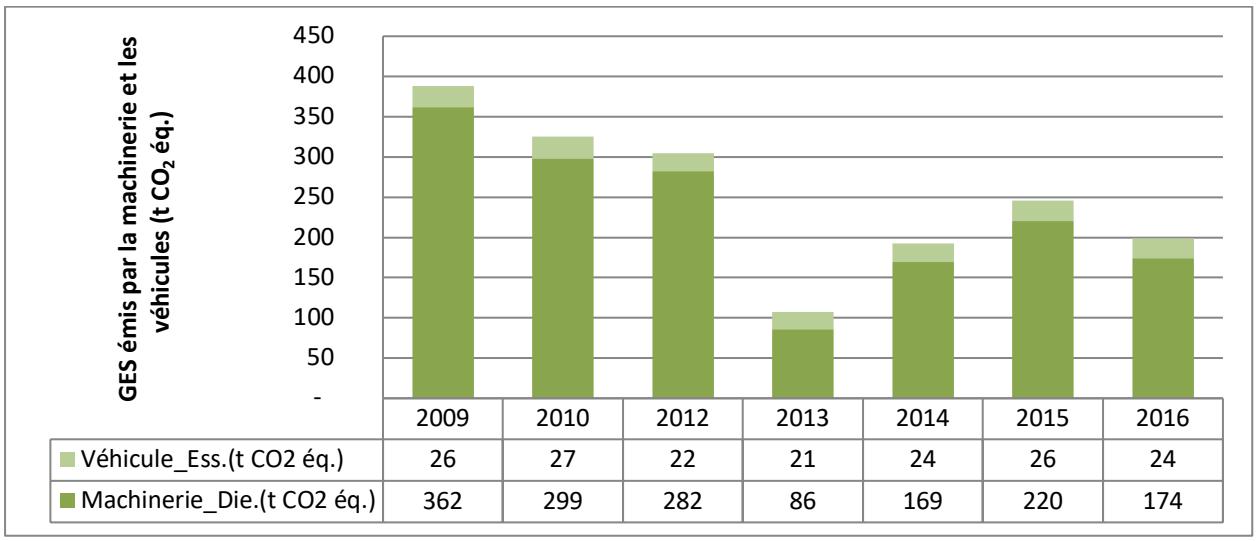


Figure 9 : Gaz à effet de serre émis par la machinerie et les véhicules entre 2009 et 2010

2.8.2.3 Ensemble des émissions comptabilisées

La Figure 10 présente les émissions de GES de l'ensemble des sources comptabilisées entre 2009 et 2016 (les émissions de procédé, celles liées à la consommation de diesel dans la machinerie et celles liées à la consommation d'essence dans les véhicules). La figure montre que les émissions de GES, à partir de 2013 sont en-dessous du seuil de déclaration pour les grands émetteurs (10 000 t CO_2 éq. pour la déclaration). La moyenne entre 2009 et 2016 est de 11 037 t CO_2 éq.

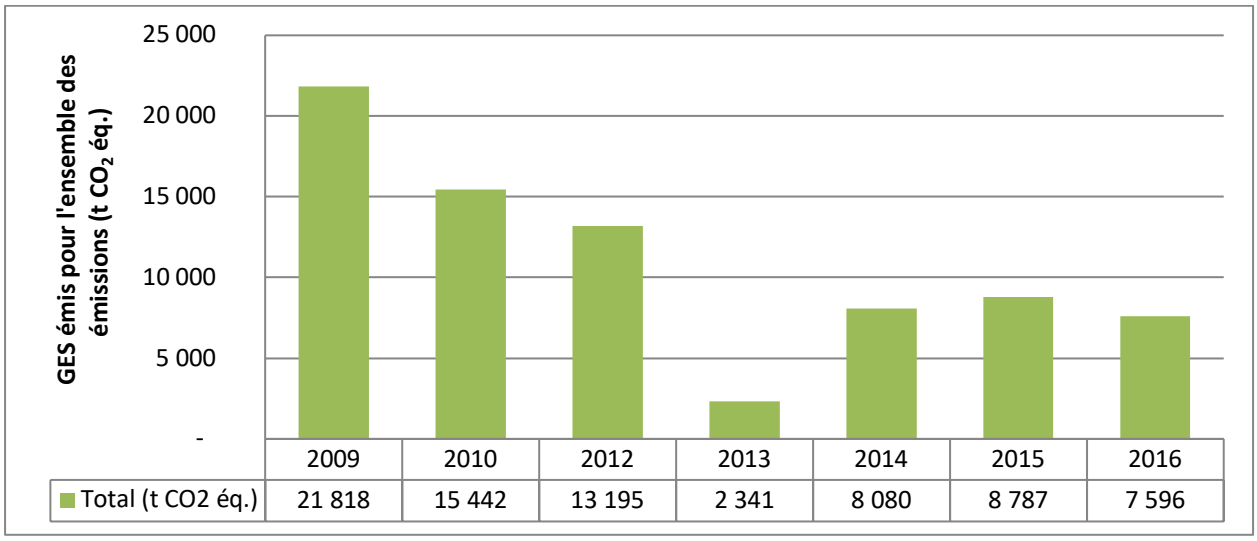


Figure 10 : Total des émissions de GES comptabilisées de RSIE (procédé, diesel dans la machinerie et essence dans les véhicules) entre 2009 et 2016

La Figure 10 présente les émissions de GES par tonne de sols traités entre 2009 et 2016. La figure montre que les GES varient entre 0,2 et 0,35 t CO_2 éq. par tonne de sols traités. La variabilité s'explique par la diversité de la composition des sols à traiter.

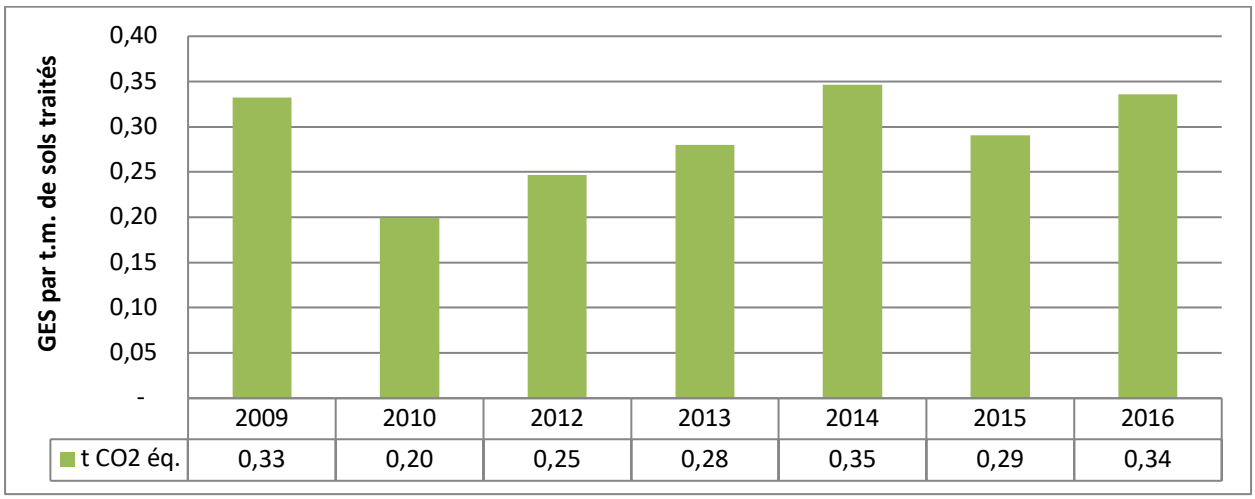


Figure 11 : GES comptabilisées (procédé, diesel dans la machinerie et essence dans les véhicules) de RSIE émis par tonne de sols traités entre 2009 et 2016

La Figure 10 présente la quantité de sols contaminés aux hydrocarbures traités entre 2005 et 2016. La figure montre, relativement à la Figure 11, que lorsque RSIE utilise des sols contaminés aux hydrocarbures comme carburant les émissions de GES par tonne traitée augmentent légèrement. Ceci est normal car les hydrocarbures brûlés ajoutent des émissions liées aux sols et ces sols ont un pouvoir calorifique beaucoup moins grand que le propane. Mais somme toute, RSIE utilise moins de propane pour traiter les sols contaminés (Figure 8). En 2009, l'augmentation provient de l'utilisation de biomasse, une matière organique résiduelle ayant un pouvoir calorifique beaucoup moins grand que le propane Il est à noter que les émissions biogéniques sont considérées comme fossiles faute de données pour les distinguer. Cette précaution est imposée par la norme ISO 14064-1 qui demande d'être conservateurs dans l'inventaire des émissions de GES.

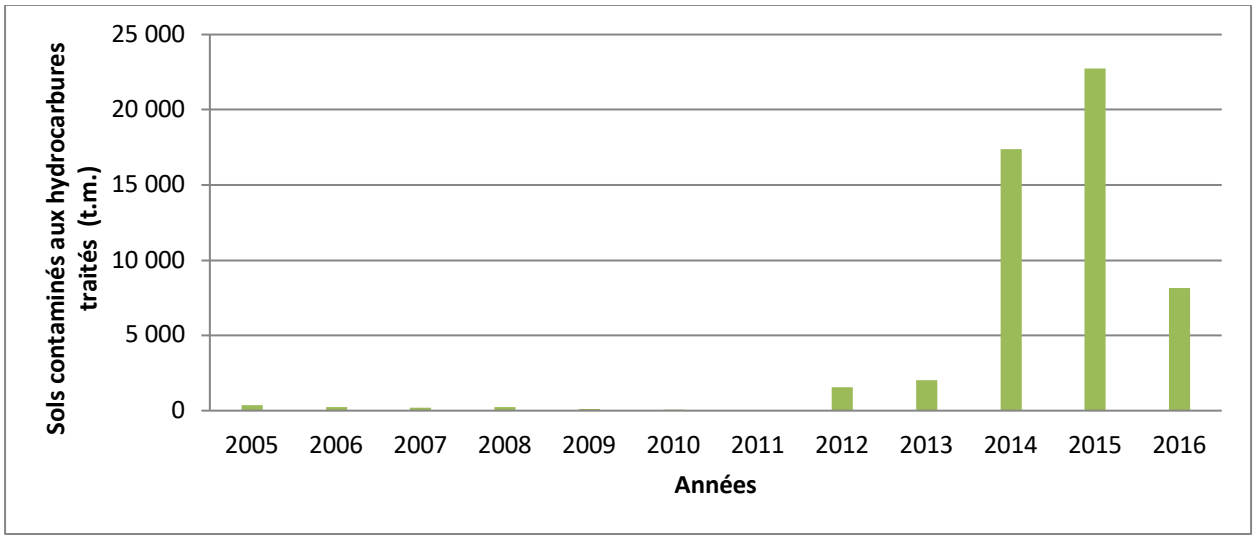


Figure 12 : Quantité de sols contaminés aux hydrocarbures traités par RSIE entre 2005 et 2016

Il est à noter que RSIE a investi 1,4 millions$ dans un doseur à matière résiduelle dangereuse, un convoyeur et un brûleur primaire pour améliorer l'efficacité de son système réduisant ainsi les GES.

2.9 SOLS DÉCONTAMINÉS

Tous les sols décontaminés par RSIE se situent dans les niveaux proposés par le « *Guide d'intervention : Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* » (43). Les sols décontaminés peuvent donc être réutilisés et ainsi éviter l'élimination. Toutefois, la majorité des sols décontaminés par RSIE sont envoyés présentement à l'enfouissement comme matériel de recouvrement, l'une des filières de recyclage les moins avantageuses.

De 2005 à 2016, RSIE a traité 313 981 tonnes métriques de sols contaminés, ce qui a permis d'obtenir 277 406 tonnes métriques de sols décontaminés. La majeure partie (51%) des sols décontaminés sont de catégorie <A ou A réutilisables sans restriction. Le Tableau 11 présente les catégories de sol des sols décontaminés et leurs quantités.

Tableau 11 : Quantité de sols décontaminés par RSIE entre 2005 et 2016 par catégorie de sol de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (44)

Catégorie de sol	Quantité (t.m.)	Pourcentage (%)
<A	137 570	50%
A	1 779	1%
A-B	75 819	27%
B	237	0%
B-C	39 692	14%
C	204	0%
C-D	19 786	7%
>D	2319	1%
Total	277 406	100%

À titre de comparaison, une étude réalisée en 2010 estime qu'au Québec *« 73% de la qualité des sols issus d'un processus de décontamination sont inférieurs au critère* C », c'est-à-dire 3 401 sites de sol réhabilités déclarés sur 4 660. De ce total, seulement 8% atteignait le critère <A (45).

Il est à noter que 73% des polluants contenus dans les sols considérés dans cette étude étaient organiques, 15% formaient un mélange de contaminants organiques et inorganiques et 12% étaient inorganiques. Le traitement thermique compte pour 1% des inscriptions au registre du MDDELCC et la majorité des traitements recensés dans cette étude, lorsqu'il y en avait, étaient biologiques. Il est donc clair que le traitement thermique de RSIE offre une qualité supérieure de sols, car 51% des sols traités par eux peuvent être utilisés sans restriction.

2.9.1 Utilisation des sols et potentiel d'utilisation

Les sols décontaminés qui sont de catégorie A n'ont aucune restriction à leur utilisation. RSIE dispose de cette catégorie de sols pour le réaménagement de sablières, pour la construction de chemins ou pour faire simplement du remplissage[6].

Pour ce qui est des sols décontaminés de catégorie de A à B, ils peuvent être utilisés comme remblais. RSIE envoie ces sols principalement vers l'enfouissement comme remblai. Quant aux sols inférieurs à B-C, ils sont envoyés dans les lieux d'enfouissement autorisés.

Depuis quelques années, RSIE effectue de la recherche afin de fabriquer du terreau avec les sols qui sont sans restriction. Le mélange des sols de RSIE avec de la matière organique fertilisante pourrait devenir un amendement intéressant en aménagement paysager, en horticulture et en agriculture. RSIE évalue également la possibilité d'utiliser ces sols décontaminés dans la fabrication de béton et d'asphalte lorsque la granulométrie s'y prête.

[6] Communication personnelle, Éloi Côté, RSI Environnement.

3 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

3.1 CONCLUSIONS

L'élimination des substances dangereuses dans l'environnement constitue une obligation réglementaire canadienne et québécoise. Au sens du développement durable, il s'agit d'une question d'équité intergénérationnelle afin de léguer aux générations futures un environnement sain. Cela répond aux cibles 15.3[7] et 3. 9[8] du Programme de développement durable à l'horizon 2030 des Nations Unies, adopté en septembre 2015.

Il existe plusieurs techniques de traitement des matériaux contaminés, mais la technique de désorption thermique utilisée par RSIE demeure la plus efficace. Néanmoins, en 1997, l'attribution d'un certificat d'autorisation du MENV pour la décontamination de sols pollués aux polluants organiques persistants avait provoqué une certaine controverse, alimentée par les craintes de citoyens sur une dégradation de leur environnement et des risques pour leur santé. Pour rassurer la population, tant le MDDEP et l'Agence de la santé publique du Saguenay Lac Saint-Jean ont imposé à l'entreprise un suivi environnemental exigeant dont les données ont servi entre autres à la rédaction de cette analyse.

Ce rapport constitue un bilan des activités de RSIE entre 2005-2016 et a pour objectif de valider si RSIE a rempli au cours de ces années son engagement en matière d'environnement soit en :

- protégeant l'environnement en éliminant les contaminants des sols;
- répondant aux législations et réglementations fédérales, provinciales et municipales en vigueur;
- améliorant leur performance environnementale en perfectionnant ses systèmes antipollution ainsi que l'efficacité énergétique de leur système ;
- procurant et maintenant des conditions de travail saines et sécuritaires.

L'examen des données disponibles pour la période de référence montre que les quantités résiduelles de polluants calculées à partir du taux d'efficacité de destruction, qui n'a pas changé depuis sa mise en place, ainsi que les émissions de polluants peuvent être comparées aux teneurs observées dans les milieux naturels.

Pour ce qui est du suivi sur les zones d'échantillonnage autour de l'usine, les mesures montrent que les concentrations de HAP, de dioxines et de furanes, de BPC et des particules en suspension dans l'air sont toutes inférieures aux normes suggérées par le MDDELCC. Il est également à noter que les moyennes des stations d'échantillonnage sont inférieures ou non significativement différentes de la station témoin.

[7] D'ici à 2020, lutter contre la désertification, restaurer les terres et sols dégradés, notamment les terres touchées par la désertification, la sécheresse et les inondations, et s'efforcer de parvenir à un monde sans dégradation des sols

[8] D'ici à 2030, réduire nettement le nombre de décès et de maladies dus à des substances chimiques dangereuses et à la pollution et à la contamination de l'air, de l'eau et du sol

Les valeurs des échantillons permettant d'évaluer les concentrations pour les dépôts aux sols (neige, mousse et aiguilles) sont inférieures aux valeurs typiques de milieux résidentiels.

Pour l'échantillonnage des eaux souterraines, il y a aucune trace de polluants.

Les émissions de GES ont été quantifiées et déclarées au MDDELCC à partir de 2009. Ces émissions, bien qu'il y ait eu une augmentation de la quantité de sols contaminés traités entre 2009 et 2016, ont diminué. Depuis 2013, les émissions de GES sont en-dessous du seuil de déclaration du MDDELCC (10 000 tonnes de CO_2 éq).

RSI Environnement, au cours des années, a adopté différentes stratégies de réduction des émissions de GES en :

- utilisant des carburants fossiles avec un pouvoir calorifique plus élevé afin de diminuer la consommation;
- utilisant de la biomasse pour diminuer l'utilisation de carburants fossiles;
- et en utilisant les sols contaminés aux hydrocarbures pour réduire l'utilisation de propane.

Bien que cela n'apparaisse pas dans ce bilan, RSIE a investi 1,4 millions dans un doseur à MDR, un convoyeur et un brûleur primaire pour améliorer l'efficacité de son système réduisant ainsi les GES.

Enfin, les sols décontaminés de RSIE atteignent un niveau record de qualité par rapport à ceux produits par d'autres compagnies de décontamination québécoises. La majorité des sols de RSIE sont de catégorie <A, sans restriction d'utilisation.

En conséquence, malgré les enjeux propres à ce secteur d'activité, l'analyse des mesures effectuées selon des protocoles normalisés et validés par le MDDELCC, de même que les rapports des audits annuels de la norme ISO 14001 montrent que RSI Environnement est une entreprise qui ne génère aucun passif environnemental mesurable avec ses opérations et ne produit pas de quantités mesurables de substances susceptibles d'affecter la santé humaine, ni à l'intérieur, ni à l'extérieur de ses installations. Cette performance est attribuable à des procédures d'opération rigoureuses et à un suivi environnemental systématique et vérifié.

3.2 RECOMMANDATIONS

La Chaire en éco-conseil recommande à RSI Environnement de :

1. Ajouter à ses bilans environnementaux pour chaque projet la provenance des sols. Cette exigence permet de documenter la traçabilité (ce qui est déjà une exigence de certains clients américains). Cette recommandation s'inscrit aussi dans les préoccupations de la vérificatrice générale du Québec qui a déclaré dans son plus récent rapport qu'il est fondamental de «s'assurer d'accorder une priorité d'intervention aux terrains qui présentent des risques élevés pour la santé humaine et l'environnement». De même, la ministre Isabelle Melançon a précisé récemment sa volonté d'agir « rapidement afin d'intégrer la traçabilité des sols contaminés dans le déplacement et la gestion de ces sols au Québec ».(46,47). En outre, cette information permettrait d'avoir une idée des transports impliqués puisque la question de l'origine et du transport des sols contaminés est une préoccupation pour certaines parties prenantes. L'identification des distances et des modes de transport permettra aussi de mieux documenter et d'améliorer le bilan GES.

2. Améliorer le système de gestion des données et des documents de suivi et le mettre à jour régulièrement. Certaines non-conformités ISO-14001 ont été mentionnées sur la mise à jour des documents de formations et de suivis. La mise à jour régulière des bases de données et des documents permet de faciliter la vérification pour les réviseurs externes et d'éviter des erreurs dans la manipulation des données.

a. Envisager la création d'un système de gestion des données sources (mais corrigées) en Access. L'entrée de données doit être adaptée à la réalisation des bilans annuels afin de faciliter la manipulation des données.

b. Améliorer l'uniformité de l'entrée de données à la réception des sols contaminés par l'utilisation de menus déroulants.

c. Mettre en ligne les bilans afin d'être transparent. RSIE a indiqué que les données seraient rendues disponibles sur un portail web en train d'être mis sur pied.

3. Réaliser un plan d'action périodique (annuel ou aux trois ans) en environnement découlant de la planification stratégique et incluant les indicateurs de suivi qui irait au-delà de la conformité règlementaire et mettre en place des protocoles de suivi.

4. Réaliser une étude comparative dans une perspective de cycle de vie du traitement des sols contaminés (Exemple : le traitement actuel des sols contaminés aux hydrocarbures du Lac-Mégantic vs le traitement de RSI Environnement). Une telle étude, basée sur un cas existant permettrait de mettre en lumière les avantages et inconvénients environnementaux, économiques et sociaux d'une et l'autre pratique et pourrait faire l'objet d'un article dans une revue spécialisée.

4 RÉFÉRENCES

1. RSIE. Avantages du procédé de traitement des sols contaminés | RSI [Internet]. RSI Environnement. 2018 [cité 12 juill 2018]. Disponible sur: https://rsienvironnement.com/qui-sommes-nous/

2. Lamarre J. Suivi médical des BPC - 2013. 2013.

3. RSIE. Cartable des exigences légales et autres exigences. RSI Environnement; 2017.

4. RSIE. Rapport annuel 2005-2006 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2006 p. 57.

5. RSIE. Rapport annuel 2006-2007 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2007 p. 37.

6. RSIE. Rapport annuel 2007-2008 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2010 p. 37.

7. RSIE. Rapport annuel 2008-2009 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2010 p. 51.

8. RSIE. Rapport annuel 2009-2010 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2011 p. 39.

9. RSIE. Rapport annuel 2010-2011 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2012 p. 59.

10. RSIE. Rapport annuel 2011-2012 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2013 p. 30.

11. RSIE. Rapport annuel 2013 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2014 p. 28.

12. RSIE. Rapport annuel 2014 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2015 p. 29.

13. RSIE. Rapport annuel 2015 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2016 p. 17.

14. RSIE. Rapport annuel 2016 sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise Récupère Sol Inc. Saint-Ambroise: RSI Environnement; 2017 p. 26.

15. MDDELCC. Programme de suivi environnemental (lettre). 2012.

16. MDDELCC. Programme de suivi environnemental (lettre). 2015.

17. MDDEP. Programme de suivi environnemental (lettre). 2008.

18. BENEV Capital Inc. Environmental compliance audit. RSI Environnement; 2012 p. 30.

19. BENEV Capital Inc. Environmental compliance audit. RSI Environnement; 2013 p. 30.

20. BENEV Capital Inc. Environmental compliance audit. RSI Environnement; 2014 p. 28.

21. Conestoga-Rovers & Associes. Environmental compliance audit. RSI Environnement; 2015.

22. GHD Consultants Limited. Environmental compliance audit. RSI Environnement; 2016 p. 21.

23. BNQ. Rapport d'audit ISO-14001 : 2004. RSI Environnement; 2016 p. 16.

24. BNQ. Rapport d'audit ISO-14001 : 2004. RSI Environnement; 2017 p. 16.

25. LégisQuébec. Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés [Internet]. RLRQ c Q-2, r. 18 p. 40. Disponible sur: http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2018

26. Gouvernement du Canada. Environment and Climate Change Canada - NPRI Data Search [Internet]. [cité 13 juill 2018]. Disponible sur: https://pollution-waste.canada.ca/national-release-inventory/archives/index.cfm?lang=en

27. Ressources naturelles Canada. Le mercure dans les ampoules fluorescentes compactes (AFCs) [Internet]. 2014 [cité 13 juill 2018]. Disponible sur: http://www.rncan.gc.ca/energie/produits/reference/14665

28. LégisQuébec. Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère [Internet]. RLRQ c Q-2, r. 4.1. Disponible sur: http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%204.1

29. LégisQuébec. Règlement sur la qualité de l'atmosphère [Internet]. RLRQ c Q-2, r. 38. Disponible sur: http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2038

30. CCME. Hazardous Waste [Internet]. 2014 [cité 13 juill 2018]. Disponible sur: https://www.ccme.ca/fr/resources/waste/hazardous_waste.html

31. Exova. Rapport de caractérisation des émissions : mesure des émissions atmosphériques à la sortie de la cheminée du procédé thermique. RSI Environnement; 2016 p. 250.

32. SEDAC Environnement. Caractérisation des émissions atmosphériques de la cheminée du dépoussiéreur de ventilation de l'alimentation et du conditionnement des sols contaminés : novembre 2012. RSI Environnement; 2014 p. 116.

33. SEDAC Environnement. Caractérisation des émissions atmosphériques de la cheminée du procédé thermique de traitement des sols contaminés aux hydrocarbures : Décembre 2013. RSI Environnement; 2014 p. 101.

34. Enviroment International inc. Étude de dispersion atmosphérique site de récupère sol inc. RSI Environnement; 2005 p. 41.

35. MDDELC. Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère, version 5. Québec: Gouvernement du Québec; 2016 p. 29.

36. Van den Berg M, Birnbaum L, Bosveld AT, Brunström B, Cook P, Feeley M, et al. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. Environmental Health Perspectives. déc 1998;106(12):775-92.

37. Couture Y. Suivi de la qualité de l'air au voisinage de l'incinérateur de Clean Harbors à Mercier rapport d'étape [Internet]. Québec: Développement durable, environnement et parcs Québec; 2011 [cité 13 juill 2018]. Disponible sur: http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2220854

38. Gouvernement de Canada. Liste des substances toxiques : HAP [Internet]. aem. 2009 [cité 13 juill 2018]. Disponible sur: https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/gestion-substances-toxiques/liste-loi-canadienne-protection-environnement/hydrocarbures-aromatiques-polycycliques.html

39. Environnement et Changement climatique Canada. ARCHIVÉE - Environnement et Changement climatique Canada - Lois et règlements - Fiche d'information - Les polluants organiques persistants [Internet]. 2010 [cité 13 juill 2018]. Disponible sur: https://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=Fr&n=135D347F-1

40. LégisQuébec. Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains [Internet]. RLRQ c Q-2, r. 37. Disponible sur: http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2037

41. SNC-Lavalin. Caractérisation des sols de surface – RSI Environnement Usine Saint-Ambroise (Québec). Saint-Ambroise; 2017 p. 51. Report No.: 633335.

42. PERRET R. Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM. 2001 p. 26.

43. Beaulieu M. Guide d'intervention: protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés [Internet]. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Québec; 2016 [cité 13 juill 2018]. 204 p. Disponible sur: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/index.htm

44. MDDELCC. Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés – Plan d'action 2017-2021. 2017. 34 p.

45. Hébert J, Bernard J. Bilan sur la gestion des terrains contaminés. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, la Faune et des Parcs. Québec; 2013. 31 p.

46. Vérificateur général du Québec. Chapitre 3: Audit de performance - Terrains contaminés sous la responsabilité de l'État. 2018 p. 50.

47. MDDELCC. Communiqué de presse : Journée mondiale des sols - Le gouvernement du Québec, résolument engagé dans une démarche pour assurer la traçabilité des sols contaminés au Québec [Internet]. 2017 [cité 17 juill 2018]. Disponible sur: http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communique.asp?no=3900

Bases de données utilisées

Éloi Côté, 2005-2016. Copie de Tableau historique air ambiant_20161213. xls. Mise à jour 2017. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté, 2005-2016. Copie de Requête des arrivages hebdomadaires. xls. Mise à jour 2017. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2009. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2010. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2011. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2012. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2013. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2014. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2015. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Émissions GES lecture continu 2016. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2009. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2010. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2011. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2012. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2013. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2014. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2015. xls. RSI Environnement (sur demande).

Éloi Côté. Fuel 2016. xls. RSI Environnement (sur demande).

ANNEXE 1 : LISTE DES AUTORISATIONS ET DES CERTIFICATS D'AUTORISATION

Liste des autorisations et des certificats d'autorisation de Récupère sol

N° Ref RSI	Date	N° de dossier	Sujet
A#1	05-06-1992	7610-02-01-0603801	**Autorisation : Installation d'un séparateur d'huile** *(Ce système n'a jamais été installé)*
A#2	05-06-1992	7610-02-01-0603802	**Autorisation : Installation d'une unité d'oxydation thermique** *(Ce système n'a jamais été installé)*
CA#1	05-06-1992	7610-02-01-0603800	**Certificat d'autorisation : Implantation d'un centre de traitement de sols contenant des hydrocarbures légers** *(Permet à RSI de traiter des sols contaminés aux HP légers par un traitement biologique, n'est pas en opération actuellement)*
A#3	16-07-1993	7610-02-01-0603821 1067689	**Autorisation : Installation et opération d'un système de traitement d'eau** *(Cette autorisation a été remplacée par l'autorisation du 24-09-1997 mais certaines parties sont toujours applicable actuellement.)*
A#4	16-07-1993	7610-02-01-0603822 1067690	**Autorisation : Installation et opération d'un système de traitement des gaz** *(Autorisation pour l'installation du procédé thermique actuel)*
CA#2	16-07-1993	7610-02-01-0603820 1067688	**Certificat d'autorisation : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Permet à RSI d'opérer le procédé thermique actuel pour le traitement d'hydrocarbures seulement)*
M-CA#2 16-07-1993	15-04-1997	7610-02-01-0603808 1142140	**Modification de CA : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Modification pour permettre à RSI de traiter thermiquement des sols contaminés au PCP (450 mg/kg max) et aux D/F (2200 ng ITEQ/kg max))*
M-CA#2 16-07-1993	17-07-1997	7610-02-01-0603810 1142116	**Modification de CA : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Modification pour permettre à RSI de traiter des matériaux granulaires (béton concassé) ayant une granulométrie inférieure à 4 po. contaminés aux HP, PCP et D/F)*
M-CA#2 16-07-1993	13-01-2006	7610-02-01-0603808 400288472	**Modification de CA : Construction et exploitation d'un centre de traitement de sol et d'eau contaminés par des hydrocarbures** *(Modification pour permettre à RSI de traiter des sols contaminés aux dioxines et furannes (taux d'alimentation en D/F max de 0.2 g ITEQ/hre))*
A#5	24-09-1997	7610-02-01-0603815 1142125	**Autorisation : Installation d'un système de traitement d'eau** *(Autorisation pour l'installation d'un système de traitement des eaux)*
CA#3	24-09-1997	7610-02-01-0603814 1142124	**Certificat d'autorisation : Modification du système d'entreposage des sols contaminés et traités** *(Permet l'installation et l'opération du batiment de conditionnement des sols actuel (tente de 10 KT de capacité) et des pads de béton pour l'entreposage des sols traités*
CA#4	27-10-1997	7610-02-01-0603816 1142129	**Cetificat d'autorisation : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Permet à RSI de traiter des sols contaminés aux BPC (ali. max en BPC de 13.7 kg/hr) et aux autres organochlorés (ali. max 15 kg/hr) à 10 tph max)*
M-CA#4 27-10-1997	26-10-2001	7610-02-01-0603816 300002366	**Modification de CA : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Modification pour l'augmentation du taux maximal d'alimentation à 12.5 tph)*
M-CA#4 27-10-1997	2009-05-29	7610-02-01-0603816 400595602	**Modification de CA : Traitement thermique de sols contaminés par des biphényles polychlorés (BPC) et autres organo-chlorés** *(Modification pour injection chaux, analyse client et démonstrations de conformité)*
CA#5	19-12-1997	7610-02-01-0603817 1142130	**Certificat d'autorisation : Utilisation du butane et du propane comme combustible d'alimentation au procédé** *(Permet à RSI d'utiliser le butane et le propane comme combustible pour chauffer le procédé thermique)*
CA#6	22-12-1999	7610-02-01-0603835 20001417	**Cetificat d'autorisation : Exploitation d'une unité de concassage et d'un godet cribleur** *(Permet à RSI d'utiliser un concasseur et d'un godet cribleur pour le conditionnement des sols avant traitement)*
A#6	13-06-2000	7610-02-01-0603836 20004018	**Autorisation : Installation de portes, de systèmes de ventilation et de systèmes d'épuration de l'air pour desservir l'entrepôt des sols contaminés** *(Autorisation pour l'installation de portes, d'un système de ventilation et d'épuration de l'air pour le batiment de conditionnement des sols actuel)*

ANNEXE 3

A#7	11-11-2002	7610-02-01-0603854 300054094	**Autorisation : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Autorisation pour l'installation d'un second batiment d'entreposage pour les sols contaminés (batiement d'entreposage actuel) d'une capacité de 30 KT*
CA#7	11-11-2002	7610-02-01-0603854 300018911	**Certificat d'autorisation : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Permet à RSI d'opérer le second bâtiment d'entreposage. Ce CA inclus le plan de suivi environnemental)*
M-CA#7 11-11-2002	05-12-2005	7610-02-01-0603854 400283513	**Modification de CA : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Modification du plan desuivi environnemental, incluant, entre autre, le nouveau critère d'air ambiant)*
M-CA#7 11-11-2002	2013-12-05	7610-02-01-0603854 401092903	**Modification de CA : Aménagement d'un deuxième bâtiment d'entreposage de sols contaminés à Saint-Ambroise** *(Modification spécifiant la limite maximale d'entreposage de sol contaminé dans l'entrepôt à 77 000 t.m.)*
A#8	23-07-2004	7610-02-01-0603860 400160778	**Autorisation : Installation d'un système d'épuration de l'air pour les équipements de refroidissement et de conditionnement des sols traités** *(Autorisation pour l'installation d'un système d'épuration de l'air pour le système de refroidissement et de conditionnement des sols traités)*
CA#8	23-07-2004	7610-02-01-0603860 400160813	**Certificat d'autorisation : Exploitation d'un système de refroidissement et de contidionnement des sols traités** *(Permet à RSI l'opération du système de refroidissement et de conditionnement des sols traités)*
M-CA#8 23-07-2004	10-05-2006	7610-02-01-0603860 400309752	**Modification de CA : Exploitation d'un système de refroidissement et de contidionnement des sols traités** *(Modification permettantà RSI de mélanger les particules fines de sols provenant de la base de la CCS avec les sols traités pour en faciliter la gestion)*
CA#9	21-07-2009	7610-02-01-0643850 400617468	**Cetificat d'autorisation : Valorisation de résidus de bois non contaminé** *(Permet à RSI de mélanger des résidus de bois non conaminé avec les sols avant traitement pour des fins de valorisation énergétiques)*
CA#10	24-11-2009	7610-02-01-0603804 400662797	**Cetificat d'autorisation : Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés** *(Permet à RSI d'entreposer jusqu'à 6 000 t.m. de sol conaminé par des BPC sur une dalle de béton existante jusqu'au 30 juin 2010)*
CA#11	02-12-2009	7610-02-01-0603804 400664986	**Cetificat d'autorisation : Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés** *(Permet à RSI d'entreposer jusqu'à 15 000 t.m. de sol conaminé par des BPC sur une nouvelle dalle en asphalte jusqu'au 30 juillet 2010)*
M-CA#11 24-11-2009	2014-08-18	7610-02-01-0603804 401167708	**Modification de CA : Entreposage extérieur temporaire de sols contaminés** *(Modification permettant à RSI d'entreposer des sols aux hydrocarbures et HAP de façon permanente sur la plate-forme extérieure)*
Permis #1	01-08-2013	7610-02-01-0603868 401056481	**Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Permet à RSI de traiter des MDR granulaires et des résidus de produist pétroliers à des fins de valorisation)*
M-permis#1 01-08-2013	23-10-2015	7610-02-01-0603868 401300902	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** (Modification permettant à RSI d'entreposer les MDR 4 ans avant leur traitement)
M-permis#1 01-08-2013	01-03-2017	7610-02-01-0603868 401571254	**Modification de Permis : Traitement et valorisation énergétique de matières dangereuses résiduelles** *(Modification permettant à RSI de d'augmenter le taux d'alimentation des MDR pour la valorisation énergétique à 50 t/h (2 120 kg/hr))*
CA#12	18-08-2014	7610-02-01-0603894 401167925	**Cetificat d'autorisation : Test pour le traitement de sol contaminé par du mercure** *(Permet à RSI de faire des tests avec des sols contaminés par du mercure)*

ANNEXE 2 : CADRE LÉGAL DE RSI ENVIRONNEMENT

Lois et réglementation fédérales

- Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) (L.C. 1999, c. 33), mise à jour août 2008.
- Loi de 1992 sur le transport des marchandises dangereuses (L.C. 1992, c.34), mise à jour avril 2006.
- Règlement sur le transport des marchandises dangereuses (DORS/2001- 286), mise à jour août 2008.
- Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses (DORS/2005-149), mise à jour août 2008.
- Règlement sur les mouvements interprovinciaux des déchets dangereux (DORS/2002-301), mise à jour 2006.
- Règlement sur les urgences environnementales (DORS/2003-307), mise à jour avril 2006.
- Avis concernant certaines substances de l'Inventaire national des Rejets de Polluants, mise à jour août 2008. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/publications/guide.html
- Loi sur la protection des végétaux (1990, ch. 22), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur la protection des végétaux (DORS/95-212), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur les BPC (DORS/2008-273), mise à jour décembre 2008.

Lois et réglementation provinciale.

- Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur les déchets solides (R.R.Q., 1981, c. Q-2, r. 14) (ABROGÉ), septembre 2008.
- Règlement sur les matières dangereuses (R.R.Q., c. Q-2, r.15.2 Décret 1310- 97) expédition entreposage, disposition
- Règlement sur la qualité de l'atmosphère (R.R.Q., c. Q-2, r.20), mise à jour Janvier 2012 (Abrogé).
- Règlement sur le transport des matières dangereuses (R.R.Q., c. C-24.2, r.4.2.1 Décret 866-2002), mise à jour Septembre 2008.
- Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (R.R.Q., c. Q-2, r.6.01), mise à jour Avril 2006.
- Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (R.R.Q., c. Q-2, r.18.1.01 Décret 216-2003), mise à jour avril 2006.
- Règlement sur le captage des eaux souterraines (R.R.Q., c. Q-2, r.1.3), mise à jour septembre 2008.
- Loi sur les appareils sous pression (L.R.Q. c. A-20.01), mise à jour septembre 2008.

- Règlement sur les appareils sous pression (L.R.Q., c. A-20.01, r.1.1, Décret 2519-82), mise à jour septembre 2008.
- Loi sur les produits pétroliers (L.R.Q., c. P-29.1), mise à jour septembre 2008 (Ne s'applique plus chez RSI).
- Règlement sur les produits et les équipements pétroliers (R.R.Q., c. P-29.1, r.2) (ABROGÉ), mise à jour septembre 2008 (Ne s'applique plus chez RSI).
- Règlement sur les halocarbures (R.R.Q., c. Q-2, r.15.01 Décret 1091-2004), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (R.R.Q., c. Q-2, r.8), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (A.M., 2007), janvier 2011.
- Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés (Décret 15-2007), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (R.R.Q., c. Q-2, r.6.02 Décret 451-2005), mise à jour septembre 2008.
- Loi sur le bâtiment (L.R.Q., c. B-1.1), mise à jour septembre 2008.
- Code de sécurité (c. B-1.1, r.0.01.01.1 Décret 964-2002), mise à jour septembre 2008.
- Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau (L.R.Q., c. Q-2, r.3.2.1), mise à jour janvier 2010.
- Loi sur la santé et la sécurité au travail (L.R.Q., c. S-2.1), mise à jour janvier 2011.
- Règlement sur l'information concernant les produits contrôlés (R.R.Q., c.S-2.1, r.10-1 Décret 445-89), mise à jour janvier 2011.
- Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, mise à jour août 2011.

Réglementation municipale

- Règlement 2000-03 concernant les nuisances

ANNEXE 3 : EFFICACITÉ D'ENLÈVEMENT DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES SOLS

Le règlement sur la qualité de l'air qui a été abrogé en 2012 (*R.R.Q., c. Q-2, r.20, 68,4)* stipule que :

« L'efficacité de destruction et d'enlèvement lors de l'incinération de matières dangereuses doit être égale ou supérieure à 99,95 % dans le cas d'un incinérateur existant.

Dans le cas d'un nouvel incinérateur de matières dangereuses, l'efficacité de destruction et d'enlèvement doit être égale ou supérieure:

1° à 99,9999 % pour les déchets contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou tératogènes;

2° à 99,99 % pour les autres déchets ».

2005-2006

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	7.6992	<0.0002	>7.6990	>99.9969
HAP	t.m.	37.5664	<0.0018	>37.5645	>99.9950
Pentachlorophénol	t.m.	0.8796	<0.0005	>0.8791	>99.9397
Hydrocarbures C10-C50	t.m.	2.1735	<0.0546	>2.1188	>97.4872
Dioxines et furannes	gramme	8.5697	0.0424	8.5273	99.5048

2006-2007

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	kg	2 729.2	<0.03	>2 729.2	>99.9988
HAP	kg	4 554.9	<1	>4 553.9	>99.9772
Pentaclorophénol	kg	N/A	N/A	N/A	N/A
Hydrocarbures C10-C50	kg	20 149	<1511.5	>18 638.	>92.4985
COV	kg	21.2	<0.1	>21	>99.4269
Dioxines et furanes	gramme	N/A	14.4	N/A	N/A

2008-2008

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	0.1770	< 0.00002	> 0.1769	> 99.9877
HAP	t.m.	191.7061	0.1161	191.5900	99.9395
Pentaclorophénol	t.m.	2.7320	< 0.0009	> 2.7311	> 99.9666
Hydrocarbures C10-C50	t.m.	214.5813	< 2.2203	> 212.3611	> 98.9653
COV	t.m.	0.05875	< 0.0001	> 0.0586	> 99.8157
Hg	t.m.	0.0166	0.00006	0.0166	99.6184
Dioxines et furanes	gramme	134.9244	0.2908	134.6336	99.7845

2008-2009

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	1.6463	0.0003	1.6460	99.9844
HAP	t.m.	0.1551	< 0.000007	> 0.1550	> 99.9955
Pentaclorophénol	t.m.	0.0010	< 0.000001	> 0.0010	> 99.8649
Hydrocarbures C10-C50	t.m.	53.9870	< 1.3891	> 52.5978	> 97.4269
COV	t.m.	0.0064	< 0.00006	> 0.0063	> 99.0196
Pesticides	t.m.	5.5760	< 0.00048	> 5.5756	> 99.9914
Hg	t.m.	0.1222	0.00087	0.1214	99.2873
Dioxines et furanes	gramme	15.4143	0.3201	15.0943	97.9236

2009-2010

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	8.1747	0.0049	8.1699	99.9405
HAP	t.m.	0.2340	< 0.00004	> 0.2340	> 99.9798
Hydrocarbures C10-C50	t.m.	134.4234	< 5.0600	> 129.3634	> 96.2358
COV	t.m.	0.0011	< 0.000009	> 0.0011	> 99.1667
Pesticides	t.m.	0.0004	< 0.000005	> 0.0004	> 98.9474
Dioxines et furanes	gramme	17.0006	0.1959	16.8047	98.8477

2012

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	1.5542	0.0007	1.5535	99.95
Dioxines et furanes	gramme	1.440	0.064	1.376	95.55

2013

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	0.4502	<0.00006	>0.4502	>99,99
HAP	t.m.	0.0793	<0,00001	>0.0793	>99,98
PCP	t.m.	0,0002	<0,000007	>0,0002	>99,64
Hydrocarbures C_{10}-C_{50}	t.m.	66.5097	<0,4180	>66.0917	>99.37

2014

Substance	Unité	Quantité entrant	Quantité sortant	Quantité enlevée	Pourcentage d'enlèvement
BPC	t.m.	0.6598	<0.00003	>0.6597	>99,99
HAP	t.m.	0.2228	<0,00007	>0.2227	>99,97
COV	t.m.	0.3990	<0,00007	>0,3990	>99,98
Hydrocarbures C_{10}-C_{50}	t.m.	669.38	<1.1662	>668.21	>99.83

ANNEXE 4 : RÉSULTATS OBTENUS À LA CHEMINÉE DU PROCÉDÉ THERMIQUE ET RÉSULTATS D'ANALYSE DES SOLS LORS DE LA DÉMONSTRATION DE CONFORMITÉ

Chambre de combustion primaire et secondaire (CCP et CCS) (sols décontaminés), à la base de la tour de refroidissement des gaz (TRG) (particules fines de sol), ainsi qu'à la base des dépoussiéreurs (SFG) (particules fines de sol, charbon actif sels de neutralisation).

2005-2006 Sommaire des résultats obtenus à la cheminée du procédé thermique lors de la démonstration de conformité

Paramètre	Unité	Moyenne des 3 Essais	Valeur Cible	Source de la Valeur Cible
Débit réel humide	m^3/h	46237	----	46237
Débit normalisé sec	Rm^3/h	19780	----	19780
Température	°C	158	----	158
Humidité	% vol	37.05	----	37.05
Vitesse moyenne	m/sec	19.58	----	19.58
PCDD/PCDF (ITEQ)	pg/Rm^3 11%O_2	3.371	80	Standard pancanadien CCME
BPC totaux	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	< 0.50	----	
Argent	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	0.59	----	
Arsenic	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	0.33	----	
Baryum	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	6.84	----	
Béryllium	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	<0.03	----	
Cadmium	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	0.33	----	
Calcium	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	1 120	----	
Chrome	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	20.92	----	
Cobalt	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	0.59	----	
Cuivre	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	2.83	----	
Étain	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	< 4.72	----	
Fer	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	962	----	
Magnésium	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	76.5	----	
Manganèse	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	39.41	----	
Mercure	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	1.60	20	Standard pancanadien CCME
Molybdène	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	3.37	----	
Nickel	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	13.67	----	
Plomb	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	1.48	----	
Sélénium	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	< 0.33	----	
Vanadium	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	< 0.30	----	
Zinc	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	46.9	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3 50% ea	7.9	50	Q-2, r.20 art. 68.1
HBr	mg/Rm^3 50% ea	< 0.066	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1
HCl	mg/Rm^3 50% ea	< 0.331	< 75	Q-2, r.20 art. 68.1
HF	mg/Rm^3 50% ea	0.241	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1
O_2	% v/v	12.46	> 8	CA du 27/10/1997
CO_2	% v/v	6.07	----	
CO	mg/Rm^3 11%O_2	0	< 57	CA du 27/10/1997
NO_x	mg/Rm^3 50% ea	158	----	

SO_2	mg/Rm^3 50% ea	0	< 200	Q-2, r.20 art. 68.1
COGT	mg/Rm^3 50% ea	0	----	

2006-2007 : Sommaire des résultats d'analyses des sols obtenus lors de la démonstration de conformité (moyenne des trois essais)

Paramètre	Unité	Sol Avant Traitement	Sol après traitement (CCP)	Sol après traitement (CCS)	Sol après traitement (TRG)	Sol après traitement (SFG)
Humidité	%	17	0	0.2	36	0.2
PCDD/PCDF (ITEQ)	ng/kg	160	0.088	N/A	0.18	5.7
BPC totaux	mg/kg	123	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C_{10}-C_{50}	mg/kg	413	<100	<100	<100	<100
pH		8.1	12.0	12.5	10.4	12.4
Soufre	%	0.06	0.1	0.15	0.40	0.71
Mercure	mg/kg	0.67	<0.02	<0.02	0.75	42
Argent	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2
Arsenic	mg/kg	<6	<6	<6	<6	<6
Baryum	mg/kg	58	79	210	155	220
Cadmium	mg/kg	0.6	<0.5	<0.5	1.5	3.6
Cobalt	mg/kg	4	5	7	7	8
Sélénium	mg/kg	<1	<1	<1	1	2
Chrome	mg/kg	8	12	21	37	54
Cuivre	mg/kg	22	21	26	29	32
Étain	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5
Manganèse	mg/kg	450	480	610	450	630
Molybdène	mg/kg	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel	mg/kg	11	11	15	15	18
Plomb	mg/kg	26	35	<5	39	90
Zinc	mg/kg	91	91	140	140	120

2007-2008 : Sommaire des résultats obtenus à la cheminée du procédé thermique lors de la démonstration de conformité

Paramètre	Unité	Moyenne des 3 Essais	Valeur Cible	Source de la Valeur Cible
Débit réel humide	m^3/h	39545	----	
Débit normalisé sec	Rm^3/h	22211	----	
Température	°C	93	----	
Humidité	% vol	30.9	----	
Vitesse moyenne	m/sec	17.2	----	
Argent	µg/Rm^3 11%O_2	<2.85	----	
Arsenic	µg/Rm^3 11%O_2	<0.59	----	
Baryum	µg/Rm^3 11%O_2	6.06	----	
Béryllium	µg/Rm^3 11%O_2	<0.29	----	
Cadmium	µg/Rm^3 11%O_2	0.06	----	
Calcium	µg/Rm^3 11%O_2	169.33	----	
Chrome	µg/Rm^3 11%O_2	13.23	----	
Cobalt	µg/Rm^3 11%O_2	0.33	----	
Cuivre	µg/Rm^3 11%O_2	4.86	----	

Étain	µg/Rm^3 11%O_2	31.88	----	
Magnésium	µg/Rm^3 11%O_2	<118	----	
Manganèse	µg/Rm^3 11%O_2	36.2	----	
Mercure	µg/Rm^3 11%O_2	44.5	50	Standard pancanadien CCME
Molybdène	µg/Rm^3 11%O_2	1.59	----	
Nickel	µg/Rm^3 11%O_2	7.58	----	
Plomb	µg/Rm^3 11%O_2	23.05	----	
Sélénium	µg/Rm^3 11%O_2	<10.14	----	
Vanadium	µg/Rm^3 11%O_2	<1.01	----	
Zinc	µg/Rm^3 11%O_2	42.24	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3 50% ea	7.7	50	Q-2, r.20 art. 68.1
HBr	mg/Rm^3 50% ea	0.9	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1
HCl	mg/Rm^3 50% ea	3.8	< 75	Q-2, r.20 art. 68.1
HF	mg/Rm^3 50% ea	<0.06	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1
O_2	% v/v	14.49	> 8	CA du 27/10/1997
CO_2	% v/v	4.61	----	
CO	mg/Rm^3 11%O_2	0.4	< 57	CA du 27/10/1997
NO_x	mg/Rm^3	73.8	----	
SO_2	mg/Rm^3 50% ea	92.1	< 200	Q-2, r.20 art. 68.1
COGT	mg/Rm^3	3.3	----	

Sommaire des résultats d'analyses des sols obtenus lors de la démonstration de conformité (moyenne des trois essais)

Paramètre	Unité	Sol Avant Traitement	Sol après traitement (CCP+CCS)	Sol après traitement (TRG)	Sol après traitement (SFG)
Humidité	%	14	0	32	4
C_{10}-C_{50}	mg/kg	4300	<100	<100	<100
pH		10.1	10.6	8.3	7.5
Mercure	mg/kg	52	1.7	690	3100
Argent	mg/kg	<2	<2	<2	<2
Arsenic	mg/kg	40	36	160	150
Baryum	mg/kg	530	390	380	290
Cadmium	mg/kg	0.6	<0.5	3.2	5.1
Cobalt	mg/kg	13	13	13	11
Sélénium	mg/kg	<1	<1	9	6
Chrome	mg/kg	21	18	28	24
Cuivre	mg/kg	400	450	500	510
Étain	mg/kg	10	11	19	13
Manganèse	mg/kg	320	300	280	290
Molybdène	mg/kg	3	3	12	10
Nickel	mg/kg	21	3	29	26
Plomb	mg/kg	1300	1300	2100	2800
Zinc	mg/kg	580	560	580	480

2009-2010 Sommaire des résultats obtenus à la cheminée du procédé thermique lors de la démonstration de conformité

Paramètre	Unité	Moyenne des 3 Essais	Valeur Cible	Source de la Valeur Cible
Débit gaz réel humide	m^3/h	37 405	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	15 608	----	
Température des gaz	°C	157	----	
Humidité des gaz	% vol	38.7	----	
Vitesse moyenne (gaz)	m/sec	16.3	----	
PCDD/PCDF (ITEQ)	pg/ Rm^3 11%O_2	3.98	80	Standard pancanadien CCME
BPC totaux	µg/Rm^3 11%O_2	<0.07	ND	Entente avec MDDEP
EDE BPC	%	>99.9995	99.9999	Q-2, r.20 art. 68.1
Argent	µg/Rm^3 11%O_2	2.18	----	
Arsenic	µg/Rm^3 11%O_2	0.31	----	
Baryum	µg/Rm^3 11%O_2	0.17	----	
Béryllium	µg/Rm^3 11%O_2	<0.01	----	
Cadmium	µg/Rm^3 11%O_2	0.02	----	
Calcium	µg/Rm^3 11%O_2	38.73	----	
Chrome	µg/Rm^3 11%O_2	0.85	----	
Cobalt	µg/Rm^3 11%O_2	0.05	----	
Cuivre	µg/Rm^3 11%O_2	0.65	----	
Étain	µg/Rm^3 11%O_2	0.29	----	
Magnésium	µg/Rm^3 11%O_2	4.75	----	
Manganèse	µg/Rm^3 11%O_2	0.91	----	
Mercure	µg/Rm^3 11%O_2	5.34	50	Standard pancanadien CCME
Molybdène	µg/Rm^3 11%O_2	<0.12	----	
Nickel	µg/Rm^3 11%O_2	2.84	----	
Plomb	µg/Rm^3 11%O_2	0.33	----	
Sélénium	µg/Rm^3 11%O_2	<0.02	----	
Vanadium	µg/Rm^3 11%O_2	1.32	----	
Zinc	µg/Rm^3 11%O_2	3.89	----	
Matières particulaires	mg/Rm^3 50% ea	1.37	50	Q-2, r.20 art. 68.4
HBr	mg/Rm^3 50% ea	<0.20	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1
HCl	mg/Rm^3 50% ea	0.25	< 75	Q-2, r.20 art. 68.1
HF	mg/Rm^3 50% ea	<0.05	< 5	Q-2, r.20 art. 68.1
O_2	% v/v	9.60	> 8	CA du 27/10/1997
CO_2	% v/v	8.11	----	
CO	mg/Rm^3 11%O_2	0.8	< 57	CA du 27/10/1997
NO_x	mg/Rm^3	70.9	----	
SO_2	mg/Rm^3 50% ea	16.8	< 200	Q-2, r.20 art. 68.1
COGT	mg/Rm^3	0.4	----	

2012 Sommaire des résultats d'analyses des sols obtenus lors de la démonstration de conformité (moyenne des trois essais)

Paramètre	Unité	Sol Avant Traitement	Sol après traitement (CCP+CCS)	Sol après traitement (TRG)	Sol après traitement (SFG)
Humidité	%	11.1	0	26.2	0.2
PCDD/PCDF (ITEQ)	ng/kg	NA	0.42	0.42	0.90
BPC totaux	mg/g	22	<0.08	<0.08	<0.08
C_{10}-C_{50}	mg/kg	757	<100	<100	<100
Mercure	mg/kg	0.05	<0.02	0.10	3.7
Argent	mg/kg	<2	<2	<2	<2
Arsenic	mg/kg	<5	<5	15	18
Baryum	mg/kg	41	50	180	187
Cadmium	mg/kg	<0.5	<0.5	1.7	2.0
Cobalt	mg/kg	4	4	8	8
Sélénium	mg/kg	<1	<1	5	3
Chrome	mg/kg	13	15	48	53
Cuivre	mg/kg	61	107	78	96
Étain	mg/kg	<4	<10	8	11
Manganèse	mg/kg	410	397	620	683
Molybdène	mg/kg	<1	<1	4	4
Nickel	mg/kg	12	16	25	28
Plomb	mg/kg	28	45	63	76
Zinc	mg/kg	80	90	170	177

2013 : Pas de données : voir le rapport sur la démonstration de conformité préparé par Sédac.

