

**RAPPORT TECHNIQUE SOMMAIRE POUR LE PROJET
DU BIORÉACTEUR AÉROBIE**

CONFIDENTIEL

(N/D : 0411-2969-710)

Présenté à :

MRC DU HAUT-ST-FRANÇOIS

Préparé par :

GSI ENVIRONNEMENT
855, rue Pépin, bureau 200
Sherbrooke (Québec)
J1L 2P8

3 avril 2006

TABLE DES MATIÈRES

1.	BILAN DE MASSE	1
1.1	ENTRÉES ET DESTINATIONS	1
1.2	ÉCOCENTRE.....	2
1.3	BÂTIMENT DE TRI ET DÉCHIQUETAGE	2
1.4	STABILISATION AÉROBIE	2
2.	ENFOUISSEMENT	3
3.	TRAITEMENT DES EAUX.....	3
4.	QUALITÉ DU COMPOST PRODUIT	4
5.	CONCLUSIONS TECHNIQUES	7
6.	COÛT DE L'EXPÉRIMENTATION.....	7
7.	BUDGET DE RELANCE	9
7.1	BROYAGE ET DÉCHIQUETAGE	9
7.2	INSTALLATIONS DE STABILISATION	10
7.3	ÉQUIPEMENTS LOURDS	10
7.4	SURFACES DE TRAVAIL.....	10
7.5	SOMMAIRE DES COÛTS BUDGÉTAIRES.....	10
8.	COÛTS D'OPÉRATION PROJETÉS.....	11
8.1	HYPOTHÈSES	12
8.2	ESTIMATION DES COÛTS D'OPÉRATION.....	12

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Résultats analytiques moyens du compost du bioréacteur	6
Tableau 2 :	Sommaire des coûts globaux d'expérimentation du projet du bioréacteur.	8
Tableau 3 :	Coûts d'opération du bioréacteur par catégories de dépenses	9
Tableau 4 :	Estimation budgétaire des coûts de relance	11
Tableau 5 :	Coûts d'opération estimés pour recevoir et traiter 20 000 tonnes avec un bioréacteur.....	13

LISTE DES ANNEXES

Annexe A :	Schéma des flux de matières et bilan de masse
Annexe B :	Caractéristiques des eaux de lixiviation du L.E.S. et de la cellule d'enfouissement du bioréacteur
Annexe C :	Sommaire des analyses du compost du bioréacteur
Annexe D :	Estimation des coûts d'opération du bioréacteur et du LES

1. BILAN DE MASSE

Au cours du projet plusieurs milliers de tonnes de matières résiduelles ont été gérées. L'annexe A présente un schéma des flux de matières dans les installations et les tonnes traitées (bilan de masse).

- ◆ La période présentée dans le bilan de masse est du 15 mars 2005 au 31 octobre 2005. Nous avons continué à opérer partiellement à l'écocentre jusqu'à la fin décembre 2005 mais le broyeur a été en arrêt pour bris majeur. Ce bilan est représentatif des possibilités actuelles des installations et peut permettre de faire des projections.

1.1 ENTRÉES ET DESTINATIONS

Les matières entrantes ont été pesées à la balance de la MRC et des registres compilés par le ou la responsable du poste de pesée ont entre autres été utilisés pour faire le bilan de masse.

- ◆ Entrées au site du bioréacteur : **6 271 tonnes**. Ce tonnage est ensuite subdivisé en 4 destinations : la cellule d'enfouissement, l'écocentre (tri/récupération), le bâtiment de broyage et les biocellules de stabilisation (compostage).
- ◆ **258 tonnes** (4%) sont allées directement à la cellule d'enfouissement : il s'agissait principalement de matières non-biodégradables et qu'on ne récupérait pas à l'écocentre. Matières diverses envoyées par des particuliers et des petits entrepreneurs.
- ◆ **1 393 tonnes** (22%) ont été dirigées à l'écocentre. Il est à noter que l'écocentre a aussi servi de site de tri pour le projet. Parmi les entrées à l'écocentre, **696 tonnes** de matières diverses ont été livrées par des particuliers et des petits entrepreneurs et **697 tonnes** de résidus verts y ont été dirigés pour être triés (enlèvement des contaminants comme le bois, le plastique, *etc.*).
- ◆ **3 878 tonnes** (62%) ont été envoyées au bâtiment de broyage. **3 191 tonnes** étaient des déchets domestiques (camions à déchets) et **687 tonnes** provenaient d'industries, commerces et institutions (ICI).
- ◆ **742 tonnes** (12%) ont été dirigées directement sur les biocellules de stabilisation (compostage). Il s'agissait de **592 tonnes** de boues d'épuration des eaux usées (East Angus) et de **150 tonnes** de résidus de désencrage (pour le recouvrement des piles de déchets broyés au départ).

