

Record Number:

Author, Monographic: Berryman, D.//Ruth, B.//Danielle, C.//Denis, L.//Giroux, I.//Julien, A.
Lahcance, D.//Légaré, P.//Poulin, R.//Schoen, D.//Sundström, D.//Tremblay, L.
Couillard, D.//Grenier, Y.//Légaré, P.//Poulin, R.

Author Role:

Title, Monographic: Étude de valorisation agricole des boues provenant des stations
d'épuration des eaux de la communauté urbaine de Québec

Translated Title:**Reprint Status:****Edition:****Author, Subsidiary:****Author Role:**

Place of Publication: Québec

Publisher Name: INRS-Eau

Date of Publication: 1987

Original Publication Date:**Volume Identification:**

Extent of Work: 264

Packaging Method: pages incluant 6 annexes

Series Editor:**Series Editor Role:**

Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche

Series Volume ID: 244

Location/URL:

ISBN: 2-89146-241-6

Notes: Rapport annuel 1987-1988

Abstract: Rapport rédigé pour la Communauté urbaine de Québec (CUQ)
55.00\$

Call Number: R000244

Keywords: rapport/ ok/ dl



Communauté urbaine de Québec

Étude de valorisation agricole des boues provenant des stations d'épuration des eaux de la Communauté urbaine de Québec



Groupe POULIN, THÉRIAULT LTÉE



INRS-Eau



Communauté urbaine de Québec

Étude de valorisation agricole des boues provenant des stations d'épuration des eaux de la Communauté urbaine de Québec



Groupe POULIN, THÉRIAULT LTÉE



INRS-Eau

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Groupe Poulin, Thériault Ltée

Berryman, David : Biologiste
Boivin, Ruth : Géographe
Cossette, Danielle : Biologiste-aménagiste
Denis, Lise : Auxiliaire technique
Giroux, Isabelle : Géographe
Julien, André : Ingénieur
Lachance, Diane : Secrétaire
Légaré, Pierre : Géographe-aménagiste
Directeur de l'étude
Poulin, Richard : Bio-agronome
Chargé de projet
Schoen, Deborah : Biologiste-ingénieure
Sundström, Denis : Cartographe
Tremblay, Lucie : Cartographe

INRS-Eau

Couillard, Denis : Ingénieur
Grenier, Yvon : Ingénieur forestier

Avec la collaboration de

F. Bernard Inc. - Collaboration à l'étude de marché

Laverdière, Marc - Directeur du Département des sols de l'Université Laval

Consortium PCRB - Évaluation des coûts

. Allah, Sam Hammad : Ingénieur
. Giasson, Pierre : Ingénieur
. Trottier, Roger : Ingénieur
Directeur général

L'étude a été réalisé sous la supervision de la Communauté urbaine de Québec et du ministère de l'Environnement du Québec

Communauté urbaine de Québec

. Bolduc, Robert : Ingénieur
. Lapointe, Serge : Ingénieur
Coordonnateur du projet d'épuration des eaux

Ministère de l'Environnement du Québec

. Beaulieu, Richard : Agronome
. Dumont, Yvan : Ingénieur
. Jalbert, Jean-Marc : Ingénieur-agronome
. Saint-Yves, Angèle : Ingénieure-agronome

TABLE DES MATIÈRES

	<u>PAGE</u>
INTRODUCTION	1
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	4
1. VALORISATION DES BOUES LIQUIDES	9
1.1 Évaluation des superficies disponibles	9
1.2 Évaluation des quantités de boues requises par les cultures	31
1.2.1 Les superficies potentiellement disponibles	31
1.2.2 Les doses d'épandage	31
1.2.3 Détermination des volumes de boues à épandre	34
1.2.4 Période d'épandage	34
1.3 Techniques et procédés de valorisation de boues liquides	38
1.3.1 Les traitements préalables à l'application des boues	38
1.3.2 Le transport et l'entreposage des boues	39
1.3.3 La méthode d'épandage des boues	40
1.4 Options d'épandage des boues liquides	40
1.4.1 Quantité de boues disponibles aux stations	43
1.4.2 Quantité de boues requises en fonction d'un taux de participation des producteurs agricoles	43
1.4.3 Nombre de jours ouvrables durant la période d'épandage	45
1.4.4 Formulation des options d'épandage des boues liquides	45
2. VALORISATION DES BOUES DÉSHYDRATÉES	48
2.1 Techniques et procédés de valorisation des boues déshydratées	49
2.1.1 Les traitements préalables à l'application des boues	49
2.1.2 Le transport et l'entreposage des boues	49
2.1.3 La méthode d'épandage des boues	50
2.2 Les options d'épandage des boues déshydratées	50
2.2.1 Quantité de boues disponibles aux stations	50
2.2.2 Formulation des options d'épandage des boues déshydratées	52

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>PAGE</u>
3. COMPOST	54
3.1 Évaluation du marché potentiel	54
3.1.1 Caractéristiques du produit et possibilités d'utilisation	54
3.1.1.1 Caractéristiques du produit	54
3.1.1.2 Possibilités d'utilisation du compost	56
3.1.2 Facteurs de mise en marché et prix de vente	60
3.1.3 Évaluation de la taille du marché	61
3.1.4 Conditions de pénétration du marché	68
3.2 Analyse des procédés de compostage	70
3.2.1 Types de procédés	71
3.2.2 Description des types de compostage mécanique	72
3.2.2.1 Lit de matières agitées	72
3.2.2.2 Compostage en réacteur vertical	73
3.2.2.3 Compostage en cylindre horizontal rotatif	73
3.2.2.4 Compostage en tunnel	73
3.2.3 Sélection des procédés	75
3.2.4 Comparaison entre les procédés Taulman-Weiss et Fairfield et Paygro	76
3.2.4.1 Fiabilité du système à différentes capacités	81
3.2.4.2 Dégagement d'odeurs à l'extérieur de l'usine	82
3.2.4.3 Santé et sécurité des opérateurs	82
3.2.4.4 Fiabilité du système à basses températures	83
3.2.5 Estimation des coûts des procédés	84
3.3 Options envisagées pour la Communauté urbaine de Québec	87
3.3.1 Taille de l'usine	87
3.3.2 Choix d'un procédé de compostage	88
3.3.3 Le mode de disposition finale des boues	89
3.3.4 Localisation des installations	89
3.3.5 Formulation des options	90

ÉTUDE DE VALORISATION AGRICOLE DES BOUES
PROVENANT DES STATIONS D'ÉPURATION DES EAUX
DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DE QUÉBEC

Rapport scientifique No 244

Présenté à
la Communauté urbaine de Québec

par

Couillard, Denis (INRS-Eau, Université du Québec)

Légaré, Pierre (Groupe Poulin, Thériault Ltée)

Poulin, Richard (Groupe Poulin, Thériault Ltée)

Novembre 1987

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>PAGE</u>
4. GRANULES	91
4.1 Évaluation du marché des boues granulées	91
4.1.1 Caractéristiques générales du produit	91
4.1.2 Utilisation comme engrais organique	93
4.1.3 Utilisation comme matériau de remplissage dans des engrais chimiques	96
4.1.4 Conditions de mise en marché	98
4.2 Techniques et procédés	99
4.2.1 Examen des procédés de séchage et de granulation	100
4.2.2 Procédés applicables au cas de la Communauté urbaine de Québec	104
4.3 Coûts associés à la granulation des boues	104
5. ANALYSE COMPARATIVE DES OPTIONS	106
5.1 Rappel des options	106
5.2 Analyse comparative des solutions	110
5.2.1 Approche méthodologique de comparaison des options	110
5.2.2 Identification des critères de comparaison	111
5.2.2.1 Critères de premier ordre	113
5.2.2.2 Critères de deuxième ordre	114
5.2.2.3 Critères de troisième ordre	115
5.2.3 Ordination des solutions pour chaque critère	116
5.3 Présentation des coûts globaux du traitement des boues	123
5.4 Analyse des résultats	126
BIBLIOGRAPHIE	129
SOURCES CARTOGRAPHIQUES	135
ENTREPRISES ET/OU PERSONNES CONTACTÉES POUR L'ÉTUDE DES PROCÉDÉS	137
ENTREPRISES ET/OU PERSONNES CONTACTÉES POUR L'ÉTUDE DE MARCHÉ DU COMPOST ET DES BOUES GRANULÉES	141

TABLE DES MATIÈRES (suite)

- ANNEXE 1 - Répartition des superficies (ha) en culture et en pâturage selon le type de culture et de pâturage compilé à partir des données recueillies dans les bureaux régionaux du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
- ANNEXE 2 - Superficies présentant des contraintes à la valorisation des boues résiduaire
- ANNEXE 3 - Détermination des doses d'épandage par culture
- ANNEXE 4 - Caractéristiques techniques et types de véhicules requis pour l'épandage des boues liquides ou déshydratées
- ANNEXE 5 - Détails techniques relatifs aux scénarios de compost pour les valeurs de 2,5, 5, 10, 20, 40 et 65 t M.S./j
- . Design préliminaire des procédés Taulman-Weiss
 - . Design préliminaire des procédés Fairfiels-Paygro
- ANNEXE 5 - 1 Sources possibles de support carboné pour le compostage
- ANNEXE 5 - 2 Système de désodorisation pour les installations des déshydratation et de compostage
- ANNEXE 5 - 3 Informations fournies par Taulman-Weiss Composting Systems
- ANNEXE 5 - 4 Informations fournies par Compost System Co.
- ANNEXE 6 - Granulation des boues par le procédé ESP: Description des systèmes ESP (lettre d'Enviro-Gro Technologies du 27 juillet 1987 et brochure)

