

Ville de Québec

Centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec (CBAQ)

Rapport d'études préparatoires

N/Réf. : 107031.001

V/Réf. : VQ-46285



Produit par le consortium



Septembre 2014

Sommaire exécutif

Dans le cadre de son plan de gestion des matières résiduelles, la Ville de Québec désire mettre en place un centre de biométhanisation pour l'agglomération de Québec (CBAQ). Ce centre est prévu pour recevoir et traiter, dès 2018, les résidus organiques triés à la source (ROTS) ainsi que les boues municipales de la Ville jusqu'à une capacité totale de 182 600 tonnes par an de matières organiques en 2038.

À la suite de la réalisation de plusieurs études ces dernières années, la Ville de Québec présente en 2013 au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) un projet de biométhanisation pour traiter la totalité des matières organiques (ROTS et boues) récupérées par l'agglomération de Québec, et ce, dans le cadre de la phase II du programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage (PTMOBC). Le MDDELCC a accepté le projet en 2013.

La Ville de Québec, tout en demeurant à l'intérieur de son cadre budgétaire, vise à rencontrer tous les objectifs du PTMOBC qui sont les suivants :

Bannissement de l'élimination des matières organiques

Le projet du CBAQ, dans une perspective de développement durable, contribue à l'atteinte des objectifs de la politique québécoise de gestion des matières résiduelles (PQGMR) et de son plan d'action 2011-2015 afin de bannir les matières organiques putrescibles des matières résiduelles éliminées d'ici 2020.

Réduction des GES

Le projet du CBAQ prévoit une réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) par la valorisation du biogaz produit par le CBAQ et l'évitement des émissions des GES causés par l'élimination des matières organiques. La réduction des émissions de GES est une exigence du PTMOBC et s'affiche également dans le cadre du plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques afin de répondre à la Priorité 23 – Soutenir les réductions d'émissions de GES associées à la gestion des matières résiduelles.

Recyclage des matières traitées

Le digestat produit par le traitement des matières organiques par biométhanisation sera déshydraté et possiblement séché en granules pour son recyclage en milieu agricole, horticole, sylvicole ou pour la réhabilitation de sites dégradés.

Pour la réalisation du projet de traitement des matières organiques, la Ville de Québec s'est fixé un budget global d'immobilisation de 98,5 M\$, incluant les aides gouvernementales, pour la conception,

la construction et la mise en service du CBAQ. De plus les coûts annuels d'opération du CBAQ doivent respecter le cadre budgétaire actuel de la gestion des matières résiduelles de la ville.

Pour faire suite aux diverses études déjà entreprises pour l'implantation du CBAQ, les services du consortium Roche-Electrigaz ont été retenus par la Ville de Québec à la suite de l'appel d'offres VQ-46285. Le consortium se devait d'effectuer les études préparatoires nécessaires à l'ingénierie et à la construction du centre de biométhanisation en mode de réalisation en gérance.

Plus d'une dizaine de scénarios ont été élaborés à la lumière des hypothèses émises par la ville en début de mandat. À la suite de l'analyse de ces scénarios et d'un exercice d'analyse de la valeur, les solutions les plus avantageuses ont été identifiées. Il a été établi que la réalisation du projet en deux phases ainsi que la contribution d'infrastructures existantes permettraient de gérer le risque lié à la participation citoyenne pour la réception des ROTS au CBAQ et de se rapprocher des objectifs budgétaires. Les phases du projet sont définies comme suit.

Phase I : Objectif 2020

La phase I vise le respect du budget de 98,5 M\$ tout en rencontrant les objectifs de bannissement de l'élimination, par le recyclage, des matières organiques et des boues municipales ainsi que de réduction des GES d'ici 2020.

Les biométhaniseurs sont dimensionnés pour traiter exclusivement les ROTS prévus au terme de la phase I du projet. Au début de cette phase, la totalité des ROTS et une partie des boues municipales sont biométhanisées. Avec les années, à mesure que la quantité de ROTS reçue au CBAQ augmente, une plus grande portion de boues municipales est recyclée sans traitement par biométhanisation et, au terme de cette phase, seuls les ROTS sont biométhanisés.

Phase II : Optimisation

Vise le traitement par biométhanisation de tous les ROTS et les boues récupérées.

Opportunités futures

Réaliser des projets d'optimisation au CBAQ pour diminuer les coûts d'opération tels l'installation de séchoirs alimentés à la vapeur de l'incinérateur ou l'augmentation des revenus en consommant le biométhane dans des véhicules municipaux utilisant le gaz naturel. Chacun de ces projets sera analysé pour sa valeur et son rendement, et ce, à la lumière de l'expérience opérationnelle.

La possibilité d'utiliser l'espace vacant et les installations de l'incinérateur pour la réception, le conditionnement des ROTS et la fourniture de l'énergie thermique au CBAQ a été étudiée et se traduit par les deux scénarios suivants qui seront discutés plus à fond dans ce rapport.

Scénario A: 100 % CBAQ

Tout le projet se réalise physiquement sur le terrain du CBAQ. Le seul lien avec l'incinérateur est un réseau d'eau chaude à 50°C qui réutilise les deux (2) conduites existantes qui servent présentement à acheminer les boues et de l'eau de service vers la station de traitement des boues (STB) située à l'incinérateur.

Scénario B: Incinérateur-CBAQ

Dans ce scénario, la réception et le conditionnement des ROTS se font à l'incinérateur. La fosse à déchets existante est divisée pour recevoir les déchets d'un côté et les ROTS de l'autre. Les ponts roulants en place serviront à alimenter les appareils de conditionnement des ROTS. L'air vicié est injecté dans les fours afin d'éliminer les odeurs de manière efficace. De plus, une partie de la vapeur excédentaire de l'incinérateur est utilisée et sert pour chauffer les ROTS conditionnés avant de les acheminer vers le CBAQ en réutilisant les conduites existantes.

Les étapes de réalisation du projet du CBAQ sont la conception et l'approvisionnement en 2014-2016, la phase de construction en 2016-2018 et la phase de mise en service et de démarrage en 2018-2019.

Le projet du CBAQ sera réalisé en retenant les services de différents professionnels, dont un professionnel maître, en procédant au préachat de divers équipements et en gérant l'installation et la construction par l'attribution de plusieurs contrats.

L'estimation des coûts d'immobilisation à +/- 20 % révèle que la phase I du scénario A nécessite un investissement d'environ 102,2 M\$, alors que pour la phase 1 du scénario B, l'investissement est d'environ 101,0 M\$.

La phase II des scénarios A et B nécessite un investissement additionnel d'environ 10,4 M\$ (+/- 20 %) pour augmenter la capacité des installations de biométhanisation et permettre la biométhanisation de la totalité des boues. De plus, les équipements d'épuration du biogaz devront être mis à niveau pour traiter le biogaz supplémentaire produit.

Le coût annuel d'exploitation, à +/- 20 %, de l'un ou l'autre de ces scénarios varie de 10 à 12 M\$ par année en dollar 2014, dont environ 50 % des coûts sont attribuables au recyclage des boues et du digestat.

L'analyse approfondie des recommandations pourrait faire émerger des pistes d'optimisation qui apporteraient des économies potentielles et permettraient ainsi de respecter le budget des immobilisations du projet qui est de 98,5 M\$.

Recommandations

À la suite de l'analyse des intrants, de l'étude des différents concepts et scénarios et de l'estimation des coûts d'immobilisation et d'exploitation, Roche-Electrigaz est en mesure d'émettre plusieurs recommandations. Puisque l'analyse par la Ville de certains éléments clés n'a pu être complétée à temps pour la conclusion de cette étude, certaines recommandations visent la poursuite des analyses et précisent les impacts sur la suite du projet. Les principales recommandations sont présentées ci-dessous.

- Statuer sans équivoque sur l'utilisation des infrastructures et/ou de l'énergie de l'incinérateur (vapeur) pour les besoins du procédé CBAQ.
- Analyser la possibilité d'acheminer les boues municipales non digérées et déshydratées vers un site de compostage privé plutôt que de les pasteuriser. Une économie potentielle sur les immobilisations de près de 6 M\$ dans une infrastructure de pasteurisation vouée à l'obsolescence en phase II serait possible.
- Considérer la réalisation du projet d'opportunité de séchage du digestat dès la phase II, ce qui ferait passer les investissements de 10 M\$ à 40 M\$ en raison de l'infrastructure de séchage et du réseau de vapeur de l'incinérateur. En considérant l'évaluation approximative des coûts d'électricité, de vapeur et d'entretien des séchoirs, cette piste d'optimisation représente une économie nette potentielle de l'ordre de 2 à 3 M\$ annuellement pour le recyclage agronomique des boues et des digestats. Dans le cas où l'incinérateur serait classé par le MDDELCC comme une infrastructure de valorisation énergétique des matières résiduelles, l'utilisation de la vapeur pour le séchage du digestat contribuerait à la valorisation énergétique des matières résiduelles. Cela permettrait ainsi d'économiser la redevance à l'élimination des matières brûlées, soit jusqu'à 6M \$ par année.
- Statuer sur le mode de collecte afin de lever les incertitudes sur le dimensionnement des équipements de réception. Le professionnel maître sera alors en mesure d'optimiser sa conception et son ingénierie.
- Bien que la biométhanisation thermophile (55°C) puisse potentiellement réduire l'investissement des équipements de digestion, Roche-Electrigaz ne recommande pas le démarrage du CBAQ en phase I avec des biométhaniseurs thermophiles. La raison en est que la majorité de la charge organique provient de ROTS qui génèrent des quantités considérables d'azote ammoniacal qui agissent comme potentiel inhibiteur de la digestion anaérobie. L'approche thermophile pourrait générer et engendrer des complications au démarrage et durant les premières années d'opération. Avec une économie potentielle allant jusqu'à 5 M\$ pour les biométhaniseurs, la conversion à un mode thermophile en phase II pourra être jugée souhaitable techniquement et

économiquement à la lumière des intrants réellement reçus et de l'expérience d'opération acquise.

- Des études plus approfondies sur les structures de sol à des points précis permettraient potentiellement de faire des économies en lien avec le pieutage, soit environ 0,5 M\$ dans le cas où les fondations des biométhaniseurs pourraient être sur un sol compacté plutôt que sur pieux.
- Poursuivre l'analyse du marché potentiel pour le sulfate d'ammonium comme engrais liquide au Québec. En l'absence d'un marché clair et positif pour le sulfate d'ammonium, des alternatives de recyclage de l'ammoniaque généré par le traitement des eaux de procédé devraient être étudiées afin d'économiser près de 0,5 M\$ par année en acide sulfurique nécessaire à la production du sulfate d'ammonium.
- Poursuivre les discussions engagées avec la compagnie Papiers White Birch qui consomme de l'urée pour combler ses carences en azote dans son traitement d'eau. L'effluent du CBAQ est riche en azote ammoniacal et pourrait possiblement combler leur manque à gagner tout en réduisant les investissements liés au traitement d'eau pour le CBAQ d'environ 2 à 4 M\$ en immobilisation selon les volumes pris en charge par Papiers White Birch.
- Poursuivre les discussions avec le MDDELCC sur la stratégie de traitement d'eau du CBAQ avec la potentielle mise aux normes de la STEU liée à la *Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales*. Si la totalité des rejets en eau est acheminée à la STEU sans prétraitement, des économies considérables pourraient potentiellement être réalisées, soit environ 4 M\$ en coûts d'immobilisation et de 1 à 2 M\$ par année en coûts d'opération.
- Poursuivre l'analyse afin de confirmer les besoins en remblai pour assurer l'écoulement des eaux de ruissèlement vers les infrastructures de la ville. Près de 30 000 m³ de remblais, estimés à environ 0,5 M\$, sont prévus au projet pour éviter la déverse d'une charge additionnelle des eaux pluviales vers le fossé existant appartenant au Port de Québec. Étudier l'utilisation potentielle de matériaux provenant de diverses sources appartenant à la ville.
- Enclencher le plus tôt possible le processus d'approvisionnement des systèmes de conditionnement et de biométhanisation qui se retrouvent sur le chemin critique afin d'assurer un échéancier optimal.
- Enclencher le plus tôt possible la demande de certificat d'autorisation (CA) auprès du MDDELCC, avec l'assistance du professionnel maître, afin d'atténuer et de mitiger le risque potentiel de revirement technologique associé aux préachats de procédés, et ce, avant l'obtention dudit CA.

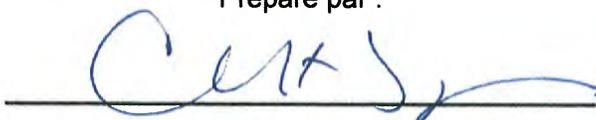
Le projet du CBAQ est un des plus importants centres de traitement de la matière organique en développement en Amérique du Nord. Le développement de ce projet a nécessité l'analyse de plusieurs scénarios et pistes d'optimisation afin d'en arriver à un concept qui répond aux différents objectifs de la Ville.

Les scénarios A ou B, en phase I, présentent un ratio d'investissement par rapport à la quantité de matière traitée d'environ 1020 \$ par tonne capacité-année, s'inscrivant dans la fourchette des ratios pour des usines comparables qui oscillent entre 800 et 1200 \$ par tonne capacité-année. Avec un investissement suggéré en phase II d'environ 40 M\$ permettant le traitement de la totalité des ROTS et des boues municipales, soit 182 600 tonnes par année, et qui comprend le séchage du digestat avec la vapeur de l'incinérateur, le projet atteindrait un ratio d'investissement par rapport à la quantité de matière traitée de 778 \$ par tonne capacité-année. Le CBAQ représenterait alors un actif de premier plan pour la ville dans le déploiement de sa vision de développement durable.

Rapport d'études préparatoires
Centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec
(CBAQ)

Version révisée 1.0

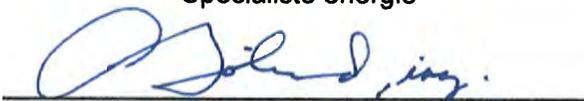
Préparé par :



Christine Sauvageau, ingénieure adjointe chargée de projet
Spécialiste traitement d'eau



Pierre Bellavance, ingénieur
Spécialiste énergie



André Boilard, ingénieur
Spécialiste traitement d'air

Préparé et approuvé par :



Éric Camirand, ingénieur
Chargé de projet et spécialiste biométhanisation

ÉQUIPE DE RÉALISATION

ELECTRIGAZ

Éric Camirand, chargé de projet et ingénieur spécialiste biométhanisation

Raphael Duquette, ingénieur biométhanisation

Maxime Lemonde, ingénieur jr. biométhanisation

Nathalie Garceau, ingénieure assurance qualité

Marc-André Doucet, technicien

ROCHE

Christine Sauvageau, adjointe chargée de projet, ingénieure spécialiste traitement d'eau

André Boilard, ingénieur spécialiste traitement d'air

Nathalie Jacques, technicienne en dessins

Claude Morin, technicien sénior en dessins

Clément Bonnabel, technicien en dessins

Louis Bourque, ingénieur traitement d'eau

Gaétan Morin, ingénieur traitement d'eau

Valérie Villeneuve, biologiste environnement

Annie Taillon, biogéographe environnement

Simon Veilleux, ingénieur structure

Serge Landry, ingénieur civil

Denis Labrecque, ingénieur électricité et automatisation

Christian Gagné, ingénieur mécanique de procédé

Gabriel Montminy, ingénieur mécanique du bâtiment

Martin Bérubé, ingénieur GES

Caroline Roy, technicienne en environnement

Mircea Discuteanu, ingénieur construction et estimation

Stéphane Lévesque, estimateur

PLURITEC

Pierre Bellavance, ingénieur spécialiste énergie

David Cormier, ingénieur énergie

ODOTECH

Samuel Lévesque, chargé de projet

Mélanie Parent, ingénieure

Jacinthe Bisson, ingénieure

SOLINOV

Françoise Forcier, ingénieure, agronome

Jean Vigneux, agronome

Avec l'étroite collaboration de l'équipe du CBAQ, Ville de Québec

Carl Desharnais, ingénieur et directeur de projet

Yves Fréchet, ingénieur en chef

Steve Boivin, ingénieur de procédé

Steve Labbé, directeur de l'aménagement et de la conception mécanique

Céline Vaneeckhaute, directrice adjointe aux procédés de biométhanisation

Table des matières

Liste des tableaux	xviii
Liste des figures	xix
Liste des plans	xxi
Lexique	1
Liste des acronymes	4
1 Introduction	7
1.1 Contexte	7
1.2 Description du projet de biométhanisation CBAQ	7
1.3 Objectifs du projet	8
2 Historique	9
2.1 Études antérieures	9
2.1.1 Études SNC-Lavalin	9
2.1.2 Application au PTMOBC	9
2.2 Bureau de projet CBAQ	10
2.3 Matières à traiter	10
Boues 10	
Résidus organiques triés à la source (ROTS)	10
2.3.1 Analyses des intrants	11
2.3.1.1 CRIQ	11
2.3.1.2 CNRC	11
2.3.2 Conditions du site	11
2.3.2.1 Description du terrain	13
2.3.2.2 Caractérisation des sols et de l'eau souterraine	15
2.3.2.3 Études géotechniques	15
2.4 Objectifs de la présente étude	15
3 Analyse	17
3.1 Scénario de référence	17
3.1.1.1 Intrants	17
3.1.1.2 Procédé	17
3.1.1.3 Recyclage des extraits	17
3.1.1.4 Réduction des GES	17
3.1.1.5 Budget	17

3.2	Critères de conception.....	18
3.2.1	Matières organiques à traiter.....	18
3.2.1.1	Résidus organiques triés à la source (ROTS).....	18
3.2.1.2	Boues de la station d'épuration des eaux usées (STEU).....	18
3.2.2	Paramètres techniques.....	18
3.2.2.1	Type de camions et achalandage	18
3.2.2.2	Circulation, pesée et hall de réception	18
3.2.2.3	Capacité d'entreposage des ROTS.....	19
3.2.2.4	Technologie de conditionnement	19
3.2.2.5	Critères de qualité du digestat.....	19
3.2.2.6	Capacité d'entreposage des digestats	19
3.2.2.7	Utilisation de l'incinérateur	19
3.2.2.8	Mode opératoire	19
3.2.3	Cadres réglementaires et normatifs et guides techniques	19
3.2.3.1	Lignes directrices pour les projets de biométhanisation et de compostage.....	19
3.2.3.2	Loi sur la qualité de l'environnement.....	22
3.2.3.3	Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes (MDDELCC, 2012).....	23
3.2.3.4	Codes et normes applicables au projet.....	23
3.2.4	Cadre budgétaire.....	26
3.2.4.1	Immobilisation.....	26
3.2.4.2	Coûts annuels d'exploitation	26
3.3	Validation des intrants	26
3.3.1	Boues.....	26
3.3.1.1	Quantité attendue	26
3.3.1.2	Qualité	27
3.3.1.3	Biodégradabilité des polymères	28
3.3.1.4	Analyses physico-chimiques sur les boues et le filtrat	29
3.3.1.5	Caractérisation des boues pasteurisées	31
3.3.2	ROTS.....	33
3.3.2.1	Quantité attendue	33
3.4	Valorisation et recyclage des extrants.....	33
3.4.1	Biogaz.....	34
3.4.1.1	Valorisation par cogénération.....	34
3.4.1.2	Valorisation thermique.....	34
3.4.1.3	Valorisation au réseau de gaz naturel.....	34
3.4.1.4	Valorisation dans des véhicules au gaz naturel	35

3.4.2	Boues municipales	35
3.4.3	Digestat.....	35
3.4.3.1	Liquide	35
3.4.3.2	Séché	36
3.4.3.3	Déshydraté	36
3.5	Analyse de la valeur	37
3.5.1	Objectif.....	37
3.5.2	Analyse.....	37
3.5.3	Recommandations.....	37
3.6	Stratégie de conception.....	37
3.6.1	Approche générale	37
3.6.1.1	Phasage du projet	37
3.6.1.2	Optimisation des infrastructures.....	38
3.6.1.3	Philosophie de connexion au réseau d'urgence.....	39
3.6.2	Réception des ROTS.....	40
3.6.3	Conditionnement des ROTS bruts et des boues.....	41
3.6.4	Pasteurisation des boues	45
3.6.5	Biométhanisation	45
3.6.6	Traitement d'eau.....	50
3.6.6.1	Boues de la STEU	51
3.6.6.2	Filtrat du digestat	51
3.6.6.3	Traitement de l'azote ammoniacal	51
3.6.6.4	Recirculation de l'eau à l'intérieur du procédé de biométhanisation	54
3.6.6.5	Procédé retenu	55
3.6.7	Énergie	56
3.6.7.1	Énergie eau chaude et biométhane	57
3.6.8	Traitement du biogaz.....	61
3.6.9	Traitement d'air.....	63
3.6.10	Modélisation des odeurs	63
3.7	Quantification des GES	64
3.8	Analyse de risque préliminaire	70
4	Concepts	71
4.1	Description générale.....	71
4.1.1	Procédé global.....	72
4.1.1.1	Phase I : Objectif 2020	73
4.1.1.2	Phase II : Optimisation	75

4.1.2	Aménagements	76
4.1.2.1	Scénario A : 100 % CBAQ	77
4.1.2.2	Scénario B : Incinérateur-CBAQ	82
4.2	Procédés.....	86
4.2.1	Réception.....	86
4.2.1.1	Balance.....	87
4.2.1.2	Pelle mécanique et grappin	88
4.2.1.3	Ensemble de convoyeurs	88
4.2.1.4	Portes automatiques.....	88
4.2.1.5	Description des équipements auxiliaires	88
4.2.2	Conditionnement	88
4.2.2.1	Réservoir d'eau de procédé	90
4.2.2.2	Hydropulpeurs	90
4.2.2.3	Dessablage grossier.....	91
4.2.2.4	Qualité de ROTS conditionnés.....	92
4.2.2.5	Qualité des rejets.....	92
4.2.2.6	Description des équipements auxiliaires	93
4.2.3	Pasteurisation.....	93
4.2.3.1	Système de pasteurisation	94
4.2.3.2	Description des équipements auxiliaires.....	95
4.2.4	Déshydratation primaire – Boues STEU vers la digestion	96
4.2.5	Déshydratation primaire – Boues STEU pasteurisées.....	97
4.2.5.1	Équipement de déshydratation.....	98
4.2.5.2	Préparation du polymère	99
4.2.5.3	Pompes doseuses	99
4.2.5.4	Description des équipements auxiliaires.....	99
4.2.6	Biométhanisation	100
4.2.6.1	Mélangeur solide/liquide.....	101
4.2.6.2	Échangeur de chaleur	101
4.2.6.3	Biométhaniseurs.....	101
4.2.6.4	Équipements auxiliaires.....	102
4.2.7	Déshydratation secondaire – Digestat	102
4.2.7.1	Équipement de déshydratation.....	103
4.2.7.2	Préparation du polymère	103
4.2.7.3	Pompes doseuses	104
4.2.7.4	Description des équipements auxiliaires.....	104
4.2.8	Biogaz.....	105

4.2.8.1	Séparateur d'eau	106
4.2.8.2	Gazomètre	107
4.2.8.3	Épuration primaire	108
4.2.8.4	Épuration secondaire.....	108
4.2.8.5	Compression du biométhane	110
4.2.8.6	Torchère	110
4.2.8.7	Équipements auxiliaires.....	110
4.2.9	Énergie	111
4.2.9.1	Description de la fourniture de la chaufferie.....	115
4.2.10	Stripage du NH3 et production du sulfate d'ammonium.....	117
4.2.10.1	Performances et impacts attendus à la STEU.....	120
4.2.10.2	Tour de stripage et laveur acide	120
4.2.10.3	Réservoirs de stockage des produits chimiques et pompes doseuses.....	121
4.2.10.4	Équipements auxiliaires	122
4.2.11	Interface avec la STEU.....	122
4.2.11.1	Boues de la STEU	123
4.2.11.2	Eau de service	124
4.2.11.3	Rejets des eaux du CBAQ	125
4.2.12	Traitement d'air.....	126
4.2.12.1	Système de traitement de l'air	130
4.2.12.2	Réservoirs d'entreposage de produits chimiques (si nécessaire)	130
4.3	Site.....	130
4.3.1	Réhabilitation des sols du site.....	132
4.3.2	Circulation des camions	133
4.3.3	Service d'aqueduc et d'égout sanitaire	134
4.3.4	Gestion des eaux pluviales.....	134
4.4	Bâtiment.....	136
4.4.1	Structure de bâtiment - Critères de conception CBAQ	136
4.4.1.1	Description générale de la structure et des fondations	136
4.4.1.2	Terrain	136
4.4.1.2.1	Conditions existantes.....	136
4.4.1.2.2	Type de fondations recommandé en fonction des sols en place.....	137
4.4.1.2.3	Nappe phréatique	137
4.4.1.2.4	Catégorie d'emplacement.....	138
4.4.2	Fondations.....	138
4.4.3	Structure	138
4.4.4	Charges de conception.....	138

4.4.4.1	Charges mortes et charges d'utilisations pour planchers et toits.....	138
4.4.4.2	Les charges dues à la neige, la pluie, au vent et au séisme.....	139
4.4.5	Structure de bâtiment - Critères de conception Incinérateur.....	139
4.4.5.1	Description générale de la structure et des fondations.....	139
4.4.6	Mécanique du bâtiment.....	139
4.4.6.1	Réseau d'alimentation d'eau froide et d'eau chaude.....	139
4.4.6.2	Évacuation des eaux sanitaires.....	140
4.4.6.3	Réseau d'air comprimé.....	140
4.4.6.4	Équipements d'urgence.....	140
4.4.6.5	CVCA.....	140
4.4.6.6	Protection incendie.....	140
4.4.7	Automatisation.....	140
4.4.8	Électricité.....	142
5	Réalisation.....	144
5.1	Étapes de réalisation.....	144
5.1.1	Conception détaillée.....	144
5.1.2	Demande de certificat d'autorisation (CA).....	144
5.1.2.1	Sur le requérant.....	144
5.1.2.2	Sur le lieu de réalisation du projet.....	144
5.1.2.3	Informations à fournir sur le projet.....	145
5.1.2.4	Information à fournir sur les impacts appréhendés.....	147
5.1.2.5	Programme de gestion, de suivi et de prévention d'incidents.....	147
5.1.3	Construction.....	148
5.1.4	Mise en service.....	148
5.1.5	Démarrage.....	148
5.2	Stratégie d'approvisionnement.....	148
5.2.1	Services professionnels.....	148
5.2.1.1	Professionnels maîtres (SP-006).....	148
5.2.1.2	Gestionnaires de construction (SP-007).....	148
5.2.1.3	Laboratoire de support (SP-008).....	148
5.3	Préachats.....	149
5.3.1	Pelle mécanique (PM-101).....	149
5.3.2	Hydropulpeur(s)/dessableur (PM-201).....	149
5.3.3	Trémies/convoyeurs/compacteurs (PM-202).....	149
5.3.4	Unité de pasteurisation (PM-203).....	149
5.3.5	Mélangeur (PM-204).....	149

5.3.6	Biométhaniseurs Phase I (PM-301)	149
5.3.7	Biométhaniseurs Phase II (PM-302)	150
5.3.8	Déshydratation secondaire (PM-401).....	150
5.3.9	Stations de polymères et réservoir de produits chimiques (PM-402)	150
5.3.10	Lot de convoyeurs/distributeurs de boues/digestats (PM-403)	150
5.3.11	Lot de pompes et vannes de procédé (PM-001).....	150
5.3.12	Lot d'échangeurs de procédé (PM-501).....	150
5.3.13	Lot d'appareils de thermie (PM-502)	150
5.3.14	Torchère (PM-503)	151
5.3.15	Épuration primaire (PM-504)	151
5.3.16	Gazomètre (PM-505).....	151
5.3.17	Épuration secondaire, Phase I (PM-506)	151
5.3.18	Épuration secondaire, Phase II (PM-507)	151
5.3.19	Traitement d'eau (PM-601).....	151
5.3.20	Traitement d'air (PM-701).....	152
5.3.21	Matériel roulant (PM-002).....	152
5.4	Contrats d'installation/construction.....	152
5.4.1	Réhabilitation du site (CC-001)	152
5.4.2	Pieutage (CS-001).....	152
5.4.3	Compaction dynamique (CS-002).....	152
5.4.4	Civil (CC-002)	152
5.4.5	Armature de fondations (CS-003)	152
5.4.6	Fondations (CS-004)	153
5.4.7	Bâtiment (CS-005).....	153
5.4.8	Mécanique de bâtiment (CH-001)	153
5.4.9	Gicleurs de bâtiment (CH-002).....	153
5.4.10	Installation mécanique (CM-001)	153
5.4.11	Tuyauterie/plomberie (CT-001)	153
5.4.12	Installation électrique (CE-001)	153
5.4.13	Automatisation (CE-002)	153
5.5	Échéancier.....	155
5.5.1	Chemin critique.....	158
5.5.2	Constructibilité	165
5.5.3	Stratégie de mise en service et démarrage.....	165
5.5.3.1	Mise en service.....	165
5.5.3.2	Démarrage.....	165
5.5.3.3	Confirmation des performances	166

5.6	Budget	166
5.6.1	Investissements.....	166
	Coûts directs.....	166
	Coûts indirects.....	166
5.6.2	Coûts opérationnels.....	167
	5.6.2.1 Consommation en énergie	167
	5.6.2.2 Consommables.....	167
	5.6.2.3 Coût de recyclage du digestat.....	168
	5.6.2.4 Revenus	169
6	Recommandations	171
6.1	Stratégiques.....	171
	6.1.1 Collecte.....	171
	6.1.2 Biométhane	171
	6.1.3 Localisation incinérateur.....	171
	6.1.4 Plan de phasage.....	171
	6.1.5 Pasteurisation.....	171
6.2	Administratives	172
	6.2.1 Support financier du PTMOBC	172
	6.2.2 Certificat d'autorisation	172
	6.2.3 Approvisionnement du conditionnement et de la biométhanisation.....	172
	6.2.4 Professionnel maître.....	172
6.3	Techniques	172
	6.3.1 Biométhanisation thermophile	172
	6.3.2 Filtres à bandes de la STB	172
	6.3.3 Structure de sol	173
6.4	Pistes d'optimisation.....	173
	6.4.1 Drainage pluvial.....	173
	6.4.2 Sulfate d'ammonium.....	173
	6.4.3 Traitement d'eau.....	173
7	Conclusion.....	174
	Références.....	175
	APPENDICES	177

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractérisation du filtrat des boues de la STEU.....	30
Tableau 2 : Caractérisation moyenne des boues de la STEU.....	31
Tableau 3 : Principaux résultats de caractérisation des boues pasteurisées (22)	32
Tableau 4 : Combinaisons possibles pour les différentes technologies	43
Tableau 5: Comparaison des technologies de biométhanisation	47
Tableau 6: Comparaison des températures opérationnelles de biométhanisation.....	47
Tableau 7 : Comparaison entre le traitement biologique conventionnel et le procédé Anammox	52
Tableau 8 : Comparaison traitement biologique et traitement physico-chimique	55
Tableau 9 : Comparaison des technologies d'adsorption et biologiques	62
Tableau 10 Description des sources reconnues du scénario de référence	64
Tableau 11 : Description des sources de GES pertinentes à la construction et à l'opération d'une usine de biométhanisation.....	66
Tableau 12 : Scénario de référence – Émissions totales sur 5 ans dans la situation actuelle.....	67
Tableau 13 : Projet du CBAQ scénario A – Émissions totales sur 5 ans	68
Tableau 14 : Quantification des réductions d'émission de GES du projet.....	69
Tableau 15: Structure de découpage des secteurs du CBAQ.....	72
Tableau 16 : Les caractéristiques attendues des ROTS conditionnés.....	92
Tableau 17 : Intrants à la conception.....	98
Tableau 18 : Consommation de polymère pour la déshydratation des boues pasteurisées.....	99
Tableau 19 : Intrants à la conception de la déshydratation	103
Tableau 20 : Consommation de polymère pour la déshydratation du digestat	103
Tableau 21 : Composants mesurés en continu et leurs exigences selon la norme BNQ sur la qualité du biométhane (25).....	109
Tableau 22 : Bilan massique du traitement d'eau et de production du sulfate d'ammonium	119
Tableau 23 : Consommation annuelle du NaOH et du H ₂ SO ₄	120
Tableau 24: Impact du rejet de l'effluent du CBAQ sur la qualité d'eau de la STEU.	120
Tableau 25 : Sources génératrices d'odeurs et lieu de traitement des gaz.....	127

Tableau 26: Investissements (+/-20%) : Scénario A : Phase I	166
Tableau 27: Investissements (+/-20%) : Scénario B : Phase I	167
Tableau 28 : Investissements (+/-20%) : Scénario A ou B : Phase II.....	167
Tableau 29: Estimation des consommables du procédé	168
Tableau 30: Coûts opérationnels (+/-20%) 2018-2024.....	170

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du site du CBAQ (Source Ville de Québec)	13
Figure 2 : Site du CBAQ : information sur les vents dominants (Source Ville de Québec)	14
Figure 3 : Localisation du site du CBAQ par rapport à la zone résidentielle (Source Ville de Québec).....	14
Figure 4 : Projection de la quantité mensuelle de boue reçue au CBAQ	27
Figure 5 : Caractérisation des boues (%ST, %STV, sable) avant et pendant la fonte de neige	28
Figure 6 : Quantité mensuelle de ROTS (2018 à 2038)	33
Figure 7 : Quantité de la boue déshydratée vers le biométhaniseur	48
Figure 8 : Quantité de la boue pasteurisée et déshydratée vers le recyclage.....	49
Figure 9 : Bilan sommaire phase I de l'eau du procédé de biométhanisation (appendice 18).....	50
Figure 10 : Conversion de la forme ionique de l'azote ammoniacal en ammoniac gazeuse en fonction du pH.	53
Figure 11: Sources d'énergie pour le CBAQ.....	57
Figure 12: Profil énergétique d'utilisation estimé du CBAQ -Scénario A	59
Figure 13: Profil énergétique d'utilisation estimé du CBAQ -Scénario B	60
Figure 14 : Schéma d'écoulement - Phase I (voir appendice 11 pour le schéma complet)	73
Figure 15 : Schéma d'écoulement - Phase II (voir appendice 11 pour le schéma complet)	75
Figure 16 : Réception.....	86
Figure 17 : Pasteurisation	93
Figure 18 : Déshydratation primaire – Boues STEU vers la digestion	96
Figure 19 : Déshydratation primaire – Boues STEU pasteurisées	97

Figure 20 : Biométhanisation	100
Figure 21 : Déshydratation secondaire - Digestat	102
Figure 22 : Biogaz	105
Figure 23 : Schéma d'écoulement de la chaufferie	111
Figure 24 : Schéma d'écoulement thermique	112
Figure 25 : Stripage du NH3 et production du sulfate d'ammonium	117
Figure 27 : Schéma des intrants au traitement d'eau par stripage	118
Figure 28 : Schéma des interfaces entre le CBAQ et la STEU (appendice 18)	123
Figure 29 : Traitement d'air	126
Figure 30 : Représentation 3D du CBAQ	131
Figure 31 : Caractéristiques du camion type utilisé pour la conception des voies de circulation et des quais de réception.	131
Figure 32 : Niveau de contamination	133
Figure 33 : Plan de circulation	134
Figure 34 : Représentation 3D du CBAQ	136
Figure 35 : Automatisation	141
Figure 36 : Électricité	143
Figure 37 : Eau rejetée par le CBAQ	168
Figure 38 : Extrants solides produits par le CBAQ	169
Figure 39 : Sulfate d'ammonium exportable par le CBAQ	169
Figure 40 : Biométhane exportable par le CBAQ	170

Liste des plans

Plan 1 : Plan de lotissement.....	12
Plan 2 : Rendu 3D du CBAQ (Scénario A)	71
Plan 3 : Plan d'aménagement extérieur CBAQ (Scénario A)	77
Plan 4 : Plan d'aménagement du bâtiment – Niveau rez-de-chaussée.....	78
Plan 5 : Plan d'aménagement du bâtiment – Niveau étage.....	79
Plan 6 : Plan d'aménagement du bâtiment – Niveau Sous-sol.....	80
Plan 7 : Vues en coupe du plan d'aménagement du bâtiment	81
Plan 8 : Plan d'aménagement extérieur scénario B.....	82
Plan 9 : Plan d'aménagement rez-de-chaussée, scénario B.....	83
Plan 10 : Plan d'aménagement sous-sol, scénario B	84
Plan 11 : Plan d'aménagement – Incinérateur.....	85
Plan 12 : Aménagement 3D de l'agrandissement de l'incinérateur	86

Lexique

Azote ammoniacal (NH₄⁺ ou NH₃)

Paramètre physico-chimique exprimant la concentration d'un échantillon en azote ammoniacal sous sa forme aqueuse (NH₄⁺) ou sur sa forme gazeuse (NH₃).

Biogaz

Gaz produit par la fermentation de matières organiques en absence d'oxygène. Le biogaz brut désigne l'effluent gazeux à la sortie du biométhaniseur. Le biogaz primaire est le biogaz ayant subi l'étape d'épuration primaire.

Biométhane

Gaz obtenu à la suite de l'épuration secondaire du biogaz et pouvant être injecté dans un réseau gazier ou utilisé en remplacement du carburant.

Biométhanisation

Procédé de traitement des matières organiques par fermentation en absence d'oxygène. Le processus de dégradation biologique s'effectue dans un ou des biométhaniseurs anaérobies. Il en résulte un digestat, sous la forme d'une fraction plus ou moins liquide, ainsi que du biogaz (*digestion anaérobie, fermentation*).

Bio pulpe

Mélange des ROTS conditionnés et des boues déshydratées à être alimentés aux biométhaniseurs. (*Intrant du biométhaniseur, substrat*).

Boue épaisse

Boue en provenance des stations de traitement des eaux usées (STEU) de l'est et de l'ouest de la Ville de Québec. La boue provient des épaisseurs de la STEU de l'Est. La boue déshydratée désigne la fraction solide après l'étape de déshydratation primaire de la boue épaisse (*biosolides municipaux*).

Chaudière

Équipement de combustion permettant la production d'eau chaude ou de vapeur à partir de biogaz ou d'un autre combustible (*Bouilloire*).

Chaufferie

Lieu dans lequel est installé le système de distribution de chaleur (échangeur de chaleur) pour l'ensemble du procédé ou encore un lieu où est installé une ou des chaudières au biogaz ou tout autre combustible et incluant les équipements auxiliaires nécessaires à son fonctionnement, mais excluant les équipements de pompage du biogaz (*Salle de chauffage*).

Conditionnement des matières

Procédé qui consiste à préparer les ROTS et les boues de la STEU avant de les introduire aux biométhaniseurs. Ce procédé peut inclure des équipements et sous-procédés tels : hydropulpeurs, hydrocyclones, tamis, déshydratation, procédés d'hygiénisation et d'hydrolyse thermique, etc.

Contaminant

Matière non biodégradable présente dans les ROTS et qui ne contribue pas à son potentiel méthanogène.

Corps étranger

Toute matière de dimension supérieure à 2 mm qui résulte de l'intervention humaine, de nature organique ou inorganique, comme le métal, le verre, les polymères synthétiques (entre autres le plastique et le caoutchouc), et qui peut se retrouver dans les composts à l'exception du sol minéral, des matières ligneuses et des morceaux de roches (CAN/BNQ 0413-200).

Corps étranger tranchant

Tout corps étranger d'une dimension supérieure à 3 mm pouvant causer des blessures aux êtres humains ainsi qu'aux animaux pendant ou après une utilisation du compost (CAN/BNQ 0413-200).

Déshydratation

Équipement de séparation mécanique solide-liquide produisant deux effluents, une phase liquide (filtrat) et une phase solide (dite déshydratée). La déshydratation primaire désigne l'équipement de séparation de boue épaissie en provenance de la STEU, faisant partie de l'étape de conditionnement des matières. La déshydratation secondaire désigne l'étape de séparation solide-liquide du digestat brut.

Digestat

Résidu brut liquide, pâteux ou solide, issu de la biométhanisation de matières organiques. Le digestat brut désigne l'effluent à la sortie des biométhaniseurs. Le digestat déshydraté désigne la fraction solide à la sortie de l'étape de déshydratation secondaire (séparation solide-liquide du digestat brut). Le digestat séché désigne le digestat ayant subi les étapes de déshydratation et de séchage. (*matière résiduelle fertilisante - MRF*)

Biométhaniseur

Équipement à l'intérieur duquel a lieu le processus de fermentation (*bioréacteur, fermenteur, biométhaniseur*).

Eau de procédé

Eau utilisée pour le conditionnement des ROTS bruts. Cette eau peut être un mélange d'eau traitée et d'eau de service recyclée dans des proportions variables.

Eau de service recyclée (ES)

Effluent d'eau de la STEU possédant un niveau de propreté élevé, sans être potable.

Eau de service potable (EX)

Eau utilisée, entre autres, pour la préparation des solutions de polymères pour la déshydratation primaires.

Eau traitée

Filtrat secondaire ayant subi un traitement physico-chimique réduisant sa teneur en azote ammoniacale.

Engrais

Produit organique ou minéral incorporé à la terre pour maintenir ou accroître la fertilité (*fertilisant*).

Épuration du biogaz

Procédé réduisant la concentration en contaminants dans le biogaz, notamment l'eau, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène, l'ammoniaque, etc. L'épuration primaire désigne le procédé réduisant la concentration en sulfure d'hydrogène et en eau dans le biogaz. L'épuration secondaire désigne le procédé réduisant la concentration en dioxyde de carbone dans le biogaz et dont l'effluent est le biométhane (*conditionnement, traitement, purification*).

Filtrat

Fraction liquide issue de l'étape de déshydratation. Le filtrat primaire désigne la fraction liquide issue de l'étape de déshydratation de la boue épaissie en provenance de la STEU. Le filtrat secondaire désigne la fraction liquide issue de la séparation mécanique solide-liquide du digestat brut (*le filtrat secondaire est l'équivalent de l'« eau de procédé » dans les lignes directrices du MDDEFP*).

Guide des MRF

Guide de recyclage des matières résiduelles fertilisantes 2012 du MDDELCC.

Hydrolyse

Étape au cours de laquelle les macromolécules (protéines, lipides, carbohydrates) sont hydrolysées en monomères.

Hygiénisation

Étape de conditionnement des intrants des biométhaniseurs qui consiste à les chauffer pendant un temps donné, pour diminuer leur contenu en pathogènes (*pasteurisation*).

Matières résiduelles fertilisantes (MRF)

Matières résiduelles organiques utilisées comme engrais dans des applications agricoles, horticoles, sylvicoles ou pour la réhabilitation de sites dégradés.

Matières sèches (MS)

La matière sèche (MS) est ce que l'on obtient lorsque l'on retire l'eau d'un produit.

Nutriments

Composés chimiques organiques ou non organiques, indispensables à la croissance des plantes.

Potentiel méthanogène (methane potential)

Quantité de méthane susceptible d'être produite par les matières organiques lors de leur dégradation.

Procédé d'hydrolyse thermique – PHT

Sous-procédé faisant partie du procédé de conditionnement des matières. Préparation finale de la bio pulpe où l'on soumet cette dernière à une pression et une température élevée par l'usage de vapeur, assurant une désintégration des structures cellulaires et favorisant ainsi le processus de digestion anaérobie.

Recyclage

Terme utilisé pour décrire l'utilisation de matières organiques dans des applications agricoles, horticoles, sylvicoles ou pour la réhabilitation de sites dégradés.

Rejet léger

Résidus issus du procédé de conditionnement des ROTS et généralement constitués de matières non organiques, de densité plus faible que l'eau. Ces résidus sont principalement constitués de matières plastiques.

Rejet lourd grossier

Résidus issus du procédé de conditionnement des ROTS et généralement constitués de matières non organiques, de densité plus élevée que l'eau. Ces résidus sont principalement constitués de verre, de métaux, de sable et de gravier.

Rejet lourd fin

Résidus généralement non organiques et principalement composés de sable et de gravier. Ce résidu est retiré à plusieurs étapes du procédé, par exemple à l'étape de conditionnement, au procédé d'hydrolyse thermique, au biométhaniseur, etc.

Repreneur

Personne physique ou morale qui prend en charge la valorisation agronomique des matières organiques.

Résidus agroalimentaires

Résidus provenant des usines de transformation alimentaire (*ICI*).

Résidus organiques triés à la source–ROTS

Matières organiques végétales et animales provenant principalement de la préparation, de la consommation et de la distribution d'aliments et de boissons dont le tri est fait sur le lieu où ces matières résiduelles sont produites. La matière telle que reçue au CBAQ constitue les ROTS bruts. Les ROTS conditionnés ont subi l'étape de conditionnement des matières et sont accumulés dans le réservoir de ROTS conditionnés (*matière organique triée à la source, matière organique, matière putrescible, résidus alimentaires*).

Solides totaux – %ST

Paramètre physico-chimique exprimant le taux de solide dans un échantillon liquide.

Solides volatils – %SV

Paramètre physico-chimique exprimant le taux de solides volatils dans un échantillon liquide.

Traitement d'air vicié

Procédé de traitement de l'air vicié de l'ensemble du centre de biométhanisation.

Tri à la source en sac

Séparation des résidus selon le type de matière à l'endroit où ils sont produits et pour laquelle des sacs sont utilisés pour la collecte. Note : Dans le cadre des lignes directrices du MDDEFP, les sacs en papier qui ne contiennent aucune pellicule ou seulement une pellicule cellulosique ne sont pas inclus dans cette définition, mais plutôt dans le tri à la source en vrac. Toujours selon les lignes directrices, ils sont moins susceptibles d'engendrer des conditions anaérobies.

Tri à la source en vrac

Séparation des résidus selon le type de matière, à l'endroit où ils sont produits et pour laquelle un bac (en vrac) est utilisé pour la collecte.

Unités d'odeurs – u.o./m³

Nombre de dilutions (avec de l'air inodore) nécessaire pour obtenir un mélange dont l'odeur est perçue par 50 % d'un jury.

Valorisation

Utilisation d'un produit dans une application à valeur ajoutée.

Liste des acronymes

Acronyme	Description
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CBAQ	Centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec
CMQ	Communauté métropolitaine de Québec
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
CRIQ	Centre de recherche industriel du Québec
CVCA	Chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air
DCO	Demande chimique en oxygène

Acronyme	Description
FAB	Filtre à bande
FRP	Fiber re-inforced plastic (matière plastique renforcée de fibres)
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques et monocycliques
ICI	Industriel, commercial et institutionnel
IRDA	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
LET	Lieu d'enfouissement technique
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	Ministère Développement durable, Environnement, Faune et Parc
MDDEP	Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs
MDDELCC	Ministère Développement durable, Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MMBTU	Million BTU (British thermal units)
MRF	Matières résiduelles fertilisantes
MS	Matière sèche
Nm ³	Normal mètre cube (conditions atmosphériques normales : 15°C, 101,3 kPa telles qu'utilisées par la norme BNQ sur le biométhane)
PACC	Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
PGMR	Plan de gestion des matières résiduelles
PHT	Procédé d'hydrolyse thermique
PQGMR	Politique québécoise de gestion des matières résiduelles
PTMOBC	Programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage

Acronyme	Description
RA	Résidus alimentaires
ROTS (SSO)	Résidus organiques triés à la source
SPEDE	Système de plafonnement et d'échange des droits d'émission
STB	Station de traitement des boues
STEU	Station de traitement des eaux usées
SV	Solides volatils
ST	Solides totaux
TKN	Azote total Kjeldahl
t	tonne humide
t/an	Tonnes humides par année
tms	Tonne de matière sèche
TCO2eq	Tonne de CO2 équivalent
TRH	Temps de rétention hydraulique
U.O.	Unité odeur ou unité d'occupation (porte desservie)

1 Introduction

1.1 Contexte

Dans le cadre de son plan de gestion des matières résiduelles, la Ville de Québec désire mettre en place un centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec (CBAQ). Ce centre compte recevoir et traiter, dès 2018, les résidus organiques triés à la source (ROTS) ainsi que les boues municipales de la Ville jusqu'à une capacité totale de 182 600 tonnes par an de matières organiques en 2038. Ce centre de biométhanisation figurera parmi les plus importants en Amérique du Nord.

Cette initiative est en concordance avec la politique québécoise de gestion des matières résiduelles (PQGMR) visant à créer une société sans gaspillage dans laquelle la seule matière résiduelle éliminée au Québec serait le résidu ultime. Dans son plan d'action 2011-2015, le gouvernement québécois prévoit interdire, d'ici 2020, l'élimination des matières organiques putrescibles.

Afin d'atteindre les objectifs de la PQGMR, le ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a mis sur pied le programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage (PTMOBC). Le PTMOBC alloue une aide financière aux demandeurs municipaux et privés pour la mise en place d'installations de traitement des matières organiques et de recyclage des biogaz, une énergie renouvelable verte, afin de remplacer les combustibles fossiles. (1). Les objectifs du PTMOBC sont :

- Bannissement de la quantité des matières organiques destinées à l'élimination afin d'atteindre les objectifs de la PQGMR;
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) afin de contribuer aux objectifs québécois en matière de lutte contre les changements climatiques.

Les matières organiques acceptées dans le cadre d'un projet de biométhanisation du PTMOBC sont :

- Matières organiques résiduelles d'origine domestique, du secteur industriel, commercial et institutionnel (ICI) et les résidus verts traitables dans un biométhaniseur anaérobie;
- Boues d'origine municipale et industrielle et boues de fosses septiques;
- Matières organiques d'origine agricole (fumiers et lisiers) jusqu'à un maximum d'environ 10 % du volume total des matières organiques traitées.

1.2 Description du projet de biométhanisation CBAQ

Le projet consiste à concevoir, construire et opérer le centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec (CBAQ) selon une approche de digestion anaérobie en phase liquide. Le CBAQ sera en mesure de recevoir annuellement :

a) Jusqu'à 86 600 tonnes humides de résidus alimentaires triés à la source d'origine résidentielle ou ICI provenant d'une collecte hebdomadaire séparée (3e voie) comprenant un maximum de 25 % de contaminants.

b) 600 000 tonnes de boues municipales à siccité type de 4 % (équivalent à 96 000 tonnes de boues à siccité de 25 %) pouvant être acheminées par pompage en provenance des stations de traitement des eaux usées de la Ville.

c) Toute autre matière organique issue de collectes ciblées (ICI) acheminées au CBAQ au choix de la Ville et dans la mesure où cette matière est admissible dans les procédés (incluse dans le 86 600 tonnes).

1.3 Objectifs du projet

La Ville de Québec, tout en demeurant à l'intérieur de son cadre budgétaire, vise à rencontrer tous les objectifs du PTMOBC qui sont les suivants :

Bannissement de l'élimination des matières organiques

Le projet du CBAQ, dans une perspective de développement durable, contribue à l'atteinte des objectifs de la politique québécoise de gestion des matières organiques (PQGMR) et de son plan d'action 2011-2015 afin de bannir les matières organiques putrescibles des matières résiduelles éliminées, et ce, d'ici 2020. (2)

Réduction des GES

La réduction des gaz à effet de serre (GES) par la valorisation du biogaz produit par le centre de biométhanisation et l'évitement des émissions de GES causés par l'élimination des matières organiques. La réduction des GES est une exigence du programme de traitement des matières organiques par biométhanisation ou compostage (PTMOBC) et s'affiche également dans le cadre du plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques afin de répondre à la Priorité 23 – Soutenir les réductions d'émissions de GES associées à la gestion des matières résiduelles. (3)

Recyclage des matières traitées

Le digestat produit par le traitement des matières organiques par biométhanisation sera déshydraté et peut être également séché en granules pour son recyclage en milieu agricole, horticole, sylvicole ou pour la réhabilitation de sites dégradés.

Pour la réalisation du projet de traitement des matières organiques, la Ville de Québec s'est fixé un budget global d'immobilisation de 98,5 M\$, incluant les aides gouvernementales, pour la conception, la construction et la mise en service du CBAQ. De plus, le projet doit aussi être opéré à un coût annuel respectant le cadre budgétaire actuel de la division de la gestion des matières résiduelles de la Ville.

2 Historique

2.1 Études antérieures

Depuis 2004, la CMQ Rive-Nord explore activement les possibilités de gestion de ses matières putrescibles. Le tout afin de se conformer à son plan de gestion des matières résiduelles (PGMR) et à progressivement mettre en place des mesures de récupération des matières organiques du secteur municipal et du secteur ICI sur son territoire. La CMQ Rive-Nord a tout d'abord exploré le volet compost élaboré dans les rapports de la Société de Partenariat et de Coopérative inc. 2004 et de SOLINOV 2004. (4) (5) La logistique de collecte des matières putrescibles et l'évaluation des équipements pour le compostage et la biométhanisation ont également été évaluées dans une étude de SOLINOV en 2006. (6)

Un projet pilote de collecte des résidus alimentaires du secteur résidentiel a été mis en place de 2007 à 2012. Environ 3 800 participants des arrondissements de Beauport, de La Cité-Limoilou, des Rivières et de Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge y ont adhéré. L'évaluation des performances de ce projet a été présentée dans une étude de SOLINOV en mars 2009. (7)

En 2009, la Ville de Québec s'investit dans le projet de gestion des matières putrescibles par une étude de mise à jour budgétaire des technologies de compostage et de biométhanisation à travers un mandat effectué par SOLINOV en mars 2009 (8). Une mission technique européenne sur les équipements de traitement des matières organiques est réalisée en juillet 2009 et présentée dans un rapport de SOLINOV en septembre 2009. (9) Enfin, la Ville de Québec commande une étude d'analyse du potentiel énergétique et d'impact sur les GES de la biométhanisation des matières organiques dans un rapport de ROCHE qui est produit à cet effet en décembre 2009. (10)

2.1.1 Études SNC-Lavalin

En 2011, SNC-Lavalin (11) est mise à contribution au projet du CBAQ et produit un rapport en 2012 ayant pour titre *Étape de synthèse sur les paramètres clés de la conception et sélection des technologies*. Ce rapport présente les résultats d'analyses de scénarios pour l'implantation de deux centres de recyclage des matières organiques, soit un centre de biométhanisation pour les boues et ROTS et un centre de compostage traitant les résidus verts et les digestats. Le scénario de biométhanisation retenu prévoit la biométhanisation de 65 000 tonnes de ROTS (exempt des rejets) et 24 000 tonnes sèches de boues des stations de traitement des eaux usées. (11)

2.1.2 Application au PTMOBC

L'équipe de gestion des matières résiduelles (GMR) de la Ville de Québec a élaboré un nouveau dossier qui a été déposé au MDDELCC dans le cadre de la phase 2 du PTMOBC afin d'obtenir les subventions nécessaires au développement du CBAQ. Le projet de Québec fut officiellement accepté, et les aides financières fédérales et provinciales furent confirmées à la fin de 2013.

2.2 Bureau de projet CBAQ

Le bureau de projet du centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec est fondé à l'automne 2013 avec le mandat de livrer un CBAQ fonctionnel pour 2018. Selon la méthode de réalisation en gérance, le bureau de projet a la responsabilité de l'approvisionnement et de la gestion des biens et services nécessaires pour mener à terme ce projet.

2.3 Matières à traiter

Le CBAQ compte traiter deux types de matières organiques:

- Les boues municipales des stations de traitement des eaux usées Est et Ouest;
- Les résidus organiques triés à la source (ROTS).

Boues

Les boues qui seront acheminées au CBAQ proviennent des stations de traitement des eaux usées (STEU) Est et Ouest de la ville de Québec. Actuellement, les boues de la STEU sont pompées à la station de traitement des boues (STB) située à l'incinérateur pour être d'abord déshydratées et séchées, pour être incinérées par la suite. Une fois les boues incinérées, les cendres résiduelles sont expédiées au lieu d'enfouissement technique (LET) de Saint-Joachim.

L'apport annuel des boues de la STEU au projet de la CBAQ est évalué à 600 000 tonnes avec une siccité type de 4 % (équivalent à 96 000 t/an de boues à une siccité de 25 %). Ces boues seront acheminées au CBAQ par pompage. Elles sont produites à une teneur entre 5 et 7 % de solides totaux (ST) dans les épaisseurs de la STEU et sont présentement diluées entre 4 et 5 % ST pour être pompées vers la STB. Ce rapport fait référence aux boues à 7 % ST lorsqu'elles sont épaissies non-diluées et 4 % ST lorsqu'elles sont diluées.

Résidus organiques triés à la source (ROTS)

Les ROTS produits sur le territoire de l'agglomération de Québec sont répartis par secteur, soit résidentiel et institutionnel, commercial et industriel (ICI).

Les matières organiques ne sont présentement pas triées à la source et sont collectées avec les autres matières résiduelles. Elles sont acheminées à l'incinérateur de Québec pour élimination et les cendres résiduelles sont par la suite expédiées au lieu d'enfouissement technique (LET) de Saint-Joachim.

Pour ce qui est des ROTS des ICI, la Ville maintient un programme de collecte et recyclage d'une partie de ces matières organiques auprès d'environ 250 établissements et ces ROTS sont acheminés au centre de compostage Les Composts du Québec, situé à St-Henri-de-Lévis.

Pour son projet, le CBAQ prévoit recevoir 86 600 tonnes de ROTS à l'horizon 2038. Un maximum de 25 % de contaminants est inclus dans ce tonnage.

2.3.1 Analyses des intrants

Diverses études et essais en laboratoire ont été effectués afin d'évaluer le potentiel méthanogène des matières organiques qui seront traitées par le CBAQ.

2.3.1.1 CRIQ

Le Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ) a réalisé deux études de caractérisation pour la Ville de Québec. La première étude du CRIQ, datant de février 2012, présente les résultats de la caractérisation physico-chimique ainsi que du potentiel méthanogène des résidus organiques provenant des secteurs ICI et résidentiels échantillonnés au site de compostage de Les composts du Québec inc. (12)

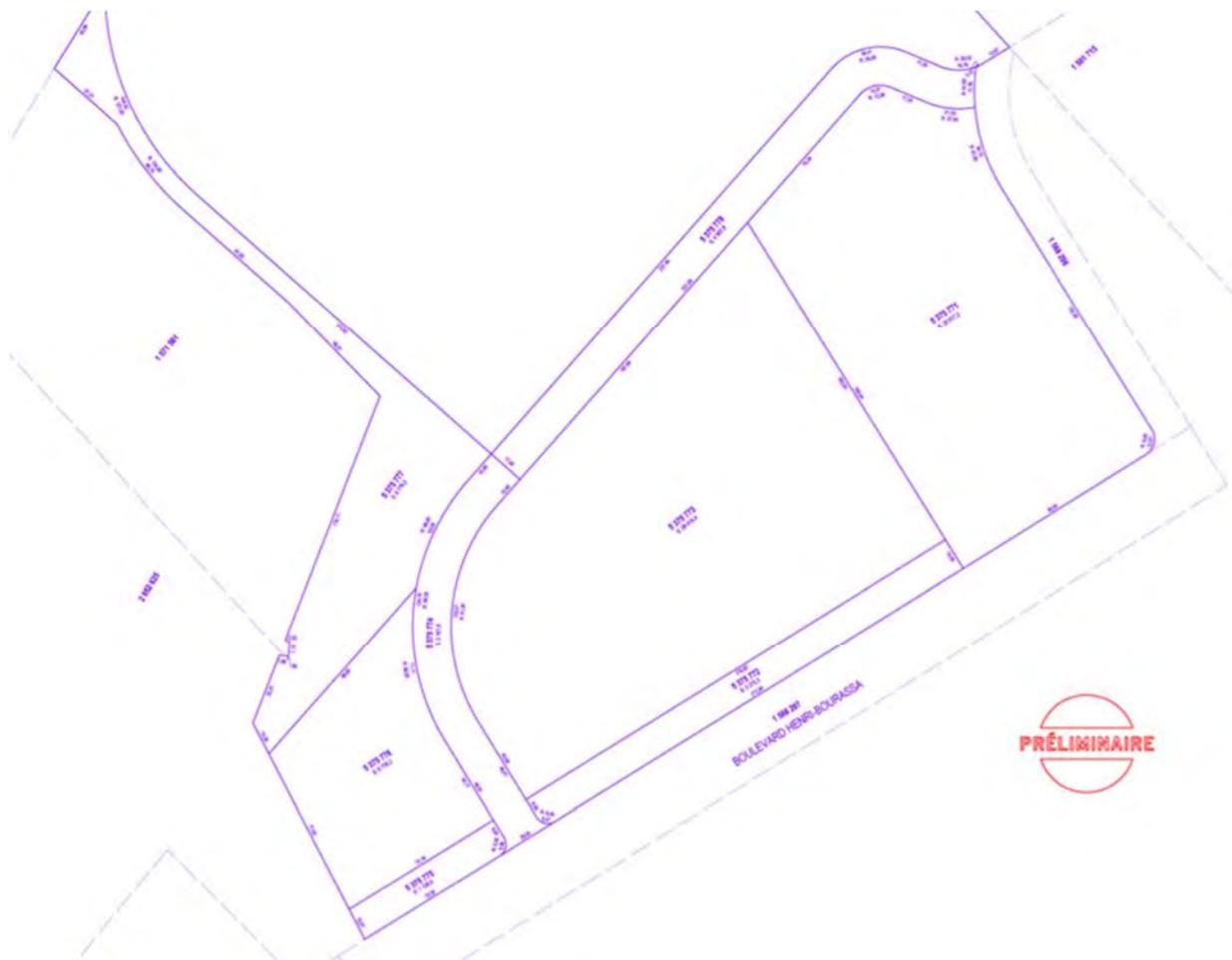
La deuxième étude du CRIQ, datant d'avril 2012, présente les résultats de quatre campagnes de caractérisation visant à déterminer la composition et la qualité des matières résiduelles incluant la portion organique générée par le secteur ICI qui est acheminée à l'incinérateur de Québec. Les boues municipales ont aussi été échantillonnées et caractérisées.

2.3.1.2 CNRC

En 2013, la Ville de Québec a mandaté le Conseil national de recherches du Canada (CNRC) pour effectuer des essais afin de quantifier le potentiel méthanogène des boues de la station d'épuration avec et sans prétraitement à la chaleur, du mélange boues-résidus organiques avec et sans prétraitement ainsi que des résidus organiques seuls. Les résultats des analyses sont publiés dans le rapport CNRC 2013 présenté en référence. (13)

2.3.2 Conditions du site

Le CBAQ sera situé sur un terrain vacant au sud-ouest de la station de traitement des eaux usées à la baie de Beauport.



Plan 1: Plan de lotissement

2.3.2.1 Description du terrain

Le CBAQ est situé sur le lot 5 375 773 du Cadastre du Québec, circonscription foncière de Québec. Il est à proximité de la baie de Beauport et occupe une superficie de 28 415 mètres carrés.



Figure 1 : Localisation du site du CBAQ (Source Ville de Québec)

Le terrain vacant est relativement plat et recouvert d'herbages et de quelques arbres. On y trouve à proximité :

- Nord : la station de traitement des eaux usées (STEU) de Québec suivie de voies ferrées, puis de l'autoroute Dufferin-Montmorency;
- Est : une propriété appartenant au port de Québec suivie de la baie de Beauport;
- Sud : une bande de 15 mètres appartenant au Port de Québec et de l'autre côté le boulevard Henri-Bourassa suivi de voies ferrées puis d'une zone industrielle;
- Ouest : le dépôt de neiges usées de la Ville suivi de voies ferrées, puis de l'autoroute Dufferin-Montmorency.



Figure 2 : Site du CBAQ : information sur les vents dominants (Source Ville de Québec)

Le choix du site est motivé par les divers éléments ci-après mentionnés. Il est dans une zone industrielle et à proximité de la station de traitement des eaux usées. De plus, les vents dominants de l'ouest soufflent vers la zone industrielle et la baie de Beauport. Enfin, la zone résidentielle la plus proche est située à l'ouest, soit à 850 mètres du site du CBAQ.