1.2 ÉCOCENTRE

À l'écocentre, les matières étaient triées et dirigées ensuite au bâtiment de broyage, au recyclage ou à la cellule d'enfouissement du projet.

- ◆ **414 tonnes** de matériaux ont été dirigés vers la cellule d'enfouissement.
- ◆ **79 tonnes** de branches et de bois naturel a été mis en pile en vue d'un broyage à venir.
- ◆ **250 tonnes** de matières ont été envoyées vers des entreprises de recyclage. Il s'agit principalement du bois traité (palettes, bois de construction, bois aggloméré, etc.), du métal ferreux et non-ferreux, du carton, des pneus usagés et des RDD.
- ◆ Environ **650 tonnes** a été envoyé au bâtiment de broyage. Il s'agissait surtout de sacs de résidus verts (gazon, feuilles, etc.) qui étaient mélangées aux déchets domestiques.
- ◆ Si on exclue les résidus verts qui ont été dirigé au bâtiment de broyage mais qu'on inclut les particuliers et entrepreneurs dirigés vers la cellule d'enfouissement, on peut estimer que 34% des résidus livrés à l'écocentre ont pu être récupérés et recyclés (en poids).

1.3 BÂTIMENT DE TRI ET DÉCHIQUETAGE

À l'origine, le bâtiment devait servir au tri sommaire des déchets et au broyage. Nous avons débuté le projet de cette façon mais des contraintes d'espace nous ont forcé à n'utiliser le bâtiment que pour la réception des camions et le broyage.

- ◆ **4 528 tonnes** de résidus ont été broyés et dirigés vers les deux biocellules de stabilisation aérobies.

1.4 STABILISATION AÉROBIE

Les résidus broyés étaient stabilisés par aération forcée sur deux biocellules.

- ◆ Au total, **5 270 tonnes** de résidus broyés additionnés de boues d'épuration des eaux usées ont permis de produire 9 piles qui ont été stabilisées.
- ◆ Les résidus, stabilisés durant 4 à 6 semaines (par aération forcée avec un retournement à la pelle mécanique), étaient tamisés sur un grillage de 2 pouces.
- ◆ On a produit **2 116 tonnes** de compost et **2 640 tonnes** de rejets de tamisage ont été envoyés à la cellule d'enfouissement du projet.

- ◆ Les pertes massiques dues au compostage (pertes en eau et en CO₂ principalement) ont été estimées à **514 tonnes** ce qui représente environ 10% en poids.

2. ENFOUISSEMENT

Un des objectifs importants du projet étaient de réduire le tonnage et le volume dirigés vers l'enfouissement.

- ◆ Pour la période évaluée, 3 312 tonnes ont été enfouies ce qui représente une diminution de 47% du tonnage entrant au projet (6 271 tonnes).
- ◆ On doit toutefois considérer que le compost produit devra être valorisé à l'extérieur du site pour atteindre le pourcentage de diminution.

Nous avons également estimé l'impact du projet relativement aux gains de volume lors de l'enfouissement. Nous avons donc mesuré précisément le volume de résidus mis dans la cellule (arpentage par GPS) et nous avons compilé le tonnage enfoui jusqu'à la date du relevé de volume. La masse volumique obtenue pour les résidus compactés était de 966 kg/m³ dans la cellule du projet. En comparaison, selon la littérature et un ingénieur spécialisé dans les sites d'enfouissement, la masse volumique des déchets compactés dans une cellule traditionnelle d'un L.E.S. comme celui de Bury avoisinerait 750 kg/m³. On peut donc escompter un gain d'espace de l'ordre de 20% avec le système mis à l'essai. La majorité des résidus qui furent mis dans la cellule du projet étaient des résidus de tamisage des déchets stabilisés. Il est évident que l'opération de broyage a notamment permis d'obtenir ce résultat positif.