2014 : Sommaire des résultats obtenus à la cheminée du procédé thermique lors de la démonstration de conformité

Paramètre	Unité	Moyenne des 3 Essais	Valeur Cible	Source de la Valeur Cible
Débit gaz réel humide	m^3/h	37 996	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	17 019	----	
Température des gaz	°C	122	----	
Humidité des gaz	% vol	41.2	----	
Vitesse moyenne (gaz)	m/sec	16.2	----	
Hydrocarbures totaux	mg/Rm^3 11%O_2	0.29	----	
EDE Hydrocarbures	%	99,998	99.99	RAA
Mercure	$\mu g/Rm^3$ 11%O_2	54,2	50	RAA
Matières particulaires	mg/Rm^3 11%O_2	0,9	20	RAA
HCl	mg/Rm^3 11%O_2	0.54	50	RAA
O_2	% v/v	9,3	8.5	CA du 27/10/1997
CO_2	% v/v	8,6	----	
CO	mg/Rm^3 11%O_2	2,6	50	RAA
SO_2	mg/Rm^3 11%O_2	15,0	150	RAA

Sommaire des résultats d'analyses des sols obtenus lors de la démonstration de conformité (moyenne des trois essais)

Paramètre	Unité	Sol Avant Traitement	Sol après traitement (CCP+CCS)
Humidité	%	20	0
C_{10}-C_{50}	mg/kg	19 300	<100
Hydrocarbure F1	mg/kg	1 700	NA
Hydrocarbures F2 à F4	mg/kg	42 200	NA
Hydrocarbures totaux F1 à F4	mg/kg	43 900	NA
Mercure	mg/kg	0.37	<0.02

2015 : aucune information

2016 : Sommaire des résultats obtenus à la cheminée du procédé thermique lors de la démonstration de conformité

Paramètre	Unité	Moyenne des 3 Essais	Norme	Source de la norme
Débit gaz réel humide	m^3/h	44 549	----	
Débit gaz normalisé sec	Rm^3/h	19 692	----	
Température des gaz	°C	130	----	
Humidité des gaz	% vol	39.5	----	
Vitesse moyenne (gaz)	m/sec	19.4	----	
Hydrocarbures totaux	mg/Rm^3 11%O_2	0.28	----	
EDE Hydrocarbures	%	99,999	>99.99	RAA
Mercure	µg/Rm^3 11%O_2	5.73	<50	RAA
Matières particulaires	mg/Rm^3 11%O_2	3.4	<20	RAA
HCl	mg/Rm^3 11%O_2	<0.25	<50	RAA
O_2	% v/v	11.5	>8.5	CA du 27/10/1997
CO_2	% v/v	7.6	----	
CO	mg/Rm^3 11%O_2	15.6	<50	RAA
SO_2	mg/Rm^3 11%O_2	100.1	<150	RAA

Sommaire des résultats d'analyses des sols obtenus lors de la démonstration de conformité (moyenne des trois essais)

Paramètre	Unité	Sol Avant Traitement	Sol après traitement (CCP+CCS)
Humidité	%	22	0
C_{10}-C_{50}	mg/kg	58 700	<100
Hydrocarbure F1	mg/kg	1 230	<10
Hydrocarbures F2	mg/kg	18 300	<10
Hydrocarbures F3	mg/kg	42 300	<50
Hydrocarbures F4	mg/kg	7 830	<50
Hydrocarbures totaux F1 à F4	mg/kg	69 700	<50
BTEX	mg/kg	58	<0.04
Mercure	mg/kg	1.8	<0.02

Exemple d'efficacité de destruction (2012)

Pour les fins de l'application du présent article, le calcul de l'efficacité de destruction et d'enlèvement s'effectue au moyen de la formule suivante:

$$E_d = \frac{(Q_i - Q_s) \times 100}{Q_i}$$

- «E_d» est l'efficacité de destruction et d'enlèvement du composé organique visé;
- «Q_i» est le taux d'alimentation, exprimé en kg/h, du composé organique le plus stable thermiquement, visé par l'efficacité de destruction et d'enlèvement prescrite;
- «Q_s» est le taux de rejet dans l'atmosphère, exprimé en kg/h, du composé organique visé par «Q_i» qui est présent dans les gaz émis.

ESSAI **DATE** **PÉRIODE**		**1** **26-sept-12** **09:50-13:40**	**2** **27-sept-12** **10:15-14:00**	**3** **28-sept-12** **09:30-13:00**	**Moyenne**	**Norme**
Taux d'alimentation des solides intrants humides	Tm/h	12,496	12,267	12,514	12,426	
Humidité dans les solides entrants	%	11,0	11,0	12,0	11,3	
Facteur de correction du convoyeur pour l'essai		1,0113	1,0113	1,0113	1,0113	
Taux d'alimentation corrigé des solides intrants secs	Tm/h	11,247	11,041	11,137	11,142	
Moyenne des BPC dans les solides contaminés	mg/kg	172,0	208,0	192,0	190,7	
Taux d'alimentation des BPC dans les solides intrants	mg/h	1934449	2296466	2138307	2123074	
Taux d'émissions des BPC	mg/h	0,483	0,429	0,559	0,490	
Efficacité de destruction des BPC (1)	%	99,999975	99,999981	99,999974	99,999977	> 99.99
Moyenne des BPC dans les solides contaminés	mg/kg	173,5	209,5	193,5	192,2	
Taux d'alimentation des BPC dans les solides intrants	mg/h	1951319	2313027	2155013	2139786	
Taux d'émissions des BPC	mg/h	0,835	0,857	0,932	0,875	
Efficacité de destruction des BPC (2)	%	99,999957	99,999963	99,999957	99,999959	> 99.99
Moyenne des BPC dans les solides contaminés	mg/kg	175,0	211,0	195,0	193,7	
Taux d'alimentation des BPC dans les solides intrants	mg/h	1968190	2329588	2171718	2156499	
Taux d'émissions des BPC	mg/h	1,187	1,286	1,305	1,259	
Efficacité de destruction des BPC (3)	%	99,999940	99,999945	99,999940	99,999941	> 99.99

Moyenne des HAP dans les solides contaminés	mg/kg	60,6	103,9	83,4	82,6	
Taux d'alimentation des HAP dans les solides intrants	mg/h	681556	1147129	928827	919171	
Taux d'émissions des HAP	mg/h	29,009	15,713	120,674	55,132	
Efficacité de destruction des HAP (1)	%	99,9957	99,9986	99,9870	99,9938	> 99.99
Moyenne des HAP dans les solides contaminés	mg/kg	60,9	104,2	83,7	82,9	
Taux d'alimentation des HAP dans les solides intrants	mg/h	684368	1149889	931611	921956	
Taux d'émissions des HAP	mg/h	30,768	18,570	122,071	57,136	
Efficacité de destruction des HAP (2)	%	99,9955	99,9984	99,9869	99,9936	> 99.99

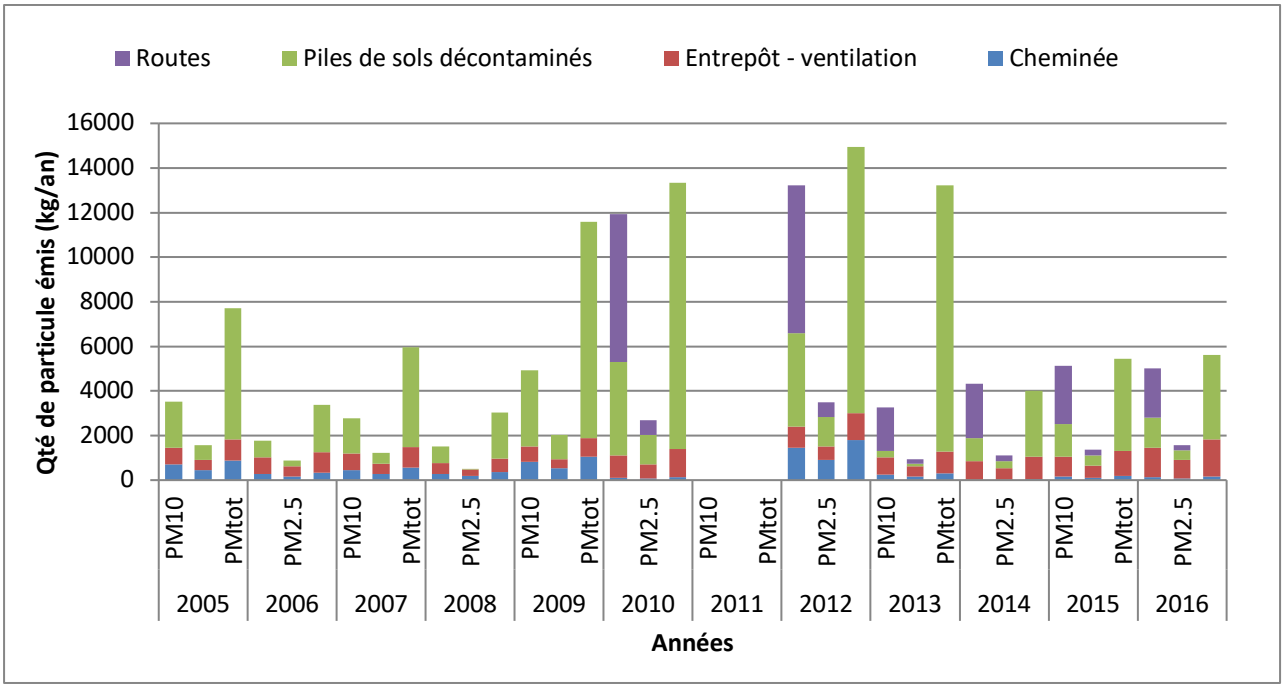
Moyenne des HAP dans les solides contaminés	mg/kg	61,1	104,4	83,9	83,1	
Taux d'alimentation des HAP dans les solides intrants	mg/h	687179	1152649	934396	924741	
Taux d'émissions des HAP	mg/h	32,526	21,427	123,469	59,141	
Efficacité de destruction des HAP (3)	%	99,9953	99,9981	99,9868	99,9934	> 99.99

1. Lorsqu'un composé n'est pas détecté, zéro est utilisé dans les calculs.
2. Lorsqu'un composé n'est pas détecté, la ½ limite est utilisée dans les calculs.
3. Lorsqu'un composé n'est pas détecté, la limite est utilisée dans les calculs.

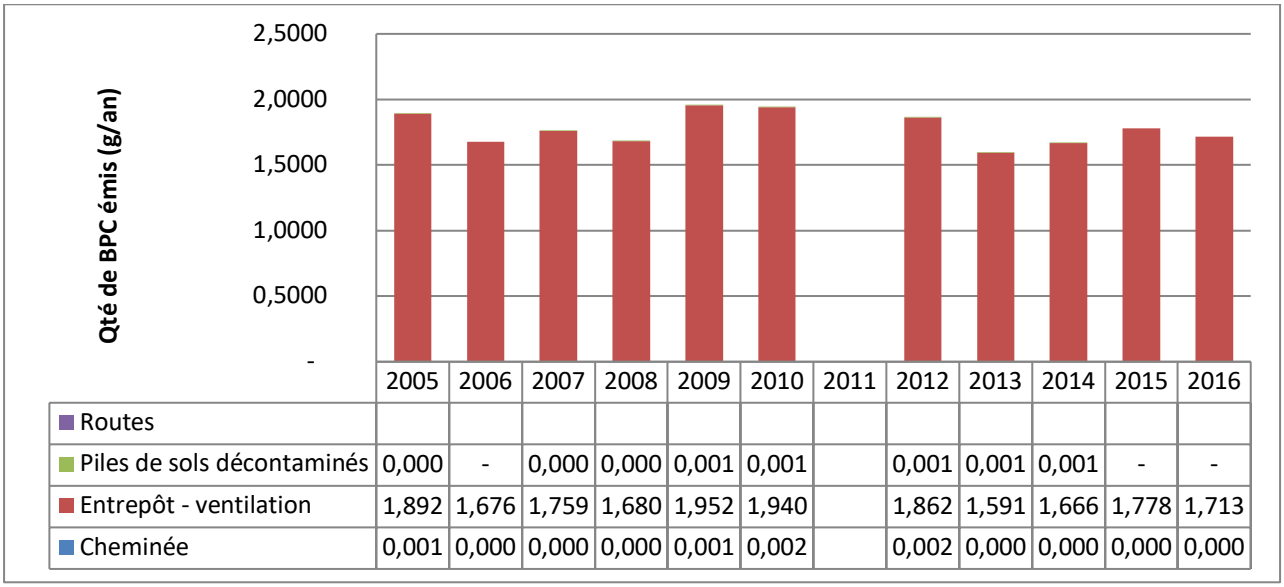
ANNEXE 5 : SOMMAIRE DES DONNÉES COLLIGÉES DE CERTAINS POLLUANTS POUR LA DÉCLARATION À L'INRP

Il est à noter que les résultats présentés sont des extrapolations à partir de calculs très conservateurs.

Quantité (kg) calculée de particules émises dans l'air sur une base annuelle

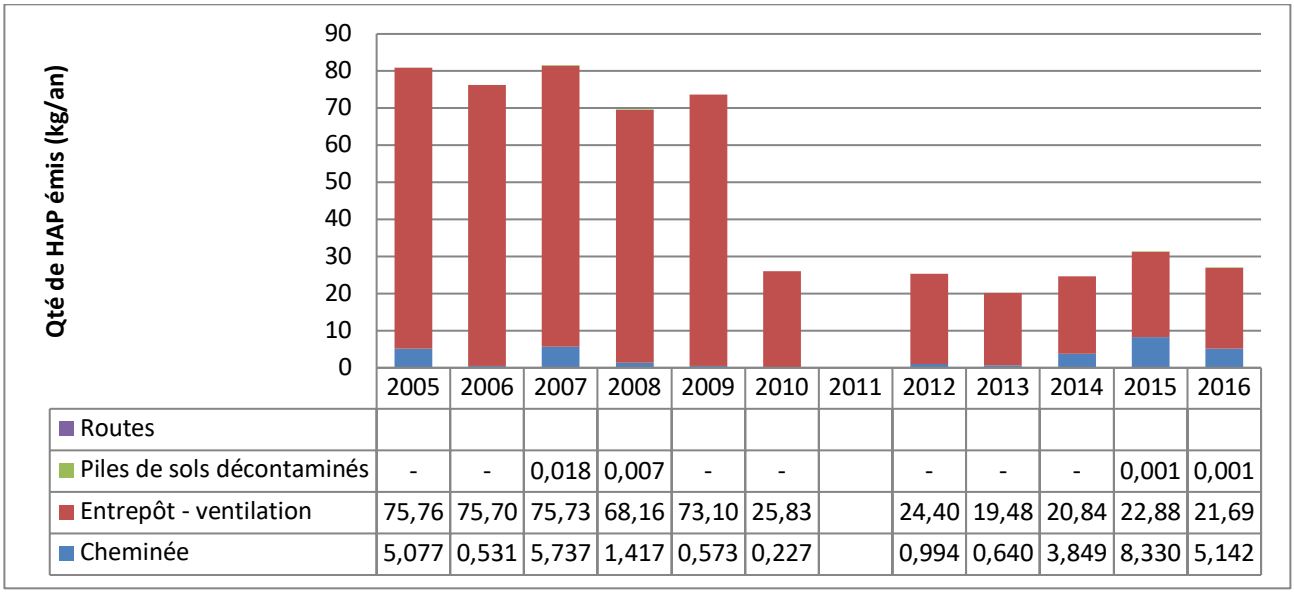


Quantité (g) calculée de BPC émis dans l'air sur une base annuelle



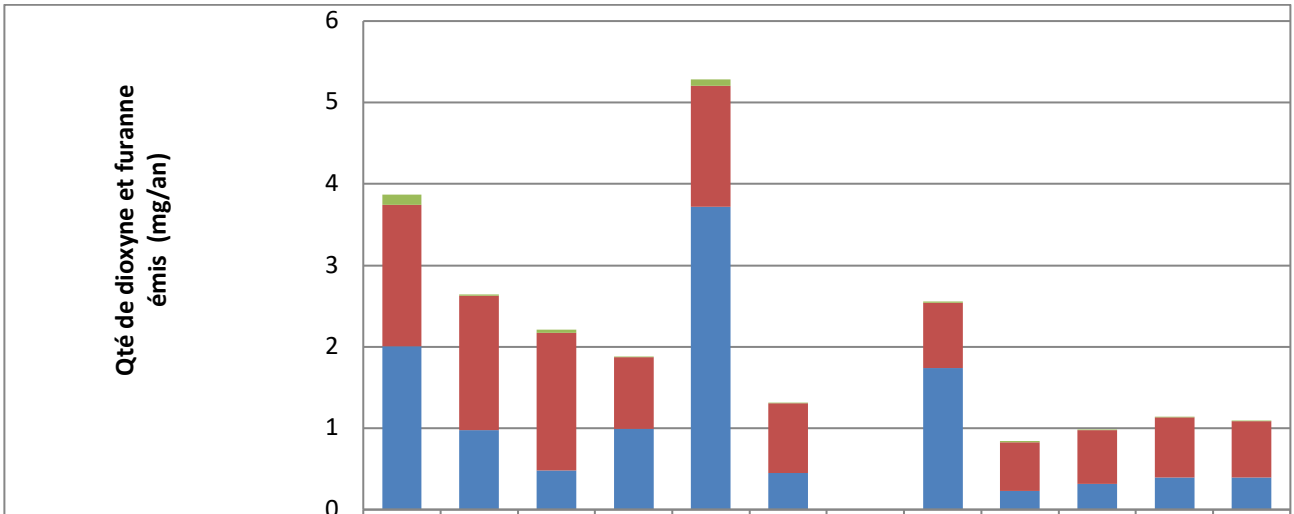
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Routes												
Piles de sols décontaminés	0,000	-	0,000	0,000	0,001	0,001		0,001	0,001	0,001	-	-
Entrepôt - ventilation	1,892	1,676	1,759	1,680	1,952	1,940		1,862	1,591	1,666	1,778	1,713
Cheminée	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002		0,002	0,000	0,000	0,000	0,000

Quantité (kg) calculée de HAP émis dans l'air sur une base annuelle



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Routes												
Piles de sols décontaminés	-	-	0,018	0,007	-	-		-	-	-	0,001	0,001
Entrepôt - ventilation	75,76	75,70	75,73	68,16	73,10	25,83		24,40	19,48	20,84	22,88	21,69
Cheminée	5,077	0,531	5,737	1,417	0,573	0,227		0,994	0,640	3,849	8,330	5,142

Quantité (mg) calculée de dioxines et furanes émis dans l'air sur une base annuelle



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Routes												
Piles de sols décontaminés	0,1220	0,0176	0,0423	0,0045	0,0720	0,0100		0,0100	0,0100	0,0080	0,0060	0,0080
Entrepôt - ventilation	1,7376	1,6504	1,6841	0,8810	1,4884	0,8610		0,8026	0,6012	0,6570	0,7403	0,6920
Cheminée	2,0090	0,9772	0,4846	0,9920	3,7192	0,4466		1,7398	0,2279	0,3186	0,3965	0,3921

RÉSULTATS DES TROIS DERNIÈRES ANNÉES CONCERNANT LES VALEURS ÉTANT SOUS LES LIMITES DE DÉTECTION

ANNEXE

4

Sommaire des résultats d'analyses des échantillons d'eau souterrain 2018.

Paramètre Analysé	Identification Campagne	Résultats (µg/l) PZ-3	PZ-4	PZ-5	Valeur limite RPRT*
C10-C50	Automne 2018	<100	<100	<100	
BPC cong.	Automne 2018	<0,01	<0,01	<0,01	0.5
As	Automne 2018	<0,3	<0,3	<0,3	25
Pb	Automne 2018	<1	<1	<1	10
Sb	Automne 2018	<3	<3	<3	6
Se	Automne 2018	<1	<1	<1	10
Ag	Automne 2018	<0,3	<0,3	<0,3	100
Al	Automne 2018	<30	<30	<30	100
Ba	Automne 2018	<20	25	<20	1000
Cd	Automne 2018	<1	<1	<1	5
Co	Automne 2018	<20	<20	<20	
Cr	Automne 2018	<5	<5	<5	50
Cu	Automne 2018	<3	<3	<3	1000
Mn	Automne 2018	<3	<3	<3	50
Mo	Automne 2018	<10	<10	<10	70
Ni	Automne 2018	<10	<10	<10	20
Zn	Automne 2018	<5	<5	<5	5000
F	Automne 2018	120	<100	<100	1500

Sommaire des résultats d'analyses des échantillons d'eau souterraine 2019.

Paramètre Analysé	Identification Campagne	Résultats (µg/l) PZ-3	PZ-4	PZ-5	Valeur limite RPRT*
C10-C50	Automne 2019	<100	<100	<100	
BPC cong.	Automne 2019	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
As	Automne 2019	<0,3	<0,3	<0,3	25
Pb	Automne 2019	<1	<1	<1	10
Sb	Automne 2019	<3	<3	<3	6
Se	Automne 2019	<1	<1	<1	10
Ag	Automne 2019	<0,3	<0,3	<0,3	100
Al	Automne 2019	<30	<30	<30	100
Ba	Automne 2019	41	<20	<20	1000
Cd	Automne 2019	<1	<1	<1	5
Co	Automne 2019	<20	<20	<20	
Cr	Automne 2019	<5	<5	<5	50
Cu	Automne 2019	<3	<3	<3	1000
Mn	Automne 2019	<3	<3	<3	50
Hg	Automne 2019	<0,1	<0,1	<0,1	1
Mo	Automne 2019	<10	<10	<10	70
Ni	Automne 2019	<10	<10	<10	20
Zn	Automne 2019	<5	<5	<5	5000

Sommaire des résultats d'analyses des échantillons d'eau souterraine 2020.

Paramètre Analysé	Identification Campagne	Résultats (µg/l) PZ-3	PZ-4	PZ-5	Valeur limite RPRT*
C_{10}-C_{50}	Automne 2020	<100	<100	<100	
BPC cong.	Automne 2020	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
		<0.02	<0.02	<0.02	
		<0,3	<0,3	<0,3	0,3
		<1	<1	<1	10
		<3	<3	<3	6
		<1	<1	<1	10
		<0,3	<0,3	<0,3	100
		<30	<30	<30	100
		21	23	<20	1000
		<1	<1	<1	5
		<20	<20	<20	
		<5	<5	<5	50
		<3	<3	<3	1000
		<3	<3	<3	50
		<0,1	<0,1	<0,1	1
		<10	<10	<10	40
		<10	<10	<10	70
		<5	<5	<5	5000

Sommaire des résultats d'analyses des échantillons d'eau souterrain 2018.

Paramètre Analysé	Identification Campagne	Résultats (µg/l) PZ-3	PZ-4	PZ-5	Valeur limite RPRT*
C10-C50	Automne 2018	<100	<100	<100	
BPC cong.	Automne 2018	<0,01	<0,01	<0,01	0.5
As	Automne 2018	<0,3	<0,3	<0,3	25
Pb	Automne 2018	<1	<1	<1	10
Sb	Automne 2018	<3	<3	<3	6
Se	Automne 2018	<1	<1	<1	10
Ag	Automne 2018	<0,3	<0,3	<0,3	100
Al	Automne 2018	<30	<30	<30	100
Ba	Automne 2018	<20	25	<20	1000
Cd	Automne 2018	<1	<1	<1	5
Co	Automne 2018	<20	<20	<20	
Cr	Automne 2018	<5	<5	<5	50
Cu	Automne 2018	<3	<3	<3	1000
Mn	Automne 2018	<3	<3	<3	50
Mo	Automne 2018	<10	<10	<10	70
Ni	Automne 2018	<10	<10	<10	20
Zn	Automne 2018	<5	<5	<5	5000
F	Automne 2018	120	<100	<100	1500

Sommaire des résultats d'analyses des échantillons d'eau souterraine 2019.

Paramètre Analysé	Identification Campagne	Résultats (µg/l) PZ-3	PZ-4	PZ-5	Valeur limite RPRT*
C10-C50	Automne 2019	<100	<100	<100	
BPC cong.	Automne 2019	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
As	Automne 2019	<0,3	<0,3	<0,3	25
Pb	Automne 2019	<1	<1	<1	10
Sb	Automne 2019	<3	<3	<3	6
Se	Automne 2019	<1	<1	<1	10
Ag	Automne 2019	<0,3	<0,3	<0,3	100
Al	Automne 2019	<30	<30	<30	100
Ba	Automne 2019	41	<20	<20	1000
Cd	Automne 2019	<1	<1	<1	5
Co	Automne 2019	<20	<20	<20	
Cr	Automne 2019	<5	<5	<5	50
Cu	Automne 2019	<3	<3	<3	1000
Mn	Automne 2019	<3	<3	<3	50
Hg	Automne 2019	<0,1	<0,1	<0,1	1
Mo	Automne 2019	<10	<10	<10	70
Ni	Automne 2019	<10	<10	<10	20
Zn	Automne 2019	<5	<5	<5	5000

Sommaire des résultats d'analyses des échantillons d'eau souterraine 2020.

Paramètre Analysé	Identification Campagne	Résultats (µg/l) PZ-3	PZ-4	PZ-5	Valeur limite RPRT*
C_{10}-C_{50}	Automne 2020	<100	<100	<100	
BPC cong.	Automne 2020	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
SPFA tot.	Automne 2020	<0.02	<0.02	<0.02	
As	Automne 2020	<0,3	<0,3	<0,3	0,3
Pb	Automne 2020	<1	<1	<1	10
Sb	Automne 2020	<3	<3	<3	6
Se	Automne 2020	<1	<1	<1	10
Ag	Automne 2020	<0,3	<0,3	<0,3	100
Al	Automne 2020	<30	<30	<30	100
Ba	Automne 2020	21	23	<20	1000
Cd	Automne 2020	<1	<1	<1	5
Co	Automne 2020	<20	<20	<20	
Cr	Automne 2020	<5	<5	<5	50
Cu	Automne 2020	<3	<3	<3	1000
Mn	Automne 2020	<3	<3	<3	50
Hg	Automne 2020	<0,1	<0,1	<0,1	1
Mo	Automne 2020	<10	<10	<10	40
Ni	Automne 2020	<10	<10	<10	70
Zn	Automne 2020	<5	<5	<5	5000

RAPPORT CARACTÉRISATION ÉCOLOGIQUE DU GROUPE SYNERGIS

5

ANNEXE

ANNEXE 5

GROUPE SYNERGIS

Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement

Rapport de caractérisation écologique

Rapport présenté à :

RSI Environnement

20 juillet 2021

Projet 20-0410

Équipe de réalisation

Groupe Synergis

Stéphane Bernard, inf.f., M. ATDR	Chargé de projet et responsable des volets végétation, milieux humides et faune
Jean-François Gagnon, biologiste, M.B.A.	Responsable du volet milieu hydrique
Gisèle Milette, géomaticienne, B. Sc.	Cartographie
Jean-François Savard, géomaticien	Cartographie
Joanne Paris, adjointe administrative	Édition

Préparé par :

abq Association des biologistes du Québec — Jean-François Gagnon # 4895

Jean-François Gagnon
Biologiste, M.B.A.

Préparé et approuvé par :

Stéphane Bernard
Ing.f., M. ATDR

01	2021-07-20	Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement | Rapport de caractérisation écologique
N° révision	**Date**	**Description de la modification | de l'émission**

Portée et limitations

Le présent document doit être utilisé aux fins pour lesquelles il a été élaboré. Il est destiné exclusivement au client pour qui il a été réalisé et est réservé à l'usage exclusif de son destinataire. Tout usage par un tiers sans consentement est formellement interdit.

Le présent document a été réalisé avec les données recueillies sur le terrain et les informations disponibles sur les différents éléments étudiés en date du présent rapport. Les analyses techniques basées sur l'interprétation des divers articles de loi et des règlements en vigueur ne sont pas et ne doivent, en aucun temps, être considérées comme un avis juridique ou se substituer à un tel avis.

Les cartes portant le logo de Groupe Synergis sont le résultat d'une compilation de l'information de bases de données publiques et des données d'inventaire récoltées sur le terrain. Elles n'ont pas été préparées par un arpenteur-géomètre et ne doivent pas être considérées comme telles. Groupe Synergis ne se tient pas responsable des conclusions erronées dues à la dissimulation volontaire ou à la non-disponibilité d'une information pertinente au moment de réaliser le mandat.

Les analyses développées au sein de ce document sont présentées à titre indicatif seulement et la décision finale concernant les différentes modalités d'intervention et les zones officielles de protection sont du ressort du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (MELCC) et/ou des autres ministères et organismes gouvernementaux (provincial, fédéral) ou de la municipalité concernée.

Par conséquent, Groupe Synergis ne saurait être tenu responsable des interventions entreprises sur le milieu avant l'obtention de toutes les autorisations nécessaires, ni pour d'éventuels dommages subis par un tiers résultant d'une décision prise ou basée sur ce rapport. Groupe Synergis n'a aucun lien avec le client, ni aucun intérêt dans la propriété à l'étude. Groupe Synergis s'assure de l'intégrité du travail réalisé en évitant toutes situations de conflit d'intérêts.

Référence à citer

Groupe Synergis. 2021. – Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement. Rapport du projet 20-0410. 34 pages + annexes.

Table des matières

1 INTRODUCTION 1
1.1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT 1
1.2 ZONE D'ÉTUDE 1
2 MÉTHODOLOGIE 3
2.1 MILIEU HYDRIQUE 3
2.2 VÉGÉTATION 5
2.2.1 Associations végétales 5
2.2.2 Milieux humides 6
2.2.3 Espèces floristiques en situation précaire 8
2.2.4 Espèces végétales exotiques envahissantes 9
2.3 FAUNE 9
2.3.1 Espèces fauniques en situation précaire 9
3 DESCRIPTION DU MILIEU BIOPHYSIQUE 10
3.1 AIRES PROTÉGÉES 10
3.2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE 10
3.3 CONDITIONS CLIMATIQUES 10
3.4 MILIEU HYDRIQUE 12
3.4.1 Secteur nord-est 12
3.4.2 Secteur est 13
3.4.3 Secteur sud-est 16
3.4.4 Secteur sud-ouest 17
3.4.5 Secteur nord-ouest 18
3.5 VÉGÉTATION 20
3.5.1 Milieux humides 20
3.5.1.1 Étangs 22
3.5.1.2 Marais 22
3.5.1.3 Marécages 22
3.5.1.4 Tourbières boisées 23
3.5.1.5 Tourbières ouvertes 23
3.5.1.6 Fonctions écologiques des milieux humides 24
3.5.2 Milieux terrestres 25
3.5.2.1 Peuplements résineux 26
3.5.2.2 Peuplements mélangés 27
3.5.2.3 Coupes récentes 27
3.5.2.4 Terres agricoles 27
3.5.2.5 Friches 27

3.5.2.6 Milieux anthropiques et bancs d'emprunt 28
3.5.3 Espèces floristiques en situation précaire 28
3.5.4 Espèces végétales exotiques envahissantes 28
3.6 FAUNE 28
3.6.1 Mammifères 28
3.6.2 Avifaune 30
3.6.3 Espèces fauniques en situation précaire 30
4 CONCLUSION 31
5 RÉFÉRENCES 33

Liste des cartes

Carte 1. Localisation de la zone d'étude 2

Liste des tableaux

Tableau 1. Catégories de faciès d'écoulement homogènes 4
Tableau 2. Classes granulométriques utilisées pour décrire le substrat 5
Tableau 3. Description des types de milieux humides au Québec 7
Tableau 4. Occurrences de plantes vasculaires en situation précaire recensées par le CDPNQ dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean en juin 2020 8
Tableau 5. Statistiques météorologiques à la station Saint-Ambroise, de 1981 à 2010 11
Tableau 6. Caractéristiques du cours d'eau du secteur nord-est 13
Tableau 7. Caractéristiques des cours d'eau du secteur est 15
Tableau 8. Caractéristiques des cours d'eau du secteur sud-est 17
Tableau 9. Caractéristiques des cours d'eau du secteur sud-ouest 18
Tableau 10. Caractéristiques des cours d'eau du secteur nord-ouest 19
Tableau 11. Bilan des superficies de milieux humides dans la zone d'étude 20
Tableau 12. Bilan des superficies de milieux terrestres dans la zone d'étude 26

Liste des annexes

Annexe 1 Fiches de caractérisation des milieux humides et des milieux terrestres ..... A
Annexe 2 Demandes d'informations floristiques et fauniques ..... B
Annexe 3 Liste des plantes exotiques envahissantes nuisibles à la biodiversité C
Annexe 4 Répertoire photographique (milieu hydrique) ..... D
Annexe 5 Dossier cartographique ..... E

1 INTRODUCTION

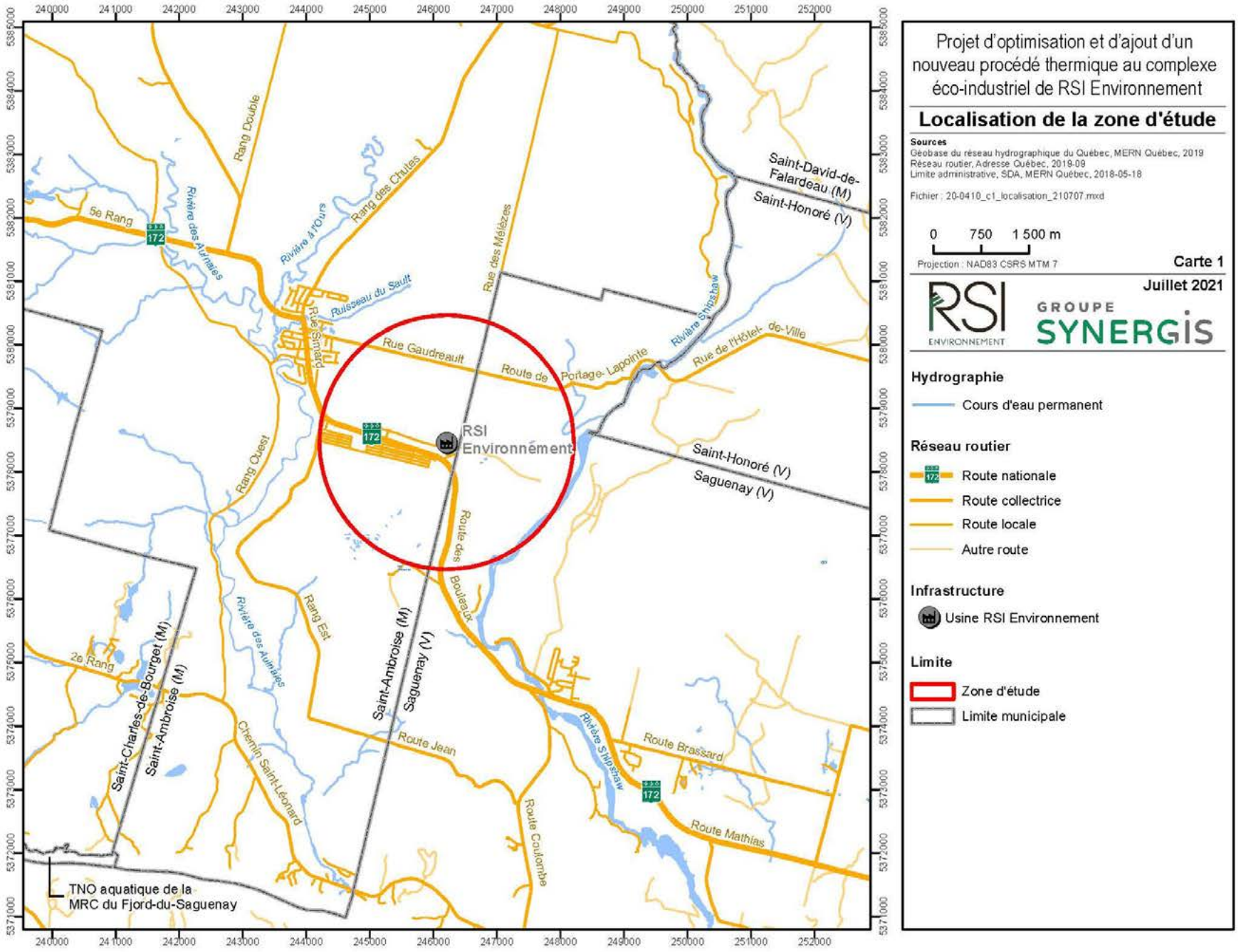
1.1 MISE EN CONTEXTE ET MANDAT

RSI Environnement est une entreprise spécialisée dans le domaine de la décontamination des sols par le procédé de désorption thermique à haute température. L'entreprise exploite actuellement une usine de traitement de matières contaminées dans le parc industriel de Saint-Ambroise. Dans une optique de développement, l'entreprise souhaite augmenter la capacité de son usine pour le traitement de matière procédés dangereuses et non dangereuses. Le projet planifié par l'entreprise prévoit notamment l'installation d'une deuxième unité thermique sur le site du complexe éco-industriel, près de l'unité thermique existante. Ce projet est soumis au Règlement relatif à l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement de certains projets (chapitre Q-2, r.23.1) de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2).

L'entreprise prépare actuellement l'étude d'impact sur l'environnement de ce projet. Dans cette dernière, une description du milieu biophysique est notamment requise. RSI Environnement a donc mandaté le Groupe Synergis pour procéder à la réalisation de l'étude de caractérisation écologique des milieux naturels qui permettra d'appuyer l'étude d'impact sur l'environnement.

1.2 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude considérée pour le projet, d'un rayon de 2 km autour de l'usine de RSI Environnement, couvre une superficie totale de 1 252 ha. Elle est comprise à l'intérieur des limites du territoire de la municipalité de Saint-Ambroise dans sa portion Ouest alors qu'elle touche à celui de la ville de Saguenay dans sa portion est (carte 1). Traversée par la route 172, elle rejoint le rang Est et s'approche de la rivière des Aulnaies, à l'ouest. Elle s'étire vers le nord en territoire agricole. Elle est délimitée par la rivière Shipshaw à l'est et elle rejoint le lac Duplessis au sud. Selon le cadre écologique de référence du Québec, elle fait partie de la région naturelle du Graben du Saguenay de la province naturelle des Laurentides centrales.


Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement
Localisation de la zone d'étude
Sources
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MERN Québec, 2019
Réseau routier, Adresse Québec, 2019-09
Limite administrative, SDA, MERN Québec, 2018-05-18
Fichier : 20-0410_c1_localisation_210707.mxd
0 750 1 500 m
Projection : NAD83 CSRS MTM 7
Carte 1
Juillet 2021
GROUPE SYNERGIS
Hydrographie
Cours d'eau permanent
Réseau routier
Route nationale
Route collectrice
Route locale
Autre route
Infrastructure
Usine RSI Environnement
Limite
Zone d'étude
Limite municipale
RSI Environnement
Saint-David-de-Falardeau (M)
Saint-Honoré (V)
Saint-Honoré (V)
Saguenay (V)
Saint-Ambroise (M)
Saguenay (V)
Saint-Charles-de-Bourget (M)
Saint-Ambroise (M)
5e Rang
2e Rang
Rang Double
Rang des Chutes
Rang Ouest
Rang Est
Rivière des Aulnaies
Rivière à l'Ours
Ruisseau du Sault
Rue des Mélèzes
Rue Simard
Rue Gaudreault
Route de Portage-Lapointe
Rivière Shipshaw
Rue de l'Hôtel-de-Ville
Route des Bouleaux
Route Jean
Chemin Saint-Léonard
Route Coulombe
Route Brassard
Route Mathias
TNO aquatique de la MRC du Fjord-du-Saguenay

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 MILIEU HYDRIQUE

La caractérisation du milieu hydrique est basée sur un inventaire réalisé dans la zone d'étude les 20 et 23 octobre 2020 selon la méthode généralement reconnue dans le domaine. Cette méthode est basée entre autres sur les guides du MFFP et du MELCC (SFA, 2011; FFQ et MEF, 1996; Malavoi et Souchon, 2002; Boudreault, 1984).

Cette description du milieu hydrique a été abordée selon une perspective visant à qualifier les cours d'eau et les plans d'eau étudiés en termes d'habitat du poisson. Elle a été faite selon la méthode de caractérisation par segments homogènes en fonction du faciès d'écoulement. Les catégories de faciès d'écoulement sont décrites au tableau 1. Chaque segment a été nommé avec une désignation unique (ex.: SH1-3). Les caractéristiques des segments ont été relevées à partir de paramètres observés et mesurés au niveau de transects perpendiculaires aux cours d'eau et représentatifs des segments. Ces transects d'inventaire aquatique sont identifiés en format abrégé « TA » dans le présent rapport, suivi d'un numéro séquentiel (ex.: TA1). Les paramètres notés lors de l'inventaire étaient les suivants : la granulométrie du substrat, la profondeur, la vitesse et la largeur de la surface mouillée de l'écoulement. La vitesse du courant a été mesurée, à moins d'une profondeur insuffisante, à l'aide d'un courantomètre Swoffer 2100 dont la plage de lecture s'étend entre 0,03 à 7,5 m/s avec une précision de 0,01 m/s.

La granulométrie du substrat a été déterminée visuellement en fonction des classes granulométriques décrites dans le guide de normalisation des méthodes d'inventaire du MFFP (tableau 2). Jusqu'à trois classes prépondérantes ont été retenues pour la caractérisation afin de décrire le substrat avec les classes granulométriques les plus représentatives du milieu.

Les obstacles limitant la circulation du poisson, ou pouvant potentiellement entraver leur circulation, ont été localisés et évalués en fonction de la capacité des poissons à les franchir. Les obstacles à la libre circulation du poisson ont conséquemment été catégorisés infranchissables, infranchissables avec réserve, franchissables avec réserve ou franchissables. L'obstacle infranchissable est un obstacle majeur qui empêche la circulation du poisson dans le cours d'eau. L'obstacle infranchissable avec réserve est considéré infranchissable la plupart du temps, mais il peut s'avérer franchissable par le poisson sous certaines conditions hydrologiques. L'obstacle franchissable avec réserve est jugé le plus souvent franchissable, mais il peut devenir infranchissable sous certaines conditions hydrologiques. Enfin, l'obstacle franchissable peut être franchi sans trop de difficultés par la majorité des poissons (adapté de Boudreault, 1984).

Toute observation de poisson a été notée le cas échéant et une attention particulière a été portée afin d'identifier des frayères potentielles ou confirmées pour l'omble de fontaine.

Un potentiel d'habitat du poisson a été attribué aux segments des cours d'eau caractérisés. Le potentiel a été établi en fonction de la présence d'obstacles infranchissables, des observations de poissons et de frayères potentielles, ainsi qu'en tenant compte des besoins de l'omble de fontaine principalement, une espèce d'intérêt susceptible d'être présente dans la zone d'étude.

Les critères retenus pour les cinq (5) catégories potentielles d'habitat du poisson sont :

- Alevinage : écoulement lentique, faible profondeur avec végétation aquatique ou abris
- Alimentation : la plupart des zones d'un cours d'eau peuvent être fréquentées pour l'alimentation. Pour l'omble de fontaine, il s'agit de sections lotiques avec abris (substrat grossier), zones de transition entre écoulement lotique et lentique
- Migration (déplacement) : sections de cours d'eau n'ayant pas pour fonction principale la reproduction, le repos ou l'alimentation
- Repos (abris) : écoulement lentique, bassin, fosse, zone ombragée, zone abritée en aval de blocs
- Reproduction (frayère) : écoulement lotique, présence de seuil, substrat à dominance de gravier, de cailloux ou de galets pour les espèces lithophiles tel l'omble de fontaine, ou écoulement lentique et herbiers pour les espèces phytophiles

Tableau 1. Catégories de faciès d'écoulement homogènes

Faciès	Code	Description
Chute	Ct	Segment d'un cours d'eau où le lit présente une dénivellation brusque. Ce dernier est généralement constitué de roc avec quelques fois de très gros blocs. Il s'agit d'obstacles à la migration des poissons, souvent infranchissables.
Cascade	Ca	Rupture de pente en forme d'escalier où dominent le roc et les gros blocs. Il s'agit d'obstacles à la migration des poissons qui peuvent être franchissables ou infranchissables selon le cas.
Rapide	Ra	Légère rupture de pente où le courant est rapide : la surface de l'eau est brisée par la présence de matériaux grossiers qui affleurent. La granulométrie du lit s'échelonne généralement du gros bloc au caillou.
Radier (seuil)	Se	Secteur peu profond constituant un haut-fond ou une légère rupture de pente du lit du cours d'eau. L'écoulement y est assez rapide et présente des turbulences. La granulométrie se situe habituellement dans la gamme des graviers, des cailloux et des galets.
Chenal	Ch	Segment où la profondeur d'eau, d'environ 1 m ou plus, est relativement constante. Le courant varie de modéré à lent et la surface de l'eau demeure lisse. La granulométrie des matériaux varie du sable au galet.
Méandre	Me	Segment où la profondeur d'eau, de plus de 0,6 m, est relativement constante. Le courant varie de modéré à lent et la surface de l'eau demeure lisse. La granulométrie des matériaux varie du sable au galet.
Bassin	Ba	Zone profonde localisée souvent au pied d'un obstacle et correspondant la plupart du temps à un élargissement du cours. Le courant est lent, favorisant la sédimentation. Les bassins intercalés dans des sections de chutes et cascades font cependant exception à cette définition : de dimensions plus restreintes, ils sont constitués principalement de roc et de matériaux grossiers.
Plat	Pl	Zone peu profonde à faible écoulement favorisant la sédimentation. La surface de l'eau demeure lisse. La granulométrie des matériaux varie du sable au galet.

Source : adapté de Malavoi et Souchon, 2002.

Tableau 2. Classes granulométriques utilisées pour décrire le substrat

Classe granulométrique	Code	Taille
Roc ou roche-mère	R	–
Gros bloc	XB	> 500 mm
Bloc	B	250 à 500 mm
Galet	G	80 à 250 mm
Caillou	C	40 à 80 mm
Gravier	V	5 à 40 mm
Sable	S	0,125 à 5 mm
Limon - Argile	L	< 0,125 mm

Source : adapté de FFQ et MEF, 1996; SFA, 2011

2.2 VÉGÉTATION

2.2.1 Associations végétales

La caractérisation des associations végétales s'appuie en bonne partie sur les résultats des inventaires floristiques qui ont été effectués par Groupe Synergis dans la zone d'étude les 3, 11 et 21 septembre 2020, ainsi que le 18 juin 2021.

Les études et bases de données suivantes ont également été consultées pour compléter la description des communautés végétales de la zone d'étude :

- Cartographie des milieux humides potentiels du Québec (MELCC, 2020a)
- Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ, 2020a)
- Orthophoto de la zone d'étude (Regroupement régional Saguenay-Lac-Saint-Jean, 2017)
- Cartes écoforestières (inventaires du 4^{e} décennal) (MFFP, 2017)

Avant la campagne de terrain, un découpage préliminaire des unités de végétation de la zone d'étude a été réalisé en utilisant les orthophotos couvrant ce secteur, les données écoforestières (4^{e} décennal) et la cartographie des milieux humides potentiels du Québec (MELCC, 2020a). Cette activité préparatoire a permis de localiser les associations végétales et les milieux humides potentiels, en plus de déterminer le positionnement des stations d'inventaire floristique. Au total, 37 stations d'inventaire floristique ont été réalisées dans des portions représentatives des différents types de milieux naturels visités.

Les fiches de caractérisation standardisées tirées de Bazoge et coll. (2015) ont été complétées à toutes les stations d'inventaire (annexe 1). À chacune d'entre elles, le recouvrement des espèces des strates arborescente, arbustive, herbacée et muscinale a été respectivement évalué dans des placettes de 400 m^2 (placette circulaire de 11,28 m de rayon), de 100 m^2 (placette circulaire d'un rayon de 5,64 m), de 25 m^2 (quadrat de 5 m x 5 m) et de 1 m^2 (quadrat de 1 m x 1 m) (MDDEP, 2012). Le recouvrement des différents taxons (pourcentages absolus et relatifs) a été noté par strate. Le statut hydrique de chaque espèce a également été indiqué afin de déterminer la dominance des espèces facultatives (FACH) ou obligées (OBL) des milieux humides comparativement aux espèces jugées non indicatrices (NI) de ces milieux (Bazoge et coll., 2015). La taxonomie utilisée a été tirée de la dernière mise à jour de la Base de données des plantes vasculaires du Canada (VASCAN) (Brouillet et coll., 2010).

2.2.2 Milieux humides

Les milieux humides regroupent l'ensemble des sites saturés d'eau ou inondés pendant une période suffisamment longue pour influencer, dans la mesure où elles sont présentes, les composantes sol ou végétation (Couillard et Grondin, 1986). Ils sont identifiés en tant que tels en considérant les critères hydrologiques, édaphiques et botaniques (Bazoge et coll., 2015).

Tel que décrit précédemment, une première délimitation des milieux humides dans la zone d'étude a été réalisée à partir de la cartographie des milieux humides potentiels du MELCC (2020a). Une caractérisation des milieux humides a par la suite été réalisée lors des inventaires floristiques de septembre 2020 et de juin 2021. Cette caractérisation a été faite selon les méthodes décrites dans les guides du MELCC (MDDEP, 2012; Bazoge et coll., 2015) et du MERN (MRN, 1994). Les milieux humides ont été classés selon les catégories reconnues par le MELCC : étangs, marais, marécages (arbustifs ou arborescents), tourbières (ouvertes ou boisées) (tableau 3). Un regroupement de différents types de milieux humides juxtaposés ou séparés par une distance égale ou inférieure à 30 m, sans égard à leur classe, forme un « complexe » et doit être considéré comme un seul milieu humide. En outre, lorsqu'un assemblage de monticules (milieu sec) et de dépressions humides distantes de moins de 30 m est dominé par les dépressions sur plus de 50 % de sa superficie, l'ensemble forme une « mosaïque » et doit être considéré comme un seul milieu humide (Bazoge et coll., 2015).

La délimitation des milieux humides a été validée sur le terrain en procédant à un examen de la végétation et en considérant les critères édaphiques (nature des sols, drainage et présence de mouchetures) et hydrologiques (signes de retrait des eaux, nappe phréatique près de la surface, etc.). La cartographie préliminaire des milieux humides a ainsi été ajustée pour tenir compte des observations réalisées sur le terrain lors des inventaires de septembre 2020 et de juin 2021.

La végétation, les perturbations présentes, les caractéristiques du sol et les conditions hydrologiques observées dans les milieux humides visités ont été documentées à chaque station d'inventaire floristique à l'aide des fiches de caractérisation tirées de Bazoge et coll. (2015).

Tableau 3. Description des types de milieux humides au Québec

Type de milieu humide	Description
Étang	Milieu humide dont le niveau d'eau en étiage est inférieur à 2 m. Il y a présence de plantes aquatiques flottantes ou submergées, ainsi que de plantes émergentes dont le couvert fait moins de 25 % de la superficie du milieu.
Marais	Site dominé par une végétation herbacée (émergente, graminoïde ou latifoliée) croissant sur un sol minéral ou organique. Les arbustes et les arbres, lorsqu'ils sont présents, couvrent moins de 25 % de la superficie du milieu. Le marais est généralement rattaché aux zones fluviales, riveraines et lacustres, le niveau d'eau variant selon les marées, les inondations et l'évapotranspiration. Un marais peut être inondé de façon permanente, semi-permanente ou temporaire.
Marécage	Site dominé par une végétation ligneuse, arbustive ou arborescente (représentant plus de 25% de la superficie du milieu) croissant sur un sol minéral de mauvais ou de très mauvais drainage. Le marécage riverain est soumis à des inondations saisonnières ou est caractérisé par une nappe phréatique élevée et une circulation d'eau enrichie de minéraux dissous. Le marécage isolé, quant à lui, est alimenté par les eaux de ruissellement ou par des résurgences de la nappe phréatique.
Tourbière	Milieu humide où la production de matière organique, peu importe la composition des restes végétaux, a prévalu sur sa décomposition. Il en résulte une accumulation naturelle de tourbe qui constitue un sol organique. La tourbière possède un sol mal ou très mal drainé, et la nappe d'eau souterraine est habituellement au même niveau que le sol ou près de sa surface. On reconnaît deux grands types de tourbières, ombrotrophe (bog) et minérotrophe (fen), selon leur source d'alimentation en eau. Une tourbière peut être ouverte (non boisée) ou boisée; dans ce dernier cas, elle est constituée d'arbres de plus de 4 m de hauteur et présente un couvert égal ou supérieur à 25 %.

Source : Bazoge et coll., 2015.

2.2.3 Espèces floristiques en situation précaire

Une demande d'information floristique a été adressée à Mme Véronique Tremblay de la direction régionale du MELCC le 10 février 2020 afin de valider si des occurrences d'espèces floristiques en situation précaire (EMVS) sont recensées par le CDPNQ dans la zone d'étude ainsi que pour obtenir la plus récente version de la liste des EMVS de la flore répertoriée par le CDPNQ dans la région (tableau 4). La réponse officielle à cette demande d'information est jointe à l'annexe 2. Des validations de la présence de l'ensemble des plantes vasculaires figurant sur cette liste régionale ont par la suite été effectuées par recherche active dans les milieux visités lors des relevés de l'été 2020 et du printemps 2021. Même si les efforts d'inventaire des EMVS ont ciblé plus particulièrement les milieux humides visités, une attention constante a néanmoins été portée lors des déplacements à l'intérieur des milieux moins propices à de telles espèces.

Tableau 4. Occurrences de plantes vasculaires en situation précaire recensées par le CDPNQ dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean en juin 2020

Espèce		Statut provincial[1]	Nombre d'occurrences dans la région 02[2]
Calypso d'Amérique	*Calypso bulbosa var. americana*	SDMV	3
Corallorhize striée	*Corallorhiza strata var. strata*	SDMV	4
Souchet de Houghton	*Cyperus houghtonii*	SDMV	2
Cypripède royal	*Cypripedium reginae*	SDMV	4
Gaillet à pédicelles courts	*Galium brevipes*	SDMV	1
Gymnocarpe frêle	*Gymnocarpium continentale*	SDMV	1
Isoète de Tuckerman	*Isoetes tuckermanii*	SDMV	2
Jonc de Greene	*Juncus greenei*	SDMV	1
Lobélie à épi	*Lobelia spicata*	SDMV	1
Listère du Sud	*Neottia bifolia*	Menacée	3
Physostégie de Virginie	*Physostegia virginiana subsp. virginiana*	SDMV	1
Cerisier de la Susquehanna	*Prunus pumila var. susquehanae*	SDMV	7
Aster d'Anticosti	*Symphyotrichum anticostense*	Menacée	1

[1] SDMV : espèce floristique susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable.
[2] Source : CDPNQ, 2020a.

2.2.4 Espèces végétales exotiques envahissantes

La validation sur le terrain de la présence d'espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) a été effectuée simultanément aux autres relevés de végétation en tenant compte de la liste du MELCC (2020b) des EVEE jugées prioritaires et à surveiller au Québec (annexe 3). Parmi les espèces figurant sur cette liste, il y a notamment l'alpiste roseau, la berce du Caucase, la renouée du Japon, le roseau commun et la salicaire commune.

2.3 FAUNE

Les relevés fauniques sur le terrain avaient pour objectif de dresser un portrait sommaire et représentatif de la situation, sans conduire d'inventaire à large spectre. Ainsi, toute observation directe ou autre indice de la présence de faune (fèces, pistes, nids, terriers, etc.) a été noté lors des campagnes de terrain de 2020 et de 2021.

2.3.1 Espèces fauniques en situation précaire

Une demande d'information faunique a été transmise à Mme Sophie Hardy de la direction régionale de la gestion de la faune du MFFP le 10 février 2020 afin de vérifier notamment si des mentions d'observations d'espèces fauniques en situation précaire sont répertoriées par le CDPNQ dans la zone d'étude. Lors des campagnes de terrain de l'été 2020 et de juin 2021, une attention particulière a été portée à l'observation d'EMVS de la faune.

Une consultation a également été effectuée auprès de M. Pierre Fradette du Regroupement QuébecOiseaux pour valider si des sites de nidification d'espèces d'oiseaux en péril, recensés dans la banque de données SOS-POP, sont présents dans ce secteur.

Une demande d'information a été acheminée à M. Jérémie Maranda de la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent dans le but de connaître les possibles occurrences d'amphibiens et de reptiles en situation précaire dans la zone d'étude.

Les réponses officielles à ces trois demandes d'informations fauniques ont été insérées à l'annexe B à la suite de la correspondance du MELCC relative aux EMVS de la flore.

3 DESCRIPTION DU MILIEU BIOPHYSIQUE

3.1 AIRES PROTÉGÉES

Aucune aire protégée figurant au Registre des aires protégées (MELCC, 2021) n'est répertoriée dans la zone d'étude ni à proximité de celle-ci.

3.2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE

La zone d'étude recoupe la province géologique de Grenville du Bouclier canadien. Elle fait partie des basses terres du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Le relief y est majoritairement plat sauf à proximité de la rivière Shipshaw située à l'est et au sud-est de la zone d'étude où il se présente des escarpements prononcés. Selon les données du Système d'information géominière du Québec (SIGÉOM), elle appartient à la zone géologique « Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean 2 » composée d'anorthosite, leuconorite, gabbro, norite, avec niveaux de roches ultramafiques. Ces roches datent du Mésoprotérozoïque. La géomorphologie y est caractérisée par la présence de sédiments glaciomarins littoraux et prélittoraux, de même que deltaïques et prodeltaïques ainsi que de sédiments glaciomarins fins d'eau profonde. Il s'y trouve également des dépôts organiques et alluviaux non différenciés (MERN, 2003-2021).