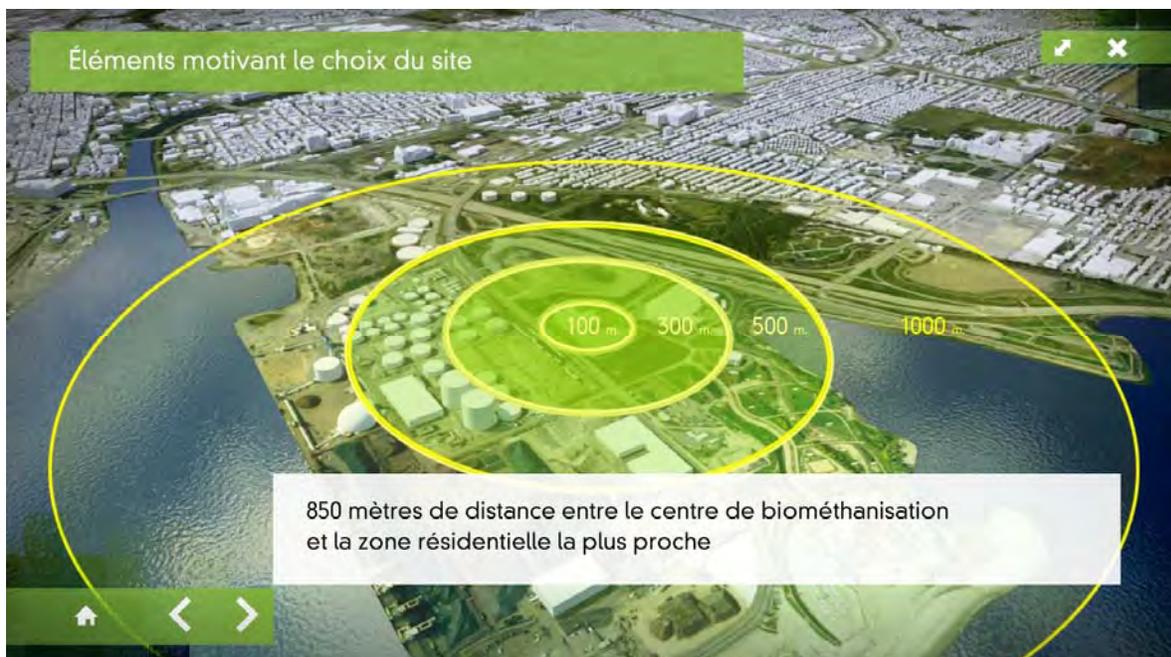


Figure 3 : Localisation du site du CBAQ par rapport à la zone résidentielle (Source Ville de Québec)

2.3.2.2 Caractérisation des sols et de l'eau souterraine

La Ville de Québec a procédé à une caractérisation des sols et de l'eau souterraine du site. Ceci afin d'en analyser la qualité des sols et de l'eau et d'évaluer les volumes de sols devant être réhabilités pour être conformes aux Politiques de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDELCC. Un rapport d'Inspec-Sol de 2012 indique que des travaux de réhabilitation des sols sont nécessaires, toutefois la contamination se trouve uniquement dans une portion des matériaux de remblais localisée dans une couche sous-jacente au couvert végétal. (14)

Une étude de présence de biogaz sur le site a aussi été conduite par la firme Inspec-Sol en 2013. Le rapport précise qu'il y a présence de biogaz en faible quantité et que des précautions doivent être prises lors de la construction. (15)

2.3.2.3 Études géotechniques

Dans un rapport commandé par la Ville de Québec à la firme EXP en 2012, il est indiqué que, de façon générale, le site à l'étude se caractérise par la présence d'un important remblai hétérogène d'une épaisseur variant de 1,6 à 7,6 mètres. Sous celui-ci se trouvent des dépôts à prédominance de sable, de silt et de gravier. (16)

Le rapport complété en 2014 avec les résultats du sondage de 2012 indique que le sol naturel pour la zone des bâtiments de traitement et la partie sud des biométhaniseurs, tel que positionné dans le cadre de la présente étude, est adéquat pour la mise en place de fondations conventionnelles, et ce, après l'enlèvement des matériaux de remblai et le remplacement par un remblai structural adéquat. Le niveau de la nappe phréatique est également adéquat. Pour ce qui est des autres secteurs, la quantité importante de remblai inadéquat amène EXP à recommander le remplacement du remblai par un remblai structural ou d'opter pour des fondations sur pieux.

Enfin, le rapport indique la présence d'un horizon potentiellement liquéfiable à faible profondeur, sur une faible épaisseur (2 mètres environ). Ce problème pourrait toutefois être résolu par des opérations de compactage dynamique ou l'aménagement de fondations sur pieux.

2.4 Objectifs de la présente étude

Pour faire suite aux diverses études déjà entreprises pour l'implantation du CBAQ, les services du consortium Roche-Electrigaz ont été retenus par la Ville de Québec à la suite de l'appel d'offres VQ-46285 afin d'effectuer les études préparatoires nécessaires à l'ingénierie et à la construction du centre de biométhanisation.

Étude des besoins

L'étape de l'étude des besoins est cruciale pour définir les critères qui seront retenus lors de la conception.

Les activités prévues comprennent certains aspects techniques comme la validation des ressources, le diagramme d'écoulement préliminaire ainsi que des considérations commerciales comme le mode de réalisation et le cadre réglementaire.

Bases de conception, bilans et sélection des technologies et estimation des coûts

Les bases de conception identifient les technologies applicables et les exigences fonctionnelles et opérationnelles du CBAQ. Un plan de réalisation et un plan d'approvisionnement ont été élaborés à un niveau préliminaire et devront être précisés dans le cadre du mandat du professionnel maître.

Les études incluent les bilans massiques, énergétiques, hydriques et gazeux ainsi que le dimensionnement préliminaire et le plan d'implantation préliminaire. L'équipe a porté une attention particulière à l'établissement d'une stratégie d'approvisionnement pour chaque technologie principale du projet. L'estimation est basée sur un pré dimensionnement et elle a une précision de $\pm 20\%$.

3 Analyse

3.1 Scénario de référence

À la suite de l'étude de SNCL (17), la Ville de Québec a présenté au MDDELCC un projet de biométhanisation pour traiter les ROTS récupérés par l'agglomération de Québec ainsi que 100 % des boues générées par les deux STEU.

3.1.1.1 Intrants

Le CBAQ sera en mesure de recevoir annuellement :

- ROTS : 65 000 tonnes par année, équivalent à 86 600 tonnes de résidus alimentaires provenant d'une collecte hebdomadaire séparée (3e voie) comprenant 25 % de contaminants;
- Boues: 96 000 tonnes de boues à siccité de 25 % équivalent à 600 000 tonnes de boues municipales à siccité type de 4 % pouvant être acheminées par pompage en provenance des stations de traitement des eaux usées de la Ville;
- Toute autre matière organique issue de collectes ciblées des (ICI) acheminées au CBAQ au choix de la Ville et dans la mesure où cette matière est admissible dans les procédés (incluse dans le 86 600 tonnes).

3.1.1.2 Procédé

La Ville de Québec préconise une technologie de digestion anaérobie en phase liquide pour traiter les boues humides et les ROTS conditionnés dans 30 000 m³ de biométhaniseur.

3.1.1.3 Recyclage des extrants

Le scénario de référence prévoit utiliser tout le biogaz généré pour sécher le digestat déshydraté afin de produire environ 19 000 t de boues séchées et granulées. De plus, il est prévu de canaliser les excédents thermiques du séchoir vers la STEU de l'Est et un client thermique potentiel.

3.1.1.4 Réduction des GES

Il a été estimé par le consultant SNCL que le scénario de référence, tel que présenté au PTMOBC, engendrera des réductions d'émissions d'environ 7206 t CO₂eq par année à la première année d'exploitation en 2018.

3.1.1.5 Budget

Il a été estimé par le consultant SNCL que les coûts d'immobilisation du scénario de référence d'un centre de biométhanisation, utilisant les séchoirs existants de la STB, et d'un centre de compostage seraient d'environ 98,5 M\$ (±35 %) avec les charges d'immobilisation, hors aide financière et d'exploitation pour l'épuration du biogaz assumées par Gaz Métro.

À la suite du dépôt du rapport de SNCL, la Ville a retravaillé le dossier et a évalué de nouveau le projet du CBAQ à 98,5 M\$ ($\pm 35\%$) sans le centre de compostage, mais avec l'investissement dans une unité d'épuration du biogaz. Ce budget a été présenté dans le cadre de la demande déposée au PTMOBC.

3.2 Critères de conception

L'analyse des besoins et les études préparatoires ont été effectuées à la lumière du scénario de référence avancé par SNCL et de différentes hypothèses de conception proposées par la Ville tout au long du mandat. De plus, la Ville a demandé que les standards de la Division du traitement des eaux du Service des Travaux publics de la Ville soient considérés dans l'élaboration de cette étude.

Les critères de conception suivants ont été utilisés comme base pour formuler et valider différents concepts à partir desquels une stratégie de conception a été distillée et utilisée pour l'élaboration.

3.2.1 Matières organiques à traiter

Le CBAQ devra pouvoir traiter au minimum 182 600 t/an de matières organiques en 2038.

3.2.1.1 Résidus organiques triés à la source (ROTS)

Le CBAQ devra être en mesure de recevoir et traiter 86 600 t/an de ROTS provenant d'une collecte hebdomadaire résidentielle et ICI séparée, 3e voie ou autre, avec 25 % de contaminants. Les ROTS en provenance des ICI pourront également faire partie de ce tonnage, et ce, à la discrétion de la Ville.

3.2.1.2 Boues de la station d'épuration des eaux usées (STEU)

L'apport annuel des boues des deux STEU au projet du CBAQ est évalué à 600 000 tonnes avec une siccité type de 4 %. Ces boues seront acheminées en phase liquide au CBAQ par pompage.

3.2.2 Paramètres techniques

3.2.2.1 Type de camions et achalandage

L'analyse du mode de collecte ne fait pas partie de cette étude. Elle est présentement prise en charge par l'équipe des Travaux publics de la Ville de Québec et est toujours en cours.

Aux fins de la présente étude et en l'absence d'une décision finale de la Ville concernant le mode de collecte, l'hypothèse avec les considérations les plus contraignantes a été identifiée et une hypothèse de travail a été convenue. Il a été établi que les ROTS arriveront soit par camions compacteurs de 8 à 10 tonnes ou par camions-remorques de transbordement de 30 tonnes (longueur maximale de 13,7m). Les ROTS arriveront en vrac ou en sac de plastique individuel.

À la pointe de réception de mai 2038, un achalandage maximal de 57 camions de huit (8) tonnes par jour est évalué.

3.2.2.2 Circulation, pesée et hall de réception

Le plan d'aménagement du CBAQ vise à éviter que les camions ne reculent ou ne se croisent sur le site ou dans la rue d'accès. Il doit également éviter le croisement des autos et camions entre les zones

industrielles et administratives. Le hall de réception est pourvu d'au minimum deux portes et est conçu pour minimiser les lignes d'attente des camions à l'extérieur.

De plus, pour des raisons d'efficacité, de main-d'oeuvre et de salubrité, l'aménagement du CBAQ doit faire en sorte d'éviter la décharge et la reprise au sol des ROTS sur le sol du hall de réception. Le hall de réception est suffisamment ventilé pour assurer une d'hygiène industrielle adéquate pour les opérateurs.

Si possible, le nombre de postes de pesée doit être limité à un seul.

3.2.2.3 Capacité d'entreposage des ROTS

Le CBAQ doit avoir une infrastructure tampon minimale acceptant le stockage de trois (3) jours de réception des ROTS, permettant ainsi la réception sur 4 à 5 jours, l'opération du conditionnement 7 jours sur 7 et une alimentation constante aux biométhaniseurs.

3.2.2.4 Technologie de conditionnement

Le CBAQ doit posséder la technologie de conditionnement des ROTS la plus versatile, efficace et éprouvée pour assurer la qualité du digestat final et minimiser les impacts opérationnels sur les biométhaniseurs.

3.2.2.5 Critères de qualité du digestat

Le CBAQ doit être doté d'un procédé qui génèrera un digestat qui atteint les critères de qualité (O1, E1, P1, C1) du guide de recyclage des matières organiques fertilisantes (MDDEFP 2012).

3.2.2.6 Capacité d'entreposage des digestats

Le CBAQ doit être muni d'un tampon permettant l'entreposage du digestat déshydraté ou séché sur 3 jours advenant un problème relié au transport, à la réception du digestat par le repreneur ou pour assurer une plus grande flexibilité dans la négociation de ses contrats de recyclage.

3.2.2.7 Utilisation de l'incinérateur

La Ville a demandé d'analyser l'option d'utiliser l'espace vacant, les infrastructures et l'énergie de l'incinérateur.

3.2.2.8 Mode opératoire

La réception du CBAQ doivent être opérés 16 heures par jour, 5 jours par semaine, du lundi au vendredi.

3.2.3 Cadres réglementaires et normatifs et guides techniques

La conception, la construction et l'opération du CBAQ doivent se faire en respect avec les divers niveaux de réglementations.

3.2.3.1 Lignes directrices pour les projets de biométhanisation et de compostage

En mai 2011, le MDDELCC a publié un document intitulé « Lignes directrices pour l'encadrement des activités de biométhanisation » (18). Cet ouvrage est un guide permettant la préparation du certificat d'autorisation pour l'établissement et l'exploitation d'un lieu de biométhanisation (18). Les exigences

énumérées dans les lignes directrices pour le cas d'un lieu de biométhanisation autre qu'en milieu agricole sont les suivants :

- Respecter la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) et obtenir un certificat d'autorisation du MDDELCC pour les activités susceptibles de contaminer l'environnement, ainsi que toute activité concernant le stockage, le traitement ou l'élimination de matières résiduelles;
- Autorisation requise de la part de la Direction générale de l'analyse et de l'expertise régionale (DGAER) en raison de la possibilité d'émission d'odeurs par une installation de biométhanisation;
- Autorisation pour toutes les utilisations de digestats (solide ou liquide), comme matières fertilisantes, sauf exception conformément à la Loi sur les engrais (19);
- Les informations relatives aux utilisateurs potentiels et à la qualité du biogaz livré feront partie intégrante du certificat d'autorisation de l'installation de biométhanisation;
- La demande de certificat doit être conforme aux exigences des articles 7 et 8 du Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement (RRALQE);
- Le lieu de biométhanisation doit se situer à l'extérieur des aires de protection bactériologique et virologique délimitées pour des ouvrages de captage;
- Il est interdit d'établir un lieu de biométhanisation sur un terrain en dessous duquel se trouve une nappe libre ayant un potentiel aquifère élevé;
- Un lieu de biométhanisation doit respecter les distances minimales d'un milieu humide;
- Il est interdit d'établir un lieu de biométhanisation dans la zone d'inondation d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau;
- Une distance séparatrice des zones résidentielles ou commerciales, des habitations et des lieux publics doit être respectée à l'exception des stations de traitement d'eaux existantes;
- Le lieu doit comporter des structures étanches pour les intrants, le digestat, le biogaz et le transport des matières;
- Exigence au niveau du brûlage de biogaz en fonction des équipements utilisés pour rencontrer les normes d'émissions atmosphériques;
- Une étude de dispersion atmosphérique du rejet dans l'environnement des matières résiduelles du système d'épuration du biogaz doit être faite;

- Un système de détection de fuite (alarme, détecteur de gaz, etc.) de méthane et d'autres composés gazeux, s'il y a lieu, doit être installé. Aucun biogaz ne doit être évacué dans l'atmosphère sans être brûlé;
- Règles définies pour l'utilisation d'une torchère;
- En cas de défaillance de l'équipement principal servant au maintien de la température dans les biométhaniseurs, des mesures de contingence doivent être prévues;
- Aucune vidange du contenu du biométhaniseur dans l'environnement n'est permise, impliquant la possibilité d'implanter un bassin d'urgence;
- Exigences quant au bâtiment de réception des intrants (bâtiment fermé sous pression négative et avec un traitement efficace de l'air vicié);
- Exigences quant à la réception d'intrants liquides (bassin étanche recouvert);
- Exigences de captage des eaux de ruissellement, en périphérie du lieu de biométhanisation;
- Mise en place de puits d'observation;
- Une station météo doit être installée à un endroit approprié sur le lieu, s'il y a réception ou mélange à l'air libre.

Enfin, les lignes directrices énumèrent les exigences quant à l'exploitation du lieu de biométhanisation :

- Dépôt d'un devis d'opération avec la demande de CA;
- Plan d'intervention et mesures en cas d'urgence;
- Liste des intrants permis et interdits;
- Entreposage des intrants et limites de temps d'entreposage;
- Méthode de séparation solide-liquide et rejet des eaux de procédé;
- Suivi de l'étanchéité des installations et des eaux souterraines;
- Bruit sur le site de biométhanisation;
- Gestion des odeurs;
- Analyse du digestat et critères de qualité;
- Analyse du biogaz et contrôle de qualité;
- Circulation, poussière, résidus et animaux nuisibles;
- Formation des opérateurs;

- Registres et rapport annuel consolidés;
- Engagement à remettre le lieu en état lors de la cessation des activités.

3.2.3.2 Loi sur la qualité de l'environnement

Un projet de biométhanisation doit être conforme à la loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Voici les articles de la LQE auxquels le projet est assujéti.

Article 20

Nul ne peut émettre un contaminant dans l'environnement au-delà des quantités ou des concentrations prévues par règlement ou qui est susceptible de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer des dommages ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens.

Article 22

Nul ne peut ériger ou modifier une construction, entreprendre l'exploitation d'une industrie quelconque, l'exercice d'une activité ou l'utilisation d'un procédé industriel ni augmenter la production d'un bien ou d'un service s'il est susceptible d'en résulter une émission, un dépôt, un dégagement ou un rejet de contaminants dans l'environnement ou une modification de la qualité de l'environnement, à moins d'obtenir préalablement du ministre un certificat d'autorisation.

Si l'utilisation du biogaz est prévue sur le site même du CBAQ, l'autorisation pour l'utilisation du biogaz est incluse au CA.

Article 32

Nul ne peut établir un aqueduc, une prise d'eau d'alimentation, des appareils pour la purification de l'eau, ni procéder à l'exécution de travaux d'égout ou à l'installation de dispositifs pour le traitement des eaux usées avant d'en avoir soumis les plans et devis au ministre et d'avoir obtenu son autorisation.

Article 48

Quiconque a l'intention d'installer ou poser un appareil ou équipement destiné à prévenir, diminuer ou faire cesser le dégagement de contaminants dans l'atmosphère, doit en soumettre les plans et devis au ministre et obtenir son autorisation.

Restriction

Le présent article ne s'applique pas aux véhicules automobiles ni aux embarcations à moteur. Il ne s'applique pas au titulaire d'une attestation d'assainissement qui a l'intention d'installer ou de poser, dans un établissement industriel pour lequel une attestation lui a été délivrée, un appareil ou un équipement destiné à prévenir, à diminuer ou à faire cesser le dégagement de contaminants dans l'atmosphère.

Article 65

Aucun terrain qui a été utilisé comme lieu d'élimination des matières résiduelles et qui est désaffecté ne peut être utilisé aux fins de construction sans la permission écrite du ministre.

Article 66

Nul ne peut déposer ou rejeter des matières résiduelles, ni en permettre le dépôt ou le rejet dans un endroit autre qu'un lieu où leur stockage, leur traitement ou leur élimination est autorisé.

3.2.3.3 Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes (MDDELCC, 2012)

La soustraction de matières résiduelles organiques des sites d'enfouissement et de l'incinération telle que dictée par la PQGMR, nécessite l'épandage de la majorité des biosolides, composts et digestats provenant des secteurs municipaux et industriels. (20)

Le recyclage des MRF riches en matières organiques putrescibles ou en azote, notamment les biosolides, permet en effet une réduction importante des émissions de gaz à effet de serre (GES), le recyclage des MRF organiques s'inscrit ainsi dans la lutte aux changements climatiques, en vertu du principe de précaution et conformément à la Loi sur le développement durable.

Le Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes publié par le MDDELCC en 2012 est un outil permettant principalement à déterminer si une activité de recyclage de matières résiduelles fertilisantes (MRF) est assujettie à une demande de certificat d'autorisation. Ce Guide liste les codes et normes applicables ainsi que les exigences relatives aux avis de projets. Le Guide s'applique au recyclage d'une multitude de MRF et de composts, et ce, pour la plupart des utilisations possibles (agriculture, sylviculture, horticulture, etc.).

3.2.3.4 Codes et normes applicables au projet

Plusieurs codes, normes et règlements s'appliquent au projet CBAQ. Voici une liste non exhaustive des codes, normes et règlements applicables :

- ABMA : American boiler manufacturer's association
- ACNOR : Association canadienne de normalisation, normes ci-dessous et autres applicables
 - o ACNOR G40.21M - Acier de charpente
 - o ACNOR G30.18-M92 (R2002) - Acier d'armature
 - o ACNOR G40.21-M1978. - Pieux
- ADA : American with Disabilities Act
- ANSI : American National Standards Institute; normes ci-dessous et autres applicables
 - o Z21.21-2005/CSA 6.5-2005 - Automatic valves for gas appliances
 - o Z21.20-2007/CSA C22.2 No. 199-2007 - Automatic electrical controls for household and similar use
 - o Z21.13-/CSA 4.9 - Gas-Fired Low-Pressure Steam and Hot Water Boilers
 - o Z245.15-09 - Steel valves
 - o Z662-07 - Oil and gas pipeline systems

- Z1006-10 - Management of work in confined spaces
- API : American petroleum institute; normes ci-dessous et autres applicables
 - STD 607 (2008) – testing valves, fire type-testing requirements
- ARI : Air-Conditioning and Refrigeration Institute
- ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers
- ASPE : American Society of Plumbing Engineer
- ASTM : American Society for Testing Materials; normes ci-dessous et autres applicables
 - A653M - Pontage d'acier
 - A269-08 - Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service
 - A240 - Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General applications
 - A325 - Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 20/105 ksi Minimum Tensile Strength
- ASME : American Society of Mechanical Engineers; normes ci-dessous et autres applicables
 - B16.5-2009 - Pipe flanges and flanged fittings
 - B16.11-2009 - Forged fittings, socket-welding and treaded
 - B16.9-2007 - Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings
 - B18.2.1-1996 (R2005) - Square and Hex Bolts and Screws (Inch Series)
 - B36.19M-1985 (R2002) - Stainless Steel Pipe
- BNQ : Bureau de Normalisation du Québec
- BNQ 0413-200 (en révision)
- BNQ 3672-100 Norme BNQ sur la qualité du biométhane
- CSA et CAN / CSA, normes ci-dessous et autres applicables
 - CSA S304.1-04 (R2010) - Calcul des ouvrages en maçonnerie
 - CSA S269.1-1975 (R2003) - Falswork for Construction Purposes
 - CAN/CSA-S16-09 - Règles de calcul des charpentes en acier
 - CAN/CSA-S136-07 - Spécification nord-américaine pour le calcul des éléments de charpente en acier formé à froid
 - CAN/CSA-B137 Series-05 – Thermoplastic pressure piping compendium
 - CAN/CSA B149.6-11 – Code for landfill gas and digester gas installations
 - CAN/CSA-A23.3 - Calcul des ouvrages en béton
 - CAN/CSA-A23.1 - Constituants et exécution des travaux de béton
 - CAN/CSA-G30.18 - Barres d'acier au carbone pour l'armature du béton
 - CAN/CSA-A23.2 - Méthodes d'essais et pratiques normalisées
 - CAN/CSA-A3000 - Compendium des matériaux liants
 - CAN/CSA O86-09 - Règles de calcul aux états limites des charpentes de bois
 - CAN/CSA-O177-06 (R2011) - Règles de qualification des fabricants d'éléments de charpente lamellés-collés

- CAN/CSA-S269.2-M87 (R2003) - Échafaudages
- CAN/CSA-S269.3-M92 (R2008) - Coffrages
- CAN/CSA B149.1-10 - Natural gas and propane installation code
- CAN/CSA B51-09 - Boiler, pressure vessel, and pressure piping code
- CAN/CSA B64.10 - Dispositifs anti-refoulement
- CAN/CSA-A23.5 - Ajouts cimentaires
- CAN3-A266.2 et CAN-A266.4 - Adjuvants chimiques
- CAN3-A23.1-04 - Eau, petit granulat
- CAN / ULC; Underwriter's Laboratories of Canada; normes ci-dessous et autres applicables
 - CAN-ULC-S114-05 – Standard method of test for determination of non-combusibility in building materials
- CISG/CPMA 2-75 - Peinture d'apprêt charpente d'acier
- Code de construction du Québec – Chapitre III
- Code de l'électricité du Québec (1996)
- Code de plomberie du Québec et code national de la plomberie – Canada
- Code de sécurité pour les travaux de construction (Québec)
- Code national de l'énergie pour les bâtiments 2011
- Code national du bâtiment (2010) – Canada
- CEMA : Canadian Electrical manufacturer's association
- CFI : Commissaire fédéral des incendies
- CFUA : Canadian fire underwriter's association
- MSS : Manufacturers standardization society of the valve and fittings industry; normes ci-dessous et autres normes applicables
 - SP-42-2009 - Corrosion Resistant Gate, Globe, Angle and Check Valves with Flanged and Butt Weld Ends (Classes 150, 300 & 600)
 - SP-43-1991 (R01) - Wrought Stainless Steel Butt-Welding Fittings
 - SP-71-1997 - Gray Iron Swing Check Valves, Flanged and Threaded Ends
- NBFU : National board of fire underwriters
- NFPA : National fire protection association
- ONGC : Office des normes du Gouvernement canadien
- SIMDUT : Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
- SMACNA : Sheet metal and air conditioning national contractors' association
- CSA : B149.6-11 Code for digester gas and landfill gas installation
- ISO 28765 : Émaux vitrifiés — Conception de réservoirs en acier boulonnés pour le stockage ou le traitement des eaux ou des effluents d'eaux usées urbains ou industriels
- Règlements municipaux : Bruit, nuisance, Rejets aux réseaux d'égout, Gestion des eaux pluviales, quantité et qualité des eaux usées (21)

3.2.4 Cadre budgétaire

Des estimations budgétaires ont été présentées par le consultant SNCL lors du dépôt de son étude en 2012. Ces estimations ont ensuite été révisées par la Ville de Québec avant de présenter le dossier au MDDELCC pour être admissible à l'aide financière prévue au PTMOBC.

3.2.4.1 Immobilisation

Dans le cadre de l'accomplissement du projet de traitement des matières organiques, la Ville de Québec dispose d'un budget de 98,5 M\$ pour la réalisation du CBAQ.

3.2.4.2 Coûts annuels d'exploitation

L'objectif est de ne pas faire augmenter le budget de gestion des matières résiduelles de la Ville en incluant l'élimination et/ou le recyclage des sous-produits, mais en excluant les frais financiers d'amortissement.

3.3 Validation des intrants

Roche-Electrigaz a voulu valider la quantité des intrants applicables au projet en vérifiant les données utilisées et la qualité de ceux-ci en faisant réaliser des essais additionnels de caractérisations spécifiques.

3.3.1 Boues

Les boues représentent une masse importante à traiter dans le projet du CBAQ et plusieurs éléments ont été considérés. Présentement, la STEU de l'Est reçoit les boues non épaissies, 1 à 2 % ST, de la STEU de l'Ouest. Les boues provenant des deux stations sont mélangées avant d'être acheminées vers des épaisseurs. Les épaisseurs produisent une boue d'une siccité moyenne entre 5 et 7 % ST (en dehors des périodes de fonte des neiges). Ces boues sont actuellement diluées à une siccité d'environ 4 % ST pour être plus facilement pompées vers la station de traitement des boues (STB) considérant les pertes importantes de charges statiques et dynamiques.

3.3.1.1 Quantité attendue

L'apport annuel des boues de la STEU au projet du CBAQ a été évalué par le consultant Yves Dion, dans le cadre d'une étude réalisée en 2010 **Invalid source specified.**, à 600 000 tonnes avec une siccité type de 4 % à l'horizon 2038, soit l'équivalent de 96 000 t/an de boues à une siccité de 25 %. De plus, une évaluation réalisée conjointement par Yves Dion et Anne Lajoie de la Ville a fourni le détail des projections futures de la production des boues de la STEU. Roche-Électrigaz a utilisé ces données pour compléter son modèle des intrants au CBAQ. Ces boues seront acheminées au CBAQ par pompage.

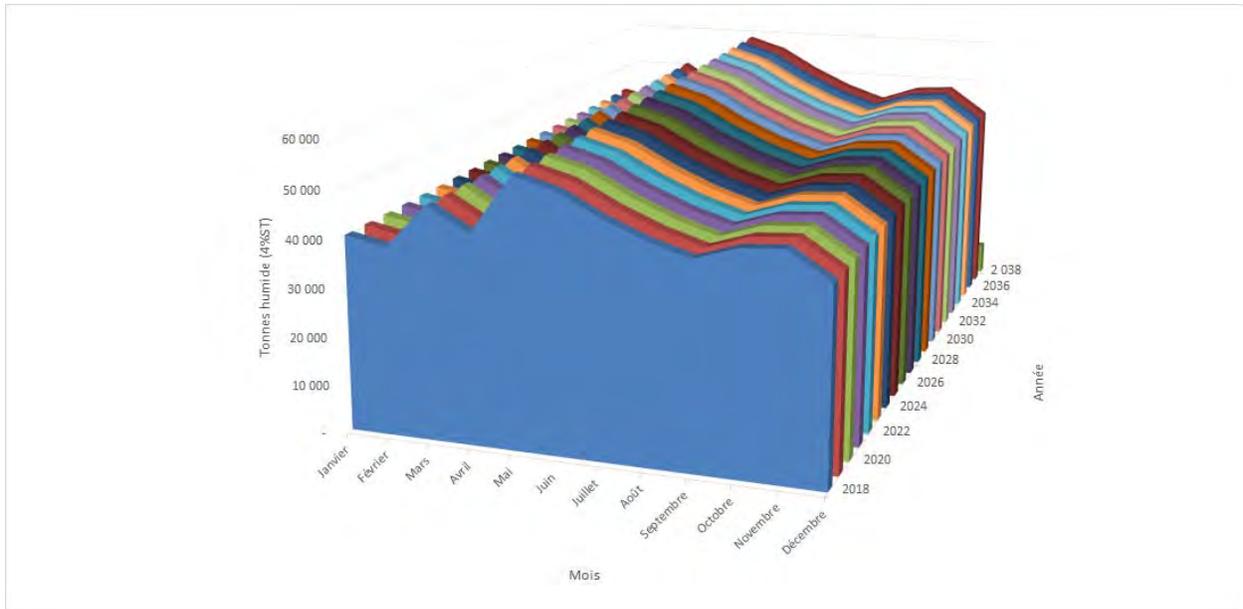


Figure 4 : Projection de la quantité mensuelle de boue reçue au CBAQ

3.3.1.2 Qualité

Le réseau d'égout de la ville de Québec comporte plusieurs tronçons en conduites unitaires si bien que certaines périodes de l'année pourraient être propices à introduire d'importantes quantités de sable dans les boues de la STEU. Des boues ont été prélevées par temps sec (février-mars 2014) et par temps de fonte des neiges (avril 2014) pour mesurer les quantités de sable présentes dans les boues ainsi que sa granulométrie.

Les essais ont démontré des quantités appréciables de sables dans les boues plus spécifiquement durant les temps de fonte. La figure suivante résume les principaux résultats obtenus sur les boues alors que l'appendice 6 présente le rapport du CRIQ qui fait état des essais et des analyses réalisées. (22)

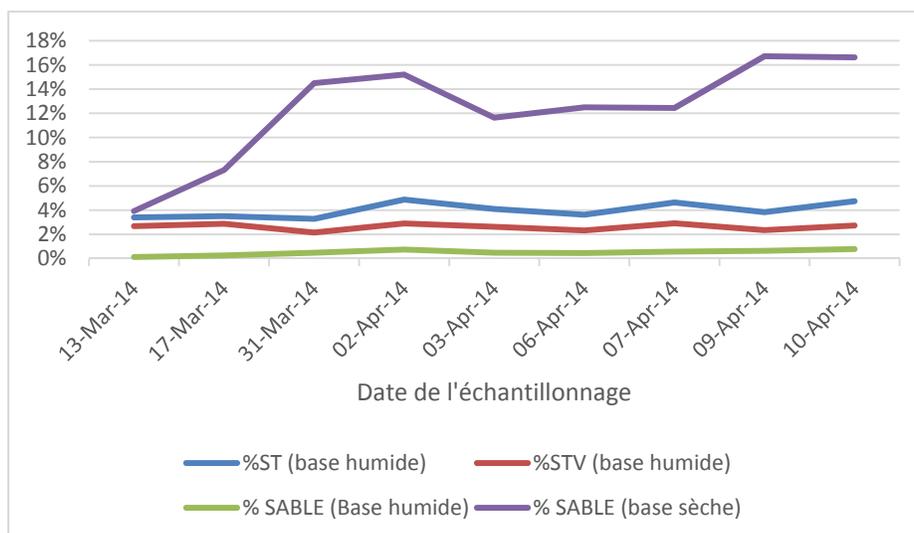


Figure 5 : Caractérisation des boues (%ST, %STV, sable) avant et pendant la fonte de neige

Les résultats démontrent clairement une augmentation significative de la proportion de sable dans les boues de la STEU à la période de la fonte des neiges qui s'étale de la mi-mars à la mi-avril. La proportion de sable passe d'une moyenne d'environ 6,3 % sur une base sèche à plus de 14 % en moyenne en période de fonte.

Une granulométrie a été réalisée sur deux échantillons de sable, soit un échantillon des boues récolté en temps sec et un échantillon en période de fonte. Pour l'échantillon de sable en temps sec, 50 % de la masse du sable se trouve entre 0,16 et 0,08 mm de diamètre alors que 30 % de la masse est inférieure à 0,08 mm. En période de fonte, près de 27 % du sable se trouve entre 0,16 et 0,08 mm alors que près de 60 % du sable est inférieur à 0,08 mm.

Avec une telle granulométrie, il est difficile d'espérer un enlèvement significatif de ce sable des boues de la STEU par des procédés gravitaires usuels d'hydrocyclones, de tables vibrantes, ou autres. De si fines particules sont vraisemblablement trappées à l'intérieur des floccs organiques et se séparent difficilement.

3.3.1.3 Biodégradabilité des polymères

Un essai sur la performance de déshydratation des polymères et sur leur biodégradabilité a été effectué afin de valider que la déshydratation primaire des boues avant leur digestion n'ait pas d'effet inhibiteur sur les microorganismes de la digestion. L'utilisation de polymères pourrait ralentir voire inhiber la phase méthanogène, d'où l'intérêt d'effectuer des essais de potentiel méthanogène pour déterminer le rendement en biogaz de la boue floculée avec un polymère. Le rapport complet de l'étude sur la déshydratation et le potentiel méthanogène des boues de la STEU avec divers polymères est présenté en appendice 5.

L'étude a été réalisée sur la boue de la STEU avec le polymère actuel de la STB, un polymère organique (le CMX 105 de la compagnie Chemco), ainsi qu'avec le chitosane, un polymère naturel d'origine animale. Les résultats démontrent que le polymère actuel de la STB et le polymère organique CMX 105 ont des rendements similaires en déshydratation, mais le polymère de la STB est plus facilement biodégradable en biométhanisation. Quant au chitosane, il est moins efficace en déshydratation et n'augmente pas le rendement en biogaz en BMP puisqu'il affiche un rendement de 69,4 Nm³/t VS comparativement à 203 Nm³/t VS pour le polymère de la STB en présence de boue.

3.3.1.4 Analyses physico-chimiques sur les boues et le filtrat

Dans le cadre du mandat, plusieurs résultats d'analyses physico-chimiques réalisées à travers les années par la Ville (STEU, STB, etc.) ont été consultés et un sommaire est présenté dans le tableau suivant. Des essais additionnels ont été entrepris dans le cadre du présent mandat pour valider certains paramètres d'intérêt soit, par exemple, la teneur en matières organiques des boues pour la digestion et les métaux extractibles pour évaluer la qualité du digestat pour son recyclage ainsi que la teneur en azote ammoniacal du filtrat pour la stratégie de gestion des eaux du CBAQ.

Le tableau suivant présente les résultats des analyses réalisées sur les boues échantillonnées à la STEU. La fraction liquide des boues, le filtrat, a été extrait par centrifugation. Le tableau suivant présente également la moyenne des paramètres physico-chimiques de l'eau rejetée par la STB au réseau d'égout de la ville pour les années 2009 à 2011. Ces données ont été compilées et fournies par la STEU. Les rejets de la STB comprennent le filtrat des boues généré par les filtres à bande, incluant les eaux de lavage et le polymère, ainsi que certains rejets considérés mineurs provenant de l'incinérateur. Ces données ont été utilisées dans le cadre du mandat d'étude pour déterminer les apports à la STEU issus du traitement actuel des boues. L'analyse de l'azote ammoniacal n'est pas réalisée sur les rejets de la STB. Quelques échantillons ont été prélevés dans le cadre du mandat pour analyser ce paramètre. Ces analyses viennent donc compléter les caractéristiques des rejets actuels de la STB.

Tableau 1 : Caractérisation du filtrat des boues de la STEU

Analyse	UNITÉS	Filtrat Boues STEU (Mars et avril 2014)	Moyenne STB 2009-2011	Rejet STB - Mars 2014
		Analyse Maxxam sur filtrat à partir de boues épaissies	Données fournies par la STEU	Analyse Maxxam sur rejet d'eau de la STB vers la STEU
Nb. Échantillons		6	1	2
		Moyenne		
Azote ammoniacal (N-NH ₃)	mg/L	56,5 (50kg/j)	-	30
DBO5	mg/L	2583 (2 275 kg/j)	861	
DCO	mg/L	3650	1473	
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/L	220	-	
pH	pH	6,7	6,9	
Phosphore inorganique	mg/L	14	-	
Matières volatiles à 550 °C	mg/L	2200	-	
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	<0,2	-	
Matières en suspension (MES)	mg/L	808	495	
Solides Totaux	mg/L	3375	-	
Phosphore total	mg/L	28	-	-

Le tableau suivant présente la caractérisation physico-chimique des boues de la STEU. Des analyses similaires ont été réalisées par la Ville dans le passé. Dans le cadre du présent mandat, d'autres analyses sur les boues ont été réalisées pour actualiser les données. Les boues ont été échantillonnées directement à la sortie de l'épaississeur #2 de la STEU par le biais d'un robinet d'échantillonnage aménagé par le personnel technique de la ville. Les rapports d'analyses sur chacun des échantillons sont présentés en annexe.

L'étude de l'IRDA (appendice 10) mentionne que le mercure dans les boues a, à une occasion, dépassé le critère C1 pour le recyclage en milieu agricole. Lors des analyses réalisées sur les boues en 2014, aucun dépassement du mercure n'a été observé. Le suivi de ce paramètre serait recommandé dans le cadre de la stratégie de recyclage des boues et du digestat.

Tableau 2 : Caractérisation moyenne des boues de la STEU

	UNITÉS	Moyenne Mars à avril 2014
		Analyse Maxxam sur boues épaissies
Nb. Échantillons		9
MÉTAUX		
Aluminium (Al)	mg/kg	11500,00
Arsenic (As)	mg/kg	<5
Bore (B)	mg/kg	10,70
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,80
Calcium (Ca)	mg/kg	30000,00
Chrome (Cr)	mg/kg	58,00
Cobalt (Co)	mg/kg	4,00
Cuivre (Cu)	mg/kg	170,00
Fer (Fe)	mg/kg	14400,00
Magnésium (Mg)	mg/kg	4100,00
Manganèse (Mn)	mg/kg	220,00
Mercure (Hg)	mg/kg	0,49
Molybdène (Mo)	mg/kg	2,50
Nickel (Ni)	mg/kg	18,00
Phosphore total	mg/kg	7500,00
Plomb (Pb)	mg/kg	24,00
Potassium (K)	mg/kg	3300,00
Sélénium (Se)	mg/kg	1,00
Zinc (Zn)	mg/kg	310,00
AUTRES PARAMÈTRES		
Azote ammoniacal (N-NH ₃)	mg/kg	2200
Matières organiques	mg/kg	67000
NTK Azote Total Kjeldahl	mg/kg	33000
Phosphore inorganique	mg/kg	6600
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/kg	16
Solides Totaux	% g/g	4,0

3.3.1.5 Caractérisation des boues pasteurisées

Des essais en laboratoire ont été réalisés par le CRIQ en juin 2014. Ces essais visaient à évaluer les caractéristiques physico-chimiques des boues pasteurisées, et ce, à une température de 70°C, pour une période de pasteurisation de 30 minutes et de 60 minutes (appendice 7) (22). Les deux principaux

objectifs de ces essais étaient d'une part, de caractériser le filtrat à la suite de la pasteurisation des boues et d'autre part, d'évaluer la filtrabilité des boues pasteurisées. Puisque le filtrat pasteurisé serait retourné à la STEU, la caractérisation doit être connue afin d'évaluer les impacts potentiels, surtout en ce qui a trait à l'azote ammoniacal.

Les résultats des tests de laboratoire seront présentés dans un rapport d'analyse qui se retrouve en appendice 7. Le tableau ci-dessous présente les principaux résultats des essais.

Tableau 3 : Principaux résultats de caractérisation des boues pasteurisées (22)

	Unités	Filtrat boues STEU brutes	Filtrat boues STEU pasteurisées 30 min	Filtrat boues STEU pasteurisées 60 min
pH		6,23	6,40	6,36
DCO	mg/L	3 983	8 764	8 062
MES	mg/L	323	998	881
N-NH₄⁺	mg/L	157	142	157
NTK	mg/L	228	752	429
Siccité limite	%	16	12	13
Volume filtrat récolté	ml	170,5	152	156
Solides totaux	%	6,05	6,02	5,82
Solides totaux volatils	%	4,4	4,3	4,56

En résumé, les essais montrent que la pasteurisation a un effet marginal sur l'abattement des solides totaux (ST) et des solides totaux volatils (STV). Par contre, la pasteurisation diminue de façon significative les odeurs des boues et semble avoir un effet négatif sur la filtrabilité des boues. Les valeurs de siccité limite sont plus faibles pour les boues pasteurisées. Il y a donc lieu de croire que les boues pasteurisées seraient plus difficiles à déshydrater que les boues brutes et ceci pourrait se refléter par un gâteau de plus faible siccité ou par une augmentation de la consommation de polymère.

Cette moins bonne filtrabilité se voit aussi dans la qualité du filtrat des boues pasteurisées qui est deux à trois fois plus chargé en MES, demande chimique en oxygène (DCO) et en NTK que dans le cas du filtrat des boues brutes. Dans le cadre de la présente étude, les boues pasteurisées seront déshydratées par des équipements similaires à ceux utilisés pour la déshydratation du digestat. Les dosages de polymère ont aussi été haussés par rapport aux dosages rencontrés dans le cas des boues brutes pour refléter la difficulté de déshydrater ces boues, comme dans le cas du digestat.

L'analyse de la teneur en azote ammoniacal réalisée sur le filtrat des boues brutes et des boues pasteurisées démontre que le procédé ne semble pas affecter négativement la concentration de NH₄⁺. Le filtrat des boues pasteurisées n'apporterait donc pas de charge additionnelle significative en NH₄⁺ à la STEU. Cependant, il faut s'attendre à une augmentation de la concentration en azote ammoniacal du filtrat retourné à la STEU étant donné que les équipements utilisés pour déshydrater les boues pasteurisées comportent beaucoup moins d'eau de lavage que les filtres à bande.

3.3.2 ROTS

3.3.2.1 Quantité attendue

Les volumes et qualités évalués par le consultant SNCL ont été validés et utilisés (11). Par contre, une hypothèse a été faite qu'en 2018 la moitié des ROTS seront collectés et que la montée en charge, à travers la participation citoyenne, se ferait au maximum sur 5 ans, tel qu'illustré dans le graphique suivant :

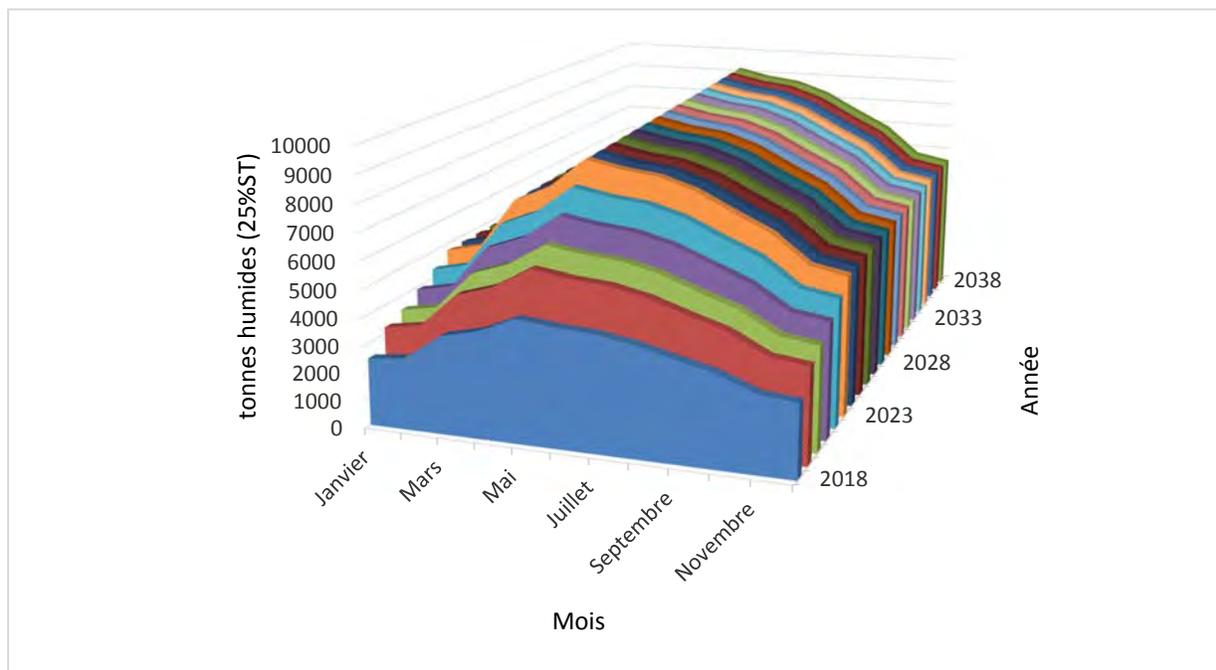


Figure 6 : Quantité mensuelle de ROTS (2018 à 2038)

L'hypothèse que la Ville avait établie sur le niveau de contaminants de 25 % dans les ROTS a été maintenue. Par contre, elle représente une valeur conservatrice qui se justifie, pour le moment, par l'absence d'une stratégie de collecte.

3.4 Valorisation et recyclage des extrants

Plus d'une dizaine de scénarios de valorisation et recyclage des extrants ont été étudiés pour les différentes avenues et combinaisons de valorisation possible du biogaz et de recyclage du digestat. Les sections suivantes illustrent les défis et opportunités analysés.

3.4.1 Biogaz

Le biogaz généré par le CBAQ offre quatre (4) avenues de valorisation qui seront discutées dans cette section :

- Cogénération (Électricité et énergie thermique);
- Valorisation thermique;
- Réseau de gaz naturel;
- Véhicules au gaz naturel.

3.4.1.1 Valorisation par cogénération

La production d'électricité (3,2 MW) et de chaleur (100 000GJ/an) à partir du biogaz a été écartée dû aux conditions défavorables à la mise en marché de cette forme d'énergie.

Présentement le Québec est en surplus électrique et les prix sur le marché Nord-Est américain font en sorte que l'exportation est pratiquement impossible.

Il n'y a actuellement, au Québec, aucun programme incitatif à la production électrique à partir de biogaz. De plus, ce type de valorisation produit peu de réduction de GES.

3.4.1.2 Valorisation thermique

Le scénario de référence initialement avancé par la Ville au PTMOBC préconisait l'utilisation de tout le biogaz dans des séchoirs pour générer un digestat séché granulé. De plus, il envisageait une récupération de l'énergie thermique (basse puissance) sur les séchoirs permettant d'exporter environ 60 000 GJ/an par un réseau urbain d'eau chaude vers la STEU de l'Est et un client potentiel (un centre institutionnel situé à moins de 2 km).

L'analyse de cette option a démontré que la production de biogaz et les besoins mensuels des séchoirs et des consommateurs d'eau chaude potentiels (STEU et autre client) n'étaient pas favorables à cette option. En effet, le déploiement d'un réseau urbain d'eau chaude sur près de 2 km vers un client potentiel nécessitait des investissements d'au-delà de 8 M\$, ce qui était incompatible avec le cadre budgétaire fixé.

Étant donné l'absence de consommateurs d'eau chaude en continu (24h/j, 365j/an) à proximité, la valorisation thermique du biogaz offre peu d'opportunité ou de rendement sur les investissements.

3.4.1.3 Valorisation au réseau de gaz naturel

L'épuration du biogaz en biométhane compatible avec le réseau de gaz naturel permet l'injection de l'énergie produite par le CBAQ pour déplacer des carburants fossiles et ainsi générer des réductions des GES. L'injection au réseau permet la vente de cette énergie verte n'importe où, à tout acheteur moyennant les frais d'injection et de transport des opérateurs de réseau (Gaz Métro). Le biométhane

injecté peut ainsi être autoconsommé par la Ville, vendu à Gaz Métro ou tout autre client intéressé aux qualités environnementales de ce biométhane.

Gaz Métro offre présentement différents types de contrats d'achat de biométhane prenant en considération la valeur des attributs environnementaux du biométhane ce qui permet au CBAQ de vendre son biométhane plus cher que le prix du gaz naturel sur le marché actuel.

De toutes les options de valorisation du biogaz analysées, seule cette avenue offre des investissements avec un potentiel de rendement à long terme.

3.4.1.4 Valorisation dans des véhicules au gaz naturel

La Ville ne possède actuellement aucun véhicule au gaz naturel. Par contre, il pourrait être avantageux à moyen ou à long terme pour la Ville d'étudier (opportunités futures) la possibilité de faire l'acquisition de véhicules au gaz naturel afin d'auto consommer le biométhane produit (0,7 \$/litre diésel équivalent) au lieu de consommer du diésel et/ou essence à 1,4 \$/litre.

Cette option est totalement compatible avec l'injection au réseau de gaz naturel cité ci-haut, car elle permet d'utiliser le réseau comme un tampon et un réseau de distribution pour consommer ou vendre le biométhane injecté où et quand les besoins se manifestent.

3.4.2 Boues municipales

Il est entendu que pour être recyclées, les boues municipales doivent subir un traitement minimal d'hygiénisation, qu'il soit thermique, chimique ou biologique. Selon les scénarios proposés, les boues municipales détournées des biométhaniseurs seront pasteurisées puis offertes au marché pour recyclage. Ces boues auront possiblement une siccité inférieure, ce qui augmente les contraintes et les prix du recyclage. L'étude de Solinov (2014) propose que, pour la phase I, les boues municipales ne soient pas pasteurisées et soient plutôt dirigées vers un procédé de compostage privé à proximité. À moins de 120 km, seulement deux sites de compostage sont présentement actifs : celui à Saint-Henri-de-Lévis (45 km) et celui de Saint-Rosaire (120 km). (23)

3.4.3 Digestat

Plusieurs alternatives de recyclage du digestat ont été évaluées en relation avec la valorisation du biogaz.

3.4.3.1 Liquide

Le recyclage liquide (non déshydraté) du digestat a été rapidement écarté, car il nécessite un entreposage de 6 mois (durant l'hiver) et le transport de plus de 480 000 t/an de digestat liquide, ce qui nécessite des investissements dans des infrastructures d'entreposage liquide et engage des coûts de transport déraisonnables.

3.4.3.2 Séché

Le séchage réduit considérablement (moins de 20 000 t/an) les quantités de digestat à valoriser mais nécessite par contre des investissements importants. De plus, le procédé de séchage consomme d'importantes quantités d'énergie à haute valeur calorifique (plus de 200 000 GJ/an).

Il a été considéré de faire le séchage du digestat à l'incinérateur dans les séchoirs existants. Malheureusement, l'âge des séchoirs et le mode de séchage par contact direct avec les gaz chauds des fours dégradent la qualité du digestat et rendent ainsi cette avenue inadéquate.

Le séchage du digestat avec le biogaz a également été écarté, car il y a un déphasage dans le temps entre la production du biogaz et les besoins énergétiques des séchoirs qui nécessiteraient l'achat de quantités non négligeables de gaz naturel durant l'hiver compromettant ainsi le bilan GES.

Par contre, la disponibilité d'importante quantité de vapeur à l'incinérateur permet de sérieusement envisager le séchage du digestat par vapeur au CBAQ. Les équipements de séchage, la ligne de vapeur en tranchée de l'incinérateur au CBAQ, les accessoires et le bâtiment abritant ces séchoirs sont estimés à environ 30 M\$ ($\pm 30\%$). Cet investissement permettrait de diminuer les coûts de recyclage du digestat de près de 3 M\$, en considérant seulement la réduction du volume à recycler. Durant le démarrage de la phase I, une étude plus approfondie sera nécessaire (opportunités futures) afin de mesurer concrètement avec les tonnages produits, les rendements d'un tel investissement. Pour l'instant, cette avenue a été reportée, car incompatible avec le cadre budgétaire.

Le recyclage agronomique du digestat séché a été évalué par l'étude de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) en appendice 10 et l'étude de Solinov (23).

Les deux études démontrent que du point de vue agronomique le séchage apporte peu ou pas de valeur ajoutée, car la même surface de terres agricoles est nécessaire pour en faire l'épandage, puisque l'épandage s'effectue en fonction des charges de nutriments par hectare et non en fonction de la teneur en eau. L'épandage du digestat offre des économies de transport et de manutention, car pour la même quantité de nutriments épandus trois fois moins de tonnage est manipulé.

3.4.3.3 Déshydraté

En considérant les conclusions des études de l'IRDA et de Solinov et étant donné les investissements considérables requis pour le séchage, la déshydratation du digestat en vue du recyclage agronomique est l'avenue envisagée. Deux types d'équipements sont reconnus pour leur efficacité à déshydrater le digestat, soit la centrifugeuse et les équipements de type pressage à basse vitesse. Selon les experts du MDDELCC, plusieurs observations ont donné lieu au classement « hors catégorie » d'un digestat déshydraté par centrifugation à haute vitesse et non séché. Le digestat a un fort potentiel de relarguer des odeurs intenses quelques jours après sa réhumidification au champ. Comme l'entreposage au champ et le recyclage agricole sont envisagés sans préalablement sécher le produit, il faut éliminer du

projet toute technologie de déshydratation à haute vitesse. Seules les technologies de pressage à basse vitesse seront considérées.

3.5 Analyse de la valeur

3.5.1 Objectif

En mai 2014, la firme Macogep a été mandatée par le bureau de projet de la CBAQ afin de réaliser un exercice d'analyse de la valeur avant que la phase d'étude préparatoire soit complétée. Cette analyse fut réalisée sous forme d'atelier de trois séances réparties sur quatre jours, portant sur les trois points suivants :

- Déterminer les objectifs du CBAQ;
- Analyser les séquences d'opération de chaque procédé;
- Analyser le modèle de référence.

Les résultats de cette analyse ont été présentés par Macogep dans son rapport préliminaire Macogep de juillet 2014 (24).

3.5.2 Analyse

L'analyse de la valeur a permis de soulever trente-six (36) points portants principalement sur:

- Alternative de conception du CBAQ;
- Alternative concernant la gestion des boues de la STEU;
- Optimisation des espaces de bâtiment et du site;
- Analyse pour enlèvement de l'azote ammoniacal du filtrat;
- Utilisation d'équipements déjà existants (chaudière, système de traitement de l'air);
- Évaluation des exigences de préparation du site pour construction (pieutage, drainage et captation);
- Modification de l'approche de la collecte et du tri du matériel.

3.5.3 Recommandations

À la suite de l'analyse des 36 points retenus, le potentiel d'amélioration de la valeur (PAV) du projet par rapport à chaque point a été fait. Les recommandations relatives aux PAV ont permis de développer de nouvelles approches qui ont été intégrées au mandat d'étude.

3.6 Stratégie de conception

3.6.1 Approche générale

À la suite de l'analyse de la valeur, il a été établi que pour rencontrer le cadre budgétaire d'investissement il serait nécessaire de réaliser le projet sur plusieurs phases et potentiellement sur plusieurs lieux.

Les choix technologiques sont dictés principalement par le cadre budgétaire serré.

3.6.1.1 Phasage du projet

Le phasage du projet permet de rencontrer les objectifs budgétaires initiaux et de minimiser le risque de surinvestissement relié à une participation citoyenne moins bonne que prévu au niveau de la réception des ROTS.

Phase I : Objectif 2020

La phase I vise le respect du budget de 98,5 M\$ tout en rencontrant les objectifs de bannissement de l'élimination par le recyclage des matières organiques et des boues municipales ainsi que de réduction des GES d'ici 2020. Tous ces objectifs sont atteints en recyclant une portion des boues sans traitement par biométhanisation.

Les biométhaniseurs sont dimensionnés pour traiter exclusivement les ROTS prévus au terme de la phase I du projet. Au début de cette phase, la totalité des ROTS et une partie des boues municipales sont biométhanisées. Avec les années, à mesure que la quantité de ROTS reçue au CBAQ augmente, une plus grande portion de boues municipales est recyclée et, au terme de cette phase, seuls les ROTS sont biométhanisés.

Phase II : Optimisation

Vise le traitement par biométhanisation de tous les ROTS et les boues récupérées.

Opportunités futures

Réaliser des projets d'optimisation au CBAQ pour diminuer les coûts d'opération comme l'installation de séchoirs alimentés à la vapeur de l'incinérateur ou l'augmentation des revenus en consommant le biométhane dans des véhicules municipaux utilisant le gaz naturel. Chacun de ces projets sera analysé pour sa valeur et son rendement, et ce, à la lumière de l'expérience opérationnelle.

3.6.1.2 Optimisation des infrastructures

La possibilité d'utiliser l'incinérateur pour faire la réception, le conditionnement des ROTS et fournir de l'énergie thermique au CBAQ a été étudiée et se reflète dans les scénarios suivants. Ils seront discutés plus à fond dans ce rapport.

Scénario A : 100 % CBAQ

Tout le projet se réalise physiquement sur le terrain du CBAQ. Le seul lien avec l'incinérateur est un réseau d'eau chaude à 50°C qui réutilise les deux (2) conduites existantes qui servent présentement à acheminer les boues et de l'eau de service vers la STB à l'incinérateur.

Scénario B : Incinérateur-CBAQ

Dans ce scénario, la réception et le conditionnement des ROTS se font à l'incinérateur. La fosse à déchets existante est divisée pour recevoir les déchets d'un côté, les ROTS de l'autre. Les ponts roulants en place, additionnés d'un système de convoyeurs, serviront à alimenter les appareils de conditionnement. L'air vicié de la fosse est injecté dans les fours afin d'éliminer efficacement les odeurs. De plus, la vapeur disponible de l'incinérateur est utilisée pour chauffer les ROTS conditionnés avant d'être acheminés vers le CBAQ, ce en réutilisant une des deux conduites existantes qui servent présentement à acheminer les boues et l'eau de service vers la STB à l'incinérateur. L'autre conduite est utilisée pour amener l'eau de service pour alimenter les besoins en eau du conditionnement.

Si les activités de l'incinérateur cessent, les équipements sont déménagés de l'incinérateur vers le CBAQ et les ouvrages de réception du scénario A sont réalisés tels que planifiés initialement.

3.6.1.3 Philosophie de connexion au réseau d'urgence

La philosophie de connexion des équipements au réseau d'urgence de puissance électrique a été réfléchi en fonction des équipements nécessaires pour assurer la sécurité des personnes, l'intégrité du procédé et des équipements et pour diminuer au maximum l'impact du CBAQ sur la population environnante.

Partant de ces prémisses, tous les équipements assurant la santé et la sécurité des opérateurs et des citoyens seront branchés sur le réseau d'urgence.

Comme il s'agit d'un procédé de production de biogaz, un gaz potentiellement dangereux par la présence de sulfure d'hydrogène, de méthane et de dioxyde de carbone, les éléments permettant la disposition sécuritaire de ce gaz sont indispensables. Ainsi la torchère et tous les éléments s'y rattachant, tels que la soufflante, l'apport de gaz au pilote et l'instrumentation, sont connectés au réseau d'urgence.

L'aire de réception est aussi un endroit où le potentiel de production de gaz peut générer un espace dangereux. Puisque des travailleurs sont présents dans cet espace, il est indispensable d'assurer leur sécurité par une ventilation adéquate de l'aire de réception en tout temps. D'autres secteurs du CBAQ ont aussi ces mêmes contraintes, telles que les secteurs de déshydratation primaire et secondaire. Pour assurer la sécurité des travailleurs, tout le système de ventilation du bâtiment est branché au réseau d'urgence.

Pour minimiser l'impact de la présence du CBAQ pour la population environnante, il est primordial de s'assurer que l'air émis à l'atmosphère soit ultimement sans odeur. Pour s'assurer de la qualité de l'air émis, le procédé de traitement de l'air est donc aussi connecté au réseau d'urgence.

La biométhanisation qui représente le cœur du CBAQ est également un autre élément à considérer pour le bon fonctionnement du CBAQ. Puisqu'il s'agit d'un procédé biologique affecté par la température, les systèmes de chauffage des biométhaniseurs et du procédé en général sont connectés au réseau d'urgence. Donc, les chaudières, les pompes à eau de chauffage ainsi que les pompes circulant le contenu des biométhaniseurs vers les échangeurs de chaleur externes sont tous connectés au réseau d'urgence.

Tout comme c'est le cas à la STB actuellement, les filtres à bandes seront raccordés au réseau d'urgence pour assurer la continuation de la déshydratation des boues afin d'assurer le maintien de la performance des STEU.

Tous les autres équipements qui ne sont pas mentionnés dans cette section ne sont pas connectés au réseau d'urgence.

3.6.2 Réception des ROTS

La conception des halls de réception comprend deux éléments, soit les quais de réception et le mécanisme de système de manutention des ROTS vers le conditionnement. La réception permet également de recevoir des matières liquides qui pourront être pompées directement du camion vers une unité de stockage de liquide comme le réservoir tampon de ROTS conditionnés.

À la pointe de mai 2038, la réception doit être en mesure de recevoir approximativement 450 tonnes par jours de ROTS. Dans l'éventualité d'une réception exclusive en camion compacteur de huit (8) tonnes, cela représente un achalandage maximal de 57 camions par jour sur les quais.

Pour l'aire de réception, dû à la nature des ROTS (solide, semi-liquide, en sac, en vrac, etc.) pour des raisons d'entretien, de salubrité et de volume de rétention (3 jours), une dalle de réception au sol n'a pu être retenue. Le problème viendrait d'une part de la présence de lixiviat et des émissions d'odeurs au niveau de la dalle pour les opérateurs du CBAQ et les camionneurs chargés de livrer les ROTS. Une autre option considérée consiste en une fosse fermée présente dans les fondations du CBAQ. Celle-ci permettrait un contrôle accru des odeurs et du lixiviat et la livraison des ROTS dans un espace restreint. Une dernière option considérée est la fosse ouverte qui permet la gestion du lixiviat et des odeurs tout en étant très simple de fonctionnement. Une porte automatisée à ouverture rapide s'ouvre lorsqu'un camion est prêt à décharger dans la fosse et se referme lorsque celui-ci repart. Parmi les options considérées, cette option est la plus simple et la plus économique. Un système de lavage de la fosse et de soutirage du lixiviat de la fosse est prévu.

Pour la manutention des ROTS, trois options ont été analysées. La première est le transport par plancher mobile qui permet un transport automatisé des ROTS, de la réception vers le conditionnement. Cette technologie n'a pas été retenue puisqu'il y a trop peu d'expérience avec des ROTS en plus d'un coût en capital important. La deuxième option est l'utilisation d'un pont roulant semi-automatisé comme à l'incinérateur. Cette option n'a pas été retenue, pour le scénario A, dû à un manque de précision de la manutention et le coût en capital important. Finalement, l'option retenue est celle de la pelle mécanique fixe qui permet de sauver en capital par rapport aux autres technologies et qui permet une manutention plus précise des ROTS. L'opération de ce bras mécanique peut se faire à partir d'une cabine étanche aux gaz ou d'une salle de contrôle.

Les boues provenant des épaisseurs de la STEU seront pompées au CBAQ via une canalisation enfouie. Comme c'est le cas à la STB présentement, il y a un tampon d'environ 4 heures entre la STEU et la déshydratation primaire et/ou la pasteurisation.