LISTE DES FIGURES

	<u>PAGE</u>	
Figure 1.1	Répartition des superficies brutes disponibles pour la valorisation des boues résiduares de la Communauté urbaine de Québec; rayons approximatifs de 30, 40, 50 et 60 km	14
Figure 1.2	Répartition des superficies nettes disponibles pour la valorisation des boues résiduares de la Communauté urbaine de Québec; rayons approximatifs de 30, 40, 50 et 60 km	24
Figure 1.3	Zones présentant un potentiel intéressant pour l'épandage des boues résiduares de la Communauté urbaine de Québec	30
Figure 3.1	Schéma du procédé: lit de matières agitées - réacteur circulaire	77
Figure 3.2	Schéma du procédé: compostage en réacteur vertical	78
Figure 3.3	Coûts d'immobilisation et d'exploitation: comparaison des procédés Taulman-Weiss et Fairfield/Paygro	86
Figure 5.1	Description des options de valorisation agricole des boues provenant du traitement des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec	107

LISTE DES TABLEAUX

	<u>PAGE</u>
Tableau 1.1 Répartition des superficies disponibles pour la valorisation agricole des boues liquides par municipalité dans un rayon de 30, 40, 50 et 60 km	10-11-12-13
Tableau 1.2 Superficies disponibles par rayon pour la valorisation agricole des boues de stations d'épuration des eaux usées	17
Tableau 1.3 Extrait du règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale	20
Tableau 1.4 Exemple de calcul de pondération des unités animales en fonction des types de culture. Municipalité de Saint-Nicolas	21
Tableau 1.5 Distribution par rayon des superficies disponibles en aires de reboisement et en gravières et carrières	27
Tableau 1.6 Bilan des superficies nettes par M.R.C. disponibles pour l'épandage des boues provenant des stations d'épuration de la Communauté urbaine de Québec	29
Tableau 1.7 Doses d'épandage des boues liquides (4 et 5%) selon les besoins des cultures sur une période de 5 ans en tonne par hectare	35
Tableau 1.8 Doses d'épandage annuelles moyennes estimées des boues liquides selon les besoins des cultures	35
Tableau 1.9 Volume annuel de boues liquides à épandre sur les superficies disponibles	35
Tableau 1.10 Période d'application théorique des boues dans la zone d'étude	37
Tableau 1.11 Méthodes et équipements pour l'application en surface des boues liquides	41
Tableau 1.12 Méthodes et équipements pour l'application des boues liquides par injection	42
Tableau 1.13 Quantités et volumes de boues liquides disponibles pour la valorisation aux stations de traitement des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec	44

LISTE DES TABLEAUX (suite)

	<u>PAGE</u>	
Tableau 1.14	Volume de boues à épandre en fonction d'un taux d'utilisation des terres disponibles estimé à 10%	43
Tableau 1.15	Variables relatives aux solutions d'épandage des boues liquides (4 et 5%)	46
Tableau 2.1	Volume annuel de boue déshydratées (25%) à épandre sur les superficies disponibles des zones d'épandage	48
Tableau 2.2	Quantités et volumes de boues déshydratées disponibles pour la valorisation aux stations de traitement des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec	51
Tableau 2.3	Variables relatives aux solutions d'épandage des boues déshydratées (25%)	53
Tableau 3.1	Caractéristiques de composts divers	55
Tableau 3.2	Quelques exemples de composts de boues vendus aux États-Unis	57
Tableau 3.3	Estimation de la demande actuelle pour la terre et les terreaux mélangés dans la grande région de Québec	69
Tableau 3.4	Volume de compost (t/an) selon diverses hypothèses de pénétration du produit sur le marché	70
Tableau 3.5	Comparaison des types de compostage mécanique pour les boues provenant de stations d'épuration des eaux usées	74
Tableau 3.6	Usines de compostage - Procédé de Fairfield et Paygro	79
Tableau 3.7	Usines de compostage - Procédé de Taulman-Weiss	80
Tableau 3.8	Coûts des procédés Fairfield/Paygro et du procédé Taulman-Weiss	85
Tableau 4.1	Caractéristiques de boues séchées	92
Tableau 4.2	Quelques exemples de boues séchées sur le marché	94
Tableau 4.3	Stations d'épuration utilisant le procédé de séchage et granulation des boues	102

LISTE DES TABLEAUX (suite)

	<u>PAGE</u>
Tableau 4.4 Coûts d'immobilisation du procédé ESP (granulation des boues) tels que fournis par Enviro-Gro Technologies	105
Tableau 5.1 Considérations relatives à l'évaluation	112
Tableau 5.2 Sommaire des coûts de valorisation des boues - coûts en 1 000\$ - juillet 1987	118
Tableau 5.3 Analyse multicritère des options de valorisation	124
Tableau 5.4 Sommaire des coûts en 1 000\$, juillet 1987, pour les options de valorisation et de traitement des boues	125
Tableau 5.5 Avantages et inconvénients des options 6, 7, 8 et 9	127
Tableau 5.6 Coûts totaux des options 6, 7, 8 et 9 en 1 000\$, juillet 1987	128

INTRODUCTION

Buts de l'étude

L'objectif principal de la présente étude est de vérifier la faisabilité de la valorisation agricole des boues provenant du traitement des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec et d'en définir préliminairement les coûts.

L'étude conclue sur les différentes possibilités de valorisation agricole des boues et propose des recommandations susceptibles de faciliter l'implantation des solutions.

Cadre général de l'étude

Les boues provenant de l'épuration des eaux usées, pour être utilisées en agriculture, doivent préalablement être stabilisées biologiquement, chimiquement ou thermiquement. De plus, les boues doivent respecter certaines teneurs limites en métaux lourds pour être déclarées aptes à la valorisation agricole. Plusieurs autres exigences doivent aussi être rencontrées pour permettre la valorisation agricole des boues.

Il est donc essentiel d'avoir une connaissance de la qualité des boues pour déterminer si elles sont aptes à la valorisation agricole. Dans le cas de la Communauté urbaine de Québec, aucune analyse de la qualité des boues n'est disponible. La Communauté urbaine de Québec devra donc vérifier la qualité chimique des boues pour s'assurer qu'elles rencontrent les critères fixés par le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) avant de procéder à la valorisation agricole des boues.

Conformément aux exigences des instructions de travail, l'étude a été réalisée à partir de l'hypothèse que la qualité chimique des boues est acceptable.

Compte tenu que les boues peuvent être valorisées sous plusieurs formes: liquides, déshydratées, séchées et compostées, qu'elles peuvent être valorisées en totalité ou en partie et qu'elles peuvent être stabilisées de diverses façons, plusieurs solutions peuvent être considérées.

Les différentes solutions analysées sont les suivantes:

1. Valorisation des boues sous forme liquide.
2. Valorisation des boues sous forme déshydratée.
3. Valorisation des boues compostées avec un support carboné à partir de boues vertes, stabilisées complètement ou en partie.
4. Valorisation des boues sous forme séchée ou granulée.

Pour chacune des solutions, on doit identifier les modifications requises à la chaîne de traitement des boues proposée à l'étude d'avant-projet du projet d'épuration des eaux de la Communauté urbaine de Québec.

Toutes les évaluations de coûts présentées dans cette étude ont été fournies par la Communauté urbaine de Québec. Les informations techniques relatives à la valorisation et nécessaires à l'estimation des coûts ont été préparées par le Groupe Poulin, Thériault Ltée.

Cheminement général

Le cheminement général utilisé pour réaliser l'étude est le suivant:

- . Recherche bibliographique sur les différentes solutions.
- . Vérification des éléments techniques au moyen d'étude de cas et visite de deux installations.
- . Présentation des résultats sur une base régulière à un comité technique composé de représentants du Groupe Poulin, Thériault Ltée, de INRS-Eau, du ministère de l'Environnement du Québec et de la Communauté urbaine de Québec. Lors de ces réunions, les orientations à prendre étaient précisées en regard des objectifs à atteindre.

- . Contact avec les différents fournisseurs d'équipement dans le but de déterminer les aspects techniques.
- . Analyse des différentes solutions et formulation d'options compatibles avec le projet de la Communauté urbaine de Québec.
- . Analyse comparative des différentes options.
- . Élaboration de recommandations.

Ce cheminement général a été suivi pour chaque solution et a permis de rencontrer les objectifs visés par l'étude.

Contenu du rapport

Les conclusions et recommandations suivent immédiatement l'introduction. Elles s'appuient sur quatre chapitres présentant les quatre solutions de valorisation et les options possibles. Le cinquième chapitre présente la comparaison technique environnementale et économique des options.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'étude a permis d'analyser neuf options différentes de valorisation des boues. Ces options font appel à quatre modes: la valorisation des boues sous forme liquide ou déshydratée avec épandage sur les terres agricoles, la fabrication de compost ou la granulation suivie d'une mise en marché.

Les limitations du marché ou la disponibilité des terres agricoles dans la région font que la valorisation agricole de toutes les boues n'est pas envisageable, du moins à court et moyen terme. La proportion de boues valorisées varie, selon les solutions, de 10 à 23% des boues totales produites.