3.3 CONDITIONS CLIMATIQUES

Les statistiques météorologiques présentées dans cette section proviennent de la station de Saint-Ambroise située à environ 2 km au nord-ouest de la zone d'étude. Ces statistiques sont compilées par Environnement Canada et s'étendent de 1981 à 2010 (voir le tableau 5).

Les précipitations totales annuelles à la station sont de 1047,9 mm par unité de surface. Les chutes de pluie totalisent 786,2 mm d'eau, tandis que les chutes de neige totalisent 262,1 cm. La moyenne annuelle des températures est de 1,9°C avec un maximum moyen de 24,0°C en juillet et un minimum moyen de -24,4°C en janvier.

Tableau 5. Statistiques météorologiques à la station Saint-Ambroise, de 1981 à 2010

Température	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Max. quotidien (ºC)	-10,6	-7,6	-0,6	7,5	16,4	22,0	24,0	22,8	17,4	9,5	1,7	-6,2	8,0
Min. quotidien (ºC)	-24,4	-22,1	-14,1	-4,1	2,5	8,0	11,0	9,7	5,5	0,2	-6,4	-17,3	-4,3
Moy. quotidien (ºC)	-17,6	-14,9	-7,4	1,7	9,5	15,0	17,5	16,2	11,5	4,9	-2,4	-11,8	1,9
Max. extrême (ºC)	11,5	12,0	20,0	28,0	35,0	35,0	36,5	36,1	33,5	26,7	20,6	12,5	-
Date	1996-19	2000-27	1979-22	1986-28	1978-27	1994-16	2002-02	1975-01	2010-01	1970-09	1977-03	1982-06	-
Min. extrême (ºC)	-47,5	-48,9	-41,5	-31,0	-12,2	-6,1	-1,1	-3,9	-7,5	-15,6	-28,0	-43,0	-
Date	1997-18	1955-01	1989-08	1994-02	1956-05	1956-19	1956-04	1956-23	2000-28	1969-22	1995-27	1993-28	-
Précipitations	**Janvier**	**Février**	**Mars**	**Avril**	**Mai**	**Juin**	**Juillet**	**Août**	**Septembre**	**Octobre**	**Novembre**	**Décembre**	**Année**
Chutes de pluie (mm)	7,1	6,5	18,9	50,4	90,4	90,8	129,8	109,5	121,9	99,7	50,7	10,5	786,2
Chutes de neige (cm)	57,5	51,0	33,3	15,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	33,9	66,1	262,1
Précipitations (mm)	64,5	57,5	52,3	65,4	91,3	90,8	129,8	109,5	121,9	103,7	84,6	76,6	1047,9
Extrême quot. pluie (mm)	30,0	31,0	23,6	35,0	58,2	51,8	81,4	50,4	70,6	44,2	39,4	50,0	-
Date	1978-09	1981-19	1975-19	2005-02	1971-20	1972-21	1996-19	2000-09	2006-18	1958-09	1982-04	1964-25	-
Extrême quot. précipitation (mm)	37,9	31,0	35,6	40,8	58,2	51,8	81,4	50,4	70,6	44,2	39,4	50,0	-
Date	1978-09	1981-19	1972-23	2005-02	1971-20	1972-21	1996-19	2000-09	2006-18	1958-09	1982-04	1964-25	-
Extrême quot. neige (cm)	28	26	36	35	6	1	0	0	5	15	25	39	-
Date	1955-06	1998-25	1972-23	2000-08	2004-03	1980-08	1955-01	1955-01	1973-19	1993-23	1965-27	1968-12	-

3.4 MILIEU HYDRIQUE

Au total, 18 cours d'eau ont été caractérisés dans la zone d'étude, et à certains endroits à l'extérieur de celle-ci, afin de vérifier la libre circulation du poisson. Ils sont représentés sur la carte 2 de l'annexe 5. Les cours d'eau de la partie ouest de la zone d'étude s'écoulent dans le bassin versant de la rivière aux Aulnaies (niveau 2) alors que ceux du côté est font partie du bassin versant de la rivière Shipshaw (niveau 2).

La rivière Shipshaw est sans contredit le cours d'eau au débit le plus important des environs. Il s'agit d'un tributaire permanent de la rivière Saguenay, tout comme la rivière des Aulnaies, cette dernière ayant toutefois des dimensions beaucoup plus modestes.

À l'exception de la rivière Shipshaw, du ruisseau Louis-Henri-Tremblay et du lac Duplessis, la plupart des cours d'eau et plans d'eau compris dans la zone d'étude n'ont pas de toponyme officiel. Pour les besoins de l'étude, les cours d'eau sans toponyme sont désignés avec l'acronyme CE suivi d'un nombre séquentiel (ex. : CE1), alors que la lettre F avec un nombre séquentiel est employée pour les fossés, et que la lettre B accompagnée d'un nombre séquentiel a été utilisée pour désigner les bassins artificiels. Des photos des segments et des obstacles inventoriés sont présentés dans le répertoire photographique à l'annexe 4.

3.4.1 Secteur nord-est

Ce secteur comprend un seul cours d'eau (CE1) de nature intermittente et de très faible débit dont les caractéristiques sont détaillées au tableau 6. Situé parallèlement à un sentier récréatif motorisé au nord de la route de Portage-Lapointe, ce cours d'eau est rectiligne et présente trois (3) segments homogènes. Sa rive nord est constituée d'un milieu boisé alors qu'il se trouve une sablière du côté sud de son extrémité aval. Le segment SH1-2, d'une longueur de 745 m, forme un chenal lentique en raison de la présence de digues de castor en aval et en amont (obstacles Ob3 et Ob4) qui en rehausse grandement le niveau d'eau. L'eau s'écoule lentement majoritairement dans le segment SH1-1 où se trouvent aussi deux (2) autres digues représentant des obstacles (Ob1 et Ob2) très limitants pour la circulation du poisson. Un faible écoulement laminaire est observé dans le segment SH1 3 en direction opposée au reste du cours d'eau en raison de l'eau qui percole de la digue de castor en amont (Ob4). Cet écoulement se disperse et percole ensuite dans la sablière. Le cours d'eau CE1 est un tributaire du cours d'eau CE3.

Le cours d'eau CE1, au droit du segment SH1-2, constitue un habitat du poisson potentiel pour l'alevinage, l'alimentation et le repos. Toutefois, les obstacles importants pour la montaison du poisson jusqu'à cet endroit ainsi que la nature intermittente de ce cours d'eau diminuent grandement la qualité de cet habitat pour l'omble de fontaine et les autres espèces de poisson susceptibles de se trouver dans ce cours d'eau.

Tableau 6. Caractéristiques du cours d'eau du secteur nord-est

Cours d'eau	Segment	Faciès d'écoulement	Long. (m)	Transect	Larg. (m)	Prof. (m)	Vitesse courant (m/s)	Substrat	Commentaire
CE1	SH1-1	Radiers	55	-	-	-	-	Mo 40% S 50 % V 10%	Seuils formés par 3 digues de castor consécutives
	SH1-2	Chenal lentique	745	TA1	8,0	1,3	< 0,03	Mo 15% S 80%	Niveau d'eau élevé en raison des digues de castor en aval et en amont
	SH1-3	Plat lentique	33	TA2	0,2	0,03	-	S 70 % V 30%	Écoulement en sens contraire (débordement de la digue de castor en amont)

3.4.2 Secteur est

Ce secteur comprend un bassin artificiel (B1) ainsi que huit (8) cours d'eau, dont trois (3) sont permanents (rivière Shipshaw, CE2 et CE3) et cinq (5) sont intermittents (CE4, CE5, CE6, CE7, CE8). Ces cours d'eau sillonnent un milieu essentiellement forestier alors que le bassin B1 se trouve dans un secteur défriché où il se cultive du bleuet sauvage. Les caractéristiques des cours d'eau de ce secteur sont détaillées au tableau 7.

L'eau dans le bassin B1 s'étendait sur 162 m de longueur par 50 m de largeur lors de l'inventaire. La profondeur moyenne a été estimée entre 1,5 et 2,0 m. Le substrat de ce bassin est essentiellement constitué de sable (90 %) avec 10 % de gravier. Le poisson ne peut accéder à ce bassin en raison de la présence d'une chute et d'un embâcle au niveau du ponceau (obstacle Ob20). Il apparaît peu probable que ce plan d'eau puisse constituer un habitat du poisson pouvant offrir les conditions minimales à la survie des poissons.

Le cours d'eau CE2 (cours d'eau #6250012) a un faible débit et s'écoule en une trajectoire peu sinueuse vers le nord-est dans la rivière Shipshaw. Il s'agit d'un cours d'eau permanent qui prend source dans un complexe de milieux humides situé à proximité de l'usine de RSI Environnement et qui est alimenté par les cours d'eau CE3, CE4 et CE5. Il s'y trouve plusieurs digues de castor entravant la circulation du poisson, dont les plus importantes sont les digues Ob7 et Ob8 qui créées deux (2) bassins d'une largeur de 25 m en moyenne et d'une longueur de plus de 250 m (segment SH2-2). Malgré ces obstacles, deux (2) frayères à omble de fontaine y sont confirmées puisque des géniteurs en activité de fraie y ont été observés le 20 octobre 2020. La frayère se situant en aval de la digue Ob8 s'étendait sur une superficie approximative de 80 m^2 (10 m de longueur par 8 m de largeur). Un total de 18 géniteurs y a été dénombré et elle comportait 33 nids à une profondeur moyenne de 0,6 m. La frayère située en amont de la digue Ob8, couvrant 5 m^2 (3 m de

longueur par 1,8 m de largeur), était d'une étendue beaucoup plus modeste. Deux (2) géniteurs y ont été observés et elle comptait trois (3) nids à une profondeur de 0,3 m.

Conséquemment, le cours d'eau CE2 est un habitat du poisson confirmé offrant à l'omble de fontaine un milieu permettant sa reproduction au droit du segment SH2-2 et offrant aussi des aires de repos, d'alimentation et d'alevinage. Le segment SH2-1 constitue un endroit propice pour l'alimentation du poisson alors que le segment SH2-3 offre un milieu propice pour l'alimentation, le repos et l'alevinage, tout comme le cours d'eau CE5 situé à proximité ainsi que le cours d'eau CE4, bien que leur régime intermittent en diminue la qualité pour le poisson.

Le cours d'eau CE3 présente une série de huit (8) digues de castor rapprochées, toutes catégorisées comme obstacles infranchissables avec réserve. La montaison du poisson y est donc considérablement entravée. Il offre un potentiel pour le repos et l'alimentation.

Le cours d'eau CE6, dans lequel se déversent les cours d'eau CE7 et CE8, présentait lors de l'inventaire un débit relativement important en regard de la grosseur du cours d'eau, dans le segment SH6-2. L'eau s'écoulait dans ce segment en succession de radiers entrecoupés de plats courants alors qu'elle s'écoulait en un plat lentique dans le segment SH6-3, et qu'elle formait un bassin en raison de la présence d'une digue de castor (obstacle Ob21) dans le segment SH6-1, tout juste avant sa confluence avec la rivière Shipshaw.

Le substrat du segment SH6-2 est constitué d'une bonne part de gravier qui pourrait s'avérer d'un intérêt pour la reproduction des espèces de poissons lithophiles, dont l'omble de fontaine. Cependant, la qualité de ce substrat pour la reproduction de ces espèces est grandement réduite en raison du colmatage par du sable et de la nature intermittente du cours d'eau CE6.

Bien qu'aucun poisson ni indice de reproduction du poisson n'ont été observés dans le cours d'eau CE6, celui-ci constitue un habitat potentiel pour l'alevinage, l'alimentation et le repos de même que pour la reproduction dans le segment SH6-2. Toutefois, le colmatage du substrat et le régime intermittent de l'écoulement diminuent grandement la qualité de cet habitat pour l'omble de fontaine et les autres espèces de poisson susceptibles de s'y trouver.

Dans la zone d'étude, la rivière Shipshaw forme un chenal lotique dont la profondeur dépasse les 3 m en son centre et dont la vitesse du courant mesurée en surface lors de l'inventaire était de 0,34 m/s. Elle ne présente pas d'obstacles à la circulation du poisson. Ses rives sont relativement escarpées et présentent un couvert dense de forêt mixte. À cette hauteur, la rivière constitue un habitat du poisson offrant des aires d'alevinage, d'alimentation, de repos et de reproduction à de multiples espèces. Le MFFP confirme la présence des espèces suivantes à proximité de la zone d'étude : chabot sp, épinoche à cinq épines, épinoche à trois épines, meunier noir, meunier rouge, méné de lac, mulet perlé, naseux des rapides, ouitouche, ainsi que les espèces d'intérêt sportif que sont le grand brochet et l'omble de fontaine (annexe 2).

Tableau 7. Caractéristiques des cours d'eau du secteur est

Cours d'eau	Segment	Faciès d'écoulement	Long. (m)	Transect	Larg. (m)	Prof. (m)	Vitesse courant (m/s)	Substrat	Commentaire
CE2	SH2-1	Radiers	599	TA3	1,4	0,20	0,27	S 80 % V 20 %	-
	SH2-2	Bassin	263	TA4	24,0	0,75	0,09	Mo 30 % S 60 % V 10 %	2 frayères à omble de fontaine confirmées
	SH2-3	Chenal lentique	675	TA5	2,7	0,60	-	Mo 20 % S 80 %	-
CE3	SH3-1	Plat courant	78	TA6	0,5	0,18	0,30	Mo 10 % L 30 %	
	SH3-2	Bassin	249	TA7	11,0	0,65	< 0,03	S 60 %	-
CE4	SH4-1	Bassin	173	TA8	2,4	0,43	0,05	Mo 80 % S 20 %	Bassin formé par des digues de castor en aval
	SH4-2	Plat lentique	333	TA9	1,8	0,27	0,07	Mo 70 % S 25 %	Cours d'eau redressé récemment
				TA10	6,0	0,15	< 0,03	V 5 %	Écoulement diffus à travers des herbacées en plusieurs endroits
CE5	SH5-1	Chenal lentique	129	TA11	4,6	0,60	0,04	Mo 90 % S 10 %	-
	SH5-2	Bassin	114	-	-	-	-	-	Étang de 27 m par 70 m
CE6	SH6-1	Bassin	52	TA12	11,0	0,32	0,10	Mo 40 % L 20 %	SH6-1
	SH6-2	Radiers	864	TA13	2,1	0,25	0,48	L 10 % S 50 %	TA13
				TA14	6,0	0,48	0,11	Mo 50 % L 30 %	TA14
				TA15	1,5	0,25	0,38	S 30 % V 70 %	Substrat colmaté d'intérêt modéré pour espèces lithophiles
				TA16	1,3	0,26	0,45	S 30 % V 70 %	Substrat colmaté d'intérêt modéré pour espèces lithophiles
	SH6-3	Plat lentique	508	TA17	0,45	0,23	0,25	Mo 60 % L 10 % S 30 %	-
CE7	SH7-1	Cascade	130	TA18	0,5	0,20	0,66	L 80 % S 10 % V 10 %	Provient d'une source souterraine

Cours d'eau	Segment	Faciès d'écoulement	Long. (m)	Transect	Larg. (m)	Prof. (m)	Vitesse courant (m/s)	Substrat	Commentaire
CE8	SH8-1	Radiers	83	TA19	0,2	0,12	0,28	Mo 10 % S 90 %	Écoulement souterrain à mi-parcours
Rivière Shipshaw	SH-SHP-1	Chenal lotique	1540	TA20	74,0	> 3,0	0,34	Mo 20 % L 20 % S 60 %	-

3.4.3 Secteur sud-est

À l'exception de la rivière Shipshaw, dont les caractéristiques ont été présentées dans le secteur précédent, le secteur sud-est ne comprend que des cours d'eau intermittents (CE9, CE10, CE11, CE12, CE13). Leurs caractéristiques sont détaillées au tableau 8. Les cours d'eau CE9, CE10, CE11 et CE13 sont des tributaires de la rivière Shipshaw alors que le cours d'eau CE12 se déverse dans le cours d'eau CE11. Tous ces cours d'eau présentaient des faciès d'écoulement en radiers lors de l'inventaire, sauf le cours d'eau CE13 dans lequel l'eau s'écoulait en un plat lentique à travers une tourbière boisée. De faible débit, la largeur de l'écoulement ne dépassait pas 50 cm et était de faible profondeur. Ils ne présentent que peu d'obstacles pour la circulation du poisson, hormis la faible profondeur en plusieurs endroits, et leur pente plus prononcée à proximité de la rivière. Les cours d'eau CE9, CE10, CE11 et CE12 sont relativement encaissés et présentent ainsi des rives en pentes fortes. Les cours d'eau du secteur s'écoulent pour la plupart dans des boisés à l'exception du cours d'eau CE9 qui traverse surtout des secteurs en friche.

Les cours d'eau CE9, CE10 et CE11 constituent des habitats potentiels pour l'alevinage, l'alimentation et le repos du poisson seulement dans leur portion aval près de la rivière Shipshaw. Il est peu probable qu'ils offrent des conditions propices à la survie des poissons en amont en raison de leur régime intermittent. Il en est de même pour le cours d'eau CE12 situé à une élévation trop élevée pour que le poisson ne l'atteigne.

Tableau 8. Caractéristiques des cours d'eau du secteur sud-est

Cours d'eau	Segment	Faciès d'écoulement	Long. (m)	Transect	Larg. (m)	Prof. (m)	Vitesse courant (m/s)	Substrat	Commentaire
CE9	SH9-1	Radiers	237	TA21	0,3	0,05	< 0,03	Mo 40 % L 50 % S 10 %	Écoulement diffus et très faible à travers des graminées
CE10	SH10-1	Radiers	337	TA22	0,4	0,07	0,30	Mo 30 % L 20 % S 50 %	Torrent
CE11	SH11-1	Radiers	228	TA23	0,4	0,10	0,26	Mo 20 % L 20 % S 60 %	Végétation émergente dans le littoral (70 % cypéracées)
CE12	SH12-1	Radiers	282	TA24	0,4	0,05	0,21	Mo 10 % L 30 % S 60 %	Torrent
CE13	SH13-1	Plat lentique	96	TA25	0,5	0,22	0,17	Mo 100 %	Prends naissance dans une tourbière boisée

3.4.4 Secteur sud-ouest

Ce secteur comprend le lac Duplessis ainsi que les cours d'eau intermittents CE14 et CE15 situés à proximité du rang Est dont les caractéristiques sont présentées au tableau 9. Des fossés (F1, F2 et F3) ont aussi été relevés dans ce secteur, mais ceux-ci ne constituent pas des cours d'eau au sens de la Politique de l'eau.

Le lac Duplessis mesure 297 m de longueur par 125 m dans sa partie la plus large. Il est bordé à l'ouest et au nord par une tourbière ouverte alors qu'il se trouve une demi-douzaine de résidences sur ses rives sud et est. Il s'agit d'un plan d'eau sans tributaire ni émissaire, dont le substrat est essentiellement composé de matière organique. Dans sa réponse à la demande d'information faunique, le MFFP confirme qu'il s'agit d'un lac sans poisson (annexe 2).

Les cours d'eau CE14 et CE15 sont des tributaires à faible débit de la rivière des Aulnaies. Leur substrat est majoritairement composé de sable. Ils parcourent un milieu essentiellement agricole en segments rectilignes. Leur configuration diffère du tracé du cours d'eau de la BDTQ en raison de l'aménagement de fossés agricoles et routiers ainsi que de la présence d'un site de camping dans ce secteur. L'eau s'écoulait dans ces cours d'eau en plats lentiques lors de l'inventaire. Ils ne constituent pas des habitats d'intérêt pour les poissons, principalement en raison de leur nature intermittente et de l'absence d'habitat pouvant assurer la survie de la faune ichtyenne en amont. Tout au plus, le cours d'eau CE14 pourrait constituer une aire de repos pour les poissons s'y aventurant alors que le cours d'eau CE15 n'offre aucun abri.

Tableau 9. Caractéristiques des cours d'eau du secteur sud-ouest

Cours d'eau	Segment	Faciès d'écoulement	Long. (m)	Transect	Larg. (m)	Prof. (m)	Vitesse courant (m/s)	Substrat	Commentaire
CE14	SH14-1	Plat lentique	241	TA26	1,6	0,25	0,03	Mo 30 % S 70 %	-
CE15	SH15-1	Plat lentique	723	TA27	1,0	0,15	0,20	Mo 5 % S 95 %	Fossé agricole qui détourne l'eau qui s'écoulait anciennement vers le cours d'eau CE14
	SH15-2	Plat lentique	263	TA28	0,2	0,05	< 0,03	Mo 10 % S 90 %	Très faible écoulement; végétation émergente dans le littoral (40 % graminées)

3.4.5 Secteur nord-ouest

Ce secteur comprend le ruisseau Louis-Henri-Tremblay, un bassin artificiel (B2) et son émissaire (cours d'eau CE16). Les caractéristiques de ces cours d'eau et plans d'eau sont détaillées au tableau 10. Un fossé (F4) a aussi été relevé, mais celui-ci ne constitue pas un cours d'eau au sens de la Politique de l'eau.

Le ruisseau Louis-Henri-Tremblay est un tributaire à faible débit de la rivière des Aulnaies. Il est considéré comme un cours d'eau intermittent selon la BDTQ. Il sillonne un milieu agricole dans sa portion amont, puis traverse un milieu forestier avant d'aboutir dans un milieu urbanisé dans sa portion aval. Ce cours d'eau a subi un redressement récent relativement important au droit du segment SH-LHT-6. Le substrat y est principalement sableux. Lors de la caractérisation, l'eau s'y écoulait majoritairement en plats lentiques, à l'exception du segment SH-LHT-3 où il se trouve un petit bassin et du segment SH-LHT-5 dans lequel l'eau débordait en un écoulement laminaire entre le segment SH-LHT-6 vers le segment SH-LHT 2, à travers le boisé les séparant.

Quant au bassin artificiel B2 et son émissaire (CE16), leur substrat est essentiellement argilo-sableux. Lors de l'inventaire, l'eau du bassin s'étendait sur 137 m de longueur par 21 m de largeur. La profondeur moyenne a été estimée entre 1,2 et 1,5 m.

Bien que de nature intermittente, le ruisseau Louis-Henri-Tremblay présente un potentiel d'habitat du poisson (alevinage, alimentation, repos) sur pratiquement tout son parcours en raison de la présence des bassins B2 du segment SH-LHT-3. Ceux-ci pourraient offrir des conditions assurant la survie des poissons même en période d'étiage modéré.

Les espèces susceptibles d'être présentes dans le milieu hydrique de secteur nord-ouest sont les mêmes que celles se trouvant dans la rivière des Aulnaies. Le MFFP confirme la présence des espèces suivantes dans cette rivière : épinoche à cinq épines, épinoche à trois épines, méné à nageoires rouges, méné de lac, meunier noir, mulet à cornes, mulet perlé, naseux des rapides, omble de fontaine, ouitouche, ventre citron (annexe 2).

Tableau 10. Caractéristiques des cours d'eau du secteur nord-ouest

Cours d'eau	Segment	Faciès d'écoulement	Long. (m)	Transect	Larg. (m)	Prof. (m)	Vitesse courant (m/s)	Substrat	Commentaire
Ruisseau Louis-Henri-Tremblay	SH-LHT-1	Plat lentique	190	TA29	2,3	0,25	0,23	Mo 15 % L 15 % S 70 %	Faible érosion des talus sur 60 % de la longueur du segment
	SH-LHT-2	Plat lentique	1004	TA30	0,6	0,25	0,23	Mo 20 % S 80 %	-
	SH-LHT-3	Bassin	14	-	13	1,5	< 0,03	Mo 40 % L 20 % S 40 %	Bassin de 13 m par 14 m. Eau turbide
	SH-LHT-4	Plat lentique	128	TA31	0,3	0,03	< 0,03	Mo 30 % L 20 % S 50 %	Très peu d'eau dans ce segment, car SH-LHT-6 est plus bas et l'eau s'y écoule donc majoritairement
	SH-LHT-5	Radiers	49	-	-	-	-	-	Lit plus ou moins défini. Écoulement laminaire à travers herbacées et arbustes
	SH-LHT-6	Plat lentique	800	TA32	0,7	0,25	0,28	L 45 % S 55 %	Canal redressé récemment en bordure d'une terre agricole
	SH-LHT-7	Plat lentique	340	TA33	1,8	0,20	0,15	Mo 20 % L 30 % S 50 %	Végétation émergente dans le littoral (70 % cypéracées)
CE16	SH-16-1	Plat lentique	29	-	-	0,25	-	L 25 % S 75 %	Émissaire du bassin B2

3.5 VÉGÉTATION

3.5.1 Milieux humides

Les milieux humides, au nombre de 19 (MH1 à MH19), sont relativement abondants dans la zone d'étude. Ils y couvrent en effet 312,43 ha, soit 25 % de la superficie totale du territoire. Il s'agit en très grande majorité d'étendues de tourbières ouvertes et boisées, mais on y observe aussi quelques étangs, marais et marécages (tableau 11 et carte 2 de l'annexe 5).

Plusieurs de ces milieux humides forment des complexes. D'ailleurs, un très grand complexe de tourbières (milieu humide MH6), totalisant plus de 200 ha, occupe la majeure partie de la portion sud-ouest de la zone d'étude, à l'ouest de la route 172. Les données détaillées se rapportant à chacun de ces milieux humides, incluant les relevés de végétation sont présentées dans les fiches synthèses de caractérisation jointes à l'annexe 1.

Tableau 11. Bilan des superficies de milieux humides dans la zone d'étude

Identifiant	Type de milieu humide	Sous-type (complexe)	Superficie (ha)		Station d'inventaire
			Sous-type	Totale	
MH1	Tourbière boisée	-	33,40	33,40	V2
MH2	Complexe	Étang	0,29	18,40	V1 et V12
		Marécage	1,19		
		Tourbière boisée	5,27		
		Tourbière ouverte	11,65		
MH3	Marécage	-	1,41	1,41	V13
MH4	Marais	-	0,15	0,15	V6
MH5	Complexe	Tourbière boisée	9,94	12,39	V7 et V8
		Tourbière ouverte	2,45		
MH6	Complexe	Étang	0,73	204,31	V17 à V21
		Marécage	5,56		
		Tourbière boisée	22,67		
		Tourbière ouverte	175,35		
MH7	Complexe	Tourbière boisée	4,73	14,38	V24

Identifiant	Type de milieu humide	Sous-type (complexe)	Superficie (ha)		Station d'inventaire
			Sous-type	Totale	
		Tourbière ouverte	9,65		
MH8	Complexe	Étang	0,12	0,28	V27
		Marécage	0,16		
MH9	Marécage	-	1,15	1,15	V25
MH10	Complexe	Étang	0,34	13,00	V23
		Marécage	3,43		
		Tourbière boisée	7,58		
		Tourbière ouverte	1,65		
MH11	Complexe	Étang	0,90	3,20	V10
		Tourbière boisée	2,30		
MH12	Complexe	Marais	0,56	3,99	V11 et V26
		Marécage	3,43		
MH13	Marécage	-	0,30	0,30	-
MH14	Marécage	-	0,23	0,23	-
MH15	Marécage	-	0,88	0,88	-
MH16	Marécage	-	2,38	2,38	V32
MH17	Marécage	-	0,59	0,59	-
MH18	Étang	-	0,16	0,16	-
			1,21		
			0,62		
MH19	Complexe	Tourbière boisée	1,21	1,83	V37
		Tourbière ouverte	0,62		
		Total	**312,43**		

3.5.1.1 Étangs

Les étangs, au nombre de sept (7), englobent des zones d'eau peu profonde comme des étangs d'origine anthropique, des étangs de castors ainsi que le lac Duplessis (carte 2 de l'annexe 5). Ils couvrent 2,54 ha, ce qui représente 0,8 % de la superficie totale des milieux humides de la zone d'étude. La végétation aquatique est généralement absente dans les étangs d'origine anthropique. Elle s'avère peu abondante également dans les étangs de castors ainsi que dans le lac Duplessis. D'après les résultats des inventaires floristiques réalisés à la station V27, la végétation, en rive des étangs de castors, est surtout composée d'aulne rugueux, de saule brillant, de spirée à larges feuilles, de lycope d'Amérique et d'eupatoire maculée. Au lac Duplessis, la végétation riveraine est principalement dominée par le cassandre caliculé.

3.5.1.2 Marais

Totalisant seulement 0,71 ha, soit moins de 1 % de l'ensemble des milieux humides de la zone d'étude, les marais se concentrent dans les milieux humides MH4 et MH12 situés dans la portion nord-est du territoire (carte 2 de l'annexe 5).

Le marais du milieu humide MH4, localisé dans une sablière, est d'origine anthropique. Le substrat y est caractérisé par une couche de 25 cm d'épaisseur de sable et gravier remanié reposant sur de l'argile. Les conditions de drainage y sont très mauvaises (classe 6). La station V6 y confirme la présence, entre autres, des espèces herbacées suivantes : alpiste roseau, calamagrostide du Canada, carex étoilé, jonc épars, quenouille à feuilles larges, prêle des champs et verge d'or à feuilles de graminée.

Quant au marais du milieu humide MH12, il est associé à la présence d'un ancien étang de castors. Le sol y est constitué d'un mélange de limon, de sable et de gravier et les conditions de drainage y sont très mauvaises (classe 6). La végétation y est dominée par le jonc épars, la glycérie géante, la verge d'or à feuilles de graminée, le bident penché et le carex stipité.

3.5.1.3 Marécages

Les marécages sont présents dans les milieux humides MH2, MH3, MH6, MH8 à MH10, de même que dans les milieux humides MH12 à MH17 (carte 2 de l'annexe 5). Ils occupent 20,71 ha, soit 6,6 % de tous les milieux humides répertoriés dans la zone d'étude. Il s'agit surtout de marécages arbustifs. Selon les résultats des cinq (5) stations d'inventaire effectuées dans ce type de milieu humide, les sols y sont mal drainés (classe 5) et majoritairement constitués d'une couche d'environ 15 à 20 cm d'épaisseur de matière organique reposant sur du sable.

La végétation ligneuse y est surtout représentée par l'aulne rugueux, l'épinette noire, le mélèze laricin et le thé du Labrador. Les espèces herbacées les plus communes sont le carex crépu, le carex trisperme, l'aster ponceau, l'aster à ombelles et l'osmonde de Clayton. La strate muscinale, surtout composée de sphaignes et d'hypne de Schreber, y est bien développée par endroits.

3.5.1.4 Tourbières boisées

Dans la zone d'étude, les tourbières boisées totalisent 87,1 ha, soit 27,9 % de la superficie totale des milieux humides de la zone d'étude (carte 2 de l'annexe 5). Les différentes stations d'inventaire réalisées dans ce type de milieu humide y confirment la présence de dépôts tourbeux de plus de 30 cm d'épaisseur où les conditions de drainage varient de mauvaise (classe 5) à très mauvaises (classe 6). Le couvert arborescent y est généralement composé d'épinette noire et de mélèze laricin. Le sous-étage arbustif y est constitué d'épinette noire, de némopanthe mucroné et d'éricacées (thé du Labrador, kalmia à feuilles étroites, cassandre caliculé). La strate herbacée, peu abondante, est surtout représentée par le carex trisperme et le quatre-temps. Enfin, le couvert muscinal, dominé par les sphaignes et l'hypne Schreber, y est important.

3.5.1.5 Tourbières ouvertes

Les tourbières ouvertes couvrent une superficie de 201,37 ha, ce qui représente 64,5 % de tous les milieux humides présents dans la zone d'étude (carte 2 de l'annexe 5). Elles occupent des sols organiques très mal drainés (classe 6). Il s'agit surtout de tourbières ombrotrophes uniformes à éricacées (187,38 ha), mais on répertorie aussi quelques tourbières ombrotrophes à mares (6,85 ha) ainsi que des tourbières minérotrophes (7,14 ha).

Les tourbières, dites ombrotrophes, ont un apport principal en eau et en éléments minéraux qui provient des précipitations atmosphériques. Comme elles sont généralement pauvres en éléments minéraux, leur cortège floristique est relativement peu diversifié. Dans le cas des tourbières minérotrophes, cet apport en eau et en éléments minéraux provient à la fois des précipitations et des eaux de circulation qui se sont enrichies en minéraux à leur contact avec les sols entourant ces tourbières.

La flore des tourbières ombrotrophes uniformes à éricacées de la zone d'étude est généralement peu diversifiée. L'étage arborescent, peu dense, comporte des îlots ou des tiges dispersées d'épinette noire et parfois de mélèze laricin d'environ 5 à 6 m de hauteur. La strate arbustive domine et est le plus souvent représentée par les espèces suivantes : cassandre caliculé, thé du Labrador, andromède glauque, kalmia à feuilles d'andromède et canneberge commune. La strate herbacée, peu développée, est surtout composée de carex oligosperme, de carex pauciflore, de linaigrettes, de smilacine trifoliée et de sarracénie pourpre. La strate muscinale, dominée par les sphaignes, y forme très souvent un tapis continu.

Le cortège floristique des tourbières ombrotrophes à mares s'apparente à celui des tourbières ombrotrophes uniformes à éricacées, mais il diffère là où il y a des mares. En effet, à ces endroits, le couvert arbustif est moins haut et moins dense et on y observe d'autres espèces comme le rhynchospore blanc, le droséra à feuilles rondes ainsi que le grand nénuphar jaune (dans les zones d'eau peu profonde).

Les tourbières minérotrophes riveraines de la zone d'étude, se trouvant dans les milieux humides MH2, MH7, MH10 et MH19, se caractérisent par une végétation à dominance d'aulne rugueux, de spirée à larges feuilles, de viorne cassinoïde et de carex oligosperme. Dans le cas de la tourbière de la station V37, constituant la source d'un cours d'eau intermittent, le couvert arbustif est moins important et on y trouve également des espèces comme le trèfle d'eau, le rhynchospore blanc et la platanthère claviforme.

Les deux (2) tourbières minérotrophes situées dans les bordures nord et est du grand complexe de tourbières du milieu humide MH6, sont largement dominées par le carex oligosperme et elles comportent des bosquets de cassandre caliculé.

3.5.1.6 Fonctions écologiques des milieux humides

Les fonctions écologiques décrites à l'article 13.1 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés (RLRQ c C-6,2) ont été considérées dans l'évaluation des fonctions écologiques des milieux humides présents dans la zone d'étude. Les milieux humides répertoriés peuvent théoriquement remplir toutes les fonctions écologiques énumérées, mais considérant leur localisation, leur typologie et leurs caractéristiques, il est important de nuancer les rôles qu'ils peuvent réellement remplir. Les fonctions écologiques telles que décrites par la loi et leur insertion dans le contexte de la présente étude sont présentées ci-dessous :

- Fonction de régulation du niveau d'eau : en permettant la rétention et l'évaporation d'une partie des eaux de pluie et des eaux de fonte, les milieux humides réduisent les risques d'inondation et d'érosion et favorisent la recharge de la nappe phréatique.

  Plus de la moitié des stations de caractérisation réalisées dans les milieux humides de la zone d'étude ont indiqué la présence d'un sol saturé d'eau dans les 30 premiers centimètres. Il est donc raisonnable d'avancer que tous les milieux humides de la zone d'étude assurent cette fonction à divers degrés, en tamponnant les débits des cours d'eau du bassin versant.
- Fonction de filtre contre la pollution : les milieux humides préviennent et réduisent la pollution en provenance des eaux de surface et souterraines et l'apport des sédiments provenant des sols en servant de rempart contre l'érosion et à la rétention de sédiments.

  Certains milieux humides jouent un rôle de filtration plus important que d'autres. Les milieux humides littoraux ou riverains (MH2, MH5, MH6, MH7, MH10, MH12, MH15 et MH19) filtrent l'eau en captant les sédiments charriés.
- Fonction de conservation de la biodiversité biologique : les milieux humides offrent des habitats pour l'alimentation, l'abri et la reproduction des espèces vivantes.

Les milieux humides représentent des habitats importants pour plusieurs espèces fauniques et floristiques. La connectivité avec d'autres milieux naturels permet, notamment, les déplacements de la faune et la dispersion de la flore, ce qui contribue à une plus grande diversité génétique.

Les grands complexes de milieux humides de la zone d'étude représentent des habitats propices à plusieurs groupes fauniques. En effet, ils s'avèrent favorables à certains grands mammifères comme l'orignal, aux mammifères semi-aquatiques (ex. : castor, rat musqué, vison d'Amérique, etc.), ainsi qu'à l'avifaune et à l'herpétofaune.

- Fonction d'écran solaire et de brise-vent naturel : les milieux humides permettent, par le maintien de la végétation, de préserver l'eau d'un réchauffement excessif et de protéger les sols et les cultures des dommages causés par le vent.

  Ce rôle d'écran solaire est surtout associé aux milieux humides boisés (tourbières boisées, marécages arborescents et certains marécages arbustifs) situés en bordure de cours d'eau ou de plans d'eau (MH2, MH5, MH6, MH7, MH10, MH12, MH15 et MH19).

- Fonction de séquestration du carbone et d'atténuation des impacts des changements climatiques : la séquestration du carbone est principalement assurée par les tourbières, qui sont caractérisées par une lente productivité et qui ont la capacité de stocker le carbone à long terme. Rappelons que les tourbières représentent plus de 92 % des superficies de milieux humides présentes dans la zone d'étude. Elles contribuent donc de façon importante à la séquestration du carbone dans l'environnement.

- Fonctions liées à la qualité du paysage : les milieux humides, en permettant la conservation du caractère naturel d'un milieu et des attributs des paysages associés, contribuent à la valeur des terrains voisins.

  Compte tenu de la présence importante d'activités agricoles, urbaines et industrielles dans la zone d'étude, les milieux humides, plus particulièrement les grands complexes de tourbières, contribuent assurément à la qualité du paysage du secteur.

3.5.2 Milieux terrestres

D'après les analyses effectuées à partir de l'orthophoto et des données écoforestières (MFFP, 2017) et selon les résultats des inventaires floristiques, les milieux terrestres occupent 932,81 ha, soit près de 75 % de la superficie totale de la zone d'étude (tableau 12 et carte 2 de l'annexe 5). Ils consistent en des peuplements forestiers, des terres agricoles, des friches et des milieux anthropiques.

Les boisés résineux et mélangés représentent respectivement 75,4 % (308,06 ha) et 19,1 % (78,34 ha) de la superficie totale occupée par les peuplements forestiers dans la zone d'étude. Aucun peuplement feuillu n'est répertorié. Ce portrait des boisés est complété par la présence de coupes récentes (5,5 %; 22,37 ha) localisées dans la portion Nord de la zone d'étude.

Les données détaillées se rapportant à chacune de stations de caractérisation réalisées dans les milieux terrestres de la zone d'étude, incluant les relevés de végétation, sont présentées dans les fiches de caractérisation de l'annexe 1.

Tableau 12. Bilan des superficies de milieux terrestres dans la zone d'étude

Type de milieu terrestre	Superficie (ha)	Proportion des milieux terrestres (%)
Peuplement forestier	408,77	43,8
Feuillu	0,00	0,0
Mélangé	78,34	8,4
Résineux	308,06	33,0
Coupe récente	22,37	2,4
Agricole	299,12	32,1
Anthropique – banc d'emprunt	42,14	4,5
Anthropique - autres	159,56	17,1
Friches	23,22	2,5
Total	**932,81**	**100,0**

3.5.2.1 Peuplements résineux

Les peuplements résineux couvrent 308,06 ha, soit 33 % de la superficie totale occupée par les milieux terrestres dans la zone d'étude. Ils sont principalement situés dans la partie est de la zone d'étude de même qu'au nord et au nord-ouest de l'usine de RSI Environnement (carte 2 de l'annexe 5). Les groupements résineux, en milieu terrestre, se rencontrent le plus souvent sur des sols sableux secs (classe 2), ce qui explique généralement la présence d'un cortège floristique très peu diversifié. La strate arborescente est largement dominée par le pin gris. L'épinette noire y représente une essence compagne dans certains peuplements. L'étage arbustif est majoritairement constitué de kalmia à feuilles étroites, de comptonie voyageuse, de thé des bois, de bleuet à feuilles étroites, de linnée boréale et de quelques îlots d'épinette noire. La strate herbacée y est le plus souvent absente, mais lorsque présente, elle se caractérise par un très faible recouvrement de quatre-temps et de maïanthème du Canada. La strate muscinale, bien développée, est surtout composée d'hypne de Schreber et de polytric.

3.5.2.2 Peuplements mélangés

Les peuplements mélangés sont moins abondants et se concentrent pour la plupart le long de la limite est de la zone d'étude (carte 2 de l'annexe 5). Ils occupent 78,34 ha, soit 8,4 % de tous les milieux terrestres présents dans la zone d'étude. Les superficies les plus importantes sont situées en bordure de la rivière Shipshaw. Ces peuplements s'observent majoritairement sur des sols loameux modérément bien drainés (classe 3). Le couvert arborescent comporte surtout du peuplier faux-tremble, du bouleau à papier et du sapin baumier et parfois quelques tiges de pin gris et d'épinette noire. La strate arbustive est composée, entre autres, de dièreville chèvrefeuille, d'érable à épis et de noisetier à long bec. Les espèces herbacées les plus communes sont l'aralie à tige nue, l'aster à grandes feuilles, le maïanthème du Canada et le quatre-temps.

3.5.2.3 Coupes récentes

Des coupes récentes (de moins de deux ans), totalisant 22,37 ha, ce qui correspond à 2,4 % de l'ensemble des milieux terrestres répertoriés dans la zone d'étude, ont été observées dans les parties nord-est et nord-ouest du territoire (carte 2 de l'annexe 5).

3.5.2.4 Terres agricoles

Les espaces agricoles cultivés se concentrent surtout dans la portion nord de la zone d'étude, au nord de l'usine de RSI Environnement (carte 2 de l'annexe 5). Ils s'étendent sur une superficie de 299,12 ha, soit 32,1 % de la superficie totale des milieux terrestres de la zone d'étude.

3.5.2.5 Friches

Les friches de la zone d'étude, totalisant 23,22 ha, soit 2,5 % de tous les milieux terrestres présents, sont associées, d'une part, à la présence de l'emprise de la ligne de transport d'énergie électrique traversant la zone d'étude selon un axe est-ouest (carte 2 de l'annexe 5). Une autre friche est répertoriée en bordure de la rivière Shipshaw dans la partie sud-est de la zone d'étude. Les stations d'inventaire (V29, V35 et V36) réalisées à ces endroits confirment la présence de friches arbustives sur sols sableux secs (classe 2) dans l'emprise de la ligne électrique et de friches herbacées sur sols loameux modérément bien drainés (classe 3) en bordure de la rivière. Le cortège floristique dans les friches arbustives est dominé par la comptonie voyageuse, le bleuet à feuilles étroites, des poacées et la verge d'or rugueuse. Dans la friche herbacée, la végétation se compose également de poacées et de verge d'or rugueuse, mais on y trouve aussi, notamment, les espèces suivantes : épervière orangée, verge d'or du Canada et épilobe à feuilles étroites.

3.5.2.6 Milieux anthropiques et bancs d'emprunt

Ces unités écologiques totalisent ensemble 201,7 ha, ce qui correspond à 21,6 % de la superficie totale des milieux terrestres de la zone d'étude. Il s'agit de superficies perturbées par des activités résidentielles, commerciales, industrielles et d'extraction de substances minérales de surface (sablières). Elles se concentrent surtout de part et d'autre de la route 172 (carte 2 de l'annexe 5). Les trois (3) bancs d'emprunt répertoriés sont localisés à l'est de la rue des Mélèzes.

3.5.3 Espèces floristiques en situation précaire

Après vérification, le MELCC ne répertorie aucune occurrence d'EMVS de la flore à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude (CDPNQ, 2020a).

Par ailleurs, aucune EMVS n'a été observée lors des différentes visites effectuées dans la zone d'étude au cours des campagnes de terrain de la fin de l'été 2020 et de juin 2021.

3.5.4 Espèces végétales exotiques envahissantes

Des EVEE, soit l'alpiste roseau et le brome inerme, sont présentes dans la zone d'étude (carte 2 de l'annexe 5). Les colonies de ces deux espèces se concentrent surtout dans l'emprise des principaux axes routiers (route 172, rue Gaudreault et route de Portage-Lapointe).

3.6 FAUNE

La description de la faune est basée principalement sur les observations opportunistes rapportées lors des campagnes de terrain de septembre-octobre 2020 et de juin 2021.

3.6.1 Mammifères

La présence de quelques espèces de mammifères a été confirmée dans la zone d'étude lors des inventaires de 2020 et de 2021. La majorité des signalements réfèrent à la marmotte commune et à l'écureuil roux. La première espèce est présente surtout dans les milieux agricoles et les friches herbacées alors que la seconde est particulièrement commune dans les peuplements résineux.

Deux (2) cerfs de Virginie ont été vus près de la station V27 et plusieurs pistes de l'espèce ont été observées dans le sentier menant aux stations V13 à V15. L'orignal et l'ours noir sont présents notamment dans les tourbières des portions nord-est et sud-ouest de la zone d'étude.

Un étang de castors a été observé dans le milieu humide de la station V27 et une hutte de l'espèce a été repérée en bordure du cours d'eau CE1 longeant l'extrémité nord-est de la sablière située dans la portion nord-est de la zone d'étude.

Enfin, plusieurs pistes de lièvre d'Amérique ont été observées dans les peuplements résineux et les boisés mélangés du secteur.

3.6.2 Avifaune

Quelques espèces d'oiseaux ont été observées dans la zone d'étude au cours d'inventaires de la fin de l'été 2020 et du printemps 2021. Les observations réfèrent principalement aux espèces suivantes : bernache du Canada (secteur du lac Duplessis), bruant à gorge blanche, bruant familier, chardonneret jaune, corneille d'Amérique, geai bleu, gélinotte huppée, junco ardoisé, mésange à tête noire, pic flamboyant, roitelet sp. et quiscale rouilleux. Cette dernière espèce est jugée en situation précaire. Elle est décrite plus en détail à la section suivante.

3.6.3 Espèces fauniques en situation précaire

Après validation, le MFFP signale que la portion ouest du grand complexe de milieux tourbeux se trouvant à l'ouest de la route 172 est située dans un secteur propice au hibou des marais (carte 2 de l'annexe 5), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (CDPNQ, 2020b). Aucun indice de la présence de l'espèce n'a toutefois été détecté à cet endroit ni ailleurs dans la zone d'étude lors des relevés de septembre 2020 et de juin 2021.

La consultation de la banque de données SOS-POP par le Regroupement QuébecOiseaux (2020) confirme la présence d'un site de nidification de l'hirondelle de rivage, une espèce désignée menacée par le gouvernement fédéral, dans la sablière de la portion nord-est de la zone d'étude (carte 2 de l'annexe 5). La dernière occupation de ce site par l'espèce remonte à 2013. Aucun terrier de nidification n'y a été observé lors des inventaires de 2020 et de 2021.

Lors des relevés de végétation du 21 septembre 2020, un quiscale rouilleux a été observé à la station V25 dans la portion centre est de la zone d'étude (carte 2 de l'annexe 5). Le quiscale rouilleux fait partie de la liste des espèces d'oiseaux susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec et sa situation est jugée préoccupante au Canada. L'habitat préférentiel de cette espèce, nichant en forêt boréale, consiste aux rives des milieux humides, tels les ruisseaux à faible débit, les tourbières, les marais, les marécages et les étangs de castors (Environnement Canada, 2015). Considérant la période d'observation, l'individu aperçu dans la zone d'étude était vraisemblablement en déplacement vers le sud pour l'hivernage.

4 CONCLUSION

À l'été et à l'automne 2020, puis au printemps 2021, des inventaires écologiques des milieux hydriques, de la végétation et des milieux humides, ont été effectués dans la zone d'étude considérée pour le projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement à Saint-Ambroise. L'étude de caractérisation écologique ainsi réalisée avait pour but, notamment, d'identifier et de caractériser des composantes sensibles du milieu biophysique susceptibles d'être présentes dans ce secteur.

Le milieu hydrique dans la zone d'étude comprend une partie de la rivière Shipshaw, une rivière à écoulement permanent représentant un habitat d'intérêt pour une multitude d'espèces de poisson. Il comprend également 17 petits cours d'eau à faible débit dont deux (2) sont considérés permanents et 15 sont qualifiés d'intermittents. La plupart de ces petits cours d'eau constituent des habitats du poisson potentiels, mais ils représentent généralement des habitats de faible qualité pour la faune ichtyenne. Parmi ceux-ci, un seul endroit (segment SH2-2 dans le cours d'eau CE2) a été jugé d'un intérêt modéré pour le poisson en raison de la présence de deux (2) frayères confirmées à omble de fontaine dont l'existence ne tient qu'à la présence de digues de castor. Quant aux trois (3) plans d'eau de plus de 0,2 ha recensés dans la zone d'étude, ils n'offrent pas des conditions propices à la survie des poissons pour de longues périodes.

Les inventaires ont confirmé la présence de 19 milieux humides dans la zone d'étude. Ils y occupent 312,43 ha, ce qui représente le quart (25 %) de la superficie totale de la zone d'étude. Plusieurs de ces milieux humides forment des complexes. Il s'agit principalement d'étendues de tourbières ouvertes (64,5 %) et de tourbières boisées (27,9 %), mais on y trouve aussi, dans de plus faibles proportions, des marécages (6,6 %), des marais (0,2 %) et des étangs (0,8 %).

Aucune occurrence d'espèce de plante vasculaire en situation précaire (EMVS) n'est répertoriée par le CDPNQ dans la zone d'étude et ses environs. Par ailleurs, aucune EMVS de la flore n'a été observée lors des différents relevés effectués dans la zone d'étude en 2020 et en 2021.

Des colonies d'espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE), soit l'alpiste roseau et le brome inerme, sont présentes surtout le long des principaux axes routiers de la zone d'étude. Les colonies les plus importantes se trouvent de part et d'autre de la route 172.

Une occurrence de hibou des marais, une espèce d'oiseau susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec, a été confirmée par le MFFP dans la portion Ouest de la grande tourbière ouverte située à l'ouest de la route 172. Aucun indice de la présence de l'espèce n'a toutefois été détecté à cet endroit, ni ailleurs dans la zone d'étude, lors des relevés de septembre 2020 et de juin 2021.

Un site de nidification connu de l'hirondelle de rivage, une espèce désignée menacée par le gouvernement fédéral, a été signalé par le Regroupement QuébecOiseaux dans la sablière de la portion nord-est de la zone d'étude. La dernière occupation du site remonte à 2013. Aucun indice de nidification n'y a toutefois été observé lors des inventaires de 2020 et de 2021.

Un quiscale rouilleux en déplacement a été observé dans la partie centre est de la zone d'étude lors des inventaires de septembre 2020. Le quiscale rouilleux est une espèce d'oiseau susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable dans la province.

5 RÉFÉRENCES

Atlas des amphibiens et reptiles du Québec (AARQ). 2020. *Banque de données actives depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune*. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent.

Bazoge, A., D. Lachance et C. Villeneuve. 2015. *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation et Direction des politiques de l'eau. 64 p. + annexes.

Boudreault, A. 1984. Méthode d'évaluation des habitats à saumon par photo-interprétation, rapport de Gilles Shooner inc. pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 24 p.

Brouillet, L., F. Coursol, M. Favreau, M. Anions, P. Bélisle et P. Desmet. 2010+. *VASCAN, la Base de données des plantes vasculaires du Canada*. Site internet : http://data.canadensys.net/vascan/search

Centre de données sur le Patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). 2020a. Consultation de la banque de données pour les espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées. MELCC, Direction régionale de l'analyse et de l'expertise du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Données numériques.

Centre de données sur le Patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). 2020b. *Consultation de la banque de données pour les espèces fauniques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées.* MFFP, Direction de la gestion de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Données numériques.

Couillard, L. et P. Grondin. 1986. *La végétation des milieux humides du Québec*. Les Publications du Québec. 400 p.

Environnement Canada. 2015. *Plan de gestion du Quiscale rouilleux (Euphagus carolinus) au Canada.* Série de plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, iv + 30 p.

Fondation de la faune du Québec (FFQ) et Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1996. *Habitat du poisson. Guide de planification, de réalisation et d'évaluation d'aménagements*. Québec. 133 p.

Malavoi, J. et Y. Souchon. 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière: clé de détermination qualitative et mesures physiques. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, n^{os} 365-36.

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). 2003-2021. *Système d'information géominière du Québec (SIGÉOM) – Carte interactive*. Site internet : http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCarteIntr#

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2020a. *Cartographie des milieux humides potentiels du Québec.* Direction de la connaissance écologique. Données numériques.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2020b. *Plantes exotiques envahissantes nuisibles à la biodiversité. Liste des espèces prioritaires et à surveiller au Québec.* Document de travail – avril 2020. 4 p.

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2021. *Registre des aires protégées du Québec.* Direction des aires protégées. Données numériques.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). 2017. *Carte écoforestière avec perturbations*. Secteur des Forêts, Direction des inventaires forestiers. Données numériques.

Ministère des Ressources naturelles (MRN). 1994. *Le point d'observation écologique.* Direction de la gestion des stocks forestiers, Service des inventaires forestiers, MRN. 116 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). 2012. *Les milieux humides et l'autorisation environnementale*. Direction du patrimoine écologique et des parcs, Direction des politiques de l'eau et Pôle d'expertise hydrique et naturel. 41 p. + annexes.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2015. *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables.* Direction des politiques de l'eau. 131 p.

Regroupement QuébecOiseaux. 2020. SOS-POP – Banque de données sur les populations d'oiseaux en situation précaire au Québec, version du 18 février 2020. Regroupement QuébecOiseaux, Montréal, Québec.

Regroupement régional Saguenay – Lac-Saint-Jean. 2017. Orthophotographie numérique du territoire de Saint-Prime, de Mashteuiatsh, de Roberval, de Chambord et de la Ville de Saguenay. Données numériques.

Service de la faune aquatique (SFA). 2011. Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures, Tome 1, Acquisition de données. Service de la faune aquatique, MRNF. 137 p.