Philosophie de redondance :

La réception est très importante pour l'ensemble du CBAQ, car c'est l'entrée de toutes les matières qui seront traitées dans l'ensemble des unités.

La fosse de réception et les infrastructures de stockage subséquentes (tampons de ROTS conditionnés) sont conçues pour accepter un minimum de trois (3) jours de réception de ROTS. Ce faisant, cela permet d'assurer qu'en cas de bris des unités en aval, le contenu des camions pourra tout de même être reçu. La réception est équipée d'un minimum de deux (2) portes de réception pour minimiser les attentes de camions et assurer, en cas de bris d'un équipement à un des halls de réception, que la réception des ROTS puisse tout de même se faire.

Cependant, aucune redondance n'est prévue pour la pelle mécanique. La philosophie étant qu'il serait possible, en cas de bris, de réparer dans les trois jours possibles de réception. En cas de bris majeur nécessitant plus de trois jours de réparation, le plan de contingence prévoira la location d'une pelle mécanique conventionnelle ou une redirection vers l'élimination.

3.6.3 Conditionnement des ROTS bruts et des boues

L'étape de conditionnement vise à préparer les matières organiques, soit les ROTS et les boues de la STEU, pour la biométhanisation.

La préparation des ROTS représente un défi et une étape majeure du CBAQ. La préparation des ROTS consiste à retirer un maximum de contaminants avant que les ROTS conditionnés soient dirigés vers la biométhanisation. Les contaminants, tels que décrits dans le présent document, sont les matières non biodégradables présentes dans les ROTS et qui ne contribuent pas à son potentiel méthanogène. Ces matières sont principalement du plastique, des métaux, du verre ainsi que du sable ou gravier.

Plusieurs technologies sont disponibles sur le marché, mais il est important de spécifier les critères qui orientent le choix vers une de celles-ci. Le conditionnement a des conséquences sur le procédé dans son ensemble, il est donc primordial que celui-ci réponde aux critères d'opérations des unités subséquentes.

Pour la biométhanisation, l'introduction de contaminants peut engendrer plusieurs problèmes. Tout d'abord, l'introduction de contaminants lourds (comme les métaux, le verre ou le sable) qui sont précipités dans les biométhaniseurs, diminue le volume réactionnel de ceux-ci, ce qui aurait pour effet de diminuer leur performance. Pour ce qui est des contaminants légers (principalement du plastique), ceux-ci peuvent flotter et potentiellement former une « croûte » à la surface du contenu des biométhaniseurs. Ceci peut avoir des conséquences sur l'extraction du biogaz et ainsi diminuer le rendement de production. De plus, cette croûte occupe un volume de réaction et pourrait diminuer les performances des biométhaniseurs.

Le conditionnement des ROTS est aussi important pour s'assurer de la qualité du digestat produit. En effet, la majorité de ce qui entre dans le biométhaniseur et qui n'est pas biodégradable se retrouve dans le digestat à la sortie. La qualité du digestat en est directement tributaire. Les objectifs de qualité du digestat sont élevés puisque la Ville de Québec vise à recycler celui-ci aux champs, avec une qualité répondant aux critères C1-P1-O1-E1 établis par le guide des MRF (20).

À noter qu'il n'existe présentement au Québec aucune norme spécifique au recyclage des digestats et que le guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes du MDDELCC combiné à la norme

BNQ sur le compostage (25) font office de guide pour évaluer la qualité du fertilisant produit par les usines de biométhanisation.

Pour répondre aux objectifs de qualité visés, des critères de performance du conditionnement sont attendus des équipements de conditionnement pour assurer la qualité du digestat sortant. Ces objectifs visent la teneur en solides totaux, en corps étrangers, en film et matière plastique acceptables pour l'extrait du conditionnement, des ROTS conditionnés. De plus, on y mentionne la granulométrie acceptable pour chaque type de contaminants ainsi que le taux de récupération de la matière organique acceptable.

Afin d'assurer une qualité de digestat satisfaisant les différentes réglementations et attentes du marché québécois, il est entendu qu'aucun corps étranger de plus de 12,5 mm ne doit se retrouver dans les ROTS conditionnés. Pour ce qui est des corps étrangers de plus de 2 mm, une concentration de moins de 1,5 % (massique et sur base sèche) est acceptée par la norme BNQ. En matière de films plastiques et polystyrène expansé, une concentration de moins de 0,3 % (massique et sur base sèche) pour une granulométrie supérieure à 5 mm est acceptée par la classification E1 du guide de recyclage des MRF. De plus, la même classification permet un contenu maximal de 0,8 % (massique et sur base sèche) d'autres plastiques.

Ceci étant, les différents types de technologie offrent des avantages et des inconvénients permettant de répondre plus ou moins efficacement à ces exigences. Il faut aussi garder en tête que tous les systèmes de conditionnement des ROTS sont, pour la plupart, une combinaison de plusieurs technologies utilisées en cascade. Voici une liste des équipements ou méthodes pouvant être utilisés pour le conditionnement des ROTS:

- Technologie en phase liquide :
 - Broyeur à marteaux
 - Extracteur à piston de type « extruder »
 - Hydropulpeur (en continu ou discontinu)
 - Hydrocyclone
 - Décanteur
- Technologies en phase solide :
 - Tri manuel
 - Tri optique
 - Broyeur (lent ou rapide)
 - Extracteur ou broyeur de sacs
 - Tamis (à étoile, rotatif ou autre)

Les technologies en phase liquide doivent être jumelées avec une unité d'extraction des graviers et sable, comme l'hydrocyclone ou le décanteur. Pour ce qui est des technologies en phase solide, l'emploi d'un

seul de ces équipements ne permet pas d'effectuer un conditionnement qui répondrait aux objectifs visés. Une série d'équipement est donc nécessaire. Voici les combinaisons pouvant être utilisées :

- Technologies en phase liquide :
 - Broyeur à marteaux + décanteur
 - Extracteur à piston + décanteur
 - Hydropulpeur + hydrocyclone + décanteur
- Technologie en phase solide :
 - Ouvreur de sac + tri manuel
 - Broyeur + tamis
 - Broyeur + tamis + tri-optique

Tableau 4 : Combinaisons possibles pour les différentes technologies

Combinaison d'équipement possible	Utilisation d'eau	Propreté du procédé + facilité d'entretien	Investissement	Qualité de l'extrait	Empreinte au sol	Références dans des applications similaires
Technologies en phase liquide :						
Broyeur à marteaux + décanteur	--	--	+	--	+	++
Extracteur à piston + décanteur	-	-	+	--	+	++
Hydropulpeur + hydro-cyclone + décanteur	----	-	-	+	-	++
Technologies en phase sèche :						
Ouvreur de sac + tri manuel	+	----	++	---	---	---
Broyeur + tamis	+	-	+	---	-	---
Broyeur + tamis + tri-optique	+	--	---	++	---	-

Prendre note que les pointages alloués dans ce tableau sont des pointages comparatifs entre les technologies. Les pointages sont décernés selon l'avantage que la combinaison procure au CBAQ. Par exemple, l'utilisation d'eau est un désavantage pour le CBAQ, donc une note négative représente une utilisation accrue d'eau.

La biométhanisation en phase liquide oriente le conditionnement des ROTS vers un conditionnement également en phase liquide. L'hydropulpeur est préconisé, car il permet la sédimentation des contaminants lourds et la flottaison des contaminants légers contrairement aux broyeurs ou aux extracteurs qui produisent une pulpe plus dense qui a tendance à retenir une portion des contaminants qui se précipitent ou flottent éventuellement dans les biométhaniseurs.

L'utilisation d'hydropulpeurs pour les ROTS génère une pulpe liquide qui facilite l'ajout subséquent de différents appareils de nettoyage de la pulpe (tamis, hydrocyclone, décanteur, etc.) pour potentiellement améliorer la qualité des ROTS conditionnés dirigés vers les biométhaniseurs.

Afin d'optimiser les investissements, une opération sur 24 heures par jour est anticipée. Le procédé d'hydropulpage offre différentes technologies opérant soit en continu ou en discontinu ("batch").

Dans le cas des boues de la STEU, une déshydratation primaire est recommandée pour diminuer l'apport d'eau acheminé vers la digestion, ce qui aurait comme impact d'augmenter le volume des biométhaniseurs et donc, les coûts d'immobilisation. Puisque la déshydratation actuelle des boues à la STB offre des performances optimales et que les filtres à bande existants sont en bonne condition, ces mêmes filtres à bandes seront relocalisés sur les lieux du CBAQ. Ceci permet aussi une diminution des coûts d'immobilisation. L'utilisation des filtres à bande pour la déshydratation des boues brutes recrée un filtrat similaire en volume et en qualité au filtrat actuellement acheminé et traité à la STEU. Ce statu quo permettrait ainsi de gérer près de 80 % de l'eau à disposer de tout le procédé de biométhanisation.

Le sable contenu dans les boues épaissies est pratiquement impossible à décanter sans effectuer des investissements considérables au sein même de la STEU. Aucun équipement de dessablage des boues épaissies n'est prévu au CBAQ. Une stratégie de brassage actif et de soutirage des sables sédimentés dans les biométhaniseurs est plutôt envisagée.

La combinaison de boues déshydratées (solide) et de ROTS conditionnés (liquide) offre l'opportunité de moduler la siccité de la pulpe afin d'optimiser l'infrastructure de biométhanisation.

Philosophie de redondance:

Dans le cas du procédé d'hydropulpage, la décision d'utiliser un seul ou plusieurs hydropulpeurs est toujours en suspens puisqu'aucun mode opérationnel (continu ou discontinu) n'a été déterminé à ce stade du projet. Dans l'éventualité d'un procédé d'hydropulpage en continu aucune redondance n'est prévue, par contre pour une opération en discontinue, un minimum de 2 hydropulpeurs est recommandé pour assurer un flux d'alimentation constant.

Pour la déshydratation primaire, les cinq (5) filtres à bande de la STB sont récupérés et installés au CBAQ. Cette capacité totale de filtration représente suffisamment de redondance pour déshydratation du volume total des boues en cas de bris d'un des filtres à bande.

3.6.4 Pasteurisation des boues

Étant donné qu'en phase I du projet la capacité de biométhanisation est limitée à la totalité de la charge organique des ROTS anticipée pour cette période, les boues de la STEU excédentaires sont traitées par pasteurisation avant d'être déshydratées et valorisées directement aux champs à travers un contrat de recyclage avec un repreneur. Une étape d'hygiénisation est souhaitable dans le cas d'un recyclage agricole puisque la boue brute de la STEU est considérée comme étant hors catégorie au niveau des pathogènes selon les critères du guide de recyclage des matières résiduelles fertilisantes (MRF) du MDDELCC (20). La pasteurisation est reconnue comme une technologie qui permet de rencontrer la réduction des pathogènes exigée par la classification de biosolides de type A de la réglementation US EPA, équivalente à la classification P1 du guide des matières résiduelles fertilisantes. (20)

L'option d'envoyer directement au compostage est aussi envisageable tel que suggéré par le rapport de Solinov (23) et ainsi éviter l'investissement dans l'unité de pasteurisation. Par contre, le contrat de compostage serait en fonction d'une boue hors catégorie et sera inévitablement plus cher à recycler que lors d'un recyclage direct aux champs des boues pasteurisées. (23)

Le procédé retenu est une pasteurisation à 70°C d'une durée minimale de 30 minutes. Ce procédé est reconnu par le guide des MRF du MDDELCC et il est mieux établi que tout autre type de pasteurisation comme l'hygiénisation par ozonation ou rayonnement UV. Pour permettre aux boues de la STEU d'être classées P1 pour le MDDELCC, il aurait été aussi possible de chauler ou sécher les boues, mais dans le cas du chaulage, c'est le coût opérationnel qui a discrédité le choix de cette approche. Dans le cas du séchage, c'est le coût en capital qui justifie le rejet de cette option d'hygiénisation.

Philosophie de redondance:

Aucune redondance n'est prévue pour la pasteurisation. Les équipements de pasteurisation en continu se composent habituellement de trois réservoirs qui permettraient tout de même, en cas de bris ou de problème avec un des réservoirs, de traiter une certaine portion des boues, mais de façon discontinue. Il faudrait possiblement, dans un cas où un des réservoirs ne fonctionne pas, prolonger la plage d'opération et donc la journée de travail des opérateurs. Il est jugé que la redondance offerte par les équipements est suffisante.

3.6.5 Biométhanisation

La digestion anaérobie peut être en phase solide, avec des intrants à plus de 20 % ST, ou en phase liquide avec une siccité moyenne des intrants à moins de 15 % ST. Les biométhaniseurs en phase solide peuvent être de type garage, à mélange horizontal, à écoulement piston vertical, ainsi que vertical à injection de biogaz tandis que les biométhaniseurs en phase liquide sont majoritairement de type infiniment mélangé.

Les biométhaniseurs peuvent être opérés à différentes températures soit psychrophile (< 20°C), mésophile (35°C) ou thermophile (55°C). Il est aussi possible d'isoler les phases de réaction (hydrolyse et

biométhanisation) dans des réservoirs dédiés. Lorsque les phases de réaction s'effectuent dans un seul biométhaniseur, il s'agit de la biométhanisation en une phase, autrement il s'agit de la biométhanisation en deux phases. La biométhanisation en deux phases nécessite plus de réservoirs, donc plus d'investissement. Elle est justifiable dans les cas où la variabilité des intrants anticipés en quantité et en qualité est considérable. Dans le cas du CBAQ, la variabilité potentielle des ROTS est tamponnée par la relative constance des boues. Il n'est donc pas nécessaire d'orienter la biométhanisation vers une biométhanisation en deux (2) phases.

Les intrants provenant du conditionnement sont des boues déshydratées (27 % ST) et des ROTS conditionnés (8 % ST) qui sont ensuite mélangés afin de constituer une biopulpe consistante (13% ST) qui est pompée vers les biométhaniseurs. Le choix de mélanger les deux intrants plutôt que de les séparer s'explique par la nature même des deux substrats. La digestion des boues seules est connue et bien maîtrisée depuis longtemps et offre une très bonne stabilité biologique, par contre, la digestion des ROTS seuls est moins connue et beaucoup moins stable due à la variabilité de sa composition. Le choix repose donc sur l'utilisation des boues comme tampon et stabilisateur à la réaction pour maximiser les chances d'une bonne digestion durant les premières années. Le rapport Solinov, présenté à l'appendice 10, rapporte que le recyclage des digestats serait possiblement plus simple si la digestion était séparée puisque la présence des boues de la STEU dans le digestat réduit jusqu'à 40 % les surfaces de terres réceptrices dans la région. Le guide de recyclage des MRF limite le recyclage des boues municipales à des cultures non destinées à la consommation humaine. C'est donc une avenue d'optimisation à être envisagé lors de la phase II, dans le cas où, le recyclage des digestats ne rencontre pas les objectifs de qualité du digestat fixés.

Un procédé d'hydrolyse thermique (PHT) a également été analysé pour possiblement permettre de traiter dès la phase I tous les ROTS et les boues. Ce procédé promet de prétraiter la matière organique, ROTS et boues, pour ainsi réduire le temps nécessaire en biométhanisation. Le procédé utilise le principe d'explosion à la vapeur et permet de réduire les macromolécules en molécules plus simples et plus facilement biodégradables. Les bénéfices promis par ce type de technologie sont une meilleure déshydratation post-digestion, une plus grande production de biogaz, un digestat sans pathogènes ainsi qu'un besoin moindre en volume de réacteur. La raison principale pour laquelle cette technologie n'a pas été retenue est son coût d'investissement et sa consommation importante de vapeur. Pour respecter le cadre budgétaire, cette technologie n'est pas envisagée lors de la phase I. De plus, il y a très peu de références dans le monde qui utilisent cette technologie pour le traitement des ROTS et les boues combinées. Toutefois, lors d'une seconde phase d'investissement, il serait possible d'envisager l'ajout d'un PHT plutôt que d'augmenter le volume de réaction des biométhaniseurs.

Plusieurs choix technologiques du CBAQ sont motivés par l'obtention d'un digestat de bonne qualité. La biométhanisation permet d'influencer la qualité du digestat au niveau des odeurs, des pathogènes et des corps étrangers. En biométhanisation, la réduction des pathogènes s'accroît avec l'augmentation de la

température de traitement et/ou le temps de résidence. Sur le plan des odeurs, le digestat est automatiquement classé selon le guide des MRF comme O2, mais l'optimisation de la digestion et un contrôle accru sur celle-ci permettrait d'obtenir un digestat de meilleure qualité, qui après une série d'évaluation pourrait être reclassé dans la catégorie O1 facilitant ainsi son recyclage agronomique. Les corps étrangers permettent de restreindre l'usage ou non du digestat. Par corps étrangers, nous entendons tout corps étranger de plus de 25 mm ou tout corps étranger tranchant de plus de 3 mm ou tout plastique et polystyrène supérieur à 5 mm. Le CBAQ est muni d'hydropulpeurs et d'hydrocyclones qui permettent de retirer les rejets lourds (sable, verre, cailloux) et les rejets légers (plastique, polystyrène) visant une classification E1, facilitant ainsi le recyclage du digestat.

Les avantages et inconvénients des différents types de digestion sont énumérés dans le tableau suivant.

Tableau 5: Comparaison des technologies de biométhanisation

Choix technologique en digestion anaérobie	Avantages	Inconvénients
Liquide (infiniment mélangé)	<ul style="list-style-type: none"> Opération simple Effet tampon permettant des charges variables Permet le retrait de contaminants par flottaison 	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention hydraulique élevé (réservoir plus grand) Sédimentation
Solide (ex. : avec injection de biogaz)	<ul style="list-style-type: none"> Faible consommation d'eau Robuste aux corps étrangers Bon mélange des MO Fonctionne à haute siccité (+35 % ST) 	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance au niveau de l'injection de biogaz Mauvais fonctionnement sous 20 %ST

Tableau 6: Comparaison des températures opérationnelles de biométhanisation

Température de digestion	Coûts de chauffage	Stabilité biologique	Temps de rétention	Volume des réacteurs	Réduction des pathogènes
Psychrophile	-	++	-	-	+
Mésophile	--	+	+	+	++
Thermophile	---	-	++	++	+++

Les biométhaniseurs seront mésophiliques et de type infiniment mélangé. Le choix de l'agitation reste ouvert et peut être fait de façon mécanique avec une hélice verticale ou horizontale, par injection de

biogaz sous forme de « Jet mixer » ou « Canon mixer », ou par recirculation. L'agitation devra assurer un volume actif minimal de 90 % pour éviter la sédimentation des sables fins dans les biométhaniseurs.

La digestion mésophile a été retenue puisque la nature exacte des ROTS n'est pas connue, ni la concentration en azote ammoniacal généré durant la digestion. Il sera avantageux d'utiliser un biométhaniseur à plus basse température et qui offrira une stabilité biochimique palliant à la variabilité des intrants lors de la montée en charge des premières années.

En phase I, les 15 000 m³ de biométhaniseurs sont conçus pour traiter la totalité de la charge organique des ROTS attendue entre 2018 et 2022, en prévoyant un taux de charge organique oscillant entre 3 et 4 kg STV/m³-jour. Pour pallier au manque à gagner occasionné par la montée en charge de la collecte et la réception des ROTS, une fraction des boues de déshydratation primaire sera utilisée pour combler cette charge organique manquante et ainsi optimiser l'utilisation des 15 000 m³ de biométhanisation installés.

Ainsi, à mesure que la réception des ROTS croît, les boues pasteurisées pour le recyclage augmentent.

À la phase II du projet, soit de 2023 à 2038, la capacité de biométhanisation sera augmentée pour traiter par digestion anaérobie la totalité du tonnage des matières organiques, ROTS et boues de la STEU. C'est pourquoi la quantité des boues pasteurisées tombe à zéro en mai 2023.

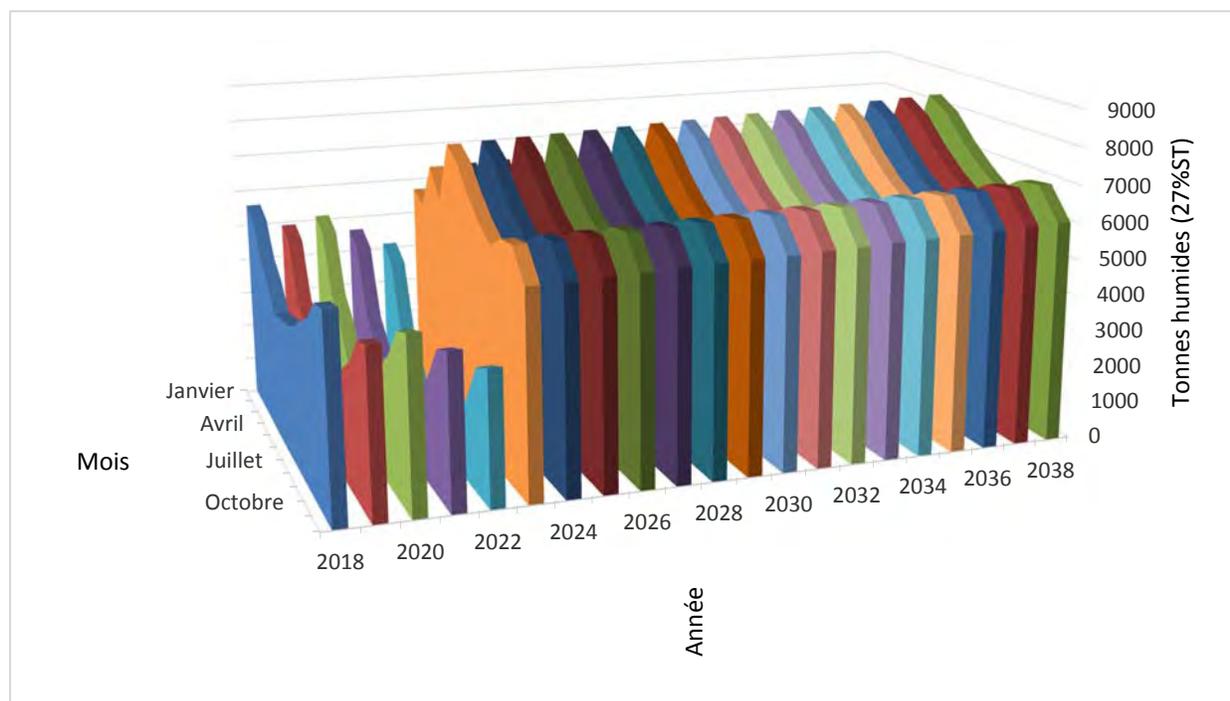


Figure 7 : Quantité de la boue déshydratée vers le biométhaniseur

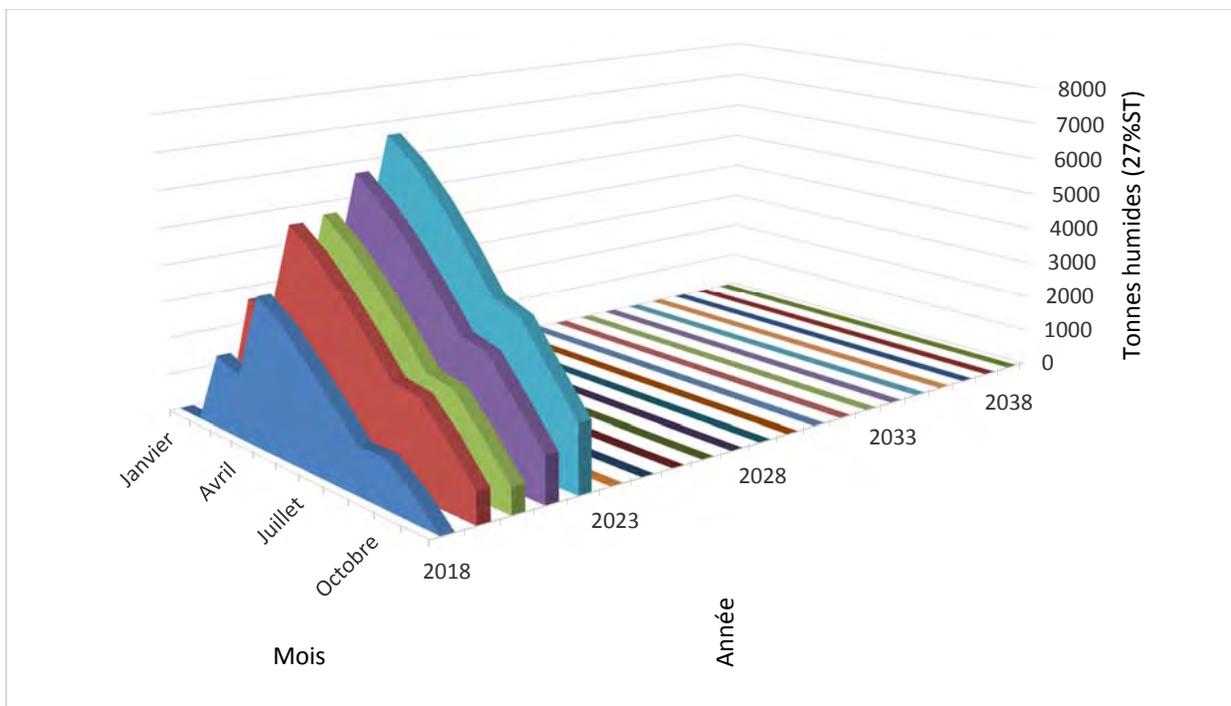


Figure 8 : Quantité de la boue pasteurisée et déshydratée vers le recyclage

Étant donné que le contenu des biométhaniseurs (ROTS et boues) n'est pas considéré comme une matière dangereuse au sens de la loi sur la qualité de l'environnement, nous ne préconisons pas une stratégie de confinement complet du contenu des biométhaniseurs. Par contre, les biométhaniseurs sont entourés d'une dalle de propreté permettant un drainage de toutes fuites potentielles vers un puisard de pompage. Il est prévu que dans l'éventualité d'une vidange de digesteur, le contenu serait pris en charge par les unités de déshydratation secondaire et le traitement des eaux du CBAQ.

Philosophie de redondance:

L'utilisation de plus d'un biométhaniseur est nécessaire vu la quantité de matière à traiter. Puisque 15 000 m³ de réaction est nécessaire dès le départ et qu'il n'est pas souhaitable de construire un biométhaniseur de cette envergure, il est recommandé plutôt d'en construire trois (3) de 5 000 m³. Ces trois biométhaniseurs identiques offrent une versatilité quant à l'alimentation du système, une certaine redondance et la possibilité de ré-inoculer un biométhaniseur avec le contenu d'un autre. De plus, il est possible de moduler quelque peu les temps de rétention pour aller chercher une certaine redondance additionnelle.

3.6.6 Traitement d'eau

Le procédé de conditionnement des ROTS par hydropulpeurs est un procédé qui opère en diluant la matière organique assurant ainsi une qualité optimale des ROTS conditionnés. Ce procédé a pour effet de générer une importante quantité d'eau à gérer en prenant comme hypothèse que l'eau requise pour l'enlèvement des matières indésirables fines n'est pas recyclée à l'intérieur du procédé. Les boues de la station d'épuration (STEU) ont aussi un apport significatif au bilan global de l'eau. Le schéma suivant illustre l'interface d'eau entre le CBAQ et la STEU.

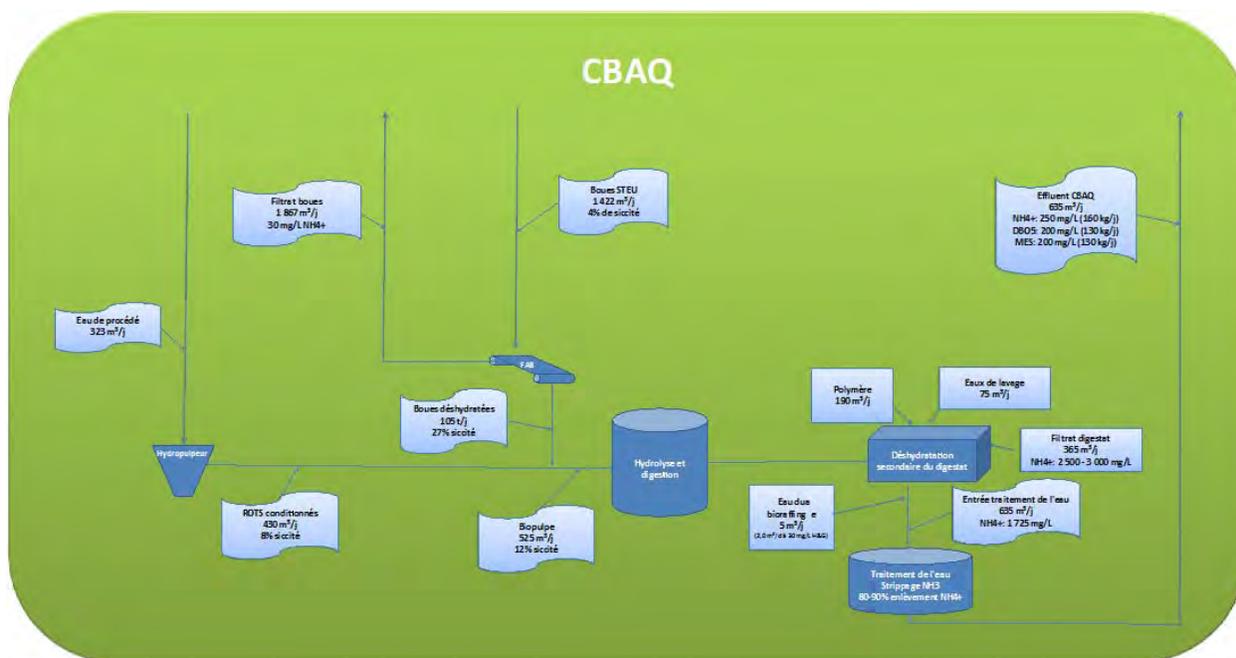


Figure 9 : Bilan sommaire phase I de l'eau du procédé de biométhanisation (appendice 18)

Selon le bilan d'eau, il est clair qu'un important volume d'eau sera à rejeter au réseau d'égout, ou directement à la STEU ou à l'émissaire au fleuve, et ce, même si la recirculation de l'eau à l'intérieur du procédé est envisagée (400 m³/j sur un total d'environ 3 600 m³/j à disposer). Le procédé de traitement à la STEU est composé d'un traitement primaire de dégrillage/dessablage et décantation primaire suivi d'une épuration secondaire composée de biofiltres et d'une décantation secondaire. Selon le personnel technique de la STEU, la chaîne de traitement n'est pas en mesure de traiter l'azote ammoniacal (NH₄⁺). Ainsi, toute charge additionnelle peut potentiellement se traduire en une augmentation de la concentration de l'azote ammoniacal à l'effluent. Actuellement, il n'y a aucune norme quant au NH₄⁺ à l'effluent. Cependant, depuis janvier 2014, la STEU est tenue de réaliser des tests de toxicité aux truites et aux daphnies sur l'effluent concentré. Jusqu'à présent, certains épisodes de toxicité ont été répertoriés. L'équipe de la Ville, chargée de l'exploitation de la STEU, analyse actuellement le dossier

pour identifier la source de cette toxicité. Le NH_4^+ est un suspect vu sa toxicité reconnue, surtout à un pH élevé.

L'enjeu principal relié au rejet des eaux du CBAQ est l'azote ammoniacal. La stratégie de gestion et de traitement des eaux a donc été élaborée sur la base de cet enjeu.

Dans un contexte où la STEU voit son effluent toxique à l'occasion, il va de soi que le CBAQ doit minimiser l'impact sur l'augmentation de la concentration de l'azote ammoniacal à l'effluent de la STEU. Un traitement partiel au CBAQ visant une réduction de 80 à 90 % de la charge est envisagé.

3.6.6.1 Boues de la STEU

Les boues de la station d'épuration sont épaissies par des épaississeurs statiques à une siccité variant de 5 à 7 % puis elles sont actuellement acheminées à une siccité de 4% à la station de traitement des boues (STB). Elles subissent une dilution additionnelle au refoulement des pompes de la STEU pour faciliter leur transport vers la STB. En considérant l'incitatif d'opérer la digestion à une siccité la plus élevée possible pour optimiser la taille des biométhaniseurs, entre autres, et sachant que le conditionnement doit s'opérer à faible siccité pour améliorer la qualité des ROTS conditionnés, il a été décidé de déshydrater les boues de la STEU pour contrôler la siccité du mélange biopulpe à l'entrée des biométhaniseurs. L'eau issue de la déshydratation des boues est d'une qualité telle qu'elle ne présente pas d'enjeu particulier à la STEU. Le contenu en azote ammoniacal est faible et fait partie du bilan actuel de la STEU. En retournant le filtrat de la déshydratation des boues à la STEU, la situation actuelle serait maintenue. Ce serait le statu quo.

3.6.6.2 Filtrat du digestat

Le filtrat du digestat issu du procédé de biométhanisation est fortement chargé en NH_4^+ (3 000 mg/L NH_4^+). Avec de telles teneurs, l'impact sur la station d'épuration de la Ville (STEU) est significatif, occasionnant une possible hausse de la concentration de l'azote ammoniacal à l'effluent de la STEU de 25 à 50 %.

3.6.6.3 Traitement de l'azote ammoniacal

3.6.6.3.1 Traitement biologique

Typiquement, au Québec, le traitement biologique est utilisé pour réduire l'azote ammoniacal dans les eaux usées. Le processus se déroule généralement en deux étapes, soit la nitrification suivie de la dénitrification. Le résultat est la libération de l'azote gazeux à l'atmosphère. Dans le cas d'une eau chargée en azote ammoniacal (> 1 000 – 1 500 mg/L), des souches bactériennes spécifiques peuvent être utilisées, soit les bactéries responsables de la réaction Anammox (anaerobic ammonia oxydation). Ces souches tolèrent des teneurs en NH_4^+ bien supérieures à la biomasse conventionnelle et utilisent un processus simplifié de nitrification et dénitrification.

Le processus Anammox se veut un raccourci dans le cycle naturel de l'azote. En combinaison avec la nitrification, les bactéries ANAMMOX® transforment l'ammonium (NH_4^+) directement en azote gazeux, et

ce, sans avoir recours à la formation des nitrates. Il en résulte une dénitrification utilisant moins d'oxygène et ne nécessitant pas l'ajout d'une source de carbone (méthanol par exemple).

Parmi les avantages de l'utilisation des souches Anammox, notons :

- Adaptée aux fortes teneurs en NH_4^+ ; Pas de consommation de source de carbone;
- Plus faible consommation d'oxygène;
- Faible production de boues;
- Rendements attendus: 80-90% d'enlèvement du NH_4^+ .

Cependant, les inconvénients suivants sont notés. Ces éléments s'appliquent aussi au traitement biologique conventionnel :

- Technologie peu éprouvée sur des applications similaires;
- Procédé biologique fragile aux fluctuations de procédé;
- Délais plus importants au démarrage (atteinte des performances);
- Investissements importants;
- Aucune récupération des nutriments (N_2 à l'atmosphère).

À titre d'exemple, deux fournisseurs ont fourni des propositions préliminaires pour un système biologique conventionnel par RBS et l'autre, pour un système utilisant la souche Anammox. Le tableau suivant donne les principaux éléments de conception.

Tableau 7 : Comparaison entre le traitement biologique conventionnel et le procédé Anammox

	RBS conventionnel	Anammox
Volume de réacteur (excluant 10 000 m ³ de volume d'égalisation – procédé batch)	16 200 m ³ (excluant 10 000 m ³ de volume d'égalisation – procédé batch)	2 650 m ³
Temps de rétention au débit moyen	10 jours	2,6 jours
Puissance installée	Surpresseurs : 820 kW Mélangeurs : 477 kW	Surpresseurs : 224 kW Mélangeurs : 60 kW
Rendement anticipé (% enlèvement NH_4^+)	85-90 %	85-90 %
Délais de démarrage (atteinte des performances)	6 à 9 mois	4 à 6 mois (lorsque le système est inoculé avec les souches Anammox)

3.6.6.3.2 Traitement physico-chimique

Le procédé de stripage du NH_4^+ fonctionne selon le principe de conversion de la forme ionique de l'azote ammoniacal (NH_4^+) en sa forme gazeuse (NH_3) en haussant le pH à l'aide d'un alkali :

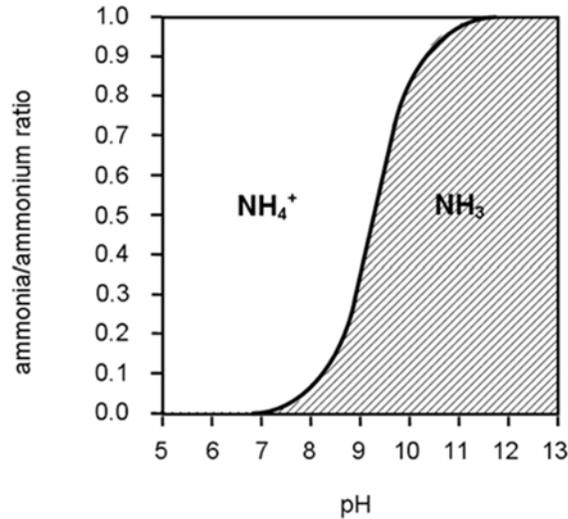


Figure 10 : Conversion de la forme ionique de l'azote ammoniacal en ammoniaque gazeuse en fonction du pH.

Lorsque la conversion est complétée, l'eau est introduite dans une tour avec un garnissage à travers lequel un débit d'air capte le NH_3 et l'extirpe de l'eau. Le fonctionnement à température élevée (50 – 80°C) augmente les performances du système.

On retrouve ce principe dans plusieurs applications similaires, en Europe principalement. Le procédé offre les avantages suivants :

- Performance éprouvée pour le traitement des eaux très concentrées en NH_4^+ ;
- Plus compact et investissement plus faible;
- S'ajuste aux fluctuations de la qualité et quantité d'eau à traiter;
- Démarrage immédiat et performance rapidement atteinte;
- Facile à automatiser;
- Réduction des GES via la récupération des nutriments;
- Revenus possibles de la commercialisation du sulfate d'ammonium liquide (marché à développer).

L'inconvénient majeur du procédé conventionnel de stripage est sa consommation des quantités importantes de produits chimiques. Ces réactifs sont requis d'une part, pour hausser le pH de l'eau à traiter pour atteindre un pH supérieur à 10 – 10,5 et d'autre part, pour produire le sulfate d'ammonium. L'alkali le plus couramment utilisé est la soude caustique (NaOH). Le dosage dépendra de l'alcalinité de l'eau à traiter. Typiquement, l'alcalinité d'un digestat provenant du traitement de ROTS peut varier de 5 000 mg/L CaCO_3 à plus de 30 000 mg/L CaCO_3 . Une valeur moyenne 11 000 à 12 500 mg/L CaCO_3 a

été retenue pour le projet, en concordance avec les données de l'usine de Harvest Power à London en Ontario. À cette concentration, un dosage théorique de l'ordre de 4 000 mg (NaOH 100%)/L serait requis pour obtenir un pH de 10,3. Une concentration significative de l'ion sodium (Na) est ainsi ajoutée à l'eau. Une faible concentration d'ion sodium, 200 ppm, est bénéfique à la biométhanisation, mais une forte charge, supérieure à 3 500 ppm, est toxique pour les bactéries puisque le sodium interfère avec certains paramètres métaboliques et les bactéries meurent si elles ne peuvent s'adapter assez rapidement.

Alors que l'enlèvement du NH_4^+ aqueux converti en NH_3 gazeux se fait par le transfert physique de l'azote ammoniacal de l'eau vers le débit d'air insufflé à l'intérieur de la tour de contact, l'air chargé en NH_3 doit à son tour soit être rejeté à l'atmosphère, soit être lavé pour éliminer cette charge. Dans le cadre du projet CBAQ, le rejet à l'atmosphère n'a pas été envisagé compte tenu de la proximité du CBAQ avec le milieu urbain. L'alternative est donc de procéder au lavage acide de l'air à l'aide d'acide sulfurique qui permet de convertir le NH_3 en une solution liquide de sulfate d'ammonium. Le sulfate d'ammonium est un engrais reconnu dans le milieu agricole et pourrait permettre un revenu potentiel au cours de la durée de vie du projet CBAQ, selon les perspectives de marché au Québec pour un tel produit.

3.6.6.4 Recirculation de l'eau à l'intérieur du procédé de biométhanisation

Les principales composantes du procédé de biométhanisation nécessitant un apport en eau sont les suivantes :

- Le conditionnement des ROTS (production des ROTS conditionnés);
- Le lavage des filtres (déshydratation des boues et du digestat);
- La préparation du polymère (pour la déshydratation);
- Autres apports mineurs.

Ces différentes étapes requièrent diverses qualités d'eau. Par exemple, la préparation du polymère nécessite une eau de qualité, comme l'eau de l'aqueduc alors que les filtres à bande de la STB peuvent accepter une qualité d'eau telle que l'eau de l'effluent final de la STEU. Le seul endroit envisageable pour la recirculation d'un volume significatif d'eau de procédé serait donc au conditionnement des ROTS.

Les eaux de la déshydratation primaire pourraient facilement être utilisées pour la production des ROTS conditionnés. La teneur en solides et en DBO n'est pas problématique pour le procédé de biométhanisation, au contraire. L'enjeu en biométhanisation est l'accumulation de l'azote ammoniacal qui, si non contrôlé, peut rapidement atteindre des concentrations toxiques pour les bactéries. Aux teneurs moyennes de l'ordre de 30 à 40 mg/L en NH_4^+ , l'accumulation dans les biométhaniseurs n'est pas problématique. L'inhibition ammoniacale sur la biométhanisation peut causer des pertes de rendement à des concentrations de NH_4^+ au-delà de 3 000 mg/L.

La situation est toute autre dans le cas du filtrat du digestat. Aux teneurs anticipées (3 000 mg/L), il n'est pas possible de recirculer ce filtrat à l'intérieur du procédé sans occasionner à court terme, une

accumulation toxique à l'intérieur du biométhaniseur. Ne pouvant pas envisager le rejet tel quel à la STEU, il est nécessaire de réduire autant que possible la concentration de NH_4^+ dans le filtrat du digestat avant d'envisager quelque avenue de disposition que ce soit.

Le traitement physico-chimique présente une solution optimale pour la réduction des teneurs en NH_4^+ . Avec un enlèvement de l'ordre de 80 à 90 %, il serait possible d'envisager une recirculation de l'effluent traité du CBAQ à l'intérieur du procédé de l'ordre de 80 à 90 %. Cependant, le dosage significatif de NaOH pour traiter l'eau par stripage pose un problème à la recirculation. L'accumulation du sodium (Na) rendrait le milieu des biométhaniseurs toxique pour les bactéries, et ce, à très court terme. Il n'est donc pas envisageable de recirculer l'eau traitée par stripage conventionnel.

3.6.6.5 Procédé retenu

L'étude a certainement permis de faire le tour des technologies applicables pour l'enlèvement du NH_4^+ et a mis en évidence la limite de 80 à 90 % d'enlèvement de ce paramètre pour demeurer à l'intérieur de la meilleure technologie disponible et du cadre budgétaire, principe reconnu par le MDDELCC lors de l'établissement de ses objectifs environnementaux de rejet. Ainsi, les deux familles de procédés, soit le traitement biologique et le traitement physico-chimique, répondraient à ce critère.

Le procédé de traitement d'eau a été sélectionné sur la base des paramètres suivants :

- Investissement le plus faible possible;
- Robustesse du procédé face aux variations des intrants (qualité et quantité du digestat);
- Démarrage rapide du procédé;
- Fiabilité au niveau des performances;
- Empreinte au sol restreinte.

Le procédé physico-chimique par stripage de l'azote ammoniacal répond à l'ensemble des paramètres d'analyse. Le tableau ci-dessous résume les éléments comparatifs des deux familles de technologies, biologiques et physico-chimiques.

Tableau 8 : Comparaison traitement biologique et traitement physico-chimique

	Traitement biologique	Traitement physico-chimique
Coûts en capital	--	+
Coûts d'opération	+	--
Robustesse du procédé face aux variations des intrants (qualité et quantité du digestat)	--	+++
Démarrage rapide du procédé	---	+++
Fiabilité au niveau des performances	+	++
Empreinte au sol restreinte	---	+++
Références dans des applications similaires	+	++

Les (+) de ce tableau représentent des bienfaits en fonction de la catégorie et les (-) sont des points faibles du procédé. Le procédé qui a le plus grand nombre de (+) est considéré comme meilleur que l'autre et le contraire pour le nombre de (-).

La technologie physico-chimique éprouvée pour des applications similaires demeure le stripage à l'azote avec dosage d'alkali pour l'ajustement du pH. Il s'agit du procédé qui présente actuellement les coûts d'immobilisation les plus faibles, le meilleur contrôle sur les paramètres d'opération et les meilleures références pour des projets similaires. Malgré le fait que le dosage de NaOH à l'intérieur du procédé rende impossible la recirculation de l'eau traitée à l'intérieur du procédé, cette technologie a été retenue pour l'estimation du projet dans le cadre de l'étude.

Comme la recirculation est identifiée comme une avenue souhaitable pour réduire l'impact des rejets sur la STEU, une recherche de fournisseurs potentiels pour une technologie alternative au stripage avec dosage d'alkali a été entamée. Il est recommandé de poursuivre les recherches de cette alternative en vue d'optimiser le projet. Ces technologies reposent sur le dégazage du CO₂ présent dans le filtrat du digestat pour hausser le pH de l'eau avant et/ou pendant le stripage du NH₃. Étant donné que le pH optimal de 10 et plus ne peut être atteint de cette façon, le procédé nécessite des temps de réaction plus longs et les équipements sont généralement plus coûteux, bien que passablement moins dispendieux que le traitement biologique. Cependant, les fournisseurs prétendent des rendements similaires au stripage conventionnel.

Ces technologies semblent prometteuses, mais quelques questions importantes demeurent avant de recommander l'implantation d'une telle technologie :

- Peut-on comparer les domaines d'application au projet CBAQ avec un niveau de confiance acceptable?
- Peut-on s'attendre à un rendement stable sachant que la hausse du pH dépend de l'équilibre calco-carbonique du filtrat qui peut être appelé à varier selon les intrants?

3.6.7 Énergie

Suite à l'analyse des disponibilités de la vapeur de l'incinérateur rejetée actuellement à l'atmosphère, il est retenu d'utiliser une partie de cette énergie pour préchauffer les ROTS conditionnés (Scénario B) ou de l'eau de dilution (Scénario A).

Cette stratégie est utilisée pour les deux scénarios (A ou B) afin d'effectuer un transfert thermique de l'incinérateur vers le CBAQ, en utilisant les deux conduites actuelles de 150 mm de diamètre qui relie la STEU et l'incinérateur. Ces deux conduites sont actuellement utilisées pour la canalisation des boues et d'eau de lavage des filtres et seront abandonnées en raison du déplacement de la déshydratation des boues vers le CBAQ.

La production de biogaz par le procédé de biométhanisation générera entre 142 000 et 259 000 GJ/an de 2018 à 2038, en fonction des tonnages traités au CBAQ. Cette énergie est combinée à l'énergie provenant de l'incinérateur et amenée au CBAQ via les conduites actuelles liant l'incinérateur et la STEU pour les phases I et II, ou via un nouveau réseau vapeur/condensat qui pourrait être mis en place suite à l'évaluation d'opportunités futures.

À l'aide d'un modèle de consommation d'énergie horaire, nous avons établi les quantités d'énergie à prévoir pour le projet. Les sources d'énergie thermique selon les différents scénarios sont telles que décrites dans la figure suivante.

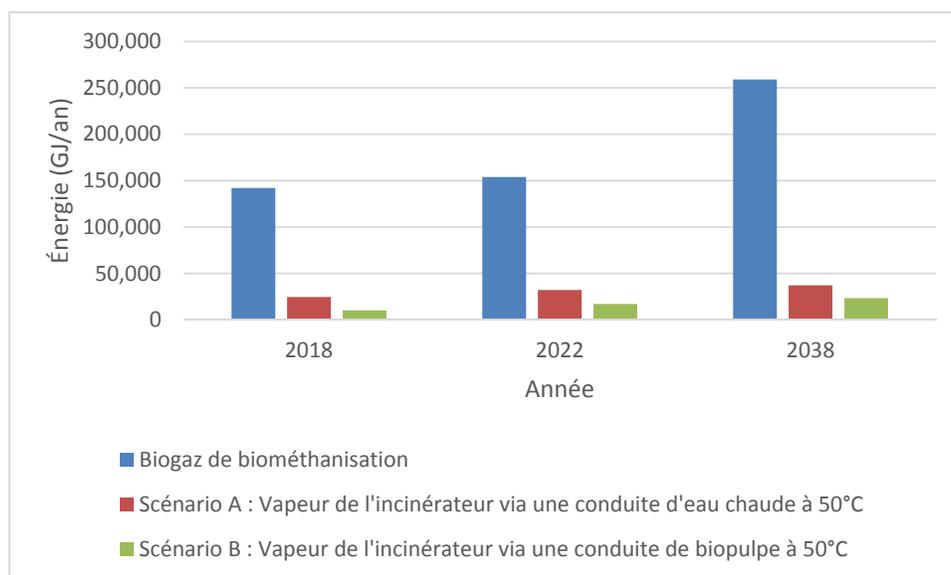


Figure 11: Sources d'énergie pour le CBAQ

La consommation de gaz naturel est ponctuelle et servira comme soutien à des périodes de non-production ou de brûlage de biogaz. On estime la consommation de gaz naturel à 50 000 Nm³/an de gaz naturel ou l'équivalent de 1860 GJ/an.

On utilise également de l'énergie électrique pour la motorisation de tous les moteurs, pompes et compresseurs du projet.

3.6.7.1 Énergie eau chaude et biométhane

Suite à l'analyse de plusieurs scénarios de production d'énergie, les deux extrants énergétiques du projet sont de l'eau chaude à 90°C et 45°C et du biométhane. L'eau chaude servira à chauffer les différentes parties des installations et le biométhane sera injecté dans le réseau de gaz naturel.

L'énergie thermique est utilisée dans le procédé pour les fonctions suivantes:

- Chauffage de l'eau de dilution la préparation des ROTS conditionnés;
- Chauffage de la biopulpe et des boues avant d'être alimenté au biométhaniseur;
- Pasteurisation des boues primaires à disposer;
- Chauffage de l'eau servant à la fabrication de polymère;
- Chauffage de l'eau à traiter via le procédé de stripages;
- Chauffage de l'eau de procédé pour le nettoyage des fosses, camions et planchers;
- Chauffage des bâtiments.

Il est à noter que le scénario de référence utilisait toute l'énergie du biogaz pour sécher les digestats produits dans des séchoirs à contact indirect. Environ 50 % de l'énergie résiduelle provenant de la récupération des vapeurs d'eau des séchoirs est récupérée et transformée en énergie thermique. Cette chaleur était canalisée via un réseau urbain d'eau chaude vers des utilisateurs d'énergies fossiles en chauffage situés à moins de 2 km du CBAQ. (STEU et client institutionnel potentiel).

L'utilisation de tout le biogaz pour le séchage des boues permet seulement de récupérer une énergie thermique de faible valeur calorifique qui doit être utilisée au rythme de la production et non en fonction des utilisateurs. Ainsi, la production maximale en mai de boues génère une quantité importante de biogaz difficilement exportable en énergie thermique d'été, là où la consommation énergétique est plus faible.

Cependant, l'analyse des coûts et contraintes de cette option, en comparaison à la production de biométhane et l'injection dans le réseau de gaz naturel, a démontré les nombreux avantages à la production de biométhane :

- Coûts moindres que le scénario de référence (séchage des boues avec biogaz);
- Réduction accrue des émissions GES;
- Potentiel d'utilisation du biométhane comme carburant de véhicule par la Ville de Québec via le réseau de gaz naturel de Gaz Métro où est injecté le biométhane produit par le CBAQ;
- Plus grande facilité d'expansion de production d'énergie renouvelable par le biométhane que par un réseau d'eau chaude;
- Possibilité d'utilisation du biométhane produit partout au Québec.

Le recyclage thermique initial permettait de réduire de 3704 tonnes équivalentes de CO₂/an en combustibles fossiles et représentait plus de 50 % des objectifs de réduction de GES du projet sur les données 2018.

Le scénario retenu de disposition des digestats déshydratés sans séchage permet d'atteindre et de dépasser les objectifs de réduction de GES en générant plus de biométhane pour injection dans le réseau de GN. Il est important de saisir que tout le biométhane produit peut être injecté dans le réseau de

gaz naturel et générer une réduction de GES contrairement au réseau urbain qui est limité par la consommation du moment de l'utilisateur.

L'énergie consommée par le procédé et raffinée en biométhane à injecter dans le réseau est décrite dans la figure suivante:

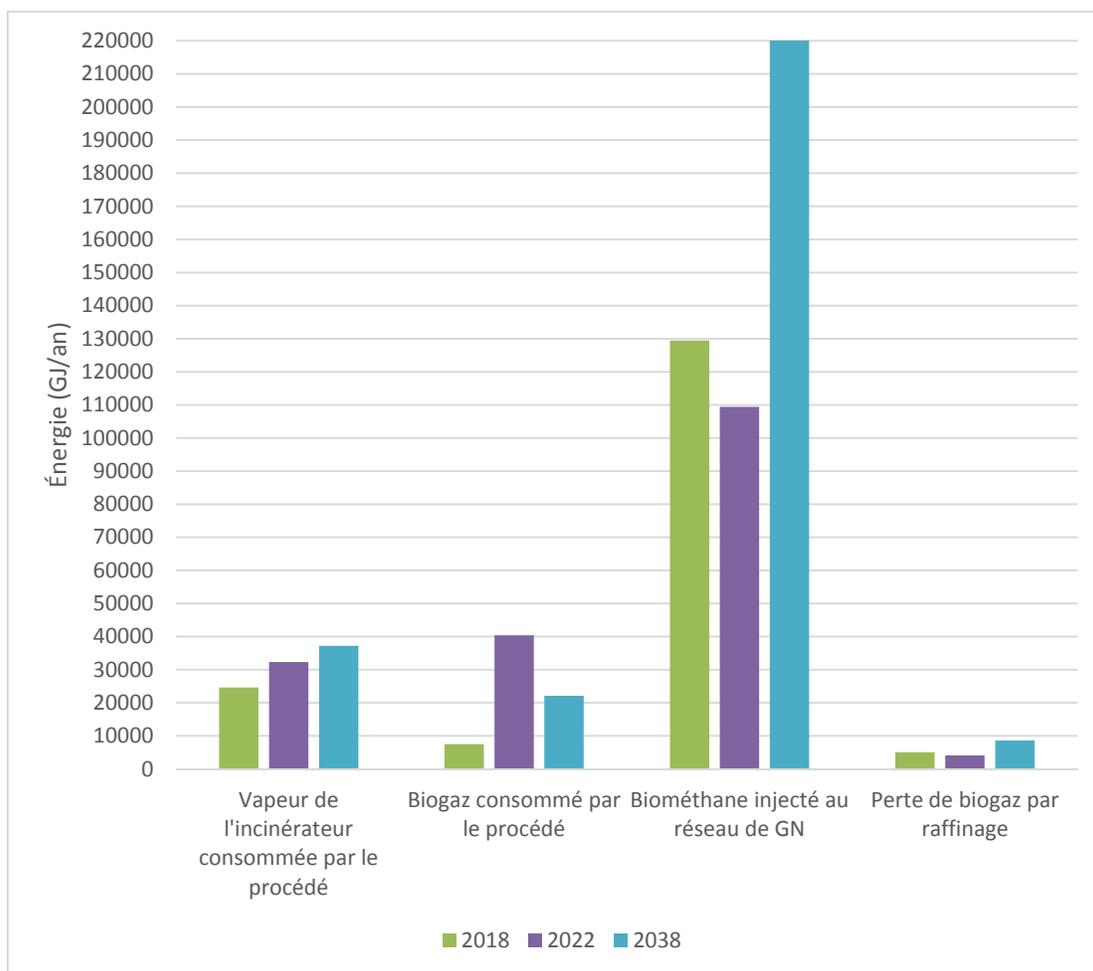


Figure 12: Profil énergétique d'utilisation estimé du CBAQ -Scénario A

Pour le scénario A, il y a eu modification du calcul énergétique due à la modification du calcul de la perte de chaleur dans la conduite de FRP entre l'incinérateur et le CBAQ. Cette modification engendre une diminution de la consommation de vapeur ainsi qu'une augmentation de la quantité de biométhane vendu à Gaz Métro. Pour le scénario B, il n'y a eu aucun changement.

Au final, l'économie additionnelle pour le scénario A est de l'ordre de 42 000 \$ en 2018 et 193 000 \$ en 2038 ce qui représente 0,4 % de l'OPEX en 2018 et 1,1 % de l'OPEX en 2038.

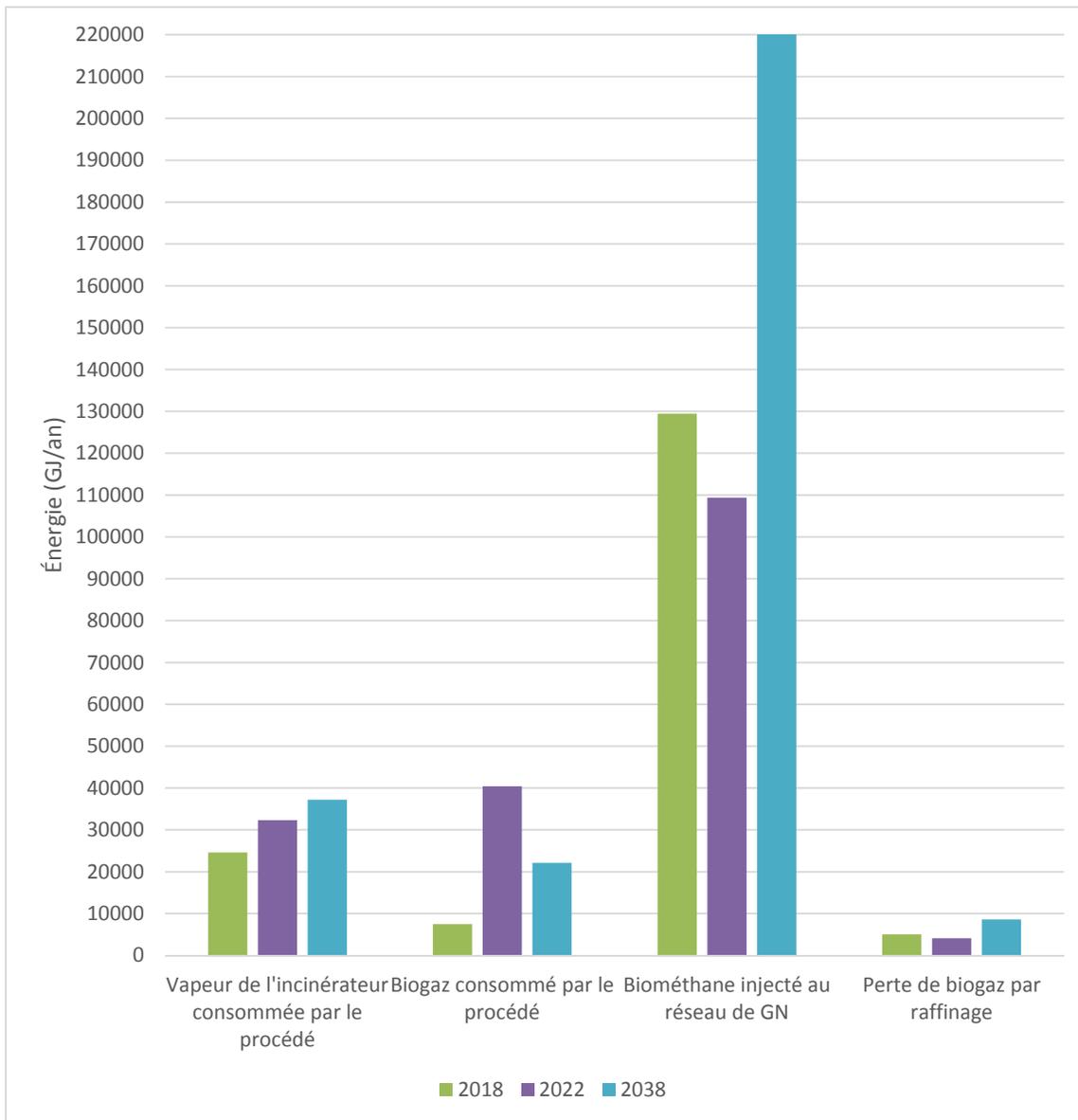


Figure 13: Profil énergétique d'utilisation estimé du CBAQ -Scénario B

À noter qu'en 2022, soit la fin de la phase I, il est prévu d'injecter moins de biométhane au réseau, car le biogaz est utilisé pour la pasteurisation des boues divergées.

Dans tous les scénarios retenus, l'énergie actuellement disponible à l'incinérateur est valorisée au lieu d'être rejetée à l'atmosphère. La quantité actuelle d'énergie rejetée à l'atmosphère représente plus de trois (3) fois les besoins des installations de biométhanisation.

Philosophie de redondance :

Le choix de considérer une capacité de 150 % de la charge courante pour la somme des trois chaudières permet une redondance d'une des chaudières en temps normal d'opération. Cette redondance garantit la possibilité d'un entretien sur une des trois chaudières en opération normale.

On retrouve pour les systèmes de pompage des caloporteurs des réseaux d'échanges thermiques, une redondance complète (pompe en opération + pompe de rechange).

3.6.8 Traitement du biogaz

Le biogaz est un mélange de gaz composé majoritairement de méthane, de dioxyde de carbone et de trace de sulfure d'hydrogène. Avant d'être injecté dans le réseau de gaz naturel, le biogaz doit donc être traité pour en retirer au maximum les composés autres que le méthane.

Épuration primaire:

Le sulfure d'hydrogène étant un composé corrosif pouvant générer des difficultés d'extraction pour certains procédés de traitement du biogaz, il est nécessaire de l'extraire en premier lieu. Cependant, certaines technologies d'épuration secondaires (extraction du dioxyde de carbone) sont moins sensibles à la présence de sulfure d'hydrogène et une épuration primaire n'est alors pas primordiale, car pris en charge par l'épuration secondaire.

Il existe principalement deux types de technologie d'extraction du sulfure d'hydrogène soit, les procédés d'adsorption et les procédés biologiques.

Les procédés d'adsorption utilisent des médias solides disposés dans une colonne dans laquelle on fait passer le biogaz. Ce procédé est adaptable à des concentrations élevées en sulfure d'hydrogène dans le gaz et permet donc une plus grande flexibilité.

Les procédés biologiques utilisent plutôt l'activité de micro-organismes qui sont disposés sur des supports bactériens, eux-mêmes disposés dans des colonnes à garnissage. Ce type de procédé permet moins de flexibilité puisque les bactéries sont affectées par la variabilité de la concentration et du débit de sulfure d'hydrogène.

Le tableau suivant compare les deux types de technologies:

Tableau 9 : Comparaison des technologies d'adsorption et biologiques

Type de technologies	Flexibilité d'opération	Coût d'investissement	Coût d'opération
Biologique	-	-	+
Adsorption	+	+	-

Pour la plus grande flexibilité et moindre coût qu'offre le procédé d'adsorption, celui-ci a été privilégié pour le CBAQ. De plus, le traitement biologique est incompatible avec la valorisation du biométhane au réseau, car il introduit de l'azote dans le biogaz, un indésirable pour la valorisation au réseau.

Cependant, il est à noter que les coûts d'investissements et d'opérations du procédé d'épuration primaire pourraient être économisés selon le choix de la technologie d'épuration secondaire.

Épuration secondaire:

L'épuration secondaire sert principalement pour l'extraction du dioxyde de carbone. Plusieurs procédés existent et sont disponibles sur le marché. Voici une liste des technologies :

- Lavage à l'eau ou avec solvant;
- PSA (Pressure swing adsorption);
- Membrane.

Toutes ces technologies permettent d'obtenir un biogaz respectant la qualité exigée par le réseau de gaz naturel. Toutes les technologies ont une flexibilité d'opération relativement similaire.

Puisque les coûts d'investissements et d'opérations d'une technologie à l'autre varient seulement légèrement et puisque toutes les soumissions reçues par les différents fournisseurs ne sont que préliminaires et non détaillées, il est impossible à ce stade-ci du processus d'approvisionnement de choisir une technologie plus qu'une autre.