3. TRAITEMENT DES EAUX

L'impact du projet sur la qualité du lixiviat généré par la cellule d'enfouissement du bioréacteur a également été étudié étant donné qu'un des objectifs du projet était de produire un lixiviat moins chargé et plus facile à traiter. L'annexe B présente les principaux résultats obtenus et fait une comparaison entre le lixiviat de la cellule traditionnelle du L.E.S et celui de la cellule du bioréacteur. En résumé :

- ◆ La DBO₅ qui sert à évaluer le niveau de pollution organique est significativement plus faible pour le lixiviat de la cellule du bioréacteur (moyenne : 1 196 mg/L) que pour la cellule du L.E.S. actuellement en opération (2 913 mg/L). Réduction de 59% de la DBO₅.

- ◆ On observe les même tendance avec l'azote ammoniacal (-78%) et le phosphore total (-71%), deux paramètres importants dans l'évaluation de la qualité environnementale du lixiviat.
- ◆ Le lixiviat est tout de même trop chargé pour être rejeté directement au milieu naturel (fossé). Pour la DBO₅ par exemple, la norme de rejet est de 40 mg/L.
- ◆ Si la tendance se maintient dans le temps, ce qui devrait être le cas, ce type de cellule pourrait avoir un impact positif sur les coûts de traitement des eaux.
- ◆ En assumant que le site adopte ce type gestion des déchets, l'importance de la baisse de coût de traitement des eaux est difficile à estimer mais elle se fera graduellement car la majorité du volume continuera de provenir de cellules existantes du L.E.S. pour plusieurs années.

4. QUALITÉ DU COMPOST PRODUIT

Après la stabilisation des déchets, les piles étaient tamisées avec des mailles de 2 pouces pour séparer la fraction «compost» de la fraction inertes (principalement du plastique).

Le compost produit dans le cadre du projet est de très bonne qualité au niveau chimique, de bonne qualité au niveau microbiologique et de qualité faible en ce qui concerne la présence de corps étrangers.

Le tableau 1 présente les moyennes obtenues et les critères de qualité. L'annexe C présente un résumé plus complet des analyses effectués sur le compost. En résumé :

- ◆ Le compost est de catégorie C1 relativement aux contaminants chimiques («métaux»).
- ◆ Le compost obtenu est de catégorie P2 en ce qui concerne les pathogènes. Les coliformes fécaux et le taux d'assimilation de l'oxygène (un indice de maturité) dépasse les critères de la catégorie P1.
- ◆ Les échantillons ont été prélevés environ 2 mois après le début de la période de compostage ce qui est tôt pour mesurer le taux d'assimilation de l'oxygène. Le critère P1 pour ce paramètre (<400 mg O₂/h kg s.v.) sera atteint après une période plus longue de maturation (moins de 6 mois).
- ◆ La présence de coliformes fécaux peut s'expliquer par la recirculation de lixiviat sur les piles de déchets en cours de stabilisation. Étant donné que le processus de compostage ne s'arrête pas totalement après la phase de stabilisation (les températures demeurent élevées durant plusieurs mois), on peut s'attendre à une baisse des teneurs en coliformes.
- ◆ Le principal problème du compost produit reste sa teneur élevée en corps étrangers (verre, plastiques, métal et autres matières non-désirables). La teneur moyenne est de 8,9 % Il n'y

a pas de critère de qualité dans la réglementation du MDDEP mais une teneur acceptable selon l'usage doit être visée. Un tamisage supplémentaire (mailles de ½ pouce par exemple) devra être effectué pour atteindre une qualité acceptable pour valoriser le compost en restauration de sites dégradés par exemple.

- ◆ Un essai de deuxième tamisage (5/8 de pouces) a été effectué et a donné de bons résultats (diminution importante des corps étrangers). D'autres essais sont à prévoir.

Enfin, on peut dire que le compost produit de catégorie **C1P2O1** est prometteur mais pas utilisable tel quel actuellement à cause de la présence de corps étrangers. Un tamisage supplémentaire devrait améliorer le produit et le rendre intéressant pour certains usages (pas en agriculture). Une phase de maturation de quelques mois devrait également permettre d'atteindre la catégorie P1, nous pourrions le vérifier en échantillonnant le compost actuellement accumulé sur la plate-forme de stockage.