Annexe 1

Fiches de caractérisation des milieux humides et des milieux terrestres

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire

No. de station :	**V1**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH2 (complexe – tourbière boisée)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre

Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	50
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	- Racines d'arbres et d'arbustes hors du sol - Ligne de mousses sur les troncs - Souches hypertrophiées
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH2 (complexe – tourbière boisée)	**No. de station** : V1

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 17 m** **Recouv. : 57 %**			
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	2	3
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	55	95
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	< 1	2
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 2,8 m** **Recouv. : 13 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	5	29
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	6
Érable rouge	*Acer rubrum*	FACH	< 1	6
Gadellier glanduleux	*Ribes glandulosum*	FACH	< 1	6
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	< 1	6
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	2	12
Sorbier d'Amérique	*Sorbus americana*	NI	5	29
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	6
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : 4 %**			
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	< 1	16
Clintonie boréale	*Clintonia borealis*	NI	1	17
Dryoptère spinuleuse	*Dryopteris carthusiana*	NI	3	50
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	1	17
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 50 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	50	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V2**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH1 (tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Coupe récente
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH1 (tourbière ouverte)	**No. de station** : V2

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 7 m** **Recouv. : 3 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	25
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	25
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	2	50
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 1,5 m** **Recouv. : 63 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	5	8
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	5	8
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	2
Némopanthe mucroné	*Ilex mucronata*	FACH	20	30
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	< 1	2
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba* var. *latifolia*	NI	2	3
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	30	47
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,8 m** **Recouv. : 5 %**			
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	2	33
Prêle des bois	*Equisetum sylvaticum*	FACH	< 1	17
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	1	17
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	2	33
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 25 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	25	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V3**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (terres agricoles cultivées)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sol remanié - agriculture
Épaisseur de matière organique :	-
Classe de drainage :	30
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Agriculture (fauchage récent)
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu terrestre (terres agricoles cultivées)	**No. de station** : V3

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V4**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement mélangé en régénération)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	7 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement mélangé en régénération)	**No. de station :** V4

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 6,5 m** **Recouv. : 16 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	6
Peuplier faux-tremble	*Populus tremuloides*	NI	15	88
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	< 1	6
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 75 %**			
Aulne crispé	*Alnus alnobetula subsp. crispa*	NI	1	1
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	20	26
Comptonie voyageuse	*Comptonia peregrina*	NI	2	3
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	40	54
Peuplier faux-tremble	Populus tremuloides	NI	< 1	1
Pin gris	Pinus banksiana	NI	< 1	1
Saule discolore	*Salix discolor*	FACH	1	1
Thé des bois	*Gaultheria procumbens*	NI	10	13
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : < 1 %**			
Fougère-aigle	*Pteridium aquilinum*	NI	< 1	50
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	< 1	50
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 31 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	30	97
Lichen	*Cladina sp.*	-	1	3

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V5**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (friche arbustive)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	5 cm
Classe de drainage :	30
Profondeur de la nappe phréatique :	35 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Banc d'emprunt
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (friche arbustive)	**No. de station :** V5

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 5,5 m** **Recouv. : < 1 %**			
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	< 1	100
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 2,0 m** **Recouv. : 19 %**			
Aulne crispé	*Alnus alnobetula subsp. crispa*	NI	5	25
Comptonie voyageuse	*Comptonia peregrina*	NI	< 1	5
Peuplier baumier	Populus balsamifera	FACH	< 1	5
Peuplier faux-tremble	Populus tremuloides	NI	5	25
Pin gris	Pinus banksiana	NI	2	10
Saule discolore	*Salix discolor*	FACH	5	25
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba var. latifolia*	NI	1	5
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,8 m** **Recouv. : 45 %**			
Fraisier de Virginie	*Fragaria virginiana*	NI	5	11
Poacées	*Poaceae sp.*	NI	10	22
Verge d'or à feuilles de graminée	*Euthamia graminifolia*	-	10	22
Verge d'or du Canada	*Solidago canadensis*	NI	10	22
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	10	22
Vesce jargeau	*Vicia cracca*	NI	< 1	1

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V6**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH4 (marais)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable et gravier remanié (25 cm) reposant sur de l'argile
Épaisseur de matière organique :	4 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Non
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Banc d'emprunt
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Oui, alpiste roseau
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation		
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH4 (marais)	**No. de station :** V6

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : < 1 %**			
Saule discolore	*Salix discolor*	FACH	< 1	100
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,8 m** **Recouv. : 91 %**			
Alpiste roseau	*Phalaris arundinacea* var. *arundinacea*	FACH	5	5
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	15	17
Carex étoilé	*Carex echinata*	OBL	5	5
Jonc brévicaudé	*Juncus brevicaudatus*	OBL	1	1
Jonc épars	*Juncus effusus*	FACH	5	5
Poacées	*Poaceae sp.*	NI	10	11
Prêle des champs	*Equisetum arvense*	NI	5	5
Quenouille à feuilles larges	*Typha latifolia*	OBL	10	11
Scirpe	*Scirpus sp.*	-	15	17
Verge d'or à feuilles de graminée	*Euthamia graminifolia*	-	20	22

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V7**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH5 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH5 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station** : V7

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 5 m** **Recouv. : 16 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	15	88
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	6
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	< 1	6
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : 71 %**			
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	< 1	1
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	10	14
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	20	28
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	10	14
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	1
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	30	42
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,3 m** **Recouv. : < 1 %**			
Carex oligosperme	*Carex oligosperma*	OBL	< 1	100
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 95 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	15	16
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	80	84

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V8**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH5 (complexe – étang)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	Non mesuré
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Oui
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	Inondé
Perturbations :	Présence de castor
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation		
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH5 (complexe – étang)	**No. de station** : V8

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0 m** **Recouv. : 0 %**			

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire

No. de station :	**V9**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement mélangé)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre

Texture du sol :	Matière organique sur sable et gravier
Épaisseur de matière organique :	19 cm
Classe de drainage :	30
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement mélangé)	**No. de station : V9**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 12 m** **Recouv. : 33 %**			
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	1	3
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	20	61
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	10	30
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	2	6
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 1,7 m** **Recouv. : 37 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	1	3
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	3
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	15	38
Némopanthe mucroné	*Ilex mucronata*	FACH	15	38
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba* var. *latifolia*	NI	< 1	3
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	5	13
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	3
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : < 1 %**			
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	< 1	100
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 50 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	50	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire

No. de station :	**V10**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH11 (complexe – tourbière boisée)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre

Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	50
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Bassin d'irrigation (au sud-ouest)
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH11 (complexe – tourbière boisée)	**No. de station : V10**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 12 m** **Recouv. : 60 %**			
Épinette noire	Picea mariana	FACH	50	83
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	10	17
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 11 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	< 1	8
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	5	42
Némopanthe mucroné	*Ilex mucronata*	FACH	5	42
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	8
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : 2 %**			
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	1	50
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	1	50
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 50 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	75	75
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	25	25

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire

No. de station :	**V11**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH12 (complexe – marais)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre

Texture du sol :	Mélange de limon et de sable et gravier
Épaisseur de matière organique :	4 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	- Saturé d'eau dans les 30 premiers cm - Ligne de démarcation d'eau - Débris apportés par l'eau
Perturbations :	Ancien étang de castors
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH12 (complexe – marais)	**No. de station** : V11

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,8 m** **Recouv. : 65 %**			
Aster ponceau	*Symphyotrichum puniceum var. puniceum*	FACH	5	8
Bident penché	*Bidens cernua*	OBL	5	8
Carex étoilé	*Carex echinata*	OBL	< 1	1
Carex stipité	*Carex stipata*	FACH	5	8
Glycérie du Canada	*Glyceria canadensis*	OBL	< 1	1
Glycérie géante	*Glyceria grandis var. grandis*	OBL	10	15
Jonc épars	*Juncus effusus*	FACH	25	38
Scirpe à ceinture noire	*Scirpus atrocinctus*	OBL	2	3
Verge d'or à feuilles de graminée	*Euthamia graminifolia*	-	10	15
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	2	3

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V12**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH2 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	35 cm
Classe de drainage :	50
Profondeur de la nappe phréatique :	35 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation		
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH2 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station : V12**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 3,2 m** **Recouv. : 58 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	40	69
Framboisier rouge	*Rubus idaeus*	NI	< 1	2
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	5	8
Ronce des Alléghanys	*Rubus allegheniensis*	NI	2	3
Savoyane	*Coptis trifolia*	NI	1	2
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba* var. *latifolia*	NI	5	8
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	5	8
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 1 m** **Recouv. : 3 %**			
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	< 1	25
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	1	25
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	< 1	25
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	1	25
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 15 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	15	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V13**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH3 (marécage arbustif)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique (18 cm) sur sable
Épaisseur de matière organique :	18 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	25 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Saturé d'eau dans les 30 premiers cm
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH3 (marécage arbustif)	**No. de station** : V13

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 3,7 m** **Recouv. : 80 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	50	63
Cerisier de Virginie	*Prunus virginiana var. virginiana*	NI	10	13
Framboisier rouge	*Rubus idaeus*	NI	20	24
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,7 m** **Recouv. : 2 %**			
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	< 1	33
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	< 1	33
Dryoptère spinuleuse	*Dryopteris carthusiana*	NI	1	33

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V14**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (friche arbustive)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Loam sableux
Épaisseur de matière organique :	9 cm
Classe de drainage :	40
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (friche arbustive)	**No. de station :** V14

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 4,5 m** **Recouv. : < 1 %**			
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	< 1	33
Cerisier de Pennsylvanie	*Prunus pensylvanica*	NI	< 1	33
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	< 1	33
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 2,4 m** **Recouv. : 56 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	2	4
Cerisier de Pennsylvanie	*Prunus pensylvanica*	NI	10	18
Dièreville chèvrefeuille	*Diervilla lonicera*	NI	< 1	1
Érable à épis	*Acer spicatum*	NI	1	2
Framboisier rouge	*Rubus idaeus*	NI	15	25
Ronce des Alléghanys	*Rubus allegheniensis*	NI	1	2
Ronce pubescente	*Rubus pubescens*	FACH	1	2
Savoyane	*Coptis trifolia*	NI	1	2
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	25	44
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : 4 %**			
Clintonie boréale	*Clintonia borealis*	NI	1	20
Dryoptère spinuleuse	*Dryopteris carthusiana*	NI	1	20
Fougère-aigle	*Pteridium aquilinum*	NI	< 1	20
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	< 1	20
Osmonde de Clayton	*Claytosmunda claytoniana*	NI	1	20

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V15**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement résineux)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	14 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement résineux)	**No. de station : V15**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 14 m** **Recouv. : 55 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	5	9
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	50	91
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,7 m** **Recouv. : 68 %**			
Aulne crispé	*Alnus alnobetula subsp. crispa*	NI	< 1	1
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	5	7
Épinette noire	Picea mariana	FACH	1	1
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	45	66
Linnée boréale	*Linnaea borealis*	NI	15	22
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	2	3
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : < 1 %**			
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	< 1	100
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 30 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	30	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V16**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement résineux)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	7 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement résineux)	**No. de station : V16**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 13 m** **Recouv. : 35 %**			
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	< 1	3
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	35	97
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,5 m** **Recouv. : 53 %**			
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	25	45
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	< 1	2
Comptonie voyageuse	*Comptonia peregrina*	NI	2	4
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	25	45
Linnée boréale	*Linnaea borealis*	NI	< 1	2
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	2
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : 2 %**			
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	1	50
Trientale boréale	*Trientale boréale*	NI	1	50
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 100 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	90	90
Polytric	*Polytrichum sp.*	-	10	10

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V17**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH6 (complexe – marécage arbustif)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique (22 cm) sur sable
Épaisseur de matière organique :	22 cm
Classe de drainage :	40
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent et fossé
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Fossé
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Cas complexe – sol rouge texture sableuse**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH6 (complexe – marécage arbustif)	**No. de station : V17**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 13 m** **Recouv. : 10 %**			
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	9
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	10	91
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : 98 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	< 1	1
Aronie à fruits noirs	*Aronia melanocarpa*	FACH	1	1
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	10	10
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	1	1
Kalmia à feuilles d'androsème	*Kalmia polifolia*	OBL	< 1	1
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	5	5
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	1
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	80	79
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	1
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 15 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	15	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V18**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 à 20 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Saturé d'eau dans les 30 premiers cm
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station : V18**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 7 m** **Recouv. : < 1 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	33
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	33
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	< 1	33
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 97 %**			
Andromède glauque	*Andromeda polifolia var. latifolia*	OBL	1	1
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	< 1	1
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	65	66
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	5	5
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	1
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	25	26
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 100 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	10	10
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	90	90

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V19**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation		
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station : V19**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 5 m** **Recouv. : 10 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	10	100
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 58 %**			
Andromède glauque	*Andromeda polifolia var. latifolia*	OBL	< 1	2
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	1	2
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	10	17
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	25	42
Kalmia à feuilles d'androsème	*Kalmia polifolia*	OBL	< 1	2
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	5	8
Petit thé	*Gaultheria hispidula*	NI	1	2
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	15	25
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : 4 %**			
Carex oligosperme	*Carex oligosperma*	OBL	2	40
Carex pauciflore	*Carex pauciflora*	OBL	2	40
Sarracénie pourpre	*Sarracenia purpurea*	OBL	< 1	20
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 100 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	100	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V20**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	10 à 20 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Saturé d'eau dans les 30 premiers cm
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station** : V20

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,5 m Recouv. : 36 %**			
Andromède glauque	*Andromeda polifolia var. latifolia*	OBL	1	3
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	1	3
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	25	68
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	7	19
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	2	5
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	< 1	2
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,4 m Recouv. : 2 %**			
Carex oligosperme	*Carex oligosperma*	OBL	< 1	33
Linaigrette	*Eriophorum sp.*	OBL	1	33
Sarracénie pourpre	*Sarracenia purpurea*	OBL	< 1	33
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m Recouv. : 100 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	100	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V21**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Oui, mare d'eau
Lien hydrologique :	Oui, mare d'eau
Indicateurs hydrologiques :	Saturé d'eau dans les 30 premiers cm
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH6 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station** : V21

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,2 m Recouv. : 12 %**			
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	1	7
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	10	72
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	7
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	< 1	7
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	7
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,4 m Recouv. : 3 %**			
Carex oligosperme	*Carex oligosperma*	OBL	< 1	20
Droséra à feuilles rondes	*Drosera rotundifolia*	OBL	< 1	20
Linaigrette	*Eriophorum sp.*	OBL	1	20
Rhynchospore blanc	*Rhynchospora alba*	OBL	1	20
Sarracénie pourpre	*Sarracenia purpurea*	OBL	< 1	20
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m Recouv. : 100 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	100	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V22**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement résineux)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	9 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement résineux)	**No. de station : V22**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 16 m** **Recouv. : 50 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	15	30
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	35	70
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,7 m** **Recouv. : 32 %**			
Aulne crispé	*Alnus alnobetula subsp. crispa*	NI	< 1	3
Cerisier de Pennsylvanie	*Prunus pensylvanica*	NI	< 1	3
Épinette noire	Picea mariana	FACH	5	15
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	25	76
Linnée boréale	*Linnaea borealis*	NI	1	3
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 1 m** **Recouv. : 5 %**			
Fougère-aigle	*Pteridium aquilinum*	NI	3	60
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	2	40
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 70 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	70	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V23**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH10 (complexe – tourbière boisée)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	50
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH10 (complexe – tourbière boisée)	**No. de station :** V23

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 13 m** **Recouv. : 62 %**			
Épinette noire	Picea mariana	FACH	60	97
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	2	3
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,6 m** **Recouv. : 8 %**			
Bleuet à feuilles étroites	Vaccinium angustifolium	NI	< 1	10
Épinette noire	Picea mariana	FACH	5	50
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	2	20
Petit thé	*Gaultheria hispidula*	NI	< 1	10
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	< 1	10
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,3 m** **Recouv. : < 1 %**			
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	< 1	100
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 100 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	10	10
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	90	90

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V24**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH7 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau permanent
Indicateurs hydrologiques :	Saturé d'eau dans les 30 premiers cm
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation				
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH7 (complexe – tourbière ouverte)		**No. de station : V24**	
Nom français	**Nom latin**	**Statut hydrique**	**Recouv. absolu (%)**	**Recouv. relatif (%)**
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 4,5 m** **Recouv. : < 1 %**			
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	100
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : 12 %**			
Andromède glauque	*Andromeda polifolia var. latifolia*	OBL	1	8
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	< 1	6
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	10	68
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	6
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	< 1	6
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	< 1	6
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,5 m** **Recouv. : 6 %**			
Carex oligosperme	*Carex oligosperma*	OBL	5	72
Linaigrette	*Eriophorum sp.*	OBL	< 1	14
Sarracénie pourpre	*Sarracenia purpurea*	OBL	< 1	14
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 100 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	100	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V25**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH9 (marais et bandes de marécages arbustifs)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable
Épaisseur de matière organique :	5 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Non
Indicateurs hydrologiques :	Saturé d'eau dans les 30 premiers cm
Perturbations :	Ancien banc d'emprunt
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Oui, quiscale rouilleux
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH9 (marais et bandes de marécages arbustifs)	**No. de station :** V25

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 6 m** **Recouv. : 10 %**			
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	5	50
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	5	50
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 1 m** **Recouv. : 8 %**			
Aulne crispé	*Alnus alnobetula subsp. crispa*	NI	3	30
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	< 1	10
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	2	20
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	2	20
Saule discolore	*Salix discolor*	FACH	< 1	10
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba var. latifolia*	NI	< 1	10
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 62 %**			
Aster ponceau	*Symphyotrichum puniceum* var. *puniceum*	FACH	< 1	1
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	< 1	1
Lycope d'Amérique	*Lycopus americanus*	OBL	< 1	1
Trichophore des alpes	*Trichophorum alpinum*	OBL	60	94
Verge d'or à feuilles de graminée	*Euthamia graminifolia*	-	1	2
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	< 1	1

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V26**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH12 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent
Indicateurs hydrologiques :	Lignes de démarcation d'eau
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH12 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station : V26**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 13 m** **Recouv. : 20 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	10	50
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	10	50
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 1,6 m** **Recouv. : 44 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	20	46
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	1	2
Cassandre caliculé	*Chamaedaphne calyculata*	OBL	1	2
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	1	2
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	10	24
Myrique baumier	*Myrica gale*	OBL	1	2
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	5	11
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	5	11
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,3 m** **Recouv. : < 1 %**			
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	< 1	100
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 80 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	50	62
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	30	38

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V27**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH8 (complexe – étang)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique (15 cm) sur sable
Épaisseur de matière organique :	15 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Oui
Lien hydrologique :	Oui, étang
Indicateurs hydrologiques :	Inondé
Perturbations :	Présence de castors
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH8 (complexe – étang)	**No. de station** : V27

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,8 m** **Recouv. : 3 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	< 1	20
Peuplier baumier	*Populus balsamifera*	FACH	< 1	20
Saule brillant	*Salix lucida*	FACH	< 1	20
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba var. latifolia*	NI	2	40
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,3 m** **Recouv. : 3 %**			
Athyrie fougère-femelle	*Athyrium filix-femina*	NI	< 1	25
Eupatoire maculée	*Eutrochium maculatum*	FACH	< 1	25
Lycope d'Amérique	*Lycopus americanus*	OBL	1	25
Verge d'or du Canada	*Solidago canadensis var. canadensis*	NI	1	25

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V28**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement résineux)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	10 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement résineux)	**No. de station : V28**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 6,5 m Recouv. : 30 %**			
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	30	100
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m Recouv. : 80 %**			
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	60	75
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	10	12
Thé des bois	*Gaultheria procumbens*	NI	10	12
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	1
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m Recouv. : 80 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	80	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V29**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (friche arbustive)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	3 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Emprise de ligne de transport d'énergie (débroussaillage)
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation		
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (friche arbustive)	**No. de station :** V29

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 46 %**			
Aulne crispé	*Alnus alnobetula subsp. crispa*	NI	< 1	2
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	15	31
Comptonie voyageuse	*Comptonia peregrina*	NI	30	61
Pin gris	Pinus banksiana	NI	< 1	2
Saule discolore	*Salix discolor*	FACH	< 1	2
Spirée à larges feuilles	*Spiraea alba var. latifolia*	NI	< 1	2
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 45 %**			
Lycopode en éventail	*Diphasiastrum digitatum*	NI	1	2
Poacées	*Poaceae sp.*	NI	40	89
Verge d'or à feuilles de graminée	*Euthamia graminifolia*	-	1	2
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	3	7

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V30**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement résineux)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	7 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement résineux)	**No. de station : V30**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 15 m** **Recouv. : 28 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	3
Épinette blanche	*Picea glauca*	NI	< 1	3
Pin gris	*Pinus banksiana*	NI	27	91
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	< 1	3
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 36 %**			
Bleuet à feuilles étroites	*Vaccinium angustifolium*	NI	20	53
Comptonie voyageuse	*Comptonia peregrina*	NI	< 1	3
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	10	25
Saule discolore	*Salix discolor*	FACH	< 1	3
Thé des bois	*Gaultheria procumbens*	NI	5	13
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	< 1	3
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : 6 %**			
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	1	17
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	5	83
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 40 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	40	100

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V31**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (peuplement résineux)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable
Épaisseur de matière organique :	10 cm
Classe de drainage :	40
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (peuplement résineux)	**No. de station : V31**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 14 m** **Recouv. : 17 %**			
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	2	12
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	8	47
Épinette blanche	*Picea glauca*	NI	5	29
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	2	12
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 2 m** **Recouv. : 39 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	1	3
Kalmia à feuilles étroites	*Kalmia angustifolia*	NI	20	50
Némopanthe mucroné	*Ilex mucronata*	FACH	10	25
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	1	3
Savoyane	*Coptis trifolia*	NI	3	8
Sorbier d'Amérique	*Sorbus americana*	NI	1	3
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	1	3
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	2	5
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : 6 %**			
Aralie à tige nue	*Aralia nudicaulis*	NI	2	25
Aster acuminé	*Oclemena acuminata*	NI	< 1	12
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	< 1	12
Clintonie boréale	*Clintonia borealis*	NI	< 1	12
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	1	14
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	2	25
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 16 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	15	94
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	1	6

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire

No. de station :	**V32**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH16 (marécage arborescent)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre

Texture du sol :	Matière organique (18 cm) sur sable
Épaisseur de matière organique :	18 cm
Classe de drainage :	50
Profondeur de la nappe phréatique :	25 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	- Saturé d'eau dans les 30 premiers cm - Racines d'arbres et d'arbustes hors du sol - Ligne de mousses sur les troncs - Souches hypertrophiées
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu humide MH16 (marécage arborescent)	**No. de station : V32**

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 14 m** **Recouv. : 33 %**			
Bouleau à papier	*Betula papyrifera*	NI	2	6
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	20	61
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	1	3
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	10	30
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,5 m** **Recouv. : 26 %**			
If du Canada	*Taxus canadensis*	NI	1	4
Linnée boréale	*Linnaea borealis*	NI	< 1	4
Némopanthe mucroné	*Ilex mucronata*	FACH	10	40
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	10	40
Savoyane	*Coptis trifolia*	NI	1	4
Sorbier d'Amérique	*Sorbus americana*	NI	< 1	4
Viorne cassinoïde	*Viburnum nudum var. cassinoides*	FACH	1	4
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,2 m** **Recouv. : 3 %**			
Aralie à tige nue	*Aralia nudicaulis*	NI	1	15
Carex trisperme	*Carex trisperma*	OBL	1	15
Clintonie boréale	*Clintonia borealis*	NI	< 1	14
Dryoptère spinuleuse	*Dryopteris carthusiana*	NI	< 1	14
Maïanthème du Canada	*Maianthemum canadense*	NI	< 1	14
Phégoptère du hêtre	*Phegopteris connectilis*	NI	< 1	14
Quatre-temps	*Cornus canadensis*	NI	< 1	14
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 60 %**			
Hypne de Schreber	*Pleurozium schreberi*	-	10	17
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	50	83

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V33**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Littoral du cours d'eau CE12

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Mélange de sable et de limon
Épaisseur de matière organique :	0 à 3 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 à 20 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent
Indicateurs hydrologiques :	- Saturés d'eau dans les 30 premiers cm - Lignes de démarcation d'eau - Débris apportés par l'eau
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Littoral du cours d'eau CE12	**No. de station :** V33

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 5 m** **Recouv. : 7 %**			
Érable à épis	*Acer spicatum*	NI	2	29
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	5	71
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 2 m** **Recouv. : 44 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	20	45
If du Canada	*Taxus canadensis*	NI	1	2
Noisetier à long bec	*Corylus cornuta subsp. cornuta*	NI	20	45
Ronce pubescente	*Rubus pubescens*	FACH	2	6
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	1	2
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,4 m** **Recouv. : 2 %**			
Dryoptère spinuleuse	*Dryopteris carthusiana*	NI	1	33
Gymnocarpe fougère-du-chêne	*Gymnocarpium dryopteris*	NI	< 1	33
Phégoptère du hêtre	*Phegopteris connectilis*	NI	< 1	33

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V34**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Littoral du cours d'eau CE10

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Limon
Épaisseur de matière organique :	3 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 à 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent
Indicateurs hydrologiques :	- Saturés d'eau dans les 30 premiers cm - Lignes de démarcation d'eau - Débris apportés par l'eau
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Littoral du cours d'eau CE10	**No. de station** : V34

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 6 m** **Recouv. : 11 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	10	91
Sapin baumier	*Abies balsamea*	NI	1	9
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 1,9 m** **Recouv. : 22 %**			
Aulne rugueux	*Alnus incana subsp. rugosa*	FACH	20	91
Érable à épis	*Acer spicatum*	NI	1	5
Ronce pubescente	*Rubus pubescens*	FACH	< 1	4
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 1 m** **Recouv. : 61 %**			
Aster ponceau	*Symphyotrichum puniceum var. puniceum*	FACH	< 1	1
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	< 1	1
Dryoptère spinuleuse	*Dryopteris carthusiana*	NI	< 1	1
Glycérie striée	*Glyceria striata*	OBL	60	96
Prêle des bois	*Equisetum sylvaticum*	FACH	< 1	1

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V35**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (friche herbacée)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Loam limoneux
Épaisseur de matière organique :	4 cm
Classe de drainage :	30
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Aucun
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**

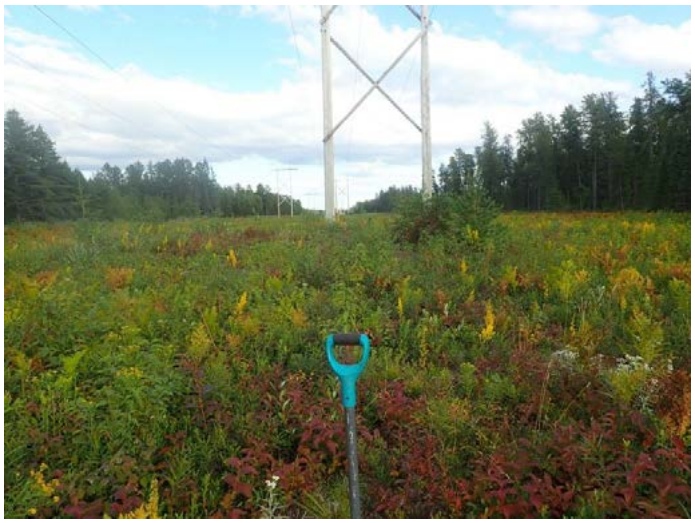
Relevés de végétation		
Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu :** Milieu terrestre (friche herbacée)	**No. de station :** V35

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 1 m** **Recouv. : 5 %**			
Framboisier rouge	*Rubus idaeus*	NI	5	100
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 0,7 m** **Recouv. : 100 %**			
Calamagrostide du Canada	*Calamagrostis canadensis*	FACH	5	5
Épervière orangée	*Pilosella aurantiaca*	NI	40	40
Épilobe à feuilles étroites	*Chamaenerion angustifolium subsp. angustifolium*	NI	5	5
Pissenlit officinal	*Taraxacum officinale*	NI	< 1	1
Poacées	*Poaceae sp.*	NI	25	25
Verge d'or à feuilles de graminée	*Euthamia graminifolia*	-	< 1	1
Verge d'or du Canada	*Solidago canadensis*	NI	10	10
Verge d'or rugueuse	*Solidago rugosa*	NI	10	10
Vesce jargeau	*Vicia cracca*	NI	4	4

Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V36 (idem à V29)**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu terrestre (friche arbustive)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Sable grossier
Épaisseur de matière organique :	5 cm
Classe de drainage :	20
Profondeur de la nappe phréatique :	+ de 30 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Aucun
Indicateurs hydrologiques :	Aucun
Perturbations :	Emprise de ligne de transport d'énergie (débroussaillage)
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Non**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Non**
Présence de sols hydromorphes :	**Non**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Non**



Fiche descriptive des milieux humides et des milieux terrestres

Identification de la station d'inventaire	
No. de station :	**V37**
Secteur :	RSI Environnement
Type de milieu :	Milieu humide MH19 (complexe – tourbière ouverte)

Caractéristiques du milieu humide ou du milieu terrestre	
Texture du sol :	Matière organique
Épaisseur de matière organique :	+ de 30 cm
Classe de drainage :	60
Profondeur de la nappe phréatique :	0 cm
Eau libre de surface :	Non
Lien hydrologique :	Oui, cours d'eau intermittent
Indicateurs hydrologiques :	- Saturés d'eau dans les 30 premiers cm - Odeur de soufre
Perturbations :	Aucune
Espèce floristique en situation précaire :	Non
Espèce faunique en situation précaire :	Non
Espèce floristique exotique envahissante :	Non
Végétation typique des milieux humides :	**Oui**
Test d'indicateurs hydrologiques positif :	**Oui**
Présence de sols hydromorphes :	**Oui**
Cette station est-elle un milieu humide ?	**Oui**

Relevés de végétation

Secteur : RSI Environnement	**Type de milieu** : Milieu humide MH19 (complexe – tourbière ouverte)	**No. de station** : V37

Nom français	Nom latin	Statut hydrique	Recouv. absolu (%)	Recouv. relatif (%)
Strate arborescente > 4 m (11,28 m de rayon)	**Hauteur : 6 m** **Recouv. : < 1 %**			
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	< 1	100
Strate arbustive < 4 m (5,64 m de rayon)	**Hauteur : 0,7 m** **Recouv. : 3 %**			
Andromède glauque	*Andromeda polifolia var. latifolia*	OBL	1	20
Canneberge commune	*Vaccinium oxycoccos*	OBL	< 1	20
Épinette noire	*Picea mariana*	FACH	1	20
Mélèze laricin	*Larix laricina*	FACH	< 1	20
Thé du Labrador	*Rhododendron groenlandicum*	OBL	< 1	20
Strate herbacée (quadrat de 5 m x 5 m)	**Hauteur : 1 m** **Recouv. : 27 %**			
Carex oligosperme	*Carex oligosperma*	OBL	20	72
Platanthère claviforme	*Platanthera clavellata*	FACH	< 1	3
Rhynchospore blanc	*Rhynchospora alba*	OBL	3	11
Sarracénie pourpre	*Sarracenia purpurea*	OBL	< 1	3
Trèfle d'eau	*Menyanthes trifoliata*	OBL	3	11
Strate muscinale (quadrat de 1 m x 1 m)	**Hauteur : 0,02 m** **Recouv. : 25 %**			
Sphaigne	*Sphagnum sp.*	FACH	25	100

Annexe 2

Demandes d'informations floristiques et fauniques

Ministère
de l'Environnement
et de la Lutte contre
les changements
climatiques
Québec

Direction régionale de l'analyse et de
l'expertise du Saguenay—Lac-Saint-Jean

Saguenay, le 12 février 2020

Monsieur Stéphane Bernard, ing. f. M. ATDR
Groupe Conseil Nutshimit-Nippour
110, rue Racine Est, Bureau 310
Chicoutimi (Québec) G7H 1R1

N/Réf. : 7930-02-01-0000080

Objet : **Demande d'information au CDPNQ (espèces floristiques) –** Caractérisation biophysique, RSI Environnement à Saint-Ambroise

Monsieur,

La présente donne suite à votre demande d'information reçue par courriel le 10 février 2020 concernant l'objet en titre.

Le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) est un outil servant à colliger, analyser et diffuser l'information sur les espèces menacées. Les données provenant de différentes sources (spécimens d'herbiers et de musées, littérature scientifique, inventaires récents, etc.) sont intégrées graduellement, et ce, depuis 1988. Une partie des données existantes n'est toujours pas incorporée au centre si bien que l'information fournie peut s'avérer incomplète. Une revue des données à être incorporées au centre et des recherches sur le terrain s'avèrent essentielles pour obtenir un portrait général des espèces menacées du territoire à l'étude. De plus, la banque de données ne fait pas de distinction entre les portions de territoires reconnues comme étant dépourvues de telles espèces et celles non inventoriées. Pour ces raisons, l'avis du CDPNQ concernant la présence, l'absence ou l'état des espèces menacées d'un territoire particulier n'est jamais définitif et ne doit pas être considéré comme un substitut aux inventaires de terrain requis dans le cadre des évaluations environnementales.

3950, boul. Harvey (4e étage)
Jonquière (Québec) G7X 8L6
Téléphone : (418) 695-7883
Télécopieur (418) 695-8822
Internet: http://www.mddefp.gouv.qc.ca

Ce papier contient 20% de fibres recyclées de postconsommation.

Suite à la consultation des informations du centre, nous vous avisons de l'absence, pour le secteur visé par votre projet, de mentions de plantes menacées, vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées.

Notez cependant que toutes les espèces à statuts particuliers ayant son aire de distribution dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean peuvent se retrouver dans votre zone d'étude si l'habitat propice s'y trouve. Vous devez donc, préalablement à votre inventaire évaluer la présence d'habitat potentiel pour les espèces à risque. Si, après analyse des différentes données à votre disposition, un habitat où vous êtes susceptible d'inventorier une espèce à statut dans la liste fournie en pièce jointe se trouve dans votre zone d'étude, vous devrez faire un effort d'inventaire suffisant dans cet habitat pour déterminer s'il y a présence d'espèce à risque ou non.

Pour déterminer le type d'habitat où vous êtes susceptible d'inventorier les espèces ayant un statut veuillez consulter le site internet du ministère au lien suivant: http://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/publications.htm.
D'autres documents se retrouvent sur le site du CDPNQ : http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/publication.htm.

Afin de faire du CDPNQ l'outil le plus complet possible, il nous serait utile de recevoir vos données relatives aux espèces menacées issues d'inventaires reliés à ce projet. Veuillez noter que les données pour les nouvelles occurrences nous intéressent particulièrement mais que les mises à jour d'occurrences déjà connues sont toutes aussi importantes.

En vous remerciant de l'intérêt que vous portez au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, nous demeurons à votre disposition pour répondre à vos questions au (418) 695-7883, poste 379.

Veuillez accepter, Monsieur, nos salutations distinguées.

Véronique Tremblay

/VT

Véronique Tremblay, biol. M. Sc.
Secteurs agricole, hydrique et naturel

p.j. Liste des espèces pour la région administrative du Saguenay-Lac-Saint-Jean

2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 29

Nom latin Nom commun Statut canadien Cosepac / Lep	Rangs de priorité G	N	S	Statut	Total Requête	Nombre d'occurrences dans votre sélection A	B	C	D	X	H	F	E	I	Autres*	Nombre au Québec**
Calypso bulbosa var. americana calypso d'Amérique X (Aucun) / X (Aucun)	G5T5?	N5	S3	Susceptible	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	93
FLORE																
Cephaloziella uncinata céphalozielle à crochets X (Aucun) / X (Aucun)	G2G4	N2N3	S1	Susceptible	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Corallorhiza striata var. striata corallorhize striée X (Aucun) / X (Aucun)	G5T5	N5	S2	Susceptible	4	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	11
Cynodontium schisti cynodonte arctique X (Aucun) / X (Aucun)	G3G5	N3N4	S1	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Cyperus houghtonii souchet de Houghton X (Aucun) / X (Aucun)	G4?	N3	S2	Susceptible	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Cypripedium reginae cypripède royal X (Aucun) / X (Aucun)	G4	N4	S3	Susceptible	9	0	0	4	1	0	4	0	0	0	0	67
Dicranodontium denudatum dicranodonte effeuillé X (Aucun) / X (Aucun)	G4G5	N4	S1	Susceptible	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Diplophyllum obtusatum fausse-scapanie obtuse	G2?	N1N2	S1	Susceptible	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2

2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 29

Nom latin Nom commun Statut canadien Cosepac / Lep	Rangs de priorité G	N	S	Statut	Total Requête	Nombre d'occurrences dans votre sélection A	B	C	D	X	H	F	E	I	Autres*	Nombre au Québec**
X (Aucun) / X (Aucun)																
Drosera linearis droséra à feuilles linéaires X (Aucun) / X (Aucun)	G4	N4	S3	Susceptible	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Galearis rotundifolia orchis à feuille ronde X (Aucun) / X (Aucun)	G5	N5	S3	Susceptible	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59
Galium brevipes gaillet à pédicelles courts X (Aucun) / X (Aucun)	G4?	N3?	S1	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Gymnocarpium continentale gymnocarpe frêle X (Aucun) / X (Aucun)	G4	N4	S3	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Hackelia deflexa subsp. americana hackélia d'Amérique X (Aucun) / X (Aucun)	G5T5	N5	S3	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
Hieracium robinsonii épervière de Robinson X (Aucun) / X (Aucun)	G3	N2N3	S3	Susceptible	5	0	0	2	0	0	2	1	0	0	0	12
Hudsonia tomentosa hudsonie tomenteuse X (Aucun) / X (Aucun)	G5	N4N5	S4	Susceptible	23	1	2	4	5	1	10	0	0	0	0	46
Isoetes tuckermanii	G4G5	N4N5	S3	Susceptible	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0

2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 29

Nom latin Nom commun Statut canadien Cosepac / Lep	Rangs de priorité G	N	S	Statut	Total Requête	Nombre d'occurrences dans votre sélection A	B	C	D	X	H	F	E	I	Autres*	Nombre au Québec**
isoète de Tuckerman X (Aucun) / X (Aucun)																
Juncus greenei jonc de Greene X (Aucun) / X (Aucun)	G5	NNR	S2	Susceptible	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
Leucophysalis grandiflora coqueret à grandes fleurs X (Aucun) / X (Aucun)	G4?	N3?	SU	Susceptible	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3
Lobelia spicata lobélie à épi X (Aucun) / X (Aucun)	G5	N5?	S1	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Neottia bifolia listère du Sud X (Aucun) / X (Aucun)	G4	N2	S2	Menacée	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	34
Packera indecora séneçon sans rayons X (Aucun) / X (Aucun)	G5	N5	S3	Susceptible	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Physostegia virginiana subsp. virginiana physostégie de Virginie X (Aucun) / X (Aucun)	G5T5	NNR	S2	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
Pohlia melanodon pohlie à dents noires X (Aucun) / X (Aucun)	G4?	N2N3	S1	Susceptible	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3

2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 29

Nom latin Nom commun Statut canadien Cosepac / Lep	Rangs de priorité G	N	S	Statut	Total Requête	Nombre d'occurrences dans votre sélection A	B	C	D	X	H	F	E	I	Autres*	Nombre au Québec**
Prunus pumila var. susquehanae cerisier de la Susquehanna X (Aucun) / X (Aucun)	G5T4	NNR	S2	Susceptible	7	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	7
Seligeria diversifolia séligérie à feuilles variées X (Aucun) / X (Aucun)	G3G5	N2	S1	Susceptible	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Sphagnum rubiginosum sphaigne panachée X (Aucun) / X (Aucun)	GNR	NNR	S1	Susceptible	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Symphyotrichum anticostense aster d'Anticosti M (Menacée) / M (Menacée)	G3	N3	S3	Menacée	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Tetrodontium ovatum quadrident ovale X (Aucun) / X (Aucun)	GNR	N1	S1	Susceptible	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Trichophorum clintonii trichophore de Clinton X (Aucun) / X (Aucun)	G4	NNR	S3	Susceptible	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14
				Totaux:	84	4	11	14	13	3	38	1	0	0	0	

* Cette colonne compile les occurrences introduites, réintroduites et/ou restaurées pour chaque espèce suivie au CDPNQ.

** Les occurrences de qualités F, H, X ou compilées dans la colonne «Autres» ne sont pas comptabilisées dans ce nombre.

Signification des termes et symboles utilisés

Rang de priorité : Rang décroissant de priorité pour la conservation (de 1 à 5), déterminé selon trois échelles : G (GRANKe; l'aire de répartition totale) N (NRANKe; le pays) et S (SRANKe; la province ou l'État) en tenant compte principalement de la fréquence et de l'abondance de l'élément. Seuls les rangs 1 à 3 traduisent un certain degré de précarité. Dans certains cas, les rangs numériques sont remplacés ou nuancés par les cotes suivantes : B : population animale reproductrice (breeding); H : historique, non observé au cours des 20 dernières années (sud du Québec) ou des 40 dernières années (nord du Québec); M : population animale migratrice; N : population animale non reproductrice; NA : présence accidentelle / exotique / hybride / présence potentielle / présence rapportée mais non caractérisée / présence rapportée mais douteuse / présence signalée par erreur / synonymie de la nomenclature / existant, sans occurrence répertoriée; NR : rang non attribué; Q : statut taxinomique douteux; T : taxon infra-spécifique ou population isolée; U : rang impossible à déterminer; X : éteint ou extirpé; ? : indique une incertitude

Qualité des occurrences : A : excellente; B : bonne; C : passable; D : faible; E : à caractériser; F : non retrouvée; H : historique; X : disparue; I : introduite

Précision des occurrences : S : 150 m de rayon; M : 1,5 km de rayon; G : 8 km de rayon; U : > 8 km de rayon

Indice de biodiversité : 1: Exceptionnel; 2: Très élevé; 3: Élevé; 4: Modéré; 5: Marginal; 6: Indéterminé (pour plus de détails, voir à la page suivante)

Acronymes des herbiers : BL : MARCEL BLONDEAU; BM : Natural history museum; CAN : Musées nationaux; CCO : Université de Carleton; DAO : Agriculture Canada; DS : California academy of sciences; F : Field museum of natural history; GH : Gray; GR : Christian Grenier; ILL : University of Illinois; JEPS : Jepson herbarium; K : kew; LG : Université de Liège; MI : Université du Michigan; MO : Missouri; MT : MLCP (fusionné à MT); MT : Marie-Victorin; MTMG : Université McGill; NB : University of New Brunswick; NY : New York; OSC : Oregon state university; PM : Pierre Morisset; QFA : Louis-Marie; QFB-E : Forêts Canada; QFS : Université Laval; QK : Fowler; QSF : SCF; QUE : Québec; SFS : Rolland-Germain; TRTE : Toronto; UC : University of California; UQTA : Université du Québec; US : Smithsonian; V : Royal British Columbia museum; WAT : Waterloo university; WS : Washington state

CRITÈRES POUR L'ATTRIBUTION D'UN INDICE DE BIODIVERSITÉ À UNE OCCURRENCE

(adapté de The Nature Conservancy 1994 et 1996)

Indice	Sous-indice	Critères
B1	.01	Unique occurrence au monde d'un élément G1
	.02	Unique occurrence au Québec d'un élément G1
	.03	Unique occurrence au Québec d'un élément G2
	.04	Unique occurrence au Québec d'un élément G3
	.05	Occurrence d'excellente qualité d'un élément G1
	.07	Unique occurrence viable au Québec d'un élément S1
B2	.01	Occurrence autre que d'excellente qualité d'un élément G1
	.02	Occurrence d'excellente à bonne qualité d'un élément G2
	.03	Occurrence d'excellente qualité d'un élément G3
	.04	Occurrence d'excellente qualité d'un élément S1
B3	.01	Occurrence de qualité passable d'un élément G2
	.02	Occurrence de bonne qualité d'un élément G3
	.03	Occurrence de bonne qualité d'un élément S1
	.05	Occurrence d'excellente qualité d'une espèce S2 ou d'excellente qualité de toute communauté naturelle
	.11	Occurrence de bonne qualité d'un élément S2
B4	.01	Occurrence de qualité passable d'un élément G3
	.02	Occurrence de qualité passable d'un élément S1
	.03	Occurrence d'excellente qualité d'un élément S3
	.05	Occurrence de bonne qualité de toute communauté naturelle S3, S4 ou S5
	.07	Occurrence de bonne qualité d'un élément S3
B5	.01	Occurrence de qualité passable d'un élément S2
	.03	Occurrence de qualité passable d'un élément S3
	.04	Occurrence parmi les cas suivants : qualité faible, historique, présence contrôlée (existant)

Indice de biodiversité

L'indice de biodiversité est évalué pour les éléments les plus importants de la diversité biologique selon les critères indiqués dans le tableau. Pour fins de calcul, les rangs de priorité des sous-espèces et variétés (rangs T associés au rangs G) ainsi que ceux des populations (rangs T associés au rangs S) sont assimilés aux rangs de base (G ou S). L'indice met l'emphase sur le ou les éléments les plus rares. De même, une plus grande importance est accordée aux rangs de priorité à l'échelle globale. Seules les occurrences relativement précises (niveau de précision supérieur à 1,5 km) sont considérées.
Les occurrences de valeur indéterminée (E) ou historique (F et H) ont un poids très faible sur le plan de la conservation du territoire visé. Cependant, elles sont prioritaires sur le plan de l'acquisition de connaissances.

Intérêt pour la conservation

Les occurrences avec un indice de biodiversité de B1 à B3 sont considérées comme d'intérêt le plus significatif pour la conservation.

Références

The Nature Conservancy, 1994. The Nature Conservancy, Conservation Science Division, in association with the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centers. 1992. Biological and Conservation Data System (Supplement 2+, released March, 1994). Arlington, Virginia.

The Nature Conservancy, 1996. The Nature Conservancy Conservation Systems Department. Element Rank Rounding and Sequencing. Arlington, Virginia.

Ministère des Forêts,
de la Faune
et des Parcs
Québec

Direction de la gestion de la faune du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Saguenay, le 12 mars 2020

Monsieur Stéphane Bernard
Groupe Conseil Nutshimit-Nippour
310-110, rue Racine Est
Chicoutimi (Québec) G7H 1R1

N/Réf. : A311.003 (GMC2020312-)

Objet : Requête concernant la présence d'espèces fauniques menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées ou rares pour le secteur de l'usine de RSI Environnement à Saint-Ambroise

Monsieur,

La présente fait suite à votre demande d'information du 10 février, adressée au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) - volet faune, concernant l'objet en titre.

Le CDPNQ collige, analyse et diffuse l'information disponible sur les éléments prioritaires de la biodiversité. Pour les espèces fauniques, le traitement est assuré par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), alors que pour les espèces floristiques, la responsabilité incombe au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Depuis 1988, les données provenant de différentes sources (spécimens d'herbiers et de musées, littérature scientifique, inventaires récents, etc.) sont intégrées continuellement au système de gestion de données. Les informations consignées reflètent l'état des connaissances actuelles. Ainsi, certaines portions du territoire sont méconnues et une partie des données existantes peut ne pas encore être intégrée au système, présenter des lacunes quant à la précision géographique ou encore, avoir besoin d'être actualisée ou davantage documentée. Par conséquent, l'avis émis par le CDPNQ concernant un territoire particulier ne doit pas être considéré comme étant définitif et un substitut aux inventaires requis. Afin de faire du CDPNQ l'outil le plus complet possible, il nous serait utile de recevoir vos données relatives aux espèces en situation précaire.

Après vérification, nous vous avisons de la présence, au CDPNQ, d'espèces fauniques en situation précaire (menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées) pour le territoire que vous avez identifié ou à proximité de celui-ci. Vous trouverez l'information demandée dans les documents joints.

La couche numérique d'information correspond aux occurrences polygonales des espèces relevées. L'information associée provient d'une base de données en format Access. Si vous avez des difficultés à ouvrir ces documents, veuillez nous en informer.

3950, boulevard Harvey, 3e étage
Jonquière (Québec) G7X 8L6
Téléphone : 418 695-8125
Télécopieur : 418 695-8133
Courriel : sophie.hardy@mffp.gouv.qc.ca
Internet : www.mffp.gouv.qc.ca

…2

Ces données sont confidentielles et transmises seulement à des fins de recherche, de conservation et de gestion du territoire. Afin de mieux protéger les espèces en cause, nous exigeons que ces informations ne soient pas divulguées à un tiers et qu'elles soient employées seulement dans le contexte de la présente demande.

Veuillez prendre note que la signification des codes utilisés tels que les cotes de qualité, la précision ou le rang de priorité est présentée dans l'annexe accompagnant cette lettre et reproduite à la dernière page du rapport CDPNQ. Les répondants du CDPNQ peuvent vous accompagner pour la compréhension des aspects méthodologiques.

Pour faire mention des documents fournis, nous suggérons la formulation suivante :

> Citation générale :
> Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. Mois, année. *Extractions du système de données pour le territoire de* ….Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), Québec.
>
> Citation d'un rapport en particulier :
> Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. Mois, année. *Titre du rapport*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), Québec. [nb] pages.

Pour une donnée en particulier, l'auteur doit être cité et son autorisation accordée avant diffusion dans une publication.

En espérant ces renseignements satisfaisants et utiles à vos besoins, nous vous remercions de l'intérêt porté à l'égard du CDPNQ et demeurons disponibles pour répondre à vos questions. Pour un complément d'information, nous vous invitons à visiter le **site Web du CDPNQ** : www.cdpnq.gouv.qc.ca

Pour obtenir la **cartographie légale** des habitats fauniques présents sur le site de votre projet, vous pouvez référer au lien suivant : http://geoboutique.mern.gouv.qc.ca. Dans les *Couches thématiques*, sélectionner : « Couche des habitats fauniques à l'échelle de 1/20 000 ». Veuillez noter que des frais de produits et services sont applicables.

Autres informations fauniques demandées

Les espèces de poisson de la rivière Shipshaw qui ont été capturé près de l'aire d'étude sont : naseux des rapides, ouitouche, chabot sp, meunier noir, meunier rouge, mulet perlé, épinoche à trois épines, épinoche à cinq épines, méné de lac, grand brochet et l'omble de fontaine.

Les rivières des Aulnais et à l'Ours abritent : meunier noir, méné de lac, épinoches à trois et à cinq épines, mulet à corne, méné à nageoires rouges, mulet perlé, naseux des rapides, ventre citron, ouitouche et l'omble de fontaine.

Des rapports du ministère pour la rivière Shipshaw et des Aulnaies sont annexés à la présente.

Le lac Duplessis au sud de la zone à l'étude est un lac sans poisson.

Les statistiques de chasse, de pêche et de piégeage ne sont pas disponibles au niveau d'échelle demandée. Les statistiques par zones sont disponibles sur le site du ministère.

Le ministère n'a pas réalisé d'études dans le secteur pour la faune terrestre.

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

Sophie Hardy
Répondante CDPNQ-volet faune

SH/mcc

p. j. 7

Espèces à risque - RSI Environnement, Saint-Ambroise

1 – Nombre total d'occurrences pour cette requête : 1

Nom latin - (no d'occurrence)

Nom français

Localisation / Caractérisation

Latitude / Longitude	Qualité - Précision	Indice de biodiversité	Dernière observation

FAUNE

Asio flammeus - (20546)

hibou des marais

Région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Cette occurrence est composée du site SOS-POP HM-268 (St-Ambroise). / Présence de l'espèce à ce site en 1987 où 1 jeune ayant récemment quitté le nid a été observé. Habitat non décrit.

Latitude / Longitude	Qualité - Précision	Indice de biodiversité	Dernière observation
48,554 / -71,337	H (Historique) - S (Seconde, 150 m)	B5.04	1987-07

Meilleure source : SOS-POP. 1994. Banque de données sur le suivi de l'occupation des stations de nidification des populations d'oiseaux en péril du Québec, active depuis 1994. Regroupement QuébecOiseaux et Service canadien de la faune d'Environnement Canada, région du Québec.

2 – Nombre total d'espèces pour cette requête : 1

Nom latin

Nom commun / Statut canadien Cosepac / Lep	Rangs de priorité G	N	S	Statut	Total Requête	Nombre d'occurrences dans votre sélection A	B	C	D	X	H	F	E	I	Autres*	Nombre au Québec**
FAUNE																
Asio flammeus	G5	N4B,N3N, N4M	S3B	Susceptible	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	58
hibou des marais																
P (Préoccupante) / P (Préoccupante)																
				Totaux:	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

* Cette colonne compile les occurrences introduites, réintroduites et/ou restaurées pour chaque espèce suivie au CDPNQ.

** Les occurrences de qualités F, H, X ou compilées dans la colonne «Autres» ne sont pas comptabilisées dans ce nombre.

Signification des termes et symboles utilisés

Rang de priorité : Rang décroissant de priorité pour la conservation (de 1 à 5), déterminé selon trois échelles : G (GRANKe; l'aire de répartition totale) N (NRANKe; le pays) et S (SRANKe; la province ou l'État) en tenant compte principalement de la fréquence et de l'abondance de l'élément. Seuls les rangs 1 à 3 traduisent un certain degré de précarité. Dans certains cas, les rangs numériques sont remplacés ou nuancés par les cotes suivantes : B : population animale reproductrice (breeding); H : historique, non observé au cours des 20 dernières années (sud du Québec) ou des 40 dernières années (nord du Québec); M : population animale migratrice; N : population animale non reproductrice; NA : présence accidentelle / exotique / hybride / présence potentielle / présence rapportée mais non caractérisée / présence rapportée mais douteuse / présence signalée par erreur / synonymie de la nomenclature / existant, sans occurrence répertoriée; NR : rang non attribué; Q : statut taxinomique douteux; T : taxon infra-spécifique ou population isolée; U : rang impossible à déterminer; X : éteint ou extirpé; ? : indique une incertitude

Qualité des occurrences : A : excellente; B : bonne; C : passable; D : faible; E : à caractériser; F : non retrouvée; H : historique; X : disparue; I : introduite

Précision des occurrences : S : 150 m de rayon; M : 1,5 km de rayon; G : 8 km de rayon; U : > 8 km de rayon

Indice de biodiversité : 1: Exceptionnel; 2: Très élevé; 3: Élevé; 4: Modéré; 5: Marginal; 6: Indéterminé (pour plus de détails, voir à la page suivante)

Acronymes des herbiers : BL : MARCEL BLONDEAU; BM : Natural history museum; CAN : Musées nationaux; CCO : Université de Carleton; DAO : Agriculture Canada; DS : California academy of sciences; F : Field museum of natural history; GH : Gray; GR : Christian Grenier; ILL : University of Illinois; JEPS : Jepson herbarium; K : kew; LG : Université de Liège; MI : Université du Michigan; MO : Missouri; MT : MLCP (fusionné à MT); MT : Marie-Victorin; MTMG : Université McGill; NB : University of New Brunswick; NY : New York; OSC : Oregon state university; PM : Pierre Morisset; QFA : Louis-Marie; QFB-E : Forêts Canada; QFS : Université Laval; QK : Fowler; QSF : SCF; QUE : Québec; SFS : Rolland-Germain; TRTE : Toronto; UC : University of California; UQTA : Université du Québec; US : Smithsonian; V : Royal British Columbia museum; WAT : Waterloo university; WS : Washington state

CRITÈRES POUR L'ATTRIBUTION D'UN INDICE DE BIODIVERSITÉ À UNE OCCURRENCE

(adapté de The Nature Conservancy 1994 et 1996)

Indice	Sous-indice	Critères
B1	.01	Unique occurrence au monde d'un élément G1
	.02	Unique occurrence au Québec d'un élément G1
	.03	Unique occurrence au Québec d'un élément G2
	.04	Unique occurrence au Québec d'un élément G3
	.05	Occurrence d'excellente qualité d'un élément G1
	.07	Unique occurrence viable au Québec d'un élément S1
B2	.01	Occurrence autre que d'excellente qualité d'un élément G1
	.02	Occurrence d'excellente à bonne qualité d'un élément G2
	.03	Occurrence d'excellente qualité d'un élément G3
	.04	Occurrence d'excellente qualité d'un élément S1
B3	.01	Occurrence de qualité passable d'un élément G2
	.02	Occurrence de bonne qualité d'un élément G3
	.03	Occurrence de bonne qualité d'un élément S1
	.05	Occurrence d'excellente qualité d'une espèce S2 ou d'excellente qualité de toute communauté naturelle
	.11	Occurrence de bonne qualité d'un élément S2
B4	.01	Occurrence de qualité passable d'un élément G3
	.02	Occurrence de qualité passable d'un élément S1
	.03	Occurrence d'excellente qualité d'un élément S3
	.05	Occurrence de bonne qualité de toute communauté naturelle S3, S4 ou S5
	.07	Occurrence de bonne qualité d'un élément S3
B5	.01	Occurrence de qualité passable d'un élément S2
	.03	Occurrence de qualité passable d'un élément S3
	.04	Occurrence parmi les cas suivants : qualité faible, historique, présence contrôlée (existant)

Indice de biodiversité

L'indice de biodiversité est évalué pour les éléments les plus importants de la diversité biologique selon les critères indiqués dans le tableau. Pour fins de calcul, les rangs de priorité des sous-espèces et variétés (rangs T associés au rangs G) ainsi que ceux des populations (rangs T associés au rangs S) sont assimilés aux rangs de base (G ou S). L'indice met l'emphase sur le ou les éléments les plus rares. De même, une plus grande importance est accordée aux rangs de priorité à l'échelle globale. Seules les occurrences relativement précises (niveau de précision supérieur à 1,5 km) sont considérées.
Les occurrences de valeur indéterminée (E) ou historique (F et H) ont un poids très faible sur le plan de la conservation du territoire visé. Cependant, elles sont prioritaires sur le plan de l'acquisition de connaissances.

Intérêt pour la conservation

Les occurrences avec un indice de biodiversité de B1 à B3 sont considérées comme d'intérêt le plus significatif pour la conservation.

Références

The Nature Conservancy. 1994. The Nature Conservancy, Conservation Science Division, in association with the Network of Natural Heritage Programs and Conservation Data Centers. 1992. Biological and Conservation Data System (Supplement 2+, released March, 1994). Arlington, Virginia.

The Nature Conservancy. 1996. The Nature Conservancy Conservation Systems Department. Element Rank Rounding and Sequencing. Arlington, Virginia.