Philosophie de redondance :

En général la philosophie est d'assurer un système d'épuration du biogaz en continu pour répondre à une production de biogaz 24 heures sur 24 et ainsi assurer la génération de revenu du projet.

L'unité d'épuration primaire possède deux (2) colonnes de garnissage permettant le traitement continu du biogaz, et ce, même durant le remplacement du média d'adsorption.

Pour ce qui est de l'épuration secondaire, la stratégie est plutôt d'inclure de la redondance au niveau des équipements qui acheminent le biogaz vers l'unité d'épuration secondaire et le biométhane vers le réseau de gaz naturel. Ainsi, les compresseurs en amont et en aval de l'unité d'épuration secondaire sont en

redondance pour assurer le flux constant de biogaz vers l'épuration secondaire et de biométhane vers le réseau de gaz naturel.

Le fournisseur de l'unité d'épuration secondaire devra garantir une disponibilité de son système, idéalement de 95 %, ce qui commande une certaine redondance au sein de cet équipement.

3.6.9 Traitement d'air

Diverses options sont disponibles pour traiter l'air vicié au CBAQ. Outre le système de laveurs humides retenu pour le CBAQ, la biofiltration, l'oxydation par régénération thermique et le traitement des gaz à l'aide de charbon activé auraient pu être utilisés. Le site choisi pour établir le CBAQ pose des contraintes d'espace limitant le nombre d'options de traitement. Ainsi, en raison du débit d'air devant être traité (plus de 100 000 Nm³/heure), un système de biofiltration aurait nécessité une empreinte au sol largement supérieure à l'espace disponible sur le site, compte tenu des autres équipements qui devaient être installés sur le site. De plus, le taux d'alimentation des matières organiques subit des fluctuations importantes en cours d'année, ce qui aurait pu causer des problèmes de stabilité au niveau de la flore bactérienne utilisée pour procéder à la dégradation des composés odoriférants émis par les opérations du CBAQ. Des considérations climatiques influaient sur le choix du type de système de traitement, le risque de baisse de température en hiver pouvant limiter l'efficacité du système. Un système d'oxydation par régénération thermique aurait pu être considéré, mais les coûts en capital et les frais d'opérations de ce type de système dépassaient les limites budgétaires du projet. Le traitement des gaz à l'aide de charbon activé est rarement utilisé dans des applications nécessitant un débit d'air à traiter aussi important que celui requis pour le CBAQ.

3.6.10 Modélisation des odeurs

Dans une étude d'Odotech de 2012, une modélisation de la dispersion atmosphérique des odeurs du projet CBAQ dans la Baie de Beauport a été effectuée.

Afin d'évaluer le potentiel impact d'odeur du scénario B à la de réception et le conditionnement des ROTS à l'incinérateur, le consortium Roche-Electrigaz a mandaté Odotech pour effectuer une caractérisation et une modélisation de la dispersion atmosphérique des odeurs de l'incinérateur.

Les données recueillies sur le site lors de la campagne de mesure des odeurs en juin 2014 (Odotech, 2014) de même que les données de suivi de Consulair pour 2013 (Consulair, 2014) ont servi de base pour évaluer l'impact olfactif du site. Deux scénarios ont été étudiés, soit la situation actuelle des émissions d'odeur et la situation projetée de réception et le conditionnement des ROTS sur le site de l'incinérateur. Les résultats présentés dans le rapport d'Odotech en appendice 4 indiquent que l'installation du CBAQ respecte les objectifs d'odeur du MDDELCC sur les odeurs perçues présentement à proximité de l'incinérateur.

Philosophie de redondance :

Les tours de lavage utilisées pour faire le traitement de l'air vicié sont des équipements relativement imposants, mais qui comportent peu de pièces mobiles et sont donc peu susceptibles de subir un arrêt critique en raison d'un bris d'équipement. Les éléments pour lesquels une redondance a été établie sont les pompes d'alimentation des produits chimiques requis pour le traitement (acide sulfurique, soude caustique et hypochlorite de sodium) ainsi que les pompes de recirculation de la solution nettoyante dans chaque tour, ces éléments étant les plus susceptibles de subir des bris en cours d'opération.

3.7 Quantification des GES

Le rapport de quantification des GES permet de quantifier les gaz à effet de serre évités par la mise en place du CBAQ. Cette donnée est requise dans le cadre du *Programme de traitement de la matière organique par biométhanisation et compostage* (PTMOBC). Cette mise à jour a été faite en se basant sur les lignes directrices établies par la norme ISO 14064-2 : 2006 et la quantification a été déterminée conformément aux instructions du document intitulé « *Spécifications pour la quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) exigée par le Programme de traitement de la matière organique par biométhanisation et compostage* ». (1)

Le PTMOBC exige que la comptabilisation des émissions soit faite uniquement pour les cinq premières années d'opération du projet. Les puits, sources et réservoirs à considérer sont également spécifiés dans le programme.

Le concept de la quantification est de choisir un scénario de référence qui sert de base de comptabilisation et de le comparer au scénario prospectif qui est l'actualisation du projet.

Le scénario de référence retenu est le statu quo basé sur les estimations de la Ville pour l'année 2015. À cet effet, 7 sources de GES ont été retenues pour la comptabilisation du scénario de référence.

Tableau 10 Description des sources reconnues du scénario de référence

Nom de la source	Description
Production et distribution de carburant	Comprend les activités générant des GES reliées à la production et à la distribution du carburant utilisé pour gérer les matières résiduelles
Collecte, transbordement et transport des matières résiduelles	Combustion de carburant fossile pour transporter les matières résiduelles entre les lieux de collecte et le lieu de traitement
Opération des installations de traitement des matières résiduelles	Comprend la combustion de carburant par les équipements motorisés sur le site ainsi que les émissions de méthane dues à la décomposition anaérobie de la matière organique dans le site
Traitement des eaux	Comprend les émissions de N ₂ O et de méthane

Nom de la source	Description
usées	pouvant être associées à cette opération
Production et distribution de gaz naturel	Comprend les activités générant des GES reliées à la production et à la distribution du gaz naturel utilisé dans le réseau
Consommation de gaz naturel	Comprend les émissions de GES reliées à la combustion du gaz naturel pour des usages divers
Production et transport des engrais	Comprend les émissions de GES associées à la production et au transport des fertilisants synthétiques et la gestion des fertilisants d'origine agricole

La comptabilisation du projet a, quant à elle, été définie à l'aide des informations disponibles sur le projet du CBAQ. Neuf sources de GES ont été reconnues pour la comptabilisation des émissions associées au projet.

Tableau 11 : Description des sources de GES pertinentes à la construction et à l'opération d'une usine de biométhanisation

Sources	Description
Production et distribution de carburant	Comprend les activités générant des GES reliées à la production et à la distribution du carburant utilisé pour gérer les matières résiduelles
Construction ou rénovation des installations de traitement des matières résiduelles	Comprend les activités générant des GES associées à la construction ou à la rénovation du site de traitement des matières résiduelles.
Transport des agents structurants nécessaires au traitement des matières résiduelles	Combustion du carburant fossile entre les lieux de production des matériaux structurants et les installations de traitement
Collecte, transbordement et transport des matières résiduelles	Combustion de carburant fossile pour transporter les matières résiduelles entre les lieux de collecte et le lieu de traitement
Opération des installations de traitement des matières résiduelles	Comprend la combustion de carburant par les équipements motorisés sur le site ainsi que les émissions de N ₂ O dues à l'incinération des matières organiques.
Traitement des eaux usées	Comprend les émissions de N ₂ O et de méthane pouvant être associées à cette opération
Production et distribution de gaz naturel	Comprend les activités générant des GES reliées à la production et à la distribution du gaz naturel utilisé dans le réseau
Consommation de gaz naturel	Comprend les émissions de GES reliées à la combustion du gaz naturel pour des usages divers
Production et transport des fertilisants et engrais	Comprend les émissions de GES associées à la production et au transport des fertilisants

L'ensemble des émissions associées aux sources a été comptabilisé en utilisant des facteurs d'émissions tirés des ouvrages de référence reconnus publiés par Environnement Canada, le Gouvernement du Québec et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Vous trouverez les détails des calculs et des hypothèses dans le rapport complet à l'appendice 8 du présent rapport.

Les tableaux suivants présentent les émissions sur 5 ans du scénario de référence et du projet.

Tableau 12 : Scénario de référence – Émissions totales sur 5 ans dans la situation actuelle

Catégorie	Source	Émissions par GES (en tonnes)			Total Tonnes de CO ₂ eq
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Collecte transbordement et transport des MR	Diésel consommé	5 919,16	0,245	0,336	6 028,34
Opérations du LET	Boues incinérées	N/A	152	76	26 752,00
	Matières organiques incinérées	N/A	N/A	81,4	25 234,00
	Transport cendres	1467,85	0,061	0,083	1 494,92
Utilisation du gaz naturel	Production et distribution	31 293,12	42,22	1,02	32 496,22
	Consommation	302 358,00	5,96	5,64	304 229,95
Gestion des fertilisants	Digestat	1 331,50	0,055	0,0755	1 356,06
	Engrais	532,60	0,022	0,0302	542,42
Production distribution et de carburant	Quantité totale de diésel consommé	914,82	1,23	0,03	949,99
Total		343 817,05	201,79	164,61	399 083,91

Tableau 13 : Projet du CBAQ scénario A – Émissions totales sur 5 ans

Sources	Éléments	Émissions par GES (en tonnes)			Total Tonnes de CO ₂ eq
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Collecte transbordement et transport des MR	Diesel dans les camions	10 331,63	0,43	0,59	10 522,20
Opérations des installations de traitement	Fuite de méthane	N/A	272,17	N/A	5 715,62
	Transport rejets solides	83,98	0,004	0,003	84,87
	Transport cendres	1 329,37	0,05	0,08	1 353,89
	Énergie usine	N/A	N/A	N/A	154,18
	Brûlage des matières organiques	N/A	N/A	36,62	11 351,40
	Brûlage des boues	0	0	0	0
Traitement des eaux de procédé	Traitement de l'eau	N/A	N/A	1,45	448,72
Construction de l'usine	Production et consommation de matériaux	N/A	N/A	N/A	1 068,37
Utilisation du gaz naturel	Production et distribution	28 173,19	38,01	0,92	29 256,34
	Consommation de gaz naturel	272 212,82	5,36	5,07	273 898,13
	Consommation de biométhane	N/A	0,73	0,07	37,96
Gestion des fertilisants	Transport digestat	663,74	0,027	0,038	675,98
	Transport Engrais	348,02	0,014	0,0197	354,44
Production et distribution de carburant	Litres de carburant consommés	722,14	0,97	0,02	749,90
Total		313 864,89	317,78	44,88	335 672,00

Finalement, le tableau suivant présente les émissions ventilées annuellement. Pour avoir le détail des émissions par source et par année, veuillez consulter le rapport complet en appendice 8.

Tableau 14 : Quantification des réductions d'émission de GES du projet

Année	Gaz à effet de serre	Émissions du scénario de référence (tonnes)	Émissions du projet (tonnes)	Réduction d'émission de GES (tonnes)
2018	CO ₂	68 763,41	61 921.07	6 842.34
	CH ₄	40,36	60.91	(20.55)
	N ₂ O	32,92	11.58	21.34
	CO ₂ eq	79 816,78	67 890.10	11 926.69
2019	CO ₂	68 763.41	62 205.58	6 557.83
	CH ₄	40,36	61.47	(21.11)
	N ₂ O	32,92	9.64	23.28
	CO ₂ eq	79 816,78	66 516.87	13 299.92
2020	CO ₂	68 763,41	62 474.44	6 288.97
	CH ₄	40,36	64.80	(24.44)
	N ₂ O	32,92	8.89	24.03
	CO ₂ eq	79 816,78	66 623.17	13 193.61
2021	CO ₂	68 763,41	62 764.17	5 999.24
	CH ₄	40,36	65.10	(24.74)
	N ₂ O	32,92	7.87	25.05
	CO ₂ eq	79 816,78	66 602.85	13 213.93
2022	CO ₂	68 763,41	64 499.63	4 263.78
	CH ₄	40,36	65.49	(25.14)
	N ₂ O	32,92	6.88	26,04
	CO ₂ eq	79 816,78	68 039.01	11 777.77
Total	CO₂	343 817.05	313 864.89	29 952.17
	CH₄	201,79	317.78	(115.99)
	N₂O	164,61	44.88	119.74
	CO₂ eq	399 083,91	335 672.00	63 411.91

En somme, le projet permet de réduire globalement les émissions de gaz à effet de serre de 57 894 tonnes de CO₂ eq entre les années 2018 et 2022. Dans le détail, on remarque que les réductions sont au niveau des émissions de gaz carbonique (CO₂) et d'oxyde nitreux (N₂O), tandis que les émissions de méthane (CH₄) seront augmentées par le projet.

3.8 Analyse de risque préliminaire

À travers le mandat d'études préparatoires, l'équipe du bureau de projet du CBAQ, en collaboration avec Roche-Electrigaz et d'autres intervenants, a réalisé une analyse de risque préliminaire pour identifier les risques majeurs inhérents au projet. Sur les 90 risques identifiés, les suivants ressortent comme pouvant causer préjudice à la santé/sécurité, au budget et/ou à l'échéancier du projet :

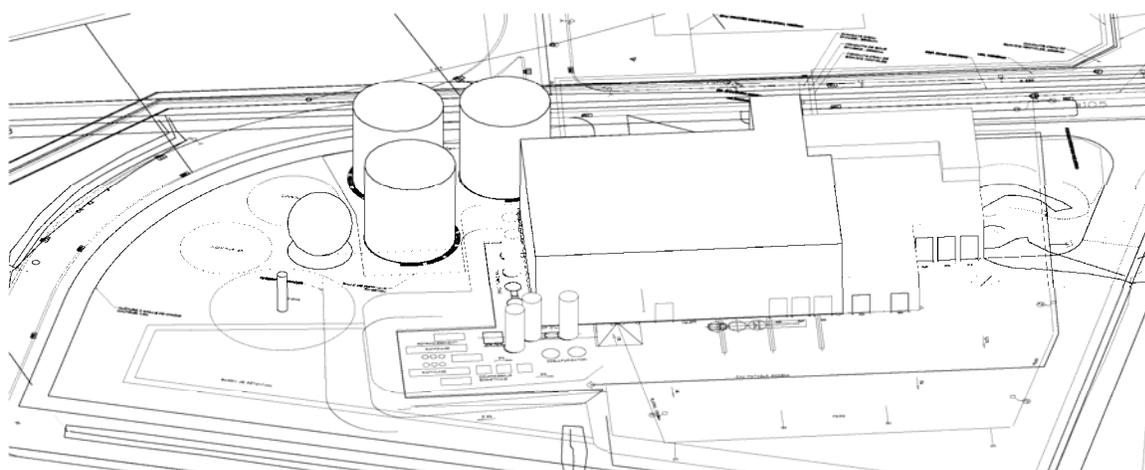
- Participation citoyenne faible (collecte de ROTS : quantité et qualité);
- Mauvaise acceptation sociale;
- Mauvaise qualité de l'air ambiant (intérieur CBAQ);
- Refus d'octroi d'un du certificat d'autorisation (décision défavorable du MDDELCC);
- Impossibilité de la STEU de prendre en charge l'effluent du CBAQ;
- Pas de soumissionnaire pour les équipements majeurs;
- Équipements qui ne rencontrent pas les objectifs;
- Gestion coûteuse du recyclage des digestats;
- Autres projets importants dans la région;
- Odeur perceptible par les citoyens;
- Début de la construction retardé;
- Taux de change plus élevé que prévu;
- Circulation citoyenne élevée pendant la construction;
- Bris de conduites existantes pendant la construction;
- Colmatage de la conduite d'amener des ROTS conditionnés (scénario B).

4 Concepts

4.1 Description générale

Afin d'évaluer la fonctionnalité du concept étudié et d'estimer précisément son coût, une conception préliminaire a été effectuée et est présentée dans ce chapitre. À noter qu'il ne s'agit pas d'un devis et que les spécifications exprimées sont seulement à titre indicatif pour mieux illustrer et chiffrer le projet.

Le CBAQ comprend les neuf (9) secteurs suivants : la réception, le conditionnement, la déshydratation primaire et secondaire, la pasteurisation, la biométhanisation, la chaufferie, la valorisation du biogaz, le traitement d'eau et le traitement d'air.



Plan 2 : Rendu 3D du CBAQ (Scénario A)

Ce chapitre présente l'aménagement du site, l'aménagement intérieur du ou des bâtiments, et ce, pour les deux scénarios retenus, soit :

- **Scénario A** – 100 % CBAQ : Toutes les installations sont localisées sur le site du CBAQ.
- **Scénario B** - Incinérateur-CBAQ : La réception des ROTS ainsi que leur conditionnement sont localisés à l'incinérateur alors que les autres secteurs de l'usine sont localisés sur le site du CBAQ.

4.1.1 Procédé global

L'exercice d'analyse de la valeur a mis en évidence certaines solutions permettant de respecter le cadre budgétaire du projet tout en rencontrant les objectifs que la Ville s'est donnés. C'est ainsi que la réalisation du projet CBAQ a été scindée en deux (2) phases.

Au sein de chaque phase et/ou scénario, la structure de découpage du CBAQ s'exprime ainsi :

Tableau 15: Structure de découpage des secteurs du CBAQ

No. de secteur	Nom de secteur	Description
000	Général	Secteurs généraux tels: civil, structure, électricité, automatisation, etc.
100	Réception	Secteur de réception des ROTS
200	Conditionnement	Secteur de conditionnement des ROTS
300	Biométhanisation	Secteur de biométhanisation des boues et ROTS
400	Digestat	Secteur de déshydratation et/ou séchage
500	Énergie	Secteur de gestion/valorisation du biogaz et de l'énergie thermique du procédé
600	Traitement d'eau	Section de traitement des effluents liquides du CBAQ
700	Traitement d'air	Section de traitement d'air (odeurs)
800	Bâtiment	Bâtiments et services aux bâtiments

La section qui suit présente les schémas d'écoulement de chacune des phases ainsi que les aménagements projetés.

4.1.1.1 Phase I : Objectif 2020

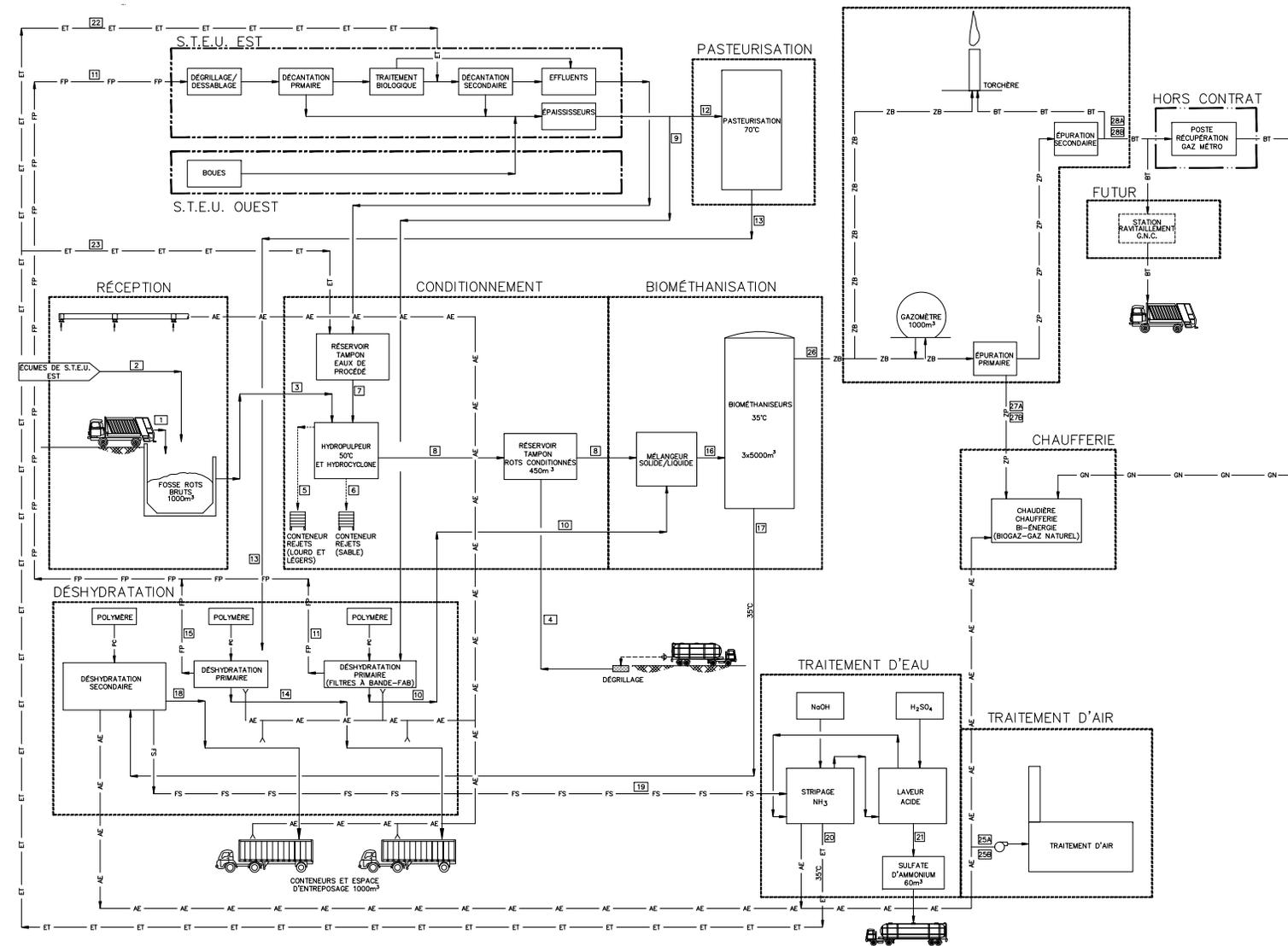


Figure 14 : Schéma d'écoulement - Phase I (voir appendice 11 pour le schéma complet)

Les ROTS bruts sont reçus dans une fosse et repris avec une pelle mécanique sur base fixe pour être transférés via une trémie ou un convoyeur vers les hydropulpeurs. L'eau de service est ajoutée aux hydropulpeurs pour permettre la séparation des contaminants lourds/légers et de la matière organique. Les ROTS conditionnés sont alors acheminés vers un bassin tampon. Les rejets sont stockés dans des conteneurs destinés à l'élimination.

Une portion des boues provenant de la STEU (variant selon les ROTS reçus) est acheminée vers la pasteurisation puis est dirigée vers une déshydratation primaire avec stockage des boues déshydratées dans des remorques destinées au recyclage.

L'autre portion des boues est dirigée vers une déshydratation primaire pour être ensuite acheminée vers un mélangeur ROTS conditionnés/boues pour créer une biopulpe qui sera dirigée directement aux biométhaniseurs.

Le filtrat issu des deux étapes de déshydratation primaire (boues brutes et boues pasteurisées) est retourné à la STEU.

Le biogaz issu de la biométhanisation est tamponné dans un gazomètre et désulfuré pour être ensuite utilisé dans la chaufferie alors que l'excédent est dirigé vers une unité d'épuration du biogaz pour générer du biométhane qui sera injecté dans le réseau de gaz naturel.

Le digestat issu de la biométhanisation, une fois déshydraté, est entreposé dans des remorques destinées au recyclage. Un espace d'entreposage en vrac d'une capacité de 3 jours de production est prévu pour stocker le digestat déshydraté. Ceci permettra une flexibilité concernant les ententes à conclure avec les repreneurs pour le recyclage de cette matière.

Le filtrat du digestat, chargé en azote ammoniacal, est dirigé vers le système de traitement d'eau.

Le système de traitement d'eau par « stripage » traite l'eau provenant de la déshydratation secondaire pour réduire les teneurs en azote ammoniacal avant le rejet vers la STEU. Le NH_3 extrait par l'air de stripage est solubilisé avec de l'acide sulfurique pour générer du sulfate d'ammonium, un fertilisant riche en azote et en soufre.

L'air vicié recueilli dans les bâtiments et sur les équipements est acheminé vers un système de traitement de l'air basé sur l'utilisation de laveurs chimiques.

4.1.1.2 Phase II : Optimisation

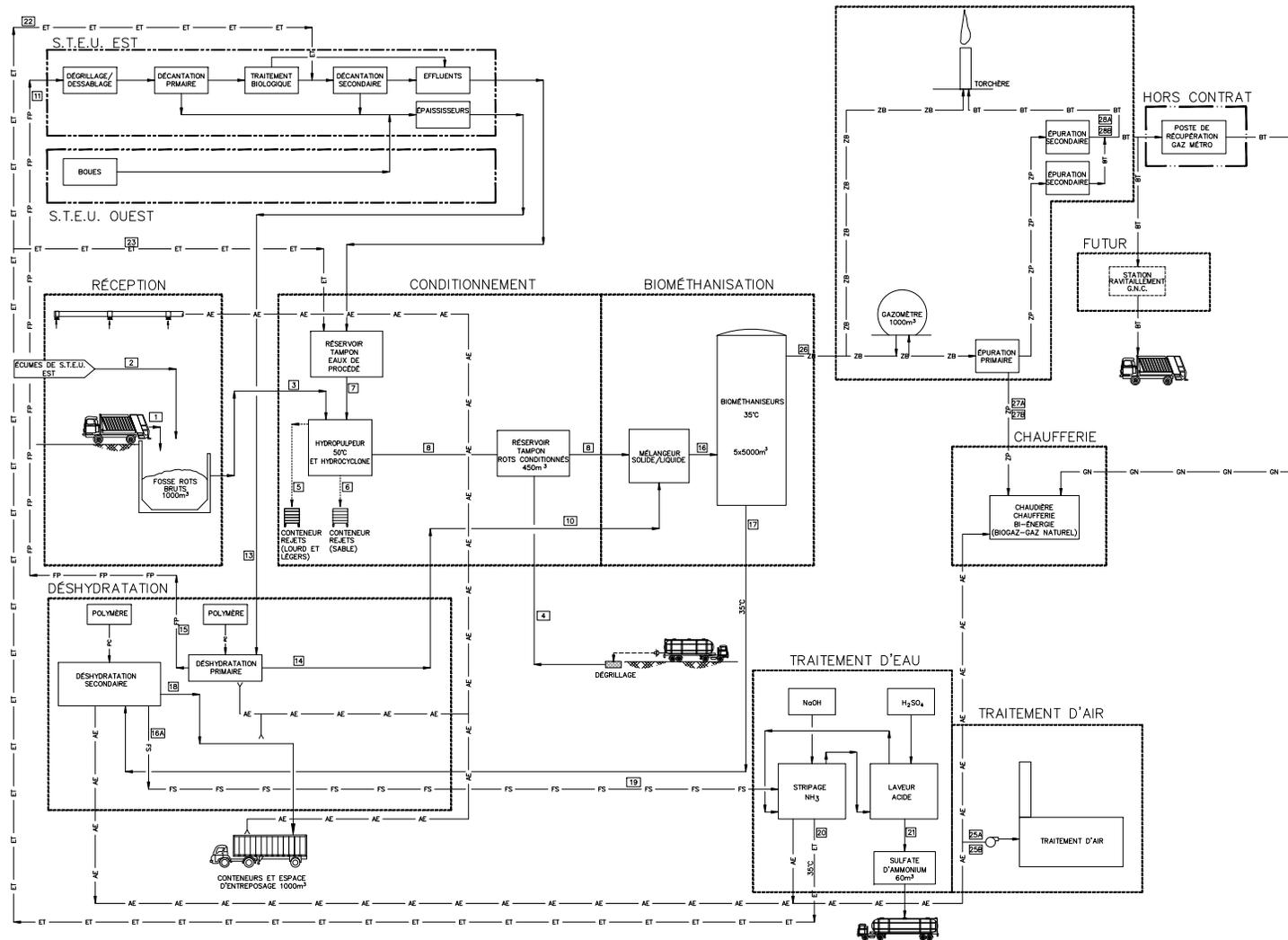


Figure 15 : Schéma d'écoulement - Phase II (voir appendice 11 pour le schéma complet)

En phase II, le procédé est essentiellement le même, par contre, le volume des biométhaniseurs est augmenté à 25 000 m³ pour permettre de traiter toutes les boues produites par la STEU et dont l'excédent était initialement pasteurisé et valorisé en tant que MRF.

L'unité de pasteurisation n'est plus utilisée en phase II, car toutes les boues sont traitées par biométhanisation. Les appareils de déshydratation primaire dédiés aux boues pasteurisées sont récupérés pour compléter la capacité de déshydratation secondaire d'un plus grand volume de digestat. Le pasteurisateur pourrait être réutilisé advenant une modification à la réglementation actuelle, à l'image de l'Ontario et de l'Europe, qui pourrait exiger que certains types de matières organiques soient pasteurisés avant la biométhanisation.

La biométhanisation de toutes les boues génère une plus grande quantité de biogaz. C'est pourquoi une seconde unité d'épuration est nécessaire pour traiter tout le biogaz produit pour injection au réseau gazier.

4.1.2 Aménagements

Chacun des scénarios possède des particularités au plan de l'aménagement du site et des bâtiments. Afin de donner au projet une flexibilité dans ses orientations futures, l'aménagement du site a été réfléchi afin de pouvoir à tout moment relocaliser les aires de réception et de conditionnement sur le site du CBAQ dans le cas où le scénario B serait retenu puis abandonné.

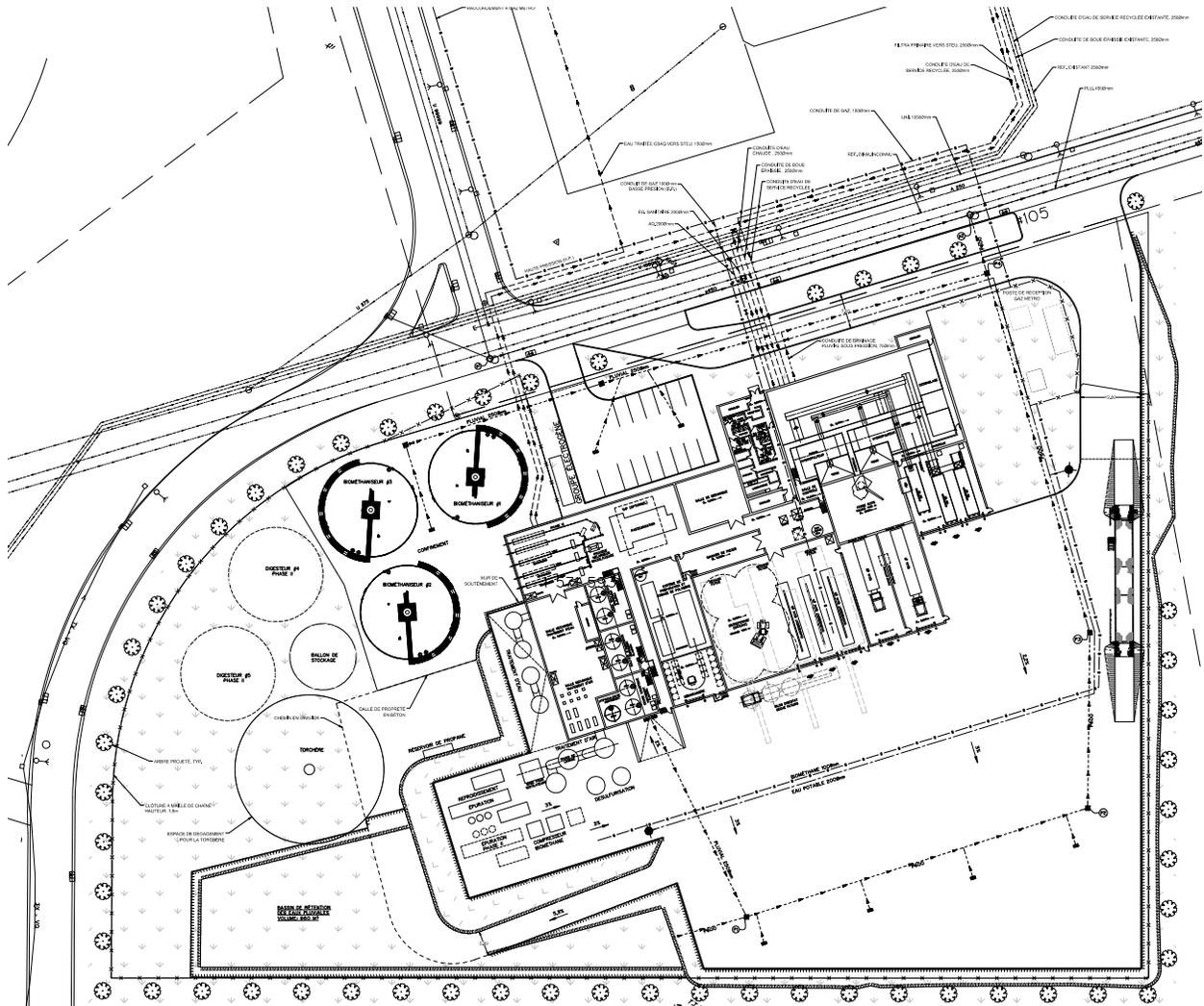
Les plans d'aménagement présentent les phases I et II (ouvrages en phase II sont montrés en pointillé). L'aménagement du site et des bâtiments a aussi été pensé en fonction d'une phase d'opportunités futures où, entre autres, des séchoirs et des silos d'entreposage du digestat séché seraient implantés. Ainsi, à court terme, les espaces requis dans le futur sont harmonisés à l'aménagement des installations.

Les aménagements proposés dans le cadre de cette étude devront être confirmés en ingénierie détaillée lorsque l'étape de préachat des équipements aura été réalisée et que les contraintes associées seront connues.

Le concept final devra prendre en considération tous les aspects réglementaires spécifiques au CBAQ, entre autres, les puits d'observations et la station météo demandés par les lignes directrices sur la biométhanisation du MDDELCC.

4.1.2.1 Scénario A : 100 % CBAQ

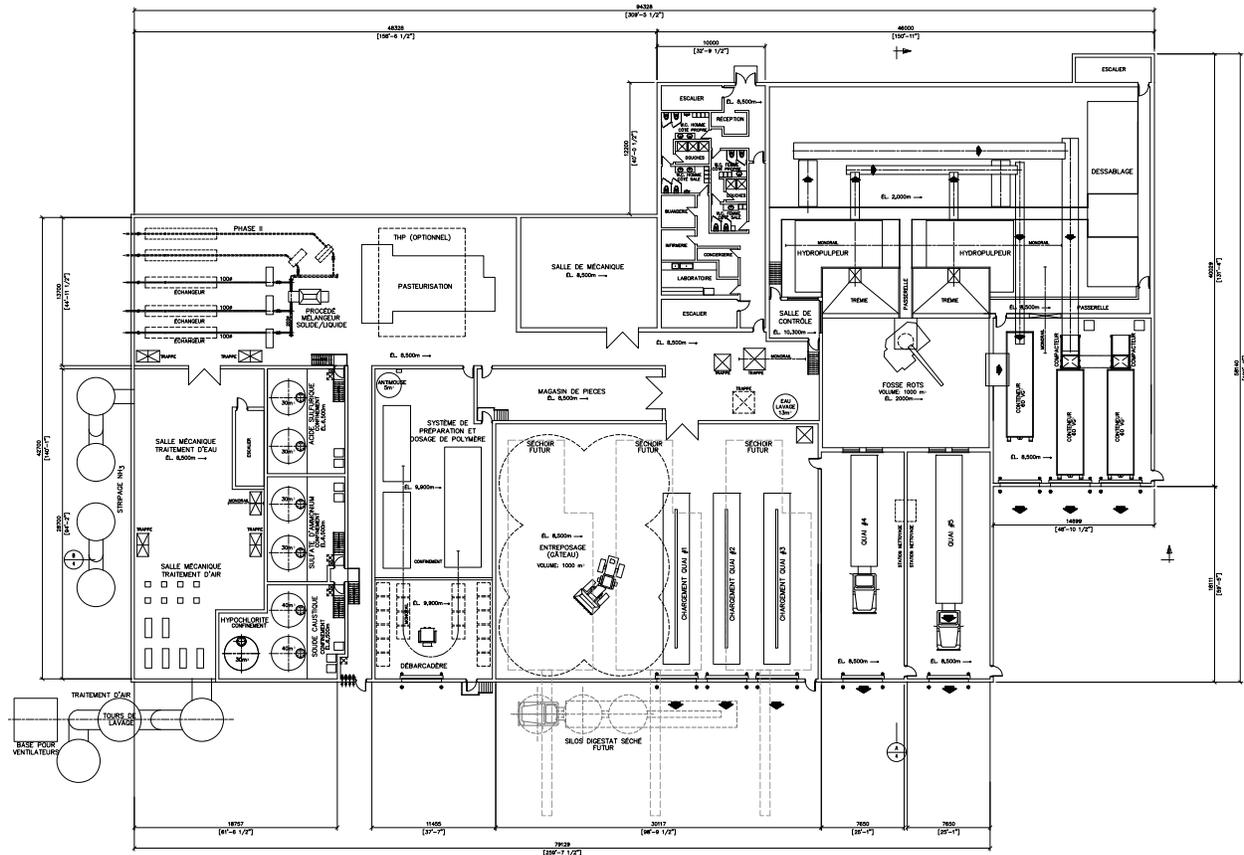
Dans ce scénario toutes les installations sont sur le terrain du CBAQ.



Plan 3 : Plan d'aménagement extérieur CBAQ (Scénario A)

Le plan d'aménagement du site illustre l'emplacement du bâtiment du CBAQ incluant la réception des ROTS, des biométhaniseurs et leur surface de rétention des fuites potentielles, des aires de circulation des camions et de stationnement ainsi que des principales infrastructures de drainage et de rétention des eaux pluviales.

Pour développer ce concept, Roche-Electrigaz a dû composer avec les enjeux liés au site (surface restreinte, topographie, conditions des sols), aux exigences en matière de gestion des eaux pluviales ainsi qu'aux usages à proximité, dont la rue d'accès à la STEU (Henri-Bourassa) qui est empruntée quotidiennement par les citoyens pour se rendre à la Baie de Beauport. (26)



Plan 4 : Plan d'aménagement du bâtiment – Niveau rez-de-chaussée

Au rez-de-chaussée, on voit d'une part, du côté est du bâtiment, les aires prévues pour la réception et conditionnement des ROTS et d'autre part, à l'ouest, diverses parties du procédé. À l'extérieur du bâtiment se trouvent les tours de stripage pour le traitement de l'eau et la production de sulfate d'ammonium ainsi que les laveurs chimiques pour le traitement de l'air.

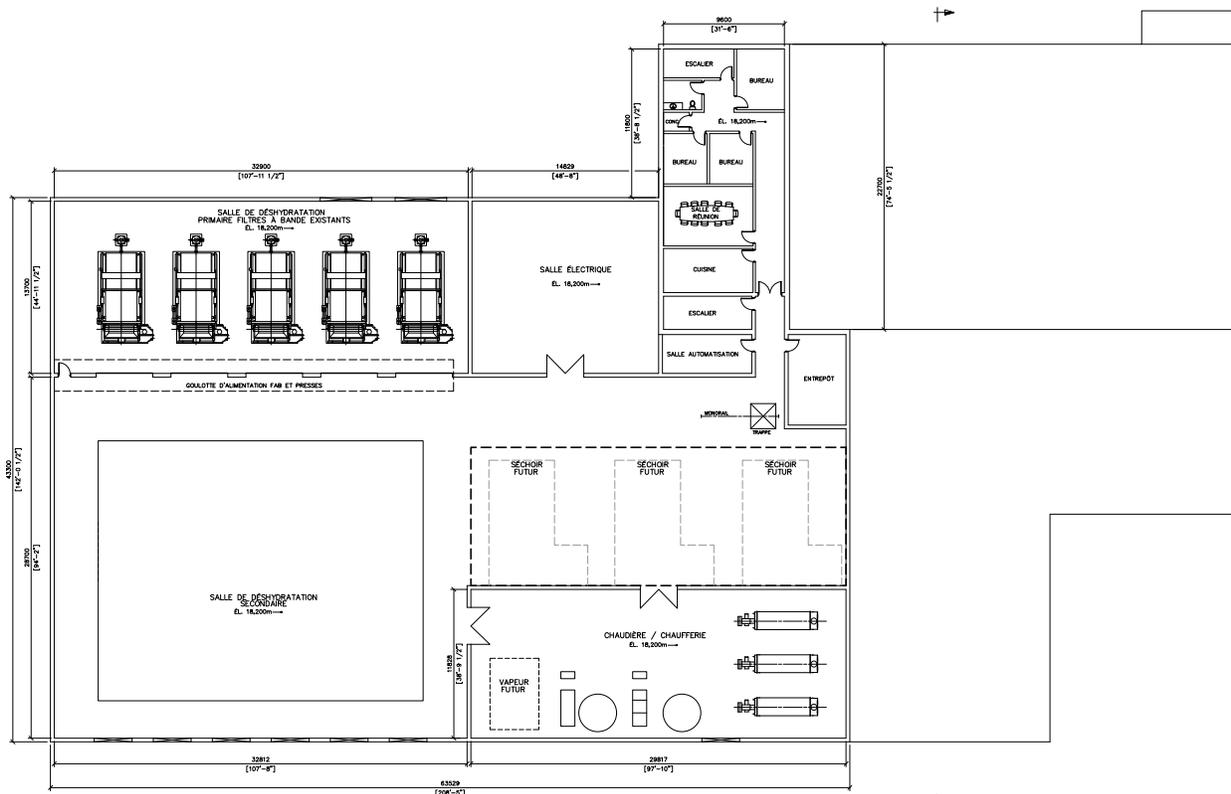
À l'est, se trouvent deux (2) halls de réception des ROTS. Chaque hall a un sas qui assure le confinement de l'air vicié de la fosse. Chaque hall est conçu pour recevoir une variété de types de camions, du plus petit camion-compacteur ou camion de transbordement avec une remorque d'une longueur maximale de 13 mètres. Une pelle mécanique sur base fixe installée dans la fosse permet d'alimenter les hydropulpeurs et de diverger les encombrants vers le conteneur de rejet situé à l'est de la fosse. À l'est complètement, les trois portes donnent accès aux trois (3) conteneurs de rejets des hydropulpeurs. La salle de contrôle à l'ouest de la fosse comprend une fenêtre donnant une vue sur la fosse et les hydropulpeurs.

Au centre du bâtiment, on remarque l'espace prévu pour la gestion des matières destinées au recyclage. Un espace suffisant pour trois (3) conteneurs d'une capacité de 40 m³ (ou 30 tonnes) chacun. Au même

endroit, un espace libre permettra d'entreposer le digestat déshydraté pour une durée de trois (3) jours, soit environ 1 000 m³. La matière entreposée sera transférée dans les conteneurs avec une chargeuse.

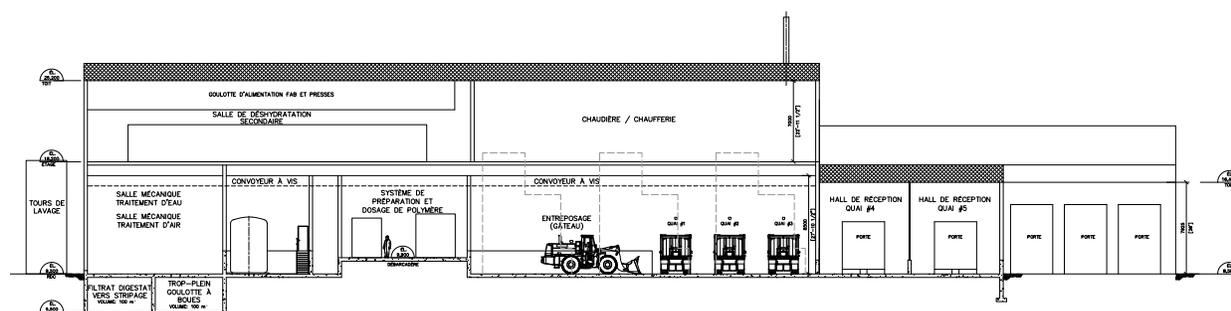
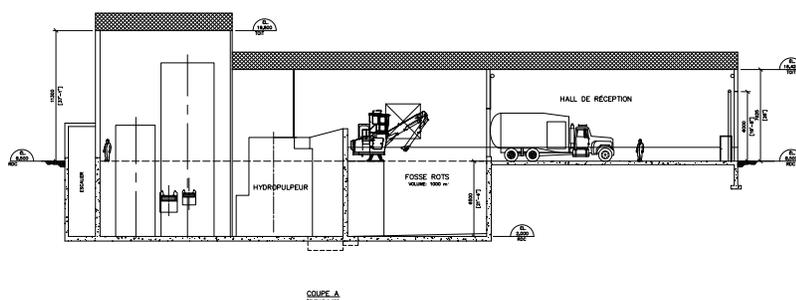
Au nord de cette section du bâtiment, on retrouve entre autres, les espaces sanitaires pour les employés (vestiaires, douches, toilettes). Le principe du double vestiaire qui réduit les risques de contamination entre les secteurs propres et les secteurs insalubres du CBAQ a été appliqué. De plus, des installations distinctes pour hommes et femmes ont été prévues. Une infirmerie est aussi localisée à cet endroit. Le laboratoire du CBAQ a été localisé à proximité des aires de procédés pour faciliter le travail des opérateurs.

À l'ouest du bâtiment, sur la façade sud, on retrouve un débarcadère pour recevoir le polymère en vrac ainsi qu'une aire de réception des produits chimiques avec une surface extérieure étanche pour collecter les fuites lors des manœuvres de transbordement. À l'intérieur, se trouvent les réservoirs d'entreposage des produits chimiques avec espace de rétention en cas de fuite majeure, les systèmes de manutention et de préparation des polymères ainsi qu'un espace mécanique pour les procédés de traitement d'eau et de traitement d'air. Vers le nord, on retrouve l'équipement de mélange pour produire la biopulpe ainsi que les équipements de pasteurisation des boues de la STEU.



Plan 5 : Plan d'aménagement du bâtiment – Niveau étage

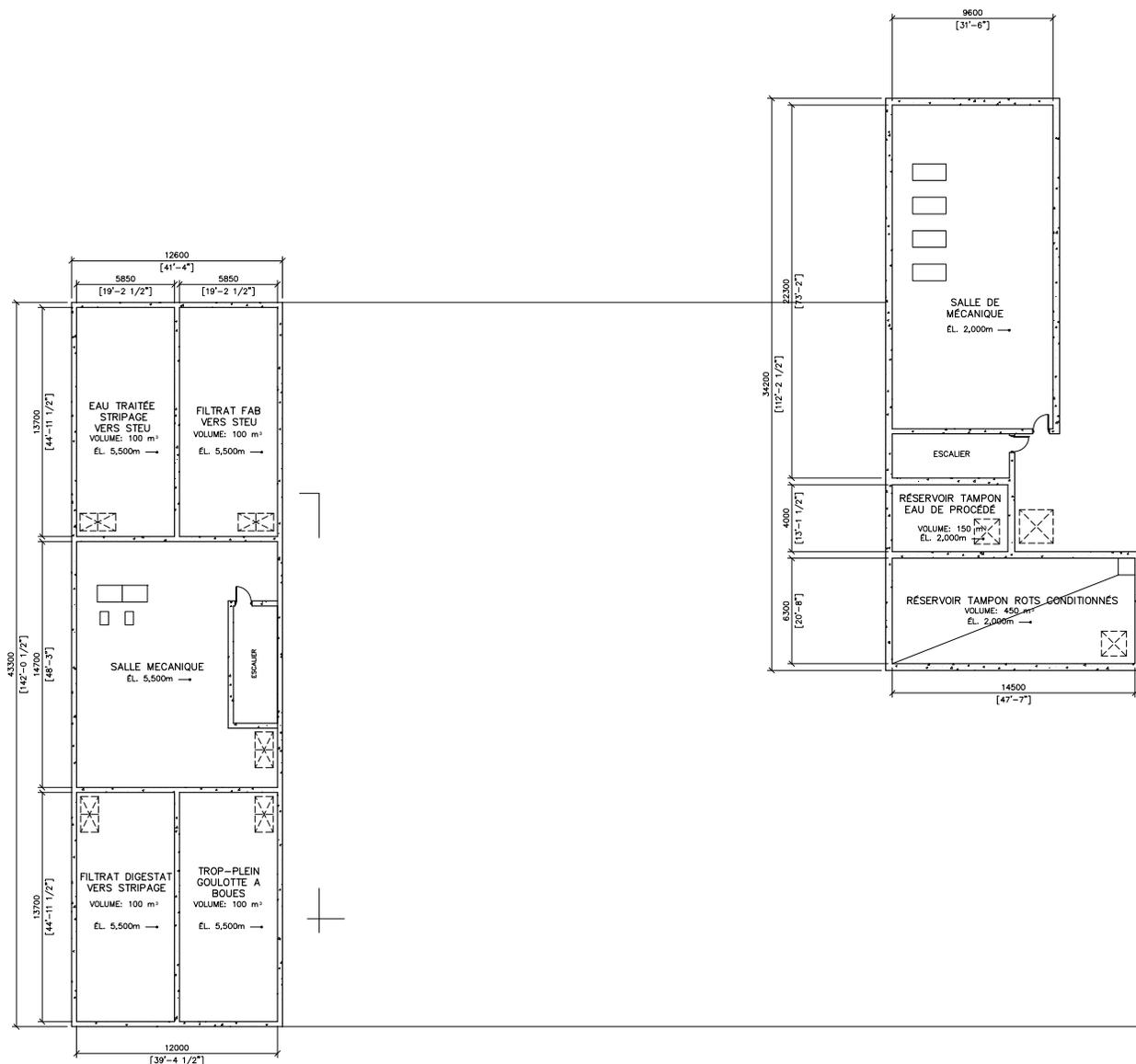
Le bâtiment n'est pas excavé sur toute son empreinte au sol. On y retrouve à l'ouest, différents bassins tampons nécessaires à la gestion des eaux du procédé. Une salle mécanique est attenante à ces bassins pour permettre l'installation d'équipement de pompage et de contrôle. À l'opposé (côté est), une partie excavée du bâtiment était nécessaire pour aménager la fosse de réception des ROTS, installer les hydropulpeurs et les équipements de dessablage et aussi pour aménager un réservoir tampon pour les ROTS conditionnés et un bassin d'alimentation d'eau de procédé. On y retrouve des espaces pour la mécanique ainsi que diverses trappes au plafond pour permettre de sortir des pièces d'équipement pour l'entretien.



Plan 7 : Vues en coupe du plan d'aménagement du bâtiment

Ces vues en coupe montrent les espaces verticaux prévus pour les différents procédés. Un souci particulier a été apporté au contrôle des odeurs et donc aux réductions des volumes d'air à traiter. Par exemple, les aires de réception ont été limitées en hauteur pour réduire les volumes d'air à traiter.

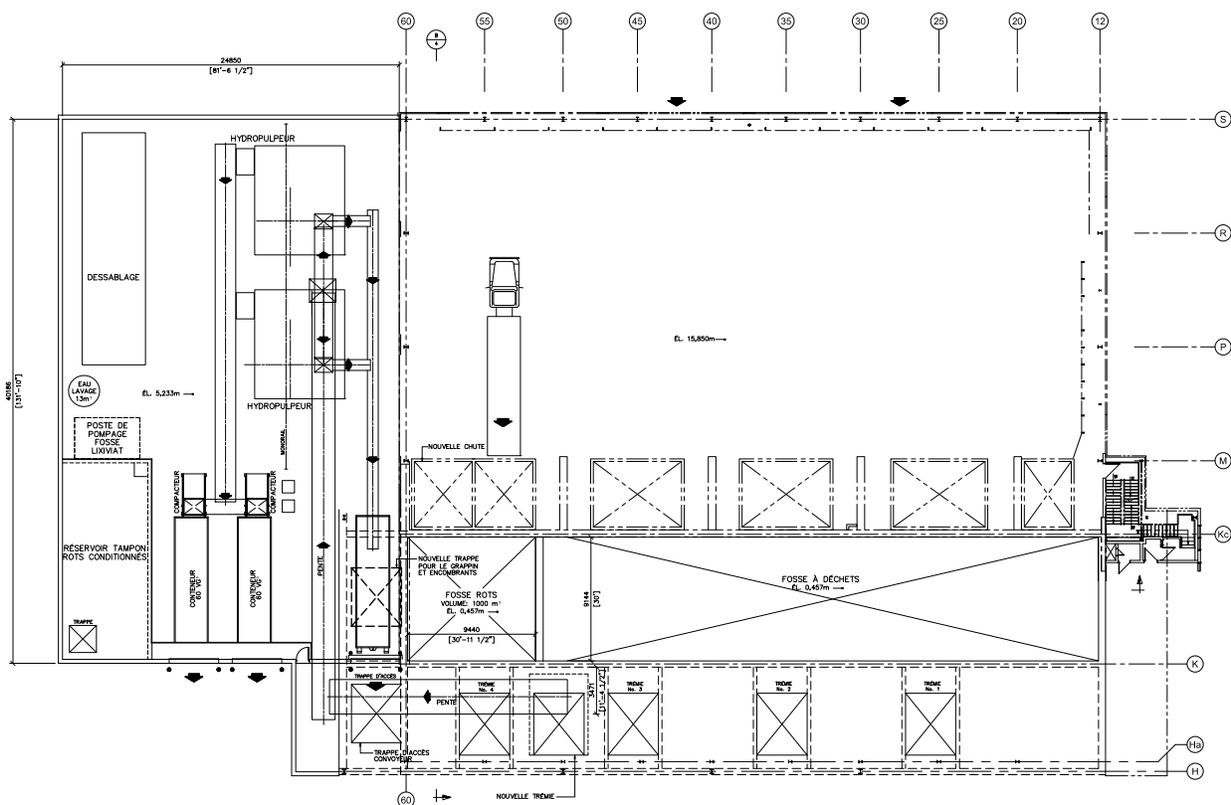
La fosse et l'espace pour les hydropulpeurs nécessitent le niveau de sous-sol le plus profond de tout le CBAQ. Ici encore, une attention particulière a été apportée aux contraintes du terrain (profondeur d'excavation, présence de la nappe phréatique, etc.) pour réduire au maximum l'excavation.



Plan 10 : Plan d'aménagement sous-sol, scénario B

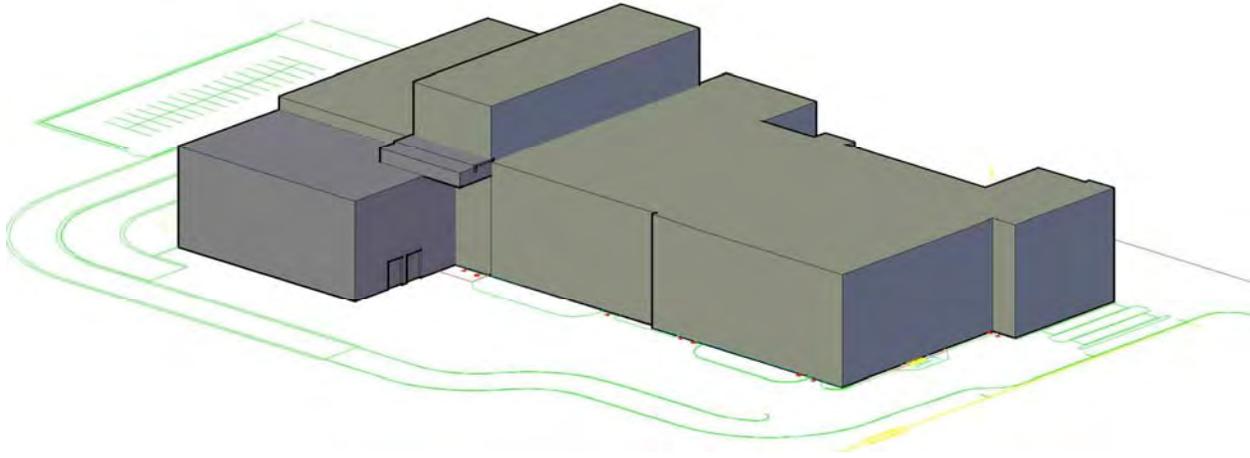
L'aménagement du sous-sol du bâtiment dans le scénario B est identique à celui du scénario A, sauf pour la fosse de réception, les équipements dédiés au conditionnement des ROTS et aux convoyeurs à rejets qui sont absents pour ce scénario. Malgré le fait que ces équipements soient localisés à l'incinérateur, le réservoir de ROTS conditionnés est maintenu au CBAQ pour assurer une flexibilité en ce qui a trait aux opérations.

Le réservoir d'eau traitée servira d'alimentation en eau de service qui sera acheminée vers l'incinérateur via la conduite existante. Ainsi, il sera toujours possible de transférer soit de l'eau de service recyclée (de la STEU), soit l'eau traitée par le système de traitement d'eau, ou un mélange des deux.



Plan 11 : Plan d'aménagement – Incinérateur

Le scénario B prévoit la réception des ROTS et leur conditionnement sur les lieux de l'incinérateur. Certains ouvrages seront aménagés à l'intérieur du bâtiment existant alors que les équipements d'hydropulpeurs et le réservoir tampon des ROTS conditionnés seront localisés dans une nouvelle annexe. Les travaux prévus à l'intérieur de l'incinérateur sont : murs de division de la fosse, nouvelle ouverture et chute à déchet, trémie d'alimentation, convoyeurs d'amenée de ROTS et un convoyeur de distribution vers le conditionnement.



Plan 12 : Aménagement 3D de l'agrandissement de l'incinérateur

La nouvelle annexe comprenant le conditionnement des ROTS sera localisée à l'ouest du quai de réception des déchets. L'aménagement proposé n'occasionne aucune entrave à la circulation, mais modifie l'opération des ponts roulants et l'alimentation des fours.

4.2 Procédés

Le CBAQ se compose de plusieurs procédés qui sont étroitement interreliés, soit : la réception, le conditionnement, la biométhanisation, la déshydratation primaire et secondaire, le traitement d'eau et le traitement d'air.

4.2.1 Réception

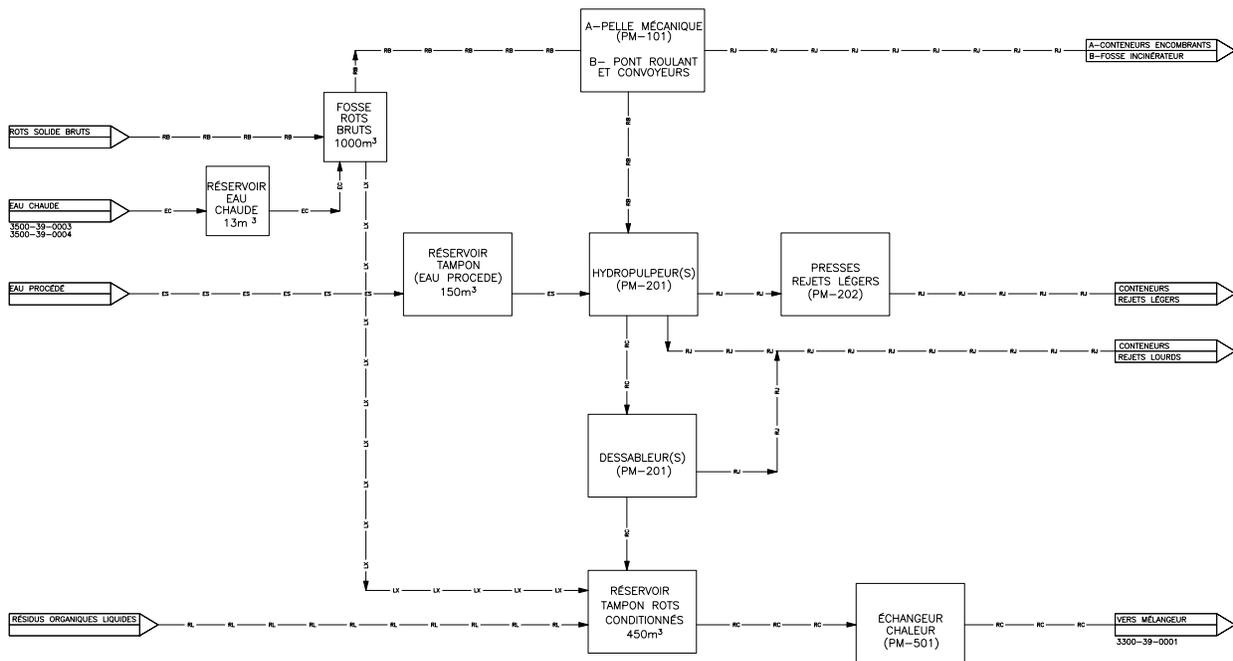


Figure 16 : Réception

Dans le scénario A (100 % CBAQ), les camions de ROTS arrivent directement au CBAQ et sont pesés sur une balance. Les camions reculent ensuite dans un des deux halls de réception et déversent leur contenu dans la fosse de 1000 m³ aménagée dans le nouveau bâtiment. Une pelle mécanique fixe déplace les encombrants vers un conteneur prévu à cet effet et dépose les ROTS directement dans une trémie d'alimentation au-dessus de chacun des hydropulpeurs.

Dans le scénario B (Incinérateur-CBAQ), les camions de ROTS arrivent à l'incinérateur et sont pesés sur la balance existante. Les camions empruntent le hall de réception actuel et déversent leur contenu dans une fosse aménagée à même la fosse actuelle de l'incinérateur (division de la fosse). Le tri des encombrants se fait avec le pont roulant actuel tout comme le transport des ROTS. Ceux-ci sont envoyés dans la trémie d'alimentation vibrante qui sera située entre les trémies d'alimentation des fours 3 et 4. De là, les ROTS sont envoyés par convoyeur vers les hydropulpeurs placés dans le nouveau bâtiment du CBAQ, sur les lieux de l'incinérateur.

Dans les deux scénarios, le lixiviat présent dans la fosse de réception est pompé à partir de puits de pompage dont est munie chaque fosse, vers le réservoir tampon de biopulpe. On retrouve aussi un réservoir de 13 m³ d'eau chaude muni d'un système de nettoyage à pression pour le nettoyage du quai, de la fosse et des camions.

Les intrants de la réception sont les ROTS solides et les matières organiques liquides provenant de camions ainsi que toutes les eaux de lavage récupérées. Les extrants sont les ROTS solides dirigés vers l'hydropulpeur, les ROTS liquides dirigés vers le réservoir tampon de biopulpe, le lixiviat de la fosse de réception dirigé vers le réservoir tampon de biopulpe et les encombrants acheminés vers la fosse de l'incinérateur dans le scénario B et le conteneur des rejets lourds dans le scénario A. Il faut aussi prendre en considération le mode de gestion de l'air vicié qui sera envoyé au traitement de l'air. Dans le scénario A, l'air est géré par le traitement de l'air du CBAQ, alors que dans le scénario B l'air vicié est dirigé vers la prise d'air des fours de l'incinérateur pour une destruction thermique.

Les technologies retenues pour le scénario A sont une pelle mécanique sur promontoire fixe avec un grappin de type tridémolition, quatre portes automatiques à ouverture rapide, une balance hors-sol et deux systèmes de nettoyage à pression. Pour le scénario B, plusieurs ajouts d'équipement sont prévus par rapport à l'aménagement actuel de l'incinérateur tels des convoyeurs couverts avec système de récupération des liquides, une trémie vibrante et un système de lavage de la fosse.

4.2.1.1 Balance

Ce lot concerne le scénario A seulement.

La balance est d'une longueur de 24,4 mètres et d'une largeur de 3,05 mètres. Elle est de construction hors-sol et équipé d'un détecteur radiologique et d'un garde-fou. La balance devra être munie d'un indicateur de poids visible pour le chauffeur, d'un système d'identification par carte électronique en plus de transférer automatiquement les données au système de contrôle central du CBAQ.

4.2.1.2 Pelle mécanique et grappin

Dans le scénario A, la pelle mécanique sera fixée sur une base de béton et aura une capacité de levage minimale de 4 tonnes, 2,5 tonnes pour le grappin et 1 tonne de ROTS. La portée est de 12 mètres, ce qui couvrira la distance entre un coin inférieur de la fosse et le dessus d'une trémie d'alimentation. Le temps de cycle maximal est de 30 secondes et son empreinte au sol de la cabine est inférieure à 18 m². La charge électrique prévue pour la pelle est de l'ordre d'environ 90 kW.