Pour chaque mode de valorisation, plusieurs variantes ou procédés ont été considérés en cours de route. Parmi les neuf options analysées, quatre présentent des avantages marqués au niveau technique et environnemental, dont:

- Option 6: Digestion à Saint-Augustin et épandage d'une partie des boues déshydratées (23%)
- Option 7: Digestion à Saint-Augustin et compostage sur le même site d'une partie des boues (23%)
- Option 8: Coïncinération et compostage d'une partie des boues au site Saint-Augustin (23%)
- Option 9: Coïncinération et granulation d'une partie des boues (16%)

La faible proportion des boues destinées à la valorisation agricole ne justifie pas à elle seule le choix de l'un ou l'autre mode de disposition final des boues (coïncinération - vs - digestion). Le choix d'une option de valorisation des boues est donc fonction du choix que la Communauté urbaine de Québec fera en regard du traitement final des boues. La solution globale la moins dispendieuse est la coïncinération jumelée à la granulation des boues. De plus, la coïncinération permet de réaliser diverses options complémentaires de valorisation des boues à des coûts moindres que la digestion anaérobie à Saint-Augustin. Ainsi, dans le but de valoriser les boues, la solution de traitement final des boues impliquant les moindres coûts serait la coïncinération.

Si la Communauté urbaine de Québec opte pour la coïncinération, l'option de granulation des boues (option 9) offre les meilleurs avantages tant au niveau des critères techniques et environnementaux qu'au niveau des coûts. La seconde possibilité en regard de la coïncinération consiste à effectuer le compostage à Saint-Augustin (option 8). Il existe cependant un écart de coût significatif entre ces options.

Si la Communauté urbaine de Québec choisit la digestion anaérobie comme méthode de traitement des boues, l'option de valorisation des boues déshydratées avec épandage sur les terres agricoles (option 6) est alors la solution la moins coûteuse.

Elle est préférée à l'option 7 (compostage) qui obtient la meilleure performance au niveau de l'analyse multicritère, mais dont le coût est très élevé.

Recommandations

Les recommandations sont divisées en deux parties suivant le mode de traitement final des boues qui sera retenu. Finalement, quelques recommandations générales sont formulées.

Recommandations portant sur l'option de granulation de boues - option 9

- . La granulation résulte d'un procédé de séchage et de granulation simultanés des boues. Lors du choix final des équipements, on devra s'assurer que ceux-ci permettent de fournir un produit répondant aux exigences du marché, tant au niveau de la taille des granules que de leur stabilisation. Préalablement au choix final, des visites devront être effectuées auprès d'installations comparables afin de vérifier les éléments techniques et environnementaux reliés à cette solution.
- . Le produit étant à l'heure actuelle non défini, la Communauté urbaine de Québec devra entreprendre des démarches auprès des autorités concernées pour s'assurer que les granules produites pourront être utilisées. Une recherche auprès des autorités telles que les ministères de l'Environnement du Québec et du Canada, les ministères de l'Agriculture du Québec et du Canada et autres intervenants permettra de définir précisément les étapes et conditions préalables à la mise en marché.
- . Lors de l'étape de la production, la Communauté urbaine de Québec devra s'assurer d'un contrôle rigoureux de la qualité du produit.
- . Le succès de la valorisation agricole des boues granulées repose en partie sur la stratégie de mise en marché. Dans cette perspective, la Communauté urbaine de Québec devrait analyser les stratégies possibles de mise en marché et choisir celle qui présente les meilleurs avantages. Ceci est d'autant plus important que le nombre d'acheteurs pour ces produits est relativement limité et que l'exportation du produit pourrait être envisagée. La désignation du produit par une marque de commerce devrait être évaluée.
- . Des utilisations alternatives ou nouvelles pour les granules pourraient être trouvées. Pour cela, un programme expérimental devrait être mis sur pied en collaboration avec les organismes intéressés et compétents dans le domaine. Ce programme devrait, entre autres, examiner les moyens possibles pour ajouter de la valeur au produit et augmenter la proportion de boues valorisées.

Recommandations portant sur la valorisation agricole des boues déshydratées - option 6

- . La qualité des boues déshydratées qui seraient épandues sur les terres agricoles est primordiale. Un programme strict devra donc être mis sur pied pour s'assurer que les boues produites sont de grande qualité, de façon à éviter toute nuisance à l'environnement.

- . Le succès du programme repose essentiellement sur la participation des agriculteurs. En conséquence, la Communauté urbaine de Québec devra identifier dans les régions cibles les agriculteurs et entreprendre un programme de sensibilisation et d'information de façon à obtenir un taux de participation satisfaisant. Ce programme devra exposer les avantages pour les agriculteurs d'adhérer au projet de valorisation des boues. On devra s'assurer la collaboration des différents organismes touchant le milieu agricole. Ce programme devra débiter quelques années avant le début de l'épandage des boues.

- . L'épandage des boues devrait être confié à un entrepreneur spécialisé disposant d'équipements adéquats conçus spécifiquement pour cet usage. Des règles de procédures strictes devront être établies pour éviter les inconvénients aux agriculteurs.

- . Sur les sites d'épandage, un programme de monitoring devra être mis sur pied pour faire le suivi agronomique et environnemental du programme.

- . La disponibilité des terres pour recevoir les boues devra toujours être évaluée en fonction du guide de bonnes pratiques pour la valorisation agricole des boues des stations d'épuration, élaboré par le ministère de l'Environnement du Québec.

Recommandations générales

- . Les résultats de cette étude sont basés sur l'hypothèse que la qualité chimique et hygiénique des boues serait acceptable. Les résultats de l'étude devront être confirmés à la suite d'une analyse rigoureuse des boues. Les conclusions devront être adaptées, le cas échéant.
- . Comme il s'agit d'une étude de faisabilité, il faudra valider les hypothèses qui ont été émises au cours de cette étude, principalement au sujet de la vente du produit et ce, quelle que soit l'option retenue. En effet, certaines contraintes politiques ou administratives non considérées pourraient diminuer l'intérêt de certaines options.

1. VALORISATION DES BOUES LIQUIDES

Ce chapitre présente d'abord les superficies disponibles et requises pour la valorisation agricole des boues liquides, en respectant des critères suggérés par le ministère de l'Environnement. Par la suite, les techniques et options d'épandage des boues sur les terres agricoles désignées sont présentées.

1.1 Évaluation des superficies disponibles

Évaluation de la superficie brute disponible

La zone d'étude comprend 100 municipalités réparties conformément au mandat en quatre zones concentriques dont les rayons approximatifs sont de 30, 40, 50 et 60 km autour de Québec. La liste des municipalités pour chaque rayon est présentée au tableau 1.1. Le code géographique de chaque municipalité permet de relier facilement des données statistiques et les entités spatiales. La superficie brute disponible correspond au total des cultures, appropriées pour la valorisation des boues (maïs ensilage, céréales à paille), et des pâturages déclarés par les exploitants agricoles lors de la saison de croissance 1985; ces valeurs apparaissent au tableau 1.1. Conformément aux exigences énoncées dans le Guide de valorisation agricole des boues de stations d'épuration (MENVIQ, 1986), les superficies de cultures de fruits et de légumes destinées à la consommation humaine n'ont pas été considérées.

La figure 1.1 illustre la répartition des superficies brutes disponibles pour la valorisation agricole des boues. Dans le rayon de 30 km, les plus grandes superficies potentielles semblent localisées sur la rive sud, dans les municipalités périphériques de Sainte-Charles Boromé (48,89 km²), Saint-Henri (75,03 km²), Saint-Anselme (46,03 km²) et Saint-Isidore (56,36 km²). Les municipalités de Saint-Antoine-de-Tilly, Saint-Apollinaire, Saint-Agapit, Saint-Gilles et Saint-Narcisse de Beaurivage, qui forment la limite sud-ouest du rayon de 30 km, présentent aussi des superficies importantes variant entre

Tableau 1.1 répartition des superficies disponibles pour la valorisation agricole des boues liquides par municipalité dans un rayon de 30 km

CODE	MUNICIPALITÉS	SUPERFICIE TOTALE DE LA MUNICIPALITÉ km ²	SUPERFICIE BRUTE DISPONIBLE km ²	TOTAL DES CONTRAINTES km ²	SUPERFICIE NETTE km ²
20230	Québec	124,79	4,55	9,20	- 4,65
20400	Sainte-Foy	81,63	13,61	3,47	10,14
20140	Charlesbourg	67,31	2,37	0,99	1,38
20510	Lac Saint-Charles	35,84	0	0	0
20110	Beauport	71,32	3,34	4,02	-0,68
29110	Saint-Augustin	85,31	31,09	10,22	20,87
20430	Val-Bélair	69,64	2,06	1,36	0,70
15630	Saint-Charles-Boromé	94,73	48,89	38,43	10,46
15780	Saint-Étienne-de-Beaumont	45,29	19,34	18,33	1,01
16500	Saint-Pierre (île d'Orléans)	31,13	9,48	3,04	6,44
16600	Saint-Laurent (île d'Orléans)	35,32	10,10	5,10	5,00
17400	L'Ange-Gardien	70,31	5,51	5,57	-0,06
20470	Saint-Gabriel-de-Valcartier	441,17	6,16	3,30	2,86
20530	Saint-Dunstan-du-Lac-Beauport	62,72	0	0	0
21140	Saint-Henri	121,76	75,03	67,60	7,43
21170	Saint-Lambert	107,32	25,24	31,63	- 6,39
21220	Saint-Étienne	94,12	7,51	10,10	- 2,59
21300	Saint-Jean-Chrysostôme	83,06	20,63	24,62	- 3,99
21340	Saint-Louis-de-Pintendre	80,70	23,17	25,87	- 2,70
21380	Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévis	49,88	9,44	17,16	- 7,72
21700	Bernières	60,68	12,09	13,67	- 1,58
21780	Saint-Nicolas	39,93	11,37	8,35	3,02
22530	Saint-Anselme	74,45	46,03	59,92	-13,89
22610	Saint-Isidore	101,18	56,36	50,48	5,88
28230	Saint-Narcisse-de-Beaurivage	60,83	40,62	67,36	-26,74
28250	Saint-Gilles	174,74	24,17	16,48	7,69
28280	Saint-Agapit	65,91	34,04	22,46	11,58
28490	Saint-Apollinaire	95,72	24,77	27,73	- 2,96
28510	Saint-Antoine-de-Tilly	60,29	24,76	11,93	12,83
29130	Sainte-Catherine	164,37	7,51	5,26	2,25
29160	Shannon	61,79	0,24	1,62	- 1,38
29270	Pointe-aux-Trembles	71,84	10,71	8,18	2,53