Sites répertoriés dans l'aire d'étude

ESPÈCE		SITE							SOMMAIRE SUIVI					SITE				
	CDPNQ			CLASSIFICATION	NATURE	COORDONNÉES (NAD 83)			LATITUDE	LONGITUDE	ANNÉE							
NOM FRANÇAIS	No OCCURRENCE	CODE	NOM	COTE	UTILISATION	LATITUDE	LONGITUDE	PRÉCISION	OCCUPATION	OCCUPATION	DÉCOUVERTE	DERNIÈRE OCCUPATION	DERNIER SUIVI	HABITAT	CONSERVATION	ACCÈS	VILLE	MRC	RÉGION
Hirondelle de rivage		HI0063	Saguenay_route du Portage Lapointe	R	Nidification	48,55117	-71,278	S	48,55117	-71,278	2013	2013	2018	Sablière. Pente des talus aplanies; traces de 4 roues partout. Peu de pente forte.	Panneau de sensibilisation placé par les agents fédéraux d'ECCC	Au 4907, route du Portage Lapointe à Saguenay, En bordure et du côté N de l'autteroute	Près de Saint-Ambroise. Saguenay	Saguenay	Saguenay–Lac-Saint-Jean

Zoo ECOMUSEUM
SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE LA VALLÉE DU ST-LAURENT

Le 18 février 2020

À: Stéphane Bernard
Groupe conseil Nutshimit-Nippour inc.
110, rue Racine Est, Bureau 310
Chicoutimi (Québec), G7H 1R1

De: Jérémie Maranda
Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent
21125 ch. Ste-Marie
Ste-Anne-de-Bellevue (Québec), H9X 3Y7
Tél.: 514-457-9449 poste 106, Télec. : 514-457-0769
Courriel : jeremie.maranda@ecomuseum.ca

Objet: Demande d'informations concernant les espèces d'amphibiens et de reptiles présentes dans le secteur de Saint-Ambroise (shapefile fourni par M. Bernard : « 19-0031_ais_ZoneEtudeProjetee_190226.shp »).

Monsieur Bernard,

La recherche au sein de la banque de données de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ) a généré un total d'aucune observation pour le secteur spécifique mentionné ci-haut. Il est important de considérer que l'absence de mentions ne dénote pas une absence absolue d'herpétofaune, mais plutôt un manque d'inventaires pour ce secteur spécifique. De façon à fournir des résultats représentatifs, j'ai ajouté une bande de 10 kilomètres autour de votre zone d'étude. Chacune de ces espèces pourrait potentiellement se retrouver dans le secteur sous étude, si l'habitat propice s'y retrouve. Voici donc la liste des espèces y ayant été observées : la salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*), la salamandre maculée (*Ambystoma maculatum*), le triton vert (*Notophthalmus viridescens*), la salamandre cendrée (*Plethodon cinereus*), le crapaud d'Amérique (*Anaxyrus* (*Bufo*) *americanus*), la rainette crucifère (*Pseudacris crucifer*), le ouaouaron (*Lithobates* (*Rana*) *catesbeianus*), la grenouille verte (*Lithobates* (*Rana*) *clamitans*), la grenouille léopard (*Lithobates* (*Rana*) *pipiens*), la

grenouille du Nord (*Lithobates* (*Rana*) *septentrionalis*), la grenouille des bois (*Lithobates* (*Rana*) *sylvaticus*), la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*), la couleuvre à ventre rouge (*Storeria occipitomaculata*) et la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*).

Aucune de ces espèces ne se retrouve sur la *Liste de espèces de la faune désignées menacées ou vulnérables* ni sur la *Liste des espèces de la faune susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables*.

Ces données confidentielles vous sont transmises seulement à des fins de recherche, d'éducation, de conservation et de gestion de territoire. Elles ne doivent pas être diffusées auprès d'un tiers non concerné par la présente demande et doivent être utilisées uniquement dans le contexte de la présente demande.

Pour faire mention des documents fournis, nous vous suggérons la formulation suivante :

> AARQ. 2020. Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : banque de données active depuis 1988 alimentée par des bénévoles et professionnels de la faune. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent.

En espérant le tout à votre entière satisfaction, n'hésitez pas à me contacter si vous avez d'autres questions.

Bien à vous,

Jérémie Maranda
Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent
Courriel : jeremie.maranda@ecomuseum.ca

Annexe 3

Liste des plantes exotiques envahissantes nuisibles à la biodiversité

Document de travail – avril 2020

Plantes exotiques envahissantes nuisibles à la biodiversité

Listes des espèces *prioritaires* et *à surveiller* au Québec[1]

CATÉGORIE 1 : ESPÈCES PRIORITAIRES

Plantes vasculaires exotiques envahissantes nuisibles à la biodiversité ou au fonctionnement des écosystèmes naturels en contexte québécois, ou fortement suspectées d'être nuisibles dans l'état actuel des connaissances. Toutes ces espèces sont présentes (naturalisées) au Québec.

Nom français	Nom latin	Habitat préférentiel[2]				
		A	H	R	To	Tf
Alliaire officinale	*Alliaria petiolata*					
Alpiste roseau	*Phalaris arundinacea*					
Berce du Caucase	*Heracleum mantegazzianum*					
Châtaigne d'eau	*Trapa natans*					
Dompte-venin de Russie	*Vincetoxicum rossicum*					
Dompte-venin noir	*Vincetoxicum nigrum*					
Érable de Norvège	*Acer platanoides*					
Hydrocharide grenouillette	*Hydrocharis morsus-ranae*					
Impatiente glanduleuse	*Impatiens glandulifera*					
Myriophylle à épis	*Myriophyllum spicatum*					
Nerprun bourdaine	*Frangula alnus*					
Nerprun cathartique	*Rhamnus cathartica*					
Potamot crépu	*Potamogeton crispus*					
Renouée de Bohème	*Reynoutria ×bohemica*					
Renouée de Sakhaline	*Reynoutria sachalinensis*					
Renouée du Japon	*Reynoutria japonica*					
Roseau commun	*Phragmites australis* subsp. *australis*					
Stratiote faux-aloès	*Stratiotes aloides*					

DOCUMENT DE TRAVAIL

[1] Ces listes ne sont pas définitives et pourraient être modifiées advenant la détection de nouvelles plantes exotiques envahissantes ou l'acquisition de nouvelles données.

[2] Habitat préférentiel :
A aquatique, H milieu humide, R rive, To terrestre ouvert, Tf terrestre fermé

Direction de la protection des espèces et des milieux naturels
Direction générale de la conservation de la biodiversité
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Document de travail – avril 2020

CATÉGORIE 2 : ESPÈCES À SURVEILLER

Plantes vasculaires exotiques envahissantes potentiellement nuisibles à la biodiversité ou au fonctionnement des écosystèmes naturels, mais dont l'état actuel des connaissances ne permet pas d'en évaluer clairement l'effet en contexte québécois. Ces espèces sont naturalisées au Québec, ou sont susceptibles de le devenir à plus ou moins brève échéance étant donné leur présence dans les provinces ou états voisins.

Nom français	Nom latin	Habitat préférentiel[1]				
		A	H	R	To	Tf
Anthrisque des bois	*Anthriscus sylvestris*					
Berce commune	*Heracleum sphondylium*					
Butome à ombelle	*Butomus umbellatus*					
Cabomba de Caroline*	*Cabomba caroliniana**					
Célastre asiatique	*Celastrus orbiculatus*					
Chèvrefeuille de Morrow	*Lonicera morrowii*					
Chèvrefeuille de Tartarie	*Lonicera tatarica*					
Chèvrefeuille joli	*Lonicera ×bella*					
Égopode podagraire	*Aegopodium podagraria*					
Élodée dense*	*Egeria densa**					
Épine-vinette du Japon	*Berberis thunbergii*					
Faux-nymphéa pelté	*Nymphoides peltata*					
Gaillet mollugine	*Galium mollugo*					
Glycérie aquatique	*Glyceria maxima*					
Grand pétasite	*Petasites hybridus*					
Hydrille verticillé*	*Hydrilla verticillata**					
Iris faux-acore	*Iris pseudacorus*					
Jacinthe d'eau*	*Eichhornia crassipes**					
Kudzu*	*Pueraria montana**					
Laitue d'eau*	*Pistia stratiotes**					
Miscanthus commun	*Miscanthus sacchariflorus*					
Miscanthus de Chine	*Miscanthus sinensis*					
Miscanthus géant*	*Miscanthus ×giganteus**					
Myriophylle aquatique*	*Myriophyllum aquaticum**					
Oléastre à ombelles*	*Elaeagnus umbellata**					
Pétasite du Japon	*Petasites japonicus*					
Petite naïade	*Najas minor*					
Renoncule ficaire	*Ficaria verna*					
Rorippe amphibie	*Rorippa amphibia*					
Rosier multiflore	*Rosa multiflora*					
Salicaire commune	*Lythrum salicaria*					

[1] Habitat préférentiel :
A aquatique, H milieu humide, R rive, To terrestre ouvert, Tf terrestre fermé

* Espèce non naturalisée ou non répertoriée au Québec

Direction de la protection des espèces et des milieux naturels
Direction générale de la conservation de la biodiversité
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Document de travail – avril 2020

Informations complémentaires

(1) Ces listes incluent les sous-espèces, les variétés, les cultivars, les hybrides et les synonymes associés à chaque taxon.

(2) Par mesure de précaution, l'utilisation de ces espèces lors de travaux de végétalisation est à proscrire.

(3) Pour plus d'informations sur ces espèces, de même que pour transmettre une observation, consultez l'outil de détection des espèces exotiques envahissantes *Sentinelle* : http://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/sentinelle.htm

(4) Définitions (tirées de Lavoie 2019) :

Plante exotique : plante introduite volontairement ou accidentellement par les humains à partir d'un autre continent ou d'une région très éloignée.

Plante naturalisée : plante qui, une fois introduite dans une nouvelle région, survit et se reproduit sans assistance humaine et qui laisse des descendants qui se reproduisent à leur tour.

Plante envahissante : plante qui colonise (ou a colonisé dans le passé) de nouveaux sites ou de nouvelles régions à un rythme rapide et qui produit des populations denses, que ce soit au niveau du couvert et/ou du nombre d'individus. Les humains contribuent à l'invasion en introduisant la plante ou en préparant le terrain à l'envahisseur. Ceci peut s'appliquer également aux espèces indigènes.

Plante nuisible : plante qui engendre des impacts négatifs sur l'environnement, l'économie (agriculture, foresterie, etc.) ou la société (santé humaine, pratique d'activités de plein air, etc.).

Plante nuisible à la biodiversité : plante qui, selon la littérature scientifique, porte préjudice à la diversité des espèces indigènes ou au bon fonctionnement des écosystèmes naturels.

DOCUMENT DE TRAVAIL

Direction de la protection des espèces et des milieux naturels
Direction générale de la conservation de la biodiversité
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

RSI Environnement
547

Document de travail – avril 2020

Principales références

Brouillet, L., F. Coursol, S.J. Meades, M. Favreau, M. Anions, P. Bélisle et P. Desmet. 2010+. VASCAN, la Base de données des plantes vasculaires du Canada. http://data.canadensys.net/vascan/.

Clements, D.R. & P.M. Catling. 2007. Invasive species issues in Canada — How can ecology help? Canadian journal of plant science 87(5) : 989-992.

de Blois, S., L. Boisvert-Marsh, R. Schmucki, C.A. Lovat, C. Byun, P. Gomez-Garcia, R. Otfinowski, E. Groeneveld & C. Lavoie. 2013. Outils pour évaluer les risques d'invasion biologique dans un contexte de changements climatiques. Université McGill. Montréal, Québec. 80 p. + annexes.

Great Lakes St. Lawrence Governors & Premiers. 2019. "Least wanted" aquatic invasive species (AIS) list. 2 p.

Lavoie, C. 2019. 50 plantes envahissantes – Protéger la nature et l'agriculture. Les Publications du Québec. 415 p.

Lavoie, C., G. Guay & F. Joerin. 2014. Une liste des plantes vasculaires exotiques nuisibles du Québec : nouvelle approche pour la sélection des espèces et l'aide à la décision. Écoscience 21(2) : 133-156.

Randall, J.M., L.E. Morse, N. Benton, R. Hiebert, S. Lu, & T. Killeffer. 2008. The invasive species assessment protocol: a tool for creating regional and national lists of invasive nonnative plants that negatively impact biodiversity. Invasive Plant Science and Management 1(1) : 36-49.

DOCUMENT DE TRAVAIL

Annexe 4

Répertoire photographique (milieu hydrique)

ANNEXE E - Répertoire photographique (milieu hydrique)

Secteur Nord-Est	
Photo 1 - Digue de castor (obstacle Ob3) en aval du segment SH1-2 (vue vers l'amont)	Photo 2 - Digue de castor (obstacle Ob4) en amont du segment SH1-2 (vue vers l'aval)
Photo 3 - Digue de castor (obstacle Ob4) en amont du segment SH1-2 (vue vers le nord)	Photo 4 - Faible écoulement dans le segment SH1-3, provenant de la digue de castor (Ob4)
Photo 5 - Fin du segment SH1-3 (vue vers l'aval)	Photo 6 - Fin du segment SH1-3 (vue vers l'amont)

Secteur Est	
Photo 7 - Cours d'eau CE2 au niveau du segment SH2-1	Photo 8 - Digue de castor Ob8 dans le segment SH2-2 (vue vers le sud-est)
Photo 9 - Frayère à omble de fontaine en aval de la digue de castor Ob8 (vue rapprochée)	Photo 10 - Cours d'eau CE2 au niveau du segment SH2-3
Photo 11 - Cours d'eau CE3 au niveau du segment SH3-2 (vue vers l'amont)	Photo 12 - Cours d'eau CE3 au niveau du segment SH3-1 (vue vers l'aval)

Photo 13 - Bassin artificiel B1 (vue vers l'amont)

Photo 14 - Cours d'eau CE4 immédiatement en aval du bassin B1 - segment SH4-2 (vue vers l'aval)

Photo 15 - Cours d'eau CE4 au niveau du segment SH4-2 (vue vers l'amont)

Photo 16 - Cours d'eau CE4 au niveau du segment SH4-2 (vue vers l'aval)

Photo 17 - Cours d'eau CE4 au niveau du segment SH4-1 (vue vers l'aval)

Photo 18 - Cours d'eau CE5 au niveau du segment SH5-1 (vue vers l'amont)

Photo 19 - Cours d'eau CE6 au niveau du segment SH6-3 (vue vers l'amont)

Photo 20 - Cours d'eau CE8 au niveau du segment SH8-1 (vue vers l'aval)

Photo 21 - Cours d'eau CE6 au niveau du segment SH6-2 (vue vers l'aval)

Photo 22 - Substrat du segment SH6-2

Photo 23 - Cours d'eau CE7 - segment SH7-1 (vue vers l'amont)

Photo 24 - Cours d'eau CE6 au niveau du segment SH6-1 (vue vers l'aval)

Secteur Sud-Est	
Photo 25 - Cours d'eau CE9 - segment SH9-1 (vue vers l'aval)	Photo 26 - Cours d'eau CE9 - segment SH9-1 (vue vers l'amont)
Photo 27 - Embouchure du cours d''eau CE9 et rivière Shipshaw	Photo 28 - Rivière Shipshaw - segment SH-SHP-1 (vue vers l'amont)
Photo 29 - Rivière Shipshaw - segment SH-SHP-1 (vue vers la rive gauche)	Photo 30 - Rivière Shipshaw - segment SH-SHP-1 (vue vers l'aval)

Photo 31 - Cours d'eau CE10 - segment SH10-1 (vue vers l'aval)

Photo 32 - Cours d'eau CE10 - segment SH10-1 (vue vers l'amont)

Photo 33 - Cours d'eau CE11 - segment SH11-1 (vue vers l'amont)

Photo 34 - Cours d'eau CE12 - segment SH12-1 (vue vers l'aval)

Photo 35 - Cours d'eau CE13 - segment SH13-1

Photo 36 - Vue vers la rive gauche du cours d'eau CE13

Secteur Sud-Ouest	
Photo 37 - Lac Duplessis	Photo 38 - Cours d'eau CE14 - segment SH14-1 (vue vers l'amont)
Photo 39 - Ancien lit du cours d'eau de la BDTQ (entre les segments SH14-1 et SH15-1)	Photo 40 - Cours d'eau CE15 au niveau du segment SH15-1 (vue vers l'aval)
Photo 41 - Cours d'eau CE15 au niveau du segment SH15-2 (vue vers l'amont)	Photo 42 - Fossé F2 longeant le site de camping du commerce Géant Motorisé

Secteur Nord-Ouest	
Photo 43 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-1	Photo 44 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-2
Photo 45 - Passage à gué dans le segment SH-LHT-2 (obstacle Ob31)	Photo 46 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-3
Photo 47 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-4	Photo 48 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-5

Photo 49 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-6

Photo 50 - Ruisseau Louis-Henri-Tremblay au niveau du segment SH-LHT-7

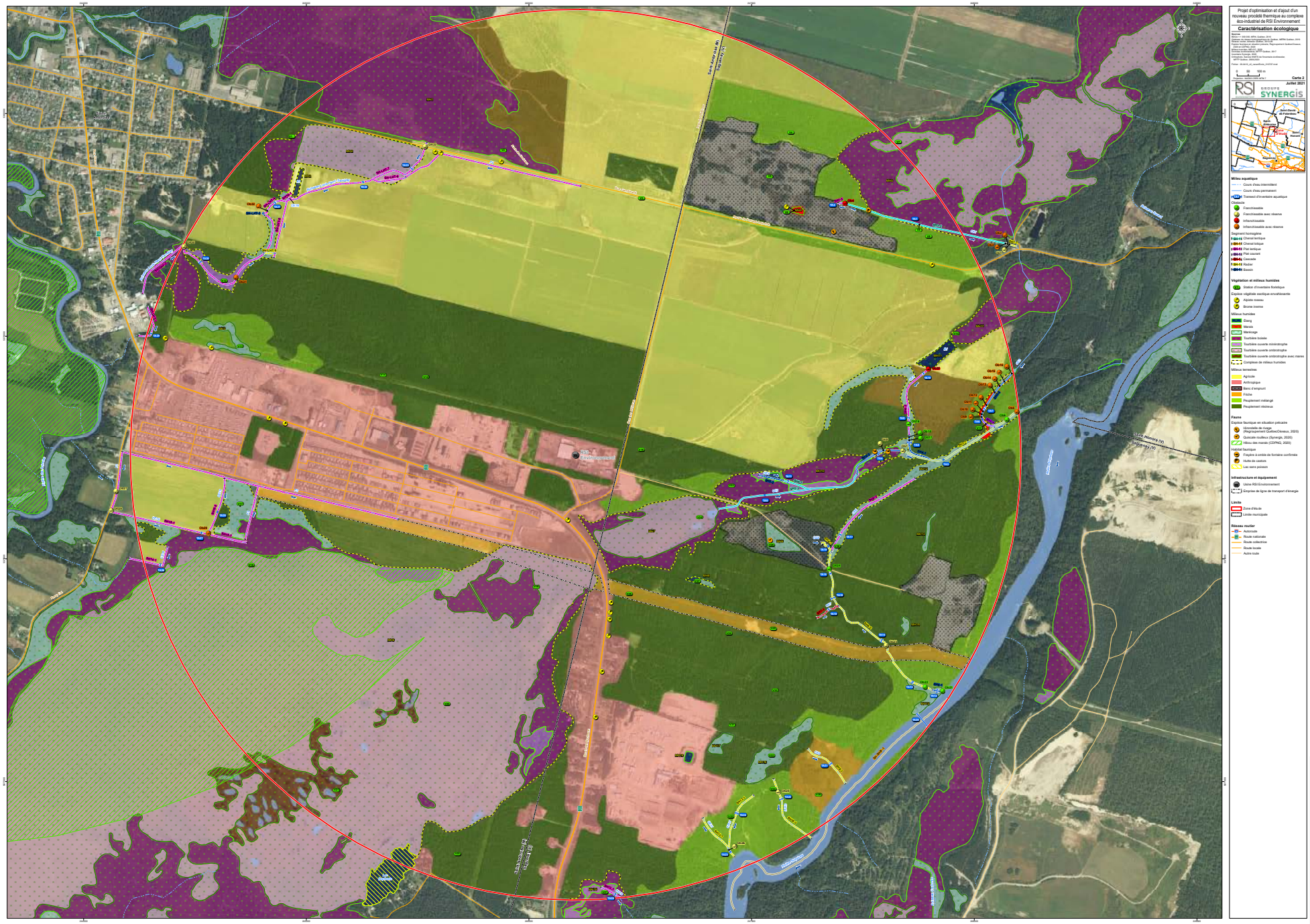
Photo 51 - Bassin artificiel B2

Photo 52 - Fossé F4 longeant un chemin multiusage parallèlement à la rue Gaudreault

Annexe 5

Dossier cartographique

ANNEXE 5


Projet d'optimisation et d'ajout d'un nouveau procédé thermique au complexe éco-industriel de RSI Environnement
Caractérisation écologique
Carte 2
Juillet 2021
RSI
SYNERGIS
Milieu aquatique
Cours d'eau intermittent
Cours d'eau permanent
Transect d'inventaire aquatique
Obstacle
Franchissable
Franchissable avec réserve
Infranchissable
Infranchissable avec réserve
Segment homogène
Chenal lentique
Chenal lotique
Pied lentique
Pied courant
Cascade
Radier
Bassin
Végétation et milieux humides
Station d'inventaire floristique
Espèce végétale exotique envahissante
Alpiste roseau
Brome inerme
Milieux humides
Etang
Marais
Marécage
Tourbière boisée
Tourbière ouverte minérotrophe
Tourbière ouverte ombrotrophe
Tourbière ouverte ombrotrophe avec mares
Complexes de milieux humides
Milieux terrestres
Agricole
Anthropique
Banc d'emprunt
Friche
Peuplement mélangé
Peuplement résineux
Faune
Espèce faunique en situation précaire
Hirondelle de rivage (Regroupement Québec/Oiseaux, 2020)
Ouaouaron mugissant (Synergis, 2020)
Héron des marais (COSEWIC, 2020)
Habitat faunique
Frayère à omble de fontaine confirmée
Huttes de castors
Lac sans poisson
Infrastructure et équipement
Usine RSI Environnement
Emprise de ligne de transport d'énergie
Limite
Zone d'étude
Limite municipale
Réseau routier
Autoroute
Route nationale
Route collectrice
Route locale
Autre route

GROUPESYNERGIS.CA

Québec
1689, rue du Marais, bureau 300
Québec (Québec) G1M 0A2

Montréal
85, rue Saint-Paul Ouest, bureau 300
Montréal (Québec) H2Y 3V4

Mauricie
5582, boulevard des Hêtres
Shawinigan (Québec) G9N 4W1

Lac-Saint-Jean
1665, rue Nishk
Mashteuiatsh (Québec) G0W 2H0

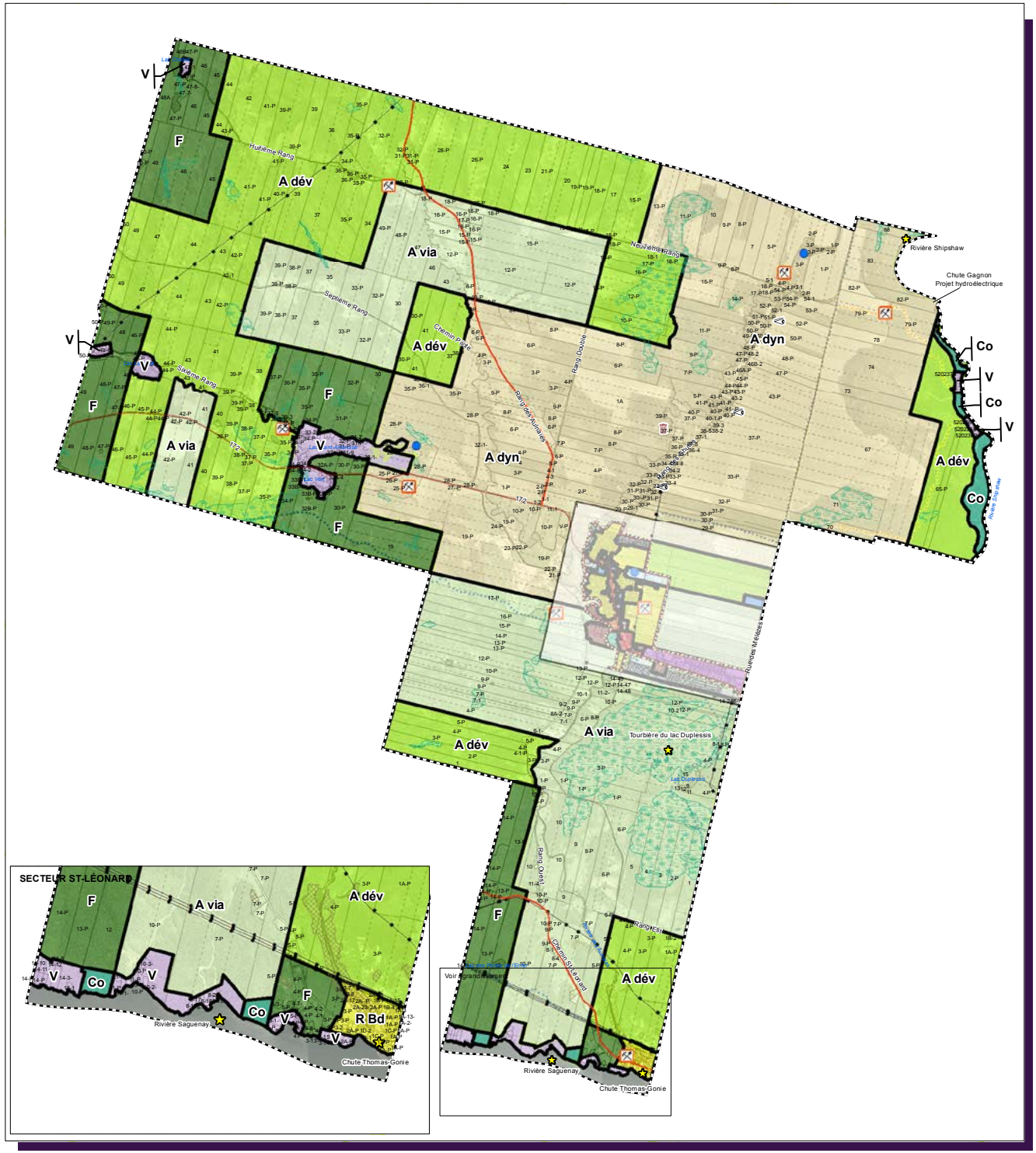
Saguenay
110, rue Racine Est, bureau 310
Chicoutimi (Québec) G7H 1R1

Côte-Nord
49, rue Mishta-Meskanau
Mingan (Québec) G0G 1V0

Estrie
790, rue Principale Ouest
Magog (Québec) J1X 2B3

DIFFÉRENTES AFFECTATIONS DU TERRITOIRE DE SAINT-AMBROISE

ANNEXE



MUNICIPALITÉ DE ST-AMBROISE

GRANDES AFFECTATIONS
Territoire

Légende

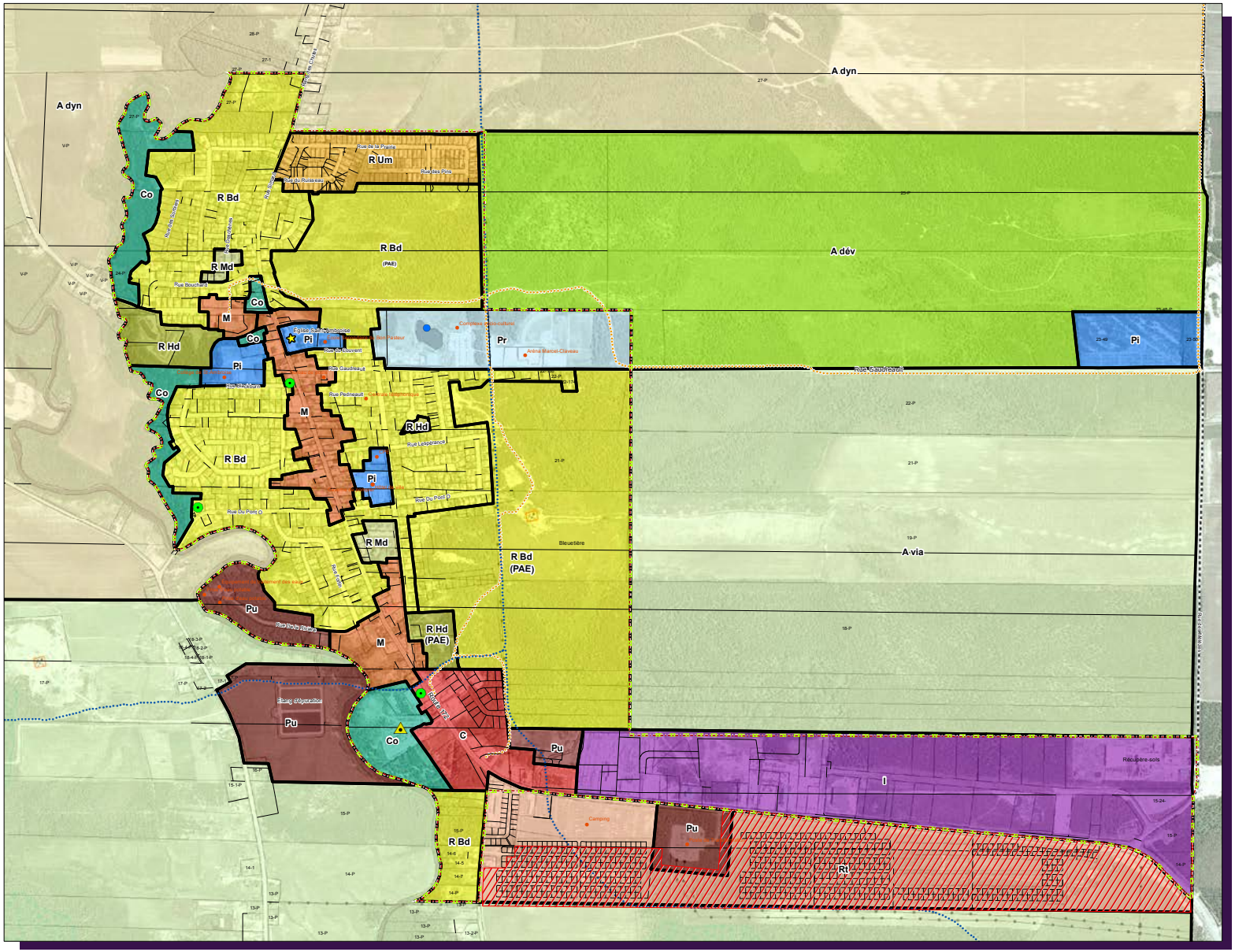
Affectations

R Bd	Résidentielle basse densité
Co	Conservation
Pr	Communautaire à caractère récréatif, de sport et de loisir
V	Villégiature
A dev	Agricole dévitalisé
A dyn	Agricole dynamique
A via	Agricole viable
F	Forestière

- Territoire d'intérêt
- Champ visuel protégé
- Ancien dépotoir
- Ouvrage de retenue
- Carrière et sablière
- Sentier de motoneige
- Sentier de quad
- Ligne de transport d'énergie
- Zone à risque de mouvement de sol
- Milieu humide
- Limite de zone
- Périmètre urbain
- Zone agricole permanente

Mise à jour		
Règl no.	Adoption	Zones visées

APPROUVÉ PAR: Jean-Yves Bouchard, urbaniste	DESSINÉ PAR: Alexandra Savard, tech
ÉCHELLE: 1:35 000	FEUILLET: 2/2
DATE: Mai 2015	NO. DOSSIER: 1991402
SCEAU	SAGUENAY



MUNICIPALITÉ DE ST-AMBROISE

GRANDES AFFECTATIONS
Secteur urbain

Légende

R Bd	Résidentielle Basse densité
R Md	Résidentielle moyene densité
R Hd	Résidentielle haute densité
R Um	Résidentielle unimodulaire
C	Commerciale
M	Mixte
I	Industrielle
Pi	Communautaire à caractère institutionnel
Pr	Communautaire à caractère récréatif, de sport et loisir
Pu	Utilité publique
Co	Conservation
V	Villégiature
Rt	Récréotouristique
A dev	Agricole dévitalisé
A dyn	Agricole dynamique
A via	Agricole viable
F	Forestière

- Territoire d'intérêt
- Cimetière automobile
- Terrain contaminé
- Ouvrage de retenu
- Carrière et sablière
- Sentier de motoneige
- Sentier de quad
- Ligne de transport d'énergie
- Zone agricole permanente
- Zone à risque de mouvement de sol
- Périmètre urbain
- Milieu humide
- Limite de zone

Mise à jour

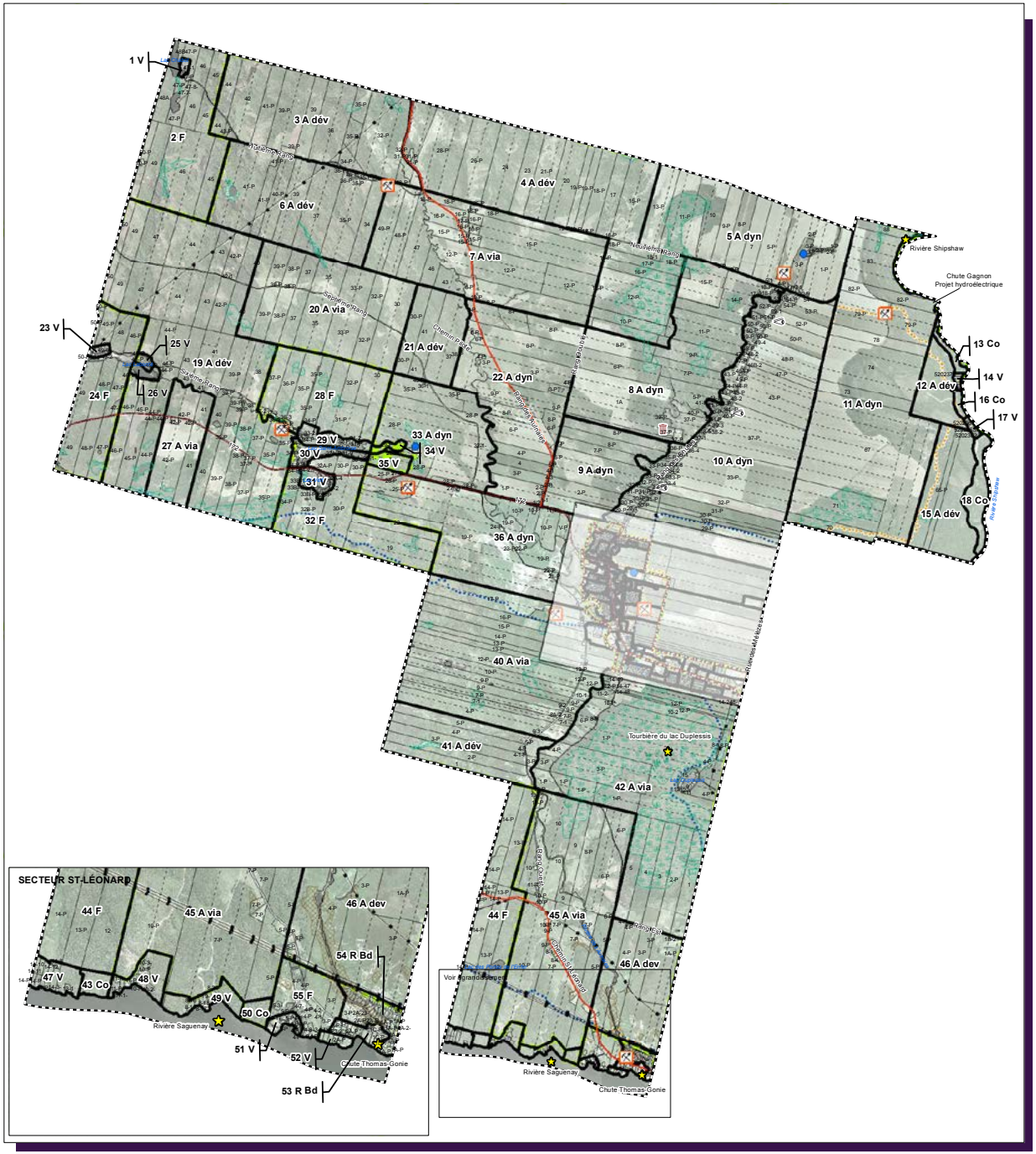
Règl no	Adoption	Zones visées

APPROUVÉ PAR: Jean-Yves Bouchard, urbaniste	DESSINÉ PAR: Alexandra Savard, tech
ÉCHELLE: 1:5 000	FEUILLET: 2/2
DATE: Mai 2015	NO. DOSSIER: 1991402
SCEAU	BCQ SAGUENAY

ZONAGES DU TERRITOIRE DE SAINT-AMBROISE

ANNEXE

7



MUNICIPALITÉ DE ST-AMBROISE

ZONAGE
Ensemble du territoire

Légende

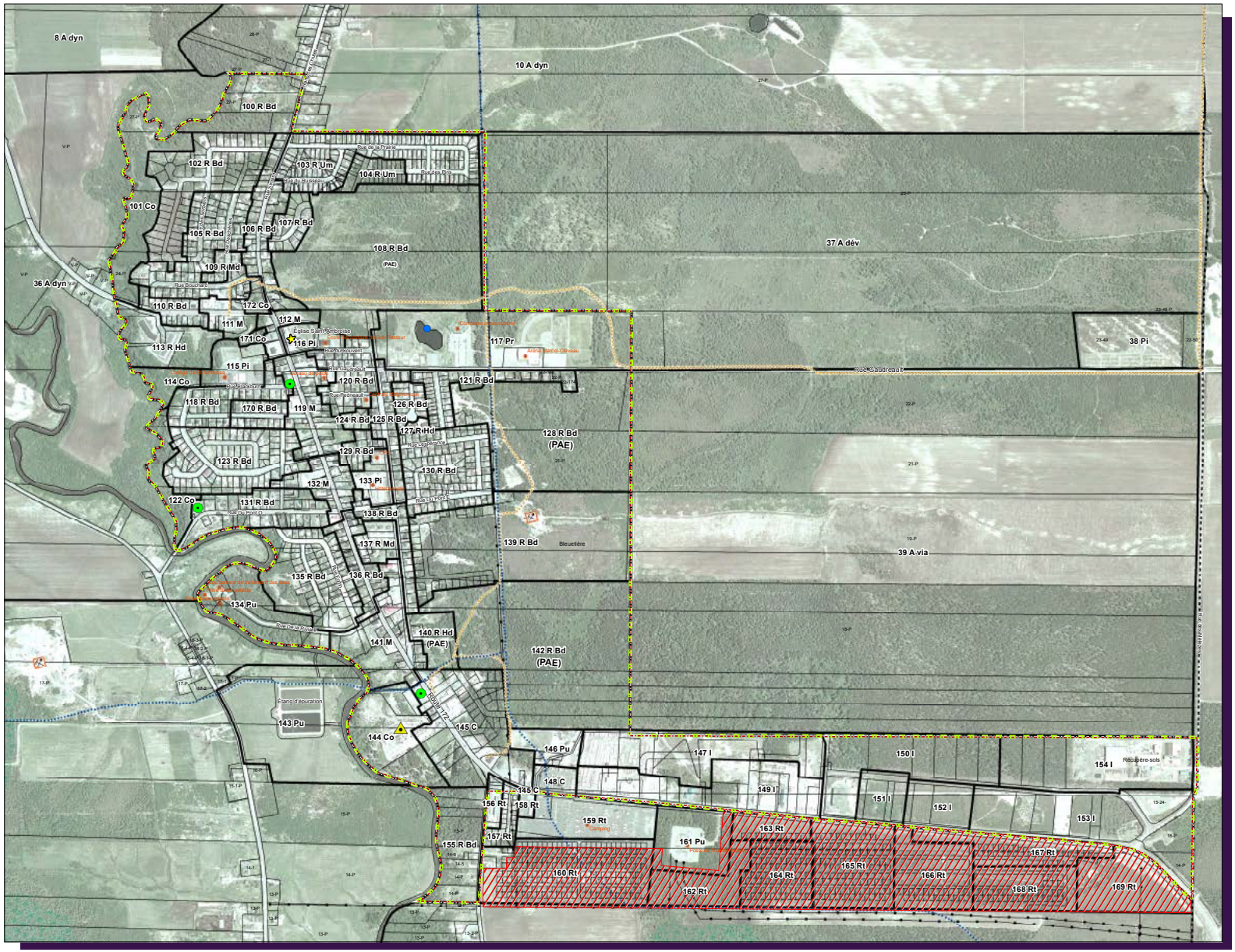
Affectations

R Bd	Résidentielle basse densité
Pr	Communautaire à caractère récréatif, de sport et de loisir
Pu	Utilité publique
Co	Conservation
V	Villégiature
A dev	Agricole dévitalisé
A dyn	Agricole dynamique
A via	Agricole viable
F	Forestière

- Territoire d'intérêt
- Champ visuel protégé
- Ancien dépotoir
- Ouvrage de retenue
- Carrière et sablière
- Sentier de motoneige
- Sentier de quad
- Ligne de transport d'énergie
- Zone à risque de mouvement de sol
- Milieu humide
- Limite de zone
- Périmètre urbain
- Zone agricole permanente

Mise à jour		
Règl no.	Adoption	Zones visées

APPROUVÉ PAR: Jean-Yves Bouchard, urbaniste	DESSINÉ PAR: Alexandra Savard, tech
ÉCHELLE: 1:35 000	FEUILLET: 2/2
DATE: Mai 2015	NO. DOSSIER: 1991402
SCEAU	BC2 SAGUENAY



MUNICIPALITÉ DE ST-AMBROISE

ZONAGE
Secteur urbain

Légende

R Bd	Résidentielle Basse densité
R Md	Résidentielle moyene densité
R Hd	Résidentielle haute densité
R Um	Résidentielle unimodulaire
C	Commerciale
M	Mixte
I	Industrielle
Pi	Communautaire à caractère institutionnel
Pr	Communautaire à caractère récréatif, de sport et loisir
Pu	Utilité publique
Co	Conservation
V	Villégiature
Rt	Récréotouristique
A dev	Agricole dévitalisé
A dyn	Agricole dynamique
A via	Agricole viable
F	Forestière

- Territoire d'intérêt
- Cimetière automobile
- Terrain contaminé
- Carrière et sablière
- Sentier de motoneige
- Sentier de quad
- Ligne de transport d'énergie
- Zone agricole permanente
- Zone à risque de mouvement de sol
- Périmètre urbain
- Milieu humide
- Limite de zone

Mise à jour		
Regl no.	Adoption	Zones visées

APPROUVÉ PAR: Jean-Yves Bouchard, urbaniste	DESSINÉ PAR: Alexandra Savard, tech
ÉCHELLE: 1:5 000	FEUILLET: 2/2
DATE: Mai 2015	NO. DOSSIER: 1991402
SCEAU	BC2 SAGUENAY

QUESTIONNAIRE DE RÉTROACTION SPÉCIFIQUES EN LIEN AVEC LES RÉACTIONS SOCIALES ET PSYCHOSOCIALES

8

ANNEXE

TRANSFERT
Environnement et Société

Juin 2022

CAFÉS RENCONTRES- RÉTROACTION DES PARTICIPANTS

RSI Environnement – Optimisation et ajout d'un procédé thermique

CONTEXTE

Des questions spécifiques aux réactions sociales et psychosociales et à la perception des participants envers les opérations actuelles et le projet de complexe éco-industriel étaient comprises dans le questionnaire de rétroaction distribué à la fin des deux cafés-rencontres tenus les 15 et 22 juin 2021 avec les résidents.

QUESTIONNAIRES ET RÉPONSES DES PARTICIPANTS

Question 1.a) Est-ce qu'il vous arrive de penser aux opérations actuelles de RSI Environnement?

Réponses	15 juin 2021 (7 réponses)		22 juin 2021 (5 réponses)	
Oui	n	%	n	%
	5	71	5	80
Non	2	29	1	20

Question 1.b) Si oui, à quelle fréquence?

Réponses	15 juin 2021 (5 réponses)		22 juin 2021 (4 réponses)	
À tous les jours	n	%	n	%
	1	20	1	25
Une fois par semaine	2	40	2	50
Une fois par mois	2	40	1	25
Une fois par année	0	0	0	0

Question 2. Quel(s) sentiment(s) ressentez-vous quand vous pensez aux opérations actuelles de RSI Environnement?

Réponses	15 juin 2021[1] (7 réponses)	
Fierté	n	%
	4	57
Inquiétude	0	0
Peur	0	0
Colère	0	0
Autres	3	43

Question 3. Êtes-vous d'accord avec l'énoncé suivant? J'ai confiance que RSI Environnement prend toutes les mesures nécessaires pour limiter les impacts environnementaux et gérer les risques associés à ses opérations actuelles.

Réponses	15 juin 2021 (7 réponses)		22 juin 2021 (5 réponses)	
Totalement d'accord	n	%	n	%
	7	100	5	100
Plus ou moins d'accord	0	0	0	0
Pas d'accord	0	0	0	0
Je ne sais pas	0	0	0	0

Question 4. Êtes-vous d'accord avec l'énoncé suivant? L'information au sujet des opérations actuelles de RSI Environnement est transparente et facilement accessible.

Réponses	15 juin 2021 (7 réponses)		22 juin 2021 (5 réponses)	
Totalement d'accord	n	%	n	%
	6	86	5	100
Plus ou moins d'accord	1	14	0	0
Pas d'accord	0	0	0	0
Je ne sais pas	0	0	0	0

Question 5. Comment avez-vous réagi face à l'annonce du projet de complexe éco-industriel? (question ouverte)

15 juin 2021 (6 réponses)	22 juin 2021 (4 réponses)
Très positif	Curieux de savoir
Vraiment bien	Très positivement
Avec écoute	Enthousiaste

[1] Considérant qu'il s'agissait des mêmes participants le 22 juin, la question n'a pas été reposée.

15 juin 2021 (6 réponses)	22 juin 2021 (4 réponses)
Hâte d'avoir des informations	Très bien
Bien	
Bien	

Question 6. Après cette séance* d'information et de consultation, comment vous sentez-vous par rapport à une potentielle mise en place du projet?

Réponses	15 juin 2021 (7 réponses)		22 juin 2021 (5 réponses)	
Très bien	n	%	n	%
	4	57	5	100
Bien	3	43	0	0
Moyennement bien	0	0	0	0
Mal	0	0	0	0
Très mal	0	0	0	0

* : Dans le questionnaire du 22 juin, cette question portait sur les deux cafés-rencontres : « Après ces ateliers de consultation, comment vous sentez-vous par rapport à une potentielle mise en place du projet? »

Question 7. Est-ce que les mesures d'atténuation proposées vous rassurent?

Réponses	22 juin 2021 (5 réponses)	
Beaucoup	n	%
	4	80
En partie	1	20
Très peu	0	0
Pas du tout	0	0

Question 8. Êtes-vous d'accord avec l'énoncé suivant? J'ai confiance que RSI Environnement prendra toutes les mesures nécessaires pour limiter les impacts environnementaux et gérer les risques associés à la mise en place du projet de complexe éco-industriel.

Réponses	22 juin 2021 (5 réponses)	
Totalement d'accord	n	%
	5	100
Plus ou moins d'accord	0	0
Pas d'accord	0	0
Je ne sais pas	0	0

CODES ET APPELLATION DES MDR

ANNEXE

SOMMAIRES DES MATIÈRES AUTORISÉES ET DES MODIFICATIONS DEMANDÉS

Sols contaminés

Description

Matériel constitué de plus de 50% de sol (terre, sable, gravier, argile, sédiments…)

Contaminants pouvant être présents

- **Tout contaminant organique sans limitation de concentration**

  (BPC, HAP, Hydrocarbures pétroliers lourds et légers, Chlorobenzènes, Chlorophénols, D/F, Pesticides, COV, COSV, PFAS…)

- **Contamination mixte sans limitation de concentration**

Limitations actuelles

- **Doit être constitué de plus de 50% de sols**

Modification faisant l'objet de la demande

Aucune

Matières résiduelles dangereuses (Granulaires)

Description

Tout type de matières granulaire, (béton, asphalte, sables industriels, sables de nettoyage, scories, pièces métallique…)

Contaminants pouvant être présents

- **Tout contaminant organique sans limitation de concentration**

  (BPC, HAP, Hydrocarbures pétroliers lourds et légers, Chlorobenzènes, Chlorophénols, D/F, Pesticides, COV, COSV, PFAS…)

- **Contamination mixte**

Limitations actuelles

- **Les métaux ne doivent pas être lixiviable**
- **La matière décontaminée doit pouvoir être recyclé ou réutilisée (recouvrement LET, ferrailleurs…)**

Modification faisant l'objet de la demande

- **Les matières traitées ne doivent pas obligatoirement être recyclées ou réutilisées**

Matières résiduelles dangereuses pour valorisation énergétique

Description

Résidus solides boueux ou liquide de produits pétroliers et d'hydrocarbures (fond de réservoir, résidus de raffinerie, boue de traitement des eaux, huile contenant BPC, produits pharmaceutiques périmés…)

Contaminants pouvant être présents

- **Hydrocarbures, BPC ou autres contaminants organiques**

Limitations actuelles

- **Les spécifications des MDR doivent rencontrer les paramètres de l'article 5 du RMD :**
  - **Soufre <2%**
  - **Contenu en eau <20%**
  - **Capacité calorifique > 15000 ou 18000 kj/kg**
- **Les métaux doivent être inférieur à l'annexe I du RESC**
- **Les MDR doivent être non toxiques**
- **Alimentation inférieure à 50 t.m./jour**

Modification faisant l'objet de la demande

- **Pas de contenu maximum en soufre et en eau**
- **Baisser la capacité calorifique minimale à 5000 kj/kg**
- **Matières toxiques peuvent être utilisées**
- **Augmentation de la capacité quotidienne selon tableau**

Matières résiduelles non-dangereuses

Description

Boues solides/semi-solides, résidus de CDR, résidus d'épurateur et de filtration, autre matériaux inertes, produits périmés…

Contaminants pouvant être présents

- **Tout contaminant organique avec concentration inférieure à RMD**

Limitations actuelles

- **Alimentation inférieure à 2 t.m./hre**

Modification faisant l'objet de la demande

- **Augmentation de la capacité horaire selon tableau**

Eaux contaminées

Description

Eaux industrielles, eaux d'excavation, émulsion…

Contaminants pouvant être présents

- **Tout contaminant organique sans limitation de concentration**

(BPC, HAP, Hydrocarbures pétroliers lourds et légers, Chlorobenzènes, Chlorophénols, D/F, Pesticides, COV, COSV, PFAS…)

- **Contamination mixte**

Limitations actuelles

- **Alimentation inférieure à 1 t.m./hre (1 000 l/hre)**

Modification faisant l'objet de la demande

- **Augmentation de la capacité horaire selon tableau**

Capacité annuelle de traitement

Limitations actuelles

- **100 000 t.m. maximum annuel traité thermiquement, tout matériel confondu**

Modification faisant l'objet de la demande

Aucune

Codes et appellation des MDR actuellement autorisés et à être ajoutés (Annexe 4 du RMD)

AJOUTER CFC réfrigérant

Code	Description	Actuel	Proposé
Huiles et graisses minérales ou synthétiques			
A01	**Huiles usées dont la concentration en BPC est ≤ 3 mg/kg**		**X**
A02	**Huiles usées dont la concentration en BPC est > 3 mg/kg et ≤ 50 mg/kg**		**X**
A03	**Eaux huileuses / émulsions**		**X**
A04	**Graisses usées**		**X**
Solides et boues organiques			
B01	**Résidus de distillation, de raffinage ou de pyrolyse de composés organiques halogénés**		**X**
B02	**Résidus de distillation, de raffinage ou de pyrolyse de composés organiques non halogénés**	**V**	

B03	**Boues de sédimentation ou de décantation d'hydrocarbures**	**V**	
B04	**Résidus de produits pétroliers et d'hydrocarbures**	**V**	
B05	**Solides ou boues organiques générés par le traitement des eaux de procédé ou des eaux usées**	**V**	
B06	**Boue de décantation de l'industrie de la préservation du bois et produits hors d'usage**		**X**
B07	**Boues et résidus de préparation et produits hors d'usage**		**X**
B08	**Boues et résidus solides de la production pesticides et produits hors d'usage (200 kg ou 200 L)**		**X**
B09	**Boues et résidus de la formulation et de l'utilisation d'encre, de peinture, de colorants, de laques et vernis**		**X**
B10	**Boues des opérations de cokéfaction**		**X**
B11	**Boues et résidus de la formulation et de l'utilisation de résidus, latex plastifiants, colles, adhésifs et polymères**		**X**
B12	**Boues et résidus des opérations de décarburation et décalaminage**		**X**
B13	**Autres boues et solides organiques non autrement (précisez)**	**V**	
Solvants organiques			
C01	**Solvants organiques halogénés (halogènes organiques totaux > 0,15%)**		**X**
C02	**Solvants organiques non halogénés (halogènes organiques totaux ≤ 0,15%)**		**X**
C03	**CFC utilisé comme solvant et nettoyeur**		**X**
Solutions organiques			
D01	**Antigels, fluides de frein et hydraulique**		**X**
D02	**Autres solutions organiques (précisez)**		**X**
Solides et boues inorganiques			
E01	**Boues des opérations de traitement et revêtement de surface non spécifié autrement**		
E02	**Catalyseurs usés**		**X**
E03	**Boues et résidus contenant des métaux**		
E04	**Poussières métalliques**		
E05	**Sels métalliques de trempages ou non**		
E06	**Sels non métalliques de trempage ou non**		
E07	**Anodes et cathodes usés**		
E08	**Cendres**		**X**
E09	**Laitiers, écumes, écailles, gâteaux provenant de la production primaire des métaux**		
E10	**Scories**		**X**
E11	**Sables de fonderie**		**X**
E12	**Filtres et matières filtrantes**		
E13	**Solides, poussières ou boues générés par les systèmes d'épuration d'air**		**X**
E14	**Solides ou boues inorganiques générés par les systèmes d'épuration des eaux de procédé ou des eaux usées**		**X**
E15	**Batteries au plomb**		

E16	Batteries et autres accumulateurs		
E17	Boues et résidus de la production, la formulation et l'utilisation de pigments inorganiques		X
E18	Boues de fluorure de calcium		X
E19	Sable de décapage usé		X
E20	Gypse issu de procédés industriels		X
E21	Verres activés (tubes cathodiques et autres)		X
E22	Autres boues et solides inorganiques non spécifiés autrement (précisez)		X
Solutions aqueuses inorganiques			
F01	Solutions usées de traitement et de revêtement de surface (non spécifiées)		
F02	Solutions et saumures contenant des cyanures, des sulfures, des nitrures		X
F03	Autres solutions inorganiques et saumures aqueuses (précisez)		
Matières dangereuses acides (pH < 2)			
G01	Liquides ou boues acides organiques		X
G02	Liquides ou boues acides inorganiques		X
G03	Autres matières acides (précisez)		X
Matières dangereuses caustiques (pH > 12,5)			
H01	Liquides ou boues alcalines inorganiques		X
H02	Liquides ou boues alcalines organiques		X
H03	Autres matières alcalines (précisez)		
Matières et objets contenant des BPC ou contaminés par des BPC			
J01	Liquides contenant des BPC à une comprise entre 50 mg/kg et 10 000 mg/kg (1%)	V	
J02	Liquides contenant des BPC à une supérieure ou égale à 10 000 mg/kg (1%)	V	
J03	Solides contenant des BPC à une concentration comprise entre 50 mg/kg 10 000 mg/kg (1%)	R	
J04	Solides contenant des BPC à une concentration supérieure ou égale à000 mg/kg (1%)	R	
J05	Substances contenant des BPC à une comprise entre 50 mg/kg et 10 000 mg/kg (1%)		X
J06	Substances contenant des BPC à une concentration supérieure ou égale à10 000 mg/kg (1%)		X
J07	Équipement contenant des BPC	R	
J08	Équipement contaminé par des BPC	R	
J09	Pièce métallique à nu contaminée par des BPC	R	
Matières dangereuses provenant d'un laboratoire			
K01	Laboratoire de recherche ou de développement industriel ou commercial		X pré-trié au préalable par le centre de transfert pour être compatible

			avec le procédé RSI
K02	Laboratoire d'un établissement d'enseignement		X
K03	Autres sources (précisez)		X
Matières dangereuses contaminées			
L01	Équipements contaminés	R	
L02	Contenants contaminés	R	
L03	Autres matières contaminées	R	
Autres matières dangereuses			
M01	Préparations pharmaceutiques, et cosmétiques hors d'usage	V	
M02	Boues et résidus de tanneries		
M03	Matières explosives non spécifiées autrement		
M04	Matières radioactives non spécifiées autrement		
M05	Boues de récurage et de décontamination de réservoirs et contenants non spécifiées autrement	V	
M06	Résines échangeuses d'ions hors d'usage		
M07	Autres matières non spécifiées autrement (précisez)		
Mélanges (catégories réservées aux titulaires de permis visés à l'article 70.9 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2))			
N01	Mélange acide		X
N02	Mélange acide à réduire		
N03	Mélange neutre		X
N04	Mélange alcalin		X
N05	Mélange alcalin/neutre à réduire		
N06	Mélange à oxyder		
N07	Mélange oxydant		
N08	Combustible à faible valeur calorifique	V	
N09	Combustible à faible valeur calorifique, halogéné	V	
N10	Combustible à haute valeur calorifique	V	
N11	Combustible à haute valeur calorifique, halogéné	V	
N12	Mélange de solvants organiques		X
N13	Mélange de solutions organiques		X
N14	Mélange de boues et solides organiques		X
N15	Mélange de boues et solides inorganiques		X
N16	Mélange de solides organiques et inorganiques		X
Autres matières composant un mélange (catégories réservées aux titulaires de permis visés à l'article 70.9 de la Loi sur la qualité de l'environnement)			
O01	Sols contaminés	Sols	
O02	Matières non dangereuses	MR	

ÉTUDE DES ÉMISSIONS DE GES

10

ANNEXE

RSI Environnement

Évaluation des émissions de gaz à effet de serre Projets au site de traitement par désorption thermique de RSI Env.