Tableau 1 : Résultats analytiques moyens du compost du bioréacteur

Paramètres	Unité (b.s.)	Compost du bioréacteur (moyennes)	Guide de valorisation des MRF (MENV, février 2004)	
			<u>Type C1</u>	<u>Type C2</u>
pH	-	7,73		
Matière sèche	%	71		
Matière organique	%	33		
Rapport C/N	-	22		
Azote NTK (mg/kg b.s.)	mg/kg	7 620		
Phosphore total (mg/kg b.s.)	mg/kg	1 414		
Potassium total (mg/kg b.s.)	mg/kg	3 360		
Arsenic (As)	mg/kg	6,6	13	40
Cadmium (Cd)	mg/kg	1,0	3	10
Chrome (Cr)	mg/kg	70	210	1 060
Cobalt (Co)	mg/kg	4,6	34	150
Cuivre (Cu)	mg/kg	212	400	1 000
Manganèse (Mn)	mg/kg	560		
Mercure (Hg)	mg/kg	0,32	0,8	5,0
Molybdène (Mo)	mg/kg	4,4	5	20
Nickel (Ni)	mg/kg	38	62	180
Plomb (Pb)	mg/kg	124	150	300
Sélénium (Se)	mg/kg	0,28	2	14
Zinc (Zn)	mg/kg	506	700	1 850
			<u>Type P1</u>	<u>Type P2</u>
Coliformes fécaux (E. coli)	NPP/g	4 879	1 000	2 000 000
Salmonelles	NPP/4 g	< 3	< 3	
Taux d'assimilation d'oxygène	mg O ₂ /h kg m.s.	320		
Taux d'assimilation d'oxygène	mg O ₂ /h kg s.v.	994	400	1 500
			<u>BNQ A</u>	<u>BNQ B</u>
Corps étrangers	%	8,9	0,5	1,5

5. CONCLUSIONS TECHNIQUES

- ◆ Les équipements actuels n'ont pas permis d'atteindre l'objectif de gérer 12 000 tonnes de déchets par année. Pour y arriver, plusieurs modifications devront être apportées, la plus importante étant de se doter d'un broyeur à 2 rotors avec un rendement minimal de 12 tonnes/heure.
- ◆ Sur les 6 271 tonnes entrées au site, la gestion des matières au bioréacteur a permis de réduire de 47% le tonnage de déchets enfouis dans la cellule dédiée au projet. En considérant que le compost est valorisé et non enfoui.
- ◆ La masse volumique des déchets compactés dans la cellule du projet est significativement plus élevée que pour un L.E.S. traditionnel. Les gains en termes de durée de vie pourraient être de l'ordre de 15 à 20 %
- ◆ Le lixiviat de la cellule du projet est de meilleure qualité que celui du L.E.S. traditionnel mais un traitement est nécessaire dans le système de traitement des eaux avant rejet au milieu naturel.
- ◆ Le tonnage de matières récupérées et recyclées (250 tonnes, 4%) pourrait être amélioré. Souvent, les coûts élevés de prise en charge des matières par les recycleurs ou les coûts élevés de transport furent des freins pour cette option.
- ◆ Le compost produit est de bonne qualité mais contient nettement trop de corps étrangers pour être valorisé tel quel. Un deuxième tamisage, avec des mailles plus petites, sera nécessaire pour permettre une valorisation pour certains usages (ex. : restauration de sites dégradés).
- ◆ Par rapport au tonnage total entré au projet, la production de compost a été d'environ 30%. Si on considère qu'on devra tamiser à nouveau le produit et que des pertes de CO₂ (maturation du compost), on peut prévoir une production de 25%. Ainsi, 12 000 tonnes étaient traitées, on pourrait produire environ 3 000 tonnes de compost. Il faudra donc prévoir des sites de valorisation du compost en conséquence.

6. COÛT DE L'EXPÉRIMENTATION

Le projet du bioréacteur réalisé en 2005 a fait l'objet d'un suivi des coûts réels tout au cours de l'année. Les résultats obtenus permettent de faire des calculs de coûts d'opération qui se basent sur des hypothèses réalistes.

Les coûts d'opération globaux du projet expérimental sont résumés dans le tableau suivant. Il est à noter que les coûts liés aux infrastructures ne sont pas inclus.

Tableau 2 : Sommaire des coûts globaux d'expérimentation du projet du bioréacteur.