Tableau 1.1 (suite) Répartition des superficies disponibles pour la valorisation agricole des boues liquides par municipalité dans un rayon de 40 km

CODE	MUNICIPALITÉS	SUPERFICIE TOTALE DE LA MUNICIPALITÉ km ²	SUPERFICIE BRUTE DISPONIBLE km ²	TOTAL DES CONTRAINTES km ²	SUPERFICIE NETTE km ²
15370	Honfleur	50,99	38,61	48,75	-10,14
15570	Saints-Gervais-et-Protais	87,23	55,71	69,34	-13,63
15660	La Durantaye	33,78	21,96	10,52	11,44
15750	Saint-Michel	53,43	36,14	27,88	8,26
16300	Saint-Jean (île d'Orléans)	43,64	24,15	6,97	17,18
16400	Sainte-Famille (île d'Orléans)	46,43	17,38	7,00	10,38
17320	Château-Richer	228,99	11,21	12,17	- 0,96
17460	Sainte-Brigitte-de-Laval	11,49	0	0	0
20560	Stoneham - Tewkesbury	686,21	3,07	4,15	- 1,08
20590	Saint-Gabriel Ouest	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
22390	Sainte-Marguerite	82,56	39,71	36,17	3,54
22410	Sainte-Claire	83,21	38,60	47,71	- 9,11
22450	Sainte-Hénédine	53,06	35,31	39,54	- 4,23
22690	Taschereau-Fortier	32,91	11,43	17,69	- 6,26
22780	Saint-Bernard	87,56	66,54	147,39	-80,85
28210	Saint-Patrice-de-Beaurivage	86,18	N.D.	N.D.	N.D.
28290	Saint-Octave-de-Dosquet	64,10	14,87	10,77	4,10
28420	Saint-Flavien	80,09	5,44	12,59	- 7,15
28470	Notre-Dame du Sacré-Coeur d'Issoudun	60,81	28,51	18,54	9,97
28590	Sainte-Croix	69,64	37,16	17,33	19,83
29220	Sainte-Jeanne de Pont-Rouge	121,02	34,42	29,06	5,36
29300	Cap-Santé	74,50	21,88	16,06	5,82

N.D.: Non disponible

Tableau 1.1 (suite) Répartition des superficies disponibles pour la valorisation agricole des boues liquides par municipalité dans un rayon de 50 km

CODE	MUNICIPALITÉS	SUPERFICIE TOTALE DE LA MUNICIPALITÉ km ²	SUPERFICIE BRUTE DISPONIBLE km ²	TOTAL DES CONTRAINTES km ²	SUPERFICIE NETTE km ²
14650	Saint-François	95,49	46,78	36,74	10,04
14700	Berthier-sur-Mer	26,05	9,58	10,17	- 0,59
15340	Saint-Lazare	90,88	31,60	23,94	7,66
15400	Saint-Nérée	75,73	12,36	8,32	4,04
15540	Saint-Raphaël	120,06	20,87	17,52	3,35
15720	Saint-Vallier	42,24	29,03	18,63	10,40
16200	Saint-François (île d'Orléans)	30,76	9,64	2,52	7,12
17280	Sainte-Anne-de-Beaupré	86,91	10,98	7,93	3,05
17950	Montmorency	67,99	0	0	0
22340	Saint-Malachie	100,59	22,38	28,78	- 6,40
23640	Saints-Anges	68,61	24,34	26,54	- 2,20
23680	Sainte-Marie	131,06	52,30	60,99	-11,69
23720	Saint-Elzéar	85,12	39,53	76,38	-36,85
27490	Nelson	N.D.	14,98	5,96	9,02
27510	Lyster	172,05	46,58	23,14	23,44
28130	Saint-Sylvestre	143,34	38,60	50,59	-11,99
28170	Sainte-Agathe	159,32	35,48	14,34	21,14
28370	Saint-Janvier-de-Joly	109,86	23,65	15,79	7,86
28630	Saint-Édouard de Lotbinière	98,57	49,58	23,93	25,65
28660	Lotbinière	78,47	42,86	14,82	28,04
29340	Saint-Basile	97,69	26,10	11,30	14,80
29360	Notre-Dame de Portneuf	101,55	10,03	6,06	3,97
29620	Saint-Raymond	684,65	22,44	26,31	- 3,87

FIGURE : 1.1

RÉPARTITION DES SUPERFICIES BRUTES
DISPONIBLES POUR LA VALORISATION
DES BOUES RÉSIDUAIRES DE LA C.U.Q.

RAYONS APPROXIMATIFS DE
30, 40, 50, 60 KM.

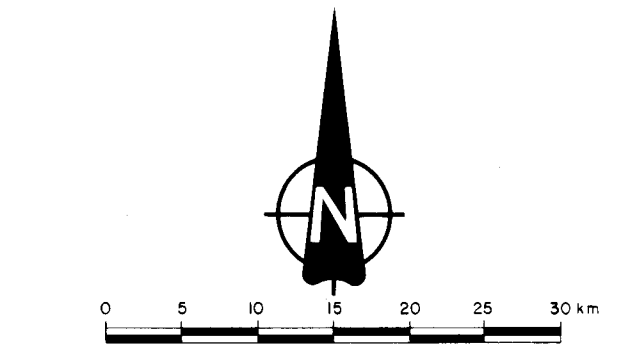
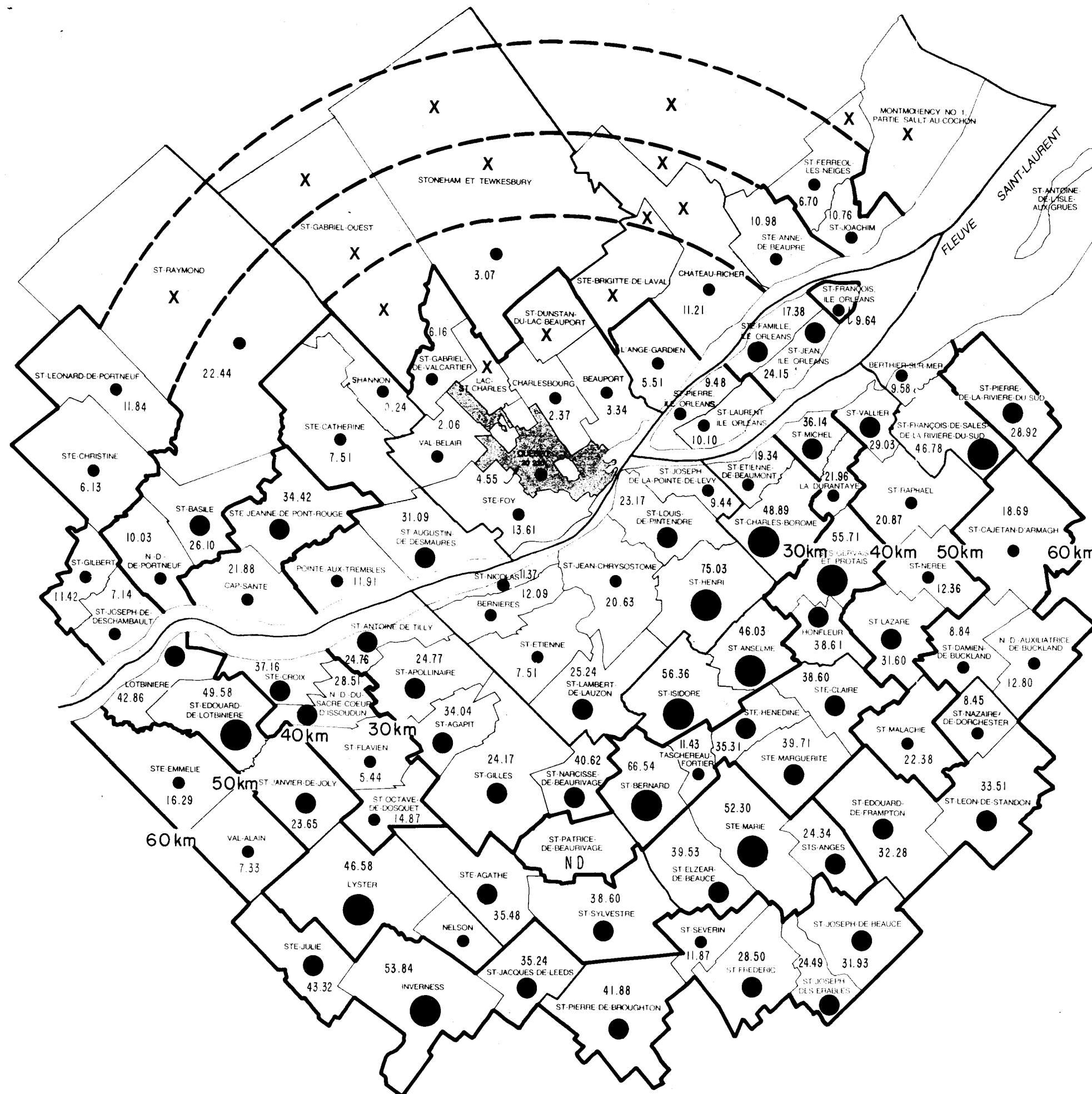
CLASSES DE SUPERFICIE