Rapport de quantification

Version finale

Préparé par
Résilience Conseil et Capital inc.
209 rue Belvédère, bureau 205
Sherbrooke, Québec J1H 4A7
819 679-1462

11 février 2022

SOMMAIRE DES RÉSULTATS

Les résultats d'émissions de GES et d'intensités obtenus pour les deux scénarios de projet et le statu quo (référence) sont présentés dans le tableau suivant :

	Statu quo (Référence)		*projet 1*		*projet 2*		*Total projets 1 + 2*	
Tonnes traitées	34,983		68,640		31,200		99,840	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (tCO2éq/t)**	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (tCO2éq/t)**	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (tCO2éq/t)**	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (tCO2éq/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	801	**0.0229**	1,557	**0.0227**	3	**0.0001**	1,560	**0.0156**
TOTAL - Production produits chimiques	282	**0.0080**	552	**0.0080**	1,948	**0.0624**	2,500	**0.0250**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,502	**0.0429**	2,953	**0.0430**	1,164	**0.0373**	4,117	**0.0412**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	**0.2578**	36,452	**0.5311**	25,039	**0.8025**	61,491	**0.6159**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	**0.0645**	4,435	**0.0646**	8	**0.0002**	4,443	**0.0445**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	**0.0094**	645	**0.0094**	1	**0.0000**	646	**0.0065**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	**0.0012**	120	**0.0017**	79	**0.0025**	199	**0.0020**
TOTAL	**14,228**	**0.4067**	**46,713**	**0.6806**	**28,241**	**0.9052**	**74,955**	**0.751**

Selon la planification de RSI pour le déploiement de son projet, la première phase (Projet 1) sera optimale à partir de la seconde année de réalisation alors que la deuxième phase (Projet 2) sera optimale à partir de la quatrième année. Ainsi le niveau d'émissions déterminé pour les scénarios de projets, équivalant au site opérant à pleine capacité, ne sera atteint qu'à partir de la quatrième année du projet. Le tableau suivant présente le déploiement des scénarios de projet de 2023 à 2030 :

	Émissions (tCO2éq)			
Année	**Projet 1**	**Projet 2**	**Émissions totales (tCO2eq)**	**Émissions (tCO2eq/t.m.)**
2023	35,035	-	**38,592**	**0.641**
2024	46,713	-	**46,713**	**0.681**
2025	46,713	14,121	**60,834**	**0.722**
2026	46,713	28,241	**74,955**	**0.751**
2027	46,713	28,241	**74,955**	**0.751**
2028	46,713	28,241	**74,955**	**0.751**
2029	46,713	28,241	**74,955**	**0.751**
2030	46,713	28,241	**74,955**	**0.751**

Table des matières

1. Mise en contexte 4
1.1 Description du projet 4
1.2 Paramètres du projet 5
2. Identification et sélection des éléments du projet 6
2.1 Identification et sélection des éléments (SPR) 6
2.2 Identification et sélection des éléments (SPR) du statu quo 8
2.2.1 Sélection du statu quo 8
2.2.2 Identification et sélection des SPR du statu quo 8
2.2.3 Identification des éléments pertinents 10
3. Méthodologie 11
3.1 Estimation des émissions de GES 11
3.2 Méthodologie et standards 11
3.2.1 Potentiels de réchauffement planétaires (PRP) 12
3.2.2 Facteurs d'émissions GES (FE) 12
3.2.3 Équations utilisées pour le calcul des émissions émises par le traitement thermique des matières 13
3.2.4 Valeurs utilisées dans les équations pour le calcul des émissions émises par le traitement thermique des matières 14
4. Résultats 16
4.1 Émissions de GES des scénarios de projet – Phase 1 du projet (P1) 16
4.2 Émissions de GES des scénarios de projet – Phase 2 du projet (P2) 17
4.3 Émissions de GES – Statu quo 18
5. Comparaison des résultats des émissions de GES 19
6. Incertitudes 20
7. Conclusion 22
8. Compléments 23
9. Références 24
ANNEXE 1 – EXEMPLES DE CALCULS DES ÉMISSIONS DE GES – PHASE 1 DU PROJET (P1) 25
ANNEXE 2 – EXEMPLES DE CALCULS DES ÉMISSIONS DE GES – PHASE 2 DU PROJET (P2) 31
ANNEXE 3 – EXEMPLES DE CALCULS DES ÉMISSIONS DE GES STATU QUO 37
ANNEXE 4 – Alternative 1 – Utilisation du gaz naturel en remplacement du propane 43
ANNEXE 5 – Alternative 2 – Transport en train en remplacement des camions (avec le gaz propane) 46

ANNEXE 6 – Alternative 3 – Transport en train en remplacement des camions (avec le gaz naturel) 49
ANNEXE 7 – Envoi des intrants vers compétiteurs au lieu du site RSI 52
ANNEXE 8 – Comparaison des données utilisées dans les déclarations GES annuelles de RSI (2018, 2019 et 2020) et dans le statu quo (référence) 54

1. Mise en contexte

1.1 Description du projet

TITRE DU PROJET	Projets de bonification des autorisations actuelles et ajout d'une seconde unité de désorption à celle existante sur le site de traitement par désorption thermique des matériaux de RSI Env.
OBJECTIFS DU PROJETS	Phase 1 : Bonification des autorisations actuelles pour traiter davantage d'intrants • Augmentation des quantités traitées et diversification des matériaux pouvant être traités sur le site avec le système existant, celui-ci n'étant pas exploité à sa pleine capacité Phase 2 : Opérer une deuxième unité de désorption thermique adaptée aux nouveaux intrants réceptionnés • Diversification des matériaux pouvant être traités sur le site avec un second système plus performant à faible débit • Récupération de l'énergie afin de valoriser l'énergie à d'autres fins industrielles
PROJET ET TECHNOLOGIE UTILISÉE	La première unité thermique est déjà existante avec une utilisation non optimale de sa capacité de réception annuelle d'intrants. Elle permet le traitement définitif des sols contaminés, matières résiduelles dangereuses, matières résiduelles et eaux contaminées autrement envoyés vers l'enfouissement ou incinération conventionnelle créant de lourds passifs environnementaux. La deuxième unité thermique qui sera installée est plus petite que celle existante avec une capacité de traiter un volume annuel maximal de 31 200 tonnes métriques. Cette unité permettra de traiter de faible débit et offrira de meilleurs rendements pour certaines matières visées. De plus, cette unité sera munie d'un récupérateur d'énergie afin de valoriser l'énergie à d'autres fins industrielles.
PROMOTEUR DU PROJET	RSI Environnement (RSI)
EMPLACEMENT DU PROJET	Le projet est localisé au 80 rue des Mélèzes à Saint-Ambroise (QC) dans la MRC du Fjord du Saguenay.

1.2 Paramètres du projet

GAZ À EFFET DE SERRE (GES) VISÉS	CO_2, CH_4, N_2O
TYPE D'ACTIVITÉ	Optimisation des procédés pour évitement potentiel de gaz à effet de serre Détournement des matières contaminées de l'enfouissement et de l'incinération conventionnelle pour un traitement définitif
SECTEUR D'ACTIVITÉ	Traitement thermique de sols, matières et eaux usées contaminés
PREMIÈRE ANNÉE DE MISE EN PLACE DU PROJET	2023 (phase 1 complétée) et 2025 (phase 2 complétée)
DURÉE DE VIE DU PROJET	25 ans
CONDITIONS PRÉSENTES AVANT LE LANCEMENT DU PROJET	Depuis 25 ans, RSI œuvre dans la décontamination et valorisation de sols, matières et eaux contaminés par un procédé de désorption thermique. Son unité thermique à haute température a la capacité de traiter jusqu'à 100 000 tonnes de matières contaminées annuellement. Le procédé est muni de systèmes pour détruire les contaminants, d'unités de filtration d'air, d'équipements de mesure pour la lecture en continu des gaz à la sortie de la cheminée, de plateformes pour réceptionner les matières avec des balances certifiée assurant un système de traçabilité efficace.
STATUT ET PHASE ACTUELLE DU PROJET	La moyenne de matières contaminées traitées (sols, matières et eaux contaminés) par l'unité thermique existante pour 2018, 2019 et 2020 est de 35 000 tonnes annuellement. Le traitement annuel actuel est conforme à l'autorisation du MELCC détenue par RSI en 2020. Cette moyenne correspond à la quantité de matières contaminées traitées annuellement en l'absence de projet. De ce fait, elle correspond à la quantité traitée en cas de statu quo ainsi qu'au statu quo de cette étude.
RISQUES DU PROJET	Étant donné que RSI opère le site de Saint-Ambroise depuis 25 ans et que plusieurs données techniques et environnementales ont été colligées, les estimations utilisées pour établir la faisabilité de ce projet sont assez précises. De plus, RSI a retenu les services d'experts externes pour préciser les données entrant dans les estimations de RSI. Ainsi, le risque d'erreur dans les calculs est relativement faible. Les intrants réceptionnés sur le site sont des données variables selon les besoins de la clientèle de RSI Env. Le projet considère une

	utilisation maximale des unités thermiques du site tel que documentée dans l'avis de projet. De plus, il y a certaines matières qui sont envoyées en dehors de la province, ou même du pays, pour être traitées adéquatement avant disposition finale. Il y a donc un risque modéré en ce sens concernant les données utilisées pour le projet. Il y a également un risque de retards dans la livraison et l'utilisation de la nouvelle unité thermique.

2. Identification et sélection des éléments du projet

2.1 Identification et sélection des éléments (SPR)

Le tableau 1 présente l'ensemble des éléments contrôlés, associés ou affectés par le projet, ainsi que leur inclusion ou exclusion de processus de quantification des émissions de GES

Tableau 1 : Classement des éléments (SPR) contrôlés, associés et affectés des projets 1 (P1) et 2 (P2)

Element (SPR)	Description	Associé, Affecté ou Contrôlé	Inclus / Exclu
Élément en amont se déroulant avant la mise en œuvre des projets			
P1A1/P2A1- Extraction, production et transport des combustibles fossiles	Inclut les activités d'extraction, de production et de transport de combustible fossile pour son traitement et son raffinage pour la production d'essence, propane et diesel. La quantité des combustibles fossiles produite correspond à la quantité totale consommée dans le statu quo.	Associé	Inclus
P1A2/P2A2- Production et transport des produits chimiques	Inclut les activités de production et de transport de produits chimiques pour la production de chaux et charbon activé. La quantité de produits chimiques produite correspond à la quantité totale consommée dans le statu quo.	Associé	Inclus
Élément en amont se déroulant pendant la mise en œuvre des projets			
P1B1/P2B1- Transport des matériaux (intrants)	Inclut le transport des matériaux (intrants) vers le centre de traitement	Associé	Inclus

B1B2- Production et distribution d'électricité	Inclut les activités de production et de distribution d'électricité utilisée pour le traitement thermique des matériaux. Cette activité est négligeable et il est possible de l'exclure des calculs puisque similaire au scénario de projet.	Associé	Exclu car négligeable
Élément se déroulant pendant la mise en œuvre des projets			
P1C1 a)-/P2C1 a)- Procédé – Traitement thermique des sols	Inclut les émissions (CO_2) provenant du traitement thermique des sols contenant des hydrocarbures pétroliers, les émissions (CO_2) résultant de l'oxydation des matières premières et les émissions (CH_4 et N_2O) provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers contenus dans les sols	Contrôlé	Inclus
P1C1 b)-/P2C1 b)- Procédé – Traitement thermique des matières résiduelles dangereuses (MDR)	Inclut les émissions (CO_2) résultant de l'oxydation des matières premières et les émissions (CH_4 et N_2O) provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers contenus dans les matériaux	Contrôlé	Inclus
P1C1 c)-/P2C1 c)- Procédé – Traitement thermique des matières résiduelles (MR)	Inclut les émissions (CO_2) résultant de l'oxydation des matières premières et les émissions (CH_4 et N_2O) provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers contenus dans les matériaux	Contrôlé	Inclus
P1C2/P2C2- Procédé – Utilisation des équipements fixes	Inclut la consommation de propane pour le procédé (équipements fixes) de traitement thermique des matériaux	Contrôlé	Inclus
P1C3/P2C3- Procédé – Utilisation des équipements mobiles	Inclut la consommation d'essence et de diesel pour le procédé (équipements mobiles) de traitement thermique des matériaux	Contrôlé	Inclus
P1C4/P2C4- Procédé – Consommation de produits chimiques	Inclut la consommation de produits chimiques (chaux, charbon activité et bicarbonate) dans le procédé de traitement thermique. Cette activité est négligeable car les produits chimiques sont ajoutés dans le procédé après le traitement thermique réduisant ainsi les émissions	Associé	Exclu car négligeable
P1C5/P2C5- Procédé – Consommation d'électricité	Inclut les activités de production et de distribution d'électricité utilisée pour le traitement thermique des matériaux. Cette activité est négligeable et il est	Associé	Exclu car négligeable

	possible de l'exclure des calculs puisque similaire au scénario de projet.		
Élément en aval se déroulant au cours de la mise en œuvre des projets			
P1D1/P2D1- Transport des matériaux (extrants)	Inclut le transport des matériaux (extrants) en dehors du centre de traitement (centre d'enfouissement)	Associé	Inclus
Élément en aval du projet se déroulant après la mise en œuvre des projets			
P1E1/P2E1- Enfouissement des matériaux traités	Cette activité est négligeable puisque faible libération de GES pendant toute la durée de l'enfouissement.	Associé	Exclu car négligeable
P1E2/P2E2 – Recyclage des métaux résiduels	Cette activité est négligeable puisque faible quantité récupérée.	Associé	Exclu car négligeable

Légende :
A -Amont des activités de RSI
B -Pendant les opérations de RSI
C -Aval des activités de RSI
P – Projet
B- Statu quo

2.2 Identification et sélection des éléments (SPR) du statu quo

2.2.1 Sélection du statu quo

Le statu quo correspond à la situation où il n'y aurait pas de projet sur le site de RSI. Le statu quo est basé sur les valeurs moyennes des trois dernières années.

2.2.2 Identification et sélection des SPR du statu quo

Les éléments et frontières du statu quo ont été déterminés. Le tableau 2 présente l'ensemble des éléments contrôlés, associés ou affectés par le statu quo.

Tableau 2 : Classement des éléments (SPR) contrôlés, associés et affectés du statu quo (B1)

Élément (SPR)	Description	Associé, Affecté ou Contrôlé	Inclus / Exclu
Élément en amont se déroulant avant la mise en œuvre du statu quo			
B1A1- Extraction, production et transport des combustibles fossiles	Inclut les activités d'extraction, de production et de transport de combustible fossile pour son traitement et son raffinage pour la production d'essence, propane et diesel. La quantité des combustibles fossiles produite correspond à la quantité totale consommée pendant le statu quo.	Associé	Inclus

B1A2- Production et transport des produits chimiques	Inclut les activités de production et de transport de produits chimiques pour la production de chaux et charbon activé. La quantité de produits chimiques produite correspond à la quantité totale consommée pendant le statu quo.	Associé	Inclus
Élément en amont se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo			
B1B1- Transport des matériaux (intrants)	Inclut le transport des matériaux (intrants) vers le centre de traitement	Associé	Inclus
B1B2- Production et distribution d'électricité	Inclut les activités de production et de distribution d'électricité utilisée pour le traitement thermique des matériaux. Cette activité est négligeable et il est possible de l'exclure des calculs puisque similaire au scénario de projet.	Associé	Exclu car négligeable
Élément se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo			
B1C1 a)- Procédé – Traitement thermique des sols	Inclut les émissions (CO_2) provenant du traitement thermique des sols contenant des hydrocarbures pétroliers, les émissions (CO_2) résultant de l'oxydation des matières premières et les émissions (CH_4 et N_2O) provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers contenus dans les sols	Contrôlé	Inclus
B1C1 b)- Procédé – Traitement thermique des matières résiduelles dangereuses (MDR)	Inclut les émissions (CO_2) résultant de l'oxydation des matières premières et les émissions (CH_4 et N_2O) provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers contenus dans les matériaux	Contrôlé	Inclus
B1C1 c)- Procédé – Traitement thermique des matières résiduelles (MR)	Inclut les émissions (CO_2) résultant de l'oxydation des matières premières et les émissions (CH_4 et N_2O) provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers contenus dans les matériaux	Contrôlé	Inclus
B1C2- Procédé – Utilisation des équipements fixes	Inclut la consommation de propane pour le procédé (équipements fixes) de traitement thermique des matériaux	Contrôlé	Inclus
B1C3- Procédé – Utilisation des équipements mobiles	Inclut la consommation d'essence et de diesel pour le procédé (équipements mobiles) de traitement thermique des matériaux	Contrôlé	Inclus
B1C4- Procédé – Consommation de produits chimiques	Inclut la consommation de produits chimiques (chaux, charbon activité et bicarbonate) dans le procédé de traitement thermique. Cette activité est	Associé	Exclu car négligeable

	négligeable car les produits chimiques sont ajoutés dans le procédé après le traitement thermique réduisant ainsi les émissions		
B1C5- Procédé – Consommation d'électricité	Inclut les activités de production et de distribution d'électricité utilisée pour le traitement thermique des matériaux. Cette activité est négligeable et il est possible de l'exclure des calculs puisque similaire au scénario de projet.	Associé	Exclu car négligeable
Élément en aval se déroulant au cours de la mise en œuvre du statu quo			
B1D1- Transport des matériaux (extrants)	Inclut le transport des matériaux (extrants) en dehors du centre de traitement (centre d'enfouissement)	Associé	Inclus
Élément en aval se déroulant après la mise en œuvre du statu quo			
B1E1- Enfouissement des matériaux traités	Cette activité est négligeable puisque faible libération de GES pendant toute la durée de l'enfouissement.	Associé	Exclu car négligeable
B1E2 – Recyclage des métaux résiduels	Cette activité est négligeable puisque faible quantité récupérée.	Associé	Exclu car négligeable

Dans le contexte de traitement de sols, matières et eaux contaminées, les quantités pouvant être traitées sur le site de RSI Environnement sont encadrées par des certificats d'autorisation. En ce sens, le statu quo correspond à la moyenne des trois dernières années. Ces valeurs moyennes nous semblent les plus représentatives, on estime que ce scénario est représentatif comme statu quo. Il s'agit également du statu quo dans le cas où il n'y aurait pas réalisation des projets à l'étude.

2.2.3 Identification des éléments pertinents

Le tableau 3 récapitule les différents SPR pertinents associés au projet (P1 – Phase 1 et P2 – Phase 2) et au statu quo (B1) pour lesquels une quantification des émissions de GES a été réalisée.

Tableau 3 : Éléments pertinents du projet (P1/P2) et du statu quo (B1)

Élément		Attribuable à		Inclus/Exclu
		P1/P2	B1	
A1	Extraction, production et transport des combustibles fossiles	X	X	Inclus
A2	Production et transport des produits chimiques	X	X	Inclus
B1	Transport des matériaux (intrants)	X	X	Inclus

B2	Production et distribution d'électricité	X	X	Exclu
C1 a)	Procédé – Traitement thermique des sols	X	X	Inclus
C1 b)	Procédé – Traitement thermique des matières résiduelles dangereuses (MDR)	X	X	Inclus
C1	Procédé – Traitement thermique des matières résiduelles (MR)	X	X	Inclus
C2	Procédé – Utilisation des équipements fixes	X	X	Inclus
C3	Procédé – Utilisation des équipements mobiles	X	X	Inclus
C4	Procédé – Consommation de produits chimiques	X	X	Exclu
C5	Procédé – Consommation d'électricité	X	X	Exclu
D1	Transport des matériaux (extrants)	X	X	Inclus
E1	Enfouissement des matériaux traités	X	X	Exclu
E2	Recyclage des métaux résiduels	X	X	Exclu

3. Méthodologie

3.1 Estimation des émissions de GES

Les résultats des calculs des émissions de GES ont été rapportés sur la même base : les tonnes de CO_2 équivalent sur la quantité d'intrants traités annuellement au site de RSI.

3.2 Méthodologie et standards

En accord avec la norme internationale ISO 14064-Partie 2 : Spécifications et lignes directrices, au niveau des projets, pour la quantification, la surveillance et la déclaration des réductions d'émissions ou d'accroissements de suppressions des gaz à effet de serre, les éléments du statu quo et du projet ont été déterminés. De plus,

le *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre* du MELCC a été utilisé. Les détails des calculs pour les émissions de GES, pour chaque élément inclus, sont présentés dans la prochaine section.

3.2.1 Potentiels de réchauffement planétaires (PRP)

Les potentiels de réchauffement planétaires du *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre* (MELCC, 2019) ont été utilisés :

Tableau 4 : Potentiels de réchauffement planétaires (PRP) utilisés

Type de gaz	PRP
CO_2	1
CH_4	25
N_2O	298

3.2.2 Facteurs d'émissions GES (FE)

Les facteurs d'émission suivants ont été utilisés pour calculer les émissions de GES.

Tableau 5 : Facteurs d'émission utilisés

Facteurs d'émission	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2éq	Référence
Production de propane	--	--	--	0,5 kgCO_2éq/L	Calcul NRC, 2019
Production d'essence	--	--	--	0,8 kgCO_2éq/L	Calcul NRC, 2019
Production de diesel	--	--	--	0,6 kgCO_2éq/L	Calcul NRC, 2019
Production chaux	0,75 tCO_2/t	--	--	0,75 tCO_2éq/t	GIEC, 2006
Production charbon	--	--	--	0,2 kgCO_2éq/kg	Calcul NRC, 2019
Production bicarbonate	--	--	--	1,2 kgCO_2éq/kg	ADEME
Transport (camion)– Consommation diesel	2,681 kgCO_2/L	0,00014 kgCH_4/L	0,000082 kgN_2O/L	2,71 kgCO_2éq/L	EC, 2019

Combustion propane (équipement fixe)	1,515 $kgCO_2/L$	0,000024 $kgCH_4/L$	0,000108 kgN_2O/L	1,54 $kgCO_2éq/L$	EC, 2019
Consommation d'essence (Équipement mobile)	2,307 $kgCO_2/L$	0,00014 $kgCH_4/L$	0,000022 kgN_2O/L	2,32 $kgCO_2éq/L$	EC, 2019
Consommation de diesel (Équipement mobile)	2,681 $kgCO_2/L$	0,00015 $kgCH_4/L$	0,001 kgN_2O/L	2,98 $kgCO_2éq/L$	EC, 2019

3.2.3 Équations utilisées pour le calcul des émissions émises par le traitement thermique des matières

1- Émissions de CO_2 provenant du traitement thermique

L'équation utilisée est l'équation 28 pour le calcul des émissions non biogéniques de CO_2 attribuables à l'incinération ou au traitement thermique du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre du MDELCC (2019).

$$E_{MR}CO_2 = (MR * ms * FC * FCF * FO) * 44/12 \qquad (éq.1)$$

où :

MR : Quantité de matières traitées
ms : Teneur en matière sèche des matériaux incinérés (fraction)
FC : Fraction de carbone dans la matière sèche
FCF : Fraction de matière fossile dans le total de carbone (fraction)
FO : Facteur d'oxydation
44/12 : Coefficient de conversion de C en CO_2

2- Émissions de CO_2 résultant de l'oxydation des sols contaminés

L'équation utilisée est l'équation 4.4 retrouvée dans le QC.4.3.2 à l'annexe 2 (RDOCÉCA).

$$CO_{2,MP} = TCO_{MP} * MP * 3,664 \qquad (éq.2)$$

où :
TCO_{MP} : Teneur en carbone organique totale
MP : Quantité de matières premières
3,664 : Ratio de masse moléculaire du CO_2 par rapport au carbone
Cette équation s'applique aux sols contaminés seulement puisque les autres matériaux traités ne contiennent pas de carbone organique.

3- Émissions de CH_4 et N_2O provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers

Les équations utilisées sont les équations 29 et 30 pour le calcul des émissions pour la combustion incomplète des hydrocarbures du Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre du MDELCC (2019).

Pour calculer les émissions de CH_4 :

$$E_{MR}CH_4 = (MR * FE_{CH4}) * 0,001 \qquad (éq.3)$$

où :
MR : Quantité de matières traitées

FE_{CH4} : Facteur d'émission de CH_4 associé à la matière
0,001 : Conversion pour rapporter en tCH_4

Pour calculer les émissions de N_2O :

$$E_{MR}N_2O = (MR * FE_{N2O}) * 0,001 \qquad (éq.4)$$

où :
MR : Quantité de matières traitées
FE_{N2O} : Facteur d'émission de N_2O associé à la matière
0,001 : Conversion pour rapporter en tN_2O

3.2.4 Valeurs utilisées dans les équations pour le calcul des émissions émises par le traitement thermique des matières

Les tableaux suivants présentent les données utilisées dans les différents calculs des émissions de GES du traitement thermique des matières. Ces données sont historiques ou proviennent d'estimations de RSI suite aux observations et mesures sur le terrain.

1- Émissions de CO_2 provenant du traitement thermique

Tableau 6 : Données utilisées pour le calcul des émissions de CO_2 du traitement thermique

Données	Traitement des sols contaminés	Traitement des matières dangereuses résiduelles (MDR)	Traitement des matières résiduelles (MR)	Sources
Teneur en matière sèche des matières incinérées (fraction) (ms)	80%	80%	76%	Données historiques - RSI
Fraction de carbone dans la matière sèche (FC)	5,5% (0,5% hydrocarbures + 5,0% matières organiques naturelles)	18,5% (statu quo et projet 1) 45% (projet 2)	94% (60% plastique + 10% papier + 24% eau, sirop, ingrédients + 6% métaux-verre)	Données historiques - RSI
Fraction de matière fossile dans le total de carbone (fraction) (FCF)	9,1%	100% (statu quo et projet 1) 90% (projet 2)	60% (Plastique total)	Données historiques - RSI

Facteur d'oxydation (FO)	95%	95% (statu quo et projet 1) 100% (projet 2)	95%	Données historiques - RSI

Il est à noter qu'il n'y a pas d'émissions de GES associées spécifiquement à la destruction des eaux contaminées. Les eaux contaminées sont introduites avec les autres matériaux dans l'incinérateur afin d'en augmenter le niveau d'humidité favorisant la combustion optimale. Toutefois, des émissions sont associées au transport des eaux contaminées sur le site.

2- Émissions de CO_2 résultant de l'oxydation des sols contaminés

Tableau 7 : Données utilisées pour le calcul des émissions de CO_2 provenant de l'oxydation

Données	Traitement des sols contaminés	Sources
Teneur en carbone organique totale (TCO_{MP})	5%	Données historiques - RSI

3- Émissions de CH_4 et N_2O provenant de la combustion incomplète des hydrocarbures pétroliers

Tableau 8 : Données utilisées pour le calcul des émissions de CH_4 et N_2O de la combustion incomplète

Données	Traitement des sols contaminés	Traitement des matières dangereuses résiduelles (MDR)	Traitement des matières résiduelles (MR)	Sources
Facteur d'émission de CH_4 associé à la matière (FE_{CH4}) kg_{CH4}/t_{MR}	0,170 (Valeur par défaut pour MDR)	0,170 (Valeur par défaut pour MDR)	0,3471 (Valeur par défaut pour MR municipales)	GIEC, 2006
Facteur d'émission de N_2O associé à la matière (FE_{N2O}) kg_{N2O}/t_{MR}	3,164 (Valeur par défaut pour MDR)	3,164 (Valeur par défaut pour MDR)	0,148 (Valeur par défaut pour MR municipales)	GIEC, 2006

4. Résultats

4.1 Émissions de GES des scénarios de projet – Phase 1 du projet (P1)

Tableau 9 : Résultats des émissions de GES pour le projet P1

	Quantité	Unité	Émissions tCO2	Émissions tCH_4	Émissions tN_2O	Émissions tCO2eq
AMONT DE RSI						
1. Production et distribution - Combustibles fossiles						
Propane	2,872,000	L	-	-	-	**1,423**
Essence	19,860	L	-	-	-	**16**
Diesel	200,651	L	-	-	-	**119**
TOTAL - Production combustibles fossiles						***1,557***
2. Production et distribution - Poduits chimiques						
Chaux	731	t	549	-	-	**549**
Bicarbonate	0	kg	-	-	-	-
Charbon activé	17	t	-	-	-	**3**
TOTAL - Production produits chimiques			***549***	***-***	***-***	***552***
3- Transport des matériaux à traiter (intrants)						
Consommation diesel - Projet 1	1,090,032	L	2,922	0.153	0.089	**2,953**
TOTAL - Transport des intrants (diesel)			***2,922***	***0***	***0***	***2,953***
AU SITE DE RSI						
1. Procédé - Traitement thermique						
SOLS						
Traitement thermique des sols - CO_2	35,100	t	490	-	-	**490**
Émissions de CO_2 résultant de l'oxydation des matières premières ($CO_{2,n}$	35,100	t	6,430			**6,430**
Traitement thermique des sols - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	176	t	-	0.030	0.555	**166**
MDR						
Traitement thermique des MDR - CO_2	15,600	t	8,042	-	-	***8,042***
Traitement thermique des MDR - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	2,886	t	-	0.489	9.131	**2,733**
MR						
Traitement thermique des MR - CO_2	7,800	t	11,646	-	-	**11,646**
Traitement thermique des MR - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	7,332	t		1.243	23.198	***6,944***
TOTAL - Procédé traitement de matériaux			***26,608***	***2***	***33***	***36,452***
2. Procédé - Équipements fixes (combustibles fossiles)						
Propane	2,872,000	L	4,351	0.069	0.310	**4,435**
TOTAL - Consommation combustibles fossiles			***4,351***	***0***	***0***	***4,435***
3. Procédé - Équipements mobiles (combustibles fossiles)						
Essence (Hors site)	19,860	L	46	0.003	0.000	**46**
Diesel	200,651	L	538	0.030	0.201	**598**
TOTAL - Procédé utilisation d'équipements mobiles			***584***	***0***	***0***	***645***
4. Procédé - Consommation produits chimiques (ajout après combustion)						
Chaux			*Aucune perte*			
Charbon			*Aucune perte*			
5. Bâtiments - Consommation d'énergie						
Électricité			*Exclusion (projet et sc.référence égaux)*			
Réfrigérant			*n/a*			
AVAL RSI						
1. Transport des extrants						
Consommation diesel	44,215	L	119	0.006	0.004	120
TOTAL - Transport des extrants (diesel)			***119***	***0***	***0***	***120***
2. Recyclage métal						
Recyclage du métal (extrants)			*Négligeable*			
3. Enfouissement						
Enfouissement (extrants)			*Négligeable*			
GRAND TOTAL - Projet 1			***35,133***	***2***	***33***	***46,713***

Le total des émissions de GES émis par le projet 1 est de 46 713 tCO_2éq. Les résultats obtenus représentent les émissions de GES pour le traitement de 68 640 tonnes métriques de matériaux (sols contaminés, matières résiduelles, matières résiduelles dangereuses et eaux contaminées). Ce qui représente **0,681 tCO_2éq par tonne métrique de matériaux traités**.

4.2 Émissions de GES des scénarios de projet – Phase 2 du projet (P2)

Tableau 10 : Résultats des émissions de GES pour le projet P2

	Quantité	Unité	Émissions tCO2	tCH_4	tN_2O	tCO2eq
AMONT DE RSI						
1. Production et distribution - Combustibles fossiles						
Propane	5,000	L	-	-	-	**2**
Essence	35	L	-	-	-	**0**
Diesel	349	L	-	-	-	**0**
TOTAL - Production combustibles fossiles						***3***
2. Production et distribution - Poduits chimiques						
Chaux	0	t	-	-	-	-
Bicarbonate	1,620,720	kg	-	-	-	**1,945**
Charbon activé	17	t	-	-	-	**3**
TOTAL - Production produits chimiques			***-***	***-***	***-***	***1,948***
3- Transport des matériaux à traiter (intrants)						
Consommation diesel	429,705	L	1,152	0.060	0.035	**1,164**
TOTAL - Transport des intrants (diesel)			***1,152***	***0***	***0***	***1,164***
AU SITE DE RSI						
1. Procédé - Traitement thermique						
MDR						
Traitement thermique des MDR - CO_2	13,600	t	16,157	-	-	**16,157**
Traitement thermique des MDR - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	6,120	t	-	1.037	19.364	**5,796**
MR						
Traitement thermique des MR - CO_2	2,000	t	2,986	-	-	**2,986**
Traitement thermique des MR - Combustion incomplète (hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	1,880	t	-	0.653	0.278	**99**
TOTAL - Procédé traitement de matériaux			***19,143***	***2***	***20***	***25,039***
2. Procédé - Équipements fixes (combustibles fossiles)						
Propane	5,000	L	8	0.000	0.001	**8**
TOTAL - Consommation combustibles fossiles			***8***	***0***	***0***	***8***
3. Procédé - Équipements mobiles (combustibles fossiles)						
Essence (Hors site)	35	L	0	0.000	0.000	**0**
Diesel	349	L	1	0.000	0.000	**1**
TOTAL - Procédé utilisation d'équipements mobiles			***1***	***0***	***0***	***1***
4. Procédé - Consommation produits chimiques (ajout après combustion)						
Chaux			*Aucune perte*			
Charbon			*Aucune perte*			
5. Bâtiments - Consommation d'énergie						
Électricité			*Exclusion (projet et statu quo égaux)*			
Réfrigérant			*n/a*			
AVAL RSI						
1. Transport des extrants						
Consommation diesel	29,218	L	78	0.004	0.002	79
TOTAL - Transport des extrants (diesel)			***78***	***0***	***0***	***79***
2. Recyclage métal						
Recyclage du métal (extrants)			*Négligeable*			
3. Enfouissement						
Enfouissement (extrants)			*Négligeable*			
GRAND TOTAL - Projet 2			***20,382***	***2***	***20***	***28,241***

Le total des émissions de GES émis par le projet 2 est de 28 241 tCO_2éq. Les résultats obtenus représentent les émissions de GES pour le traitement de 31 200 tonnes métriques de matériaux (sols contaminés, matières résiduelles, matières résiduelles dangereuses et eaux contaminées). Ce qui représente **0,905 tCO_2éq par tonne métrique de matériaux traités**.

4.3 Émissions de GES – Statu quo

Tableau 11 : Résultats des émissions de GES pour le statu quo

	Quantité	Unité	Émissions tCO_2	tCH_4	tN_2O	tCO_2eq
AMONT RSI						
1. Production et distribution combustibles fossiles						
Propane	1,461,000	L	-	-	-	**724**
Essence	10,103	L	-	-	-	**8**
Diesel	117,160	L	-	-	-	**69**
TOTAL - Production combustibles fossiles			***0***	***0***	***0***	***801***
2. Production de produits chimiques						
Chaux	373	t	280	-	-	**280**
Charbon activé	10	t	-	-	-	**2**
TOTAL - Production produits chimiques			***280***	***0***	***0***	***282***
3. Transport des intrants						
Transport Camion - Consommation diesel	554,599	L	1,487	0.078	0.045	**1,502**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants			***1,487***	***0***	***0***	***1,502***
AU SITE DE RSI						
1. Procédé - Incinération (traitement thermique)						
SOLS						
Traitement thermique des sols (CO_2)	30,028	t	419	-	-	**419**
Émissions de CO_2 résultant de l'oxydation des matières premières ($CO_{2,mp}$)	30,028	t	5,501			**5,501**
Traitement thermique des sols - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	150	t	-	0.025	0.475	**142**
MDR						
Traitement thermique des MDR (CO_2)	4,198	t	2,164	-	-	**2,164**
Traitement thermique des MDR - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	777	t	-	0.132	2.457	**736**
MR						
Traitement thermique des MR (CO_2)	36	t	54	-	-	**54**
Traitement thermique des MR - Combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)	34	t	-	0.012	0.005	**2**
TOTAL - Procédé traitements des sols, MDR et MR			***8,138***	***0***	***3***	***9,018***
2. Procédé - Équipements fixes (Consommation combustibles fossiles)						
Combustible - Propane	1,461,000	L	2,213	0.0351	0.1578	**2,256**
TOTAL - Procédé consommation propane			***2,213***	***0***	***0***	***2,256***
3. Procédé - Équipements mobiles (consommation combustibles fossiles)						
Essence (Hors site)	10,103	L	23	0.001	0.000	**23**
Diesel	102,072	L	274	0.015	0.102	**304**
TOTAL - Utilisation équipements mobiles (essence et diesel)			***297***	***0***	***0***	***328***
4. Procédé - Consommation produits chimiques (ajout après combustion)						
Chaux	373	t	*Aucune perte*			
Charbon	10	t	*Aucune perte*			
5. Bâtiments - Consommation d'énergie						
Électricité			*Exclusion (projet et statu quo égaux)*			
Réfrigérant			*n/a*			
AVAL RSI						
1. Transport des extrants						
Consommation diesel	15,088	L	40	0.002	0.001	**41**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants			***40***	***0***	***0***	***41***
2. Recyclage métal						
Recyclage du métal (extrants)			*Négligeable*			
3. Enfouissement						
Enfouissement (extrants)			*Négligeable*			
GRAND TOTAL - Statu Quo			***12,456***	***0***	***3***	***14,228***

Le total des émissions de GES émis par le statu quo est de 14 228 tCO_2éq. Les résultats obtenus représentent les émissions de GES pour le traitement de 34 983 tonnes métriques de matériaux (sols contaminés, matières résiduelles, matières résiduelles dangereuses et eaux contaminées). Ce qui représente **0,407 tCO_2éq par tonne métrique de matériaux traités**.

Les résultats associés au statu quo, présentés dans la présente section, sont des données conservatrices lorsque comparées à la moyenne des déclarations de GES annuelles de 2018 à 2020. Ces données sont comparées dans le Tableau A8.1 à l'Annexe 8.

5. Comparaison des résultats des émissions de GES

Les tableaux 12 et 13 comparent les résultats des émissions de GES issues des phases 1 et 2 du projet de RSI comparés aux émissions de GES du statu quo en référence. Les résultats sont présentés en $tCO_2éq$ par année et en tCO2éq par tonne de matériaux traités annuellement.

Tableau 12 : Comparaison des émissions de GES du projet de RSI en $tCO_2éq$ par année – Analyse de cycle de vie

	Émissions de GES			
	Statu quo (Référence)	*projet 1*	*projet 2*	*Total projets 1 et 2*
TOTAL - Production combustibles fossiles	801	1,557	3	1,560
TOTAL - Production produits chimiques	282	552	1,948	2,500
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,502	2,953	1,164	4,117
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	36,452	25,039	61,491
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	4,435	8	4,443
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	645	1	646
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	120	79	199
TOTAL	**14,228**	**46,713**	**28,241**	**74,955**

Tableau 13 : Comparaison des intensités des émissions de GES du projet de RSI en $tCO_2éq$ par tonne de matière traitée

	Intensité (tCO2éq/t)			
	Statu quo (Référence)	*Projet 1*	*Projet 2*	*Total Projets 1 et 2*
TOTAL - Production combustibles fossiles	0.0229	0.0227	0.0001	0.0156
TOTAL - Production produits chimiques	0.0080	0.0080	0.0624	0.0250
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	0.0429	0.0430	0.0373	0.0412
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	0.2578	0.5311	0.8025	0.6159
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	0.0645	0.0646	0.0002	0.0445
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	0.0094	0.0094	0.0000	0.0065
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	0.0012	0.0017	0.0025	0.0020
TOTAL	**0.4067**	**0.6806**	**0.9052**	**0.751**

Les résultats présentés dans les tableaux 12 et 13 correspondent à l'ensemble du projet suite à l'analyse du cycle de vie des deux scénarios de projet.

Les émissions de GES générées par les activités de RSI, soit en excluant les activités en amont et en aval des activités sur le site de RSI, sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Comparaison des émissions de GES du projet de RSI en $tCO_2éq$ par année – Activités directement sous le contrôle de RSI

	Émissions de GES			
	Statu quo (Référence)	*projet 1*	*projet 2*	*Total projets 1 et 2*
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	36,452	25,039	61,491
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	4,435	8	4,443
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	645	1	646
TOTAL	**11,602**	**41,532**	**25,047**	**66,579**

Il est à noter que selon le Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCÉCA) du MDELCC, seules les émissions provenant du procédé de traitement thermique des matériaux et de l'utilisation des équipements fixes du procédé sont considérées dans les déclarations annuelles.

Le Tableau 15 présente la planification du déploiement entre l'année 2023 à 2030, en termes d'émissions émises et d'intensité, selon l'implantation des projets prévue par RSI.

Tableau 15 : Déploiement des émissions de GES du projet de RSI en $tCO_2éq$ par année

	Émissions GES (tCO2éq)			
	Projet 1	Projet 2	Émissions totales (tCO2eq)	Émissions (tCO2eq/t.m.)
2023	38,592	-	38,592	0.641
2024	46,713	-	46,713	0.681
2025	46,713	14,121	60,834	0.722
2026	46,713	28,241	74,955	0.751
2027	46,713	28,241	74,955	0.751
2028	46,713	28,241	74,955	0.751
2029	46,713	28,241	74,955	0.751
2030	46,713	28,241	74,955	0.751

6. Incertitudes

L'incertitude globale est considérée moyenne puisque les facteurs d'émission utilisés proviennent de sources fiables (incertitude faible) et les données utilisées pour les calculs proviennent de données historiques relevées par RSI. De plus, les estimations émises lors de l'analyse de cycle de vie des projets sont très conservatrices lorsque comparées aux déclarations annuelles de GES de RSI selon le Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDOCÉCA) du MDELCC pour les années 2018, 2019 et 2020.

La section suivante présente la méthodologie employée pour effectuer le calcul des incertitudes ainsi que les résultats des incertitudes pour chacune des activités du cycle de vie des scénarios de projets et de référence (statu quo).

CALCUL DE L'INCERTITUDE	L'incertitude totale associée aux paramètres utilisés pour les calculs de quantification d'émissions, de réduction et d'évitement d'émissions peut être calculée en utilisant l'équation ci-dessous, donnée par les lignes directrices du GIEC [3] (Volume 1, chapitre 3, p.33) : $$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \cdots + (U_n * x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}$$ *Où :* U_{total} = Incertitude totale (en %) x_i = Quantité / paramètre de l'élément i U_i = Incertitude associée à la quantité x_i Un niveau d'incertitude est associé à chacun des éléments, auquel correspond un pourcentage selon l'échelle suivante : • Incertitude faible : ± 5 % • Incertitude moyenne : ± 15 % • Incertitude forte : ± 30 %
INCERTITUDE SUR LES RÉDUCTIONS ET LES ÉVITEMENTS DES ÉMISSIONS GES	En utilisant l'équation citée précédemment, on obtient l'incertitude totale suivante pour le projet : ± 11 % sur les émissions de GES de la phase 1 du projet (P1) ± 14 % sur les émissions de GES de la phase 2 du projet (P2) ± 10 % sur les émissions de GES du statu quo

Les Tableaux 16 et 17 présentent, respectivement, les incertitudes calculées pour les deux scénarios de projet et pour le scénario de référence (statu quo).

Tableau 16 : Incertitude sur les calculs des émissions de GES du projet (P1 et P2)

Éléments	P1 - Émission de GES ($tCO_{2éq}$/an)	Pourcentage (%)	P2 - Émission de GES ($tCO_{2éq}$/an)	Pourcentage (%)
TOTAL - Production combustibles fossiles	2 367	15%	438	15%
TOTAL - Production produits chimiques	3 799	15%	253	15%
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	3 673	30%	1 774	30%
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matières	44 898	15%	25 196	15%
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	4 435	5%	8	5%
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	560	5%	149	5%
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	120	30%	79	30%
Total	59 853	**11%**	27 896	**14%**
Incertitude absolue		**6 857**		**3 817**

Tableau 17 : Incertitude sur les calculs des émissions de GES du statu quo (B1)

Éléments	B1 - Émission de GES ($tCO_{2éq}$/an)	Pourcentage (%)
TOTAL - Production combustibles fossiles	1 200	15%
TOTAL - Production produits chimiques	2 120	15%
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1 826	30%
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matières	11 236	15%
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2 256	5%
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	5%
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	30%
Total	19 007	**10%**
Incertitude absolue		**1 810**

Dans les deux tableaux, il est possible de constater que le niveau d'incertitude associé au transport des matériaux a été considéré plus important (30%) que pour les autres activités du projet. En effet, le transport des intrants sur le site (amont du projet) et le transport des extrants (aval du projet) ne sont pas entièrement contrôlés par RSI, ce qui apporte un niveau d'incertitude plus élevé dans les estimations utilisées dans les calculs. De manière générale, le niveau d'incertitude de l'ensemble du cycle de vie du projet est considéré moyen.

7. Conclusion

Le projet permettra d'atteindre de meilleurs rendements au niveau de la décontamination et ce, particulièrement pour les matières devant être traitées par faibles débits dues à leur contamination. Il y aura évitement d'émissions de GES à différents niveaux. Tout d'abord, le traitement thermique permet de valoriser des matières en les décontaminant au lieu d'envoyer ces matières vers un centre d'enfouissement ou d'incinération conventionnelle plus polluante. De plus, les matières particulières pourront être traitées à l'aide de l'unité thermique à faibles débits au lieu d'être envoyées vers d'autres provinces ou à l'extérieur du Canada, ce qui générerait des émissions de GES en plus de réduire le potentiel de valorisation de celles-ci.

Il a également été démontré que la deuxième unité permet à plusieurs étapes de son cycle de vie de réduire les émissions de GES et ce, pour un tonnage d'intrants relativement similaire au statu quo. Le procédé de traitement thermique à faibles débits émet des émissions GES de loin supérieures à celles du statu quo. Tel que discuté, l'unité à faible débit permet toutefois de traiter des matières qu'il ne serait pas possible de traiter thermiquement ou disposer sans traitement dans des centres d'enfouissement.

Les résultats obtenus pour l'analyse de cycle de vie pour les scénarios en termes d'émissions totales de gaz à effet de serre sont les suivants :

- Statu quo (référence) : 14 228 tCO_2éq, soit **0,401 tCO_2éq par tonne de matériaux traités**
- Projet 1 : 46 713 tCO_2eq, soit **0,681 tCO_2éq par tonne de matériaux traités**
- Projet 2 : 28 241 tCO_2éq, soit **0,9052 tCO_2éq par tonne de matériaux traités**

⇒ Pour un total de 74 955 $tCO_2éq$, soit **0,751 $tCO_2éq$ par tonne de matériaux traités**.

Finalement, il est possible de conclure que les données utilisées pour établir les résultats sont conservatrices lorsque comparées à celles utilisées dans le cadre des déclarations GES annuelles officielles. De plus, le niveau d'incertitude total est moyen, donnant des résultats assez précis pour ce type d'analyse considérant les émissions en amont et aval des activités contrôlées directement par RSI.

8. Compléments

En étude complémentaire à l'évaluation des émissions de GES de RSI, certaines activités de l'analyse du cycle de vie ont été modifiées afin d'évaluer la possibilité de réduire les émissions totales du projet.

- Utilisation du gaz naturel en remplacement du propane dans les équipements fixes du procédé de traitement thermique des sols - **Annexe 4**
- Transport ferroviaire en remplacement du transport ferroviaire avec utilisation du propane dans le procédé de traitement thermique des sols - **Annexe 5**
- Transport ferroviaire en remplacement du transport ferroviaire avec utilisation du gaz naturel dans le procédé de traitement thermique des sols - **Annexe 6**
- Le scénario de calculs des solutions alternatives : Envoi des intrants vers compétiteurs au lieu du site RSI - **Annexe 7**
- Les scénarios actuelles et scénarios à la capacité maximale du site : Comparaison des données utilisées dans les déclarations GES annuelles de RSI (2018, 2019 et 2020 – Données historiques de RSI), dans le statu quo (référence) et dans le scénario présentant la capacité maximale de matériaux pouvant être traités annuellement sur le site (80 000 t.m. de sols et 20 000 t.m. de MDR) - **Annexe 8**

9. Références

1- Environnement Canada (EC), 2019. *National Inventory Report 1990-2017.*

2- GIEC, 2006. *Lignes directrices pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.* Chapitre 5, 30 p.

3- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques (MDELCC), 2019. *Guide de quantification des émissions de gaz à effet de serre*, 107 p.

4- Natural Resources Canada (NRC), 2019. *GHG Genius – A model for licecycle assessment of transportation fuels.*

5- RSI Environnement, 2020. Rapport annuel sur la production et sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise RSI Environnement, 12 p.

6- RSI Environnement, 2019. Rapport annuel sur la production et sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise RSI Environnement, 9 p.

7- RSI Environnement, 2018. Rapport annuel sur la production et sur les activités de suivi de la qualité du milieu environnant de l'entreprise RSI Environnement, 8 p.

8- RSI, 2019. *Inventaire québécois des émissions atmosphériques*. Déclaration annuelle 2020, MELCC, 11 p.

9- RSI, 2018. *Inventaire québécois des émissions atmosphériques*. Déclaration annuelle 2020, MELCC, 11 p.

10- RSI, 2020. *Inventaire québécois des émissions atmosphériques*. Déclaration annuelle 2020, MELCC, 11 p.

11- RSI, 2019. *Inventaire québécois des émissions atmosphériques*. Déclaration annuelle 2020, MELCC, 11 p.

12- RSI, 2018. *Inventaire québécois des émissions atmosphériques*. Déclaration annuelle 2020, MELCC, 11 p.

ANNEXE 1 – EXEMPLES DE CALCULS DES ÉMISSIONS DE GES – PHASE 1 DU PROJET (P1)

La section ci-dessous présente les différents paramètres utilisés pour les calculs d'émissions de la phase 1 du projet (P1). À noter que les résultats des exemples peuvent être arrondis car ils proviennent d'un chiffrier source Excel.

P1A - Élément en amont se déroulant avant la mise en œuvre de la Phase 1 du projet

P1A1 - Production, extraction et transport de combustibles fossiles

1. Production, extraction et transport du propane

Les émissions de CO_2éq pour la production de propane sont :
2 872 000 L/an × 0,5 kgCO_2éq/L = 1 422 793 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
1 423 tCO_2éq/an

2. Production, extraction et transport de l'essence

Les émissions de CO_2éq pour la production d'essence sont :
12 249 L/an × 0,8 kgCO_2éq/L = 13 689 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
14 tCO_2éq/an

3. Production, extraction et transport du diesel

Les émissions de CO_2éq pour la production de diesel sont :
1 574 519 L/an × 0,6 kgCO_2éq/L = 930 740 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
931 tCO_2éq/an

Total des émissions CO_2éq pour la production des combustibles fossiles :
1 423 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 14 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 931 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
2 367 tCO_2éq/an

P1A2 - Production et transport de produits chimiques

1. Production et transport de la chaux

Les émissions de CO_2 pour la production de chaux sont :
731 t/an × 0,75 tCO_2/tonne de chaux = 549 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour la production de chaux sont :
549 tCO_2/an × 1tCO_2éq/tCO_2
549 tCO_2éq/an

2. Production et transport du charbon activé

Les émissions de CO_2éq pour la production de charbon activé sont :
17 t/an × 1000kg/t * 0,2 kgCO_2éq/kg = 3 000 kgCO_2éq/an
3 tCO_2éq/an

Total des émissions de CO_2éq pour la production des produits chimiques :
549 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 3 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ =
552 tCO_2éq/an

P1B1 Élément en amont se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo
P1B1 Transport des intrants (P1B1)

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
1 356 025 L/*an* × 2,681 kgCO_2/L = **3 635 502 $kgCO_2/an$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
1 356 025 L/*an* × 0,00014 kgCH_4/L = **190 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
1 356 025 L/*an* × 0,000082 kgN_2O/L = **111 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
(3 635 502 **$kgCO_2$**/a**n**× 1 kgCO_2éq/kgCO_2) + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 190 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 111 **kgN_2O/an**)
3 673 384 $kgCO_2$éq/an × t**CO_2**é**q**/1000 **$kgCO_2$**é**q**
3 673 tCO_2éq/an

P1C Élément se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo
P1C1 Procédé - Traitements thermiques des matériaux

a- Traitement thermique des sols (P1C1.a.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des sols sont :
35 100 t/*an* × 80% × 5,5% × 9,1% × 0,95 × 4 = 490 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des sols sont :
490 tCO_2/an × 1tCO_2éq/tCO_2
490 tCO_2éq/an

2- Les émissions de CO_2 résultant de l'oxydation des matières premières sont :
35 100 t/*an* × 5% × 3,664 = 6 430 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq résultant de l'oxydation des matières premières sont :
6 430 tCO_2/an × 1 tCO_2éq/tCO_2
6 430 tCO_2éq/an

3- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)
Les émissions de CH_4 sont :
176 t/*an* × 0,170 kgCH_4/t × tCH_4/1000kgCH_4 = 0,03 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
176 t/*an* × 3,164 kgN_2O/t × tN_2O/1000tN_2O = 0,56 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) sont :

(25 $tCO_2éq/tCH_4$ × 0,03 $t\boldsymbol{CH_4}/\boldsymbol{an}$) + (298 $tCO_2éq/tN_2O$ × 0,56 $t\boldsymbol{N_2O}/\boldsymbol{an}$)
166 $\boldsymbol{tCO_2éq/an}$

b- Traitement des matières résiduelles dangereuses (P1C1.b.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des MDR sont :
15 6000 t/an × 80% × 33% × 100% × 0,95 × 4 = 14 346 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des MDR sont :
14 346 tCO_2/an × 1 $tCO_2éq/tCO_2$
14 346 tCO_2éq/an

2- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MDR sont :

Les émissions de CH_4 sont :
5 148 t/an × 0,170 $kgCH_4/t$ × $tCH_4/1000kgCH_4$ = 0,87 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
5 148 t/an × 3,164 kgN_2O/t × $tN_2O/1000tN_2O$ = 16,29 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MDR sont :
(25 $tCO_2éq/tCH_4$ × 0,87 $t\boldsymbol{CH_4}/\boldsymbol{an}$) + (298 $tCO_2éq/tN_2O$ × 16,29 $t\boldsymbol{N_2O}/\boldsymbol{an}$)
4 876 $\boldsymbol{tCO_2éq/an}$

c- Traitement des matières résiduelles (P1C1.c.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des MR sont :
7 800 t/an × 76% × 94% × 60% × 0,95 × 4 = 11 646 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des MR sont :
11 646 tCO_2/an × 1 $tCO_2éq/tCO_2$
11 646 tCO_2éq/an

2- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MR sont :

Les émissions de CH_4 sont :
7 332 t/an × 0,3471 $kgCH_4/t$ × $tCH_4/1000kgCH_4$ = 1,2 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
7 332 t/an × 0,148 kgN_2O/t × $tN_2O/1000tN_2O$ = 23,2 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MR sont :
(25 $tCO_2éq/tCH_4$ × 1,2 $t\boldsymbol{CH_4}/\boldsymbol{an}$) + (298 $tCO_2éq/tN_2O$ × 23,2 $t\boldsymbol{N_2O}/\boldsymbol{an}$)
6 944 $\boldsymbol{tCO_2éq/an}$

Total des émissions de CO_2éq pour le procédé de traitement thermique des sols, MDR et MR sont :
490 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 6 430 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 166 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 14 346 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 4 876 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 11 646 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 6 944 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
44 898 tCO_2éq/an

P1C2 Procédé – Utilisation des équipements fixes

Les émissions de CO_2 pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
2 872 000 L/an × 1,515 kgCO_2/L = **4 351 080 $\boldsymbol{kgCO_2/an}$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
2 872 000 L/an × 0,000024 kgCH_4/L = **69 $\boldsymbol{kgCH_4/an}$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
2 872 000 L/an × 0,000108 kgN_2O/L =**310 $\boldsymbol{kgN_2O/an}$**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
4 351 080 $\boldsymbol{kgCO_2}$/a$\boldsymbol{n}$ + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 69 $\boldsymbol{kgCH_4}$/a$\boldsymbol{n}$) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 310 $\boldsymbol{kgN_2O/an}$) =
4 435 207 $\boldsymbol{kgCO_2éq/an}$ × t$\boldsymbol{CO_2éq}$/1000 $\boldsymbol{kgCO_2éq}$ =
4 435 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$

P1C3 Procédé – Utilisation des équipements mobiles

1. Consommation d'essence

Les émissions de CO_2 pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
17 249 L/an × 2,307 kgCO_2/L = **39 794 $\boldsymbol{kgCO_2/an}$**

Les émissions de CH4 pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
17 249 L/an × 0,00014 kgCH_4/L = **2,4 $\boldsymbol{kgCH_4/an}$**

Les émissions de N2O pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
17 249 L/an × 0,000022 kgN_2O/L =**0,4 $\boldsymbol{kgN_2O/an}$**

Les émissions totales de CO2éq pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
39 794 $\boldsymbol{kgCO_2}$/a$\boldsymbol{n}$ + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 2,4 $\boldsymbol{kgCH_4}$/a$\boldsymbol{n}$) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 0,4 $\boldsymbol{kgN_2O/an}$)
39 968 $\boldsymbol{kgCO_2éq/an}$ × t$\boldsymbol{CO_2éq}$/1000 $\boldsymbol{kgCO_2éq}$
40 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$

2. Consommation de diesel

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
174 279 L/an × 2,681 kgCO_2/L = **467 243 $\boldsymbol{kgCO_2/an}$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
174 279 L/an × 0,00015 kgCH_4/L = **26 $\boldsymbol{kgCH_4/an}$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
174 279 L/*an* × 0,001 kgN_2O/L =**174 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
467 243 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 26 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 174 **kgN_2O/an**)
519 831 **$kgCO_2$éq/an** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
520 tCO_2éq/an

Total des émissions de CO_2éq pour le procédé impliquant des équipements mobiles :
40 t**CO_2**éq/**an** + 520 t**CO_2**éq/**an**
560 tCO_2éq/an

P1D Élément se déroulant au cours la mise en œuvre du **statu quo**
P1D1 Transport des extrants

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
44 215 L/*an* × 2,681 kgCO_2/L = **118 542 $kgCO_2$/an**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
44 215 L/*an* × 0,00014 kgCH_4/L = **6 $kgCH_4$/an**

Les émissions de N2O pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
44 215 L/*an* × 0,000082 kgN_2O/L = **4 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
118 542 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 6 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 4 **kgN_2O/an**)
119 777 **$kgCO_2$éq/an** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
120 tCO_2éq/an

Émissions totales des émissions pour la Phase 1 du projet :

Les émissions de GES totales pour la phase 1 du projet est de 56 605 **tCO_2éq/an**

ANNEXE 2 – EXEMPLES DE CALCULS DES ÉMISSIONS DE GES – PHASE 2 DU PROJET (P2)

La section ci-dessous présente les différents paramètres utilisés pour les calculs d'émissions de la phase 2 du projet (P2). À noter que les résultats des exemples peuvent être arrondis car ils proviennent d'un chiffrier source Excel.