Pour les scénarios A et B, le grappin de type tridémolition devra faire preuve d'une précision suffisante (contrôle sur 3 axes) pour permettre le nettoyage complet du fond de la fosse et de faire le tri entre les encombrants et les matières organiques. Le volume minimum du grappin doit être d'un mètre cube.

4.2.1.3 Ensemble de convoyeurs

Ce lot concerne le scénario B uniquement.

Il y a trois (3) convoyeurs, soit deux (2) convoyeurs de manutention à chaîne et courroie et un (1) convoyeur de distribution (bidirectionnel). Ces convoyeurs sont couverts et connectés au traitement de l'air en plus d'être étanches et de posséder un système de collecte des liquides.

4.2.1.4 Portes automatiques

Ce lot concerne le scénario A uniquement.

Les quatre 4 portes de garage automatiques sont d'une dimension de 4,9 mètres de haut par 4,6 mètres de large. Elles sont à ouverture rapide et les moteurs sont équipés d'un variateur de vitesse. L'ensemble comprend des détecteurs de mouvement, un système d'automatisation qui empêche l'ouverture de la porte avant en même temps que la porte arrière et un panneau de contrôle manuel. Des barres anti-vent sont aussi incluses.

4.2.1.5 Description des équipements auxiliaires

Un système de nettoyage à pression est prévu dans le scénario B et deux dans le scénario A. Ce système consiste en une unité de chauffage et de compression de l'eau pour le nettoyage des camions. Le système est électrique et chacun est muni de 15 mètres de tuyaux. L'unité fournit une pression minimale d'au moins 20,6 MPa, pour un débit de 15 L/min.

Une pompe broyeuse est utilisée pour évacuer le lixiviat de la fosse. Des pompes à déplacement positif sont utilisées pour vider les camions contenant des ROTS liquides.

4.2.2 Conditionnement

Le procédé de conditionnement des ROTS est basé sur l'utilisation d'un hydropulpeur, un équipement qui pulvérise les ROTS bruts et les débarrasse des contaminants qu'ils contiennent. Cette section du procédé n'est pas impactée par les scénarios A et/ou B. Le procédé peut être opéré en continu ou en lot (*batch*). L'équipement utilise la force hydrodynamique pour réduire la taille des ROTS et produire une boue appelée « ROTS conditionnés ».

Les ROTS bruts sont déposés dans la trémie des hydropulpeurs à l'aide d'un grappin (scénario A) ou d'un convoyeur (scénario B). L'eau de procédé servant à « diluer » les ROTS (eau de procédé) est préchauffée à environ 35°C et pompée dans les hydropulpeurs selon des cycles indiqués par le fournisseur. La quantité d'eau utilisée dépend de l'équipement sélectionné, mais vise à produire des ROTS conditionnés ayant une teneur d'environ 8 % en solides totaux, pour minimiser l'eau à traiter en aval. L'eau de procédé est un mélange constitué de l'eau traitée (filtrat du digestat ayant subi l'étape de traitement physico-chimique) et de l'eau de service recyclée (effluent de la STEU). Cette eau de procédé a été préparée dans le secteur du traitement d'eau.

Un hydropulpeur permet une séparation efficace des contaminants avec au minimum deux rejets, un dit léger, l'autre dit lourd. Le rejet léger est principalement constitué de fines pellicules plastiques, essentiellement des sacs utilisés par les citoyens pour disposer de leurs ROTS. Le rejet lourd est constitué des autres contaminants, généralement plus lourds que l'eau (objets divers, graviers, plastiques, os, métaux, etc.). Les rejets lourds et les rejets légers sont acheminés séparément par convoyeurs vers leur conteneur respectif. Ces convoyeurs sont fermés, ventilés et disposent d'un système de drainage. L'eau de drainage des convoyeurs est acheminée de façon gravitaire vers le puits de pompage (secteur réception). Deux conteneurs sont dédiés aux rejets légers et un autre aux rejets lourds. Les conteneurs de rejets légers sont équipés de compacteurs pour en optimiser le transport.

Une étape subséquente aux hydropulpeurs est appelée « procédé de dessablage grossier » et consiste à retirer le sable grossier de l'écoulement de ROTS conditionnés. Le terme « sable grossier » indique des particules plus lourdes que l'eau, de dimension entre 1 et 12 mm, comme des petits bouts de métaux, des coquilles d'œufs, des morceaux de plastique, etc. Ce procédé permet de minimiser la quantité de solides pouvant s'accumuler dans le fond des biométhaniseurs. Le sable grossier ainsi séparé est déposé sur un convoyeur pour être acheminé vers le conteneur de rejets lourds. L'étape de dessablage peut inclure, par exemple, des équipements tels que des hydrocyclones, des décanteurs, des réservoirs et des pompes.

À la suite de l'étape de dessablage, les ROTS conditionnés sont pompés et accumulés dans un bassin tampon de ROTS conditionnés, un réservoir en béton, coulé à même les fondations du bâtiment du CBAQ et muni d'un toit étanche aux gaz et d'un système d'agitation évitant une accumulation de solides dans le fond. Les gaz et les vapeurs émanant du réservoir sont envoyés au traitement d'air. Les ROTS conditionnés sont ensuite chauffés au besoin et pompés à débit constant vers le mélangeur (secteur biométhanisation), pour ensuite être conduits aux biométhaniseurs.

L'aménagement privilégie une proximité entre le quai de réception et le procédé de conditionnement afin de minimiser les distances de déplacement pour les ROTS bruts, soit par le grappin ou par convoyeurs. À cet effet, pour minimiser les distances de déplacement par convoyeurs des rejets lourds et légers, les conteneurs de rejets et les hydropulpeurs doivent être situés dans le même secteur. De plus, les

conteneurs de rejets doivent être accessibles par camion pour être acheminés soit vers le recyclage ou vers l'élimination.

4.2.2.1 Réservoir d'eau de procédé

Le réservoir d'eau de procédé permet d'accumuler l'eau pendant les périodes de non-fonctionnement des hydropulpeurs et, s'il y a lieu, entre les cycles de fonctionnement de ces derniers. Le volume requis d'accumulation est estimé à 150 m³.

Le réservoir d'eau de procédé est en béton et est intégré à la structure du bâtiment du CBAQ. Les vapeurs et les gaz émanant de ce réservoir sont envoyés au traitement d'air.

Une pompe achemine l'eau de procédé vers les hydropulpeurs dans une conduite de 150 mm de diamètre. Une pompe identique est prévue en redondance. Les pompes sont d'une puissance estimée de 6 kW chacune et ont comme débit maximal estimé 170 m³/h. Si plusieurs hydropulpeurs sont nécessaires, des vannes automatisées permettent de sélectionner quel hydropulpeur sera alimenté en eau de procédé.

Le réservoir doit être muni d'instruments permettant de mesurer le niveau d'eau ainsi que la température dans le réservoir.

4.2.2.2 Hydropulpeurs

Les hydropulpeurs devront pouvoir traiter les quantités suivantes, selon une plage d'opérations pouvant aller jusqu'à 24 heures par jour et 7 jours par semaine :

- 2018 :
 - Creux de l'hiver : 70 tonnes humides par jour
 - Pointe de l'été : 130 tonnes humides par jour
- 2022 :
 - Creux de l'hiver : 135 tonnes humides par jour
 - Pointe de l'été : 225 tonnes humides par jour
- 2038 :
 - Creux de l'hiver : 140 tonnes humides par jour
 - Pointe de l'été : 265 tonnes humides par jour

Prendre note que les données utilisées dans cette section, telles que les débits de creux et de pointe, sont des données de conception qui peuvent différer des données retrouvées dans le schéma d'écoulement global. La conception préliminaire et le dimensionnement ont été effectués avec une plage de contaminant variant de 15 à 25 %. (voir le schéma d'écoulement en appendice 11 pour plus de détails).

Les hydropulpeurs couvrent une surface au sol d'environ 15 m par 20 m et sont situés à l'intérieur du bâtiment.

Les hydro-pulpeurs ainsi que leurs équipements périphériques décrits dans cette section totalisent une puissance électrique d'environ 400 kW par hydro-pulpeur.

Le lot « hydro-pulpeur » inclut les équipements périphériques suivants :

- Hydro-pulpeur (cuve et équipements périphériques permettant de séparer les contaminants);
- Moteur assurant le mouvement hydrodynamique et permettant de pulvériser les ROTS;
- Équipements périphériques permettant d'enlever la majorité de l'eau contenue dans les rejets légers et lourds (systèmes hydrauliques, moteurs, presses, vannes, visse sans fin, etc.);
- Pompe de vidange de l'hydro-pulpeur.

Les ROTS bruts sont transférés dans les hydro-pulpeurs par une trémie d'alimentation située au-dessus de ces derniers. La trémie est alimentée soit par un grappin (scénario A), soit par un convoyeur (scénario B), tel que décrit dans la section traitant de la réception.

Une pompe vide le contenu des hydro-pulpeurs en continu ou alors, selon le cycle de fonctionnement, en quelques minutes au moment prévu. Les ROTS conditionnés sont pompés vers le procédé de dessablage, à l'intérieur d'une conduite en acier inoxydable (diamètre 200 mm).

Les hydro-pulpeurs doivent être munis d'instruments permettant l'opération à distance tels que des caméras, des transmetteurs de niveau et des transmetteurs de température.

4.2.2.3 Dessablage grossier

La surface au sol de l'équipement de dessablage grossier occupe environ 20 mètres par 10 mètres.

Le « procédé de dessablage grossier » inclut les équipements suivants :

- Réservoir permettant d'accumuler minimalement le contenu de l'ensemble des hydro-pulpeurs;
- Pompes;
- Équipements de séparation (hydrocyclones, décanteurs, etc.).

La consommation électrique du procédé est estimée à 50 kW au total.

Le procédé de dessablage doit être équipé des instruments nécessaires à une opération automatique, principalement de transmetteurs de niveau et de débit.

Le réservoir tampon de ROTS conditionnés permet d'accumuler ces derniers pour une utilisation pendant les périodes où il n'y a pas de réception de ROTS bruts. Ce volume d'accumulation permet aussi de stabiliser le débit de ROTS conditionnés à l'alimentation des biométhaniseurs. Le volume requis d'accumulation est estimé à 450 m³ afin de permettre une alimentation constante aux biométhaniseurs et contribuer, avec la fosse de réception, aux 3 jours de rétention nécessaires pour palier la fin de semaine, où il n'y a pas de livraison de ROTS bruts.

Le réservoir tampon de ROTS conditionnés est en béton et est intégré à la structure du bâtiment du CBAQ. Les vapeurs et les gaz émanant de ce réservoir sont envoyés au traitement d'air.

Un agitateur à hélice (avec moteur submersible ou non) évite la sédimentation des solides dans le réservoir.

Une pompe achemine les ROTS conditionnés dans une conduite en acier inoxydable vers le mélangeur (une pompe identique est prévue à titre de redondance).

La puissance consommée pour ces équipements est d'environ 60 kW (pompes et agitateur) selon la distance qui devra être parcourue par les ROTS conditionnés.

Des instruments de mesure du niveau, de débit et de température sont aussi fournis avec cet équipement.

Les équipements ainsi que les réservoirs eux-mêmes doivent être conçus pour résister à la corrosion.

4.2.2.4 Qualité de ROTS conditionnés

Le soumissionnaire doit concevoir et fournir un procédé de conditionnement qui produit des ROTS conditionnés dont les caractéristiques respectent les critères demandés au tableau suivant.

Tableau 16 : Les caractéristiques attendues des ROTS conditionnés.

Critères	Résultats attendus	Objectif visé
Teneur en solides totaux	> 8 %	Réduction globale de l'eau dans les procédés subséquents
Teneur en corps étrangers > 12,5 mm	Aucune	Conformité au CAN/BNQ 0413-200 - Composts en vrac de type B
Teneur totale en corps étrangers > 2 mm	< 1,5 % sur une base sèche	Conformité au CAN/BNQ 0413-200 - Composts en vrac de type B
Teneur en corps étrangers tranchants	< 3 / 500 ml sur une base sèche	Conformité au CAN/BNQ 0413-200 - Composts en vrac de type B
Teneur en films plastiques et polystyrène expansé > 5 mm	< 0,3 % sur une base sèche	Conformité au Guide des MRF – Qualité E1
Teneur en d'autres plastiques compostables ou non > 5 mm	< 0,8 % sur une base sèche	Conformité au Guide des MRF – Qualité E1
Taux de récupération de la matière organique biodégradable	> 90 %	Minimiser la quantité de matière organique éliminée

4.2.2.5 Qualité des rejets

Le procédé de conditionnement est conçu pour minimiser les pertes de matières organiques dans les rejets. Les rejets sont essorés, afin de ne pas contenir d'eau libre et de ne pas présenter un taux d'humidité plus grand que 50 %.

4.2.2.6 Description des équipements auxiliaires

Plusieurs convoyeurs sont nécessaires entre les différents équipements principaux. Ils sont nécessaires pour acheminer les rejets légers et lourds ainsi que le gravier grossier vers les différents conteneurs qui serviront à leur transport.

Tous les convoyeurs sont recouverts et munis de systèmes de ventilation et de récupération des liquides.

Des compacteurs seront également utilisés avant d'introduire les rejets légers dans les conteneurs de transport.

Le total de la demande électrique de ces équipements connexes totalise approximativement 150 kW.

4.2.3 Pasteurisation

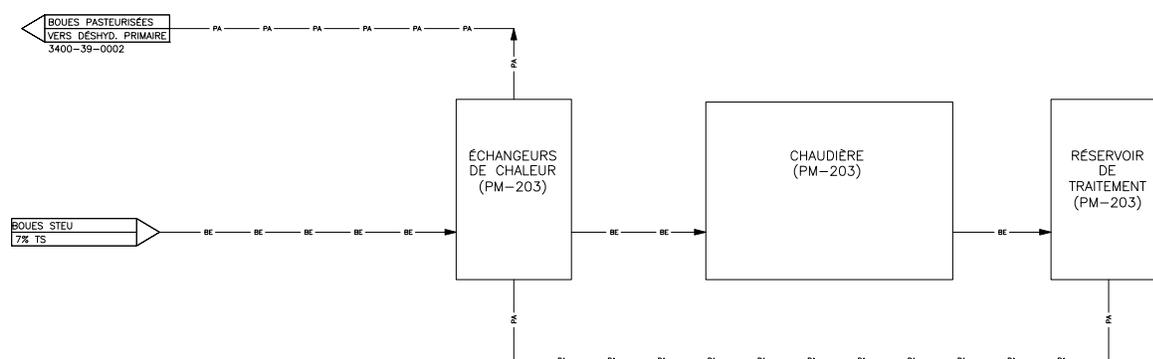


Figure 17 : Pasteurisation

La pasteurisation est un procédé d'hygiénisation qui permet de réduire la concentration en micro-organismes pathogènes. Cette section du procédé est identique dans les scénarios A et B. Les équipements et l'emplacement de ceux-ci sont donc identiques pour les deux scénarios. En phase 1, le CBAQ doit se munir d'un pasteurisateur afin de traiter les boues de la STEU déviées de la biométhanisation lorsque la charge organique maximale des biométhaniseurs sera atteinte. La pasteurisation consiste en un traitement thermique à 70°C, d'une durée allant de 30 à 60 minutes. Le temps minimal de 30 minutes respecte la norme de l'agence américaine de protection de l'environnement pour la réduction des pathogènes pour l'obtention d'un biosolide de classe A qui, en équivalence, permet au Québec de classer un biosolide comme P1 (selon le guide des MRF du Québec). (20)

L'intrant de la pasteurisation est une boue à 7 % ST (non diluée) provenant des épaisseurs de la STEU. Il est à noter que les données utilisées dans cette section, telles que la siccité des boues, sont des données de conception qui peuvent différer légèrement des données retrouvées dans le schéma d'écoulement global. La conception préliminaire et le dimensionnement ont été effectués avec une plage de siccité des boues de 4 à 7 % ST. (voir le schéma d'écoulement en appendice 11 pour plus de détails). Les extrants sont une boue pasteurisée qui est dirigée vers la déshydratation primaire ainsi que de l'air

vicié, envoyé au traitement de l'air. Les boues sont préchauffées dans un échangeur de chaleur par contact indirect avec les boues pasteurisées. Elles sont ensuite chauffées dans une chaudière de contact à l'aide d'un brûleur au biogaz et/ou gaz naturel. Lorsque la température désirée est atteinte, la boue est transférée dans un des trois réservoirs de traitement pour une durée minimale de 30 minutes. Le procédé est considéré comme continu puisque lorsqu'un réservoir se remplit, un autre est en traitement et un autre se vide.

Le système de pasteurisation peut être acheté dans son ensemble sous forme de clé en main à un fournisseur d'équipement ou être entièrement conçu et assemblé par l'équipe du CBAQ.

En ce qui concerne l'aménagement, l'unité de pasteurisation est située au rez-de-chaussée, près du mélangeur solide-liquide. L'empreinte au sol de tous les équipements de pasteurisation est d'environ 125 m².

4.2.3.1 Système de pasteurisation

Dans le cas d'un achat de type clé en main, celui-ci se fait en un seul lot distinct. Il comprend alors un réservoir de contact, un système d'injection d'air de combustion, un échangeur de chaleur, trois réservoirs de traitement et les pompes nécessaires.

Réservoir de contact

Ce réservoir sert à chauffer la boue préchauffée, par un échangeur de chaleur, à la température désirée.

Le réservoir de contact/chaudière est en mesure de chauffer au maximum 45 m³/h de boue à 7 % ST et la puissance du brûleur est d'au moins 1 320 kW.

Le réservoir est entièrement fait d'acier inoxydable 316 et isolé. Il est connecté directement au système de traitement de l'air. La chaudière peut recevoir du biogaz et/ou du gaz naturel ce qui lui donnera une plus grande flexibilité. Un ensemble de thermocouples, de sondes de pression et de sondes de niveau permettront l'opération de cette unité.

Système d'apport en air pour combustion

Cet équipement comprend principalement une soufflante qui fournit l'air nécessaire pour la combustion. Le système est placé près du réservoir de contact et de la chaudière avec une conduite d'air qui comprend un débitmètre et une jauge à pression.

Le système inclut un variateur de vitesse, un conditionneur de débit et une vanne de surpression pour permettre une meilleure automatisation.

Échangeur de chaleur

Cet équipement permet de préchauffer la boue provenant des décanteurs de la STEU. Les boues non pasteurisées (5°C) passent du côté froid et les boues pasteurisées (70°C) passent du côté chaud. Au final, les boues non pasteurisées devront ressortir de l'échangeur à 31°C et les boues pasteurisées

ressortiront à 35°C. L'échangeur de chaleur est en mesure de prendre le débit de 45 m³/h et son matériel est résistant à la corrosion.

Réservoir de traitement

Les réservoirs de traitement permettent la pasteurisation en continu des boues à 7 % ST. Le temps minimum passé dans chaque réservoir est de 30 minutes à 70°C et un jeu de vannes automatiques permet le transfert entre les différents éléments du système.

Les réservoirs sont en acier inoxydable et devront avoir un volume opérationnel d'au moins 22,5 m³. Les réservoirs sont isolés et sont de forme cylindrique avec une base conique. Chaque réservoir est relié au système de traitement de l'air.

Les réservoirs sont opérés à pression atmosphérique et sont munis de transmetteurs de niveau et de température qui permettent l'automatisation du système. Chacun possède une surverse qui peut être dirigée en tête de procédé ou vers le puits de filtrat de la déshydratation secondaire.

4.2.3.2 Description des équipements auxiliaires

Outre le lot de fournisseur, le CBAQ fournit quatre (4) pompes à déplacement positif. Les pompes servent au déplacement des boues dans le système de pasteurisation en plus d'assurer l'apport en boue de la STEU ainsi que l'alimentation vers la déshydratation primaire. Le débit maximum des pompes est de 45 m³/h avec une teneur en solide de 7 % ST.

Pour la phase II, la pasteurisation ne sera plus nécessaire puisque 100 % des boues provenant de la STEU devraient être envoyées en biométhanisation.

4.2.4 Déshydratation primaire – Boues STEU vers la digestion

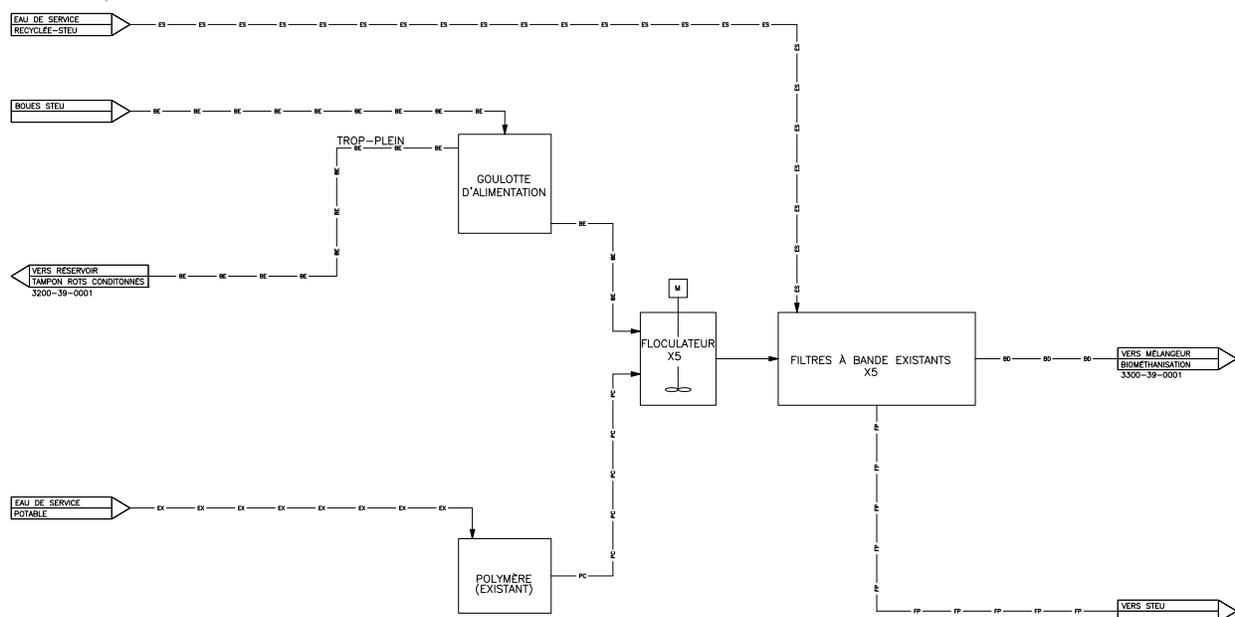


Figure 18 : Déshydratation primaire – Boues STEU vers la digestion

Dans le cadre du projet, les boues de la STEU seront dirigées vers le CBAQ pour y être digérées. Cette section du procédé n'est pas impactée par les scénarios A et B. Donc, les équipements et l'emplacement de ceux-ci sont identiques pour les deux scénarios. Étant donné le bon état de fonctionnement des équipements existants de la STB, il est recommandé de récupérer les filtres à bandes (FAB) existants ainsi que les systèmes de préparation de polymère. Ces équipements seront relocalisés au CBAQ pour la déshydratation des boues de la STEU préalablement à leur mélange avec les ROTS conditionnés.

Présentement, la STEU pompe les boues primaires et secondaires des stations Ouest et Est vers l'incinérateur situé à environ 1,7 kilomètre de la STEU. Les boues proviennent des épaisseurs et ont une siccité de 5 à 7 % en moyenne. Cette siccité occasionne des hausses de pression dans la conduite de décharge des pompes si bien qu'une dilution est appliquée pour obtenir une siccité d'environ 4 %. Étant donné que le site du CBAQ sera localisé tout près, soit 65 m de la STEU, et qu'une nouvelle conduite est prévue pour acheminer les boues vers le site de traitement, il semble raisonnable de penser que les pompes de la STEU seraient en mesure de pomper les boues non diluées (5-7 % de siccité). Le personnel de la STEU a émis des réserves quant à la capacité des filtres à bandes de pouvoir déshydrater efficacement les boues à une telle siccité, si bien que le projet a été conçu autour d'une siccité des boues à 4 %. Il est recommandé de valider les performances des filtres à bandes sur les boues épaissies au-delà de 5 % pour optimiser le projet.

Les boues sont pompées dans une goulotte d'alimentation localisée en hauteur dans le local où seront installés les filtres à bandes. Le compartiment dédié aux boues à digérer a une capacité de 50 m³. Les boues sont distribuées gravitairement vers chacun des filtres. Le réservoir est équipé d'instruments pour suivre le niveau et contrôler le remplissage et la vidange. Un trop-plein est aménagé pour gérer les débordements et est dirigé vers un réservoir d'une capacité de 100 m³. Des pompes assureront la vidange de ce bassin vers le réservoir tampon de ROTS conditionnés.

Le lavage des filtres à bandes sera effectué avec l'eau de service recyclée provenant de l'effluent de la STEU. Le filtrat et les eaux de lavage seront retournés tels quels à la STEU, comme c'est le cas actuellement avec la STB. Aucun impact n'est anticipé à la STEU puisque les conditions d'opération seront similaires aux conditions qui prévalent à l'incinérateur.

À l'incinérateur, une pompe à piston hydraulique est utilisée pour déplacer les boues déshydratées d'une siccité variant de 25 à 30 % vers les séchoirs de l'incinérateur. Dans le cadre du projet CBAQ, des convoyeurs à vis sont prévus pour déplacer la boue déshydratée vers le mélangeur en amont de la digestion avec la même teneur en solide qu'avant soit 25 à 30 % ST. Le débit prévu à l'entrée de la déshydratation primaire des boues à la biométhanisation est d'environ 1530 m³/j pour les 2 phases.

Le schéma d'écoulement en appendice 11 présente le système d'un filtre à bande. Les cinq filtres à bandes existants seront relocalisés au CBAQ.

4.2.5 Déshydratation primaire – Boues STEU pasteurisées

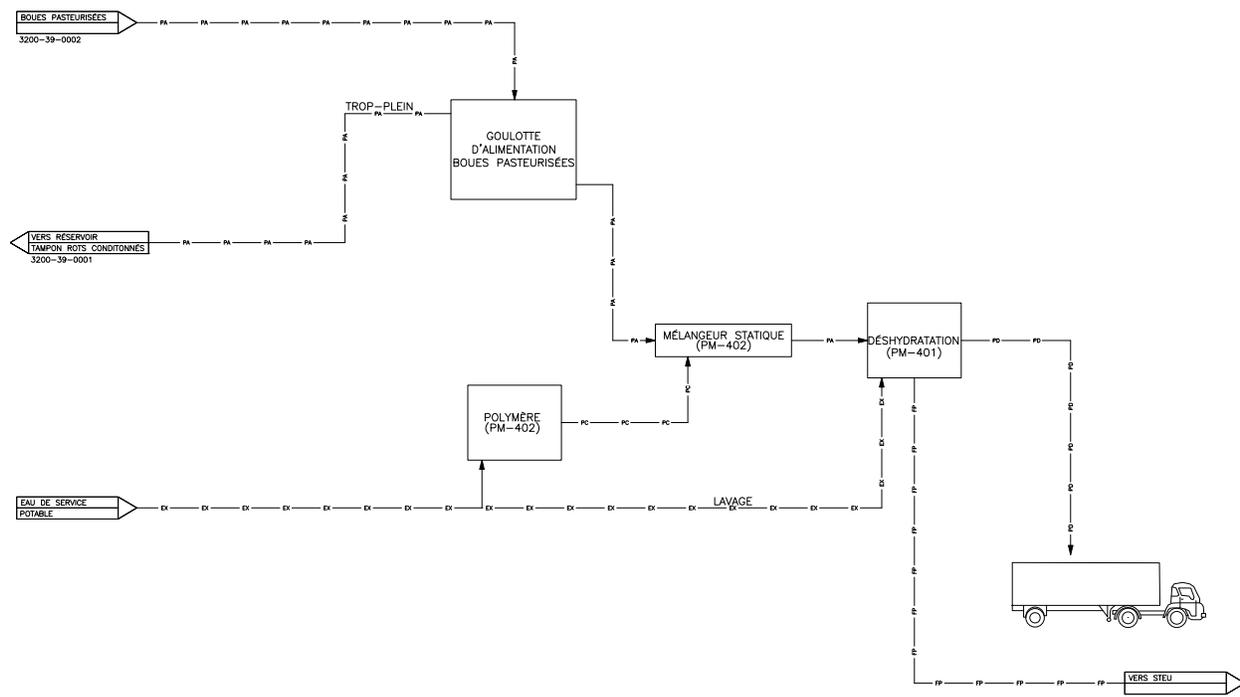


Figure 19 : Déshydratation primaire – Boues STEU pasteurisées

Dans la phase I du projet, une portion des boues de la STEU sera traitée par pasteurisation puis déshydratée préalablement à leur recyclage. Des essais de pasteurisation des boues de la STEU ont été réalisés par le CRIQ pour déterminer l'impact de la pasteurisation sur la filtrabilité des boues et la qualité du filtrat. L'appendice 5 présente le rapport de ces essais.

Les résultats des essais ont démontré que la pasteurisation ne semble pas avoir d'impact sur la teneur en azote ammoniacal dans le filtrat des boues pasteurisées à 70°C durant 30 minutes ou 60 minutes. Il serait donc possible de combiner ce filtrat à celui des filtres à bandes afin de retourner le tout directement en tête du traitement de la STEU. Cependant, la pasteurisation semble avoir un effet sur la filtrabilité des boues. Même après 30 ou 60 minutes de pasteurisation, les boues sont plus difficilement déshydratées et un volume moindre de filtrat est récolté. Ainsi, il serait prudent de considérer la filtrabilité des boues pasteurisées similaire à celle du digestat. Les filtres à bandes ne seraient donc pas appropriés pour la déshydratation de ces boues.

Un équipement de déshydratation de type pressage est considéré, au même titre que pour le digestat. Une consommation de polymère plus importante est aussi envisagée pour la conception des équipements.

Il est considéré que les boues soient pompées (fourniture incluse dans le lot de la pasteurisation) vers la goutte d'alimentation gravitaire de la salle de filtration. Un compartiment séparé de celui des boues de la STEU non pasteurisées par une vanne murale reçoit ces boues pour ensuite les distribuer gravitairement vers les équipements de déshydratation.

4.2.5.1 Équipement de déshydratation

L'équipement de déshydratation devra être de type pressage. Les technologies de centrifugation à haute vitesse ne seront pas acceptées étant donné que les boues pasteurisées et déshydratées seront directement valorisées au champ. L'équipement de déshydratation devra produire une boue déshydratée à siccité la plus élevée possible, sans toutefois être inférieure à 22 % ST.

L'équipement comprend un dispositif de floculation pour le mélange du polymère avec les boues et la maturation des floccs. Des instruments de contrôle incluant des débitmètres sur l'alimentation des boues et l'alimentation du polymère sont inclus dans la fourniture. L'équipement inclut également le dispositif de lavage automatique.

Tableau 17 : Intrants à la conception

		Phase I						Phase II
		2018 (moyen)	2019 (moyen)	2020 (moyen)	2021 (moyen)	2022 (moyen)	2022 (max)	2023 (moyen)
Boues pasteurisées	t sèche/j	18	28	28	34	40	68	0
Siccité des boues STEU pasteurisées	Siccité (%)	6 -7 %	6 -7 %	6 -7 %	6 -7 %	6 -7 %	6 -7 %	6 -7 %
Proportion boues primaires/boues secondaires		60/40	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40	60/40

4.2.5.2 Préparation du polymère

Un des deux systèmes de préparation du polymère existant à l'incinérateur sera dédié au conditionnement des boues pasteurisées. Cet équipement est conçu pour une alimentation en polymère sec par super sacs (big bag). Le dosage se fait par une vis doseuse dans un réservoir agité de dissolution et de maturation de la solution. De l'eau potable est utilisée pour la préparation du polymère. Un second réservoir est utilisé pour le stockage de la solution de polymère à 0,2 % qui sera dosé dans les boues à déshydrater.

Tableau 18 : Consommation de polymère pour la déshydratation des boues pasteurisées

		Phase I						Phase II
		2018 (moyen)	2019 (moyen)	2020 (moyen)	2021 (moyen)	2022 (moyen)	2022 (max)	2023 (moyen)
Boues pasteurisées	t sèche/j	18	28	28	34	40	68	0
Dosage polymère	kg/t sèche	10	10	10	10	10	10	10
Consommation polymère sec	kg/j	180	280	280	340	400	680	0
Polymère (concentration solution)	%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
Débit polymère 0,2%	m ³ /j	90	140	140	170	200	340	0

4.2.5.3 Pompes doseuses

De nouvelles pompes doseuses de type à déplacement positif sont prévues au projet. Une pompe est dédiée à son équipement de déshydratation et aura une capacité maximale d'environ 2 m³/h d'une solution de polymère à 0,2 %. La pompe est munie d'un moteur à vitesse variable qui permet un ajustement fin du dosage.

Un panneau de dosage incluant les éléments suivants accompagnera chacune des pompes doseuses :

- Point d'injection;
- Vannes de relâches avec manomètres;
- Une colonne de calibration;
- Vannes anti retour;
- Lot de vannes manuelles;
- Vannes solénoïdes, rotamètre pour l'eau de transport;
- Tuyauterie en PVC.

4.2.5.4 Description des équipements auxiliaires

Le compartiment de la goulotte d'alimentation a une capacité de 50 m³ pour fournir un volume de rétention d'environ une heure. Des conduites munies de vannes pour contrôler le débit alimentent gravitairement les équipements de déshydratation. Le réservoir est muni d'instruments pour suivre le niveau et contrôler le remplissage et la vidange. Un trop-plein est aménagé pour gérer les débordements et est dirigé vers un réservoir d'une capacité de 100 m³. Des pompes assureront la vidange de ce bassin vers le réservoir tampon de ROTS conditionnés.

De l'eau potable est requise pour la préparation du polymère ainsi que pour le lavage des équipements de déshydratation. La capacité totale moyenne est d'environ 82 m³/j pour le lavage des équipements de déshydratation alors qu'environ 200 m³/j seront requis en moyenne en 2022 pour préparer la solution de polymère.

4.2.6 Biométhanisation

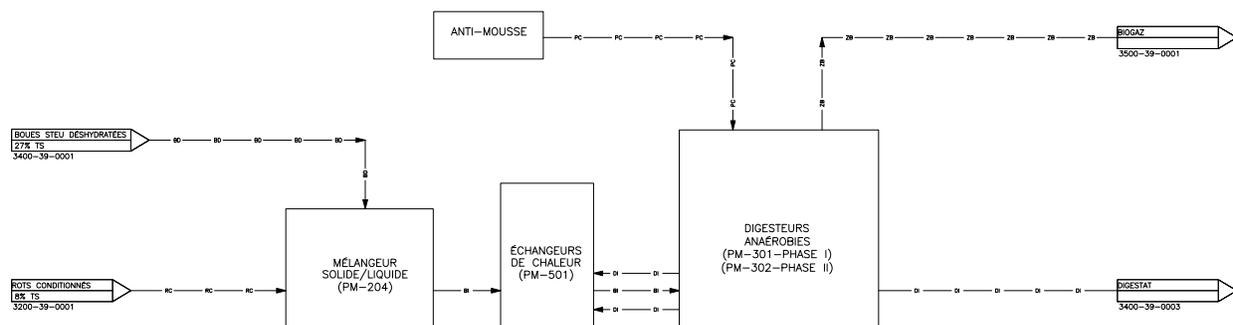


Figure 20 : Biométhanisation

La biométhanisation est un procédé biologique de traitement de la matière organique en absence d'oxygène. La dégradation de la matière organique produit du biogaz, valorisable sous forme énergétique, et un digestat valorisable sous forme d'amendement agronomique. Le procédé retenu pour le CBAQ est celui de la biométhanisation mésophile, soit une digestion à 35°C, et opérée en réacteur de type infiniment mélangé.

L'intrant est une biopulpe composée de ROTS conditionnés et de boue provenant de la STEU. La teneur en solide de la biopulpe peut varier légèrement, mais sera maintenu à environ 12 % ST. Cette biopulpe est le résultat du mélange des boues de la STEU à 27 % ST après déshydratation primaire et des ROTS conditionnés à 8 % ST. Les extraits de la biométhanisation sont le biogaz qui est transféré vers le réservoir de biogaz et le digestat qui est pompé vers la déshydratation secondaire.

Le secteur biométhanisation se divise en trois parties distinctes, soit le mélange entre l'intrant solide (boues déshydratée) et l'intrant liquide (ROTS conditionnés), la partie échange de chaleur et la partie digestion.

Les limites de ce secteur sont les deux sorties des biométhaniseurs, soit au niveau du biogaz qui se dirige vers le ballon d'entreposage du biogaz, soit au niveau du digestat qui se rend vers la déshydratation secondaire.

En ce qui concerne l'aménagement, les échangeurs de chaleur et le mélangeur se retrouvent dans la partie ouest du bâtiment du CBAQ, près du mur extérieur afin de diminuer la distance entre les biométhaniseurs et ceux-ci. Deux des trois biométhaniseurs sont à proximité de CBAQ et le troisième est légèrement en retrait.

4.2.6.1 Mélangeur solide/liquide

Le mélange solide/liquide s'effectue avec un mélangeur qui a comme intrants les boues déshydratées à 27 % ST et les ROTS conditionnés à environ 8 % ST. La biopulpe résultante a une teneur en solide d'environ 12 % ST. Ce mélangeur fait partie d'un lot de fournisseurs et est conçu spécifiquement pour le mélange d'un intrant solide avec un intrant liquide. Le mélangeur possède des outils de mesure de densité de la biopulpe résultante qui permet de doser le liquide et le solide pour en venir à la consistance visée. Il est entendu que la consistance pourrait varier entre 8 % ST et 14 % ST dépendamment des intrants, des saisons et des défis opérationnels. Les ROTS conditionnés peuvent aussi être déviés du mélangeur pour être acheminés directement en biométhanisation. Dans ce cas, il faut prévoir les vannes de contrôle et la tuyauterie nécessaire.

Le débit maximal attendu des ROTS conditionnés est de 790 t hum./jour et de 277 t hum./jour de boues déshydratées pour un total de 1067 t. hum/jour de biopulpe homogène. Au minimum, le système recevra 212 t hum. /jour de ROTS conditionnés et 178 t hum./jour de boues déshydratées.

4.2.6.2 Échangeur de chaleur

Les échangeurs de chaleur ont deux fonctions, ils sont conçus pour maintenir la température des biométhaniseurs en compensant les pertes thermiques à l'atmosphère et en permettant de faire passer toutes les boues, provenant de la STEU, de 10°C pour les amener à 35°C. Les boues doivent être chauffées à 35°C dans le cas où le conditionnement ne fonctionnerait pas et que les boues continueraient d'affluer vers le CBAQ sans les ROTS conditionnés qui arrivent chauffés. Chaque biométhaniseur possède sa propre boucle de recirculation qui permet de chauffer le liquide du biométhaniseur en le faisant passer à travers un échangeur de chaleur.

Les échangeurs de chaleur devront être sélectionnés pour minimiser la sédimentation et le colmatage et être raccordés à une tuyauterie suffisamment grande pour faire circuler des boues pouvant aller jusqu'à 14 % ST. La puissance thermique nécessaire est d'environ 343 kW. L'empreinte au sol est d'environ 10 m².

Les échangeurs sont en acier inoxydable et isolé. La pression d'opération normale est de 207 kPa. Le système est chauffé par de l'eau chaude qui sera disponible à 80°C.

4.2.6.3 Biométhaniseurs

Trois (3) biométhaniseurs d'un volume opérationnel unitaire de 5 000 m³ sont nécessaires.

Les réservoirs sont faits d'acier vitrifié et entièrement isolés. Les biométhaniseurs sont opérés avec une charge organique la plus constante possible tout au long de la durée de vie du CBAQ. Malgré cela, la teneur moyenne en solide dans le biométhaniseur peut varier entre 4,5 et 10 % ST en fonction de la saison et de l'année d'opération et le temps de rétention hydraulique peut varier entre 20 et 40 jours.

Le système d'agitation des biométhaniseurs assure une puissance suffisante pour garantir un volume actif minimal de 90 % afin de minimiser la sédimentation des sables fins. La tuyauterie entrante de

biopulpe et sortante de digestat est en acier inoxydable 316, isolé et tracé avec un fil chauffant. Les autres entrées/sorties sont une entrée pour l'anti-mousse, une sortie pour le biogaz, une autre pour la vanne de surpression, une sortie pour le trop-plein et une sortie pour la recirculation et le chauffage.

L'instrumentation présente se compose de deux thermocouples, un transmetteur de niveau (bas et haut) et un transmetteur de pression dans la phase gazeuse du biométhaniseur. Les biométhaniseurs devront être reliés à un système d'analyse de digestat et de biogaz. L'analyseur de digestat devra être en mesure de mesurer le pH, l'alcalinité, les acides gras volatils (AGV) et l'azote ammoniacal. L'analyseur de biogaz donne la composition en méthane, dioxyde de carbone, oxygène, azote et sulfure d'hydrogène en plus du débit journalier de celui-ci. Un ensemble de débitmètres et de lecteurs de pression sont installés sur la tuyauterie pour permettre le contrôle de l'alimentation et de la vidange du biométhaniseur.

On retrouve également un réservoir de 5 m³ contenant un agent anti-mousse. Ce réservoir est relié aux trois biométhaniseurs par l'entremise d'un réseau de tuyaux en acier inoxydable. Le réservoir est à l'intérieur du CBAQ et ne sert qu'en cas de production excessive de mousse dans un des biométhaniseurs.

Les biométhaniseurs sont munis de leurs propres plateformes et escaliers permettant l'accès au toit pour l'entretien.

4.2.6.4 Équipements auxiliaires

De plus, plusieurs vannes anti-retour, coupe-feu, automates sont nécessaires à l'intégration des équipements décrits ci-haut afin d'assurer le plein contrôle et la sécurité du procédé.

Le secteur biométhanisation décrit ici représente la phase I du projet. La phase II, comportera un ajout de deux biométhaniseurs de 5000 m³ ainsi que tous les équipements connexes comme les pompes et les échangeurs de chaleur. L'augmentation graduelle du tonnage en ROTS et le désir de traiter 100 % des boues et des ROTS en phase II, nécessitent l'ajout de deux biométhaniseurs additionnels. Par contre, le choix de l'ajout de volume de digestion devra se faire en utilisant les débits d'intrants réels et mesurés pendant l'opération du CBAQ en phase I.

4.2.7 Déshydratation secondaire – Digestat

Figure 21 : Déshydratation secondaire - Digestat

La déshydratation secondaire est l'étape du procédé qui accomplit la séparation solide-liquide du digestat. Cette étape comprend les pompes de soutirage du digestat, soit une pompe en fonction et la seconde en redondance, la section de la goulotte d'alimentation qui achemine gravitairement le digestat vers les unités de déshydratation, l'unité de préparation du polymère, les pompes doseuses et les équipements de déshydratation.

Pour les phases I et II, il est prévu de valoriser au champ le digestat déshydraté et non séché. Pour cette raison, un équipement de déshydratation de type pressage est considéré. L'utilisation des technologies de centrifugation à haute vitesse présente un risque, car le MDDELCC classe les boues résultantes comme étant hors catégorie au niveau des odeurs. (20) Par contre, il est possible que les boues résultantes rencontrent les normes MRF d'odeurs (O1 et/ou O2) permettant le recyclage aux champs sans problème. À ce stade -ci du projet, il est impossible de statuer si cette alternative offre des avantages économiques. Seuls des essais pilotes de biométhanisation et de déshydratation en continu sur plusieurs mois permettraient de statuer sur cette opportunité.

4.2.7.1 Équipement de déshydratation

L'équipement comprend un dispositif de mélange du polymère avec le digestat. Des instruments de contrôle incluant des débitmètres sur l'alimentation des boues et l'alimentation du polymère sont inclus dans la fourniture. L'équipement inclut également le dispositif de lavage automatique.

L'équipement de déshydratation produit une boue déshydratée à siccité la plus élevée possible, sans toutefois être inférieure à 22 % ST.

Tableau 19 : Intrants à la conception de la déshydratation

		Phase I						Phase II	
		2018 (moyen)	2019 (moyen)	2020 (moyen)	2021 (moyen)	2022 (moyen)	2022 (max)	2023 (moyen)	2038 (moyen n?)
Digestat	t hum/j	419	472	508	536	566	648	755	1010
Siccité du digestat	(%)	9,58	7,81	7,64	6,90	6,23	4,54	8,75	8,57
Solides volatils digestat	(%)	40	40	40	40	40	40	38	38
Digestat (matière sèche)	t sèche/j	40	37	39	37	35	30	66	87

4.2.7.2 Préparation du polymère

Un nouveau système de préparation de polymère est dédié au conditionnement du digestat. Cet équipement est conçu pour une alimentation en polymère sec par super sacs (big bag). Le dosage se fait par une vis doseuse dans un réservoir agité de dissolution et de maturation de la solution. De l'eau potable est utilisée pour la préparation du polymère. Un second réservoir est utilisé pour le stockage de la solution de polymère à 0,2 % qui sera dosé dans le digestat à déshydrater.

Tableau 20 : Consommation de polymère pour la déshydratation du digestat

		Phase I						Phase II	
		2018 (moyen)	2019 (moyen)	2020 (moyen)	2021 (moyen)	2022 (moyen)	2022 (max)	2023 (moyen)	2038 (max)
Digestat	t sèche/j	40	37	39	37	35	30	66	87
Dosage polymère	Kg poly/t sèche	10	10	10	10	10	10	10	10
Polymère sec	kg/j	400	370	390	370	350	300	660	870
Solution polymère 0,2%	m ³ /j	200	185	195	185	175	150	330	435

4.2.7.3 Pompes doseuses

Des pompes doseuses de type à déplacement positif sont prévues au projet. Une pompe est dédiée à son équipement de déshydratation et aura une capacité maximale d'environ 2 m³/h d'une solution de polymère à 0,2 %. La pompe sera équipée d'un moteur à vitesse variable qui permettra un ajustement fin du dosage.

Un panneau de dosage incluant les éléments suivants accompagnera chacune des pompes doseuses :

- Point d'injection;
- Vannes de relâches avec manomètres;
- Une colonne de calibration;
- Vannes anti retour;
- Lot de vannes manuelles;
- Vannes solénoïdes, rotamètre pour l'eau de transport;
- Tuyauterie en PVC.

4.2.7.4 Description des équipements auxiliaires

Le compartiment de la goulotte d'alimentation a une capacité de 25 m³ à la phase I et de 75 m³ à la phase II. Le volume de 50 m³ de la goulotte dédié aux boues pasteurisées à la phase I sera ajouté au volume de 25 m³ pour fournir un volume de rétention d'environ 4 à 5 heures. Le réservoir est muni d'instruments pour suivre le niveau et contrôler le remplissage et la vidange. Un trop-plein est aménagé pour gérer les débordements et est dirigé vers un réservoir d'une capacité de 100 m³. Des pompes assureront la vidange de ce bassin vers le réservoir tampon de ROTS conditionnés. Des conduites munies de vannes pour contrôler le débit alimenteront gravitairement les équipements de déshydratation.

De l'eau potable est requise pour la préparation du polymère ainsi que pour le lavage des équipements de déshydratation. Une capacité totale moyenne d'environ 150 m³/j est requise pour le lavage des équipements de déshydratation alors qu'environ 350 m³/j sera requise en moyenne en 2038 pour préparer la solution de polymère avec une pointe maximale de l'ordre de 440 m³/j.

4.2.8 Biogaz

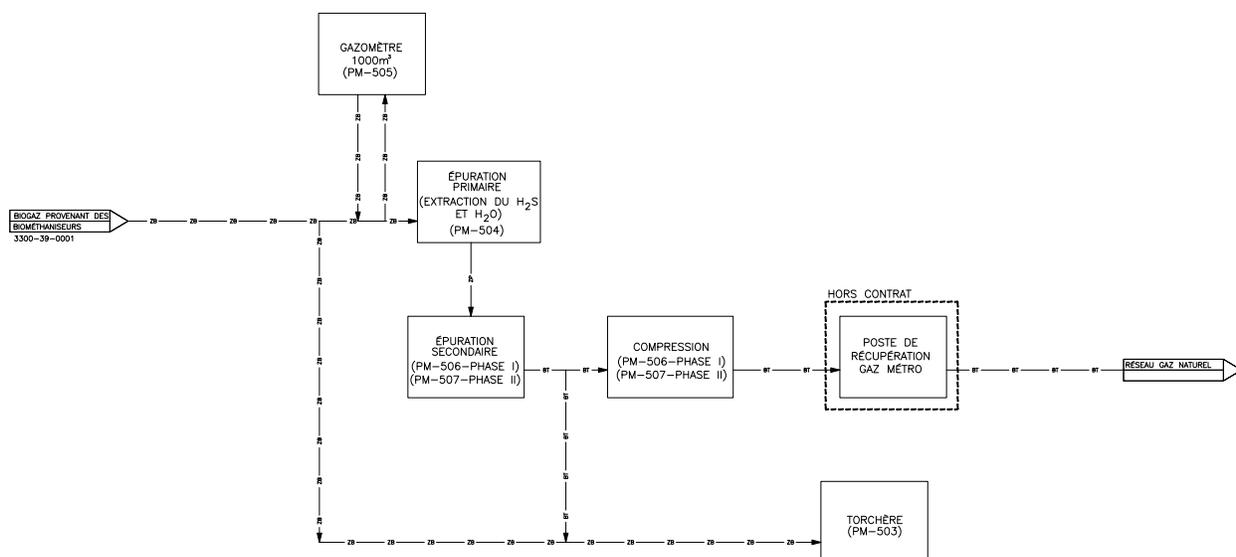


Figure 22 : Biogaz

Le secteur biogaz du procédé consiste à épurer le biogaz pour parvenir à une qualité satisfaisante pour la vente et l'injection au réseau de gaz naturel.

L'intrant principal de cette section est le biogaz brut provenant des biométhaniseurs. Ensuite, quelques consommables sont nécessaires pour l'opération des différentes unités de la section (voir section descriptive de chaque équipement).

Il y a deux extrants majeurs. Le premier est le biométhane qui est injecté au réseau de gaz naturel. Le second extrant majeur représente la portion de gaz contenant les impuretés retirées du biogaz. Cet extrant est envoyé vers le système de traitement de l'air. D'autres extrants sont aussi générés par les différentes unités de cette section (voir section descriptive de chaque équipement).

Dans le secteur biogaz du procédé, il y a cinq lots de fournisseurs principaux.

La première unité est le stockage du biogaz. Pour celle-ci, la technologie retenue est un gazomètre de type double membrane. Ce stockage de biogaz se fait à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique (10 à 20 mBar).

La seconde unité est l'épuration primaire du biogaz. Cette unité est utilisée principalement pour retirer le H₂S présent dans le biogaz. La technologie de colonnes d'adsorption avec média d'absorption solide a été retenue. Le H₂S se fixe sur les médias qui garnissent les colonnes et qui éventuellement saturent ces

derniers. Les médias saturés sont remplacés par des nouveaux et les médias saturés sont disposés à l'élimination.

La troisième unité est l'épuration secondaire. Ce traitement est utilisé pour retirer le CO₂ et les autres contaminants (H₂S et siloxanes) toujours présents dans le biogaz pour l'amener à une qualité de gaz acceptable pour le réseau de gaz naturel.

La quatrième unité est la compression. Il est nécessaire d'élever la pression du biométhane à la pression demandée par le distributeur de gaz naturel (Gaz Métro).

La cinquième unité est la torchère, qui permet, seulement en cas de défaillance du procédé, de brûler le biogaz avant le rejet à l'atmosphère. Puisque la torchère ne fonctionnera pas plus que 10 % du temps, la technologie retenue est une torchère à flamme ouverte.

Une station d'injection devra aussi être installée sur le site. Cependant, sa conception, son installation et son opération sont de la responsabilité de Gaz Métro. Il est toutefois de la responsabilité du CBAQ de prévoir un emplacement sur le site pour accueillir cette station.

L'emplacement des différents systèmes a été développé de manière à minimiser la longueur des conduites entre les différents équipements.

Le gazomètre a donc été disposé le plus près possible du biométhaniseur.

Également, les unités de désulfuration devront être disposées de façon à permettre la circulation de camions à proximité et de faciliter le chargement et le déchargement du média. C'est pourquoi les colonnes sont disposées sur la voie pavée à l'arrière du bâtiment.

Les unités d'épuration secondaire sont disposées le plus près possible du système de désulfuration alors que les compresseurs se retrouvent à proximité des unités d'épuration.

L'unité d'injection appartenant à l'acheteur de biométhane se retrouve à l'opposé du bâtiment puisque celle-ci occupe un espace considérable et qu'elle doit être accessible par camion.

Pour ce qui est de la torchère, la norme B149,6-11 interdit que la torchère soit à moins de 15 mètres de distance de toute source de biogaz et à moins de 7,5 mètres de tout chemin ou route. Son emplacement est donc dicté par cette norme.

4.2.8.1 Séparateur d'eau

Le premier équipement du secteur biogaz est la trappe à condensat (ou séparateur d'humidité). Cette unité reçoit le biogaz brut provenant des biométhaniseurs.

Cet équipement permet d'extraire les gouttelettes d'eau se trouvant dans le biogaz avant que celui-ci soit dirigé vers le gazomètre et les unités de traitement subséquentes.

Puisque le biogaz peut être un gaz corrosif, en raison de la présence de H₂S et d'eau, le séparateur d'humidité se doit d'être fabriqué en acier inoxydable de grade 316.

L'équipement doit être automatisé, c'est-à-dire qu'il doit être en mesure d'extraire de façon automatique le surplus d'eau accumulée. L'eau extraite du biogaz sera envoyée vers le système de traitement des eaux.

Le séparateur d'eau devrait pouvoir extraire minimalement 95 % de l'eau libre contenue dans le biogaz pour un débit de biogaz saturé en eau allant de 700 à 1750 Nm³/h à une pression approximative de 10 à 15 mbar.

Le biogaz est ensuite dirigé vers le stockage ou directement vers les unités de traitement subséquentes.

4.2.8.2 Gazomètre

Le gazomètre reçoit le biogaz brut après son passage dans le séparateur d'eau. Le gazomètre est utilisé pour stabiliser le débit de biogaz qui sera envoyé vers les unités de traitement ou vers la chaudière et pour minimiser la perte de biogaz lors de travaux de maintenance sur ces mêmes équipements de traitement.

Le gazomètre a un volume de 1000 m³. Le biogaz y est maintenu à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique (10 à 20 mBar).

Le gazomètre est constitué de deux membranes superposées. La première est utilisée pour stocker le biogaz de façon hermétique. La deuxième est la membrane externe. Celle-ci est maintenue gonflée en tout temps par des soufflantes à air. Cette chambre d'air permet de maintenir la pression dans l'ensemble des membranes. La pression est aussi contrôlée à l'aide d'une valve de régulation de pression installée à la suite des soufflantes. Maintenir la membrane gonflée permet aussi de résister aux intempéries telles que la charge de neige et le vent. Le gazomètre doit aussi être muni d'un dispositif de protection contre les éclairs.

Le gazomètre doit être muni d'un dispositif de détection de fuites de gaz ainsi que d'une soupape de surpression. Un transmetteur de niveau est également nécessaire afin de permettre en tout temps la mesure de la quantité de biogaz présente dans le ballon.

Le gazomètre a une hauteur d'environ 10 mètres et un diamètre d'environ 13 mètres. La dalle de béton sous le ballon devra être d'une épaisseur minimale de 203 mm et devra couvrir tout le diamètre du ballon.

Les soufflantes (2) à air permettant de gonfler la membrane extérieure demanderont une puissance électrique d'environ 20kW chacune.

L'entrée et la sortie de biogaz ne sont qu'une seule conduite d'un diamètre de 254 mm qui est connectée à un surpresseur de biogaz dirigeant le biogaz vers l'unité d'épuration primaire.

4.2.8.3 Épuration primaire

Le système d'épuration primaire reçoit le biogaz brut après qu'il soit passé dans le séparateur d'eau et dans le gazomètre. L'épuration primaire est utilisée pour extraire le sulfure d'hydrogène (H_2S) se trouvant dans le biogaz avant d'être envoyé vers l'épuration secondaire.

Le traitement proposé consiste en une unité d'adsorption du H_2S à l'aide d'un média solide (généralement de l'oxyde de fer). Le média est disposé dans deux colonnes d'environ 64 m^3 chacune, qui seront utilisées alternativement. Lorsque, dans l'une des deux colonnes, le média n'est plus efficace et doit être remplacé, l'autre colonne est utilisée pour permettre le changement du média dans la première colonne.

Les colonnes doivent être faites d'un matériau résistant à la corrosion.

Le système doit être muni d'un analyseur de H_2S à la sortie des colonnes pour ainsi être en mesure d'évaluer l'efficacité d'extraction de l'unité. L'analyseur permettra aussi de contrôler automatiquement vers quelle colonne sera dirigé le biogaz brut et permettra de déterminer à quel moment le média devra être remplacé dans la colonne active. La disposition du média se fait dans un site d'enfouissement.

Le système doit assurer l'extraction du H_2S dans le biogaz de façon continue pour un débit allant de 700 à $1\,750\text{ Nm}^3/\text{h}$. Pour assurer le maintien des garanties de performances de l'épuration secondaire, la concentration de H_2S à la sortie de l'unité de traitement primaire ne doit jamais dépasser 70 mg/Nm^3 (50 ppmvs). La concentration de H_2S dans le biogaz à l'entrée est estimée à $2\,790\text{ mg/Nm}^3$ (2000 ppmvs).

4.2.8.4 Épuration secondaire

L'épuration secondaire reçoit le biogaz provenant directement d'épuration primaire qui a été nettoyé du H_2S qu'il contenait. L'épuration secondaire consiste à retirer les impuretés toujours contenues dans le biogaz, principalement du gaz carbonique, pour en produire du biométhane, un gaz étant interchangeable avec le gaz naturel.

Le traitement proposé est un raffinage ou lavage à l'aide d'un procédé d'adsorption ou d'absorption. Cette unité est composée de plusieurs éléments épurateurs qui permettent, en mettant en contact le biogaz avec un média ou un solvant, d'extraire les contaminants.

Il est recommandé de phaser l'achat de la seconde unité d'épuration secondaire puisqu'une augmentation graduelle de la production de biogaz est prévue parallèlement à l'augmentation des intrants acheminés vers le CBAQ. Lors des cinq premières années (phase I) l'augmentation se fera plus rapidement et à la cinquième année, il est prévu d'atteindre une pointe permettant l'achat d'une nouvelle unité. La première unité devra pouvoir traiter un débit variant entre 300 et $800\text{ Nm}^3/\text{h}$ de biogaz, tandis que la deuxième devra traiter entre 400 et $1000\text{ Nm}^3/\text{h}$. Par contre, le choix de la capacité de traitement de la deuxième unité devra se faire en utilisant les débits de production de biogaz mesurés et réels pendant l'opération du CBAQ. Il est prévu qu'en 2023 le débit de biogaz soit suffisant pour les besoins d'une seconde unité.

Le biométhane sortant de l'unité d'épuration doit être d'une qualité satisfaisante pour l'injection au réseau de gaz naturel du distributeur avant d'être dirigé vers un compresseur (la prochaine unité). Soit, minimalement :

Tableau 21 : Composants mesurés en continu et leurs exigences selon la norme BNQ sur la qualité du biométhane (25)

Composants mesurés en continu	Exigences
CO ₂	≤2 %
H ₂ S	≤7 mg/m ³
O ₂	≤0,4 %vol
PCS	≥36 MJ/m ³
H ₂ O	≤35 mg/m ³
Gaz inertes	≤4 %vol
H ₂	≤0,1 %vol
Indice Wobbe	≥47,23 MJ/m ³ <51,16 MJ/m ³
Indice de jaunissement	≥0,86
Indice Weaver	0,05
Température	≤50 °C métal ≤30 °C plastique

Le procédé d'épuration doit garantir la récupération minimale de 96 % du méthane contenu dans le biogaz introduit dans l'unité.

Le système est contenu en majeure partie dans une empreinte au sol approximative de 160 m².

L'équipement d'épuration a approximativement une charge électrique totale de 350 kW. Ceci peut inclure plusieurs pompes ou compresseurs. Le fournisseur devra garantir une opération minimale 8 350 heures par année (95 % du temps).

L'unité d'épuration secondaire doit être munie d'un système de caractérisation du gaz en continu pour être en mesure de s'assurer que le biométhane envoyé vers le réseau de gaz naturel est conforme aux spécifications demandées par l'acheteur. Si le gaz n'est pas conforme, il peut être recyclé à l'entrée du procédé, envoyé à la chaufferie ou envoyé vers la torchère. Gaz Métro aura aussi son propre système de caractérisation et aura le contrôle sur l'acceptation ou non du biométhane.

4.2.8.5 Compression du biométhane

À la suite de l'unité d'épuration secondaire, un compresseur est nécessaire afin d'élever la pression du biométhane à la pression du réseau de gaz naturel exigée pour son injection. La pression exigée est de 2 413 kPa.

Les compresseurs sont contenus dans un espace de 35 m². La puissance estimée d'un compresseur pouvant faire ce travail est de 70 kW. Les compresseurs sont également munis d'un système de refroidissement.

Le compresseur doit pouvoir compresser un débit pouvant aller de 350 à 900 Nm³/h de biométhane. Il peut être possible de phaser l'achat des compresseurs, mais il est indispensable d'inclure une unité de contingence permettant d'injecter dans le réseau tout le biométhane disponible en tout temps.

4.2.8.6 Torchère

La torchère permet, en cas de défaillance du procédé, de brûler le biogaz ou le biométhane ne répondant pas aux spécifications du client avant l'envoi à l'atmosphère.

La technologie retenue est une torchère à flamme ouverte. La torchère doit être conçue pour être en mesure de brûler jusqu'à 1,5 fois la production maximale estimée de biogaz ou de biométhane. C'est-à-dire qu'elle doit pouvoir brûler jusqu'à 2600 Nm³/h de biogaz. La torchère doit aussi pouvoir brûler 1 300 m³/h de biométhane.

La torchère ouverte doit se conformer aux exigences des lignes directrices sur la biométhanisation.

L'équipement doit être muni d'instruments nécessaires au démarrage automatique des brûleurs et pilotes en cas de besoin. De plus, elle doit être équipée d'instruments de sécurité requis par les normes CSA, tels que le coupe-flamme, la valve d'arrêt thermique ainsi que d'une vanne d'arrêt automatique pneumatique et d'une valve manuelle d'isolation.

Un apport de gaz naturel ou de gaz propane sera nécessaire pour l'allumage des pilotes. La torchère a aussi besoin d'un apport d'air qui sera fourni par des soufflantes d'une puissance approximative de 20 kW.

La torchère aura une hauteur d'environ 9 mètres et sera contenue dans un espace d'environ 35 m².

4.2.8.7 Équipements auxiliaires

Pour la section biogaz, la plupart des équipements sont représentés dans les lots de fournisseurs. Cependant, un surpresseur supplémentaire ainsi qu'un surpresseur de contingence identique seront nécessaires.

Les surpresseurs seront disposés à la suite du gazomètre avant l'envoi vers l'épuration primaire du biogaz. Ces surpresseurs permettront de faire circuler le biogaz dans le système d'épuration primaire ayant une perte de charge estimée entre 14 et 21 kPa. Le surpresseur devra aussi permettre de circuler le biogaz jusqu'à l'épuration secondaire. Une puissance de 30 kW pour chaque surpresseur est estimée.