- 0.20 - 23.00 km²
- 23.01 - 46.00 km²
- 46.01 - 76.00 km²

X pas de superficie en culture

ND donnée non disponible

24.34 superficie brute disponible en km²



Fond de carte : Statistiques Canada, 1981.
Subdivision de recensement unifiée

Tableau 1.1 (suite) Répartition des superficies disponibles pour la valorisation agricole des boues liquides par municipalité dans un rayon de 60 km

CODE	MUNICIPALITÉS	SUPERFICIE TOTALE DE LA MUNICIPALITÉ km ²	SUPERFICIE BRUTE DISPONIBLE km ²	TOTAL DES CONTRAINTES km ²	SUPERFICIE NETTE km ²
14600	Saint-Pierre-de-la-Rivière-du-Sud	92,28	28,92	20,39	8,53
15280	Notre-Dame Auxiliatrice-de-Buckland	96,32	12,80	13,37	- 0,57
15310	Saint-Damien-de-Buckland	85,23	8,84	7,96	0,88
15470	Saint-Cajetan d'Armagh	168,15	18,69	18,54	0,15
17160	Saint-Féréol-les-Neiges	82,28	6,70	9,44	- 2,74
17200	Saint-Joachim	40,68	10,76	5,98	4,78
22290	Saint-Léon-de-Standon	136,90	33,51	29,27	4,24
22310	Saint-Nazaire-de-Dorchester	51,43	8,45	10,36	- 1,91
22370	Saint-Édouard-de-Frampton	150,76	32,28	28,93	3,35
23550	Saint-Frédéric	97,29	28,50	22,08	6,42
23560	Saint-Joseph-des-Érables	50,01	24,49	17,41	7,08
23600	Saint-Joseph de Beauce	108,54	31,93	25,36	6,57
23740	Saint-Séverin	56,22	11,87	11,66	0,21
23780	Saint-Pierre-de-Broughton	147,46	41,88	40,88	1,00
27450	Inverness	176,35	55,84	26,23	27,61
27470	Saint-Jacques-de-Leeds	81,83	35,24	24,02	11,22
27630	Sainte-Julie	110,62	43,32	31,59	11,73
28340	Val-Alain	103,80	7,33	10,27	- 2,94
28700	Sainte-Emilie	135,40	16,29	9,23	7,06
29410	Saint-Joseph-de-Deschambault	55,87	7,14	4,18	2,96
29430	Saint-Gilbert	36,95	11,42	3,71	7,71
29560	Sainte-Christine	145,58	6,13	10,17	- 4,04
29580	Saint-Léonard-de-Portneuf	138,71	11,84	8,63	3,21

25 et 40 km². Sur la rive nord, les superficies brutes disponibles sont plus restreintes, à l'exception de la municipalité de Saint-Augustin qui possède 31,09 km² de terres en culture et pâturages.

Dans le rayon de 40 km, les municipalités de Saints-Gervais-et-Protais, Saint-Bernard, Honfleur, Sainte-Hénédine et Sainte-Claire présentent un potentiel assez élevé (35 à 55 km²) et forment avec les municipalités périphériques du rayon de 30 km un regroupement intéressant. Sur la rive nord, les municipalités de Sainte-Jeanne de Pont-Rouge et Cap-Santé offrent un potentiel non-négligeable ainsi que les municipalités de Sainte-Famille et Saint-Jean sur l'île d'Orléans.

Sur la rive sud, presque toutes les municipalités du rayon de 50 km montrent un potentiel important: 13 des 18 municipalités indiquent des superficies supérieures à 23 km². Parmi celles-ci, les municipalités dont les superficies disponibles sont les plus considérables sont: Saint-Édouard de Lotbinière, Lotbinière, Lyster et Sainte-Marie. Sur la rive nord, seules les municipalités de Saint-Basile et Saint-Raymond offrent un potentiel intéressant.

Dans le rayon de 60 km, tout l'extrême sud de la région d'étude présente d'assez grandes zones disponibles, notamment dans les municipalités d'Inverness, Sainte-Julie et Saint-Pierre-de-Broughton dont les valeurs respectives de superficie sont de 53,84 km², 43,32 km² et 41,88 km².

En résumé, la rive sud semble constituer une vaste réserve de terres agricoles potentiellement disponibles pour l'épandage des boues liquides. La rive nord montre des superficies plus restreintes mais non négligeables, notamment vers l'ouest pour les municipalités de Saint-Augustin, Sainte-Jeanne de Pont-Rouge et Saint-Basile.

Évaluation de la superficie nette disponible

Pour préserver la qualité de l'environnement et éviter les nuisances pour la population, certaines caractéristiques du milieu récepteur doivent être évaluées avant d'utiliser des terres pour la valorisation agricole des boues de

stations d'épuration. En regard de ces caractéristiques et des critères édictés par le ministère de l'Environnement, les superficies brutes disponibles ont été révisées en fonction des contraintes majeures suivantes¹:

- A) Proximité des agglomérations urbaines
- B) Zones inondables
- C) Pentes supérieures à 9%
- D) Sols à texture grossière, tourbières, marécages
- E) Superficies nécessaires à l'épandage des fumiers
- F) Superficies nécessaires à l'épandage des boues des agglomérations urbaines autres que la Communauté urbaine de Québec

Les caractéristiques physiques (A, B, C, D) ont été évaluées de façon cartographique tandis que les superficies nécessaires à l'épandage des fumiers et des boues ont été calculées à partir de données statistiques. Les méthodes sont expliqués ci-après. Le total des contraintes à la valorisation pour chaque municipalité apparaît au tableau 1.1. Le détail des superficies présentant des contraintes est montré à l'annexe 2 pour l'ensemble des municipalités et par rayon. Le tableau 1.2 donne le bilan des superficies brutes et nettes disponibles par rayon.

A l'aide de la carte d'utilisation du sol préparée par le MAPAQ (1977), les zones en culture et pâturage ont été identifiées pour chaque municipalité. Les superficies présentant des contraintes ont été évaluées et retranchées de la superficie brute disponible.

(1): Voir le "Guide de valorisation agricole des boues de stations d'épuration" (MENVIQ, 1986) pour la liste complète des contraintes préconisées par le ministère de l'Environnement du Québec.

Tableau 1.2 Superficies disponibles par rayon pour la valorisation agricole des boues de stations d'épurations des eaux usées

RAYON km	SUPERFICIE TOTALE DU RAYON km ²	SUPERFICIE BRUTE TOTALE DISPONIBLE km ²	TOTAL DES CONTRAINTES km ²	SUPERFICIE NETTE DISPONIBLE km ²
30	2 953,92	610,19	573,45	36,74
40	2 237,83	542,10	579,63	- 37,53
50	2 607,88	619,69	513,70	105,99
60	2 322,95	492,17	389,66	102,51
TOTAL	10 122,58	2 264,15	2 056,44	207,71
POURCENTAGE	100%	22,4%	20,4%	2,0%

A) Proximité des agglomérations urbaines

Pour éviter les nuisances pour la population lors de l'épandage des boues, les directives du ministère de l'Environnement prescrivent le maintien d'une bande protectrice de 500 m autour des développements résidentiels. Une zone de protection de 500 m a été tracée à partir des périmètres d'urbanisation prévus au schéma d'aménagement des municipalités régionales de comtés (M.R.C.). Les parties de cette zone qui se superposent à une zone de culture ou pâturage ont été planimétrées et retranchées.

B) Zones inondables

Pour éviter la contamination des eaux de surface, il est interdit d'épandre des boues liquides sur des terres présentant des risques d'inondation. Les zones inondables qui recourent des superficies en culture et pâturage ont été évaluées et retranchées.

C) Pentes supérieures à 9%

Par ailleurs, pour limiter le ruissellement des boues vers les cours d'eau ou les points d'alimentation en eau, l'épandage est interdit sur des terrains de pente supérieure à 9%. A l'intérieur de la superficie brute, les zones de pentes de plus de 9% ont été localisées, mesurées puis exclues.

D) Sols non propices

Finalement, les sols à texture grossière tels les sols sableux et graveleux ainsi que les marécages et les tourbières qui recourent la zone en culture et pâturage ont été évalués et retranchés.

E) Évaluation de la superficie nécessaire à l'épandage des fumiers

A partir du nombre total de bêtes par espèce animale et par municipalité (MAPAQ, 1987), il est possible de calculer les superficies nécessaires à l'épandage des fumiers. Pour faciliter l'utilisation des normes d'application des fumiers, ces données ont été transformées en unités animales (UA) selon le mode de conversion suivant:

1 bovin	= 1 UA
4 porcs	= 1 UA
125 volailles	= 1 UA
3,5 ovins	= 1 UA

Ces valeurs, qui représentent des moyennes selon le type d'élevage, proviennent de sources différentes dont Simcoe Eng. et Envirsearch (1980), Boiselle (1984) et MAPAQ (1986).