Type de coût	Coût total	Pourcentage
Main-d'œuvre	128 958 \$	38,5%
Sous-traitance	58 187 \$	17,4%
Transport	10 658 \$	3,2%
Matériel	11 931 \$	3,6%
Entretien	4 215 \$	1,3%
Carburant	7 775 \$	2,3%
Location	51 447 \$	15,4%
Autres	61 370 \$	18,3%
<i>Total :</i>	<i>334 542 \$</i>	<i>100%</i>

À ce 334 542 \$, on peut également ajouter 22 173 \$ qui concernent l'opération de l'éco-centre dans le cadre du projet. En incluant les dépenses liées à l'éco-centre, le total des dépenses est de 356 715 \$

Les dépenses totales présentées au tableau 2 peuvent être analysés en termes de coût à la tonne reçue et traitée. Le tableau 3 présente donc les résultats obtenus au cours de l'expérimentation du bioréacteur en divisant les dépenses, pour chacune des catégories, par le tonnage total spécifique traité. Ainsi, pour les dépenses d'administration, d'entretien du site, d'entretien de la machinerie et de suivi environnemental, les coûts par tonne ont été calculés en considérant le total des matières reçues au site, c'est-à-dire 6 271 tonnes. Le coût de déchiquetage des déchets a été calculé en considérant les 4 528 tonnes réellement traitées avec le déchiqueteur. Ce même tonnage a été utilisé pour l'estimation des coûts de compostage. Le coût de tamisage considère les dépenses totales de tamisage divisées par le total des matières tamisées (5 270 tonnes). Pour l'estimation du coût d'enfouissement, nous avons considéré le même dénominateur que pour le tamisage (5 270 tonnes) car les deux opérations sont directement liées.

Tableau 3 : Coûts d'opération du bioréacteur par catégories de dépenses

Catégorie	Coût unitaire (\$/tonne)	Pourcentage
Administration	6,31 \$	10,4%
Suivi environnemental	8,02 \$	13,2%
Entretien du site	5,97 \$	9,8%
Entretien machinerie	10,17 \$	16,7%
Déchiquetage	16,31 \$	26,8%
Compostage	5,39 \$	8,9%
Tamissage	7,23 \$	11,9%
Enfouissement	1,35 \$	2,2%
<hr/>		
<i>Total :</i>	<i>60,75\$/tonne</i>	<i>100%</i>

En résumé, le coût d'opération du bioréacteur, sans tenir compte de l'éco-centre, a été estimé à 60,75 \$/tonne de matière traitée. Pour l'éco-centre (non-indiqué au tableau 3), on peut également considérer un coût d'opération de 15,92 \$ par tonne pour les 1 393 tonnes qui ont été reçues à l'éco-centre.

7. BUDGET DE RELANCE

Le projet du bioréacteur a permis d'obtenir des résultats intéressants au niveau technique et nous avons pu estimer les coûts d'opération de façon assez précise. Toutefois, il demeure que des améliorations aux installations expérimentales doivent être prévues avant de passer à une étape d'opération régulière.

7.1 BROYAGE ET DÉCHIQUETAGE

Il est clair que le déchiqueteur en place ne permet pas d'obtenir un rendement suffisant pour pouvoir traiter à un rythme permettant de traiter 12 000 à 20 000 tonnes par année. Il est absolument nécessaire de prévoir un nouveau broyeur, fonctionnant à l'électricité, ainsi que des modifications aux installations actuelles (bâtiment) pour permettre son installation. Un budget de 275 000 \$ doit être considéré.

7.2 INSTALLATIONS DE STABILISATION

Les installations actuelles sur du béton compacté et roulé (BCR) fonctionnent bien mais l'espace est restreint. Pour pouvoir opérer de façon adéquate à un rythme minimal de 12 000 tonnes de déchets reçus par année il est essentiel de prévoir un agrandissement et une reconfiguration des équipements en place actuellement (soufflantes, tuyauterie, etc.). Un budget estimé à 125 000 \$ a été considéré dans nos estimations.

7.3 ÉQUIPEMENTS LOURDS

Pour l'opération sur une base régulière, en tenant compte des conclusions de l'expérimentation et que le bâtiment est équipé d'une chargeuse stationnaire, nous estimons qu'un chargeur sur roues (*loader*) devrait être loué avec une option d'achat. Ce chargeur devrait être équipé d'un godet à pinces pour le transport de déchets, broyés ou non. De plus, pour des opérations régulières, l'achat d'un tamiseur doit être considéré. Un budget de 190 000 \$ a donc été prévu pour les équipements lourds.