4.2.9 Énergie

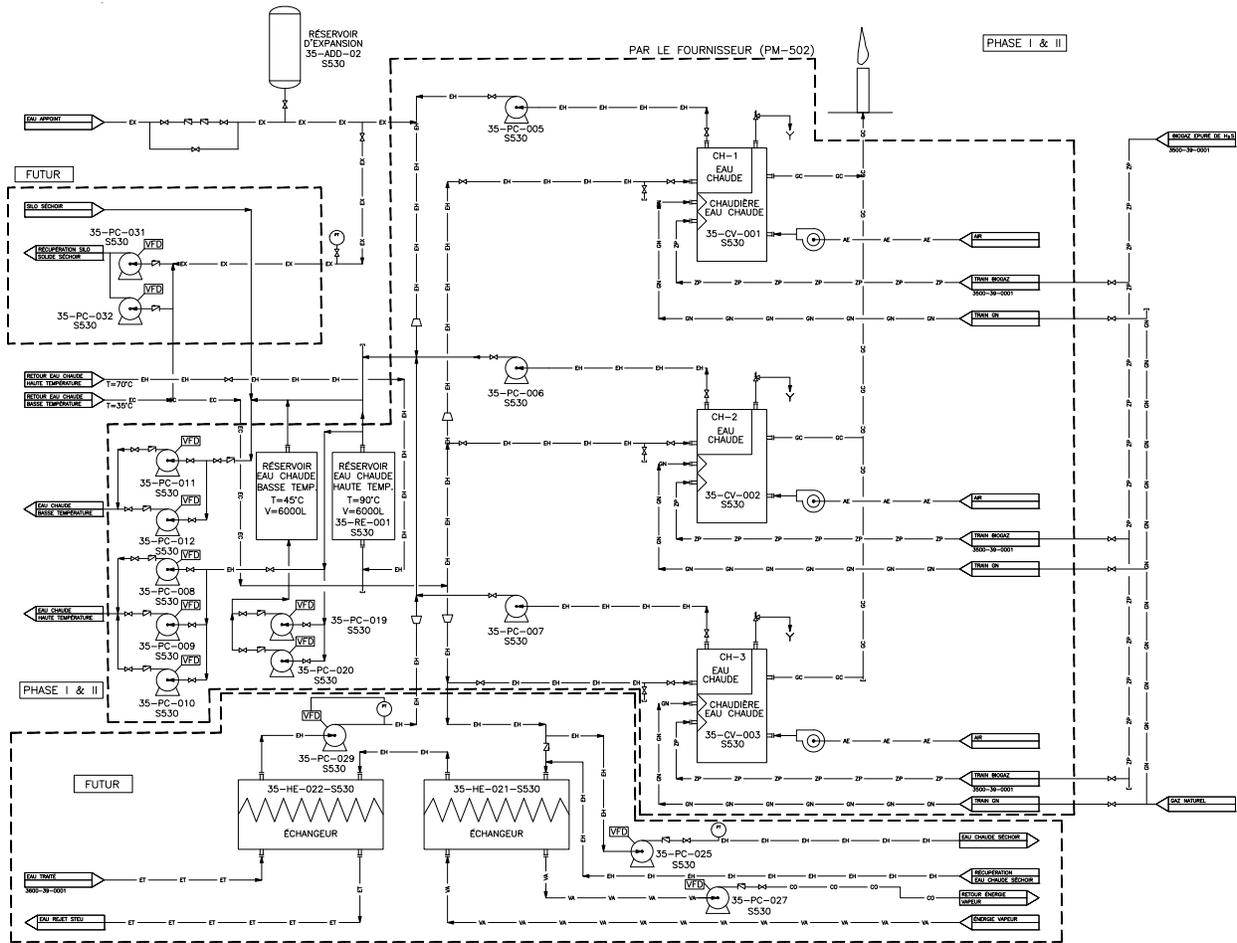


Figure 23 : Schéma d'écoulement de la chaufferie

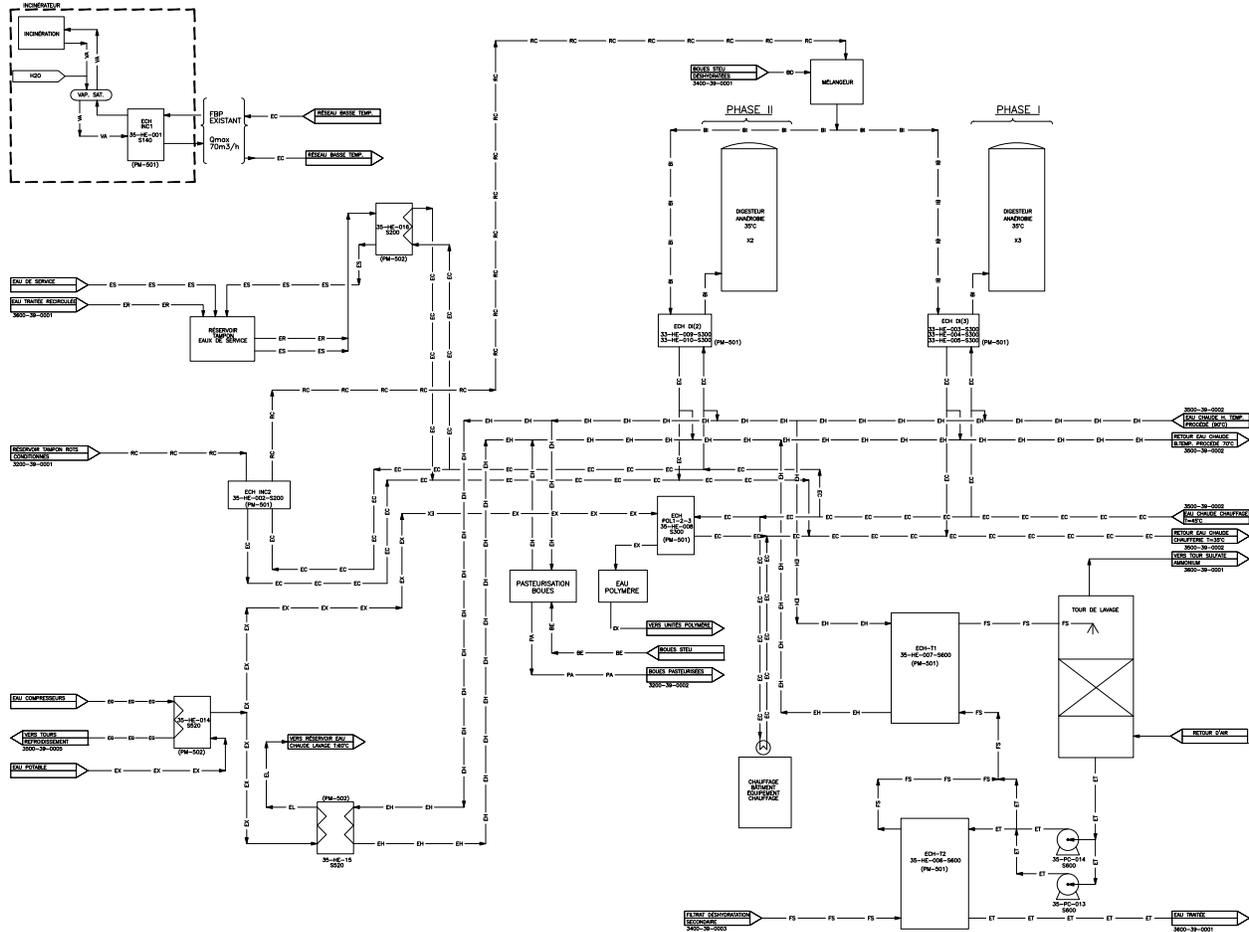


Figure 24 : Schéma d'écoulement thermique

La présente section présente les équipements de production de caloporteurs pour la chauffe et la récupération d'énergie du procédé. Ces équipements sont les suivants :

- Chaudières de production d'eau chaude et réservoirs associés;
- Système de pompage des caloporteurs;
- Échangeur liquide/liquide, liquide/solide et liquide/gazeux du projet;
- Refroidisseur/évaporateur pour la production d'eau/glycol froid à 3°C;
- Tour de refroidissement à sec.

La différence entre les deux scénarios se situe dans le transfert thermique de l'énergie puisée à l'incinérateur. Dans le cas du scénario A, ce transfert se fait via un réseau d'eau chaude entre l'incinérateur et le CBAQ. Dans le cas du scénario B, le transfert se fait via la conduite de ROTS conditionnés canalisée entre l'incinérateur et le CBAQ.

Dans les deux scénarios, la chaufferie est localisée à l'étage du bâtiment CBAQ. On y retrouve, les 3 chaudières, la majorité des échangeurs, les systèmes de pompage, les 2 réservoirs de stockage d'eau chaude, les collecteurs principaux des réseaux d'eau de chauffage haute et basse température, le réservoir d'expansion et les contrôles.

Pour le scénario A, le mélange d'eau traitée et d'eau de service de la STEU sont mélangé CBAQ et amené à l'incinérateur via la conduite existante de 150mm pour être chauffé avec la vapeur. Le mélange est par la suite canalisé dans un réservoir tampon d'eau de dilution destiné au conditionnement. La quantité d'eau est ainsi égalisée sur 24h/j et 7 jours par semaine pour respecter la capacité limite de la conduite existante, soit de 70 m³/h.

Un second échangeur de vapeur saturée/biopulpe est utilisé à la suite du réservoir tampon de biopulpe, pour ajuster sa température nécessaire en fonction de la température désirée à la sortie du mélangeur boues primaires/biopulpe localisé au CBAQ via un asservissement à distance. Cette lecture de température est transférée à distance du CBAQ à l'incinérateur, permettant le contrôle de la vanne d'entrée de vapeur de cet échangeur pour obtenir la température désirée de la biopulpe à l'entrée du biométhaniseur.

Pour le scénario B, les ROTS conditionnés et chauffés sont pompés sur 1700 m vers le CBAQ via une des conduites existantes. Cette conduite est enfouie à plus de 2 m pour la protection du gel. Elle est non isolée et les joints ont une limite de température d'utilisation de 65°C selon les spécifications du manufacturier. La perte de chaleur anticipée dans cette conduite enfouie a été estimée à environ 5°C avec les débits prévus et un pompage en continu sur 1 700 m.

Dans le scénario B, une incertitude subsiste sur le colmatage possible de la conduite de 1700 m par la sédimentation et la croissance de struvite. L'utilisation exclusive de cette conduite comme amenée de ROTS conditionnés et de chaleur au CBAQ pose un risque non négligeable au procédé. Des mesures de mitigations devront être développées si ce scénario est retenu.

Dans le scénario A, on utilise plutôt le transfert thermique vers le CBAQ avec réseau d'eau chaude en boucle fermée entre l'incinérateur et le CBAQ fonctionnant à débit maximal de 70 m³/h sur les deux conduites existantes. Cette option favorise un plus grand transfert thermique par rapport au scénario B.

En opération normale, la chaleur nécessaire aux biométhaniseurs est amenée par la biopulpe. Cependant ces échangeurs permettront la chauffe des biométhaniseurs advenant une perte de l'énergie de l'incinérateur dû à un bris ou à un arrêt de production d'énergie.

Dans les deux scénarios, pour la phase I, une partie des boues est divergée vers un recyclage au champ en passant par une pasteurisation. Ces boues primaires provenant de la STEU seront pasteurisées, déshydratées et disposées par camion à l'extérieur du site. La chaleur apportée au pasteurisateur provient du réseau d'eau haute température (90°C) du CBAQ. Ce pasteurisateur effectuera la récupération d'énergie sur les boues sortantes du pasteurisateur et recyclera au moins 50 % de l'énergie

pour le préchauffage des boues entrantes au pasteurisateur. Ce transfert est effectué par un échangeur boue-boue intégré au pasteurisateur et faisant partie de la fourniture du pasteurisateur. La pasteurisation se fait à 70°C pour une durée de 30 minutes. On prévoit un apport thermique suffisant pour cet usage. Une des trois chaudières est dédiée à cette pasteurisation.

Le traitement du filtrat secondaire contenant des concentrations importantes en azote ammoniacal (NH₃) est assuré par un laveur à l'acide fonctionnant à une température de 60°C. Le chauffage du filtrat secondaire de 35°C à 60°C est assumé par le réseau d'eau haute température via les échangeurs. Un des deux échangeurs liquide/liquide assumera la récupération de l'énergie sortant du laveur des eaux traitées et permettra la récupération de 70 % de l'énergie sortant du laveur. On assume que l'eau traitée sortira à 35°C.

Le réseau d'eau chaude de lavage de plancher (réception) et de la fosse est approvisionné par le réseau d'eau haute température et la récupération d'énergie provenant des compresseurs de biométhane à la sortie du système d'épuration des biogaz via deux échangeurs.

Le chauffage du bâtiment CBAQ, le chauffage du polymère et le contrôle de la température des biométhaniseurs sont reliés au réseau d'eau basse température (45°C). Dans le scénario A, un chauffage par dalle radiante sera effectué pour la zone de réception des ROTS.

Le réseau d'eau de lavage est chauffé par le réseau d'eau basse température et est alimenté par l'injection d'énergie provenant du réseau d'eau haute température ou basse température selon le scénario.

Le réseau d'eau chaude haute température est alimenté à partir de trois (3) chaudières d'une capacité totale de 150 % de la charge courante du site (avec recyclage d'énergie du procédé) et minimalement d'une capacité de 100 % de la charge de démarrage (sans recyclage d'énergie du procédé). Les chaudières ont deux trains de brûleurs (gaz naturel, biogaz). L'utilisation du biogaz est privilégiée et le gaz naturel n'est présent que comme combustible de rechange en cas de problème dans la production de biogaz et lors du démarrage du procédé.

Le lien de la production et la consommation de l'énergie thermique entre les réseaux d'eau basse température et d'eau haute température se font via les deux réservoirs de stockage thermiques placés dans la salle de la chaufferie. Les raccords sont faits de manière à maximiser la température d'eau fournie aux éléments consommateurs d'énergie et à minimiser la température d'eau fournie aux éléments producteurs d'énergie.

Les réseaux d'eau haute et basse température sont avec pompage duplex à débit variable répondant aux besoins instantanés des différents corps de chauffe, alors que les réseaux reliés à la production d'énergie sur les chaudières sont à débit constant opérant sur une demande de production d'énergie uniquement.

Un système de refroidissement à l'eau glycolée est prévu pour le refroidissement de l'unité d'épuration et du compresseur d'injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel. Une unité est prévue pour la

phase I et une seconde unité identique sans un second tour de refroidissement est prévue pour la phase II.

Ce refroidissement permet le refroidissement d'un réseau de caloporteur eau/glycol 50 % pour le raffinage à l'eau du biogaz qui est opéré à 7°C. Un refroidissement du réseau de caloporteur eau/glycol basse température à 3°C est assumé par une unité d'évaporation/condensation. Le refroidissement du réseau eau/glycol haute température sera assuré par une tour de refroidissement à sec qui permettra de maintenir le réseau de glycol haute température à 41°C et plus. Ce système de refroidissement assure une récupération d'énergie et permet la préchauffe de l'eau de fabrication de polymère et l'eau de lavage de procédé via un échangeur, récupérant l'énergie des compresseurs d'injection de biométhane.

Dans le cas du scénario B, le réseau de vapeur surchauffé sera prolongé dans le bâtiment vers les échangeurs d'eau de service et de ROTS conditionnés. Les désurchauffeurs seront situés à proximité de ceux-ci. Le condensat sera dirigé vers le système de reprise du condensat existant à l'incinérateur.

Dans les deux cas, la chaufferie est localisée à l'étage du bâtiment CBAQ. Elle renferme les 3 chaudières, les systèmes de pompage, les deux réservoirs d'emmagasinage, les collecteurs principaux des réseaux d'eau de chauffage haute et basse température, le réservoir d'expansion et les contrôles.

Dans le cas du scénario A, le chauffage de l'eau de procédé du conditionnement et le chauffage ROTS conditionnés sont assurés par le réseau d'eau basse température. D'autre part, le chauffage de l'eau chaude domestique de lavage est assuré par le réseau d'eau haute température.

Le réseau d'eau basse température est alimenté par l'injection d'énergie provenant du réseau d'eau haute température.

Des échangeurs eau/eau glycolée sont prévus sur les systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA) comportant des risques de gel.

4.2.9.1 Description de la fourniture de la chaufferie

La section chaufferie regroupe les éléments de production d'énergie qui comblent les besoins énergétiques du procédé (situé à l'incinérateur et/ou au CBAQ) et du bâtiment du CBAQ. Ces éléments de production d'énergie réfèrent non seulement à la production d'énergie en tant que telle, mais également au recyclage de l'énergie réutilisable rejetée par le procédé.

Les intrants sont la vapeur surchauffée de l'incinérateur, l'électricité du réseau d'Hydro-Québec, le gaz naturel du réseau de Gaz Métro (en cas de problème sur la fourniture de biogaz), le biogaz produit au CBAQ et les éléments de procédé nécessitant du refroidissement.

Les extrants sont de l'eau à haute température (90°C) et de l'eau à basse température (45°C).

La chaufferie débute au point de raccord des fournisseurs de services. Plus particulièrement pour la vapeur de l'incinérateur, la chaufferie débute au collecteur principal de vapeur surchauffée situé à

l'incinérateur même. Enfin, pour les produits de procédé nécessitant du refroidissement, la chaufferie débute aux mécanismes d'échange thermique avec le procédé.

La chaufferie se termine aux échanges thermiques avec le procédé et le bâtiment, échangeurs thermiques inclus.

1. Chaudières scénario A- : chaudière hydronique (tube à eau en acier flexible) d'une efficacité de 85 % avec double train de gaz (biogaz et gaz naturel) pour un fonctionnement simultané ou individuel, combustion air forcé, soupape de sureté, approuvé ASME, capacité de 1 320 kW brut (4 500 MBH).
2. Chaudières scénario B- : chaudière hydronique (tube à eau en acier flexible) d'une efficacité de 85 % avec double train de gaz (biogaz et gaz naturel) pour un fonctionnement simultané ou individuel, combustion air forcé, soupape de sureté, approuvé ASME, capacité de 1 466 kW brut (5 000 MBH).
3. Systèmes de pompage : pompe centrifuge verticale en ligne avec volute en fonte, rotor en bronze, arbre en acier inoxydable et moteur haute efficacité compatible avec variateur de vitesse.
4. Deux (2) réservoirs de stockage : 5 700 litres (1500 gallons US) en acier approuvé ASME avec raccord tuyauterie inférieure, raccord tuyauterie supérieure, regards, berceaux de soutien et isolant 50mm.
5. Échangeurs liquide/liquide : échangeurs à plaques en acier inoxydable 316 pour les échangeurs eau/caloporteur eau chaude.
6. Échangeurs gaz/liquide et eaux sales/caloporteur eau chaude : échangeur à tubes et enveloppe.
7. Échangeurs à boues/caloporteur eau chaude : échangeur à tube simple et enveloppe pour boues.
8. Deux (2) réservoirs d'expansion : vaisseau à vessie remplaçable EPDM, approuvé ASME avec socle de fixation.

4.2.10 Stripage du NH3 et production du sulfate d'ammonium

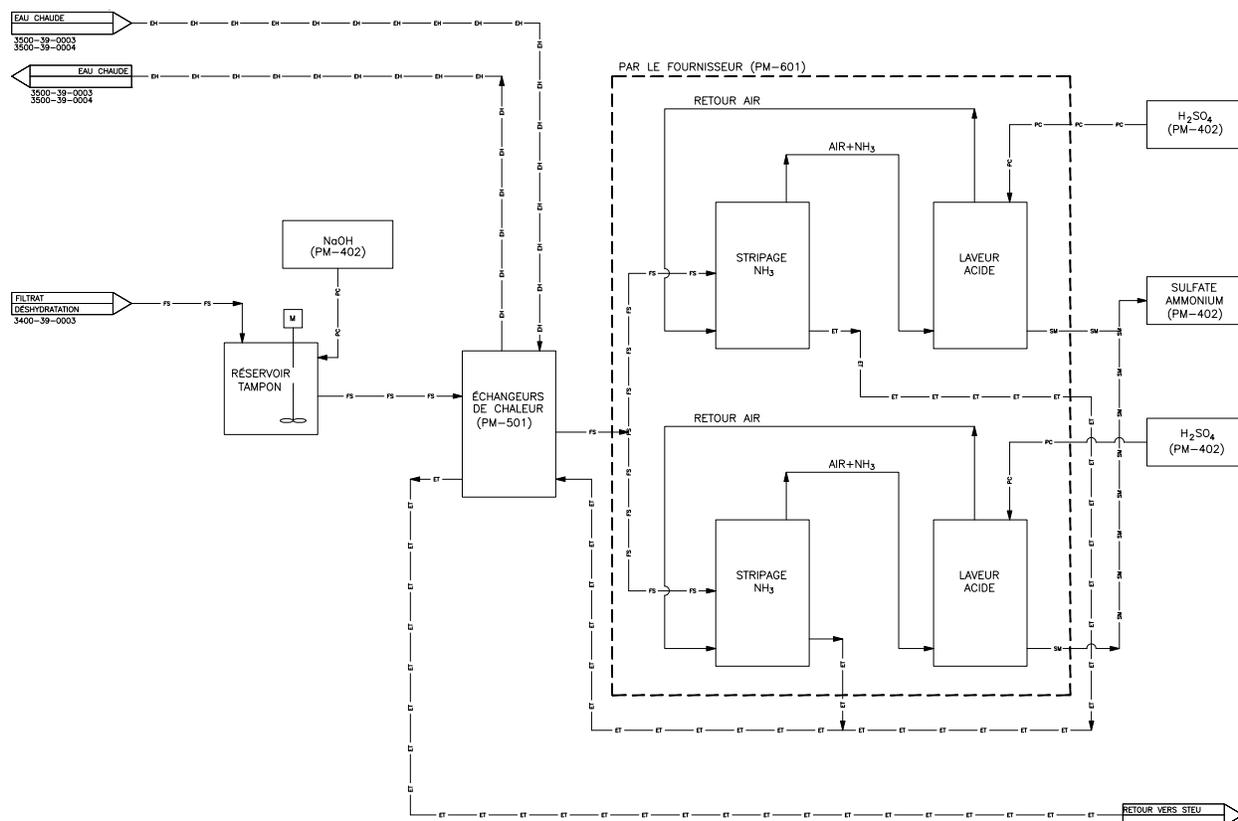


Figure 25 : Stripage du NH3 et production du sulfate d'ammonium

Le traitement du filtrat du digestat comprend un bassin tampon des eaux à traiter d'une capacité de 100 m³. Un débit moyen total de l'ordre de 635 m³/j pour la phase I et de 1 010 m³/j pour la phase II est composé du filtrat secondaire provenant du digestat, des eaux de lavage, des solutions de polymère et du rejet du procédé d'épuration du biogaz. Le schéma suivant présente les principaux intrants au traitement de stripage avec les concentrations en azote ammoniacal.

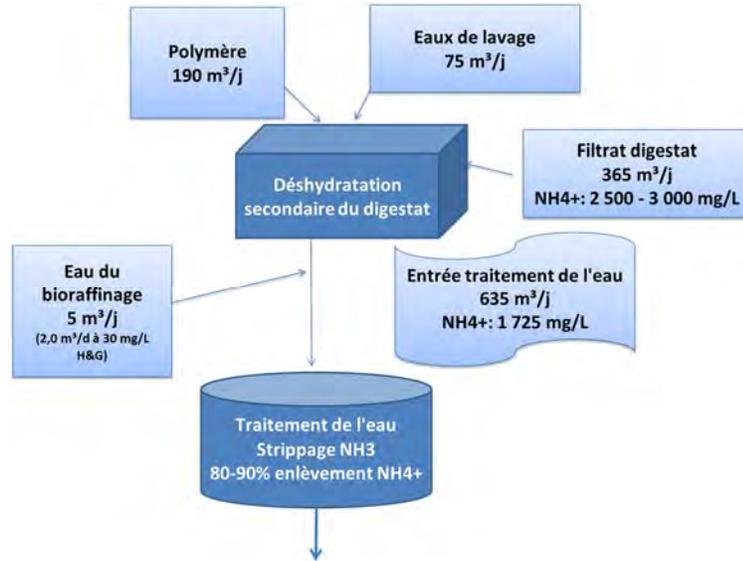


Figure 26 : Schéma des intrants au traitement d'eau par stripage

Le réservoir tampon est équipé d'un agitateur pour permettre le mélange de l'eau lors du dosage de la soude caustique pour l'ajustement du pH qui assurera la conversion chimique de la forme aqueuse de l'azote ammoniacal (NH_4^+) en sa forme gazeuse (NH_3). L'eau est aussi préchauffée à la température d'opération pouvant varier de 45 à 60°C selon les fournisseurs. Une fois le pH et la température ajustés, l'eau est pompée vers une première tour et percole à travers un garnissage, alors qu'un écoulement d'air ascendant est forcé à travers ce garnissage pour extraire le NH_3 gazeux. L'eau résultant de ce contact air/eau est déversée gravitairement dans un réservoir d'une capacité de 100 m³ construit à même les fondations du bâtiment.

L'écoulement d'air maintenant chargé en NH_3 est pompé vers un laveur acide. L'air entre en contact avec l'acide sulfurique concentré et la réaction chimique de l'acide avec le NH_3 dans l'air produit le sulfate d'ammonium. Cette solution est recirculée à l'intérieur du laveur jusqu'à l'obtention d'une solution d'une concentration de 25 à 40 % en sulfate d'ammonium. Le produit est soutiré du laveur puis entreposé dans deux réservoirs de 30 m³ chacun. L'air est recirculé à la tour de stripage pour capter une nouvelle charge d'azote ammoniacal. L'objectif est, entre autres, de conserver la chaleur de ce fort débit d'air.

Le tableau ci-dessous donne le bilan lié au traitement de l'eau et à la production de sulfate d'ammonium.

Tableau 22 : Bilan massique du traitement d'eau et de production du sulfate d'ammonium

Débits d'eau à traiter (moyen)		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2038	2038 max
Filtrat digestat	m ³ /j	271	337	366	402	438	511	513	544	690
Polymère 0,2 %	m ³ /j	200,5	184,2	193,9	185,1	176,2	330,4	331,8	353,0	433,9
Eaux lavage	m ³ /j	81,5	74,9	78,8	75,3	71,7	134,3	134,9	143,6	176,5
Eaux biogaz	m ³ /j	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Volume total eau à traiter		558,0	601,1	643,7	667,3	690,9	980,7	984,7	1045,6	1310,4
Concentration NH ₄ ⁺ filtrat	mg/L	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0
Concentration eau à traiter	mg/L	1457	1682	1706	1807	1902	1563	1563	1561	1580
Charge NH ₄ ⁺	kg/j	813	1011	1098	1206	1314	1533	1539	1632	2070
Production Sulfate d'ammonium										
Rendement stripping	%	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %
NH ₄ ⁺ enlevé	kg/j	691	859	933	1025	1117	1303	1308	1387	1760
Production moyenne anticipée	kg sulfamm/ kg NH ₄ ⁺ enlevé	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Sulfate d'ammonium	kg/j	2695	3351	3640	3998	4356	5082	5102	5410	6862
Solution 38%	kg/j	7092	8820	9579	10521	11463	13373	13426	14237	18058
	t/an	2589	3219	3496	3840	4184	4881	4900	5197	6591
Densité sulfate d'ammonium		1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Volume sulfate d'ammonium	l/j	5674	7056	7663	8417	9170	10699	10741	11390	14446

Le procédé de stripage à l'azote et la production de sulfate d'ammonium nécessitent la consommation de quantités importantes de soude caustique et d'acide sulfurique. Le tableau ci-dessous présente les consommations moyennes de ces produits.

Tableau 23 : Consommation annuelle du NaOH et du H₂SO₄

Débits d'eau à traiter (moyen)		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2038	2038 max
Dosage NaOH	kgNaOH/m ³	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
NaOH 100 %	kgNaOH/j	2288	2465	2639	2736	2833	4021	4037	4287	5372
NaOH 50 %	kgNaOH/j	4575	4929	5278	5472	5665	8042	8075	8574	10745
Dosage H₂SO₄	kgH ₂ SO ₄ /kg NH ₄ ⁺	3	3	3	3	3	3	3	3	3
H ₂ SO ₄ 100 %	kgH ₂ SO ₄ /j	2439	3033	3294	3618	3942	4599	4617	4896	6210
H ₂ SO ₄ 93 %	kgH ₂ SO ₄ /j	2623	3261	3542	3890	4239	4945	4965	5265	6677

4.2.10.1 Performances et impacts attendus à la STEU

Le tableau ci-après présente les concentrations susceptibles d'être rencontrées selon que l'effluent du CBAQ est rejeté à la STEU avec ou sans traitement.

Les valeurs relatives à la STEU sont basées sur des données fournies par la Ville pour les trois dernières années. Le tableau présente l'impact moyen à la fin de la période de la phase I, soit à en 2022. L'impact moyen en 2038 est aussi présenté.

Tableau 24: Impact du rejet de l'effluent du CBAQ sur la qualité d'eau de la STEU.

	Effluent CBAQ non traité	Effluent CBAQ traité
Concentration	ppm	ppm
NH₄⁺ effluent CBAQ (85 % enlèvement)	2 600	390
NH₄⁺ entrée STEU	15,2	15,2
NH₄⁺ effluent STEU sans CBAQ	13,7	13,7
NH₄⁺ effluent STEU avec CBAQ (moyen 2022)	17,2	14,2
NH₄⁺ effluent STEU avec CBAQ (moyen 2038)	20,7	14,7
Écart 2022	3,5	0,5
Écart 2038	7,0	1,0

4.2.10.2 Tour de stripage et laveur acide

La fourniture comprend une première tour de stripage incluant un lot de garnissage pour optimiser le contact entre l'eau et l'air. Deux soufflantes sont fournies, dont une de réserve, pour assurer le débit d'air à travers la tour de stripage puis à travers le laveur acide. Le laveur acide est une tour de conception similaire à la tour de stripage. Un lot de gaines pour le transfert de l'air d'une tour à l'autre est aussi fourni. Le laveur acide est muni d'une pompe de recirculation de la solution de sulfate d'ammonium.

Un lot d'instruments est typiquement fourni avec les équipements pour, entre autres, contrôler les débits d'eau et d'air, le dosage d'alkali et la température d'opération du système.

Le système doit être conçu pour traiter les débits d'eau tout au long de la durée de vie du projet, soit jusqu'en 2038.

4.2.10.3 Réservoirs de stockage des produits chimiques et pompes doseuses

Alors que les pompes doseuses des produits chimiques font partie de la fourniture des équipements de stripage, les réservoirs de stockage des produits chimiques sont typiquement fournis par d'autres. Deux réservoirs de polyéthylène haute densité (PEHD) de 40 m³ chacun sont prévus pour le stockage de soude caustique. Le produit concentré à 50 % cristallise à partir de 15°C et doit ainsi être isolé pour éviter une baisse des températures. Au refoulement des pompes doseuses, le produit est dilué par une eau de transport pour abaisser la concentration du produit à moins de 10 % et ainsi éviter sa cristallisation dans la conduite jusqu'au point d'injection. Deux pompes doseuses sont prévues pour le dosage de la soude caustique d'une capacité maximale de 300 L/h chacune. Ces pompes doseuses sont de type à déplacement positif. La pompe sera équipée d'un moteur à vitesse variable qui permettra un ajustement fin du dosage.

Le même type de pompes doseuses est prévu pour l'acide sulfurique, mais elles sont au nombre de trois (3). La capacité maximale de chacune des pompes serait de 100 L/h. Deux réservoirs en acier noir d'une capacité de 30 m³ chacun sont prévus au projet.

Deux réservoirs de stockage de la solution de sulfate d'ammonium d'une capacité de 30 m³ chacun sont aussi prévus au projet. Ces réservoirs doivent être faits de matériaux compatibles avec le produit entreposé et résistant à des températures pouvant atteindre 60 °C.

Tous les réservoirs de stockage de produits chimiques doivent être munis d'évents, de brides de raccordement pour le remplissage, la vidange du réservoir, la succion des pompes doseuses (à une hauteur minimale de 300 mm du fond) ainsi que les raccords nécessaires pour les instruments telles les sondes de niveau et de température. Des ouvertures « trous d'homme » d'un diamètre minimal de 600 mm doivent être prévues.

Un panneau de dosage incluant les éléments suivants accompagnera chacune des pompes doseuses :

- Point d'injection;
- Vannes de relâches avec manomètres;
- Une colonne de calibration;
- Vannes anti retour;
- Lot de vannes manuelles;
- Vannes solénoïdes, rotamètre pour l'eau de transport;
- Tuyauterie.

4.2.10.4 Équipements auxiliaires

En plus des équipements de dosage et de stockage des produits chimiques, les équipements connexes suivants sont prévus pour compléter le système :

- Réservoir d'alimentation de l'eau à traiter de 100 m³ muni d'un agitateur de type submersible pour l'ajustement du pH;
- Deux pompes d'alimentation de l'eau à traiter vers le système de stripage (dont une en réserve);
- Instruments de mesure pour le suivi des opérations du réservoir d'alimentation (niveau, pH, température);
- Système d'échangeur de chaleur pour le chauffage de l'eau à traiter;
- Radiers pour l'installation des tours à l'extérieur du CBAQ;
- Réservoir de réception de l'eau traitée d'une capacité de 100 m³;
- Instruments pour le suivi du réservoir de réception des eaux traitées (niveau, pH, température);
- Analyseur en continu de NH₄⁺ dans l'eau traitée capable de prendre en charge une eau avec une teneur élevée en solides totaux (< 1 %) et de mesurer sur une plage de concentrations de 0 à 500 mg/L avec une précision d'au plus 10 mg/L;
- Deux pompes de soutirage du sulfate d'ammonium vers les réservoirs de stockage (une en attente);
- Deux pompes de remplissage du camion-citerne en sulfate d'ammonium (une en attente).

4.2.11 Interface avec la STEU

Le projet CBAQ comporte plusieurs liens fonctionnels avec la station de traitement des eaux usées (STEU) située à quelques centaines de mètres du site du projet. Le schéma ci-après illustre les différentes interfaces entre le CBAQ et la STEU.

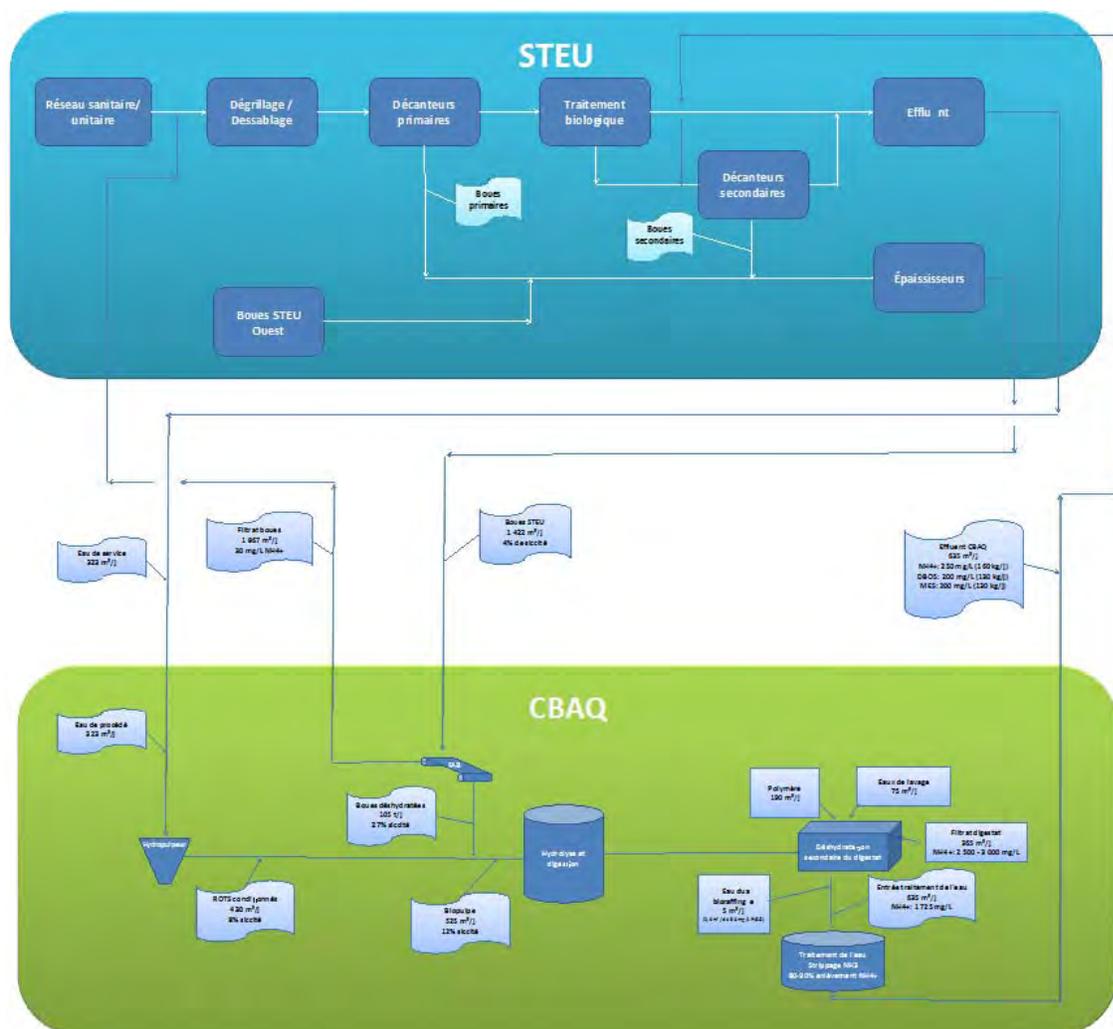


Figure 27 : Schéma des interfaces entre le CBAQ et la STEU (appendice 18)

4.2.11.1 Boues de la STEU

D'une part, le projet vise à traiter les boues générées par la STEU. Actuellement, la STEU achemine les boues provenant des épaisseurs vers la station de traitement des boues située à l'incinérateur de la ville. La conduite souterraine qui transporte ces boues sera interceptée à l'extérieur de la STEU et une nouvelle conduite de 250 mm de diamètre sera construite pour diriger les boues vers le CBAQ. Les pompes existantes à la STEU pompant les boues épaisées seront conservées.

À l'entrée au CBAQ, la conduite de boues est divisée et chaque branche est munie d'une vanne de contrôle avec débitmètre pour contrôler et mesurer les boues dirigées vers la digestion et les boues dirigées vers la pasteurisation. On prévoit de recevoir les boues de la sortie des épaisseurs à une siccité moyenne de 6,5 %TS. Il est possible qu'il soit nécessaire d'ajuster la siccité des boues dirigées vers les filtres à bandes.

4.2.11.2 Eau de service

Le procédé requiert plusieurs centaines de mètres cubes d'eau par jour pour son fonctionnement, notamment, pour le lavage des filtres et presses, pour la préparation de polymère, pour la préparation des ROTS conditionnés, pour le refroidissement d'équipements, pour la protection incendie ainsi que comme fluide caloporteur. Chaque usage exige une qualité d'eau spécifique. À la STEU, deux types d'eau de service sont utilisés, l'eau de service recyclée qui provient de l'effluent traité de la STEU ainsi que l'eau de service qualité eau potable. Au CBAQ, les différents usages ont été divisés selon la qualité d'eau de service disponible.

4.2.11.2.1 Eau de service recyclée

L'eau de service recyclée est puisée à partir d'un grand réservoir à la STEU servant au lavage des filtres biologiques. Un poste de pompage existant y alimente un réseau et fournit aussi l'eau requise pour le lavage des filtres à bande de l'incinérateur. Actuellement, la STEU indique qu'il arrive parfois qu'ils doivent réduire l'apport en eau à l'incinérateur lors de pointes dans la demande en eau, si bien que l'incinérateur doit réduire le nombre de filtres en opération ou utiliser de l'eau potable pour maintenir la production.

Le CBAQ a des besoins en eau supérieurs à ceux de l'incinérateur. Le poste de pompage actuel ne suffit donc probablement pas en période maximale d'opération du CBAQ. Il est donc nécessaire d'installer un poste de pompage à la STEU pour les besoins exclusifs du CBAQ. Trois pompes à vitesse variable, dont une en attente, sont installées sur ce même réservoir d'eau d'effluents pour les lavages des filtres et maintiendront la pression minimale pour assurer les opérations. Une nouvelle conduite de refoulement est construite à l'intérieur de la STEU pour acheminer l'eau vers le CBAQ.

L'eau de l'effluent de la STEU contient des MES, de la DBO, entre autres, à des concentrations respectant les exigences de rejet au fleuve. Selon les usages, cette eau pourrait être utilisée telle quelle. Les usages retenus pour l'eau de service recyclée sont :

- Le lavage des filtres à bandes (mêmes conditions de débit et pression que l'incinérateur);
- Le conditionnement des ROTS.

Dans les deux cas, la présence de MES et de DBO ne présente pas d'inconvénients particuliers. Pour d'autres usages, il serait requis de procéder à une filtration au préalable (filtration sur cartouches, etc.). Dans le cadre de cette étude, il a été décidé de restreindre l'utilisation de cette eau aux usages ci-haut mentionnés.

Le débit d'eau requis pour les filtres à bande est de l'ordre de 20 m³/h par unité de filtration.

Le conditionnement des ROTS nécessite des volumes appréciables d'eau pour réduire la siccité et ainsi favoriser la séparation des contaminants par l'hydropulpeur.

4.2.11.2.2 Eau de service potable

Une conduite d'aqueduc passe sous la chaussée du chemin entre le CBAQ et la STEU. Un raccordement à cette conduite sera réalisé et un nouveau tronçon acheminera l'eau potable vers le CBAQ. Les usages suivants ont été retenus dans le cadre du projet CBAQ :

- Lavage des presses;
- Préparation de la solution de polymère;
- Circuit d'eau chaude;
- Eau potable pour les employées.

4.2.11.3 Rejets des eaux du CBAQ

Plusieurs parties du procédé rejettent de l'eau parfois chargée en plusieurs éléments, dont les matières en suspension, la DBO et DCO, azote ammoniacal, etc. Les principaux blocs de procédé qui génèrent de l'eau à disposer sont les suivants :

- Déshydratation primaire;
- Eau traitée par stripage de l'azote ammoniacal;
- Eaux sanitaires.

4.2.11.3.1 Filtrat de la déshydratation primaire

La déshydratation primaire désigne la déshydratation des boues de la STEU destinées à la digestion anaérobie, suite à une séparation solide-liquide assurée par les filtres à bande. Le filtrat des boues et les eaux de lavage des filtres sont combinés puis retournés à la STEU, de la même façon que l'incinérateur dispose de ses eaux de déshydratation.

Vu la capacité limitée du procédé de biométhanisation à la phase I, une partie des boues de la STEU est dérivée pour le recyclage au champ. Ces boues sont d'abord pasteurisées puis déshydratées. Le filtrat des boues pasteurisées, combiné aux eaux de lavage des presses, est retourné à la STEU, de la même façon que le filtrat des filtres à bandes. Le CRIQ a procédé à des essais de pasteurisation sur les boues pour en analyser le filtrat. Les analyses révèlent que la teneur en azote ammoniacal du filtrat n'est pas significativement différente de celle du filtrat des filtres à bandes obtenu actuellement. L'impact à la STEU ne serait pas différent de la situation actuelle étant donné que la charge en azote ammoniacal sera similaire. Le débit pourrait globalement être moindre puisqu'une fraction des boues actuellement déshydratées par les filtres à bandes serait déshydratée par des équipements qui consomment moins d'eau pour le lavage.

4.2.11.3.2 Eau traitée par stripage de l'azote ammoniacal

Le filtrat du digestat est traité par stripage pour une réduction de l'ordre de 80 à 90 % de sa teneur en azote ammoniacal. Une des avenues de disposition de cette eau traitée est le retour à la STEU. L'impact de la charge additionnelle en NH_4^+ a été présenté préalablement. L'objectif serait de réutiliser cette eau à l'intérieur du procédé, plus précisément au niveau de l'hydropulpeur et du dessableur pour le conditionnement des ROTs. Le pire scénario prévoit le retour du volume total d'eau traitée à la STEU.

La ville propose d'introduire l'eau traitée du CBAQ en amont des décanteurs secondaires. À cet endroit, les eaux risquent moins d'être dérivées directement au milieu récepteur en cas de surcapacité. Puisque les filtres biologiques ne sont pas en mesure de traiter l'azote ammoniacal, le contournement des biofiltres ne pose pas de problèmes en soi. Les décanteurs secondaires permettraient de réduire les matières en suspension et la DBO insoluble de l'eau traitée du CBAQ.

4.2.12 Traitement d'air

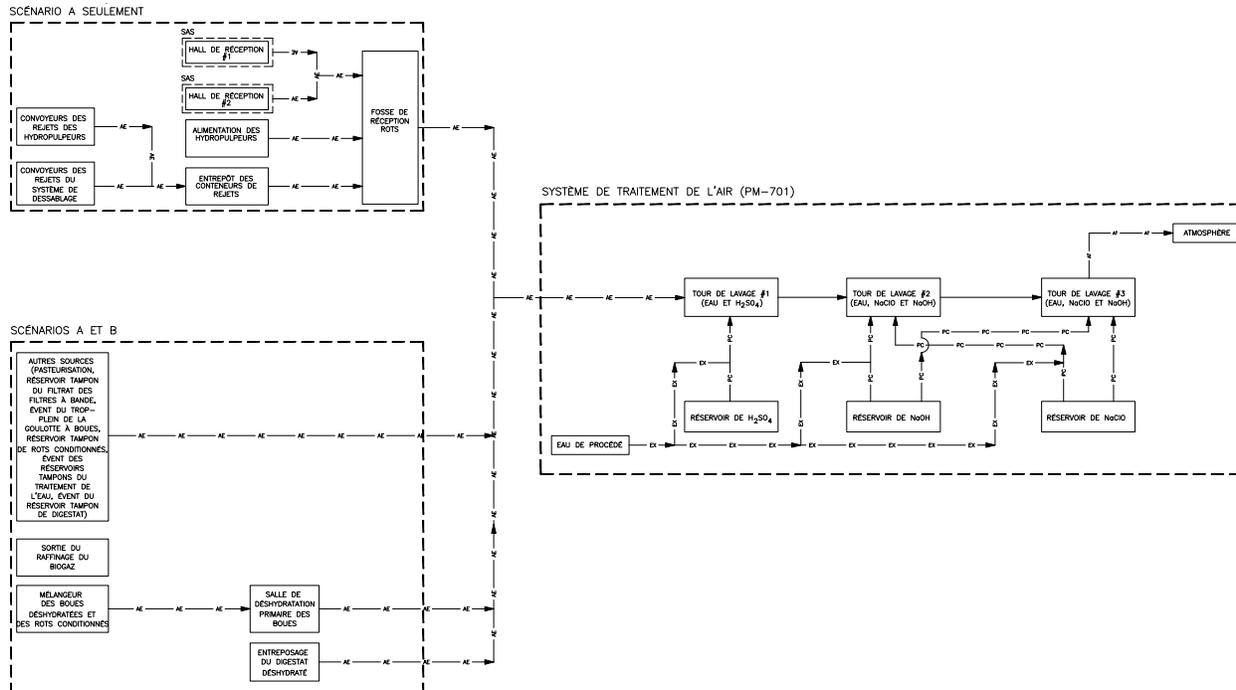


Figure 28 : Traitement d'air

L'objectif de la portion traitement de l'air du procédé est de prévenir l'émission hors du CBAQ de contaminants atmosphériques et d'odeurs en provenance des opérations qui s'y dérouleront, et d'éviter que les opérations de traitement des matières organiques et des boues aient des effets négatifs sur les travailleurs du CBAQ. La décomposition des matières organiques génère en effet des composés odorants (mercaptans, amines, aldéhydes et cétones), des gaz acides (H₂S) et de l'ammoniac (NH₃).

L'emplacement où se fera la réception des matières organiques influencera le nombre de sources dont les émissions devront être acheminées vers le système de traitement de l'air qui sera installé au CBAQ. Si la réception des matières organiques se fait au CBAQ, le système de traitement de l'air devra être en mesure de traiter toutes les sources reçues au CBAQ, alors que si la réception des matières organiques est faite à l'incinérateur de la Ville de Québec, les halls de réception des matières organiques, les hydro-pulpeurs et l'entrepôt des matières rejetées par le système de dessablage et par les hydro-pulpeurs ne seraient pas construits au CBAQ, ce qui réduirait les besoins en traitement d'air.

Comme ces installations seraient construites à l'incinérateur, l'air vicié provenant de ces dernières sources serait capté et acheminé vers le système d'alimentation en air de combustion des fours de l'incinérateur, dans lesquels les composés odorants seront décomposés lors de leur passage dans les fours et traités par le système de traitement des gaz de l'incinérateur.

Le tableau suivant présente les zones génératrices d'odeurs et de contaminants provenant du procédé de biométhanisation et leur lieu de traitement selon les matières organiques reçues et traitées au CBAQ ou à l'incinérateur de la Ville de Québec.

Tableau 25 : Sources génératrices d'odeurs et lieu de traitement des gaz

Source d'odeurs et de contaminants	Type de capture de l'air à traiter	Lieu de réception des matières organiques	
		CBAQ	Incinérateur de la Ville de Québec
Réception des matières organiques par camion	Ventilation générale	Réception dans 2 halls de réception au CBAQ	Réception dans le hall de réception actuel de l'incinérateur
Fosse de réception des matières organiques	Ventilation générale	Fosse de réception construite au CBAQ	Fosse de réception aménagée dans la fosse de réception des déchets de l'incinérateur
Alimentation des hydropulpeurs	Ventilation générale	Hydropulpeurs installés au CBAQ	Hydropulpeurs installés à l'incinérateur
Système de dessablage des matières reçues	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé à l'incinérateur
Déshydratation primaire des boues provenant de la station de traitement des eaux usées	Ventilation générale	Filtres à bande installés au CBAQ	Filtres à bande installés au CBAQ
Entreposage du digestat déshydraté	Ventilation générale	Aire d'entreposage construite au CBAQ	Aire d'entreposage construite au CBAQ
Mélangeur des boues déshydratées avec les ROTS conditionnés avant l'envoi de ce mélange vers les biométhaniseurs	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ
Convoyeurs transportant les matières rejetées par	Capture à la source	Installés au CBAQ	Installés à l'incinérateur

Source d'odeurs et de contaminants	Type de capture de l'air à traiter	Lieu de réception des matières organiques	
		CBAQ	Incinérateur de la Ville de Québec
les hydropulpeurs			
Convoyeurs transportant les matières rejetées par le système de dessablage	Capture à la source	Installés au CBAQ	Installés à l'incinérateur
Entreposage dans des conteneurs des matières rejetées par le système de dessablage et par les hydropulpeurs	Ventilation générale	Installé au CBAQ	Installé à l'incinérateur
Gaz rejetés par le raffineur de biométhane	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ
Évent du réservoir tampon de ROTS conditionnés	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé à l'incinérateur
Évent du réservoir tampon de digestat	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ
Évent du réservoir tampon du filtrat des filtres à bande (déshydratation primaire)	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ
Évent des réservoirs tampons de l'eau provenant du système de traitement de l'eau	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ
Événements du système de pasteurisation	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ
Évent du trop-plein de la goulotte à boues	Capture à la source	Installé au CBAQ	Installé au CBAQ

L'air vicié contenu dans le bâtiment est prélevé des zones d'émission décrites au tableau précédent et acheminé vers un système de traitement de l'air. Afin d'éviter des émissions fugitives d'odeurs lors du déchargement des matières organiques, le bâtiment est maintenu sous une pression négative. Les halls de réception des matières organiques sont dotés de sas qui permettront d'isoler les camions de l'extérieur pendant leur déchargement; ils contiennent les installations nécessaires au nettoyage des camions. Lors de l'arrivée d'un camion contenant des matières organiques, le système de ventilation est

mis en route pour éviter l'émission d'odeurs à l'extérieur. Cet air est acheminé vers la pièce où est installée la fosse de réception des matières organiques. La ventilation sera maintenue en opération pendant toute la durée du déchargement, pendant le nettoyage du camion et pendant la durée nécessaire pour effectuer un changement complet de l'air contenu dans le sas, avant de permettre la sortie du camion.

Les matières rejetées par le système de dessablage et par les hydropulpeurs sont acheminées via des convoyeurs vers des conteneurs où ces matières seront entreposées avant leur expédition. Cette zone sera maintenue sous pression négative et l'air servant à sa ventilation sera acheminé vers la pièce où est installée la fosse de réception des matières organiques.

L'aire d'alimentation des hydropulpeurs est adjacente à la fosse de réception des matières organiques. Les hydropulpeurs sont alimentés par une pelle mécanique installée en bordure de la fosse. Cette zone est maintenue sous pression négative et l'air servant à sa ventilation sera acheminé vers la pièce où est installée la fosse de réception des ROTS.

La pièce où est installée la fosse de réception des ROTS est également maintenue sous pression négative. Elle reçoit l'air des halls de réception, de l'aire d'entreposage des conteneurs et de l'aire d'alimentation des hydropulpeurs. En raison de la forte concentration de gaz de décomposition des matières organiques et de la présence des gaz de combustion, la cabine de la pelle mécanique est dotée d'une alimentation en air indépendante. L'air provenant de cette pièce est ensuite acheminé vers le système de traitement de l'air si la réception des matières organiques se fait au CBAQ, ou vers l'alimentation de l'air de combustion des fours de l'incinérateur, si les matières organiques y sont reçues.

La pièce où les filtres à bande servant à la déshydratation primaire des boues provenant de la station de traitement des eaux usées est maintenue sous pression négative et dotée d'une ventilation générale en raison de la nature des équipements qui y seront installés. L'air provenant de cette pièce est fortement chargé en composés odorants et en humidité; il est acheminé vers le système de traitement de l'air du CBAQ.

L'entrepôt où le digestat déshydraté est accumulé avant son expédition est maintenu sous pression négative et doté d'une ventilation générale en raison de la présence d'équipements de manutention qui émettent des gaz de combustion. L'air provenant de cette pièce sera acheminé vers le système de traitement de l'air du CBAQ.

L'air vicié provenant des autres équipements est capté à la source et ces conduites sont reliées au système de traitement de l'air.

Le système de traitement de l'air est installé au coin sud-ouest du bâtiment du CBAQ. Les conduites d'air vicié provenant de tous les secteurs et de toutes les sources individuelles sont regroupées vers un point d'alimentation unique à l'entrée du système de traitement. Cet emplacement a été choisi pour se situer à

proximité des réservoirs d'entreposage de l'acide sulfurique, de la soude caustique et de l'hypochlorite, qui sont aussi utilisés par le système de traitement de l'eau installé dans le même secteur.

4.2.12.1 Système de traitement de l'air

Le système de traitement de l'air proposé serait installé à l'extérieur du bâtiment. Il est constitué de trois (3) tours de lavage isolées. L'empreinte au sol de cet équipement est d'environ 203 m². Des ventilateurs d'extraction seront utilisés pour aspirer l'air à traiter à travers le système.

4.2.12.2 Réservoirs d'entreposage de produits chimiques (si nécessaire)

Des réservoirs d'entreposage de produits chimiques sont installés à l'intérieur du bâtiment si nécessaire. Ceux-ci sont approvisionnés via une station de dépotage installée à l'arrière du bâtiment. L'espace requis pour ces réservoirs (incluant les bassins de rétention nécessaires) est d'environ 242 m².

4.3 Site

Le site visé pour les travaux présente une pente générale vers le sud-est d'environ 1 %. De plus, le terrain présente aussi des trous importants témoignant d'excavations passées. Pour l'aménagement du site, une des contraintes importantes imposées est que le terrain doit pouvoir se drainer vers la voie d'accès à la STEU et à la Baie de Beauport et non vers le boul. Henri-Bourassa. Cette contrainte complexifie le travail étant donné qu'il est nécessaire de remblayer le site afin d'inverser la pente actuelle. De plus, le rez-de-chaussée du bâtiment projeté doit être localisé à 1 mètre au-dessus du niveau actuel de la voie d'accès afin de minimiser l'excavation profonde requise pour le bâtiment, et ce, sous le niveau des marées du fleuve Saint-Laurent. Le site doit également permettre d'effectuer une rétention des eaux pluviales. Cet élément sera analysé dans une section ultérieure.

Suivant ces contraintes, le site tout autour du bâtiment est aménagé au moyen d'un remblai d'une hauteur variant entre 300 mm et 2 500 mm. Une voie d'accès aux camions est aménagée du côté est du bâtiment donnant accès à toute l'aire pavée à l'arrière pour les différents débarcadères. La pente générale de l'aire pavée variera entre 2 et 3 % afin de favoriser le drainage et une certaine rétention des eaux pluviales sur le pavage en cas de forte pluie.

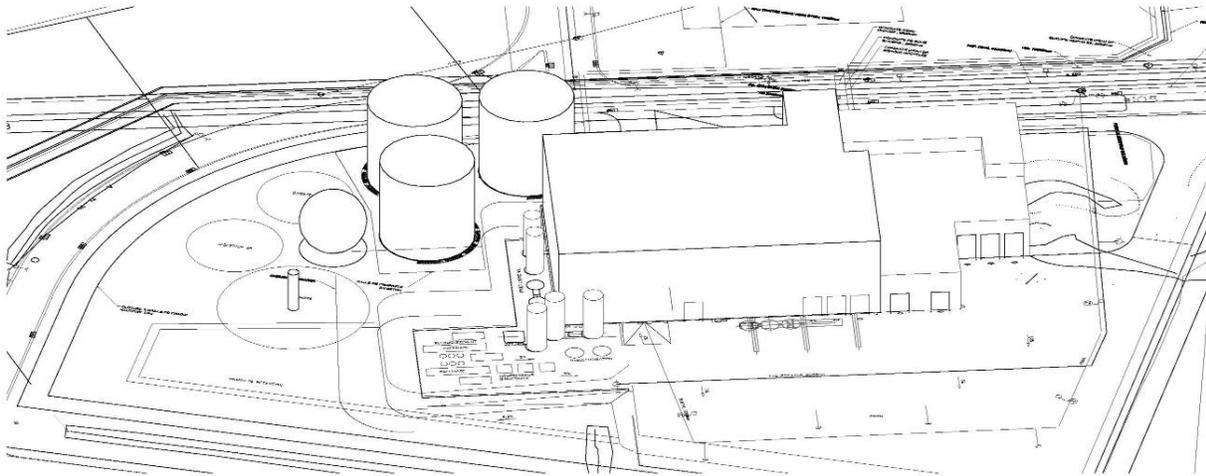


Figure 29 : Représentation 3D du CBAQ

Les voies de circulation et les espaces prévus pour le virage des camions ont été conçus pour des véhicules ayant une longueur de remorque de 13,72 mètres. La figure ci-après illustre le type de camion prévu et ses caractéristiques.

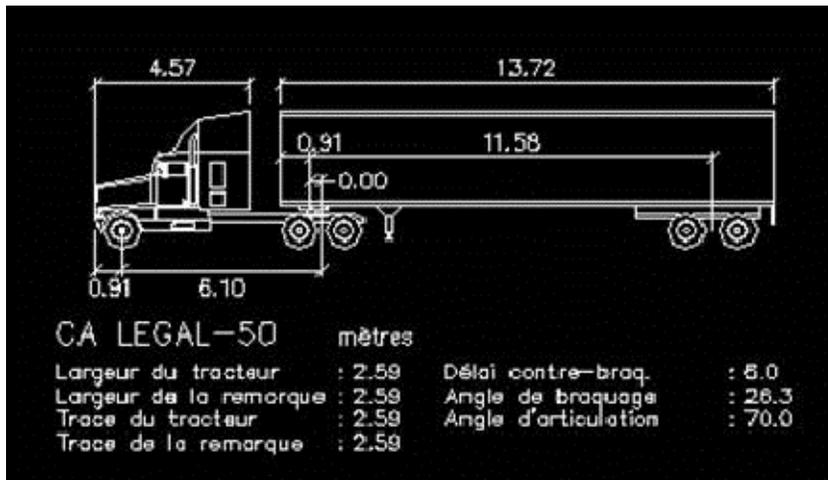


Figure 30 : Caractéristiques du camion type utilisé pour la conception des voies de circulation et des quais de réception.

Dans le cas de la livraison des produits chimiques comme la soude caustique ou l'acide sulfurique, il est possible que les camions aient une remorque d'une longueur de plus de 15 mètres. La seule contrainte sur le site serait alors au niveau de la balance. Il est recommandé de préciser les camions susceptibles de livrer les produits au CBAQ lors de la phase d'ingénierie détaillée.

Une rampe d'accès en gravier d'une largeur de 5 mètres à l'ouest de l'aire pavée à l'arrière permettra un accès aux différents équipements sur la portion ouest du terrain et qui sera localisé à un palier inférieur

(soit environ à la hauteur du terrain existant). La rampe d'accès sera construite avec une pente de moins de 5 % permettant l'accès avec de la machinerie lourde en cas de besoin.

À l'avant du bâtiment, un stationnement d'une quinzaine de cases sera dédié aux employés, visiteurs ou autres usagers.

Enfin, dans l'aire des trois biométhaniseurs, une dalle de propreté sera coulée afin de pouvoir contenir tout déversement accidentel et d'éviter tout rejet dans le milieu récepteur. Une dalle de béton a été privilégiée par rapport à une aire pavée d'enrobé bitumineux, car le béton offre une meilleure étanchéité et est moins sujet à la fissuration. Cette dalle de propreté sera aménagée avec une pente vers le centre dirigeant ainsi les eaux de pluie vers un puisard. La vidange de ce puisard sera contrôlée manuellement afin de contenir tout déversement accidentel et de pouvoir évacuer l'eau de pluie.

4.3.1 Réhabilitation des sols du site

Au moment d'écrire ce rapport, une étude environnementale de site était en cours pour évaluer le niveau de contamination du terrain, les volumes en cause et les stratégies de décontamination. Pour la présente étude, l'hypothèse a été faite que, lors du début des travaux, l'ensemble des travaux de décontamination aura été exécuté et que le terrain aura été remis au même niveau que le terrain actuel. Le site a, par le passé, été l'objet de différents travaux de nature environnementale. En effet, différentes études ont permis d'évaluer la qualité environnementale des sols en place et de proposer différents scénarios de réhabilitation en vue de l'aménagement du CBAQ. Au moment d'écrire ce rapport, une étude environnementale de site est en cours afin de préciser les niveaux de contamination du terrain, les volumes en cause ainsi que les stratégies de décontamination applicables. Pour la présente étude, il a été supposé que l'ensemble des travaux de décontamination aura été exécuté et que le terrain aura été remis au même niveau que le terrain actuel, et ce, avant le début des travaux du CBAQ.

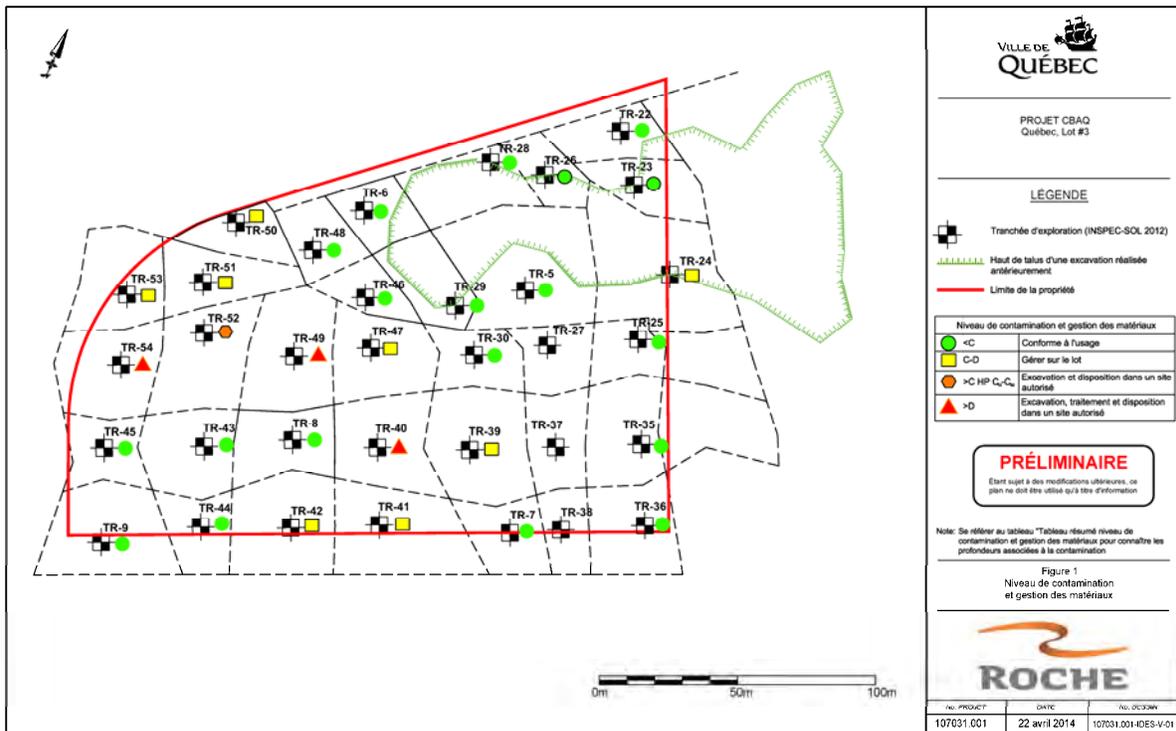


Figure 31 : Niveau de contamination

4.3.2 Circulation des camions

Pour la réception, l'accès des camions est prévu par une bretelle parallèle à la voie d'accès permettant l'alignement des camions en file s'il y a un délai d'attente. De cette bretelle, les camions accèdent à la pesée pour se rendre dans l'aire pavée à l'arrière et se reculer vers la zone de déchargement adéquate. Un système de feu de circulation pourrait être requis afin d'éviter les conflits. L'aménagement des voies d'accès proposé dans cette étude est conçu pour recevoir une pointe de 20 camions à l'heure. Une seule balance est prévue pour la pesée des camions entrants et sortants. Toutefois, l'espace serait suffisant s'il devenait nécessaire d'ajouter une seconde balance.