P2A Élément en amont se déroulant avant la mise en œuvre du statu quo

P2A1 Production, extraction et transport de combustibles fossiles (P1A1)

1. Production, extraction et transport du propane

Les émissions de CO_2éq pour la production de propane sont :
5 000 L/an × 0,5 kgCO_2éq/L = 2 477 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
3 tCO_2éq/an

2. Production, extraction et transport de l'essence

Les émissions de CO_2éq pour la production d'essence sont :
4 600 L/an × 0,8 kgCO_2éq/L = 3 650 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
4 tCO_2éq/an

3. Production, extraction et transport du diesel

Les émissions de CO_2éq pour la production de diesel sont :
730 464 L/an × 0,6 kgCO_2éq/L = 431 796 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
432 tCO_2éq/an

Total des émissions CO_2éq pour la production des combustibles fossiles :
3 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 4 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 432 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ =
438 tCO_2éq/an

P2A2 Production et transport de produits chimiques

1. Production et transport de la chaux

Les émissions de CO_2 pour la production de chaux sont :
332 t/an × 0,75 tCO_2/tonne de chaux = 249 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour la production de chaux sont :
249 tCO_2/an × 1tCO_2éq/tCO_2
249 tCO_2éq/an

2. Production et transport du charbon activé

Les émissions de CO_2éq pour la production de charbon activé sont :
17 t/an × 1000kg/t * 0,2 kgCO_2éq/kg = 3 251 kgCO_2éq/an
3 tCO_2éq/an

Total des émissions de CO_2éq pour la production des produits chimiques :
249 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 3 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
253 tCO_2éq/an

P2B Élément en amont se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo

P2B1 Transport des intrants

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
654 771 L/an × 2,681 kgCO_2/L = **1 755 441 $\boldsymbol{kgCO_2}$/$\boldsymbol{an}$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
654 771 L/*an* × 0,00014 kgCH_4/L = **92 $kgCH_4$/*an***

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
654 771 L/*an* × 0,000082 kgN_2O/*L* = **54 kgN_2O/*an***

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
(1 755 441 **$kgCO_2$**/a*n*× 1kgCO_2éq/kgCO_2) + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 92 **$kgCH_4$**/a*n*) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 54 **kgN_2O/*an***)
1 773 733 **$kgCO_2$éq/*an*** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
1 774 tCO_2éq/*an*

P2C Élément se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo
P2C1 Procédé - Traitements thermiques des matériaux

a- Aucun sol traité dans la Phase 2 du projet

b- Traitement des matières résiduelles dangereuses (B1C1.b.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des MDR sont :
13 600 t/*an* × 80% × 33% × 100% × 0,95 × 4 = 16 157 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des MDR sont :
16 157 tCO_2/an × 1 tCO_2éq/tCO_2
16 157 tCO2éq/an

2- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MDR sont :

Les émissions de CH_4 sont :
6 120 t/*an* × 0,170 kgCH_4/t × tCH_4/1000kgCH_4 = 1 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
6 120 t/*an* × 3,164 kgN_2O/t × tN_2O/1000tN_2O = 19 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MDR sont :
(25 tCO_2éq/tCH_4 × 1 t**CH_4**/a*n*) + (298 tCO_2éq/tN_2O × 19 t**N_2O/*an***)
5 796 tCO_2éq/*an*

c- Traitement des matières résiduelles (B1C1.c.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des MR sont :
2 000 t/*an* × 76% × 94% × 60% × 0,95 × 4 = 3 143 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des MR sont :

3 143 $tCO_2/an \times 1\ tCO_2éq/tCO_2$
3 143 $tCO_2éq/an$

2- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MR sont :

Les émissions de CH_4 sont :
1 880 $t/an \times 0{,}3471\ kgCH_4/t \times tCH_4/1000kgCH_4 = 0{,}7\ tCH_4/an$

Les émissions de N_2O sont :
1 880 $t/an \times 0{,}148\ kgN_2O/t \times tN_2O/1000tN_2O = 0{,}3\ tN_2O/an$

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MR sont :
(25 $tCO_2éq/tCH_4 \times 0{,}7\ t\boldsymbol{CH_4}/an$) + (298 $tCO_2éq/tN_2O \times 0{,}3\ t\boldsymbol{N_2O}/an$)
99 $tCO_2éq/an$

Total des émissions de CO_2éq pour le procédé de traitement thermique des sols, MDR et MR sont :
16 157 $t\boldsymbol{CO_2}éq/an$ + 5 796 $t\boldsymbol{CO_2}éq/an$ + 3 143 $t\boldsymbol{CO_2}éq/an$ + 99 $t\boldsymbol{CO_2}éq/an$
25 196 $tCO_2éq/an$

P2C2 Procédé – Utilisation des équipements fixes

Les émissions de CO_2 pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
5 000 $L/an \times 1{,}515\ kgCO_2/L = 7\ 575\ \boldsymbol{kgCO_2}/an$

Les émissions de CH_4 pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
5 000 $L/an \times 0{,}000024\ kgCH_4/L = 0{,}12\ \boldsymbol{kgCH_4}/an$

Les émissions de N_2O pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
5 000 $L/an \times 0{,}000108\ kgN_2O/L = 0{,}54\ \boldsymbol{kgN_2O}/an$

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
7 575 $\boldsymbol{kgCO_2}/an$ + (25 $kgCO_2éq/kgCH4 \times 0{,}12\ \boldsymbol{kgCH_4}/an$) + (298 $kgCO_2éq/kgN_2O \times 0{,}54\ \boldsymbol{kgN_2O}/an$) =
7 721 $\boldsymbol{kgCO_2}éq/an \times t\boldsymbol{CO2}éq/1000\ \boldsymbol{kgCO_2}éq$
8 $tCO_2éq/an$

P2C3 Procédé – Utilisation des équipements mobiles

1. Consommation d'essence

Les émissions de CO_2 pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
4 600 $L/an \times 2{,}307\ kgCO_2/L = 10\ 612\ \boldsymbol{kgCO_2}/an$

Les émissions de CH_4 pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
4 600 $L/an \times 0{,}00014\ kgCH_4/L = 0{,}6\ \boldsymbol{kgCH_4}/an$

Les émissions de N_2O pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
4 600 L/*an* × 0,000022 kgN_2O/L =**0,1 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
10 612 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 0,6 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 0,1 **kgN_2O/an**)
10 658 **$kgCO_2$éq/an** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
<u>11 $tCO2$éq/an</u>

2. Consommation de diesel

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
46 474 L/*an* × 2,681 kgCO_2/L = **124 598 $kgCO_2/an$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
46 474 L/*an* × 0,00015 kgCH_4/L = **7 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
46 474 L/*an* × 0,001 kgN_2O/L = **46 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
124 598 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 7 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN2O × 46 **kgN_2O/an**)
138 622 **$kgCO_2$éq/an** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
<u>139 tCO_2éq/an</u>

Total des émissions de CO_2éq pour le procédé impliquant des équipements mobiles :
11 t**CO_2**éq/**an** + 139 t**CO_2**éq/**an**
<u>149 tCO_2éq/an</u>

P2D Élément se déroulant au cours la mise en œuvre du statu quo

<u>P2D1 Transport des extrants</u>

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
29 218 L/*an* × 2,681 kgCO_2/L = **78 344 $kgCO_2/an$**
Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
29 218 L/*an* × 0,00014 kgCH_4/L = **4 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
29 218 L/*an* × 0,000082 kgN_2O/L = **2 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
78 344 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 4 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 2 **kgN_2O/an**)
79 150 **$kgCO_2$éq/an** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
<u>79 tCO_2éq/an</u>

Émissions de GES totales pour la Phase 2 du projet :

Les émissions de GES totales pour la Phase 2 (P2) du projet est : 27 896 $\boldsymbol{tCO_2éq/an}$

ANNEXE 3 – EXEMPLES DE CALCULS DES ÉMISSIONS DE GES STATU QUO

La section ci-dessous présente les différents paramètres utilisés pour les calculs d'émissions du statu quo. À noter que les résultats des exemples peuvent être arrondis car ils proviennent d'un chiffrier source Excel.

B1A Élément en amont se déroulant avant la mise en œuvre du statu quo

B1A1 Production, extraction et transport de combustibles fossiles

1. Production, extraction et transport du propane

Les émissions de CO_2éq pour la production de propane sont :
1 461 000 L/an × 0,5 kgCO_2éq/L = 723 781 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
724 tCO_2éq/an

2. Production, extraction et transport de l'essence

Les émissions de CO_2éq pour la production d'essence sont :
10 103 L/an × 0,8 kgCO_2éq/L = 8 018 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
8 tCO_2éq/an

3. Production, extraction et transport du diesel

Les émissions de CO_2éq pour la production de diesel sont :
791 282 L/an × 0,6 kgCO_2éq/L = 467 748 $\boldsymbol{kgCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
468 tCO_2éq/an

Total des émissions CO_2éq pour la production des combustibles fossiles :
724 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 8 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 468 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
1 200 tCO_2éq/an

B1A2 Production et transport de produits chimiques

1. Production et transport de la chaux

Les émissions de CO_2 pour la production de chaux sont :
373 t/an × 0,75 tCO_2/tonne de chaux = 280 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour la production de chaux sont :
280 tCO_2/an × 1tCO_2éq/tCO_2
280 tCO_2éq/an

2. Production et transport du charbon activé

Les émissions de CO_2éq pour la production de charbon activé sont :
10 t/an × 1000kg/t * 0,2 kgCO_2éq/kg = 1 841 kgCO_2éq/an
2 tCO_2éq/an

Total des émissions de CO_2éq pour la production des produits chimiques :
280 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$ + 2 t$\boldsymbol{CO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$
280 tCO2éq/an

B1B Élément en amont se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo

B1B1 Transport des intrants

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
674 123 L/*an* × 2,681 kgCO_2/L = **1 807 324 *kgCO₂/an***

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
674 123 L/*an* × 0,00014 kgCH_4/L = **94 *kgCH₄/an***

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
674 123 L/*an* × 0,000082 kgN_2O/L = **55 *kgN₂O/an***

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (transport des intrants) sont :
(1 807 324 ***kgCO₂***/a***n***× 1kgCO_2éq/kgCO_2) + (25 kgCO_2éq/kgCH4 × 94 ***kgCH₄***/a***n***) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 55 ***kgN²O/an***)
1 826 155 ***kgCO₂éq/an*** × t***CO₂éq***/1000 ***kgCO₂éq***
1 826 *tCO2*éq/*an*

B1C Élément se déroulant pendant la mise en œuvre du statu quo

B1C1 Procédé - Traitements thermiques des matériaux

a- Traitement thermique des sols (B1C1.a.)

1- Les émissions de CO2 pour le traitement thermique des sols sont :
30 028 t/*an* × 80% × 5,5% × 9,1% × 0,95 × 4 = 419 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des sols sont :
419 tCO_2/an × 1 tCO_2éq/tCO_2 = 419 tCO_2éq/an
419 tCO_2éq/an

2- Les émissions de CO_2 résultant de l'oxydation des matières premières sont :
30 028 t/*an* × 5% × 3,664 = 5 501 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq résultant de l'oxydation des matières premières sont :
5 501 tCO_2/an × 1 tCO_2éq/tCO2 = 5 501 tCO_2éq/an
5 501 tCO_2éq/an

3- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O)
Les émissions de CH_4 sont :
150 t/*an* × 0,170 kgCH_4/t × tCH_4/1000kgCH_4 = 0,025 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
150 t/*an* × 3,164 kgN_2O/t × tN_2O/1000tN_2O = 0,475 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) sont :
(25 tCO_2éq/tCH_4 × 0,025 t$\boldsymbol{CH_4}$/a$\boldsymbol{n}$) + (298 tCO2éq/tN_2O × 0,475 t$\boldsymbol{N_2O/an}$)
142 $\boldsymbol{tCO_2}$éq/$\boldsymbol{an}$

b- Traitement des matières résiduelles dangereuses (B1C1.b.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des MDR sont :
4 198 t/an × 80% × 33% × 100% × 0,95 × 4 = 3 820 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des MDR sont :
3 820 tCO_2/an × 1 tCO_2éq/tCO_2 = 3 820 tCO_2éq/an
3 820 tCO_2éq/an

2- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MDR sont :
Les émissions de CH_4 sont :
1 371 t/an × 0,170 kgCH_4/t × tCH_4/1000kgCH_4 = 0,232 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
1 371 t/an × 3,164 kgN_2O/t × tN_2O/1000tN_2O = 4,337 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MDR sont :
(25 tCO2éq/tCH4 × 0,232 t$\boldsymbol{CH4}$/a$\boldsymbol{n}$) + (298 tCO2éq/tN2O × 4,337 t$\boldsymbol{N2O/an}$)
1 298 $\boldsymbol{tCO2}$éq/$\boldsymbol{an}$

c- Traitement des matières résiduelles (B1C1.c.)

1- Les émissions de CO_2 pour le traitement thermique des MR sont :
36 t/an × 76% × 94% × 60% × 0,95 × 4 = 54 tCO_2/an

Les émissions de CO_2éq pour le traitement thermique des MR sont :
54 tCO_2éq/an

2- Les émissions provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MR sont :
Les émissions de CH_4 sont :
34 t/an × 0,3471 kgCH_4/t × tCH_4/1000kgCH_4 = 0,012 tCH_4/an

Les émissions de N_2O sont :
34 t/an × 0,148 kgN_2O/t × tN_2O/1000tN_2O = 0,005 tN_2O/an

Les émissions totales de CO_2éq provenant de la combustion incomplète hydrocarbures (CH_4 et N_2O) des MR sont :
(25 tCO2éq/tCH4 × 0,012 t$\boldsymbol{CH_4}$/a$\boldsymbol{n}$) + (298 tCO_2éq/tN_2O × 0,005 t$\boldsymbol{N_2O/an}$)

2 $tCO_2éq/an$

Total des émissions de $CO_2éq$ pour le procédé de traitement thermique des sols, MDR et MR sont :
419 t$CO_2éq/an$ + 5 501 t$CO_2éq/an$ + 142 t$CO_2éq/an$ + 3 820 t$CO_2éq/an$ + 1 298 t$CO_2éq/an$ + 54 t$CO_2éq/an$ + 2 t$CO_2éq/an$
11 236 $tCO_2éq/an$

B1C2 Procédé – Utilisation des équipements fixes

Les émissions de CO_2 pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
1 461 000 L/an × 1,515 kgCO_2/L = **2 213 415 $kgCO_2/an$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
674 123 L/an × 0,000024 kgCH_4/L = **35 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
674 123 L/an × 0,000108 kgN_2O/L =**158 kgN_2O/an**

Les émissions totales de $CO_2éq$ pour la consommation de propane (équipements fixes) sont :
2 213 415 $kgCO_2$/an + (25 kgCO2éq/kgCH_4 × 35 $kgCH_4$/an) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 158 kgN_2O/an)
2 256 211 $kgCO_2éq/an$ × t$CO_2éq$/1000 $kgCO_2éq$
2 256 $tCO2éq/an$

B1C3 Procédé – Utilisation des équipements mobiles

1. Consommation d'essence

Les émissions de CO_2 pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
10 103 L/an × 2,307 k$gCO2$/L = **23 307 $kgCO_2/an$**

Les émissions de CH4 pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
10 103 L/an × 0,00014 kgCH_4/L = **1,4 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
10 103 L/an × 0,000022 kgN_2O/L = **0,2 kgN_2O/an**

Les émissions totales de $CO_2éq$ pour la consommation d'essence (équipements mobiles) sont :
23 307 $kgCO_2$/an + (25 kgCO2éq/kgCH_4 × 1,4 $kgCH_4$/an) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 0,2 kgN_2O/an)
23 408 $kgCO_2éq/an$ × t$CO_2éq$/1000 $kgCO_2éq$
23 $tCO_2éq/an$

2. Consommation de diesel

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
102 072 L/an × 2,681 kgCO_2/L = **273 655 $kgCO_2/an$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
102 072 L/*an* × 0,00015 kgCH_4/L = **15 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
102 072 L/*an* × 0,001 kgN_2O/L =**102 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (équipements mobiles) sont :
273 655 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 15 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 102 **kgN_2O/an**)
304 455 **$kgCO_2$éq/an** × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq**
304 tCO_2éq/an

Total des émissions de CO_2éq pour le procédé impliquant des équipements mobiles :
23 t**CO_2**éq/**an** + 304 t**CO_2**éq/**an** =
328 tCO_2éq/an

B1D Élément se déroulant au cours la mise en œuvre du statu quo

B1D1 Transport des extrants (B1D1)

Les émissions de CO_2 pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
15 088 L/*an* × 2,681 kgCO_2/L = **40 450 $kgCO_2/an$**

Les émissions de CH_4 pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
15 088 L/*an* × 0,00014 kgCH_4/L = **2 $kgCH_4/an$**

Les émissions de N_2O pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
15 088 L/*an* × 0,000082 kgN_2O/L =**1 kgN_2O/an**

Les émissions totales de CO_2éq pour la consommation de diesel (transport des extrants) sont :
40 450 **$kgCO_2$**/a**n** + (25 kgCO_2éq/kgCH_4 × 2 **$kgCH_4$**/a**n**) + (298 kgCO_2éq/kgN_2O × 1 **kgN_2O/an**)
40 872 $kgCO_2$éq/an × t**CO_2éq**/1000 **$kgCO_2$éq** =
41 tCO_2éq/an

Émissions de GES totales pour le statu quo :

Les émissions de GES totales pour le statu quo (B1) est : 17 168 **tCO_2éq/an**

ANNEXE 4 – Alternative 1 – Utilisation du gaz naturel en remplacement du propane

Tableau A4.1 – Résultats des émissions de GES pour le statu quo (référence)

	Référence (Statu Quo)				
Tonnes traitées	34,983				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	0	0	378	**0.0108**
TOTAL - Production produits chimiques	280	0	0	282	**0.0080**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,487	0	0	1,502	**0.0429**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	8,138	0	3	9,018	**0.2578**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	1,842	0	0	1,851	**0.0529**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	297	0	0	328	**0.0094**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	40	0	0	41	**0.0012**
TOTAL	**12,084**	**0**	**3**	**13,400**	**0.3830**

Tableau A4.2 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 1

	projet 1				
Tonnes traitées	68,640				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	0	0	743	**0.0108**
TOTAL - Production produits chimiques	549	0	0	552	**0.0080**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	2,922	0	0	2,953	**0.0430**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	26,608	2	33	36,452	**0.5311**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	3,620	0	0	3,639	**0.0530**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	584	0	0	645	**0.0094**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	119	0	0	120	**0.0017**
TOTAL	**34,402**	**2**	**33**	**45,103**	**0.6571**

Tableau A4.3 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 2

	projet 2				
Tonnes traitées	31,200				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	0	0	1	**0.0000**
TOTAL - Production produits chimiques	-	0	0	1,948	**0.0624**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,152	0	0	1,164	**0.0373**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	19,300	2	20	25,196	**0.8076**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	6	0	0	6	**0.0002**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	1	0	0	1	**0.0000**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	78	0	0	79	**0.0025**
TOTAL	**20,538**	**2**	**20**	**28,396**	**0.9101**

RSI Environnement
625

Tableau A4.4 – Résultats des émissions de GES pour le total des projets 1 et 2

	Total - projets 1 +2				
Tonnes traitées	99,840				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	-	-	-	745	**0.0075**
TOTAL - Production produits chimiques	549	-	-	2,500	**0.0250**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	4,074	0	0	4,117	**0.0412**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	45,908	3	53	61,648	**0.6175**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	3,626	0	0	3,645	**0.0365**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	585	0	0	646	**0.0065**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	197	0	0	199	**0.0020**
TOTAL	**54,940**	**4**	**53**	**73,499**	**0.736**

Tableau A4.5 – Comparaison des résultats d'émissions de GES entre l'utilisation du propane et du gaz naturel

	Émissions GES (téq.CO2)											
	Statu quo (Référence)			*projet 1*			*projet 2*			*Total projets 1 +2*		
	Propane	Gaz naturel	Différence	Propane	Gaz naturel	Différence	Propane	Gaz naturel	Différence	Propane	Gaz naturel	Différence
TOTAL - Production combustibles fossiles	801	378	**423**	1,557	743	**814**	3	1	**1**	1,560	745	**815**
TOTAL - Production produits chimiques	282	282	-	552	552	**0**	1,948	1,948	-	2,500	2,500	-
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,502	1,502	**(0)**	2,953	2,953	**0**	1,164	1,164	-	4,117	4,117	-
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	9,018	-	36,452	36,452	**0**	25,039	25,196	**(157)**	61,491	61,648	**(157)**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	1,851	**405**	4,435	3,639	**796**	8	6	**1**	4,443	3,645	**798**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	328	-	645	645	**0**	1	1	-	646	646	-
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	41	-	120	120	**0**	79	79	-	199	199	-
TOTAL	14,228	13,400	**828**	46,713	45,103	**1,610**	28,241	28,396	**(154)**	74,955	73,499	**1,456**

RSI Environnement
626

ANNEXE 5 – Alternative 2 – Transport en train en remplacement des camions (avec le gaz propane)

Tableau A5.1 – Résultats des émissions de GES pour le statu quo (référence)

	Référence (statu quo)	
Tonnes traitées	34,983	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	801	**0.0229**
TOTAL - Production produits chimiques	282	**0.0080**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,245	**0.0356**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	**0.2578**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	**0.0645**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	**0.0094**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	**0.0012**
TOTAL	**13,970**	**0.3993**

Tableau A5.2 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 1

	projet 1	
Tonnes traitées	68,640	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	1,557	**0.0227**
TOTAL - Production produits chimiques	552	**0.0080**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	2,586	**0.0377**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	36,452	**0.5311**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	4,435	**0.0646**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	645	**0.0094**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	120	**0.0017**
TOTAL	**46,347**	**0.6752**

Tableau A5.3 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 2

	projet 2	
Tonnes traitées	31,200	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	3	**0.0001**
TOTAL - Production produits chimiques	1,948	**0.0624**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,139	**0.0365**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	25,196	**0.8076**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	8	**0.0002**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	1	**0.0000**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	79	**0.0025**
TOTAL	**28,373**	**0.9094**

RSI Environnement
628

Tableau A5.4 – Résultats des émissions de GES pour les Projets 1 et 2

	Total projets 1 + 2	
Tonnes traitées	99,840	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	1,560	**0.0156**
TOTAL - Production produits chimiques	2,500	**0.0250**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	3,725	**0.0373**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	61,648	**0.6175**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	4,443	**0.0445**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	646	**0.0065**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	199	**0.0020**
TOTAL	**74,720**	**0.748**

Tableau A5.5 – Comparaison des résultats d'émissions de GES entre le transport routier et le transport ferroviaire (utilisation du propane)

	Émissions GES (téq.CO2)											
	Statu quo (Référence)			*projet 1*			*projet 2*			*Total projets 1 + 2*		
	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence
TOTAL - Production combustibles fossiles	801	801	-	1,557	1,557	**0**	3	3	-	1,560	1,560	-
TOTAL - Production produits chimiques	282	282	-	552	552	**0**	1,948	1,948	-	2,500	2,500	-
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,502	1,245	**257**	2,953	2,586	**367**	1,164	1,139	**25**	4,117	3,725	**392**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	9,018	-	36,452	36,452	**0**	25,039	25,196	**(157)**	61,491	61,648	**(157)**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	2,256	-	4,435	4,435	**0**	8	8	-	4,443	4,443	-
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	328	-	645	645	**0**	1	1	-	646	646	-
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	41	-	120	120	**0**	79	79	-	199	199	-
TOTAL	14,228	13,970	**257**	46,713	46,347	**367**	28,241	28,373	**(132)**	74,955	74,720	**235**

ANNEXE 6 – Alternative 3 – Transport en train en remplacement des camions (avec le gaz naturel)

Tableau A6.1 – Résultats des émissions de GES pour le statu quo (référence)

	Référence (Statu Quo)	
Tonnes traitées	34,983	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	378	**0.0108**
TOTAL - Production produits chimiques	282	**0.0080**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,245	**0.0356**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	**0.2578**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	1,851	**0.0529**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	**0.0094**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	**0.0012**
TOTAL	**13,142**	**0.3757**

Tableau A6.2 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 1

	projet 1	
Tonnes traitées	68,640	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	743	**0.0108**
TOTAL - Production produits chimiques	552	**0.0080**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	2,586	**0.0377**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	36,452	**0.5311**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	3,639	**0.0530**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	645	**0.0094**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	120	**0.0017**
TOTAL	**44,737**	**0.6518**

Tableau A6.3 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 2

	projet 2	
Tonnes traitées	31,200	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	1	**0.0000**
TOTAL - Production produits chimiques	1,948	**0.0624**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,139	**0.0365**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	25,196	**0.8076**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	6	**0.0002**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	1	**0.0000**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	79	**0.0025**
TOTAL	**28,371**	**0.9093**

Tableau A6.4 – Résultats des émissions de GES pour le total des projets 1 et 2

	Total projets 1 +2	
Tonnes traitées	99,840	
Émissions de GES	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Production combustibles fossiles	745	**0.0075**
TOTAL - Production produits chimiques	2,500	**0.0250**
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	3,725	**0.0373**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	61,648	**0.6175**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	3,645	**0.0365**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	646	**0.0065**
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	199	**0.0020**
TOTAL	**73,107**	**0.732**

Tableau A6.5 – Comparaison des résultats d'émissions de GES entre le transport routier et le transport ferroviaire (utilisation de gaz naturel)

	Émissions GES (téq.CO2)											
	Statu quo (Référence)			*projet 1*			*projet 2*			*Total projets 1 +2*		
	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence	Transport routier	Transport ferroviaire	Différence
TOTAL - Production combustibles fossiles	801	378	**423**	1,557	743	**814**	3	1	**1**	1,560	745	**815**
TOTAL - Production produits chimiques	282	282	-	552	552	**0**	1,948	1,948	-	2,500	2,500	-
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,502	1,245	**257**	2,953	2,586	**367**	1,164	1,139	**25**	4,117	3,725	**392**
TOTAL - Procédé - Traitement thermiques des matériaux	9,018	9,018	-	36,452	36,452	**0**	25,039	25,196	**(157)**	61,491	61,648	**(157)**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements fixes (combustibles fossiles)	2,256	1,851	**405**	4,435	3,639	**796**	8	6	**1**	4,443	3,645	**798**
TOTAL - Procédé - Utilisation des équipements mobiles (combustibles fossiles)	328	328	-	645	645	**0**	1	1	-	646	646	-
TOTAL - Transport (diesel) des extrants	41	41	-	120	120	**0**	79	79	-	199	199	-
TOTAL	14,228	13,142	**1,085**	46,713	44,737	**1,977**	28,241	28,371	**(129)**	74,955	73,107	**1,848**

ANNEXE 7 – Envoi des intrants vers compétiteurs au lieu du site RSI

Tableau A7.1 – Résultats des émissions de GES pour le statu quo (référence)

	Référence (statu quo)				
Tonnes traitées	0				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Tranport (diesel) des intrants	9,106	0	0	9,201	0.2630

Tableau A7.2 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 1

	projet 1				
Tonnes traitées	0				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Tranport (diesel) des intrants	19,114	1	1	19,313	0.2814

Tableau A7.3 – Résultats des émissions de GES pour le Projet 2

	projet 2				
Tonnes traitées	200,651				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Tranport (diesel) des intrants	6,159	0	0	6,224	0.1995

Tableau A7.4 – Résultats des émissions de GES pour le total des projets 1 et 2

	Total projets 1 + 2				
Tonnes traitées	200,651				
Émissions de GES	tCO2	tCH4	tN2O	Émissions GES (téq.CO2)	**Intensité (téq.CO2/t)**
TOTAL - Tranport (diesel) des intrants	25,273	1	1	25,537	0.2558

Tableau A7.5 – Comparaison des résultats d'émissions de GES entre le transport vers le site de RSI et les sites des compétiteurs

	Référence (statu quo)			Projet 1			Projet 2			Total projets 1 et 2		
	Transport vers RSI	Transport vers compétiteurs	Différence	Transport vers RSI	Transport vers compétiteurs	Différence	Transport vers RSI	Transport vers compétiteurs	Différence	Transport vers RSI	Transport vers compétiteurs	Différence
TOTAL - Transport (diesel) des intrants	1,502	9,201	**(7,698.97)**	2,953	19,313	**(16,360)**	1,164	6,224	**(5,059)**	4,117	25,537	**(21,420)**

ANNEXE 8 – Comparaison des données utilisées dans les déclarations GES annuelles de RSI (2018, 2019 et 2020) et dans le statu quo (référence)

Tableau A8.1 – Comparaison des données – Déclarations annuelles, Statu quo et Capacité maximale de matières traitées sur le site

	Déclaration RSI annuelle (données historiques)				
	2018	2019	2020	Statu quo (référence)	Scénario - Capacité maximale matières traitées sur le site
Tonnes totales traitées (t.m.)	**28,098**	**47,632**	**29,288**	**34,262**	**100,721**
Sols	22,721	41,380	25,982	30,028	80,000
MDR	5,377	5,582	1,636	4,198	20,000
Eau	-	492	1,670	36	-
MR	-	108	-	721	721
Émissions GES ($tCO_2éq$)	**7,908**	**15,549**	**11,096**	**11,274**	**36,558**
Propane	1,546	3,009	2,062	2,256	6,592
Matières traitées	6,230	12,112	8,690	9,018	29,966
% Intrants					
Sols	80.9%	86.9%	88.7%	87.6%	79.4%
MDR	19.1%	11.7%	5.6%	12.3%	19.9%
Eau	0.0%	1.0%	5.7%	0.1%	0.0%
MR	0.0%	0.2%	0.0%	2.1%	0.7%
Intensité des émisions GES ($tCO_2éq$ totales /t.m. matières traitées)	**0.281**	**0.326**	**0.379**	**0.329**	**0.363**
$tCO_2éq$ propane /t.m.	0.055	0.063	0.070	0.066	0.065
$tCO_2éq$ matières traitées /t.m.	0.222	0.254	0.297	0.263	0.298

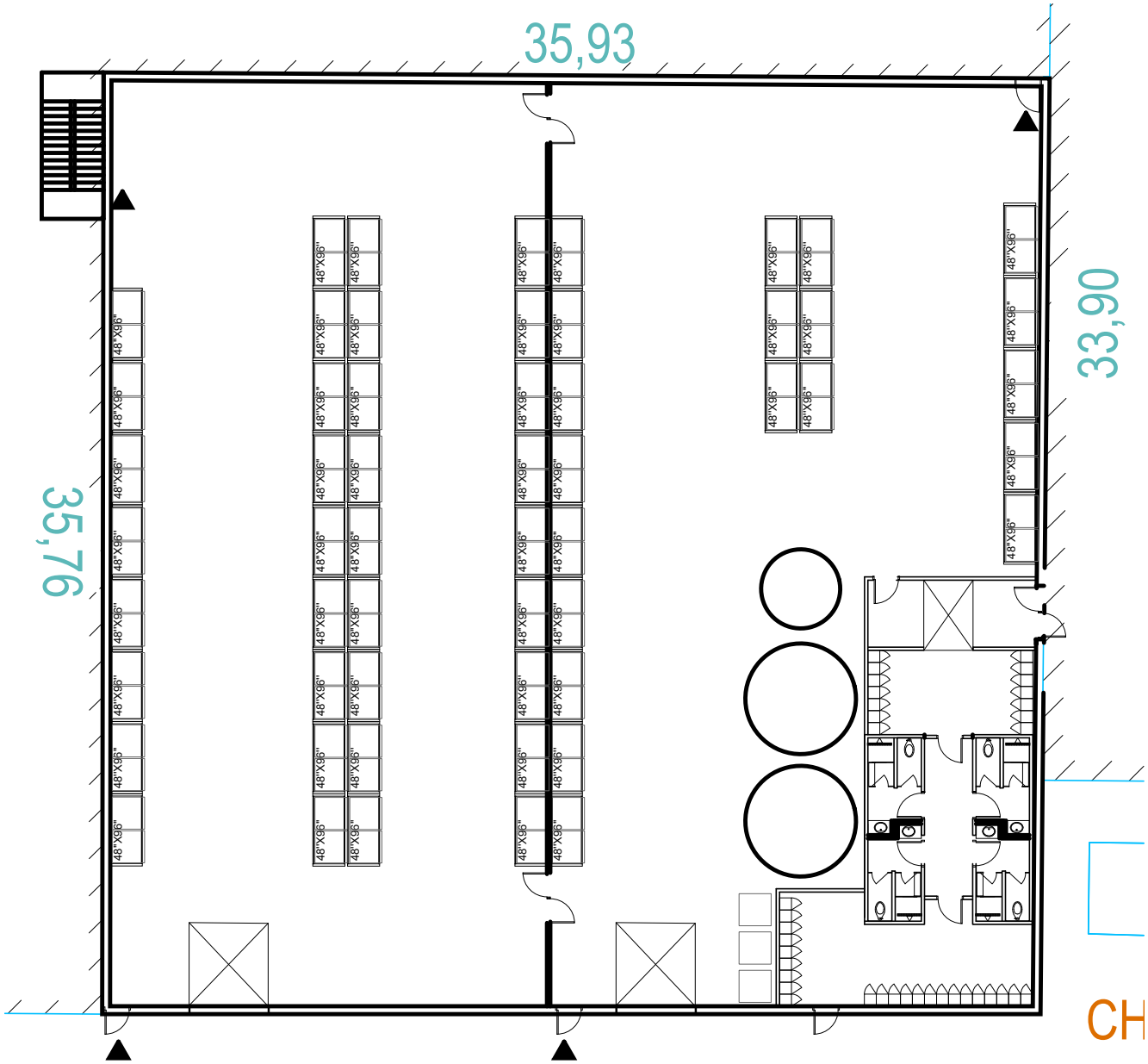
LOCALISATION DES INFRASTRUCTURES D'ENTREPOSAGE

11

ANNEXE

ANNEXE 11

Localisation des structures d'entreposage


35,93
33,90
35,76
48"X96"
CH

#	Nom	Année construction	Type matière	Capacité	Détail construction
1	Bâtiment conditionnement	1997	Sols contaminés, MDR, MR	10 000 t.m.	Bâtiment couvert d'un dôme souple étanche Construit sur plate-forme de béton avec membrane de de HDPE sous-jacente pour 2 niveaux de protection Pression négative maintenue par système de ventilation muni de dépoussiéreur avec injection de charbon, système de détection et d'extinction des incendies incluant caméra thermique
2	Bâtiment entreposage	2003	Sols contaminés, MDR, MR	77 000 t.m. (MDR max 20 000 t)	Bâtiment avec couverture rigide Construit sur plate-forme de béton avec membrane de de HDPE sous-jacente pour 2 niveaux de protection Pression négative maintenu par système de ventilation muni de dépoussiéreur avec injection de charbon, système de détection et d'extinction des incendies incluant caméra thermique
3	Lagunes TDE	1997	Eaux contaminées	2 x 350 000 litres	Construit avec membrane HDPE, sur dalle de béton étanche pour 2 niveaux de protection, hors sol avec muret en blocs de béton, alarme de haut niveau
4	Plate-forme béton	1997-2003	Sols et autres matières traités	16 x 500 t.m.	Plate-forme en béton résistants à la chaleur avec dosseret en béton, les différentes sections sont séparées par des murets en béton ou e blocs de béton
5	Plate-forme Asphalte	2009	Sols contaminés (HP et HAP seulement)	7 500 t.m.	Plate-forme en asphalte avec muret en bloc de béton recouverts d'une membrane imperméable, les sols entreposés sont recouverts de bâches imperméables
6	«Nouvelles» lagunes	2021	Eaux contaminées	2 x 4 700 000 litres	Bassins construits avec 2 membranes de HDPE, pour 2 niveaux de protection, résistantes aux attaques chimiques séparées par un grillage, environ 4 m de profond, système de détection des fuites, alarme de haut niveau, recouvert de dômes souples étanches
7	Frac Tank	2020	Eaux contaminées ou traitées, MDR liquide (huile…)	9 x 75 000 litres	Réservoirs mobiles en métal conçus pour l'entreposage d'huile ou d'autres MDR liquide inflammable
8	Entrepôt matières en contenant et inflammable	À venir…	MDR, MR	800 espaces pour palettes 2 réservoirs 40 000 litres 1 réservoir 20 000 l	Bâtiment avec couverture rigide Construit sur plate-forme de béton avec membrane de de HDPE sous-jacente pour 2 niveaux de protection Pression négative maintenu par système de ventilation muni de dépoussiéreur avec injection de charbon Anti-déflagration et système de détection et d'extinction des incendies

MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES CONTAMINANTS

ANNEXE

MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

Site de RSI Environnement inc.
80 rue des Mélèzes
Saint-Ambroise (Québec)

Le 22 octobre 2021

Dossier HDS-8822

Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc.
640, rue Saint-Paul Ouest, Bureau 100
Montréal (Québec) H3C 1L9
Tél.: (514) 398-0553 | Fax: (514) 398-0554
info@hdsenv.com | www.hdsenv.com

TABLE DES MATIÈRES

Page

1.0 INTRODUCTION 1
1.1 Mandat, enjeux et objectifs 1
1.2 Approche 2
1.3 Limitations de l'étude 2
2.0 DESCRIPTION DU SITE ET DES ACTIVITÉS DE L'USINE 3
3.0 MÉTHODOLOGIE 5
3.1 Documentation consultée 5
3.2 Paramètres de modélisation 5
3.3 Scénarios de modélisation retenus 6
3.4 Contaminants 6
3.5 Sources d'émission atmosphériques 7
3.6 Domaine de modélisation 11
3.7 Données météorologiques 11
3.8 Bâtiments et topographie 11
3.9 Récepteurs 12
3.10 Critère et concentration initiale dans l'air ambiant 12
4.0 RÉSULTATS DE MODÉLISATION ET DISCUSSION 15
5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 19
RÉFÉRENCES 20

ANNEXES

Annexe 1. Caractéristiques de surface

Annexe 2. Rose des vents

Annexe 3. Vue en élévation des bâtiments sur le site

Annexe 4. Résultats de modélisation

4.1 Tableaux des résultats de modélisation

4.2 Carte isocontours des contaminants d'intérêt

FIGURES

Page

Figure 1. Localisation du site 4
Figure 2. Localisation des sources d'émission 10
Figure 3 Localisation des récepteurs 14

TABLEAUX

Page

Tableau 1. Principaux paramètres de modélisation 5
Tableau 2. Contaminants retenus pour l'étude de modélisation 6
Tableau 3 Caractéristiques physiques des sources d'émissions 8
Tableau 4. Taux d'émission des contaminants par sources d'émission (g/s) 9
Tableau 5. Critères et concentrations initiales pour les contaminants retenus 13
Tableau 6. Pourcentage des concentrations maximales en fonction des scénarios 17

ÉQUIPE DE TRAVAIL

RSI ENVIRONNEMENT INC.

Eloi Côté	Directeur environnement
Arnold Ross	Aviseur technique

HUDON DESBIENS ST-GERMAIN ENVIRONNEMENT INC.

Bruno Welfringer	Directeur de projet
Jean-François Raoult	Chargé de projets
Henintsoa Rakotomalala	Cartographie

Rapport préparé par :

Jean-François Raoult, ing., MBA & VEA

Rapport révisé par :

Bruno Welfringer, ing., M.Sc.A. & EESA

1.0 INTRODUCTION

1.1 Mandat, enjeux et objectifs

Les services de Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc. (HDS Environnement) ont été retenus par RSI Environnement inc. (RSI), afin de réaliser des travaux de la modélisation de la dispersion atmosphérique à l'extérieur des limites de la propriété sise au 80, rue des Mélèzes à Saint-Ambroise (Québec). Cette étude de modélisation est requise dans un contexte d'élaboration d'un document d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement pour l'installation d'un nouveau procédé de traitement des matières dangereuses résiduelles (MDR) à être éventuellement opéré sur le site de Saint-Ambroise.

Les principales activités réalisées dans le cadre du présent mandat sont les suivantes :

- obtention et compilation des données nécessaires à la modélisation, notamment les taux d'émission des contaminants visés, localisations géographiques des sources, dimensions des cheminées et des structures sur la propriété, température et vitesse à la sortie, etc.;
- réalisation d'une étude de modélisation de la dispersion atmosphérique selon cinq (5) scénarios différents soit;
    - Scénario 1 : émissions des procédés actuels à pleine capacité (cinq (5) sources d'émission);
    - Scénario 2a et 2b : émissions provenant uniquement du futur procédé de traitement des MDR à pleine capacité (une (1) source d'émission), et ce pour deux positions différentes (positions a et b);
    - Scénario 3a et 3b : émissions des scénarios 1 et 2 simultanément (six (6) sources d'émission), et ce pour deux positions différentes (a et b) et à pleine capacité.
- l'analyse et l'interprétation des résultats de modélisation des différents scénarios suivis d'une conclusion basée sur la comparaison des résultats aux valeurs limites réglementaires (VLR) de l'annexe K du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* (RAA) ainsi qu'aux critères d'air ambiant du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

1.2 Approche

La méthodologie de travail utilisée afin de réaliser les travaux de modélisation de la dispersion atmosphérique se basent les recommandations du *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique* produit par le MELCC. Le logiciel AERMOD View (version 10.0.1, modèle 21112) utilisé pour effectuer les travaux de simulation est recommandé par le *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*. De plus, ce modèle est recommandé par l'*US Environmental Protection Agency* (US EPA) des États-Unis. Les résultats de simulation obtenus ont été additionnés aux concentrations initiales ambiantes et comparés aux VLR du RAA et aux critères d'air ambiant applicables provenant du MELCC.

1.3 Limitations de l'étude

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées principalement sur les données fournies par RSI ainsi que sur des opinions professionnelles exprimées dans le contexte du mandat octroyé à HDS Environnement par RSI. HDS Environnement n'assume aucune responsabilité pour toute utilisation de ce rapport dans un autre contexte ou par d'autres parties, à moins d'en avoir été informée expressément au préalable et d'avoir accepté une telle utilisation.

De plus, la présente étude ne fait que refléter les résultats obtenus grâce aux données fournies, notamment les taux d'émission, les contaminants ciblés, les paramètres d'émissions des sources, etc. HDS Environnement n'assume donc aucune responsabilité quant à d'éventuelles variations des conditions d'opération par rapport à celles énumérées dans ce document et ne saurait être tenue responsable des conséquences de tels écarts.

2.0 DESCRIPTION DU SITE ET DES ACTIVITÉS DE L'USINE

Le site à l'étude se trouve au 80, rue de Mélèzes à Saint-Ambroise (Québec). Le terrain de RSI, qui occupe une superficie d'environ 90 000 m^2, se trouve à la limite Est du parc industriel de la municipalité de Saint-Ambroise à proximité d'un territoire forestier et agricole. La localisation de la propriété à l'étude est montrée à la figure 1 présentée à la page suivante.

RSI Environnement opère un procédé de traitement basé sur la désorption thermique à haute température. Ce procédé permet de neutraliser certains contaminants comme les pesticides, les dioxines et les furannes et son taux d'efficacité est de 99,9999 % selon RSI. De plus, cette technique est efficace pour traiter les sols contaminés par les hydrocarbures ou les autres contaminants organiques, mais également pour traiter les sols contaminés avec certains métaux volatils ou certaines MDR. Ce type de traitement basé sur la désorption thermique constitue une alternative à l'enfouissement des sols contaminés.

Les différentes étapes du procédé incluent sans s'y limiter la pesée, l'entreposage et le traitement, le conditionnement, la décontamination, le refroidissement, l'entreposage post-traitement, l'analyse et le recyclage.

Six (6) sources d'émission sont visées par la présente étude, incluant la nouvelle source d'émission qui sera reliée au futur procédé de traitement thermique de sols et d'autres matières contaminées. Selon les informations fournies, ce futur procédé aura une production anticipée de deux (2) tonnes de matière traitée par heure.

Les caractéristiques physiques des sources d'émission liées aux activités de l'usine, incluant la localisation, la hauteur d'émission, etc., sont présentées dans les sections suivantes, tout comme les taux d'émissions retenus pour la modélisation de dispersion atmosphérique des différents scénarios retenus.

N° projet : HDS-8822
Client : RSI Environnenemt inc.
Site : 80, rue des Mélèzes, Saint-Ambroise (QC)
Référence : GoogleEarth, image satellite

HDS ENVIRONNEMENT

FIGURE 1
LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE

0 1000 2000 m

Échelle approximative (m)

8822-Fig.1(2021-10-22)

3.0 MÉTHODOLOGIE

Un sommaire de la méthodologie utilisée afin de réaliser la modélisation de la dispersion atmosphérique est présenté dans les sous-sections suivantes. De façon générale, le contenu de cette étude et la méthodologie employée sont basés sur les exigences du *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*.

3.1 Documentation consultée

Les caractéristiques des sources d'émissions d'intérêt ont été obtenues à partir des études, plans et informations fournis par RSI. Les études consultées et ayant permis d'extraire la majorité des caractéristiques des sources d'émissions (contaminants, taux d'émissions, etc.) sont présentées à la section *Références* du présent document.

3.2 Paramètres de modélisation

La dispersion atmosphérique des principaux contaminants a été simulée à l'aide du logiciel de modélisation AERMOD View (Gaussian Plume Air Dispersion Model - AERMOD Version 10.0.1, Lakes Environmental Software, version modèle 21112). Les principaux paramètres d'intérêt utilisés lors des travaux de modélisation sont résumés au tableau 1.

Tableau 1. Principaux paramètres de modélisation

Type de paramètres	Paramètres retenus pour la modélisation
Modèle	• AERMOD (modèle 21112)
Données de sortie	• Concentration en µg/m^3
Période de simulation	• Selon contaminant (1 heure, 8 heures, 24 heures et 1 an)
Type de terrain (urbain/rural)	• Rural, avec une population estimée de 3 780 personnes[1]
Type de terrain	• Terrain élevé
Données météorologiques	• Données de surface de la station de Jonquière (2011-2015) • Données aérologiques de la station de Maniwaki (2011-2015)
Domaine de modélisation	• Zone de 10 km × 10 km
Récepteurs	• Deux (2) grilles cartésiennes de récepteurs • Récepteurs aux limites de propriété (intervalle de 50 m)
Hauteur de l'anémomètre	• 10 m

[1] Population de la municipalité de Saint-Ambroise selon Statistiques Canada (2016).

3.3 Scénarios de modélisation retenus

Pour les fins de la présente étude, les cinq (5) scénarios suivants ont été retenus selon les informations obtenues de RSI :

- Scénario 1 : émissions du procédé actuel (cinq (5) sources d'émission);
- Scénarios 2a et 2b : émissions du futur procédé de traitement des MDR (une (1) source d'émission) pour deux positions différentes de la source (positions a et b);
- Scénarios 3a et 3b : émissions des scénarios 1 et du futur procédé simultanément (six (6) sources d'émissions au total), et ce pour deux positions différentes de la source d'émission du futur procédé (positions a et b).

Les scénarios de modélisation sont jugés conservateurs, dans le sens où il a été considéré que toutes les sources d'émissions fonctionnent selon un horaire plus intensif que la réalité, soit toute la journée, et ce durant toute l'année.

3.4 Contaminants

Trente (30) contaminants ont été identifiés aux fins de la présente étude. Ces contaminants ont été identifiés par RSI et proviennent des études passées consultées, incluant une étude de modélisation de la dispersion atmosphérique ainsi que des rapports de caractérisation des émissions atmosphériques (voir la section *Références* pour l'entièreté des études antérieures du site consultées). Les contaminants retenus ainsi que leur numéro CAS sont détaillés au tableau 2.

Tableau 2. Contaminants retenus pour l'étude de modélisation

Contaminant	#CAS	Contaminant	#CAS
Arsenic	7440-38-2	Particules PST	N/A
Cadmium	7440-43-9	Tétrachlorure de carbone	56-23-5
Chrome	16065-83-1	Benzène	71-43-2
Mercure	7439-97-6	Toluène	108-88-3
Plomb	7439-92-1	1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5
Zinc	7440-66-6	Xylènes	1330-20-7
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	Hexane	110-54-3
Dioxyde de soufre (SO_2)	7446-09-05	1-methylnaphtalène	90-12-0
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	2-methylnaphtalène	91-57-6
Dioxyde d'azote (NO_2)	10102-44-0	Quinoline	91-22-5
Chlorobenzènes	108-90-7	Acétate d'éthyle	141-78-6
Hydrocarbure aromatique polycyclique[(a)]	N/A	Acétate de méthyle	79-20-9
PCP	87-86-5	Acétone	67-64-1
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6	Benzo(a)pyrène	50-32-8
Naphtalène	91-20-3	Pyrène	129-00-0

[(a)] HAP exprimée en équivalent toxique (ET) du benzo(a)pyrène (BaP_{ET})

3.5 Sources d'émission atmosphériques

Les six (6) sources d'émission considérées à la présente expertise sont :

- Sources déjà présentes sur le site :
  - EP1 - procédé de traitement des MDR;
  - EP2 - ventilation et conditionnement;
  - EP3 - ventilation alimentation;
  - EP4 - ventilation entreposage;
  - EP5 - système refroidissement;
- Source additionnelle, EP6, soit celle du futur procédé de traitement des MDR.

À la demande de RSI, la présente étude prend en compte deux positions possibles pour cette sixième source soit les positions « a » et « b » (EP6a et EP6b). Un plan de localisation des sources d'émission est présenté à la figure 2, à la page 10.

Les caractéristiques physiques complètes des sources d'émissions sont présentées au tableau 3. Il est à noter qu'il a été considéré que le futur procédé de traitement des MDR (source EP6) émettra autant que le procédé actuel (EP1). Selon RSI, ceci est conservateur, étant donné que la technologie qui sera utilisée pour le futur procédé de traitement est plus récente et supérieur d'un point de vue impact environnemental des émissions atmosphériques comparativement au procédé actuel qui aurait été mis en opération en 1997 selon les informations fournies.

Tableau 3 Caractéristiques physiques des sources d'émissions

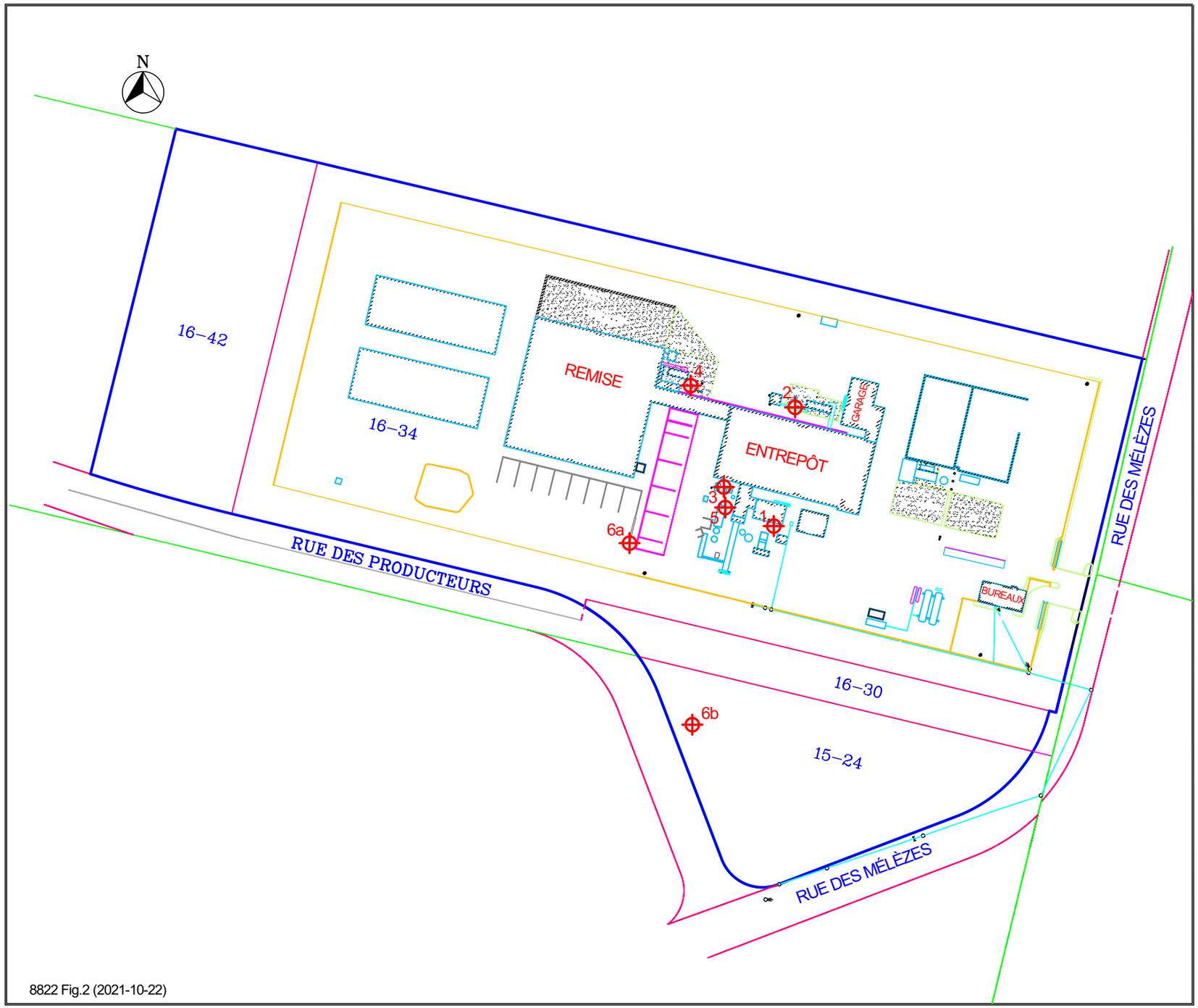
Source	Localisation (UTM, en m)	Diamètre (en m)	Hauteur (en m)	Vitesse d'éjection (m/s)	Température d'éjection (°K)
EP1	X = 330 764 Y = 5 379 047	0,91	18,2	18	417,15
EP2	X = 330 770 Y = 5 379 099	1,5	21	13,9	285
EP3	X = 330 736 Y = 5 379 067	0,81	16,26	4,7	285,15
EP4	X = 330 721 Y = 5 379 111	1,5	15,24	14,1	285,15
EP5	X = 330 736 Y = 5 379 062	1,5	15,24	13,9	303,15
EP6a	X= 330 694 Y= 5 379 049	0,91	18,2	18	417,15
EP6b	X= 330 723 Y= 5 378 981				

Comme mentionné à la fin de la section 3.3, les scénarios d'émissions sont conservateurs par rapport à la réalité, car il a été considéré que l'entièreté des sources fonctionne 365 jours par an, 24 heures par jour et ce sans période d'arrêt. Selon les informations fournies par RSI, les deux sources principales considérées, soit les procédés de traitement thermique des MDR (EP1 et EP6), ne fonctionnent que la moitié de l'année. Il en est de même de la source EP5. Les sources EP2 à EP4 fonctionnent quant à elle à longueur d'année tel que simulé.