Le total des unités animales obtenu pour chaque municipalité a ensuite été pondéré par type de culture en utilisant les doses maximales permises par le règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale (tableau 1.3).

Cette pondération est calculée comme suit:

$$S = \frac{\text{Superficie du type de culture (ha)} \times \text{Nb total d'animaux (UA)} \times \text{norme d'épandage}}{\text{superficie totale en culture (ha)} \times \text{le type de culture (ha/UA)}}$$

Le tableau 1.4 présente un exemple de calcul pour la municipalité de Saint-Nicolas. Pour les pâturages, par exemple, on obtient comme superficie nécessaire à l'épandage des fumiers:

$$S = \frac{175 \text{ ha}}{919 \text{ ha}} \times 1550,61 \text{ UA} \times 0,36 \frac{\text{ha}}{\text{UA}} = 106,29 \text{ ha}$$

Tableau 1.3 Extrait du règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale.

CULTURES	AZOTE PROVENANT DES FUMIERS ÉPANDUS QUANTITÉ MAXIMALE ANNUELLE (kg d'azote/ha)	HECTARES PAR UNITÉ ANIMALE (ha/U.A.)	ÉQUIVALENCE EN UNITÉ ANIMALE PAR HECTARE (U.A./ha)
. Maïs, jachère (durant la première année seulement)	170	0,24	4,13
. Pommes de terre, choux, tomate	135	0,29	3,37
. Fraises	125	0,32	3,13
. Prairie, pâturage, friche herbacée	110	0,36	2,75
. Betterave sucrière	100	0,40	2,50
. Orge	80	0,50	2,00
. Seigle	73	0,54	1,82
. Tabac à pipe, tabac à cigare	65	0,61	1,65
. Avoine, blé, grains mélangés, colza	60	0,66	1,50
. Pommiers	55	0,73	1,38
. Haricots (fourragés)	50	0,80	1,25
. Tabac à cigarette	30	1,33	0,75
. Sarrazin	22	1,81	0,55
. Soja, lin, pois (fourragés)	20	2,00	0,50
. Jachère (deuxième année et années subséquentes)	0	-	-
. Autres cultures	110	0,36	2,75

NOTE : Ce tableau montre la quantité maximale de dépôt dans l'environnement d'un contaminant au sens du paragraphe D de l'article 31 de la loi de la qualité de l'environnement au Québec, mais ne constitue en aucun cas une recommandation de fertilisation agronomique, non plus qu'il n'y a nécessairement utilisation de ces doses par les producteurs agricoles.

Source: Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale. Gouvernement du Québec

Tableau 1.4 Exemple du calcul de pondération des unités animales en fonction des types de culture. Municipalité de Saint-Nicolas

	SUPERFICIE ha	SUPERFICIE %	PONDÉRATION DU NOMBRE D'ANIMAUX UA	NORME PAR TYPE DE CULTURE ha/UA	SUPERFICIE PONDÉRÉE PAR TYPE DE CULTURE ha
Pâturage	175	19,04	295,25	0,36	106,29
Orge	177	19,26	298,65	0,50	149,33
Avoine, blé, grains mélangés	116	12,62	195,69	0,66	129,16
Fourrage	445	48,42	750,81	0,24*	180,19
Autres	6	0,65	10,08	Sarrazin 1,81	18,24
TOTAL	919	100,00	1 550,48	-	583,21**

* : Norme moyenne estimée pour tenir compte des différents types de fourrages

** : Superficie totale apparaissant à l'annexe 2 pour la municipalité de Saint-Nicolas

Le total des superficies par culture donne la superficie totale à réserver à l'épandage des fumiers pour chaque municipalité présentée à l'annexe 2.

F) Évaluation de la superficie nécessaire à l'épandage des boues résiduaires

L'évaluation des superficies nettes disponibles doit aussi tenir compte des apports éventuels de boues d'autres usines d'épuration. Pour évaluer cette superficie, l'équation suivante a été utilisée:

$$S: \text{Nb habitants} \times \text{Prod. quotidienne} \frac{\text{par pers.}}{\text{par jour}} \times \text{période de prod.} \times \% \text{ de N dans} \frac{\text{les boues}}{\text{les boues}} \times \frac{\% \text{ d'azote assimilable}}{\text{taux max. de N applicable}}$$

Par exemple, pour Saint-Nicolas:

$$S = 5\,500 \text{ pers.} \times 0,06 \frac{\text{kg boues sèches}}{\text{jour}} \times 365 \frac{\text{jours}}{\text{an}} \times 5 \text{ ans} \times \frac{5}{100} \frac{\text{N}}{\text{boues}} \times \frac{50\%}{135} \frac{\text{kg}}{\text{ha}} = 111,53 \text{ ha}$$

$$S = 1,12 \text{ km}^2$$

Les valeurs de population proviennent du répertoire des municipalités du Québec de 1987, et correspondent à la population des agglomérations urbaines ou rurales. Les autres valeurs sont celles prescrites par Sommers (1977). Ce calcul a été effectué pour chacune des municipalités de la région d'étude et les résultats sont présentés à l'annexe 2. La superficie requise pour l'épandage des boues résiduaires municipales provenant de l'extérieur du territoire de la Communauté urbaine de Québec a été soustraite.

Finalement, l'ensemble des contraintes a été retranché de la superficie brute disponible pour donner la superficie nette disponible pour l'épandage des boues.

Distribution des superficies nettes disponibles

La figure 1.2 montre la répartition des superficies nettes disponibles pour la valorisation des boues résiduaire de la Communauté urbaine de Québec.

On note une diminution significative des superficies disponibles par rapport à la superficie brute illustrée précédemment. Ceci est particulièrement évident pour la région de Lévis et du nord de la Beauce. Le tableau détaillé des contraintes (produit à l'annexe 2) montre que cette diminution est en grande partie attribuable aux superficies requises pour l'épandage des fumiers. Les autres contraintes, quoique significatives, sont moins importantes et représentent généralement moins de 20% de la superficie brute.

Dans le rayon de 30 km, la superficie nette disponible serait de 37 km² (tableau 1.2). Contrairement à ce que laissait prévoir la carte des superficies brutes, une grande partie des terres disponibles se situe sur la rive nord.

Le rayon de 40 km présente un déficit de 37 km², ce qui indique que l'espace disponible serait déjà insuffisant pour épandre la totalité des fumiers produits. Cette superficie déficitaire pourrait être retranchée du rayon voisin de 50 km, ce qui réduirait les superficies disponibles de cette zone de 106 km² à 68 km². Dans le rayon de 50 km, la plupart des terres disponibles sont situées dans la section sud-ouest et les municipalités qui présentent les superficies les plus importantes sont: Lotbinière (28 km²), Saint-Édouard de Lotbinière (25 km²), Lyster (23 km²) et Sainte-Agathe (21 km²).

Dans le rayon de 60 km, c'est encore la partie sud qui offre les plus grandes superficies disponibles bien que celles-ci soient réduites par rapport à la superficie brute. Les municipalités d'Inverness, de Sainte-Julie et de Saint-Jacques de Leeds ont des superficies nettes respectives de 28 km², 12 km² et 11 km².

FIGURE: 1.2

RÉPARTITION DES SUPERFICIES NETTES
DISPONIBLES POUR LA VALORISATION
DES BOUES RÉSIDUAIRES DE LA C.U.Q.

RAYONS APPROXIMATIFS DE
30, 40, 50, 60 KM.