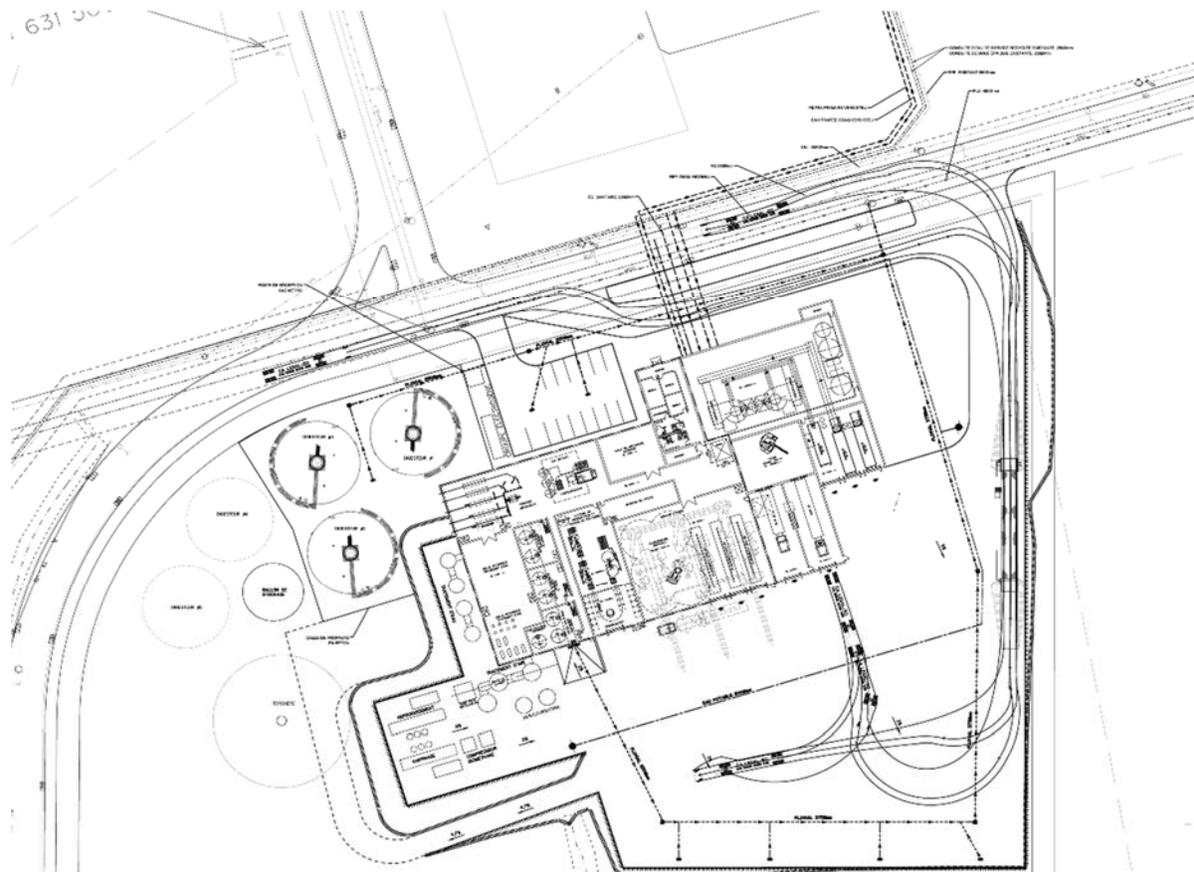


Figure 32 : Plan de circulation

4.3.3 Service d'aqueduc et d'égout sanitaire

Pour le service d'aqueduc, le raccordement est prévu à la conduite de 250 mm de diamètre située sous la voie d'accès. Il est établi que le projet nécessite un système de gicleur et de poteau d'incendie à l'arrière du site. À cette étape-ci, une conduite de 200 mm de diamètre est prévue pour alimenter le bâtiment ainsi que les deux bornes d'incendie à l'arrière.

Pour les eaux usées domestiques (travailleurs du CBAQ), le nombre d'employés serait d'au plus 10 personnes. À un taux de 115 l/travailleur/jour, on peut s'attendre à un débit moyen de l'ordre de 1,15 m³/j. Une conduite d'égout sanitaire de 200 mm de diamètre assurera la connexion au réseau unitaire de la voie d'accès. Aucune conduite d'égout sanitaire n'est présente dans le secteur. Cette conduite unitaire se rend au poste de pompage Saint-Pascal qui refoule les eaux usées à la STEU. Les conditions d'écoulement, gravitaire ou en charge, devront être confirmées pour définir le type de raccordement approprié. Par exemple, un clapet devra être prévu malgré la hauteur du rez-de-chaussée par rapport à la rue (± 1 mètre plus haut) pour s'assurer d'éviter tout refoulement.

4.3.4 Gestion des eaux pluviales

En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, l'avis technique transmis par la Ville de Québec exige que le débit de rejet pour le lot à l'étude ne soit pas supérieur à 50 L/s/ha, et ce, pour des débits de

récurrence centenaire établis à l'aide des courbes IDF de la Ville de Québec – climat futur. Ainsi, considérant la superficie du lot évaluée à 2,84 ha, le débit de rejet a été fixé à 0,14 m³/s. À des fins d'évaluation des besoins en rétention et considérant que le présent mandat consiste en des études préparatoires, la méthode rationnelle modifiée a été appliquée pour établir le volume de rétention qui devra être envisagé sur le lot. Ainsi, en tenant compte qu'aucune restriction par le réseau pluvial existant ou que la présence possible des marées ne peuvent affecter le débit de rejet du lot à l'étude, le volume de rétention est évalué à 1000 m³. (26)

En raison de la configuration de l'aménagement, ce volume devra être réparti en trois secteurs, soit le toit du bâtiment, le stationnement des employés ainsi que par la mise en place d'une berme sur le terrain vacant (secteur sud-ouest). Ce sectionnement permet d'éviter l'excavation du terrain existant ce qui risquerait d'atteindre la nappe phréatique et de réduire la capacité de rétention du bassin de rétention projeté. Le contrôle des eaux de rejet devra être fait à l'aide d'un régulateur de débit de type vortex ou encore par une plaque à orifice, et ce, de manière à contenir les eaux de ruissellement sur le lot sans dépasser le débit maximum de rejet conformément au R.R.V.Q. Chapitre B-2 (50 L/s/ha). Le type de contrôle devra être validé lors de la prochaine phase de conception afin de s'assurer de l'efficacité de ce dernier en fonction de l'environnement immédiat.

Il est à noter que l'eau de ruissellement qui sera perçue sur les retours de talus de l'aire de circulation et les aires non aménagées ne pourra être gérée par les bassins de rétention projetés en raison de leur proximité aux limites de lot. Par contre, ces volumes d'eau n'occasionneront pas de débits significatifs pouvant compromettre la gestion des eaux de ruissellement des lots adjacents. Par ailleurs, advenant la nécessité de tenir compte de ces apports en eaux non contrôlées, la restriction du régulateur projeté devra être accentuée.

Pour ce qui est du raccordement du lot au réseau pluvial, différentes avenues devront être regardées en détail en raison des problématiques qui sont actuellement soulevées. En effet, en considérant le débit de rejet du lot exigé, la capacité hydraulique de la conduite pluviale de 450 mm sera possiblement insuffisante pour contenir les eaux de rejet du lot projeté en supposant cette dernière selon une pente de 0,5 %. Ainsi, considérant que cette conduite pluviale semble déjà raccordée à la station de traitement des eaux (STEU), il est possible que le débit de rejet doive être davantage limité. Une autre avenue serait de raccorder le rejet pluvial du CBAQ sur l'émissaire de 2 438 mm de diamètre de la STEU. Par contre, selon les informations actuelles, cette conduite pourrait présenter un écoulement responsable, ce qui ne permettrait pas de rejeter les eaux de ruissellement du lot tel qu'envisagé. Une troisième option serait de construire un nouveau réseau pluvial en parallèle aux réseaux existants. Cependant, cette option augmenterait considérablement les coûts de construction due à la présence de nombreuses conduites sous la chaussée, et sans compter que l'influence des marées ne pourrait être ignorée. Finalement, une dernière option serait de raccorder le rejet pluvial sur les conduites de sortie d'urgence de la STEU.

Toutes ces options n'ont pu être évaluées en détail en raison du manque d'information sur la capacité réelle des réseaux existants. Lors de la phase d'ingénierie détaillée, il serait requis de procéder à une étude hydraulique détaillée des réseaux en place afin d'établir le point de raccordement et ainsi d'établir les conditions restrictives pour le débit de rejet des eaux de ruissellement du lot à l'étude.

4.4 Bâtiment

4.4.1 Structure de bâtiment - Critères de conception CBAQ

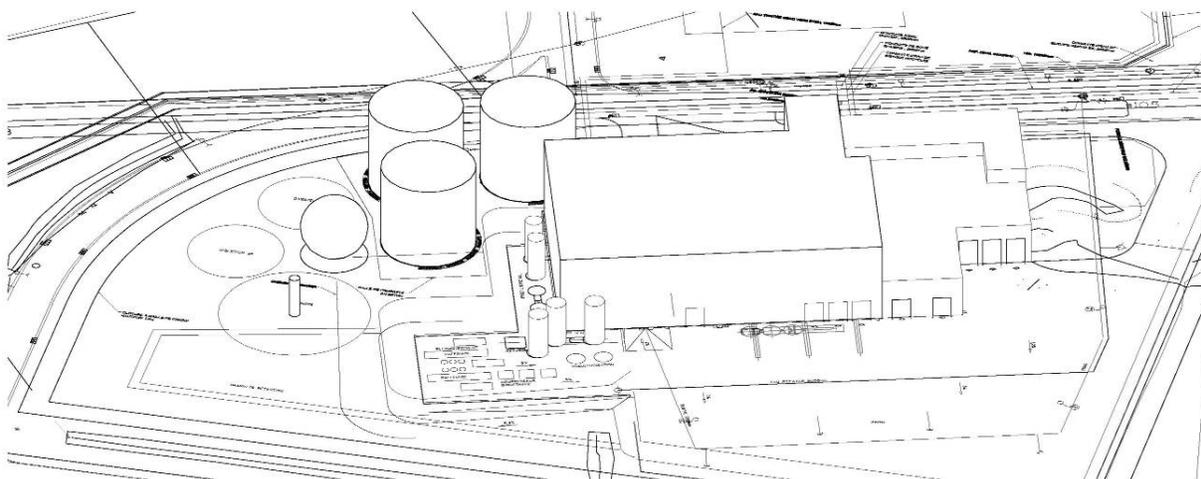


Figure 33 : Représentation 3D du CBAQ

4.4.1.1 Description générale de la structure et des fondations

Le CBAQ consiste en un bâtiment en charpente d'acier de 2 niveaux et comporte une partie en sous-sol abritant diverses fonctions de procédé, des réservoirs, d'aires de stockage, etc. Plusieurs équipements de procédé sont attachés ou supportés par la structure, dont des monorails, conduites, passerelles, etc. La structure doit donc être conçue en tenant compte de ces éléments.

4.4.1.2 Terrain

4.4.1.2.1 Conditions existantes

L'étude géotechnique consultée concernant le terrain du CBAQ est l'étude QUEM6-00052702-005550 en date de juin 2014 préparée par EXP. (16)

Des forages ont été réalisés dans l'emprise ou à proximité des bâtiments projetés. De façon générale, le site à l'étude se caractérise par la présence d'un important remblai hétérogène d'une épaisseur variant de 1,6 à plus de 5,10 mètres. Sous celui-ci se trouvent des dépôts à prédominance de sable, de silt et de gravier.

Les principales contraintes sont les suivantes:

- Présence d'un important remblai hétérogène, ayant une structure très lâche à compact (1,6 à 5 mètres) comportant divers rebuts, blocs rocheux ainsi que des indices d'une contamination en hydrocarbures;
- Présence à certains emplacements (F-4) d'eau souterraine à un niveau supérieur au niveau d'interception des sols naturels;
- Présence d'instabilités dans les puits exploratoires TR-19, TR-20, TR-25, et TR-26 induites par la présence d'eau à des élévations allant de 1,74 à -0,80 mètre;
- Présence d'infiltration d'eau importante à l'élévation 0,50 mètre dans le secteur du puits TR-25.

4.4.1.2.2 Type de fondations recommandé en fonction des sols en place

Dans le cas du bâtiment principal, compte tenu des résultats des sondages, les charges de la structure proposée pourront être transmises aux sols de fondation par l'intermédiaire d'empâtements conventionnels prenant appui soit :

- a) Dans le dépôt naturel sous le remblai, ou;
- b) Dans un remblai structural contrôlé après avoir excavé le remblai existant en place, ou ;
- c) Dans le remblai en place après avoir procédé à sa consolidation dynamique.

Dans le cadre de l'étude préparatoire, l'alternative « c » a été considérée. La consolidation dynamique de toute la couche de remblai présente en surface du terrain actuel proposé est envisagée pour améliorer la capacité portante des sols en place et ainsi permettre l'utilisation d'empâtements conventionnels en limitant les profondeurs d'excavation. En effet, cette méthode présente l'avantage de permettre l'utilisation des sols en place (incluant le remblai) pour supporter les charges du bâtiment projeté sans nécessiter l'excavation.

Dans le cas où les capacités portantes s'avéreraient insuffisantes, comme pour les fondations des biométhaniseurs, les charges pourront être transmises au socle rocheux par l'intermédiaire d'un système de fondations sur pieux battus au refus.

4.4.1.2.3 Nappe phréatique

La présence d'eau souterraine amènera des pressions de soulèvement sous la dalle sur sol de la partie en sous-sol obligeant ainsi à canaliser cette eau ou à ancrer la dalle. Ces pressions devront être soit éliminées, soit considérées dans le calcul de résistance des dalles et des fondations. Dans le cadre de la présente étude, l'alternative d'éliminer les sous pressions à l'aide d'un réseau de drainage sous la dalle a été considérée.

Lors des travaux, il sera requis d'abattre la nappe phréatique afin de faciliter les excavations.

4.4.1.2.4 Catégorie d'emplacement

D'après la nature et les propriétés des sols en place, la catégorie d'emplacement recommandée par le rapport de la firme EXP et applicable pour le bâtiment est la catégorie C (tableau 4.1.8.4.À du Code national du bâtiment – Canada 2005).

4.4.2 Fondations

Les fondations du CBAQ consistent en des murs de fondation conventionnels reposant sur des semelles filantes pour la partie sans sous-sol et de murs de fondation résistant aux charges de poussée latérales sur semelles filantes ou sur radier pour les parties en sous-sol. Les colonnes reposeront sur des semelles isolées ou des surépaisseurs dans les radiers.

Les fondations des biométhaniseurs quant à elles, sont constituées d'un radier de béton armé supporté par des pieux en acier tubés.

4.4.3 Structure

Le plancher du rez-de-chaussée est constitué d'une dalle sur sol sauf aux endroits au-dessus des parties en sous-sol servant de station de pompage ou de réservoir qui seront constitués de dalles structurales.

La structure de l'ensemble du bâtiment au-dessus du rez-de-chaussée sera en acier. Les planchers seront composés de dalles de béton sur pontages métalliques composites supportés par des poutrelles ajourées sur poutres et colonnes d'acier. Les toits seront composés de pontages métalliques supportés par des poutrelles ajourées sur poutres et colonnes d'acier.

Du point de vue structural, le bâtiment abrite des usages qui permettent à certains endroits des espacements de colonnes réguliers alors qu'à d'autres endroits, exigent de composer avec la disposition des équipements de procédés. La trame envisagée pour la présente étude devra être revue lors de la conception détaillée.

Compte tenu de la présence d'air corrosif, les colonnes, entremises, contreventements et cadres de portes seront galvanisés (éléments apparents sous le plafond). Les poutres, poutrelles et entretoises de l'étage et du toit seront peintes, car ils seront protégés par un plafond d'acier émaillé scellé. Les pontages d'acier du toit et de l'étage sont galvanisés (non satiné) pour augmenter la protection en cas de problème d'étanchéité du plafond.

4.4.4 Charges de conception

4.4.4.1 Charges mortes et charges d'utilisations pour planchers et toits

Les charges de calcul utilisées pour la conception des planchers et du toit du bâtiment projeté seront les suivantes :

- Pour les aires de planchers dont l'usage est défini, la structure des planchers est conçue afin qu'elle résiste à la valeur la plus élevée entre les surcharges d'utilisation prescrites par les codes

en vigueur selon l'usage prévu et une surcharge d'utilisation considérant les surcharges ponctuelles demandées par la mécanique ou les équipements de procédé;

- Pour les aires de planchers dont l'usage est indéfini, la structure des planchers est conçue en fonction d'une charge de 7.2 kPa.

La déflexion maximale de la charpente sous la charge vive sera limitée à L/360 pour les planchers et à L/300 pour les toits.

4.4.4.2 Les charges dues à la neige, la pluie, au vent et au séisme

Les charges dues à la neige, la pluie, au vent et au séisme sont calculées selon le C.N.B. 2010 en considérant une catégorie de risque normal.

4.4.5 Structure de bâtiment - Critères de conception Incinérateur

4.4.5.1 Description générale de la structure et des fondations

L'intervention à l'incinérateur consiste en un agrandissement en charpente d'acier sur un niveau abritant diverses fonctions de procédés, réservoirs, etc. Afin de pouvoir utiliser les équipements en place, certaines modifications à la structure du bâtiment existant sont à faire, soit par exemple, percer de nouvelles ouvertures, obturer des ouvertures existantes et construire un mur de béton pour scinder la fosse existante. De plus, des équipements de procédés sont attachés ou supportés par la structure, dont des convoyeurs, monorails, conduites, passerelles, etc. La structure doit donc être conçue en tenant compte de ces éléments.

Les fondations de l'agrandissement consistent en des murs de fondation conventionnels reposant sur des semelles filantes. Les colonnes reposeront sur des semelles isolées.

Le toit sera composé de pontage métallique supporté par des poutrelles ajourées sur poutres et colonnes d'acier.

Le mur de béton armé qui sera construit pour séparer les fosses sera d'environ 9m de long et de ±15m de haut.

4.4.6 Mécanique du bâtiment

La mécanique du bâtiment comprend les réseaux d'eau froide et d'eau chaude, les équipements de plomberie incluant le réseau de protection incendie (gicleurs et pompe incendie), le réseau d'évacuation des eaux sanitaires et des eaux pluviales, la ventilation, le réseau d'air comprimé, les équipements d'urgence (douches d'urgence et oculaire) ainsi que le système CVCA (chauffage, ventilation et conditionnement de l'air).

4.4.6.1 Réseau d'alimentation d'eau froide et d'eau chaude

L'entrée d'eau sera munie d'un compteur d'eau, un manomètre, un point de purge, un dispositif anti-refoulement à pression réduite et d'une soupape de réduction de pression afin d'assurer une pression d'opération de 520 kPa maximum. Le réseau d'eau froide domestique sera alimenté à partir de l'entrée

d'eau d'un diamètre de 75 mm (3" Ø) pour un débit approximatif de 8,2 L/s. Des dévidoirs permettront le lavage des planchers et des équipements.

L'eau chaude domestique pour l'ensemble du bâtiment sera produite via deux chauffe-eau au gaz naturel conçus de façon à alimenter l'eau à 60°C aux appareils avec un délai de 30 secondes maximum.

4.4.6.2 Évacuation des eaux sanitaires

La sortie d'évacuation sanitaire aura 150 mm de diamètre pour un débit total de 8,2 L/s. L'eau des planchers pouvant contenir des débris sera récupérée dans des caniveaux ou dans des puisards en béton construits sur place servant d'intercepteur de solides.

Une station de pompage duplex sera nécessaire pour la captation des eaux du drain agricole.

4.4.6.3 Réseau d'air comprimé

Les compresseurs d'air ainsi que le réservoir et l'assécheur d'air alimenteront le réseau d'air comprimé. La distribution d'air comprimé à une pression d'opération d'environ 860 kPa sera prévue. Un des deux compresseurs sera à débit variable. La capacité des compresseurs devra être confirmée durant la phase d'ingénierie détaillée lorsque tous les systèmes auront été choisis.

4.4.6.4 Équipements d'urgence

Dans les pièces où il y a manipulation d'acides ou tout autre produit chimique dangereux, des douches oculaires et/ou douches d'urgence seront installées. Des mitigeurs thermostatiques seront installés sur l'alimentation d'eau de ces équipements.

4.4.6.5 CVCA

Le gaz naturel sera utilisé comme source d'énergie principale de chauffage.

Seule la partie administrative sera climatisée et sera traitée par une unité de climatisation de toiture.

Les prises d'air frais se feront au toit via des cabanons persiennes. La majorité des gaines d'alimentation seront faites d'acier galvanisé alors que les gaines d'évacuation seront fabriquées en PVC en raison de la présence de gaz corrosifs.

4.4.6.6 Protection incendie

Tout le bâtiment sera protégé par des systèmes sous eau à l'exception du local non chauffé qui sera muni d'un système sous air.

4.4.7 Automatisation

Tout le contrôle du procédé et de la ventilation est réalisé par des automates programmables (PLC) et supervisé par des interfaces opérateurs situées dans la salle de contrôle.

Certaines parties du procédé sont contrôlées par des automates programmables dédiés. Ceux-ci sont raccordés en réseau à l'automate programmable « maître » du CBAQ. Ce dernier est redondant et

contrôle l'ensemble du CBAQ. Les châssis d'entrées/sorties sont, pour la plupart, localisés dans la salle électrique et quelques-uns à des endroits stratégiques du CBAQ pour limiter les coûts de câblage.

Le système de supervision comprend les serveurs redondants, le système d'acquisition des données (historien), les stations d'opération et une imprimante couleur pour l'impression des rapports. Les serveurs, l'historien et les équipements de communication sont situés dans la salle électrique. Une station de développement, aussi situé dans la salle électrique, permet de programmer les automates et les stations d'opération et de diagnostiquer les problèmes sans affecter l'opération du CBAQ.

Tous les instruments de champs sont prévus être analogiques (4-20 mA) ou discrets (120 volts). Tous les instruments se trouvant dans une zone classifiée seront raccordés via des barrières intrinsèques situées dans les cabinets d'automate.

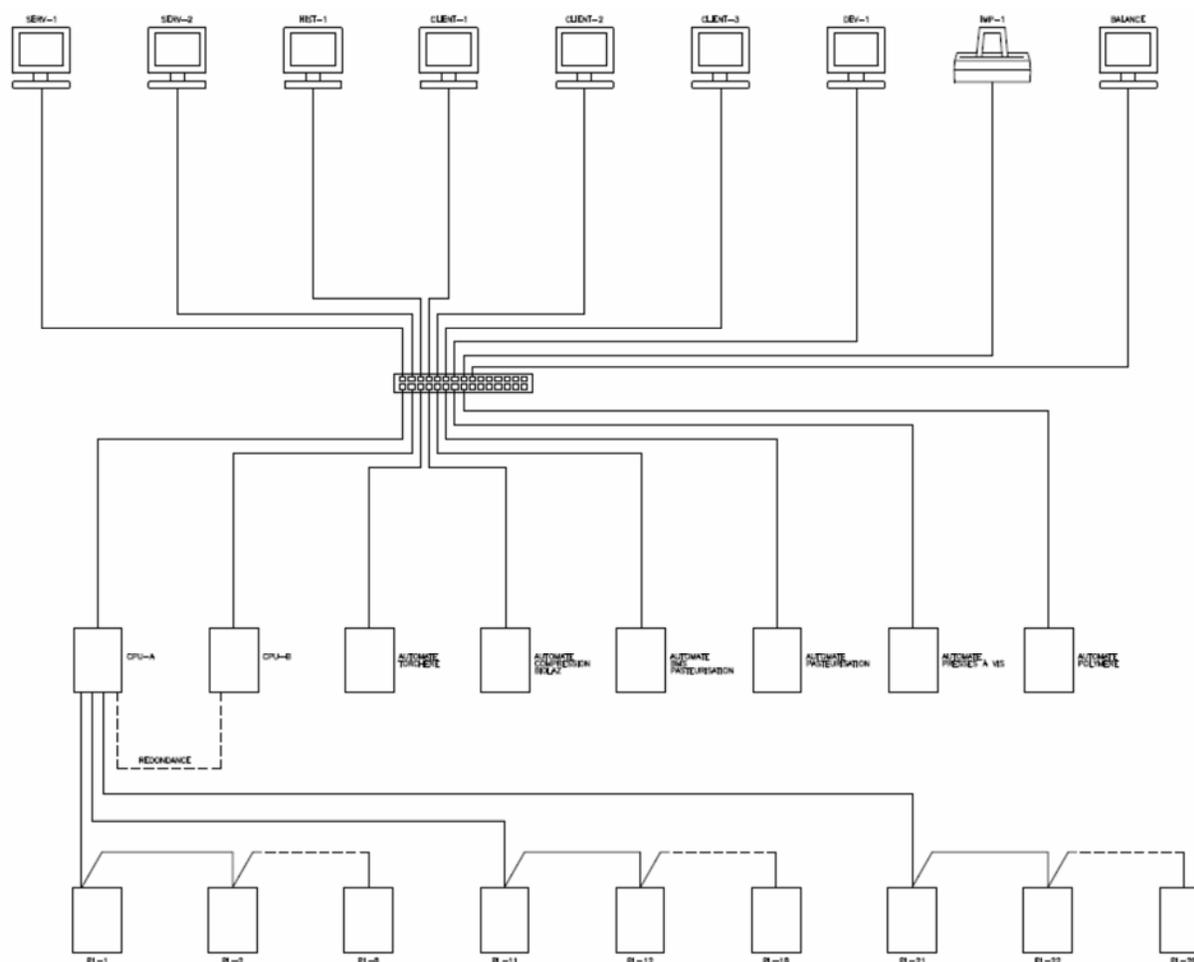


Figure 34 : Automatisation

4.4.8 Électricité

En phase I, le CBAQ prévoit une charge maximale d'environ 2,6 MW alors que pour la phase II (avec séchoirs) la charge s'élève à environ 3,2 MW.

L'alimentation en électricité se fait à partir d'un lien aéro-souterrain 25 kV jusqu'à un transformateur 4 000 kVA sur socle fourni par Hydro-Québec. La sortie du transformateur est à 600/347 volts et est dirigée vers la cellule d'entrée de l'appareillage de commutation dans la salle électrique. Le mesurage, la protection contre les surtensions et un système de correction du facteur de puissance complètent l'entrée électrique.

Contiguës aux cellules de l'entrée électrique, les cellules de distribution alimentent les différents CCM et panneaux de distribution 600 volts.

Une génératrice de 575 kW existante pour le système de traitement des boues (STB) de l'incinérateur est récupérée et installée à l'extérieur du bâtiment. Un nouvel interrupteur de transfert est prévu dans l'appareillage de commutation pour alimenter le réseau d'urgence.

Une alimentation statique sans coupure (UPS) est prévue pour l'alimentation du système d'automatisation (PLC et ordinateurs) via un panneau de distribution dédié.

Les démarreurs et entraînements à fréquence variable sont installés dans des centres de commande de moteur (CCM) alimentés chacun par une artère indépendante de l'appareillage de commutation. Ces CCM regroupent les équipements en fonction des différentes parties du procédé afin de limiter l'impact dans le cas d'un arrêt causé par un déclenchement d'une artère.

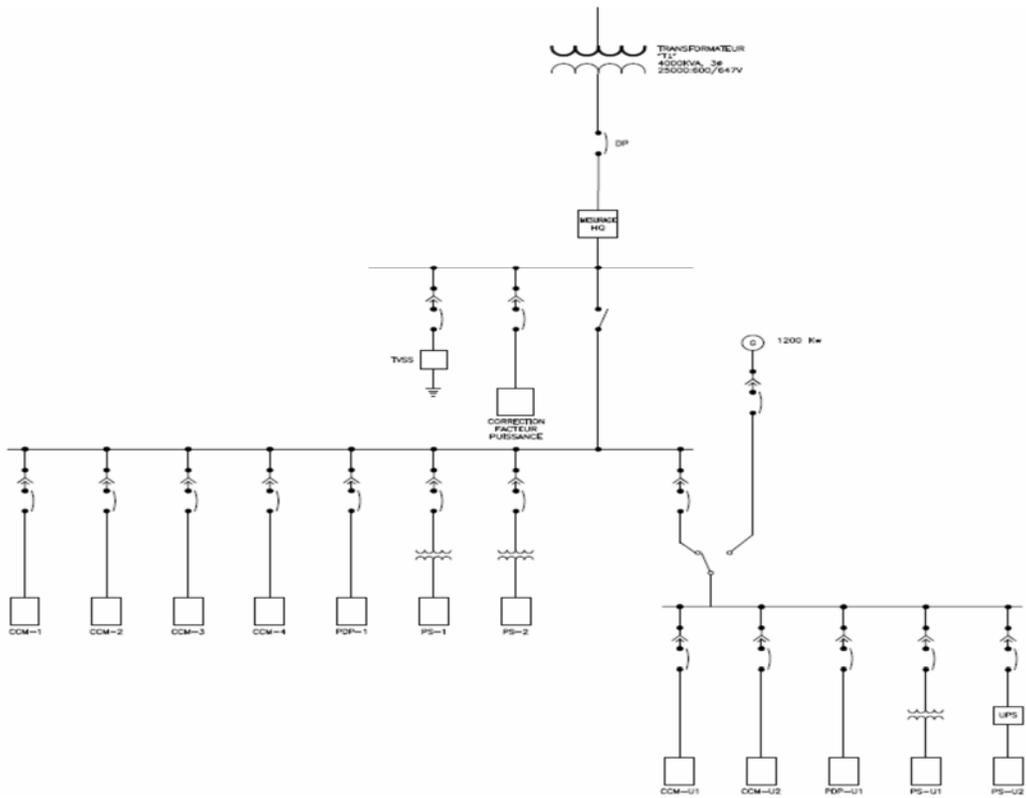


Figure 35 : Électricité

5 Réalisation

Le projet du CBAQ vise à se réaliser avec une phase de conception et d'approvisionnement en 2015-2016, une phase de construction en 2016-2017 et une phase de mise en service et démarrage en 2017-2018.

L'équipe du Bureau de projet du CBAQ mise sur pied par la Ville de Québec est responsable de la gestion et de la livraison le projet, incluant l'approvisionnement des biens et services nécessaires à la réalisation du projet et à la supervision globale du projet.

5.1 Étapes de réalisation

La réalisation débute avec les conclusions et recommandations de cette étude préparatoire. Par souci d'efficacité, Roche-Electrigaz recommande au Bureau de projet du CBAQ le lancement immédiat d'appels d'offre pour l'achat des équipements de conditionnement et de biométhanisation ainsi que pour les services d'un professionnel maître.

5.1.1 Conception détaillée

Le professionnel maître contribuera à la prise de décision sur l'achat du conditionnement et de la biométhanisation, car ces équipements constituent le cœur du procédé. Il aura ensuite la tâche de la conception détaillée de l'ensemble des systèmes du CBAQ. Le professionnel maître produira les plans et devis nécessaires aux approvisionnements qui seront gérés par le Bureau de projet du CBAQ, ainsi qu'à la demande de certificat d'autorisation (CA).

5.1.2 Demande de certificat d'autorisation (CA)

Le CA du MDDELCC doit être émis avant d'entreprendre les travaux du projet CBAQ. Le processus de demande de ce CA exige que soit fournie de l'information détaillée sur le projet et ses impacts potentiels sur l'environnement. Les principaux éléments requis sont présentés ci-après, mais il est nécessaire de se référer au formulaire de l'appendice 16 pour prendre connaissance de l'ensemble des informations à fournir.

5.1.2.1 Sur le requérant

Une copie certifiée d'un document autorisant le signataire à présenter la demande doit être jointe aux informations décrivant le requérant.

5.1.2.2 Sur le lieu de réalisation du projet

Un plan des lieux et des environs dans un rayon de 300 m doit être fourni avec la demande. Ce plan doit illustrer l'emplacement des éléments suivants :

- Limites de terrain où le projet est prévu;
- Bâtiments et équipements prévus;
- Habitations et constructions voisines;

- Voies d'accès;
- Marais, marécages, tourbières, cours d'eau ou nappes de surface avoisinants;
- Zones inondables de faible et de grand courant;
- Zonage municipal;
- Identification du propriétaire.

De plus, les documents administratifs et techniques suivants doivent être joints à la demande :

- Un certificat signé par le greffier ou le secrétaire-trésorier qui atteste que la réalisation du projet ne contrevient à aucun règlement municipal.

Autorisation de la Commission de protection du territoire agricole du Québec (CPTAQ) (si requis)

- Caractérisation et gestion des sols (si requis);
- Analyses géotechniques.

5.1.2.3 Informations à fournir sur le projet

La demande de certificat d'autorisation doit être accompagnée d'un rapport de l'ingénieur qui décrit les éléments techniques et de conception du projet suivants :

- Diagramme d'écoulement de l'arrivée des matières premières jusqu'à l'expédition des produits finis en identifiant les points de dépôt, d'émission et de rejet de contaminants, ainsi que les points de production des matières résiduelles (déchets);
- Bilan de masse du procédé;
- Plan d'aménagement de l'intérieur du bâtiment incluant les principaux équipements de production et d'épuration, ainsi que la localisation des lieux d'entreposage de matières dangereuses et des points d'émission de contaminants dans l'air et de rejet d'eaux usées.

Les plans et devis des installations doivent, entre autres, présenter les éléments suivants :

- Biométhaniseurs anaérobies;
- Système de maintien de la température dans les biométhaniseurs et le système d'appoint en cas de défaillance;
- Bâtiments;
- Équipements de traitement des odeurs;
- Équipement de séparation solide-liquide;
- Bassins et équipements pour le traitement des eaux;

- Aires et équipements d'entreposage des intrants et du digestat;
- Équipements d'entreposage du biogaz;
- Équipement d'épuration du biogaz;
- Équipements alimentés en biogaz (torchère, fournaise, etc.);
- Plan d'aménagement du site et de l'intérieur des bâtiments (équipements et lieux d'entreposage des matières dangereuses);
- Étapes de biométhanisation incluant le devis d'opération;
- Schémas de procédé: diagramme d'écoulement de l'arrivée des ROTS jusqu'aux produits finis, points de dépôt, d'émission et de rejet de contaminants;
- Bilan de masse du procédé;
- Description des matières premières (ROTS, boues..): type, but de l'utilisation, quantité/an, mode d'entreposage;
- Produits fabriqués (biogaz, digestat, concentrat etc.): type, quantité/an, mode d'entreposage;
- Liste des matières dangereuses;
- Approvisionnement en eau: source, débit, usage;
- Plan d'intervention et de mesures en cas d'urgence (lettre attestant la rédaction).

Il est requis d'inclure les informations relatives aux contaminants susceptibles d'être émis, rejetés ou déposés dans l'environnement, par exemple :

- Eaux usées provenant du procédé: débit moyen et maximum, pH min/max, point de rejet;
- Eaux usées provenant de système de refroidissement, chaudière, etc. : équipement, débit moyen et max, pH min/max, point de rejet;
- Eaux usées domestiques : débit moyen et maximum, pH min/max, point de rejet;
- Émissions atmosphériques : source, contaminants, équipement d'épuration, taux d'émission;
- Bruit : évaluation du niveau maximum de bruit;
- Matières résiduelles et dangereuses : type, quantité annuelle, quantité max entreposée, mode d'entreposage, gestion.

Les informations à fournir relativement au biogaz sont les suivantes :

- Composition (biogaz brut et épuré) : concentrations des composés chimiques OU la gamme de variabilité de ces concentrations;

- Débit, température, humidité du biogaz, etc.;
- Points d'émission : localisation, hauteur, diamètre de chaque évent ou cheminée;
- Nature, débit et concentration de tous les contaminants susceptibles d'être émis dans l'atmosphère à chacun de ces points d'émission;
- Procédure de contrôle du contenu en H₂S;
- Utilisateurs et la qualité du biogaz livré.

Enfin, des procédures de suivi sur les extrants ayant des impacts potentiels sur l'environnement doivent être présentées :

- Procédure de contrôle de la qualité du digestat (fréquence et analyse);
- Procédure d'analyse des eaux avant rejet;
- Entente de traitement des eaux par un système de traitement d'eau municipal ou autre et lettre attestant de la capacité de prise en charge par le système de traitement.

5.1.2.4 Information à fournir sur les impacts appréhendés

Une liste des différents impacts appréhendés doit être fournie et documentée avec des études proposant des mesures de mitigation des risques et des impacts.

- Odeurs;
- Bruits;
- Poussières;
- Eaux de ruissellement;
- Qualité du digestat;
- Eaux souterraines;
- Émissions atmosphériques.

5.1.2.5 Programme de gestion, de suivi et de prévention d'incidents

Un programme de gestion doit être élaboré pour tous les secteurs du projet présentant un risque potentiel pour l'environnement tel que :

- Gestion des odeurs;
- Gestion des eaux;
- Étanchéité des équipements;
- Digestats;

- Biogaz;
- Etc.

5.1.3 Construction

Le Bureau de projet du CBAQ embauchera un gestionnaire de construction qui aura la responsabilité de la construction.

5.1.4 Mise en service

La mise en service et l'acceptation provisoire des équipements installés seront coordonnées par le professionnel maître avec la participation du gestionnaire de construction et des fournisseurs.

5.1.5 Démarrage

Le Bureau de projet du CBAQ, avec le soutien technique du professionnel maître, prendra en charge l'exploitation du CBAQ. Les garanties de performances seront mesurées et les acceptations finales des ouvrages seront émises par le professionnel maître.

5.2 Stratégie d'approvisionnement

La réalisation du projet CBAQ se fera par l'acquisition de différents services professionnels, l'exécution par la Ville de préachats et l'attribution de contrats d'installation/construction.

5.2.1 Services professionnels

5.2.1.1 Professionnels maîtres (SP-006)

Une équipe intégrée d'architectes et d'ingénieurs sera embauchée pour effectuer la conception détaillée du CBAQ et la rédaction des plans et devis. De plus, cette équipe intégrée de professionnels maîtres sera responsable de la supervision technique des préachats, de la surveillance de la construction et de l'installation des équipements, de la mise en service et du support technique durant le démarrage.

5.2.1.2 Gestionnaires de construction (SP-007)

Un gestionnaire de construction sera embauché pour gérer la construction du projet, l'attribution et la supervision des contrats d'installation/construction jusqu'à la fin de la mise en service. Il sera également responsable de tous les services afférant aux chantiers (santé et sécurité, roulottes de chantier, gardiennage, messagerie, livraison au chantier, etc.).

5.2.1.3 Laboratoire de support (SP-008)

Différents services de laboratoires en géotechnique, en génie civil, en contrôle des matériaux seront engagés par la Ville de Québec et supervisés par les professionnels maîtres et le gestionnaire de construction pour contrôler la qualité des travaux exécutés.

5.3 Préachats

5.3.1 Pelle mécanique (PM-101)

La pelle mécanique est sur base fixe pour l'opération de la fosse de réception. Sa capacité de levage minimum est de 4 tonnes avec une portée minimale de 12 mètres. Le temps de cycle doit être de maximum 30 secondes et la cabine doit avoir une empreinte au sol inférieure ou égale à 18 m². Le grappin doit être opérable sur trois (3) degrés de liberté. La pelle doit également être opérable à partir d'un poste de contrôle autre que la cabine sur la pelle.

5.3.2 Hydropulpeur(s)/dessableur (PM-201)

Le ou les hydropulpeurs ont une capacité de conditionnement des ROTS de 20 t/h et doivent pouvoir opérer 24 heures par jour et 7 jours par semaine. Le lot comprend donc les hydropulpeurs, les moteurs, les équipements de retrait des contaminants ainsi que les pompes de vidange.

Le lot dessablage comprend un réservoir d'accumulation, des pompes et les équipements de séparation comme des hydrocyclones et décanteurs. Ce lot doit pouvoir être opéré en mode automatique.

5.3.3 Trémies/convoyeurs/compacteurs (PM-202)

Ce lot comprend toute la mécanique de manutention des ROTS et des rejets de(s) hydropulpeur(s). Tous les convoyeurs sont recouverts et munis d'équipement d'aération. Avant d'entrer dans les conteneurs, les rejets légers seront compactés. Une série de convoyeurs permettant de déplacer les rejets lourds, les rejets légers et le gravier vers des conteneurs dédiés au transport.

5.3.4 Unité de pasteurisation (PM-203)

L'unité de pasteurisation devra pouvoir traiter des boues provenant de la STEU avec une teneur en solide jusqu'à 7 %. Le débit est de 45 t hum./h à 7 % ST au maximum et le traitement thermique devra répondre minimalement aux normes de l'US EPA pour l'obtention de biosolide de classe A (70°C, 30 minutes). Le système comprend un réservoir de contact avec une chambre de combustion interne, un système d'apport en air, un échangeur de chaleur et des réservoirs de traitement.

5.3.5 Mélangeur (PM-204)

Le mélangeur solide/liquide est une unité d'homogénéisation qui permet de mettre en commun un affluent liquide et solide. Au CBAQ, l'affluent liquide aura une teneur en solide de 5 à 9 % ST et l'affluent solide aura une teneur en solide de 22-35 % ST. Le mélangeur comprend un réservoir de chargement pour la partie solide avec un système de mélange interne. L'affluent se doit d'être homogène. Les débits maximaux sont de 750-850 t hum./j pour l'affluent liquide et 250-300 t hum./j pour l'affluent solide.

5.3.6 Biométhaniseurs Phase I (PM-301)

La phase I comprend 15 000 m³ de biométhaniseur. Chacun d'eux doit être isolé et recouvert d'un revêtement durable telle la tôle peinte. Chaque système compte avoir une série d'instruments permettant le contrôle des biométhaniseurs, en plus d'avoir un système d'agitation permettant l'homogénéité. Le

chauffage se fait par une boucle de recirculation et passe par des échangeurs de chaleur dédiés à chaque biométhaniseur. Le système de brassage doit assurer la suspension d'au moins 90 % du volume actif. La pression est mesurée dans les conduites et dans les réservoirs et des vannes de sécurité permettent l'évacuation en cas de surpression. On doit aussi retrouver une surverse pour le digestat et une ligne de digestat qui se dirige vers un analyseur en ligne. L'installation et la mise en service font partie de la fourniture. La fondation et la préparation du terrain ne sont pas incluses dans ce lot.

5.3.7 Biométhaniseurs Phase II (PM-302)

La phase II représente l'ajout de 10 000 m³ de biométhaniseurs avec les mêmes instruments et équipements que la phase I.

5.3.8 Déshydratation secondaire (PM-401)

Le lot de déshydratation secondaire comprend les pompes de soutirage du digestat, une goulotte d'alimentation et les unités de déshydratation. Ce lot servira à déshydrater la boue de la STEU pasteurisée en phase I et le digestat en phases I et II.

5.3.9 Stations de polymères et réservoir de produits chimiques (PM-402)

Ce lot comprend trois stations de préparation et dosage de polymères et des réservoirs de produits chimiques. Ces stations doivent pouvoir mettre en solution différents polymères provenant de « Big Bag » pour donner un résultat avec une concentration de 0,2 %. En phase II, le volume requis de solution sera de 435 m³ par jour pour le digestat.

5.3.10 Lot de convoyeurs/distributeur de boues/digestats (PM-403)

Ce lot comprend les convoyeurs et distributeurs à vis pour les boues/digestat déshydratés. Les convoyeurs permettent le déplacement des boues déshydratées de la STEU vers le mélangeur solide/liquide, des boues pasteurisées/déshydratées vers des conteneurs et le digestat vers la salle de manutention du digestat ou des conteneurs.

5.3.11 Lot de pompes et vannes de procédé (PM-001)

Fourniture des pompes et vannes spécifiées par les professionnels maîtres.

5.3.12 Lot d'échangeurs de procédé (PM-501)

Le lot d'échangeurs est en lien avec le lot de thermie. Il comprend les différents échangeurs de chaleur nécessaires à chauffer ou refroidir les différents affluents du procédé. Les échangeurs seront soit de type liquide/liquide, liquide/solide ou liquide/gazeux.

5.3.13 Lot d'appareils de thermie (PM-502)

Le lot de thermie devra comprendre des chaudières de production d'eau chaude avec leurs réservoirs associés, un système de pompage des caloporteurs, un refroidisseur/évaporateur pour la production d'eau/glycol à 3°C et une tour de refroidissement à sec.

5.3.14 Torchère (PM-503)

La torchère retenue pour le CBAQ est de type flamme ouverte et le débit maximal devra être de 2 600 m³/h incluant un facteur de sécurité de 1,5. La torchère ne doit pas produire de fumée et doit détruire 98 % des composés initiaux. La torchère doit respecter les règlements sur l'assainissement de l'atmosphère du Québec en plus d'être construite selon les normes CSA en vigueur. Un apport en gaz naturel ou propane devra être fourni en plus d'un apport d'air provenant des soufflantes pour assurer une combustion efficace à faible débit.

5.3.15 Épuration primaire (PM-504)

Ce lot est constitué d'une unité d'adsorption du H₂S à l'air d'un média solide. Les médias sont placés dans deux colonnes qui seront utilisées alternativement. Les colonnes devront être faites de matériaux résistants à la corrosion. Un analyseur en ligne de H₂S sera placé à la sortie des colonnes pour connaître l'efficacité de celles-ci en plus de pouvoir contrôler automatiquement celle qui sera utilisée. La concentration à l'entrée est estimée à 2000 ppm et doit ressortir à maximum 50 ppmv. Le débit maximal est de 1 750 m³/h.

5.3.16 Gazomètre (PM-505)

Le gazomètre de 1 000 m³ est maintenu à une pression de 2 kPa et est constitué de deux membranes. La première permet le stockage du biogaz et la deuxième permet de gonfler le ballon avec des soufflantes à l'air. Le gazomètre sera muni de détecteurs contre les fuites. L'entrée et la sortie du biogaz se font par une conduite de 254 mm. Le gazomètre repose sur une fondation de béton non incluse dans le lot.

5.3.17 Épuration secondaire, Phase I (PM-506)

Unité d'épuration et de compression 2413 kPa (inclus refroidissement). Ce lot permet l'injection de gaz naturel renouvelable (96 % méthane) dans le réseau de Gaz Métro. La technologie choisie devra donc être en mesure de respecter les critères de Gaz Métro. Le débit traité est entre 300 et 800 m³/h de biogaz.

5.3.18 Épuration secondaire, Phase II (PM-507)

Comme en phase I, une unité d'épuration sera ajoutée pour traiter un débit entre 400 et 1 000 m³/h de biogaz.

5.3.19 Traitement d'eau (PM-601)

Le traitement de l'eau consiste en une unité de stripage à l'air. Le procédé permet le retrait de l'azote ammoniacal dans le filtrat du digestat sous forme d'ammoniac gazeux. Le débit maximal sera de 1 010 m³/j et sera composé du filtrat de digestat, des eaux de lavage, du volume du polymère et du rejet du procédé d'épuration du biogaz. Initialement le pH de l'affluent est ajusté dans un réservoir de contact avant d'être envoyé dans la colonne de stripage. L'air chargé en ammoniac est envoyé dans une autre

colonne de contact avec de l'acide sulfurique. Après ce passage, l'air retourne dans la colonne de stripage et l'ammoniac ressort sous forme de sulfate d'ammonium.

5.3.20 Traitement d'air (PM-701)

Le lot de traitement d'air consiste en un laveur humide utilisant des solutions d'acide sulfurique, de soude caustique et d'hypochlorite de sodium pour neutraliser les différents gaz. L'air vicié provenant de toutes les sections du procédé et du bâtiment en soi est traité par cette unité. Le débit d'air traité est d'environ 106 300 m³/h.

5.3.21 Matériel roulant (PM-002)

Ce lot comprend un chargeur sur roue qui servira à déplacer le digestat déshydraté vers des conteneurs, des remorques qui permettent le déchargement direct de la déshydratation primaire, des monte-charge qui permettent le transport de matière lourde entre les différents niveaux du CBAQ, des treuils pour le chargement des « Big Bag » de polymère et des bennes de type "Roll-off" pour les rejets du conditionnement.

5.4 Contrats d'installation/construction

5.4.1 Réhabilitation du site (CC-001)

La réhabilitation du site comprend l'extraction des sols contaminés, le traitement de ceux-ci tel que dicté par un plan de réhabilitation et une gestion de risques approuvés.

5.4.2 Pieutage (CS-001)

Le pieutage des fondations des biométhaniseurs.

5.4.3 Compaction dynamique (CS-002)

La compaction dynamique sous certains équipements majeurs du procédé et sous le bâtiment. Le contrat pour les travaux de compaction dynamique doit répondre aux besoins qui seront établis lors de la conception détaillée.

5.4.4 Civil (CC-002)

Les travaux civils comprennent la mise à niveau du site, la préparation du site et l'excavation en vue de l'installation des fondations. L'aménagement final du terrain inclut la voirie, les stationnements, les chemins d'accès ainsi que l'aménagement paysager dans ce lot, de même que tous les travaux de remblais et d'excavation.

5.4.5 Armature de fondations (CS-003)

Le contrat pour les armatures des fondations (biométhaniseurs, bases de béton, bâtiment) comprend tous les matériaux d'armature nécessaires pour le coulage des fondations, ainsi que l'installation des armatures pour tous les ouvrages de bétonnage.

5.4.6 Fondations (CS-004)

Coffrage et bétonnage de toutes les fondations du bâtiment du CBAQ, ainsi que des bases de béton des équipements extérieurs comme les biométhaniseurs, le traitement de l'air, le traitement de l'eau, ainsi que le raffinage.

5.4.7 Bâtiment (CS-005)

Le contrat pour le bâtiment comprend la structure générale du bâtiment, le revêtement et l'architecture intérieure et extérieure. Le bâtiment devra être conforme aux normes.

5.4.8 Mécanique de bâtiment (CH-001)

La mécanique du bâtiment doit pouvoir fournir tous les services au bâtiment et procéder en plus de relier tout le bâtiment en conduite d'air. Ce conduit d'air est directement envoyé au traitement de l'air. L'installation inclut le système CVCA.

5.4.9 Gicleurs de bâtiment (CH-002)

L'installation des gicleurs doit être faite selon les normes en vigueur et raccordée à l'eau de la ville. L'installation doit aussi comprendre le couplage avec le système d'alarme incendie et la centrale 911.

5.4.10 Installation mécanique (CM-001)

L'installation mécanique comprend la fixation de tous les équipements décrits dans la section « procédé » incluant les biométhaniseurs. L'installation consiste en la mise en place permanente des équipements. L'installation mécanique comprend aussi le démantèlement des filtres à bandes de la STB et leur réassemblage au CBAQ.

5.4.11 Tuyauterie/plomberie (CT-001)

La tuyauterie comprend la fourniture, la préfabrication, la livraison et l'installation des tuyaux sur place. Le tuyauteur devra fournir les supports et les ancrages pour installer toutes les grandeurs de tuyaux, et ce, dans les alliages spécifiés lors de la phase d'ingénierie détaillée.

5.4.12 Installation électrique (CE-001)

L'installation électrique comprend l'entrée électrique de chantier et principale du bâtiment, ainsi que le raccordement de tous les équipements. Les équipements incluent tous les moteurs, les panneaux de contrôle, les instruments, les vannes automatiques, ainsi que les besoins de base du bâtiment (lumière, porte de garage, etc.). La fourniture et l'installation de composantes nécessaires au raccordement de la génératrice de secours sont aussi incluses dans ce lot.

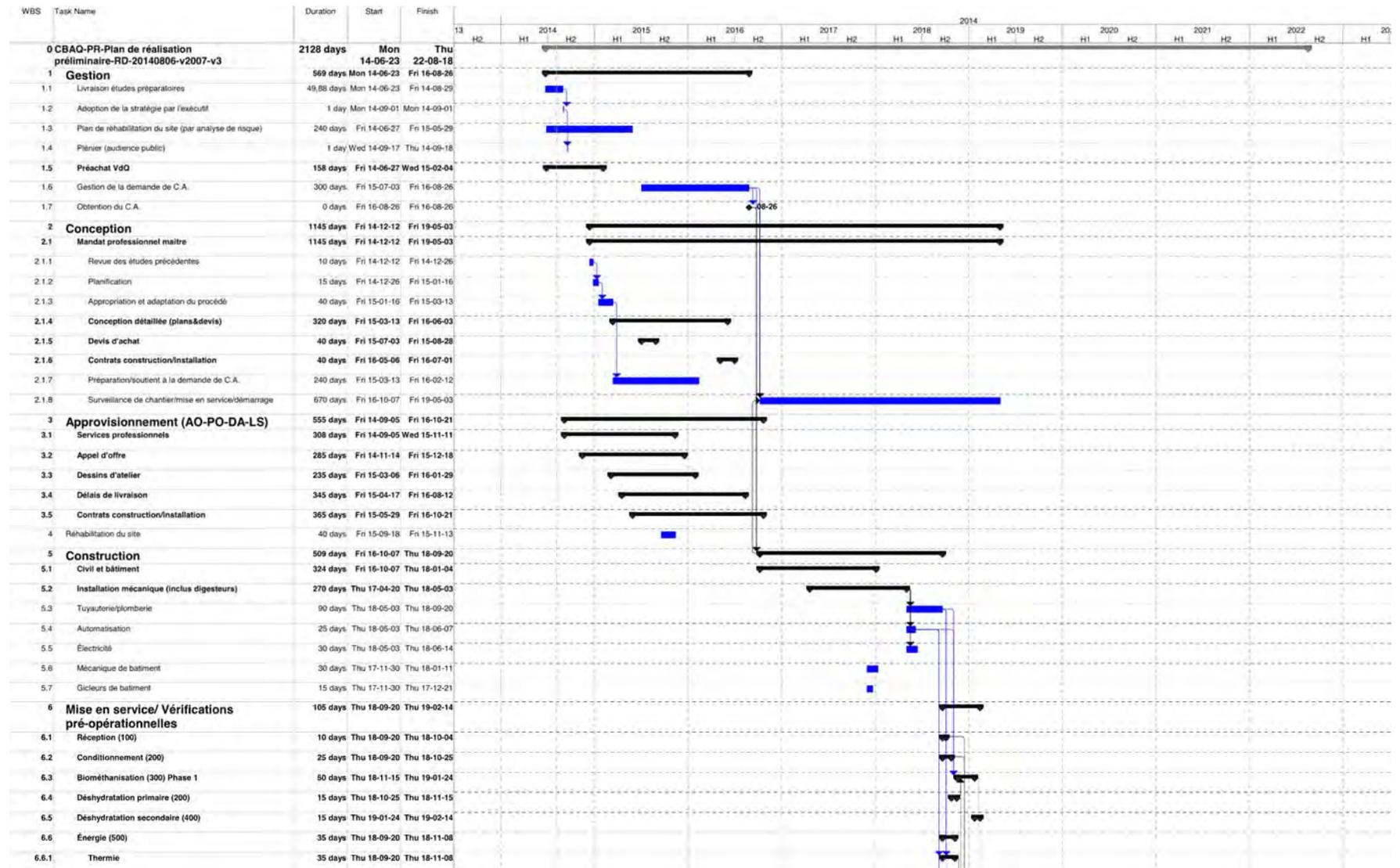
5.4.13 Automatisation (CE-002)

L'automatisation comprend le raccordement réseautique de tous les automates du CBAQ à l'automate maître et aux Interfaces Homme-Machine (HMI) disposés dans le CBAQ ou directement vers la salle de commande. De plus, l'automatisation comprend la partie programmation qui permet l'automatisation des systèmes en fonction des données recueillies par les sondes et des limites implantées dans le système. Le système devra comprendre des interfaces sans fil qui permettent l'envoi d'alarmes vers des unités

mobiles (cellulaires, portables, etc.) pour un contrôle extérieur en cas d'urgence. Tout le système de contrôle central du CBAQ est inclus dans cette portion.

5.5 Échéancier

Un sommaire de l'échéancier proposé est illustré ci-dessous. Une version plus détaillée est disponible à l'appendice 14.



L'échéancier se divise en 5 étapes majeures : la conception, l'approvisionnement, la construction, la mise en service et le démarrage.

Conception

La conception consiste en l'ingénierie détaillée et la production des plans et devis par le professionnel maître.

Approvisionnement

L'approvisionnement consiste, entre autres, au préachat d'équipements et à la rétention de services par la Ville de Québec avec le support du professionnel maître.

Cette activité inclut aussi l'attribution de contrats d'installation/construction par la Ville de Québec avec le support du gestionnaire de construction et des professionnels maîtres.

Construction/Installation

La construction/installation se veut l'exécution des travaux sous la responsabilité du gestionnaire de construction. Durant cette étape, le professionnel maître est responsable de la surveillance des travaux et de l'attestation de leur conformité aux plans et devis.

Mise en service

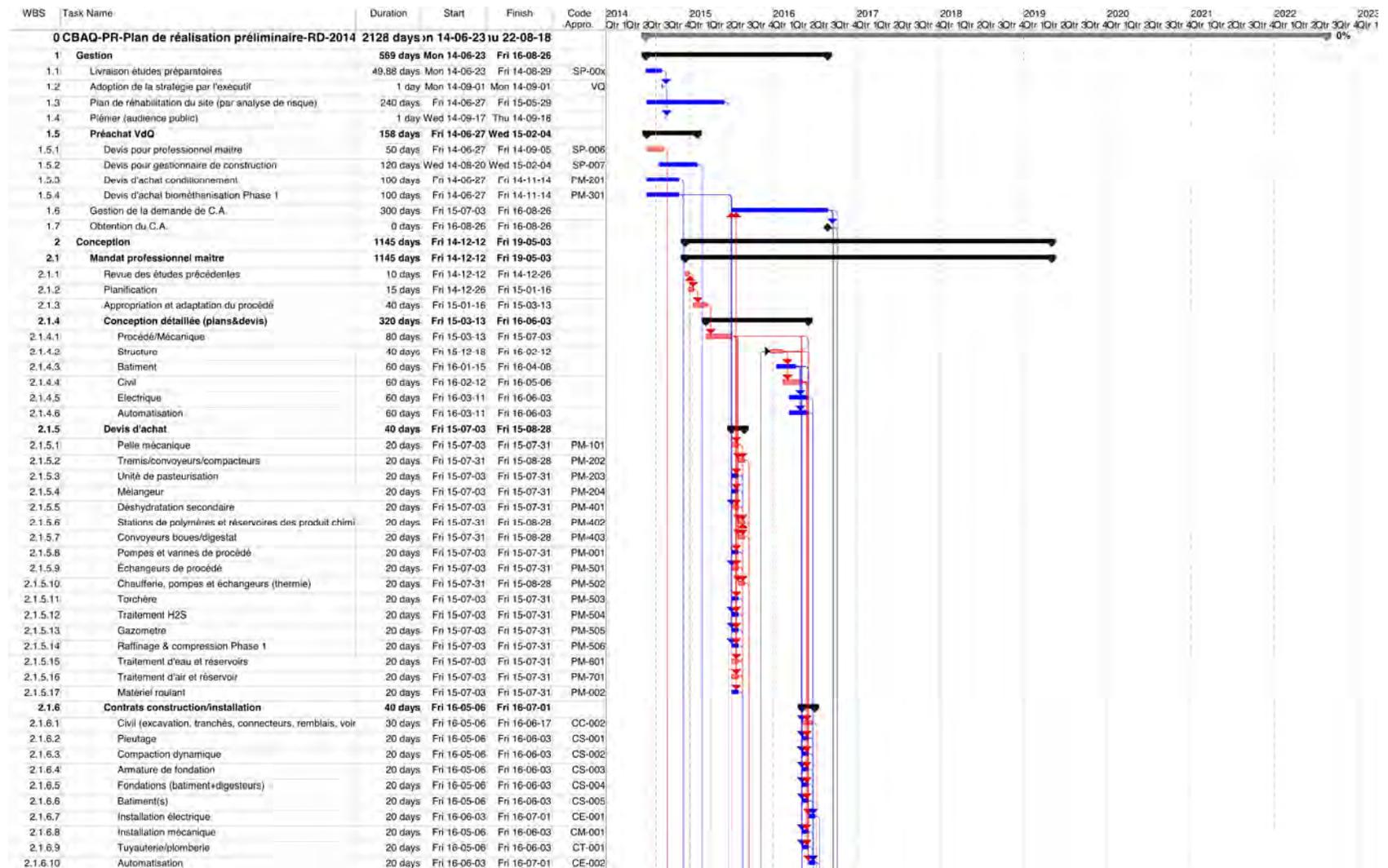
La mise en service des installations consiste en la Vérification pré-opérationnelle (VPO) de chacun des équipements individuellement, la mise en service de l'ensemble des équipements secteur par secteur puis, de l'ensemble des équipements du projet. Le gestionnaire de construction responsable de la construction/installation et le professionnel maître responsable de la surveillance et de l'acceptation des ouvrages participent à cette étape.

Démarrage

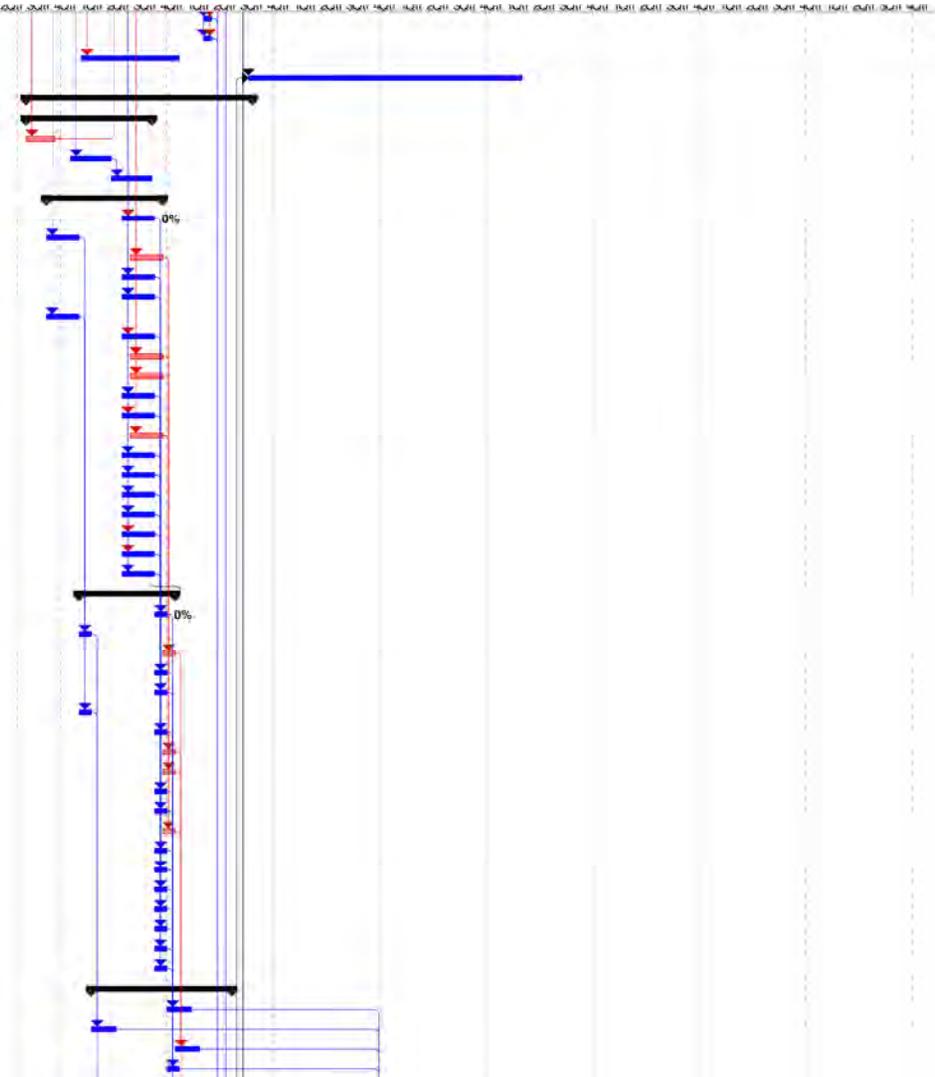
Le démarrage se veut le début de l'opération du CBAQ par la Ville de Québec avec le support technique et opérationnel du professionnel maître.