7.4 SURFACES DE TRAVAIL

Comme c'est le cas pour les surfaces dédiées à la stabilisation des déchets broyés (sur BCR), un espace plus grand doit absolument être prévu pour l'entreposage et le tamisage des résidus préalablement stabilisés. Pour la mise en place de la surface supplémentaire et pour son drainage (le lixiviat sera dirigé vers le système de traitement des eaux), nous avons estimé le coût à 75 000 \$

7.5 SOMMAIRE DES COÛTS BUDGÉTAIRES

Les coûts de relance sont donc des dépenses d'immobilisations qui concernent les installations. Nous avons prévus des coûts de l'ordre de 750 000 \$ pour améliorer les installations et permettre des opérations régulières afin de pouvoir recevoir et traiter de 12 000 à 20 000 tonnes par année. Ces coûts de mise à niveau des installations actuelles sont résumés au tableau 4.

Tableau 4 : Estimation budgétaire des coûts de relance

Commentaires et précisions		Budget
Broyage / Déchiquetage		
Broyeur	Équipement électrique, rendement minimal de 12 t/h	250 000 \$
Installation	Transport, installation, passerelle, etc.	25 000 \$
Installations de stabilisation		
Agrandissement	Agrandissement et réaménagement des plates-formes	100 000 \$
Reconfiguration	Reconfiguration des soufflantes et de la tuyauterie	25 000 \$
Équipements lourds		
Chargeur sur roues	Location d'une unité avec option d'achat	- \$
Godet à pinces	Pour faciliter et permettre le transport de déchets	20 000 \$
Sortie hydraulique	À prévoir sur le chargeur	10 000 \$
Tamiseur	Tamissage des déchets stabilisés sur une base régulière	160 000 \$
Surface de travail		
Surface granulaire	Surface granulaire pour aire de stockage et tamisage	60 000 \$
Drainage	Drainage et raccordement au traitement des eaux	15 000 \$
Divers		
Travaux divers	Raccord du bassin, contrôle sur chargeuse, fenêtre, etc.	17 000 \$
Sous-total :		682 000 \$
Contingences :		68 200 \$
Grand total :		750 200 \$

8. COÛTS D'OPÉRATION PROJÉTÉS

Dans une perspective de poursuite des opérations au bioréacteur avec le concept développé au cours de la phase expérimentale, nous avons estimé les coûts d'opération du projet. Nous avons dû décider d'un scénario que nous considérons plausible et certaines hypothèses ont donc été avancées.

8.1 HYPOTHÈSES

- Le pourcentage de déchets (45%) détournés de l'enfouissement obtenu durant la phase expérimentale est applicable.
- Les coûts projetés se basent sur un tonnage annuel de l'ordre de 20 000 tonnes de matières résiduelles reçues.
- Le site recevrait donc environ 20 000 tonnes et 9 000 tonnes (45%) seraient soit compostées soit recyclées, et 11 000 tonnes (55%) inertes seraient enfouies.
- Le volume total enfoui serait comparable au volume actuel géré par le LES.
- L'opération du bioréacteur et de l'éco-centre requière cinq personnes en sus des deux employés actuellement affectés au fonctionnement du LES.
- Les coûts annuels d'opération du bioréacteur (466 800\$) et de l'éco-centre sont ajoutés à ceux du LES (356 995\$) le tout devenant une seule et même opération.
- Les coûts actuels d'opération du LES demeurent inchangés.
- Aucune économie résultant de cette fusion n'a été calculée pour le moment.
- Nous n'avons pas considéré l'option d'une conversion du site d'enfouissement (LES) en Lieu d'Enfouissement Technique (LET).
- À cela, nous ajoutons les coûts annuels reliés aux emprunts de la MRC (170 135\$) ainsi que les sommes consacrées au Fonds de réhabilitation du site (40 000\$).
- Les investissements requis pour la relance du projet (750 000\$) auront été réalisés.
- Les équipements étant amortis sur 10 ans, la dépense annuelle reliée à ces nouveaux investissements a été établie à environ 75 000\$ par année. Cette dépense viendrait s'ajouter aux autres coûts reliés aux emprunts.

8.2 ESTIMATION DES COÛTS D'OPÉRATION

Les coûts d'opération ont été estimés à partir des coûts de l'expérimentation auxquels nous avons apporté quelques ajustements pour tenir compte des hypothèses mentionnées précédemment. De plus les coûts d'opération actuels du LES ont été obtenus de la MRC du Haut-St-François et sont ceux conciliés au budget de la MRC.

Ainsi les coûts estimés pour opérer le LES, le bioréacteur aérobique ainsi que l'éco-centre sont évalués à 1 023 422\$ annuellement ce qui représente un coût de 51,17\$ la tonne reçue au site. Le tableau suivant présente la répartition des coûts estimés.