Afin de générer les taux d'émission des contaminants pour chacune des sources, une étude de modélisation ainsi que plusieurs rapports de caractérisation ont été consultés. La plupart des contaminants considérés ont été caractérisés dans plusieurs études s'échelonnant sur différentes années. Pour chaque taux d'émission de contaminants, la valeur la plus élevée disponible dans l'ensemble des études consultées a été retenue (hypothèse conservatrice). Les HAP individuels ont été convertis en leur équivalent toxique du benzo(a)pyrène en utilisant l'outil du MELCC fournit dans son document Microsoft Excel des *Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère* (version 6, 2018). Les taux d'émission ainsi retenus pour les sources et contaminants d'intérêts sont présentés au tableau 4 situé à la page suivante.

Tableau 4. Taux d'émission des contaminants par sources d'émission (g/s)

Contaminant	EP1 et EP6 Proc. MDR	EP2 Vent. Cond.	EP3 Vent. Aliment.	EP4 Vent. Entrep.	EP5 Syst. Refroidi.
Arsenic	2,00E-6	N/A	N/A	N/A	6,10E-6
Cadmium	3,50E-6				5,11E-5
Chrome	8,76E-5				2,43E-5
Mercure	2,89E-4				8,70E-6
Plomb	7,84E-5				3,67E-5
Zinc	01,89E-4				3,46E-4
Chlorure d'hydrogène (HCl)	5,60E-2				N/A
Dioxyde de soufre (SO_2)	2,81E-1				
Monoxyde de carbone (CO)	4,72E-2				
Dioxyde d'azote (NO_2)	1,12				
Chlorobenzènes	1,28E-6				
HAP en BaP_{ET}	3,07E-8	7,59E-7	2,95E-9	4,36E-6	2,16E-7
PCP	5,00E-7	7,59E-7	1,10E-7	1,10E-6	1,14E-6
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	9,45E-11	2,96E-11	1,60E-11	7,41E-11	8,12E-11
Particules PST	4,50E-2	7,59E-7	1,92E-3	1,20E-2	1,30E-2
Tétrachlorure de carbone	7,388E-5	N/A	N/A	N/A	N/A
Benzène	7,388E-5				
Toluène	4,83E-5				
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	1,14E-5				
Xylènes	1,08E-5				
Hexane	4,36E-4				
1-methylnaphtalène	N/A	7,59E-7	2,72E-7	2,55E-5	1,11E-5
2-methylnaphtalène		7,59E-7	2,72E-7	5,50E-5	2,17E-5
Quinoline		7,59E-7	N/A	9,44E-6	N/A
Acétate d'éthyle	9,77E-6	N/A		N/A	
Acétate de méthyle	4,17E-5				
Acétone	6,58E-4				
Naphtalène	4,19E-6	6,47E-5	2,78E-6	1,85E-3	1,68E-4
Benzo(a)pyrène	N/A	6,94E-7		2,50E-6	N/A
Pyrène	7,00E-7	N/A	N/A	N/A	N/A



8822 Fig.2 (2021-10-22)

FIGURE 2

LOCALISATION DE SOURCE D'ÉMISSION

N° projet : HDS-8822

Client : RSI Environnement inc.

Site : 80, rue des Mélèzes, St-Ambroise, Qc

Dessiné par : K. Chahboub

Vérifié par : B. Welfringer, ing. & M.Sc.A.

Date : 2021-10-22

LÉGENDE

- Limite du site à l'étude
- Limite de lot
- Bâtiment
- 1 Source d'émission (PROC)

  EP1 - Procédé de traitement des MDR
  EP2 - Ventilation et conditionnement
  EP3 - Ventilation alimentation
  EP4 - Ventilation entreposage
  EP5 - Système refroidissement
  EP6a et EP6b - Nouveau procédé de traitement des MDR

0 50 100 m

Échelle approximative

3.6 Domaine de modélisation

Le domaine de modélisation a pour centre le centre approximatif de la propriété de RSI et couvre une superficie de dix (10) kilomètres sur dix (10) kilomètres, soit 100 km^2. Le domaine englobe plusieurs secteurs boisés, d'autres secteurs agricoles, ainsi que la municipalité de Saint-Ambroise et les lieux-dits de Portage-Lapointe et de Les Prairies. Les résidences les plus proches sont localisées au sud à environ 650 m du centre du site.

3.7 Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées dans la présente étude ont été relevées à la station météorologique de Jonquière, pour les années 2011 à 2015, complétées des données officielles d'Environnement et Changements climatiques Canada de la station météorologique de l'aéroport Bagotville le cas échéant. Ces données de surface ont été formatées selon les exigences du MELCC et les lignes directrices du document de l'US EPA, *Aermod Implementation Guide, March 19 2009*. L'annexe 1 présente les caractéristiques de surface pour les deux (2) secteurs retenus à la station Jonquière. Ces données météorologiques incluent les données d'observations horaires du couvert nuageux, du plafond et de la pression atmosphérique à la station Jonquière, située à environ 26 km au sud-est du site de RSI.

Les données aérologiques utilisées proviennent quant à elles de la station de Maniwaki, située à environ 430 km au sud-ouest du site de RSI. Elles ont été également mesurées entre les années 2011 à 2015. Cette station est utilisée, car jugée comme possédant les données aérologiques les plus représentatives du site à l'étude.

La rose des vents pour le domaine de modélisation pour les années retenues, soit de 2011 à 2015, est présentée à l'annexe 2. L'examen de la rose des vents montre que les vents dominants soufflent de l'est / est-sud-est, suivis par des vents de l'ouest / ouest-nord-ouest. Enfin, les vents calmes (dont la vitesse est inférieure à 0,5 m/s) sont observés à une fréquence de 1,09 % environ.

3.8 Bâtiments et topographie

L'effet des bâtiments environnants sur la distribution spatiale des contaminants dans l'air a été considéré dans la présente étude. Les bâtiments du site à l'étude ont été inclus dans le modèle. Une vue en plan des bâtiments sur le site à l'étude est présentée sur la figure 2, tandis qu'une vue en élévation des bâtiments avec les sources actuelles sur le site est présentée en annexe 3.

La topographie du domaine de modélisation pour cette étude est considérée comme élevée avec des dénivellations de plus de 50 m. Le relief du domaine de modélisation a été considéré lors des travaux effectués en entrant les données topographiques dans le modèle.

3.9 Récepteurs

Une grille cartésienne rectangulaire comprenant 441 récepteurs a d'abord été utilisée afin d'identifier les zones où les variations de concentrations modélisées sont potentiellement élevées. Cette grille principale est composée d'un maillage de 500 m × 500 m et couvre l'ensemble du domaine de modélisation (10 km × 10 km).

Par la suite, une seconde grille comprenant 441 récepteurs additionnels a été utilisée afin de préciser les concentrations aux abords des limites de propriété, endroits où des variations significatives sont susceptibles d'être observées. Cette deuxième grille est munie d'un maillage de 100 m × 100 m (2 km × 2 km).

Finalement, des récepteurs ponctuels ont également été ajoutés sur les limites de la propriété à un intervalle de 50 mètres environ. La figure 3 localisation des récepteurs, à la page 14, montre la zone d'application des grilles cartésiennes de récepteurs sur une carte géographique. Aucun récepteur sensible n'a été considéré dans un premier temps, la résidence la plus proche se situant à environ 650 mètres du site.

3.10 Critère et concentration initiale dans l'air ambiant

Afin d'évaluer la conformité des rejets atmosphériques produits par RSI, les résultats de la modélisation numérique doivent être additionnés aux concentrations déjà présentes dans l'environnement et ces sommations doivent être comparées aux valeurs limites du RAA ou aux critères d'air ambiant du MELCC. Les critères et concentrations initiales ambiantes pour les contaminants retenus sont indiqués au tableau 6.

Tableau 5. Critères et concentrations initiales pour les contaminants retenus

Contaminant	#CAS	Période	Critère/ norme ($\mu g/m^3$)	Concentration. initiale ($\mu g/m^3$)
Arsenic	7440-38-2	1 an	0,003	0,002
Cadmium	7440-43-9		0,0036	0,003
Chrome	16065-83-1		0,1	0,01
Mercure	7439-97-6		0,005	0,002
Plomb	7439-92-1		0,1	0,025
Zinc	7440-66-6	24 heures	2,5	0,1
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	4 minutes	1150	0,0
		1 an	20	0,0
Dioxyde de soufre (SO2)	7446-09-05	4 minutes	1050	150
		24 heures	288	50
		1 an	52	20
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	1 heure	34000	2650
		8 heures	12700	1750
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	1 heure	414	150
		24 heures	207	100
		1 an	103	30
Chlorobenzènes	108-90-7		8,5	0,3
HAP ET BaP	N/A		0,0024	0,0014
PCP	87-86-5		0,001	0,0005
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6		0,00000006	0,00000004
Particules PST	N/A	24 heures	120	90
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	1 an	1	0,7
Benzène	71-43-2	24 heures	10	3
Toluène	108-88-3	4 minutes	600	260
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5	1 an	0,05	0,03
Xylène	1330-20-7	4 minutes	350	150
		1 an	20	8
Hexane	110-54-3	4 minutes	5300	140
		1 an	140	3
1-méthylnaphtalène	90-12-0	1 heure	30	0,0
		1 an	4	0,0
2-méthylnaphtalène	91-57-6	1 heure	30	0,0
		1 an	4	0,0
Quinoline	91-22-5	1 heure	1	0,0
		1 an	0,1	0,0
Acétate d'éthyle	141-78-6	4 minutes	20	0,0
Acétate de méthyle	79-20-9	4 minutes	5150	0,0
		1 an	116	0,0
Acétone	67-64-1	4 minutes	8600	170
		1 an	380	4
Naphtalène	91-20-3	4 minutes	200	5
		1 an	3	0
Benzo(a)pyrène	50-32-8	1 an	0,0009	0,0003
Pyrène	129-00-0	1 an	13	0

FIGURE 3

LOCALISATION DES RECÊPTEURS

N° projet : HDS-8822

Client : RSI Environnement inc.

Site : 80, rue des Mélèzes, St-Ambroise, Qc

Dessiné par : K. Chahboub

Vérifié par : B. Welfringer, ing. & M.Sc.A.

Date : 2021-10-22

LÉGENDE

- Domaine de modélisation (10 km X 10 km)
- Limite du site à l'étude
- Grille de récepteurs principaux (10 km X 10 km)
- Grille de récepteurs secondaires (2 km X 2 km)

0 1 2 km

Échelle approximative

8822 Fig.3 (2021-10-22)

4.0 RÉSULTATS DE MODÉLISATION ET DISCUSSION

Suite à aux travaux de modélisation de la dispersion atmosphérique des cinq (5) scénarios conservateurs, il apparait que **la totalité des concentrations ambiantes obtenues au sol respectent les VLR du RAA ainsi que les critères d'air ambiant applicables du MELCC en tout temps et en tout point du domaine de modélisation.**

Lorsque les périodes de simulation sont courtes, la dispersion des contaminants est généralement radiale autour du ou des points d'émission avec une décroissance en s'éloignant des limites de propriété. Lorsque la période de simulation est supérieure à une heure, la dispersion des contaminants se fait généralement en direction des vents dominants, à savoir de façon générale sur l'axe est-ouest et avec une décroissance en s'éloignant des sources d'émissions.

Les résultats de modélisation présentés dans cette section ne sont pas directement comparés à leurs normes ou critères d'air ambiant applicables, mais plutôt à leurs « concentrations maximales permises ». Cette concentration se définit comme la concentration obtenue suite à la soustraction, pour un contaminant donné, du bruit de fond à la norme ou au critère d'air ambiant applicable. La comparaison du résultat de modélisation pour un contaminant à sa concentration maximale permise permet une interprétation des résultats plus réaliste, notamment pour les contaminants ayant des concentrations initiales ambiantes proches de la VLR ou du critère applicable, telles que les particules (PM_{tot}) dont le bruit de fond (90 µg/m^3) représente 75 % de la VLR (120 µg/m^3). Finalement, en comparant le résultat de modélisation à sa concentration maximale permise, il est ainsi aisé de juger si l'émission est proche ou non de la contribution maximale permise dans l'air ambiant pour le contaminant ciblé.

Finalement, le détail des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique est présenté sous forme de tableaux pour tous les contaminants et pour chaque scénario d'émission à l'annexe 4.1. Des interprétations des résultats en fonction du scénario retenu sont présentées ci-bas.

Scénario 1

Ce scénario représente la situation actuelle à l'usine et considère cinq (5) sources d'émission actives. Suite à la modélisation, les trois (3) contaminants se situant le plus proche de leurs concentrations maximales permises sont :

- le cadmium (environ 50 % de la concentration maximale permise);
- le mercure (environ 30 % de la concentration maximale permise);

- le dioxyde d'azote (de 5 à 40 % de ses concentrations maximales permises, en fonction de la période de modélisation retenue).

Les concentrations modélisées pour les vingt-sept (27) autres contaminants sont inférieures à 8 % des concentrations maximales permises respectives. Ceci démontre donc que pour un scénario de modélisation conservateur où toutes les sources fonctionnent en continu, les normes ou critères d'air ambiant sont respectés pour les contaminants retenus pour les opérations actuelles de RSI.

Scénarios 2a et 2b

Ces scénarios représentent uniquement les émissions de la source EP6, soit le futur procédé de traitement des MDR. Rappelons que la position de la source d'émission varie en fonction du scénario a et b. Pour ces scénarios, les deux contaminants se situant le plus proche de leurs concentrations maximales permises sont :

- le mercure (de 6,5 à 22 % de la concentration maximale permise en fonction de la position de la source);
- les dioxydes d'azote (de 1 à 35 % de ses concentrations maximales permises, en fonction de la position de la source et de la période de modélisation retenue).

La variation de position de la source EP6, soit le futur procédé de traitement des MDR, a un effet sur les concentrations ambiantes obtenues. En effet, la position b, se situant plus proche des limites de propriété et à l'écart des bâtiments, semble favoriser de plus faibles concentrations de polluants au niveau du sol hors des limites de propriété. Ceci peut être dû au fait que la source d'émission à la position b est moins influencée par l'effet des bâtiments. En effet, un bâtiment peut rabattre vers le sol un panache de contaminants et ainsi nuire à sa dispersion atmosphérique, engendrant ainsi des concentrations de contaminants plus importantes au niveau du sol.

Les concentrations modélisées pour les vingt-huit (28) autres contaminants sont inférieures à 5 % des concentrations maximales permises respectives. Les scénarios 2a et 2b démontrent que les émissions du futur procédé de traitement des MDR, lorsque considérées comme uniques émissions sur le site, respectent les normes ou critères applicables hors des limites de propriété de RSI.

Scénarios 3a et 3b

Les scénarios 3a et 3b présentent des concentrations de contaminants au sol supérieures au scénario 1, ce qui est attendu étant donné la présence de la source d'émission supplémentaire, à savoir le futur procédé de traitement des MDR (source EP6). Rappelons que la position de la source d'émission EP 6 varie en fonction du

scénario 3a et 3b et que les positions de la source EP6 sont les mêmes que pour le scénario 2a et 2b.

Tout comme le scénario 1, les trois (3) contaminants se situant le plus proche de leurs concentrations maximales permises sont :

- le cadmium (environ 50 % de sa concentration maximale permise);
- le mercure (environ de 30 à 35 % de la concentration maximale permise, selon la position de la source EP6);
- le dioxyde d'azote (de 5 à 57 % de ses concentrations maximales permises, en fonction de la période de modélisation retenue et de la position de la source EP6).

Les concentrations modélisées pour les vingt-sept (27) autres contaminants sont inférieures à 12 % des concentrations maximales permises respectives. Ceci démontre donc, pour les deux scénarios de modélisation conservateurs retenus, que lorsque les installations actuelles et le futur procédé de traitement des MDR fonctionnent en continu, les normes ou critères d'air ambiant des contaminants ciblés sont respectés.

Comparaison des différents scénarios modélisés

Les trois contaminants présentant des concentrations modélisées les plus proches des concentrations maximales permises pour les cinq (5) scénarios retenus sont le cadmium, le mercure et les dioxydes d'azotes. Le tableau 6 présente pour ces trois contaminants le pourcentage de la concentration maximale atteinte, et ce pour les cinq (5) scénarios de modélisation considérés.

Tableau 6. Pourcentage des concentrations maximales en fonction des scénarios

Contaminant	Période	% de Cmax[(a)] - Scénario 1	% de Cmax - Scénario 2a	% de Cmax - Scénario 2b	% de Cmax - Scénario 3a	% de Cmax - Scénario 3b
Cadmium	1 an	48,9	1,4	0,4	49,3	49,1
Mercure	1 an	28,8	22,3	6,6	35,6	31,6
Dioxydes d'azote	4 min.	35,3	32,5	10,5	41,4	35,3
	24 h.	40,5	35,6	9,4	57,4	40,7
	1 an	4,3	3,6	1,1	5,4	4,8

[(a)] Concentration maximale permise

Ce tableau résume les interprétations précédemment énoncées pour chacun des cinq (5) scénarios de modélisation retenus. On peut notamment y voir que tous les résultats sont sous les concentrations maximales permises. Également, les données démontrent que les « scénarios b », soit pour une position du futur procédé de traitement des MDR situé proche des limites de propriété et à l'écart de l'effet des bâtiments, génèrent des concentrations ambiantes aux sols plus basses que les « scénarios a ». Finalement, les « scénarios 3 » démontrent des concentrations plus élevées que le scénario 1, ce qui était attendu étant donné la présence d'une source supplémentaire (EP6) pour ces scénarios.

Les cartes isocontours pour les trois contaminants présentés au tableau 6 sont présentées pour chacun des scénarios à l'annexe 4.2. Pour chacune des cartes, une vue rapprochée et une vue globale sont fournies.

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre d'une évaluation des impacts sur l'environnement pour l'installation et l'opération d'un nouveau procédé de traitement des MDR, une évaluation de la qualité de l'air ambiant à l'extérieur des limites de la propriété de RSI sise au 80, rue des Mélèzes à Saint-Ambroise (Québec), a été réalisée par HDS Environnement. Cette évaluation a été réalisée en effectuant des travaux de modélisations de la dispersion atmosphérique des contaminants. Trente (30) contaminants, retenus par les représentants de RSI, ont été ciblés pour cette modélisation. Ces travaux ont été effectués en se basant sur le *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique* du MELCC. Cinq (5) scénarios d'émission conservateurs ont été retenus dans le cadre de la présente étude, à savoir :

- Scénario 1 : émissions provenant des cinq (5) sources actuelles sur le site, et ce en tout temps (24 heures par jour et à l'année longue) ;
- Scénario 2a et 2b : émissions provenant uniquement du futur procédé de traitement des MDR, en tout temps, et ce pour deux positions différentes sur la propriété (positions a et b) ;
- Scénario 3a et 3b : émissions incluant les sources des scénarios 1, et 2a et 2b simultanément et en tout temps.

Ces scénarios de modélisation sont jugés conservateurs, notamment car il a été considéré que toutes les sources d'émissions fonctionnent 365 jours/an et 24h/jour. Selon les informations fournies par RSI, les deux sources principales considérées, soit les procédés de traitement thermique des MDR (EP1 procédé actuel de traitement des MDR et EP6 futur procédé de traitement des MDR), ne fonctionnent toutefois que la moitié de l'année. Également, dans les documents consultés, les taux d'émissions les plus élevés ont été retenus lorsqu'un contaminant avait été caractérisé dans plusieurs études.

Les résultats des travaux de modélisation des émissions de RSI démontrent que pour les trente (30) contaminants ciblés, les VLR de l'annexe K du RAA et/ les critères d'air ambiant applicables sont respectés en tout temps et en tout point du domaine de modélisation, et ce pour les cinq (5) scénarios d'émissions conservateurs retenus.

Aucune recommandation particulière n'est émise tant que les opérations et émissions reliées restent représentatives de celles décrites au présent document. En cas de variation significative des paramètres opérationnels, HDS Environnement recommande de reprendre les travaux de modélisation afin d'évaluer l'impact des modifications sur les résultats de dispersion atmosphérique.

RÉFÉRENCES

LOIS ET RÈGLEMENT DU QUÉBEC

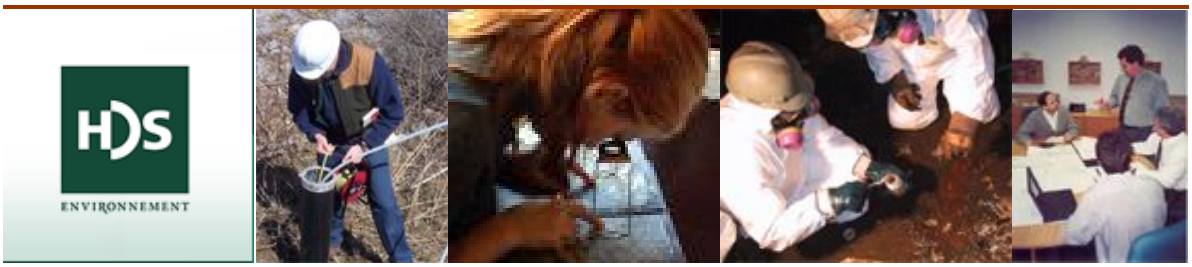
- Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (c. Q-2, r.4.1)

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Guide de modélisation de la dispersion atmosphérique (avril 2005)
- Normes et critères québécois de qualité de l'atmosphère. Version 6 (2018).

ÉTUDES ANTÉRIEURES DU SITE CONSULTÉES

- Enviromet International inc., septembre 2005, Étude de dispersion atmosphérique, rapport préparé pour Récupère Sol inc.
- Eurofins EnvironeX, 7 janvier 2020, Mesure des émissions atmosphériques à la sortie de la cheminée du procédé thermique, rapport préparé pour RSI Environnement inc., réf. : R19087R01.
- Consulair, mai 2005, Caractérisation des gaz et matières particulaires dans les conduites d'entrée et les évents de sortie des systèmes de ventilation et de dépoussiérage chez Récupère Sol, Rapport préparé pour Récupère Sol, réf. : 05-00867
- Consulair, 19 août 2019, Rapport de caractérisation des émissions atmosphériques procédé thermique de décontamination des sols. Condition 1, rapport préparé pour RSI Environnement, réf. : 19-5587
- Consulair, 19 août 2019, Rapport de caractérisation des émissions atmosphériques procédé thermique de décontamination des sols. Condition 2, rapport préparé pour RSI Environnement, réf. : 19-5587
- Consulair, janvier 2021, Rapport de caractérisation des émissions atmosphériques en provenance du procédé thermique essais d'efficacité de destruction et d'enlèvement, rapport préparé pour RSI Environnement, réf. : 20-6434



ANNEXE 1

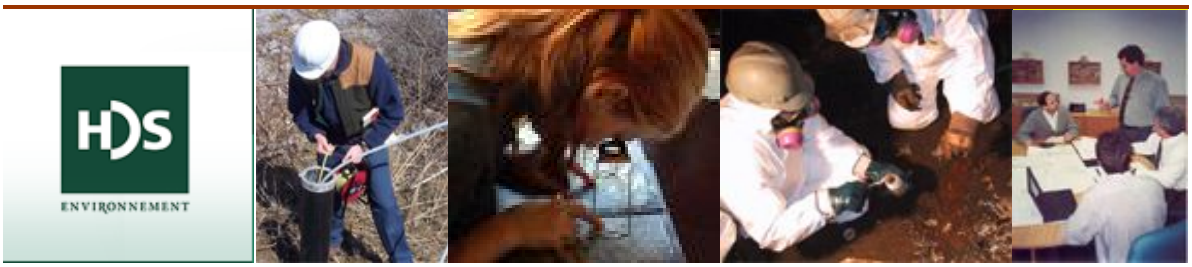
Caractéristiques de surface

Tableau des caractéristiques de surface

PARAMÈTRES	SAISONS			
	ÉTÉ[2]	AUTOMNE[3]	HIVER[4]	PRINTEMPS[5]
Secteur #1 (45° - 90°)				
Albédo	0,12	0,12	0,35	0,12
Rapport de Bowen	0,3	0,8	1,5	0,7
Rugosité (m)	1,3	1,3	1,3	1,3
Secteur #2 (90° - 45°)				
Albédo	0,18	0,2	0,6	0,18
Rapport de Bowen	0,8	1	1,5	0,4
Rugosité (m)	0,1	0,01	0,001	0,05

Secteurs retenus pour la rugosité

2 Mois de juin, juillet et août, septembre
3 Mois d'octobre et novembre
4 Mois de décembre, janvier, février et mars
5 Mois d'avril et mai

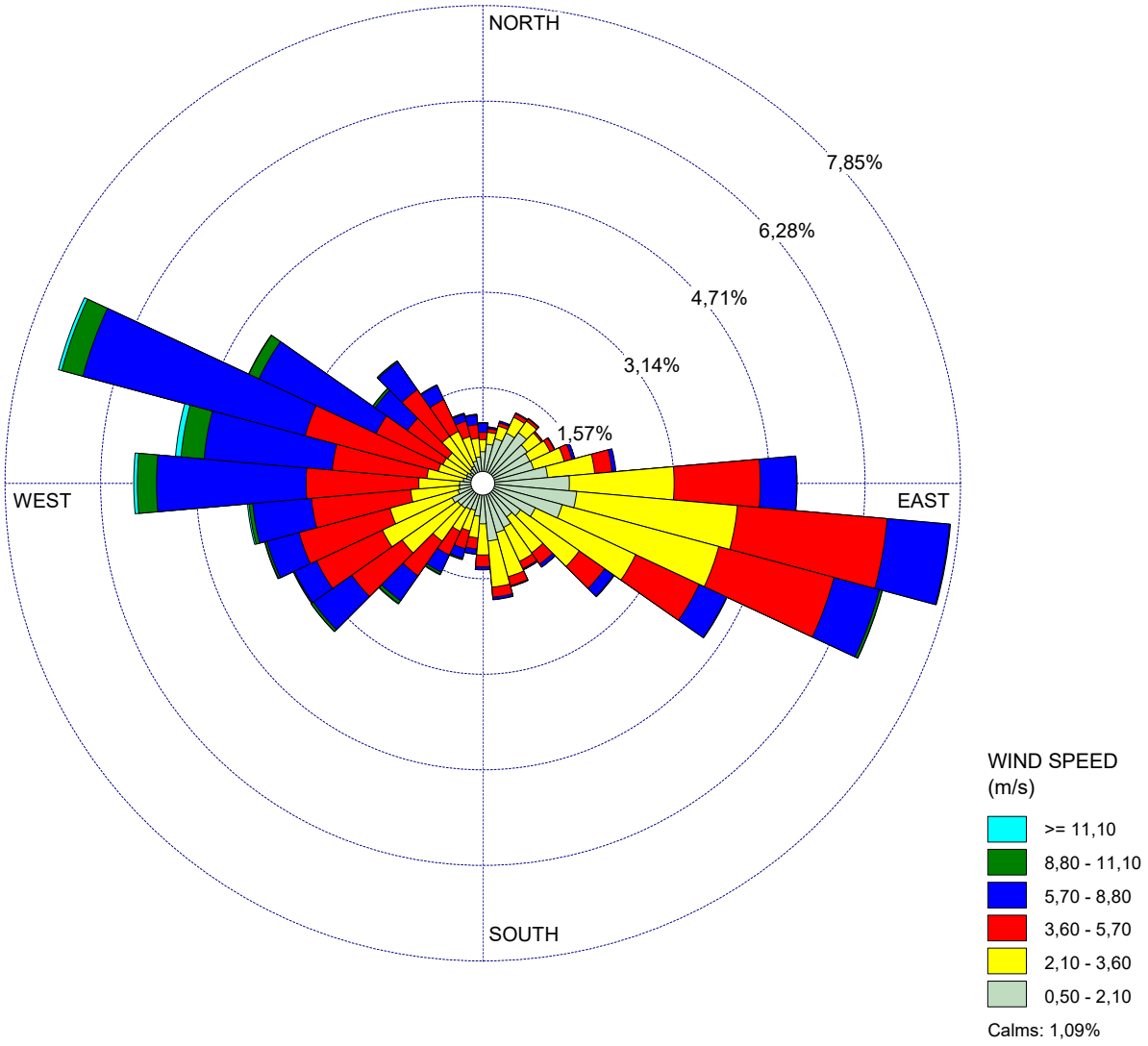


ANNEXE 2

Rose des vents

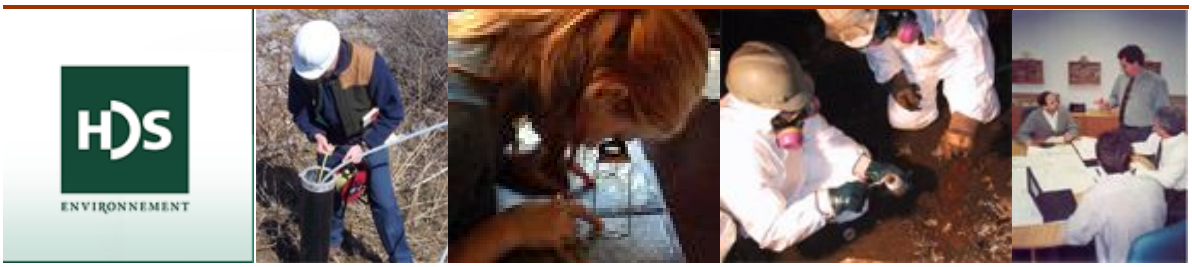
WIND ROSE PLOT:
Station #2000

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	Start Date: 2011-01-01 - 00:00 **End Date: 2015-12-31 - 23:59**	**Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc.**	
		MODELER: **Jean-François Raoult**	
	CALM WINDS: **1,09%**	TOTAL COUNT: **43799 hrs.**	
	AVG. WIND SPEED: **3,64 m/s**	DATE: **2021-09-30**	PROJECT NO.: **HDS-8822**

WRPLOT View - Lakes Environmental Software

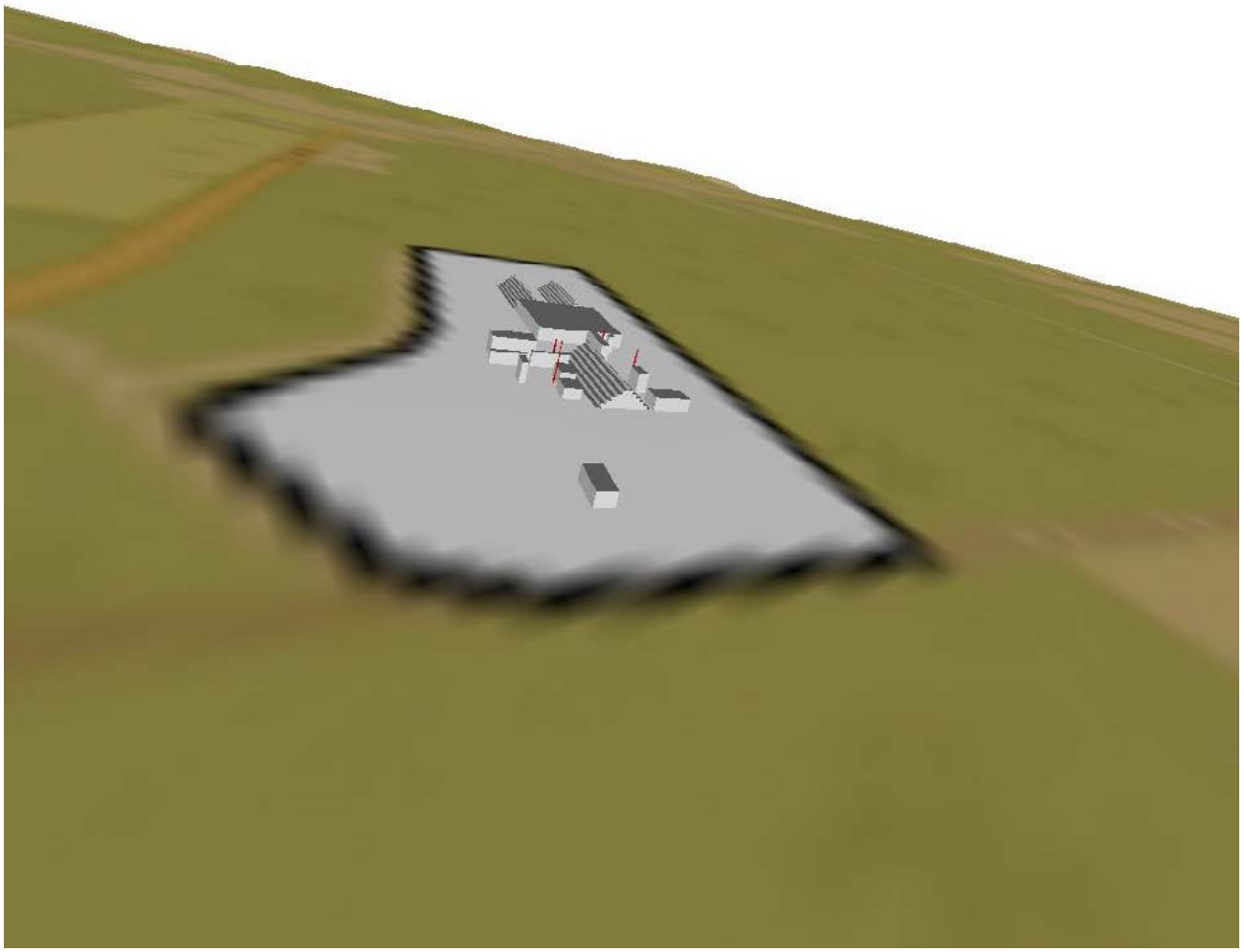


ANNEXE 3

Vue en élévation des bâtiments sur le site

PROJECT TITLE:

Vue en élévation des bâtiments sur le site



COMMENTS:

COMPANY NAME:

Hudon Desbiens St-Germain Environnement inc.

MODELER:

Jean-François Raoult

DATE:

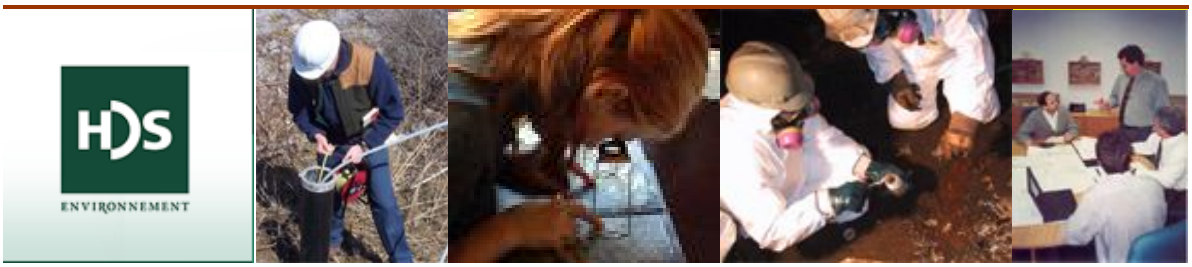
2021-09-30

PROJECT NO.:

HDS-8822

AERMOD 3D - Lakes Environmental Software

C:\Users\jfraoult\Desktop\Scénarios\RSIscen1\RSIscen1.isc



ANNEXE 4

Résultats de modélisation

ANNEXE 4.1

Tableaux des résultats de modélisation

Annexe 4.1 - Tableau de résultats de modélisation pour le scénario 1

Contaminants	CAS	Norme	Critère	Période	Bruit de fond µg/m^3	Concentration max permise µg/m^3	Concentration modélisée µg/m^3	% du critère/norme	% de Cmax permise
Arsenic	7440-38-2	0,003		1 an	0,002	0,001	0,000039	67,98	3,95
Cadmium	7440-43-9	0,0036		1 an	0,003	0,0006	0,000293	91,49	48,91
Chrome	16065-83-1	0,1		1 an	0,01	0,09	0,000382	10,38	0,42
Mercure	7439-97-6	0,005		1 an	0,002	0,003	0,000863	57,26	28,77
Plomb	7439-92-1	0,1		1 an	0,025	0,075	0,000425	25,42	0,57
Zinc	7440-66-6	2,5		24 heures	0,1	2,4	0,020215	4,81	0,84
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	1150		4 minutes	0	1150	4,663178	0,77	0,77
		20		1 an	0	20	0,158022	0,79	0,79
Dixoyde de soufre (SO2)	7446-09-05	1050		4 minutes	150	900	23,382500	18,52	4,94
		288		24 heures	50	238	10,853142	21,13	4,56
		52		1 an	20	32	0,792369	39,99	2,48
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	34000		1 heure	2650	31350	3,930393	7,81	0,01
		12700		8 heures	1750	10950	2,103936	13,80	0,02
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	414		1 heure	150	264	93,263500	58,76	35,33
		207		24 heures	100	107	43,288800	69,22	40,46
		103		1 an	30	73	3,160446	32,19	4,33
Chlorobenzènes	108-90-7	8,5		1 an	0,3	8,2	0,000004	3,53	0,00
HAP ET BaP			0,0024	1 an	0,0014	0,001	0,000030	59,58	2,98
PCP	87-86-5	0,001		1 an	0,0005	0,0005	0,000019	51,88	3,76
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6	6,00E-08		1 an	4,00E-08	2,00E-08	1,3871E-09	68,98	6,94
Particules PST	N/A	120		24 heures	90	30	2,269725	76,89	7,57
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	1		1 an	0,7	0,3	0,000013	70,00	0,00
Benzène	71-43-2	10		24 heures	3	7	0,002856	30,03	0,04
Toluène	108-88-3	600		4 minutes	260	340	0,004024	43,33	0,00
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5	0,05		1 an	0,03	0,02	0,000032	60,06	0,16
m+p-xylènes	1330-20-7	350		4 minutes	150	200	0,000895	42,86	0,00
		20		1 an	8	12	0,000030	40,00	0,00
Hexane	110-54-3	5300		4 minutes	140	5160	0,036315	2,64	0,00
		140		1 an	3	137	0,001231	2,14	0,00
1-methylnaphtalène	90-12-0		30	1 heure	0	30	0,016289	0,05	0,05
			4	1 an	0	4	0,000194	0,00	0,00
2-methylnaphtalène	91-57-6		30	1 heure	0	30	0,035017	0,12	0,12
			4	1 an	0	4	0,000404	0,01	0,01
Quinoline	91-22-5		1	1 heure	0	1	0,006746	0,67	0,67
			0,1	1 an	0	0,1	0,000073	0,07	0,07
Acétate d'éthyle	141-78-6	20		4 minutes	0	20	0,000814	0,01	0,01
Acétate de méthyle	79-20-9		5150	4 minutes	0	5150	0,003469	0,00	0,00
			116	1 an	0	116	0,000118	0,00	0,00
Acétone	67-64-1	8600		4 minutes	170	8430	0,054820	1,98	0,00
		380		1 an	4	376	0,001858	1,05	0,00
Naphtalène	91-20-3	200		4 minutes	5	195	1,168430	3,61	1,14
		3		1 an	0	3	0,011818	0,39	0,39
Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,0009		1 an	0,0003	0,0006	0,000018	35,31	2,97
Pyrène	129-00-0		13	1 an	0	13	0,000002	0,00	0,00

Annexe 4.1 - Tableau de résultats de modélisation pour le scénario 2a

Contaminants	CAS	Norme	Critère	Période	Bruit de fond µg/m³	Concentration max permise µg/m³	Concentration modélisée µg/m³	% du critère/norme	% de Cmax permise
Arsenic	7440-38-2	0,003		1 an	0,002	0,001	0,000005	66,82	0,46
Cadmium	7440-43-9	0,0036		1 an	0,003	0,0006	0,000008	83,56	1,35
Chrome	16065-83-1	0,1		1 an	0,01	0,09	0,000203	10,20	0,23
Mercure	7439-97-6	0,005		1 an	0,002	0,003	0,000669	53,38	22,30
Plomb	7439-92-1	0,1		1 an	0,025	0,075	0,000182	25,18	0,24
Zinc	7440-66-6	2,5		24 heures	0,1	2,4	0,006429	4,26	0,27
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	1150		4 minutes	0	1150	4,287134	0,71	0,71
		20		1 an	0	20	0,129742	0,65	0,65
Dixoyde de soufre (SO2)	7446-09-05	1050		4 minutes	150	900	21,496916	18,18	4,54
		288		24 heures	50	238	9,545848	20,68	4,01
		52		1 an	20	32	0,650561	39,71	2,03
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	34000		1 heure	2650	31350	3,613441	7,80	0,01
		12700		8 heures	1750	10950	2,069770	13,80	0,02
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	414		1 heure	150	264	85,742676	56,94	32,48
		207		24 heures	100	107	38,074600	66,70	35,58
		103		1 an	30	73	2,594800	31,65	3,55
Chlorobenzènes	108-90-7	8,5		1 an	0,3	8,2	0,000003	3,53	0,00
HAP ET BaP			0,0024	1 an	0,0014	0,001	0,000000	58,34	0,01
PCP	87-86-5	0,001		1 an	0,0005	0,0005	0,000001	50,12	0,23
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6	6,00E-08		1 an	4,00E-08	2,00E-08	2,1894E-10	67,03	1,09
Particules PST	N/A	120		24 heures	90	30	1,529783	76,27	5,10
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	1		1 an	0,7	0,3	0,000011	70,00	0,00
Benzène	71-43-2	10		24 heures	3	7	0,002512	30,03	0,04
Toluène	108-88-3	600		4 minutes	260	340	0,003700	43,33	0,00
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5	0,05		1 an	0,03	0,02	0,000026	60,05	0,13
m+p-xylènes	1330-20-7	350		4 minutes	150	200	0,000823	42,86	0,00
		20		1 an	8	12	0,000025	40,00	0,00
Hexane	110-54-3	5300		4 minutes	140	5160	0,033387	2,64	0,00
		140		1 an	3	137	0,001010	2,14	0,00
1-methylnaphtalène	90-12-0		30	1 heure	0	30	0,000000	0,00	0,00
			4	1 an	0	4	0,000000	0,00	0,00
2-methylnaphtalène	91-57-6		30	1 heure	0	30	0,000000	0,00	0,00
			4	1 an	0	4	0,000000	0,00	0,00
Quinoline	91-22-5		1	1 heure	0	1	0,000000	0,00	0,00
			0,1	1 an	0	0,1	0,000000	0,00	0,00
Acétate d'éthyle	141-78-6	20		4 minutes	0	20	0,000748	0,01	0,01
Acétate de méthyle	79-20-9		5150	4 minutes	0	5150	0,003189	0,00	0,00
			116	1 an	0	116	0,000097	0,00	0,00
Acétone	67-64-1	8600		4 minutes	170	8430	0,050399	1,98	0,00
		380		1 an	4	376	0,001525	1,05	0,00
Naphtalène	91-20-3	200		4 minutes	5	195	0,000321	2,50	0,00
		3		1 an	0	3	0,000010	0,00	0,00
Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,0009		1 an	0,0003	0,0006	0,000000	33,33	0,00
Pyrène	129-00-0		13	1 an	0	13	0,00000162	0,00	0,00

Annexe 4.1 - Tableau de résultats de modélisation pour le scénario 2b

Contaminants	CAS	Norme	Critère	Période	Bruit de fond µg/m^3	Concentration max permise µg/m^3	Concentration modélisée µg/m^3	% du critère/norme	% de Cmax permise
Arsenic	7440-38-2	0,003		1 an	0,002	0,001	0,000001	66,71	0,14
Cadmium	7440-43-9	0,0036		1 an	0,003	0,0006	0,000002	83,40	0,40
Chrome	16065-83-1	0,1		1 an	0,01	0,09	0,000060	10,06	0,07
Mercure	7439-97-6	0,005		1 an	0,002	0,003	0,000199	43,98	6,64
Plomb	7439-92-1	0,1		1 an	0,025	0,075	0,000054	25,05	0,07
Zinc	7440-66-6	2,5		24 heures	0,1	2,4	0,001697	4,07	0,07
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	1150		4 minutes	0	1150	1,380891	0,23	0,23
		20		1 an	0	20	0,038610	0,19	0,19
Dixoyde de soufre (SO2)	7446-09-05	1050		4 minutes	150	900	6,924184	15,54	1,46
		288		24 heures	50	238	2,519103	18,24	1,06
		52		1 an	20	32	0,193603	38,83	0,61
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	34000		1 heure	2650	31350	1,163894	7,80	0,00
		12700		8 heures	1750	10950	0,657369	13,78	0,01
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	414		1 heure	150	264	27,617800	42,90	10,46
		207		24 heures	100	107	10,047700	53,16	9,39
		103		1 an	30	73	0,772206	29,88	1,06
Chlorobenzènes	108-90-7	8,5		1 an	0,3	8,2	0,000001	3,53	0,00
HAP ET BaP			0,0024	1 an	0,0014	0,001	0,000000	58,33	0,00
PCP	87-86-5	0,001		1 an	0,0005	0,0005	0,000000	50,03	0,07
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6	6,00E-08		1 an	4,00E-08	2,00E-08	6,5155E-11	66,78	0,33
Particules PST	N/A	120		24 heures	90	30	0,403702	75,34	1,35
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	1		1 an	0,7	0,3	0,000003	70,00	0,00
Benzène	71-43-2	10		24 heures	3	7	0,000663	30,01	0,01
Toluène	108-88-3	600		4 minutes	260	340	0,001192	43,33	0,00
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5	0,05		1 an	0,03	0,02	0,000008	60,02	0,04
m+p-xylènes	1330-20-7	350		4 minutes	150	200	0,000265	42,86	0,00
		20		1 an	8	12	0,000007	40,00	0,00
Hexane	110-54-3	5300		4 minutes	140	5160	0,010754	2,64	0,00
		140		1 an	3	137	0,000301	2,14	0,00
1-methylnaphtalène	90-12-0		30	1 heure	0	30	0,000000	0,00	0,00
			4	1 an	0	4	0,000000	0,00	0,00
2-methylnaphtalène	91-57-6		30	1 heure	0	30	0,000000	0,00	0,00
			4	1 an	0	4	0,000000	0,00	0,00
Quinoline	91-22-5		1	1 heure	0	1	0,000000	0,00	0,00
			0,1	1 an	0	0,1	0,000000	0,00	0,00
Acétate d'éthyle	141-78-6	20		4 minutes	0	20	0,000241	0,00	0,00
Acétate de méthyle	79-20-9		5150	4 minutes	0	5150	0,001027	0,00	0,00
			116	1 an	0	116	0,000029	0,00	0,00
Acétone	67-64-1	8600		4 minutes	170	8430	0,016234	1,98	0,00
		380		1 an	4	376	0,000454	1,05	0,00
Naphtalène	91-20-3	200		4 minutes	5	195	0,000103	2,50	0,00
		3		1 an	0	3	0,000003	0,00	0,00
Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,0009		1 an	0,0003	0,0006	0,000000	33,33	0,00
Pyrène	129-00-0		13	1 an	0	13	0,00000048	0,00	0,00

Annexe 4.1 - Tableau de résultats de modélisation pour le scénario 3a

Contaminants	CAS	Norme	Critère	Période	Bruit de fond µg/m^3	Concentration max permise µg/m^3	Concentration modélisée µg/m^3	% du critère/norme	% de Cmax permise
Arsenic	7440-38-2	0,003		1 an	0,002	0,001	0,000041	68,03	4,09
Cadmium	7440-43-9	0,0036		1 an	0,003	0,0006	0,000296	91,55	49,32
Chrome	16065-83-1	0,1		1 an	0,01	0,09	0,000444	10,44	0,49
Mercure	7439-97-6	0,005		1 an	0,002	0,003	0,001068	61,35	35,59
Plomb	7439-92-1	0,1		1 an	0,025	0,075	0,000480	25,48	0,64
Zinc	7440-66-6	2,5		24 heures	0,1	2,4	0,025965	5,04	1,08
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	1150		4 minutes	0	1150	5,468451	0,90	0,90
		20		1 an	0	20	0,197671	0,99	0,99
Dioxyde de soufre (SO2)	7446-09-05	1050		4 minutes	150	900	27,420380	19,25	5,79
		288		24 heures	50	238	15,395812	22,71	6,47
		52		1 an	20	32	0,991179	40,37	3,10
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	34000		1 heure	2650	31350	4,609123	7,81	0,01
		12700		8 heures	1750	10950	2,970730	13,80	0,03
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	414		1 heure	150	264	109,369000	62,65	41,43
		207		24 heures	100	107	61,407800	77,97	57,39
		103		1 an	30	73	3,953400	32,96	5,42
Chlorobenzènes	108-90-7	8,5		1 an	0,3	8,2	0,000005	3,53	0,00
HAP ET BaP			0,0024	1 an	0,0014	0,001	0,000030	59,58	2,99
PCP	87-86-5	0,001		1 an	0,0005	0,0005	0,000019	51,92	3,83
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6	6,00E-08		1 an	4,00E-08	2,00E-08	1,4540E-09	69,09	7,27
Particules PST	N/A	120		24 heures	90	30	3,348893	77,79	11,16
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	1		1 an	0,7	0,3	0,000016	70,00	0,01
Benzène	71-43-2	10		24 heures	3	7	0,004051	30,04	0,06
Toluène	108-88-3	600		4 minutes	260	340	0,004719	43,33	0,00
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5	0,05		1 an	0,03	0,02	0,000040	60,08	0,20
Xylènes	1330-20-7	350		4 minutes	150	200	0,001050	42,86	0,00
		20		1 an	8	12	0,000038	40,00	0,00
Hexane	110-54-3	5300		4 minutes	140	5160	0,042587	2,64	0,00
		140		1 an	3	137	0,001539	2,14	0,00
1-methylnaphtalène	90-12-0		30	1 heure	0	30	0,016289	0,05	0,05
			4	1 an	0	4	0,000194	0,00	0,00
2-methylnaphtalène	91-57-6		30	1 heure	0	30	0,035017	0,12	0,12
			4	1 an	0	4	0,000404	0,01	0,01
Quinoline	91-22-5		1	1 heure	0	1	0,006746	0,67	0,67
			0,1	1 an	0	0,1	0,000073	0,07	0,07
Acétate d'éthyle	141-78-6	20		4 minutes	0	20	0,000954	0,01	0,01
Acétate de méthyle	79-20-9		5150	4 minutes	0	5150	0,004068	0,00	0,00
			116	1 an	0	116	0,000147	0,00	0,00
Acétone	67-64-1	8600		4 minutes	170	8430	0,064287	1,98	0,00
		380		1 an	4	376	0,002324	1,05	0,00
Naphtalène	91-20-3	200		4 minutes	5	195	1,168430	3,61	0,60
		3		1 an	0	3	0,011824	0,39	0,39
Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,0009		1 an	0,0003	0,0006	0,000018	35,31	2,97
Pyrène	129-00-0		13	1 an	0	13	0,000002	0,00	0,00

Annexe 4.1 - Tableau de résultats de modélisation pour le scénario 3b

Contaminants	CAS	Norme	Critère	Période	Bruit de fond µg/m^3	Concentration max permise µg/m^3	Concentration modélisée µg/m^3	% du critère/norme	% de Cmax permise
Arsenic	7440-38-2	0,003		1 an	0,002	0,001	0,000040	68,00	4,01
Cadmium	7440-43-9	0,0036		1 an	0,003	0,0006	0,000294	91,51	49,08
Chrome	16065-83-1	0,1		1 an	0,01	0,09	0,000408	10,41	0,45
Mercure	7439-97-6	0,005		1 an	0,002	0,003	0,000947	58,95	31,58
Plomb	7439-92-1	0,1		1 an	0,025	0,075	0,000448	25,45	0,60
Zinc	7440-66-6	2,5		24 heures	0,1	2,4	0,020216	4,81	0,84
Chlorure d'hydrogène (HCl)	7647-01-0	1150		4 minutes	0	1150	4,663178	0,77	0,77
		20		1 an	0	20	0,174353	0,87	0,87
Dixoyde de soufre (SO2)	7446-09-05	1050		4 minutes	150	900	23,382509	18,52	4,94
		288		24 heures	50	238	10,917199	21,15	4,59
		52		1 an	20	32	0,874256	40,14	2,73
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	34000		1 heure	2650	31350	3,930393	7,81	0,01
		12700		8 heures	1750	10950	2,248082	13,80	0,02
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	414		1 heure	150	264	93,263565	58,76	35,33
		207		24 heures	100	107	43,544376	69,35	40,70
		103		1 an	30	73	3,487062	32,51	4,78
Chlorobenzènes	108-90-7	8,5		1 an	0,3	8,2	0,000004	3,53	0,00
HAP ET BaP			0,0024	1 an	0,0014	0,001	0,000030	59,58	2,98
PCP	87-86-5	0,001		1 an	0,0005	0,0005	0,000019	51,90	3,79
Dioxines & Furanes PCDD/PCDF	1746-01-6	0,00000006		1 an	0,00000004	0,00000002	1,4147E-09	69,02	7,07
Particules PST	N/A	120		24 heures	90	30	2,334331	76,95	7,78
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	1		1 an	0,7	0,3	0,000014	70,00	0,00
Benzène	71-43-2	10		24 heures	3	7	0,002872	30,03	0,04
Toluène	108-88-3	600		4 minutes	260	340	0,004024	43,33	0,00
1,1,2,2-Tétrachloroéthène	79-34-5	0,05		1 an	0,03	0,02	0,000035	60,07	0,18
m+p-xylènes	1330-20-7	350		4 minutes	150	200	0,000895	42,86	0,00
		20		1 an	8	12	0,000033	40,00	0,00
Hexane	110-54-3	5300		4 minutes	140	5160	0,036315	2,64	0,00
		140		1 an	3	137	0,001358	2,14	0,00
1-methylnaphtalène	90-12-0		30	1 heure	0	30	0,016289	0,05	0,05
			4	1 an	0	4	0,000194	0,00	0,00
2-methylnaphtalène	91-57-6		30	1 heure	0	30	0,035017	0,12	0,12
			4	1 an	0	4	0,000404	0,01	0,01
Quinoline	91-22-5		1	1 heure	0	1	0,006746	0,67	0,67
			0,1	1 an	0	0,1	0,000073	0,07	0,07
Acétate d'éthyle	141-78-6	20		4 minutes	0	20	0,000814	0,01	0,01
Acétate de méthyle	79-20-9		5150	4 minutes	0	5150	0,003469	0,00	0,00
			116	1 an	0	116	0,000130	0,00	0,00
Acétone	67-64-1	8600		4 minutes	170	8430	0,054820	1,98	0,00
		380		1 an	4	376	0,002050	1,05	0,00
Naphtalène	91-20-3	200		4 minutes	5	195	1,168430	3,61	0,60
		3		1 an	0	3	0,011820	0,39	0,39
Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,0009		1 an	0,0003	0,0006	0,000018	35,31	2,97
Pyrène	129-00-0		13	1 an	0	13	0,000002	0,00	0,00