CLASSES DE SUPERFICIES BRUTES

○ 0.20 - 23.00 km²

○ 23.01 - 46.00 km²

○ 46.01 - 76.00 km²

X pas de superficie en culture

ND donnée non disponible

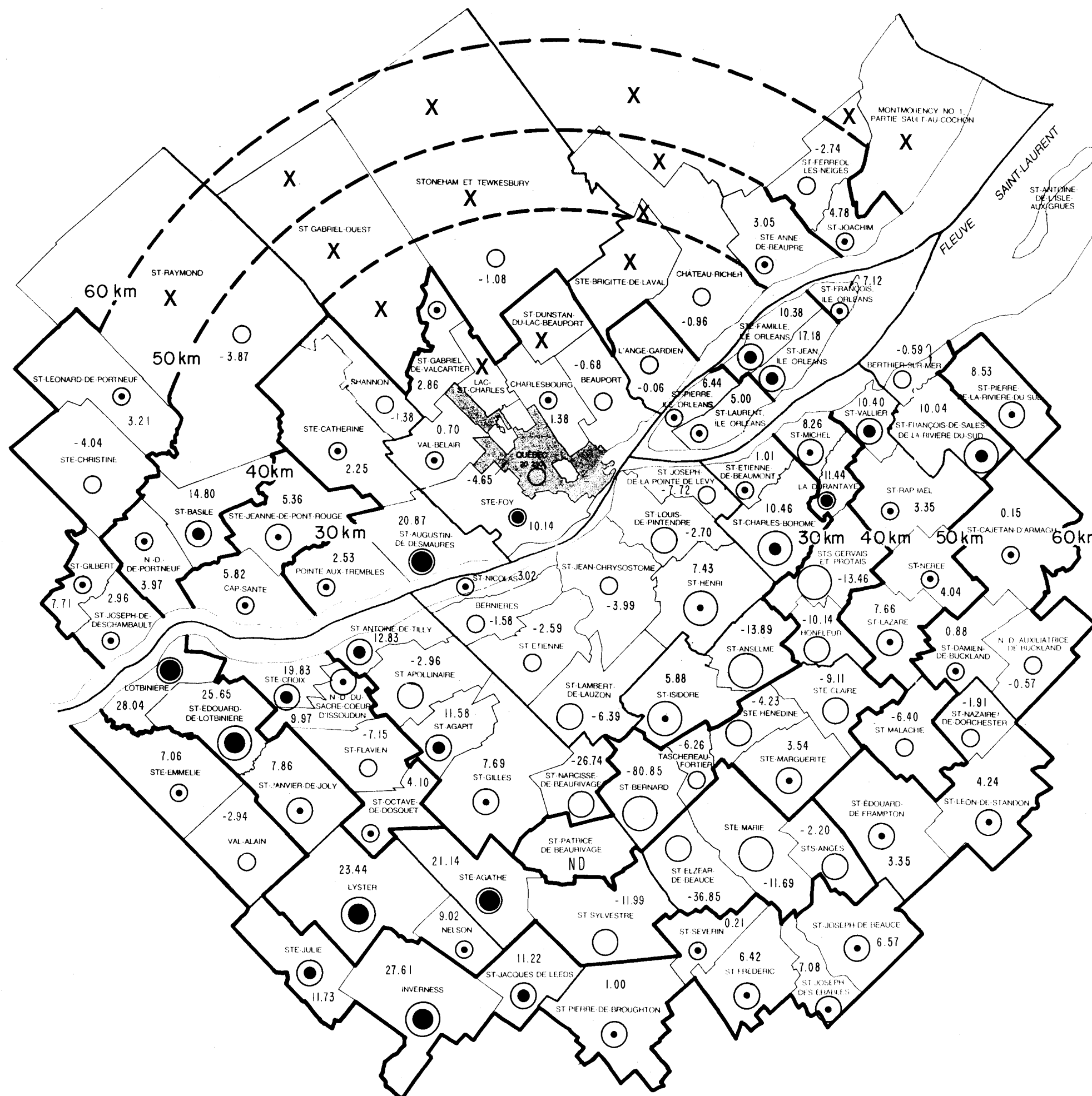
CLASSES DE SUPERFICIES
NETTES DISPONIBLES

● 0.20 - 10.00 km²

● 10.01 - 20.00 km²

● 20.01 - 30.00 km²

± 24.34 superficie nette disponible en km²



Fond de carte: Statistiques Canada, 1981.
Subdivision de recensement unifiée

La révision des superficies brutes en fonction des contraintes du milieu a diminué de façon significative la disponibilité des terres pour la valorisation. Le bilan total d'ensemble est de 207,71 km² de terres disponibles pour la valorisation des boues résiduares de la Communauté urbaine de Québec, soit 2% du territoire ou 9,1% des surfaces agricoles. Ces terres sont en grande partie localisées dans la partie sud-ouest de la région d'étude, principalement dans le rayon de 50 et 60 km.

Seules les superficies agricoles ont été considérées dans l'évaluation des superficies brutes et nettes disponibles. Cependant, d'autres types de milieu peuvent aussi bénéficier de l'application des boues. En effet, les boues peuvent être utilisées comme fertilisants sur les aires forestières.

Généralement, les surfaces boisées ne sont pas fertilisées (Crites, 1984). Des expériences d'application de boues résiduares dans les forêts ont démontré une accélération de la croissance (Brockway et al., 1979; Moller, 1974) chez la plupart des espèces forestières (Vézina et Roberge, 1981; Gagnon, 1974).

Cependant, les expériences réalisées ailleurs seraient pour la plupart à l'état de recherche (Gagnon, 1972; 1974; Berry et Marx, 1980; Fiskell et al., 1982; Brockway, 1983).

Actuellement, il n'existe pas de normes ou directives officielles au Québec relativement à la fertilisation des forêts matures par les boues de stations d'épuration municipales. Devant ces faits, seul l'épandage dans les secteurs en reboisement ou en plantation a été examiné.

L'épandage, lors de la mise en terre de plants, est l'activité la plus facile à réaliser. Cependant, la fertilisation n'est pas sélective et les mauvaises herbes seraient aussi favorisées que les arbres plantés (Berry et Marx, 1980; de Vriès, 1981), ce qui se traduirait par une compétition sévère demandant des activités d'entretien (Miller, 1983). Les avantages économiques retirés de la fertilisation pourraient ainsi être anéantis.

Les superficies en reboisement présenteraient 41,36 km². Leur localisation dans l'aire d'étude de même que la disponibilité réelle de ces aires n'ont pas été évalués dans le cadre de cette étude.

Les boues peuvent aussi servir d'amendement des sols en vue de la restauration de gravières, sablières ou carrières abandonnées. Les superficies de gravières et carrières ont été estimées à 15,9 km² dans l'aire d'étude. Cependant, leur disponibilité réelle n'a pas été évaluée. En fait, chaque cas devrait être étudié spécifiquement et faire l'objet d'un plan de réhabilitation conformément à réglementation en vigueur (77-436) avant d'y appliquer des boues.

Les superficies en reboisement et en carrières et gravières sont présentées au tableau 1.5.

Au total, ces superficies sont assez restreintes par rapport aux superficies agricoles disponibles. La valorisation des boues sur ces superficies suppose une technologie adaptée différente de celle utilisée en agriculture. Pour pouvoir considérer ces superficies de façon appropriée, il faudrait élaborer des scénarios spécifiques à ce type de valorisation. Cela pourrait être considéré lorsque les programmes de valorisation des boues seront amorcés.

Bilan

Le calcul des superficies nettes disponibles a été effectué sur la base des rayons concentriques (30, 40, 50, 60 km). Cette façon de procéder a permis de circonscrire une région d'étude et d'évaluer approximativement la distance entre les lieux de valorisation potentiels et le lieu de production des boues. Au terme de cette étape, on constate que les municipalités présentant des superficies disponibles peuvent être regroupées en zones homogènes non reliées aux rayons.

Tableau 1.5 Distribution par rayon des superficies disponibles en aires de reboisement et en gravières et carrières

RAYON	SUPERFICIE EN REBOISEMENT*	SUPERFICIE EN GRAVIÈRES ET CARRIÈRES**
km	km ²	km ²
30	11,19	10,20
40	8,68	1,20
50	12,52	2,20
60	8,97	2,30
TOTAL	41,36	15,90

* : Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec; Brouillette, J.-G. (1987) - communication personnelle.

** : Superficies planimétrées à partir de la carte d'utilisation du sol (MAPAQ, 1977).

Pour l'élaboration de scénarios d'épandage en fonction des coûts de transport des boues, il importe de minimiser les déplacements. Dans cette optique, il peut devenir plus avantageux de considérer un groupe de municipalités voisines, même situées dans des rayons différents, que de considérer des municipalités dispersées de part et d'autre d'un même rayon.

Pour identifier clairement ces groupes de municipalités ou zones, un bilan des superficies nettes par M.R.C. a été produit. Ce bilan consiste à soustraire à l'intérieur des M.R.C., les superficies déficitaires des municipalités. On présente les résultats à la première colonne du tableau 1.6. On constate que trois M.R.C. ont un bilan global déficitaire. Il s'agit des M.R.C. Chutes-de-la-Chaudière, Desjardins et Nouvelle-Beauce.

Ces superficies déficitaires ont été reportées sur les M.R.C. voisines. La distribution des déficits a été faite de façon à éliminer d'abord les municipalités éloignées pour conserver des superficies disponibles à proximité de Québec (tableau 1.6).

Par la suite, certaines municipalités ont été rejetées en raison de leur éloignement ou des superficies disponibles trop restreintes. Ainsi, les M.R.C. Côte-de-Beaupré, Jacques-Cartier et Montmagny ont été éliminées, de même que certains secteurs de la Communauté urbaine de Québec et de Portneuf moins accessibles. Les aires en reboisement et les carrières n'ont pas été considérées dans ces calculs.