Tableau 5 : Coûts d'opération estimés pour recevoir et traiter 20 000 tonnes avec un bioréacteur

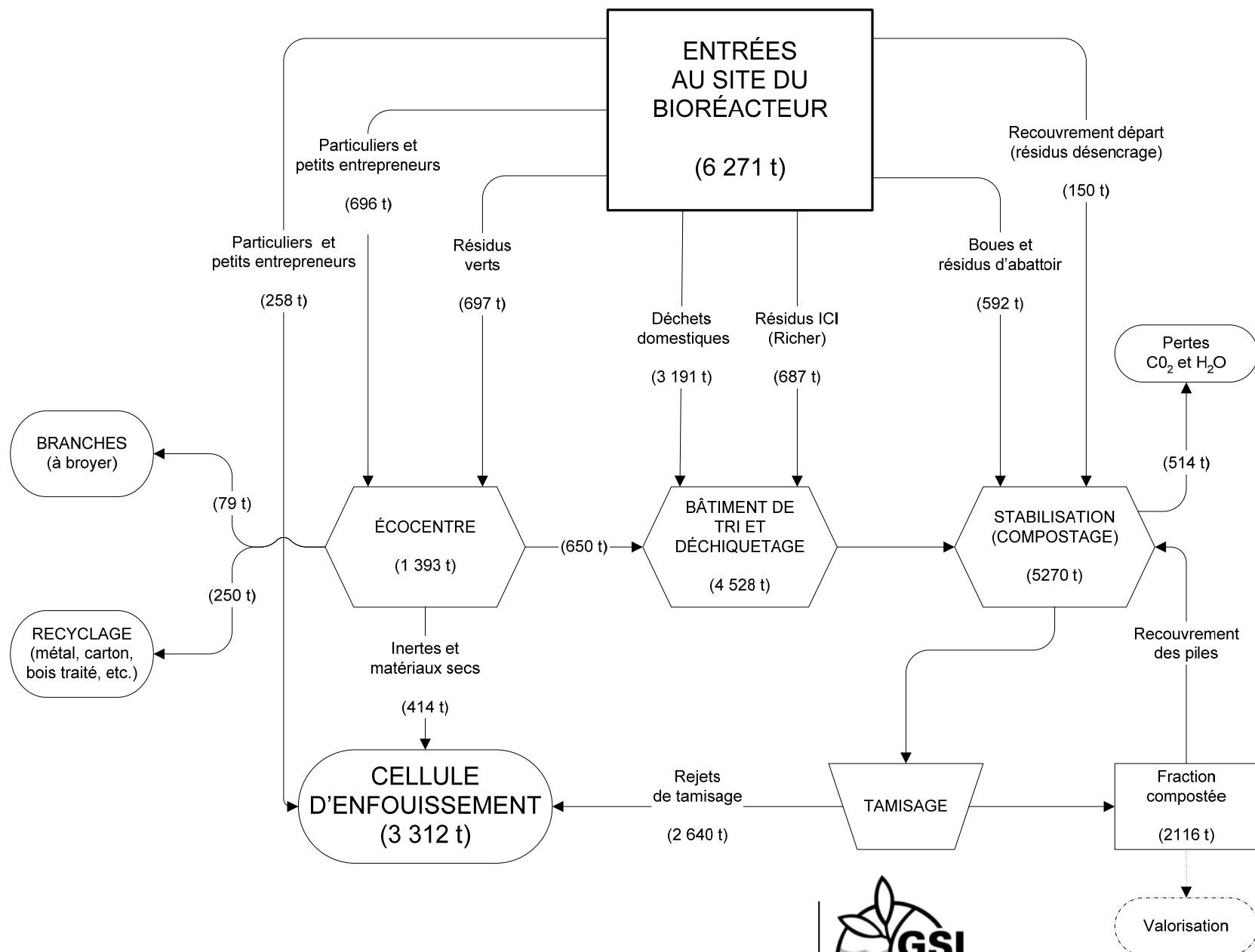
Coûts d'opération (20 000 tonnes reçues / année)	\$ / année	\$ / tonne
61 500 \$	3,08 \$	3,08 \$
47 800 \$	2,39 \$	2,39 \$
37 300 \$	1,87 \$	1,87 \$
127 280 \$	6,36 \$	6,36 \$
100 920 \$	5,05 \$	5,05 \$
52 280 \$	2,61 \$	2,61 \$
466 800 \$	23,34 \$	23,34 \$
311 622 \$	15,58 \$	17,85 \$
245 000 \$	12,25 \$	14,26 \$
Grand Total :	1 023 422 \$	51,17 \$

Les détails concernant les coûts d'opération du bioréacteur, de l'éco-centre et du LES sont présentés à l'annexe D. Il s'agit d'une estimation budgétaire pour la relance du bioréacteur en complément du LES actuel. L'ensemble du site recevrait 20 000 tonnes de matière résiduelles (déchets) annuellement.