5.5.1 Chemin critique

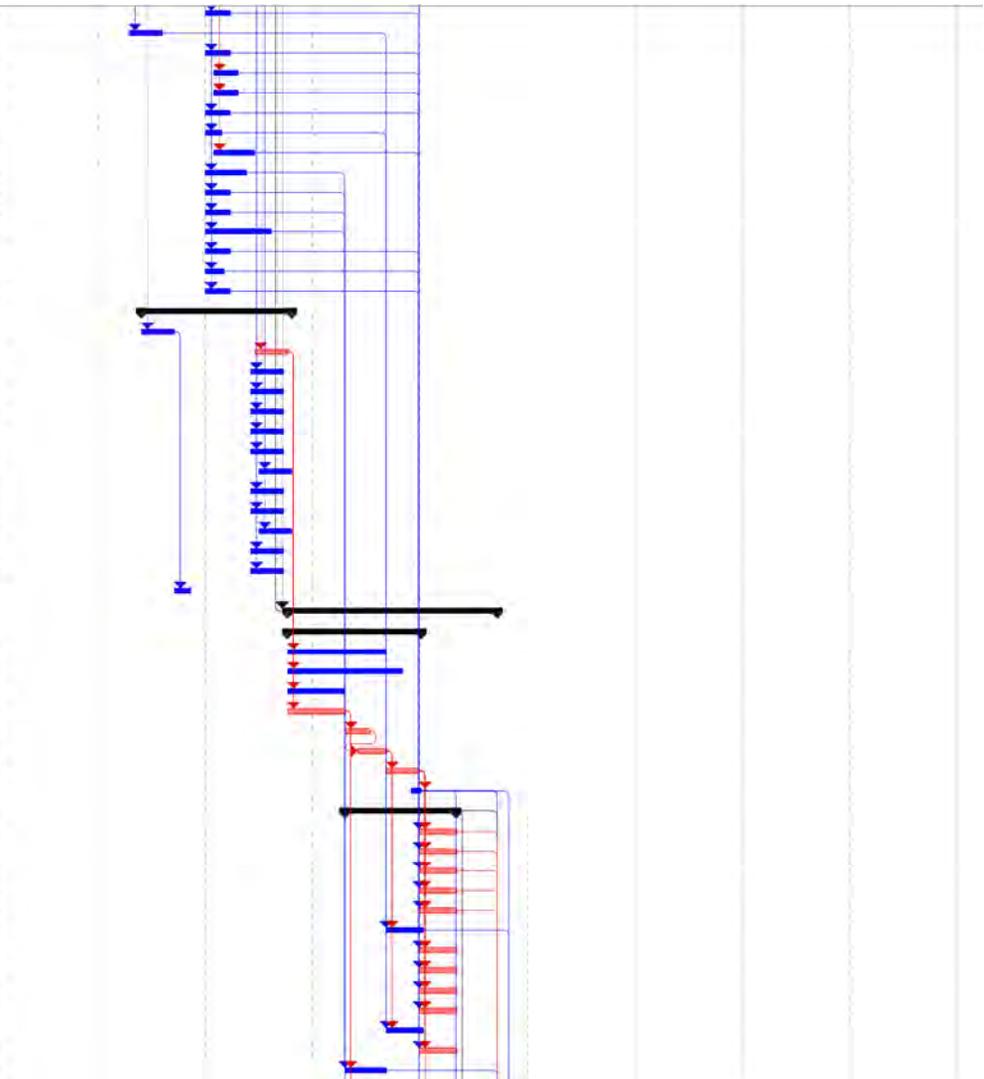
Le chemin critique est présenté ci-dessous. Une version agrandie est disponible en appendice 15



2.1.6.11	Mécanique de batiment	20 days	Fri 16-05-06	Fri 16-06-03	CH-001
2.1.6.12	Gicleurs de batiment	20 days	Fri 16-05-06	Fri 16-06-03	CH-002
2.1.7	Préparation/soulient à la demande de C.A.	240 days	Fri 15-03-13	Fri 16-02-12	
2.1.8	Surveillance de chantier/mise en service/demarrage	670 days	Fri 16-10-07	Fri 19-05-03	
3	Approvisionnement (AO-PO-DALS)	555 days	Fri 14-09-05	Fri 16-10-21	
3.1	Services professionnels	308 days	Fri 14-09-05	Wed 15-11-11	
3.1.1	Professionnel Maître	70 days	Fri 14-09-05	Fri 14-12-12	SP-006
3.1.2	Gestionnaire de construction	100 days	Wed 15-02-04	Wed 15-06-24	SP-007
3.1.3	Laboratoires (géotechnique, civil, matériaux)	100 days	Wed 15-06-24	Wed 15-11-11	SP-008
3.2	Appel d'offre	285 days	Fri 14-11-14	Fri 15-12-18	
3.2.1	Pelle mécanique	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-101
3.2.2	Hydropulpeurs/dessableurs	80 days	Fri 14-11-14	Fri 15-03-06	PM-201
3.2.3	Tremis/convoyeurs/compacteurs	80 days	Fri 15-08-28	Fri 15-12-18	PM-202
3.2.4	Unité de pasteurisation	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-203
3.2.5	Mélangeur	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-204
3.2.6	Biométhaniseurs Phase 1	80 days	Fri 14-11-14	Fri 15-03-06	PM-301
3.2.7	Déshydratation secondaire	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-401
3.2.8	Stations de polymères et réservoirs des produit chimique	80 days	Fri 15-08-28	Fri 15-12-18	PM-402
3.2.9	Convoyeurs boues/digestat	80 days	Fri 15-08-28	Fri 15-12-18	PM-403
3.2.10	Pompes et vannes de procédé	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-001
3.2.11	Échangeurs de procédé	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-501
3.2.12	Chaudière, pompes et échangeurs (thermie)	80 days	Fri 15-08-28	Fri 15-12-18	PM-502
3.2.13	Torchère	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-503
3.2.14	Traitement H2S	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-504
3.2.15	Gazometre	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-505
3.2.16	Raffinage & compression Phase 1	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-506
3.2.17	Traitement d'eau et réservoirs	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-601
3.2.18	Traitement d'air et réservoir	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-701
3.2.19	Matériel roulant	80 days	Fri 15-07-31	Fri 15-11-20	PM-002
3.3	Dessins d'atelier	235 days	Fri 15-03-06	Fri 16-01-29	
3.3.1	Pelle mécanique	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-101
3.3.2	Hydropulpeurs/dessableurs	30 days	Fri 15-03-06	Fri 15-04-17	PM-201
3.3.3	Tremis/convoyeurs/compacteurs	30 days	Fri 15-12-18	Fri 16-01-29	PM-202
3.3.4	Unité de pasteurisation	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-203
3.3.5	Mélangeur	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-204
3.3.6	Biométhaniseurs Phase 1	30 days	Fri 15-03-06	Fri 15-04-17	PM-301
3.3.7	Déshydratation secondaire	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-401
3.3.8	Stations de polymères et réservoirs des produit chimique	30 days	Fri 15-12-18	Fri 16-01-29	PM-402
3.3.9	Convoyeurs boues/digestat	30 days	Fri 15-12-18	Fri 16-01-29	PM-403
3.3.10	Pompes et vannes de procédé	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-001
3.3.11	Échangeurs de procédé	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-501
3.3.12	Chaudière, pompes et échangeurs (thermie)	30 days	Fri 15-12-18	Fri 16-01-29	PM-502
3.3.13	Torchère	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-503
3.3.14	Traitement H2S	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-504
3.3.15	Gazometre	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-505
3.3.16	Raffinage & compression Phase 1	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-506
3.3.17	Traitement d'eau et réservoirs	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-601
3.3.18	Traitement d'air et réservoir	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-701
3.3.19	Matériel roulant	30 days	Fri 15-11-20	Fri 16-01-01	PM-002
3.4	Délais de livraison	345 days	Fri 15-04-17	Fri 16-08-12	
3.4.1	Pelle mécanique	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-101
3.4.2	Hydropulpeurs/dessableurs	60 days	Fri 15-04-17	Fri 15-07-10	PM-201
3.4.3	Tremis/convoyeurs/compacteurs	60 days	Fri 16-01-29	Fri 16-04-22	PM-202
3.4.4	Unité de pasteurisation	30 days	Fri 16-01-01	Fri 16-02-12	PM-203



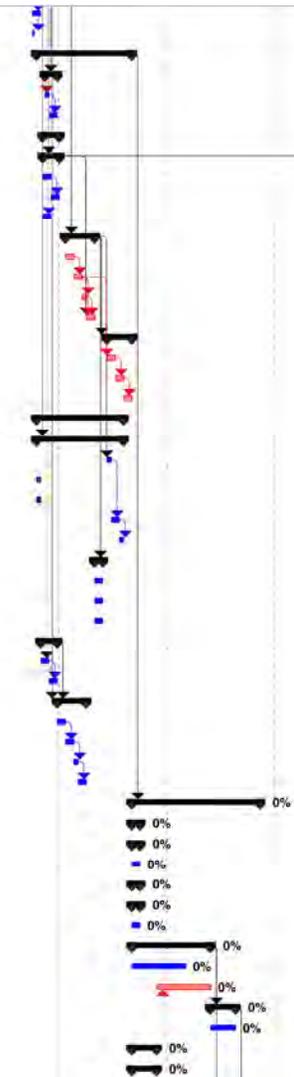
3.4.5	Mélangeur	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-204
3.4.6	Biométhaniseurs Phase 1	80 days	Fri 15-04-17	Fri 15-08-07	PM-301
3.4.7	Déshydratation secondaire	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-401
3.4.8	Stations de polymères et réservoirs des produit chimique	60 days	Fri 16-01-29	Fri 16-04-22	PM-402
3.4.9	Convoyeurs boues/digestat	60 days	Fri 16-01-29	Fri 16-04-22	PM-403
3.4.10	Pompes et vannes de procédé	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-001
3.4.11	Échangeurs de procédé	40 days	Fri 16-01-01	Fri 16-02-26	PM-501
3.4.12	Chaudière, pompes et échangeurs (thermie)	100 days	Fri 16-01-29	Fri 16-06-17	PM-502
3.4.13	Torchère	100 days	Fri 16-01-01	Fri 16-05-20	PM-503
3.4.14	Traitement H2S	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-504
3.4.15	Gazometre	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-505
3.4.16	Raffinage & compression Phase 1	160 days	Fri 16-01-01	Fri 16-08-12	PM-506
3.4.17	Traitement d'eau et réservoirs	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-601
3.4.18	Traitement d'air et réservoir	45 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-04	PM-701
3.4.19	Matériel roulant	60 days	Fri 16-01-01	Fri 16-03-25	PM-002
3.5	Contrats construction/installation	365 days	Fri 15-05-29	Fri 16-10-21	
3.5.1	Réhabilitation du site	80 days	Fri 15-05-29	Fri 15-09-18	CC-001
3.5.2	Civil (excavation, tranchés, connecteurs, remblais, voirie,	80 days	Fri 16-06-17	Fri 16-10-07	CC-002
3.5.3	Pieutage	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CS-001
3.5.4	Compaction dynamique	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CS-002
3.5.5	Armature de fondation	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CS-003
3.5.6	Fondations (batiment+digesteurs)	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CS-004
3.5.7	Batiment(s)	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CS-005
3.5.8	Installation électrique	80 days	Fri 16-07-01	Fri 16-10-21	CE-001
3.5.9	Installation mécanique	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CM-001
3.5.10	Tuyauterie/plomberie	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CT-001
3.5.11	Automatisation	80 days	Fri 16-07-01	Fri 16-10-21	CE-002
3.5.12	Mécanique de bâtiment	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CH-001
3.5.13	Gicleurs de bâtiment	80 days	Fri 16-06-03	Fri 16-09-23	CH-002
4	Réhabilitation du site	40 days	Fri 15-09-18	Fri 15-11-13	CC-001
5	Construction	509 days	Fri 16-10-07	Thu 18-09-20	
5.1	Civil et bâtiment	324 days	Fri 16-10-07	Thu 18-01-04	
5.1.1	Laboratoire civil	120 days	Fri 16-10-07	Thu 17-09-07	SP-008
5.1.2	Civil (excavation, tranchés, connecteurs, remblais, voirie,	160 days	Fri 16-10-07	Thu 17-11-02	CC-002
5.1.3	Pieutage	30 days	Fri 16-10-07	Thu 17-04-20	CS-001
5.1.4	Compaction dynamique	30 days	Fri 16-10-07	Thu 17-04-20	CS-002
5.1.5	Armature de fondation	60 days	Thu 17-04-20	Thu 17-07-13	CS-003
5.1.6	Fondations (batiment+digesteurs)	60 days	Thu 17-06-01	Thu 17-09-07	CS-004
5.1.7	Batiment(s)	80 days	Thu 17-09-07	Thu 17-12-28	CS-005
5.1.8	Installation électrique	25 days	Thu 17-11-30	Thu 18-01-04	CE-001
5.2	Installation mécanique (inclus digesteurs)	270 days	Thu 17-04-20	Thu 18-05-03	CM-001
5.2.1	Pelle mécanique	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-101
5.2.2	Hydropulpeurs/dessableurs	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-201
5.2.3	Tremis/convoyeurs/compacteurs	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-202
5.2.4	Unité de pasteurisation	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-203
5.2.5	Mélangeur	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-204
5.2.6	Biométhaniseurs Phase I	90 days	Thu 17-09-07	Thu 18-01-11	PM-301
5.2.7	Déshydratation secondaire	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-401
5.2.8	Stations de polymères et réservoirs des produit chimique	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-402
5.2.9	Convoyeurs boues/digestal	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-403
5.2.10	Pompes et vannes de procédé	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-001
5.2.11	Échangeurs de procédé	90 days	Thu 17-09-07	Thu 18-01-11	PM-501
5.2.12	Chaudière, pompes et échangeurs (thermie)	90 days	Thu 17-12-28	Thu 18-05-03	PM-502
5.2.13	Torchère	90 days	Thu 17-04-20	Thu 17-09-07	PM-503



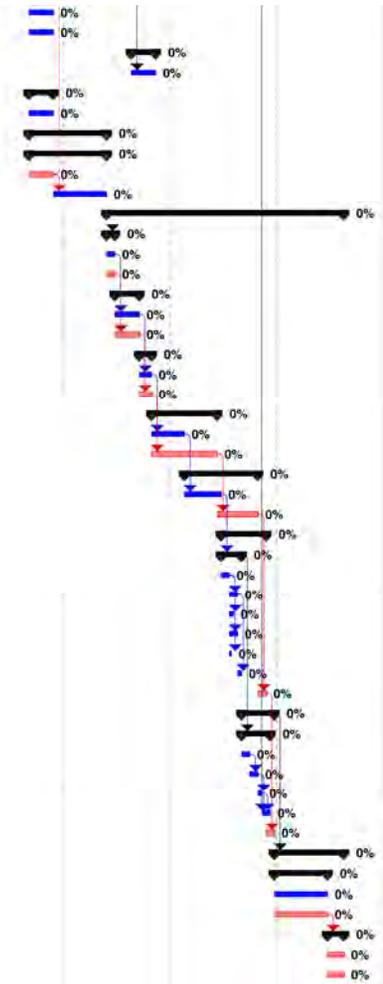
5.2.14	Traitement H2S	90 days	Thu 17-04-20	Thu 17-09-07	PM-504
5.2.15	Gazometre	90 days	Thu 17-04-20	Thu 17-09-07	PM-505
5.2.16	Raffinage & compression Phase 1	90 days	Thu 17-04-20	Thu 17-09-07	PM-506
5.2.17	Traitement d'eau et réservoirs	90 days	Thu 17-12-26	Thu 18-05-03	PM-601
5.2.18	Traitement d'air et réservoir	90 days	Thu 17-12-26	Thu 18-05-03	PM-701
5.2.19	Matériel roulant	90 days	Thu 17-12-26	Thu 18-05-03	PM-002
5.3	Tuyauterie/plomberie	90 days	Thu 18-05-03	Thu 18-09-20	CT-001
5.4	Automatisation	25 days	Thu 18-05-03	Thu 18-06-07	CE-002
5.5	Électricité	30 days	Thu 18-05-03	Thu 18-06-14	
5.6	Mécanique de bâtiment	30 days	Thu 17-11-30	Thu 18-01-11	CH-001
5.7	Gicleurs de bâtiment	15 days	Thu 17-11-30	Thu 17-12-21	CH-002
6	Mise en service/ Vérifications pré-opérationnelles	105 days	Thu 18-09-20	Thu 19-02-14	
6.1	Réception (100)	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	
6.1.1	Pelle mécanique	5 days	Thu 18-09-20	Thu 18-09-27	
6.1.2	Convoyeurs	5 days	Thu 18-09-20	Thu 18-09-27	
6.1.3	Pompage de lixiviat	5 days	Thu 18-09-27	Thu 18-10-04	
6.2	Conditionnement (200)	25 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-25	
6.2.1	Hydropulpeurs	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	
6.2.2	Convoyeurs	5 days	Thu 18-10-04	Thu 18-10-11	
6.2.3	Compacteurs	5 days	Thu 18-10-11	Thu 18-10-18	
6.2.4	Pompage de biopulpe	5 days	Thu 18-10-18	Thu 18-10-25	
6.2.5	Pasteuriseur	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	
6.2.6	Mélangeur	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	
6.3	Biométhanisation (300) Phase 1	50 days	Thu 18-11-15	Thu 19-01-24	
6.3.1	Étanchéité eau (boues)	20 days	Thu 18-11-15	Thu 18-12-13	
6.3.2	Étanchéité gaz	20 days	Thu 18-12-13	Thu 19-01-10	
6.3.3	Brassage	10 days	Thu 18-12-13	Thu 18-12-27	
6.3.4	Chauffage	20 days	Thu 18-12-13	Thu 19-01-10	
6.3.5	Pompage	5 days	Thu 18-12-13	Thu 18-12-20	
6.3.6	Sécurité biogaz	10 days	Thu 19-01-10	Thu 19-01-24	
6.4	Déshydratation primaire (200)	15 days	Thu 18-10-25	Thu 18-11-15	
6.4.1	Pompage	5 days	Thu 18-10-25	Thu 18-11-01	
6.4.2	Filtres à bandes	10 days	Thu 18-11-01	Thu 18-11-15	
6.4.3	Station de polymères	5 days	Thu 18-11-01	Thu 18-11-08	
6.5	Déshydratation secondaire (400)	15 days	Thu 19-01-24	Thu 19-02-14	
6.5.1	Pompage	5 days	Thu 19-01-24	Thu 19-01-31	
6.5.2	Filtres à bandes	10 days	Thu 19-01-31	Thu 19-02-14	
6.5.3	Station de polymères	5 days	Thu 19-01-31	Thu 19-02-07	
6.6	Énergie (500)	35 days	Thu 18-09-20	Thu 18-11-08	
6.6.1	Thermie	35 days	Thu 18-09-20	Thu 18-11-08	
6.6.1.1	Chaufferie	20 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-18	
6.6.1.2	Réseau de chaleur incinérateur	15 days	Thu 18-10-18	Thu 18-11-08	
6.6.2	Traitement du biogaz	20 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-18	
6.6.2.1	Traitement primaire	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	
6.6.2.2	Gazometre	15 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-11	
6.6.2.3	Traitement secondaire	20 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-18	
6.6.2.4	Torchère	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	
6.7	Traitement d'eau (600)	40 days	Thu 18-09-20	Thu 18-11-15	
6.7.1	Pompage	5 days	Thu 18-09-20	Thu 18-09-27	
6.7.2	Station de dosage produits chimiques (3)	5 days	Thu 18-09-27	Thu 18-10-04	
6.7.3	Strippeur	20 days	Thu 18-10-04	Thu 18-11-01	
6.7.4	Sulfate d'ammonium	10 days	Thu 18-11-01	Thu 18-11-15	
6.8	Traitement d'air (700)	30 days	Thu 18-09-20	Thu 18-11-01	
6.8.1	Ventilation	10 days	Thu 18-09-20	Thu 18-10-04	



6.8.2	Laveurs (3)	20 days	Thu 18-10-04	Thu 18-11-01
6.8.3	Station de dosage des produits chimiques	5 days	Thu 18-10-04	Thu 18-10-11
7	Démarrage	230 days	Thu 18-10-18	Thu 19-09-05
7.1	Réception boues	30 days	Thu 18-11-15	Thu 18-12-27
7.1.1	Pompage de la STEU	10 days	Thu 18-11-15	Thu 18-11-29
7.1.2	Déshydratation primaire	20 days	Thu 18-11-29	Thu 18-12-27
7.2	Énergie (500)	40 days	Thu 18-11-08	Thu 19-01-03
7.2.1	Thermie	40 days	Thu 18-11-08	Thu 19-01-03
7.2.1.1	Chaudière	20 days	Thu 18-11-08	Thu 18-12-06
7.2.1.2	Refroidisseur	20 days	Thu 18-12-06	Thu 19-01-03
7.2.1.3	Réseau de chaleur incinérateur	20 days	Thu 18-11-08	Thu 18-12-06
7.3	Biométhanisation (300)	70 days	Thu 19-01-24	Thu 19-05-02
7.3.1	Innoculum	20 days	Thu 19-01-24	Thu 19-02-21
7.3.2	Remplissage	20 days	Thu 19-02-21	Thu 19-03-21
7.3.3	Brassage	10 days	Thu 19-03-21	Thu 19-04-04
7.3.4	Chauffage	20 days	Thu 19-04-04	Thu 19-05-02
7.4	Déshydratation secondaire (400)	60 days	Thu 19-06-13	Thu 19-09-05
7.4.1	Pompage	20 days	Thu 19-06-13	Thu 19-07-11
7.4.2	Filtres à bandes	20 days	Thu 19-07-11	Thu 19-08-08
7.4.3	Station de polymères	20 days	Thu 19-08-08	Thu 19-09-05
7.5	Énergie (500)	210 days	Thu 18-10-18	Thu 19-08-08
7.5.1	Biogaz	210 days	Thu 18-10-18	Thu 19-08-08
7.5.1.1	Désulfurisation	10 days	Thu 19-06-13	Thu 19-06-27
7.5.1.2	Gazometre	10 days	Thu 18-10-18	Thu 18-11-01
7.5.1.3	Torchère	10 days	Thu 18-10-18	Thu 18-11-01
7.5.1.4	Raffinage Phase 1	20 days	Thu 19-06-27	Thu 19-07-25
7.5.1.5	Compresseur biométhane	10 days	Thu 19-07-25	Thu 19-08-08
7.6	Traitement d'eau (600)	20 days	Thu 19-05-02	Thu 19-05-30
7.6.1	Pompage	20 days	Thu 19-05-02	Thu 19-05-30
7.6.2	Strippeur	20 days	Thu 19-05-02	Thu 19-05-30
7.6.3	Sulfate d'ammonium	20 days	Thu 19-05-02	Thu 19-05-30
7.7	Traitement d'air (700)	40 days	Thu 18-11-01	Thu 18-12-27
7.7.1	Ventilation	20 days	Thu 18-11-01	Thu 18-11-29
7.7.2	Laveurs (3)	20 days	Thu 18-11-29	Thu 18-12-27
7.8	Réception des ROTS	70 days	Thu 18-12-27	Thu 19-04-04
7.8.1	Pompage et chauffage ES	20 days	Thu 18-12-27	Thu 19-01-24
7.8.2	Hydropulpage	20 days	Thu 19-01-24	Thu 19-02-21
7.8.3	Pompage biopulpe	10 days	Thu 19-02-21	Thu 19-03-07
7.8.4	Mélange biopulpe & boues	20 days	Thu 19-03-07	Thu 19-04-04
8	Confirmation de performance	310 days	Thu 19-09-05	Thu 20-11-12
8.1	Réception boues	20 days	Thu 19-09-05	Thu 19-10-03
8.1.1	Déshydratation primaire	20 days	Thu 19-09-05	Thu 19-10-03
8.1.1.1	Siccité du gâteau	20 days	Thu 19-09-05	Thu 19-10-03
8.2	Énergie (500)	20 days	Thu 19-09-05	Thu 19-10-03
8.2.1	Thermie	20 days	Thu 19-09-05	Thu 19-10-03
8.2.1.1	Efficacité du chauffage	20 days	Thu 19-09-05	Thu 19-10-03
8.3	Biométhanisation (300)	190 days	Thu 19-09-05	Thu 20-05-28
8.3.1	Production de biogaz	130 days	Thu 19-09-05	Thu 20-03-05
8.3.2	Qualité du digestat	130 days	Thu 19-11-28	Thu 20-05-28
8.4	Déshydratation secondaire (400)	60 days	Thu 20-05-28	Thu 20-08-20
8.4.1	Siccité du digestat	60 days	Thu 20-05-28	Thu 20-08-20
8.5	Énergie (500)	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28
8.5.1	Biogaz Phase 1	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28



8.5.1.1	Qualité du biométhane	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28
8.5.1.2	Efficacité d'extraction méthane	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28
8.6	Traitement d'eau (600)	60 days	Thu 20-08-20	Thu 20-11-12
8.6.1	Qualité de l'eau	60 days	Thu 20-08-20	Thu 20-11-12
8.7	Traitement d'air (700)	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28
8.7.1	Qualité de l'air	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28
8.8	Réception des ROTS	190 days	Thu 19-09-05	Thu 20-05-28
8.8.1	Hydropulpage	190 days	Thu 19-09-05	Thu 20-05-28
8.8.1.1	Qualité des ROTS conditionnés	60 days	Thu 19-09-05	Thu 19-11-28
8.8.1.2	Qualité du digestat	130 days	Thu 19-11-28	Thu 20-05-28
9	Phase 2	580 days	Thu 20-05-28	Thu 22-08-18
9.1	Devis d'achat	20 days	Thu 20-05-28	Thu 20-06-25
9.1.1	Biométhaniseur phase 2	20 days	Thu 20-05-28	Thu 20-06-25
9.1.2	Raffinage & compression Phase 2	20 days	Thu 20-05-28	Thu 20-06-25
9.2	Appel d'offre	60 days	Thu 20-06-25	Thu 20-09-17
9.2.1	Biométhaniseur phase 2	60 days	Thu 20-06-25	Thu 20-09-17
9.2.2	Raffinage & compression Phase 2	60 days	Thu 20-06-25	Thu 20-09-17
9.3	Dessins d'atelier	30 days	Thu 20-09-17	Thu 20-10-29
9.3.1	Biométhaniseur phase 2	30 days	Thu 20-09-17	Thu 20-10-29
9.3.2	Raffinage & compression Phase 2	30 days	Thu 20-09-17	Thu 20-10-29
9.4	Délais de livraison	160 days	Thu 20-10-29	Thu 21-06-10
9.4.1	Biométhaniseur phase 2	80 days	Thu 20-10-29	Thu 21-02-18
9.4.2	Raffinage & compression Phase 2	160 days	Thu 20-10-29	Thu 21-06-10
9.5	Installation mécanique	180 days	Thu 21-02-18	Thu 21-10-28
9.5.1	Biométhaniseur phase 2	90 days	Thu 21-02-18	Thu 21-06-24
9.5.2	Raffinage & compression Phase 2	90 days	Thu 21-06-10	Thu 21-10-28
9.6	Mise en service/ Vérifications pré-opérationnelles	110 days	Thu 21-06-24	Thu 21-11-25
9.6.1	Biométhaniseur phase 2	50 days	Thu 21-06-24	Thu 21-09-02
9.6.1.1	Étanchéité eau (boues)	20 days	Thu 21-06-24	Thu 21-07-22
9.6.1.2	Étanchéité gaz	20 days	Thu 21-07-22	Thu 21-08-19
9.6.1.3	Brassage	10 days	Thu 21-07-22	Thu 21-08-05
9.6.1.4	Chauffage	20 days	Thu 21-07-22	Thu 21-08-19
9.6.1.5	Pompage	5 days	Thu 21-07-22	Thu 21-07-29
9.6.1.6	Sécurité biogaz	10 days	Thu 21-08-19	Thu 21-09-02
9.6.2	Traitement biogaz secondaire Phase 2	20 days	Thu 21-10-28	Thu 21-11-25
9.7	Démarrage	80 days	Thu 21-09-02	Thu 21-12-23
9.7.1	Biométhaniseur phase 2	70 days	Thu 21-09-02	Thu 21-12-09
9.7.1.1	Inoculum	20 days	Thu 21-09-02	Thu 21-09-30
9.7.1.2	Remplissage	20 days	Thu 21-09-30	Thu 21-10-28
9.7.1.3	Brassage	10 days	Thu 21-10-28	Thu 21-11-11
9.7.1.4	Chauffage	20 days	Thu 21-11-11	Thu 21-12-09
9.7.2	Raffinage Phase 2	20 days	Thu 21-11-25	Thu 21-12-23
9.8	Confirmation de performance	170 days	Thu 21-12-23	Thu 22-08-18
9.8.1	Biométhaniseur phase 2	130 days	Thu 21-12-23	Thu 22-06-23
9.8.1.1	Production de biogaz	130 days	Thu 21-12-23	Thu 22-06-23
9.8.1.2	Qualité du digestat	130 days	Thu 21-12-23	Thu 22-06-23
9.8.2	Biogaz	40 days	Thu 22-06-23	Thu 22-08-18
9.8.2.1	Qualité du biométhane	40 days	Thu 22-06-23	Thu 22-08-18
9.8.2.2	Efficacité d'extraction méthane	40 days	Thu 22-06-23	Thu 22-08-18



Tout d'abord, notons que la première tâche critique est la rédaction des termes de références pour l'embauche des professionnels maîtres. L'embauche des professionnels maîtres est sur le chemin critique, car toutes les autres tâches de conception, d'approvisionnement et de construction en découlent.

Parallèlement à l'embauche des professionnels maîtres, le Bureau de projet du CBAQ effectuera la rédaction des devis de préachat et le lancement des appels d'offres des hydropulpeurs et des biométhaniseurs, afin de s'assurer que les professionnels maîtres participent à la prise de décision de ce préachat préalablement à la conception détaillée.

Les professionnels maîtres doivent ensuite prendre rapidement connaissance des études précédentes, faire la planification et s'approprier le procédé puisque ces tâches sont critiques pour la suite des activités, principalement la conception détaillée du procédé.

La conception détaillée représente aussi une tâche cruciale puisqu'elle est indispensable à la rédaction des devis d'achat pour tous les équipements principaux du procédé.

De la rédaction des devis d'achat découle le processus d'appel d'offres pour les équipements majeurs qui eux-mêmes sont nécessaires pour l'obtention, de chacun des fournisseurs, des dessins d'atelier pour les équipements majeurs.

Ces dessins d'atelier sont nécessaires à la conception détaillée des plans et devis de la section structure dont découle la conception détaillée du civil, aussi présent dans le chemin critique, ainsi que la rédaction des devis d'appel d'offres pour la construction du CBAQ, dont la tâche d'adjudication du contrat pour la réhabilitation du site est indispensable.

La réalisation des travaux de réhabilitation du site est également sur le chemin critique puisqu'elle est nécessaire au commencement des travaux civils et de construction du bâtiment.

À noter que l'obtention du CA est sur le chemin critique, car il est essentiel au commencement des travaux.

Les travaux civils et de construction du bâtiment, incluant les fondations, sont critiques pour l'avancement du projet puisque l'installation de certains équipements majeurs en dépend. Le calendrier de réalisation de ces travaux doit aussi tenir compte des contraintes climatiques puisque, par exemple, ces activités sont ralenties ou tout simplement arrêtées pendant la saison hivernale.

Par la suite, l'installation de certains équipements majeurs, ainsi que l'installation de la tuyauterie sont critiques pour la suite du projet puisqu'elles sont nécessaires à la mise en service et au démarrage.

La mise en service et le démarrage du procédé de biométhanisation sont ensuite critiques puisque le démarrage des procédés subséquents, tels que le traitement de l'eau et du biogaz, dépendent de ce procédé.

Un autre élément critique lié à la mise en service touche l'attestation des performances des équipements et constitue un autre élément essentiel lié à la mise en service. Ceci est à considérer lors de la signature des contrats d'achat afin d'y inclure des délais raisonnables et des conditions propices à l'évaluation des performances en vue de la réception provisoire et de la réception définitive des travaux.

5.5.2 Constructibilité

L'échéancier et la stratégie d'approvisionnement préliminaire jettent les premiers jalons d'une planification de constructibilité. Par contre, il est trop tôt à ce stade-ci du projet pour faire une analyse complète et pertinente de la constructibilité du projet du CBAQ. Cette tâche sera du ressort des professionnels maîtres et du gestionnaire de construction à venir.

5.5.3 Stratégie de mise en service et démarrage

En l'absence de certitude vis-à-vis la collecte des ROTS et des volumes attendus, il est souhaitable de planifier un démarrage dès le printemps 2018 avec les boues disponibles. Ceci permettrait un démarrage et un rodage de tous les systèmes avant même la réception de quantités importantes de ROTS qui ajoutent un degré de complexité mécanique et opérationnelle.

5.5.3.1 Mise en service

La mise en service est définie comme la phase des vérifications pré-opérationnelles où tous les équipements sont mis à l'essai individuellement pour vérifier l'étanchéité (à l'eau ou air), le sens de rotation des moteurs, la fonctionnalité de l'instrumentation, etc.

De plus, des essais globaux sont effectués pour vérifier que les raccordements liant les équipements sont adéquats.

Les essais de mise en service sont effectués par les fournisseurs sous la supervision du gestionnaire de construction et des professionnels maîtres qui seront responsables d'accepter les vérifications pré-opérationnelles.

La séquence de mise en service préconise parallèlement la mise en service des biométhaniseurs et de ses services connexes (chauffage) ainsi que la déshydratation primaire.

La diversion des boues de la STB vers CBAQ doit s'effectuer le plus tôt possible dans la mise en service afin d'enclencher la lente montée en charge des biométhaniseurs et ainsi minimiser les délais pour la mise en service des systèmes subséquents (biogaz, déshydratation secondaire, traitement d'eau, etc.).

5.5.3.2 Démarrage

La phase démarrage commence lorsque tous les essais de mise en service sont complétés et que les ROTS arrivent au CBAQ.

C'est à partir de ce moment que l'opération est effectuée par les opérateurs du CBAQ sous la supervision des fournisseurs, du gestionnaire de construction et des professionnels maîtres qui émettront des

acceptations provisoires ou finales sur les équipements fonctionnels. L'acceptation provisoire enclenche le décaissement de paiements importants, qui excluent la retenue de performance.

5.5.3.3 Confirmation des performances

Certains équipements, dont la biométhanisation, nécessitent plusieurs mois pour démontrer leurs performances. Il est alors prévu de retenir des montants entre l'acceptation provisoire et l'acceptation finale qui aura lieu lorsque les performances seront confirmées.

Étant donné que les équipements sont dimensionnés pour l'horizon 2038, il est probable que les intrants ne soient pas disponibles pour valider les performances de ces équipements à plein régime. Afin de confirmer les performances des protocoles de simulation des débits/charges ultimes, ils devront être développés par le professionnel maître et intégrés aux devis d'achat des équipements clés tels le conditionnement, la biométhanisation, la déshydratation, le traitement d'eau, le traitement d'air et l'épuration du biogaz.

5.6 Budget

5.6.1 Investissements

Les investissements de $\pm 20\%$ se composent de l'investissement direct dans les équipements et leurs installations tandis que les frais indirects sont des investissements faits dans des services intangibles.

Coûts directs

L'estimation découle d'une étude préliminaire passablement détaillée qui inclut des soumissions budgétaires pour les équipements majeurs et une ventilation des équipements auxiliaires et leurs installations.

Coûts indirects

Les coûts indirects sont importants et incluent l'achat du terrain, sa réhabilitation, l'ingénierie, la gestion de construction, les contingences, les autres services professionnels, les frais antérieurs et ceux du bureau de projet CBAQ.

Tableau 26: Investissements (+/-20%) : Scénario A : Phase I

Direct	64,498,932 \$
Indirect	37,675,000 \$
Grand Total	102,173,932 \$

Tableau 27: Investissements (+/-20%) : Scénario B : Phase I

Direct	\$ 63,804,246
Indirect	\$ 37,200,000
Grand Total	\$ 101,004,246

Tableau 28 : Investissements (+/-20%) : Scénario A ou B : Phase II

Direct	8,790,957 \$
Indirect	1,600,000 \$
Grand Total	10,390,957 \$

5.6.2 Coûts opérationnels

Les coûts opérationnels se composent de frais variables tels que les consommables, l'énergie, l'entretien, l'élimination des rejets, le traitement d'eau et le recyclage des extrants, et en frais fixes tels la main-d'œuvre, le service de la dette et les assurances.

À noter que la Ville vise comptabiliser les frais d'immobilisation, d'assurance, d'élimination des rejets, de traitement d'eau et de salaire des ressources existantes affectées au projet dans un autre poste budgétaire.

Les revenus sont considérés comme des dépenses négatives et viennent alléger les coûts opérationnels.

5.6.2.1 Consommation en énergie

Le procédé consomme pratiquement exclusivement de l'électricité. Il a été budgété une petite quantité de gaz naturel pour les imprévus.

Électricité	15,417,600	Kwh/an
Gaz naturel	50,000	m3/an

5.6.2.2 Consommables

Le procédé consomme des quantités annuelles considérables de produits chimiques.

Tableau 29: Estimation des consommables du procédé

Média H2S	58,592	Kg/an
Polymères	211,774	Kg/an
Soude caustique (à 50%)	1,670,050	Kg/an
Soude caustique (à 30%)	82	Tonnes/an
Acide sulfurique (eau)	957,242	Kg/an
Acide sulfurique (air) (à 95%)	18	Tonnes/an
Hypochlorite (à 15%)	200	Tonnes/an
Eau potable	105,593	m ³ /an
Anti-mousse	2,250	Kg/an
Glycol	500	Litres/an

Le traitement de l'azote ammoniacal nécessite une quantité considérable de produits chimiques. La courbe suivante démontre la progression des volumes d'eau à traiter et qui se reflète directement dans les coûts opérationnels du CBAQ

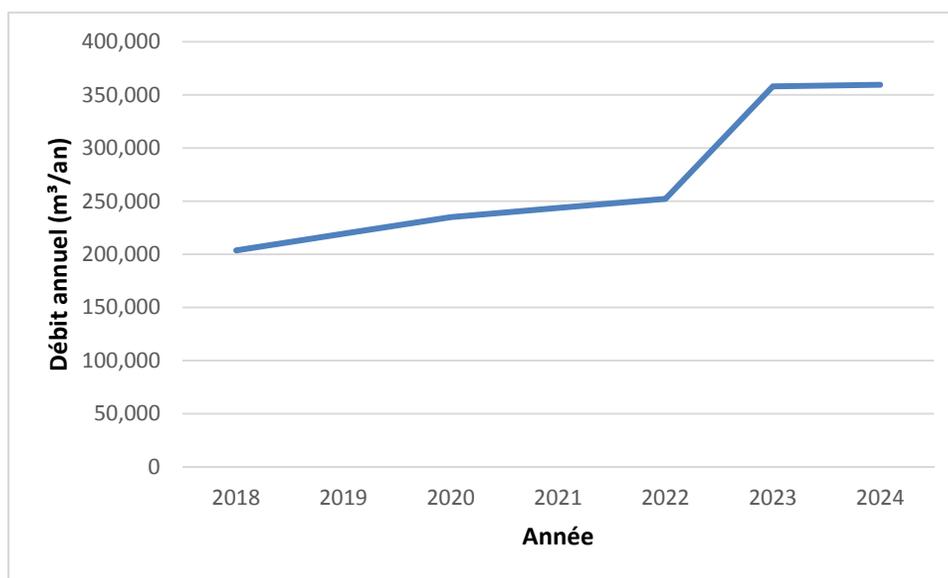


Figure 36 : Eau rejetée par le CBAQ

5.6.2.3 Coût de recyclage du digestat

Il a été estimé que le recyclage des boues et des digestats se ferait aux coûts du marché actuel pour des produits similaires (voir rapport de Solinov en appendice 3) et que les rejets et l'eau seraient traités à coûts nuls. (23)

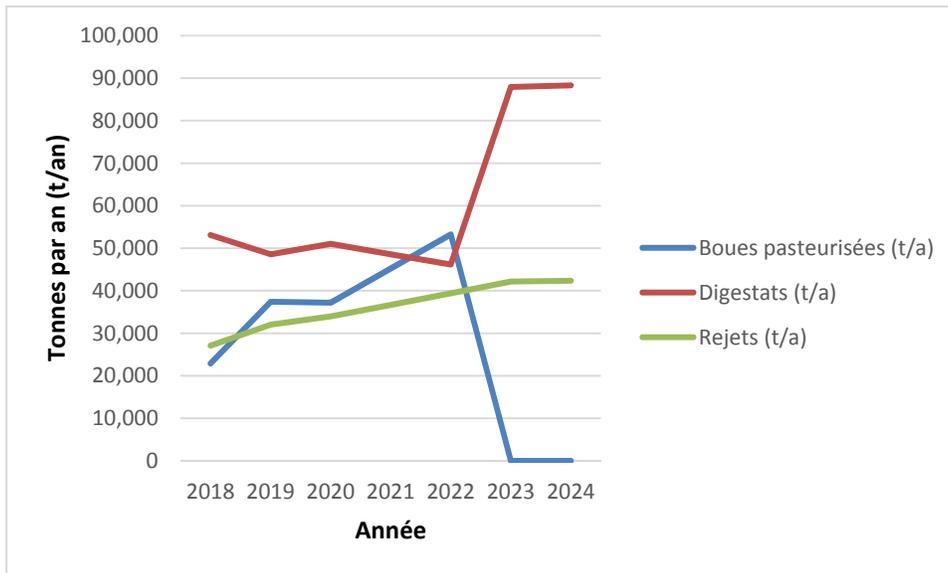


Figure 37 : Extrants solides produits par le CBAQ

Les rejets illustrés dans le graphique précédent comprennent les contaminants lourds, les contaminants légers, les sables ainsi que la matière organique perdue avec les contaminants.

5.6.2.4 Revenus

Le projet prévoit générer des revenus des produits suivants :

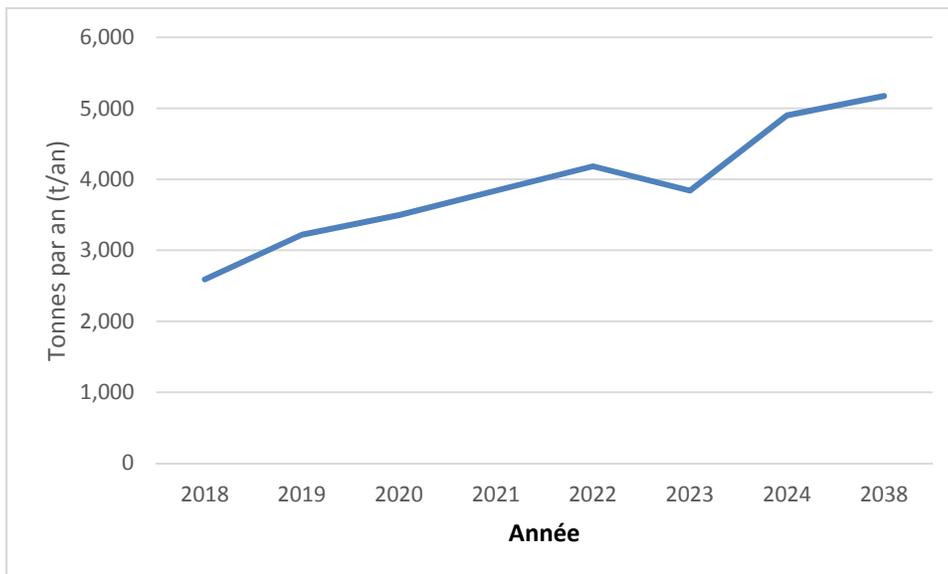


Figure 38 : Sulfate d'ammonium exportable par le CBAQ

Il est difficile de mettre une valeur sur le sulfate d'ammonium liquide, car le marché québécois des fertilisants utilise très peu de ce produit. Dans son rapport d'étude de marché disponible en appendice 3, Solinov propose une valeur estimée à 50 \$ par tonne.

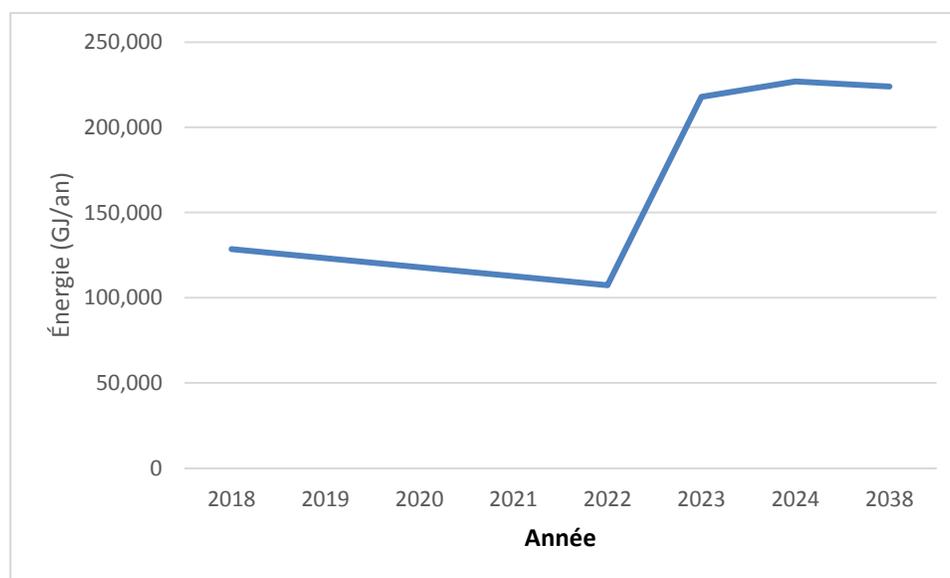


Figure 39 : Biométhane exportable par le CBAQ

Le Bureau de projet du CBAQ est en discussion avec le distributeur de gaz naturel pour la vente de son biométhane. En extrapolant les modèles avancés par le distributeur, on estime la croissance de la valeur du biométhane de 7,37 \$/GJ en 2018 jusqu'à 17,69 \$/GJ en 2038.

Tableau 30: Coûts opérationnels (+/-20%) 2018-2024

Scénario A		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2038	
Variables	Entretien	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 1,227,004	
	Consommables	\$ 2,201,818	\$ 2,348,477	\$ 2,467,847	\$ 2,552,610	\$ 2,632,710	\$ 3,427,202	\$ 3,441,612	\$ 3,649,884	
	Valorisation	\$ 5,599,367	\$ 6,412,740	\$ 6,576,061	\$ 7,015,151	\$ 7,455,482	\$ 6,084,493	\$ 6,111,161	\$ 6,496,549	
	Énergie	\$ 770,303	\$ 775,886	\$ 781,468	\$ 787,051	\$ 792,633	\$ 797,273	\$ 797,911	\$ 806,843	
	Fixes	Main-d'œuvre	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400	\$ 2,194,400
		Service de la dette	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Assurance	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Revenus		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
		Biométhane	\$ (953,617)	\$ (980,934)	\$ (1,003,068)	\$ (1,020,034)	\$ (1,031,817)	\$ (2,203,444)	\$ (2,322,529)	\$ (4,038,914)
		Sulfate ammonium	\$ (129,450)	\$ (160,950)	\$ (174,800)	\$ (192,000)	\$ (209,200)	\$ (244,050)	\$ (245,000)	\$ (245,000)
	Total (sans inflation)	\$ 10,650,305	\$ 11,557,103	\$ 11,809,393	\$ 12,304,661	\$ 12,801,693	\$ 11,023,358	\$ 10,945,039	\$ 10,090,765	
	Total avec inflation de 2%	\$ 10,650,305	\$ 11,807,864	\$ 12,327,017	\$ 13,120,239	\$ 13,942,019	\$ 12,400,014	\$ 12,618,907	\$ 16,957,046	
Scénario B		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2038	
Variables	Entretien	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 967,484	\$ 1,227,004	
	Consommables	\$ 2,173,697	\$ 2,311,653	\$ 2,427,677	\$ 2,507,724	\$ 2,583,058	\$ 3,372,753	\$ 3,386,977	\$ 3,592,588	
	Valorisation	\$ 5,599,367	\$ 6,412,740	\$ 6,576,061	\$ 7,015,151	\$ 7,455,482	\$ 6,084,493	\$ 6,111,161	\$ 6,496,549	
	Énergie	\$ 921,456	\$ 926,531	\$ 931,606	\$ 936,681	\$ 941,756	\$ 955,676	\$ 955,966	\$ 1,023,420	
Fixes	Main-d'œuvre	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	\$ 1,248,000	
	Service de la dette	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	Assurance	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Revenus		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
	Biométhane	\$ (773,502)	\$ (800,116)	\$ (823,116)	\$ (842,503)	\$ (858,276)	\$ (2,139,181)	\$ (2,250,191)	\$ (3,865,982)	
	Sulfate ammonium	\$ (129,450)	\$ (160,950)	\$ (174,800)	\$ (192,000)	\$ (209,200)	\$ (244,050)	\$ (245,000)	\$ (245,000)	
	Total (sans inflation)	\$ 10,007,052	\$ 10,905,342	\$ 11,152,912	\$ 11,640,537	\$ 12,128,305	\$ 10,245,175	\$ 10,174,398	\$ 9,476,579	
	Total avec inflation de 2%	\$ 10,007,052	\$ 11,139,451	\$ 11,636,744	\$ 12,404,599	\$ 13,198,817	\$ 11,534,149	\$ 11,741,914	\$ 15,960,361	

6 Recommandations

6.1 Stratégiques

6.1.1 Collecte

Statuer sur le mode de collecte afin de lever les incertitudes sur le dimensionnement des équipements de réception. Le professionnel maître sera alors en mesure d'optimiser sa conception et son ingénierie.

6.1.2 Biométhane

La Ville devrait prévoir au contrat avec le distributeur de gaz naturel (Gaz Métro) se garder une flexibilité d'autoconsommation de sa production de biométhane. Ainsi, une partie de sa production pourrait potentiellement être recyclée à l'interne, par exemple dans sa flotte de transport en évolution.

6.1.3 Localisation incinérateur

La Ville devra statuer sans équivoque sur l'utilisation des infrastructures et/ou de l'énergie de l'incinérateur (vapeur) pour les besoins du procédé CBAQ.

De plus, une incertitude subsiste sur le colmatage possible de la conduite entre l'incinérateur et le CBAQ par la sédimentation et la croissance de struvite. L'utilisation exclusive de cette conduite comme amenée de ROTS conditionnés et de chaleur au CBAQ pose un risque non négligeable au procédé.

6.1.4 Plan de phasage

Considérer la réalisation du projet d'opportunité de séchage du digestat dès la phase II, ce qui ferait passer les investissements de 10 M\$ à 40 M\$ en raison de l'infrastructure de séchage et du réseau de vapeur de l'incinérateur. En considérant l'évaluation approximative des coûts d'électricité, de vapeur et d'entretien des séchoirs, cette piste d'optimisation représente une économie nette potentielle de l'ordre de 2 à 3 M\$ annuellement pour le recyclage agronomique des boues et des digestats. Dans le cas où l'incinérateur serait classé par le MDDELCC comme une infrastructure de valorisation énergétique des matières résiduelles, l'utilisation de la vapeur pour le séchage du digestat contribuerait à la valorisation énergétique des matières résiduelles et permettrait ainsi d'économiser la redevance à l'élimination des matières brûlées, soit jusqu'à 6M\$/an.

6.1.5 Pasteurisation

Analyser la possibilité d'acheminer les boues municipales non digérées et déshydratées vers un site de compostage privé plutôt que de les pasteuriser. Une économie potentielle sur les immobilisations de près de 6 M\$ dans une infrastructure de pasteurisation vouée à l'obsolescence en phase II serait possible.

La Ville de Québec devra valider avec le MDDELCC si cette stratégie a un impact sur le soutien financier accordé par le PTMOBC au CBAQ.

6.2 Administratives

6.2.1 Support financier du PTMOBC

La Ville de Québec devra valider avec le MDDELCC si la stratégie de phasage envisagée a un impact sur le soutien financier accordé par le PTMOBC au CBAQ.

6.2.2 Certificat d'autorisation

Enclencher le plus tôt possible la demande de certificat d'autorisation (CA) auprès du MDDELCC, avec l'assistance du professionnel maître, afin d'atténuer et mitiger le risque potentiel de revirement technologique associé aux préachats de procédés avant l'obtention dudit CA.

6.2.3 Approvisionnement du conditionnement et de la biométhanisation

Enclencher le plus tôt possible l'approvisionnement des systèmes de conditionnement et de la biométhanisation qui se retrouvent sur le chemin critique afin d'assurer un échéancier des plus optimal.

6.2.4 Professionnel maître

Le professionnel maître devrait être engagé à temps pour participer à la décision sur l'approvisionnement du conditionnement et de la biométhanisation.

6.3 Techniques

6.3.1 Biométhanisation thermophile

Bien que la biométhanisation thermophile (55°C) puisse potentiellement réduire l'investissement des équipements de digestion, Roche-Electrigaz ne recommande pas le démarrage du CBAQ en phase I avec des biométhaniseurs thermophiles, la raison en est que la majorité de la charge organique provient de ROTS qui génèrent des quantités considérables d'azote ammoniacal qui agissent comme potentiel inhibiteur de la digestion anaérobie. L'approche thermophile pourrait générer et engendrer des complications au démarrage et durant les premières années d'opération. Avec une économie potentielle allant jusqu'à 5M\$ pour les biométhaniseurs, la conversion à une mode thermophile en phase II pourra être jugée souhaitable techniquement et économiquement, à la lumière des intrants réellement reçus et de l'expérience d'opération acquise.

6.3.2 Filtres à bandes de la STB

L'efficacité de déshydratation des filtres à bandes (FAB) de la STB devra être validée pour une opération avec des boues à une siccité d'entrée au-delà de 4 % ST.

L'opération des FAB à une plus haute siccité d'entrée permettrait de réduire les volumes d'eau retournés à la STEU par la déshydratation primaire et ainsi améliorer le bilan environnemental du CBAQ.

6.3.3 Structure de sol

Des études plus approfondies sur les structures de sol à des points précis permettraient potentiellement de faire des économies au niveau du pieutage, soit d'environ 0,5 M\$ dans le cas où les fondations des biométhaniseurs pourraient être sur le sol compacté plutôt que sur pieux.

6.4 Pistes d'optimisation

6.4.1 Drainage pluvial

Poursuivre l'analyse pour confirmer les besoins en remblai pour assurer l'écoulement des eaux de ruissèlement vers les infrastructures de la ville. Près de 30 000 m³ de remblais, estimé à environ 0.5M\$, sont prévus au projet pour éviter la déverse d'une charge additionnelle des eaux pluviales vers le fossé existant appartenant au Port de Québec. Étudier l'utilisation potentielle de matériaux provenant de diverses sources appartenant à la ville.

6.4.2 Sulfate d'ammonium

Poursuivre l'analyse du marché potentiel pour le sulfate d'ammonium comme engrais liquide au Québec. En l'absence d'un marché clair et positif pour le sulfate d'ammonium, des alternatives de recyclage de l'ammoniaque généré par le traitement des eaux de procédé devraient être étudiées afin d'économiser près de 0,5 M\$ par an en acide sulfurique nécessaire à la production du sulfate d'ammonium.

6.4.3 Traitement d'eau

Poursuivre les discussions engagées avec la compagnie Papiers White Birch qui consomme de l'urée pour combler ses carences en azote dans son traitement d'eau. L'effluent du CBAQ est riche en azote ammoniacal et pourrait possiblement combler leur manque à gagner tout en réduisant les investissements en traitement d'eau pour le CBAQ (2 à 4 M\$ en immobilisations selon les volumes pris en charge par Papiers White Birch).

Poursuivre également les discussions avec le MDDELCC sur la stratégie de traitement d'eau du CBAQ avec la potentielle mise aux normes de la STEU liée à la *Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales*. Des économies considérables en immobilisations, soit (environ 4 M\$) si la totalité des rejets en eau est acheminée à la STEU sans prétraitement, et en opération, soit de 1 à 2 M\$ par année, pourraient potentiellement être réalisées.

7 Conclusion

Le projet du CBAQ figure parmi les plus importants et complexes centres de traitement de la matière organique en développement en Amérique du Nord. Le développement d'un tel projet nécessite de sérieuses réflexions et de l'optimisation en phase de conception.

Pour l'exécution de cette étude, Roche-Electrigaz a tenté de clarifier le projet en explorant une panoplie d'opportunités et en éliminant les options non viables. Étant donné que l'analyse par la Ville de certains éléments clés n'a pu être complétée à temps pour la conclusion de cette étude, certaines recommandations visent la poursuite des analyses et précisent les impacts sur la suite du projet.

Il a été conclu que le scénario de référence estimé à 98,5 M\$ présenté au MMDELCC, qui proposait le séchage des boues avec le biogaz, sous-estimait les investissements et surestimait le recyclage énergétique.

Avec un budget d'investissement pour la phase I du scénario A, de 102,2 M\$ pour une biométhanisation d'environ 100 000 tonnes par année soit 1 020 \$ par tonne capacité-année, le CBAQ s'inscrit dans la fourchette des usines comparables qui oscillent entre 800 et 1200 \$ par tonne capacité-an. Avec un investissement suggéré en phase II d'environ 40 M\$ permettant le traitement optimal des 182 600 tonnes par année et qui inclut le séchage du digestat, le CBAQ atteindrait un ratio d'investissement par rapport au traitement de 778 \$ par tonne capacité-année, ce qui en ferait un actif très intéressant pour la Ville et son développement futur.

À la lumière de cette étude, nous concluons qu'il sera possible pour le CBAQ, à travers une stratégie de phasage, de mitiger son risque et de se conformer à la politique de gestion des matières organiques québécoises, et ce, à coût raisonnable.

Références

1. **MDDELCC.** *Programme de traitement des matières organiques par biométhanisation et compostage (Phase II)*. Québec : s.n., 2012.
2. —. *Politique Québécoise de gestion des matières résiduelles - Plan d'action 2011-2015*. Québec : s.n., 2011.
3. —. *Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques, Phase 1*. Québec : s.n., 2013.
4. **Société de partenariat et de coopérative inc.** *Étude sur le mode optimal de gestion du centre régional de compostage*. 2004.
5. **Solinov.** *Étude sur le marché régional du compost et revue des technologies applicables – Rapport final du volet 1 Étude sur le marché régional du compost*. 2004.
6. —. *Étude de faisabilité d'un équipement de traitement des matières compostables pour la CMQ Rive-Nord*. 2006.
7. —. *Appui à la planification et suivi d'un projet pilote de collecte des matières putrescibles*. 2009.
8. —. *Mise à jour de l'estimation budgétaire des coûts pour les installations de traitement des matières organiques des divers scénarios considérés par la Ville de Québec*. 2009.
9. —. *Rapport sur la mission technique européenne de la visite d'équipements de traitement des matières organiques en juillet 2009*. 2009.
10. **Roche.** *Biométhanisation des déchets organiques*. Québec : s.n., 2009.
11. **SNC-Lavalin.** *Étape de synthèse sur les paramètres clés de la conception et sélection des technologies Rapport version 00*. Québec : s.n., 2012.
12. **CRIQ.** *Mesure de rendement de production de méthane sur deux résidus organiques provenant du secteur ICI et résidentiel de la ville de Québec*. Québec : s.n., 2012.
13. **CNRC.** *Évaluation du potentiel en méthane et essais de déshydratation sur des échantillons de boues municipales et de résidus organiques*. Montréal : s.n., 2013.
14. **Inspec-Sol.** *Caractérisation environnementale des sols et de l'eau souterraine, Terrain vacant, Lot 1 577 593 du cadastre du Québec, Boulevard Henri-Bourassa, Québec*. Québec : s.n., 2012.
15. —. *Caractérisation environnementale des biogaz, Terrain vacant, Lot 1 571 593 du cadastre du Québec, Boulevard Henri-Bourassa, Québec*. Québec : s.n., 2013.
16. **EXP.** *Rapport préliminaire - Étude géotechnique Centre de valorisation des matières organiques*. Beauport : s.n., 2012.

17. **SNC-Lavalin.** *Réduction des émissions de gaz à effet de serre prévue pour le projet de biométhanisation proposé par la ville de Québec (Scénario 7), Rapport final - Révision1.* Québec : s.n., 2013.
18. **MDDELCC.** *Ligne directrices pour l'encadrement des activités de biométhanisation.* Québec : s.n., 2011.
19. **Justice, Ministre de la.** *Loi sur les engrais du Canada. L.R.C. (1985), ch. F-10.* 2006.
20. **MDDELCC.** *Guide sur le recyclage des matières résiduelles fertilisantes, critères de référence et normes réglementaires.* Québec : s.n., 2012.
21. **Ville de Québec.** *Guide de conception, Poste réseau eaux usées Version 1.0.* 2014.
22. **CRIQ.** *Rapport d'analyse - Qualité des filtrats des boues épaissies pasteurisées, version préliminaire.* Québec : s.n., 2014.
23. **Solinov.** *Analyse des perspectives de marché pour les produits qui seront issus du CBAQ.* Brossard : s.n., 2014.
24. **Macogep.** *Analyse de la valeur - Centre de biométhanisation de l'agglomération de Québec.* 2014.
25. **BNQ.** *Norme BNQ 3672-100 : Biométhane - spécifications de la qualité pour injection dans les réseaux de distribution et de transport de gaz naturel.* 2012.
26. **Ville de Québec.** *Gestion des eaux pluviales en milieu urbain - Vérification des calculs.* 2012.
27. **Enviro-Accès.** *Rapport de validation - Projet de traitement des matières organiques par biométhanisation de la ville de Québec (Scénario 7) Version final - Révision2.* 2013.
28. **Ville de Québec.** *Règlement sur la quantité et la qualité des eaux usées, Règlement R.V.Q. 416.* 2014.
29. **Econoler.** *Mise en valeur de la vapeur de l'incinérateur.* Québec : s.n., 2014.
30. **MDDELCC.** *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère.* 2011. Décret 501-2011.

APPENDICES

- 1- Topographie du site du CBAQ
- 2 - Niveau de contamination et gestion des matériaux
- 3 - Analyse des perspectives de marché pour les produits qui seront issus du projet du CBAQ – Solinov, 2014
- 4 - Modélisation de la dispersion atmosphérique des odeurs pour l'incinérateur de Québec – Odotech, 2014
- 5 - Étude sur la déshydratation et le potentiel méthanogène des boues de la STEU avec divers polymères – Electrigaz, 2014
- 6 - Rapport d'analyse - Teneur en sable dans les boues de la station de traitement des eaux usées (STEU) – CRIQ, 2014
- 7 - Rapport d'analyse - Qualité des filtrats des boues épaissies pasteurisées, version préliminaire – CRIQ, 2014
- 8 - Quantification des GES - Projet de biométhanisation de Québec – Roche, 2014
- 9 - Stratégie d'approvisionnement A et B
- 10 - Étude sur le potentiel d'utilisation des matières organiques générées par l'agglomération de Québec, IRDA, 2014
- 11 - Schémas d'écoulement et bilans massiques (phases I et II)
- 12 - Schéma de réseau procédé
- 13 - Schéma unifilaire électrique
- 14 - Échéancier projet CBAQ
- 15 - Échéancier chemin critique
- 16 - Formulaire demande de certificat d'autorisation du MDDELCC
- 17 - Plans d'aménagement intérieur et extérieur
- 18 - Schémas et bilans d'eau entre le CBAQ et la STEU