L'estimation globale des coûts (1 023 422 \$) tient compte des coûts additionnels nécessaires. Il s'agit de la main-d'œuvre additionnelle requise et des coûts d'administration, du suivi environnemental, de l'entretien du site, de la location et de l'entretien de la machinerie, des coûts d'opération (broyage et compostage), de tamisage et des frais liés à l'opération de l'éco-centre. L'estimation globale tient également compte des coûts actuels d'opération du LES ainsi que des frais liés aux emprunts actuels, aux investissements pour la relance et de la contribution au fonds de réhabilitation.

Annexe A : Schéma des flux de matières et bilan de masse

Schéma des flux de matières du projet bioréacteur



**Annexe B : Caractéristiques des eaux de lixiviation du L.E.S. et de la cellule
d'enfouissement du bioréacteur**

Caractéristiques des eaux de lixiviation du L.E.S. et de la cellule d'enfouissement du bioréacteur

L.E.S. ^a				Cellule du bioréacteur ^b			
Date	DBO ₅	N-NH ₄	Ptot	Date	DBO ₅	N-NH ₄	Ptot
26-janv-05	2 400	380	3,0	-	-	-	-
23-févr-05	2 900	440	3,5	-	-	-	-
29-mars-05	2 600	250	3,0	-	-	-	-
27-avr-05	3 000	250	5,5	5-mai-05	1 500	2,6	2,4
25-mai-05	2 000	310	6,8	26-mai-05	960	0,5	1,5
28-juin-05	2 600	410	8,1	29-juin-05	460	1,6	0,7
26-juil-05	3 900	410	9,4	27-juil-05	830	3,0	0,8
30-août-05	3 900	480	5,4	25-août-05	2 300	5,5	0,9
27-sept-05	-	470	6,0	28-sept-05	540	36	0,8
4-oct-05	(11000) ^c	430	6,4	6-oct-05	590	46	0,7
				13-oct-05	370	86	1,6
				19-oct-05	2 000	260	4
	(autres données à venir)			26-oct-05	480	37	0,9
				1-nov-05	850	230	2,1
				24-nov-05	600	57	1,4
				10-nov-05	4 400	70	2,4
				17-nov-05	860	330	3,3
Moyenne	2 913	383	5,7	Moyenne	1 196	83	1,7
Écart-type	681	85	2,1	Écart-type	1 093	108	1,0
% de variation	23%	22%	37%	% de variation	91%	130%	62%

a. Drain périphérique du L.E.S. de la MRC du Haut-St-François desservant la cellule active.

b. Cellule d'enfouissement du projet bioréacteur, drain de sortie.

c. Données anormalement élevée non calculée dans les statistiques.

À noter :

- Les résultats pour le drain du L.E.S. représentent l'enfouissement traditionnel. Les résultats sont stables.
- La DBO₅ qui sert à évaluer le niveau de pollution organique est significativement plus faible pour le lixiviat de La cellule d'enfouissement du bioréacteur. Baisse de 59% de la DBO₅ selon les données présentées.
- On observe les même tendance avec l'azote ammoniacal (-78%) et le phosphore total (-71%), deux paramètres importants dans l'évaluation de la qualité environnementale du lixiviat.
- Le lixiviat est tout de même trop chargé pour être rejeté directement au milieu naturel (fossé). Pour la DBO₅ par exemple, la norme de rejet est de 40 mg/L.
- Si la tendance se maintient, ce type de cellule pourrait avoir un impact positif sur les coûts de traitement des eaux.
- L'importance de la baisse de coût est difficile à estimer mais ça se fera graduellement car la majorité du volume continuera de provenir de cellules existantes du L.E.S.

Annexe C : Sommaire des analyses du compost du bioréacteur

Annexe D : Estimation des coûts d'opération du bioréacteur et du LES