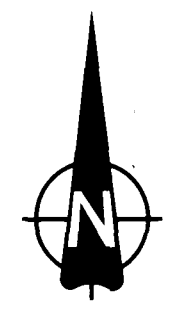
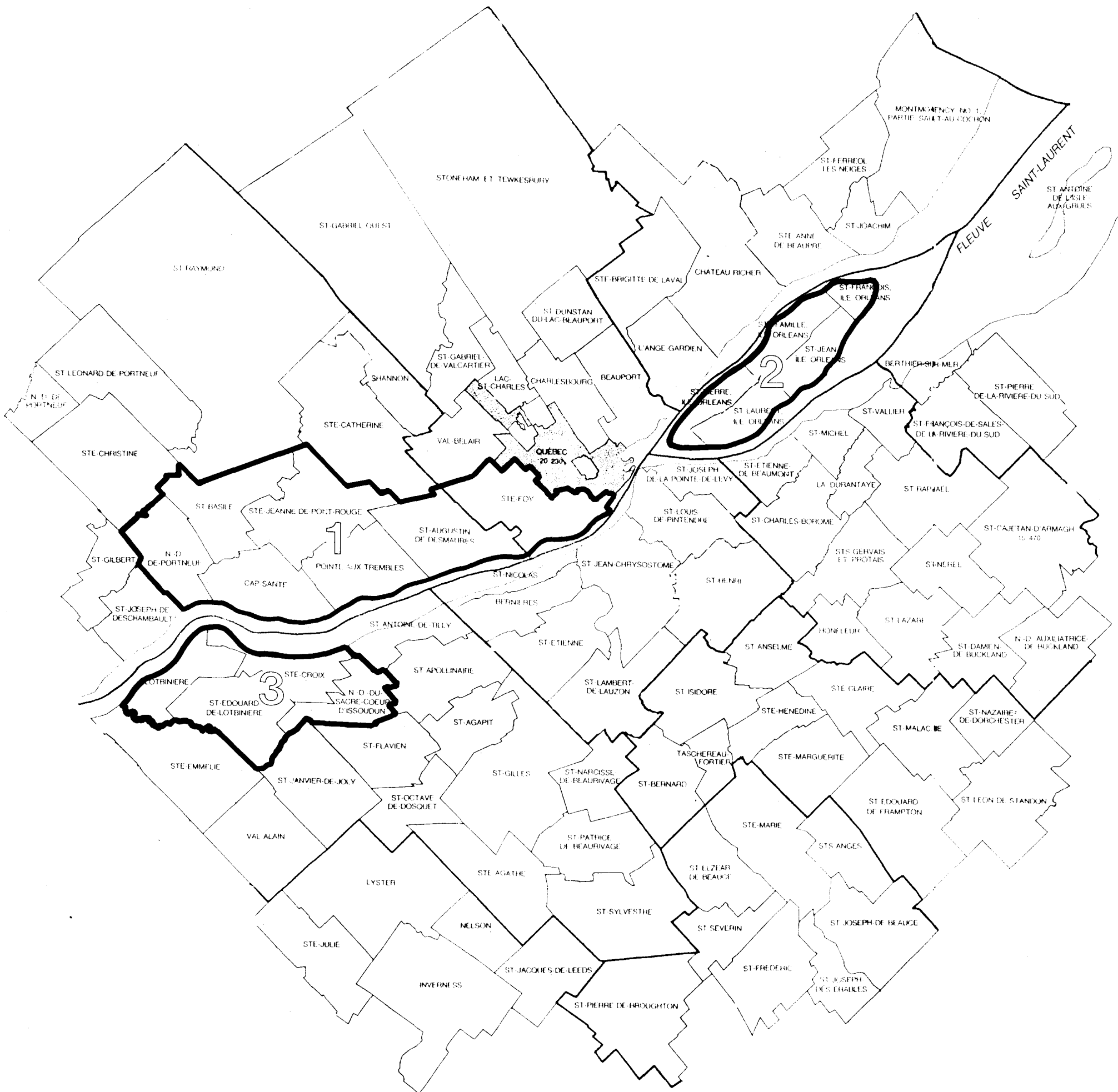
De cette analyse, trois zones ou groupes de municipalités ressortent: la zone 1 regroupe certaines municipalités de la Communauté urbaine de Québec et de la M.R.C. Portneuf, et représente une superficie disponible de 55 km². La M.R.C. île d'Orléans constitue la zone 2 et représente 46 km². La zone 3 regroupe une partie des municipalités de la M.R.C. Lotbinière et totalise 87 km². Ces zones sont illustrées à la figure 1.3.

Tableau 1.6 Bilan des superficies nettes par M.R.C. disponibles pour l'épandage des boues provenant des stations d'épuration de la Communauté urbaine de Québec

M.R.C.	SUPERFICIE NETTE DISPONIBLE (km ²)	SUPERFICIE NETTE UTILISABLE (km ²)
Bellechasse	6,24	0
Chutes-de-la-chaudière	- 11,53	0
Côte-de-Beaupré	4,07	0
CUQ	27,76	26,00
Desjardins	- 2,99	0
île d'Orléans	46,12	46,00
Jacques-Cartier	2,65	0
L'Amiante	12,22	0
L'Érable	62,78	0
Lotbinière	112,99	87,00
Montmagny	17,98	0
Nouvelle-Beauce	-129,31	0
Portneuf	38,45	29,00
Robert-Cliche	20,28	0

FIGURE : 1.3
 ZONES PRÉSENTANT
 UN POTENTIEL INTÉRESSANT
 POUR L'ÉPANDAGE
 DES BOUES RÉSIDUAIRES DE LA C.U.Q.

- 1 Communauté urbaine de Québec - Portneuf
- 2 Île d'Orléans
- 3 Lotbinière



Fond de carte: Statistiques Canada, 1981.
 Subdivision de recensement unifiée

1.2 Évaluation des quantités de boues requises par les cultures

A la section précédente, nous avons procédé à une analyse destinée à évaluer la superficie des terres potentiellement disponibles pour la valorisation dans un rayon de 60 km de l'agglomération de Québec. L'exercice s'est soldée par la délimitation de trois zones regroupant la majorité des superficies disponibles. C'est à partir de ces zones que sera évaluée la quantité de boues pouvant être valorisées en considérant les doses d'épandage permises par type de culture, l'approvisionnement de boues et la période d'épandage.

1.2.1 Les superficies potentiellement disponibles

La superficie agricole potentiellement disponible dans un rayon de 60 km est d'environ 207 km². La majorité de ces terres sont regroupées dans trois zones:

Québec - Portneuf:	55 km ²
île d'Orléans	: 46 km ²
Lotbinière	: 87 km ²

1.2.2 Les doses d'épandage

Exigences des cultures et limites

Le ministère de l'Environnement du Québec propose un apport maximal de 135 kg d'azote disponible par hectare par 5 ans lors d'épandage des boues de stations d'épuration.

Cette norme devrait permettre d'assurer une certaine limitation sur la quantité de phosphore et de métaux lourds apportés aux sols.

Cette limite s'avère inférieure aux besoins de la plupart des cultures, tels que présentés dans le Guide de fertilisation (Ass. Fab. Eng. Chimiques du Québec, 1987).

Les exigences en azote des cultures présentes dans les zones d'épandage sont les suivantes (l'azote étant choisi comme dose de base):

Avoine	:	40 kg N/ha/an
Orge	:	70 kg N/ha/an
Blé de printemps:		100 kg N/ha/an
Seigle	:	75 kg N/ha/an
Sarrasin	:	40 kg N/ha/an
Pâturages	:	légumineuses-prairies: 30-75 kg/ha/an
		graminées-prairies : 75-110 kg/ha/an (une valeur moyenne de 75 kg/ha/an de N a été choisie)
Maïs-ensilage	:	180 kg N/ha/an

Étant donné qu'il s'agit d'une étude de faisabilité, plusieurs limitations associées aux types de sol (texture, profondeur, hauteur de nappe, contenu de P disponible) et aux autres éléments présents dans les boues n'ont pas été considérées.

Les doses d'épandage des boues sont déterminées selon les besoins de la plante en azote. Par contre, la quantité de phosphore ajoutée pourrait être excessive par rapport aux besoins des plantes et entraîner une diminution du rendement des récoltes ou poser un problème de pollution de l'eau. Dans ces circonstances, la concordance entre l'apport en phosphore et le besoin des plantes devra être vérifié avant l'épandage. De même, l'ajout des métaux lourds devra être maintenu en deçà des normes.

On assume également que les producteurs accepteront de recevoir des boues en quantité telles qu'elles apporteront une forte proportion de l'azote requis pour leurs cultures. Le mode d'épandage choisi est l'injection; la perte d'azote ammoniacal lors de l'épandage est jugée négligeable.

Bien que les besoins de fertilisation des cultures soient constants, l'application de doses de boues à tous les ans n'est pas réaliste en raison du risque de compaction des sols, des coûts élevés de l'opération et de l'absence de tradition d'épandage des boues. En conséquence, les programmes d'épandage devraient tenir compte de ces facteurs.

Enfin, l'addition de $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ de boues liquides injectées (4 ou 5% de matière sèche - environ 100 t de boues) sera l'application maximale considérée pour des raisons de saturation du sol (MENVIQ, 1986).

Formes d'azote présentes et équations régissant sa disponibilité

Comme la composition des boues n'est pas connue, des valeurs théoriques ont été fournies par le ministère de l'Environnement pour effectuer les calculs. Les doses proposées pourront fort probablement être réajustées à la hausse compte tenu des taux de volatilisation de l'azote entre la sortie de l'usine et le moment de l'injection dans le sol.

Les valeurs suivantes sont utilisées:

N total	:	3,6% sur base de matière sèche
NH ₄ (azote ammoniacal)	:	1,0% sur base de matière sèche
NO ₃ + NO ₂ (nitrites - nitrates)	:	0,2% sur base de matière sèche
Matière sèche	:	4 et 5%

Azote total (N_t) contenu dans les boues:

N_t : 3,6%, équivalent à 36 kg/tonne métrique

Azote disponible (N_d):

N_d : N_i (azote inorganique) + 0,40 N_o (azote organique)

N_d : $NH_4 + (NO_3 + NO_2) + 0,40 (N_t - (NH_4 + NO_3 + NO_2))$

Azote résiduel (N_r):

- 20% N organique: première année
- 5% N organique: deuxième année
- 3% N organique: troisième année

L'azote résiduel sera considéré dans les calculs des doses à apporter seulement lorsque les boues seront appliquées deux années consécutives.

Détermination de la dose d'épandage

Les cultures ont été regroupées en fonction de leurs besoins relatifs en azote de telle sorte que la dose de 135 kg N par hectare sur une période de 5 ans soit respectée. Les calculs détaillés pour chaque type de culture sont présentés à l'annexe 3 et les résultats résumés au tableau 1.7.

Pour les fins d'évaluation des superficies requises pour l'épandage, nous avons réparti (moyenne mathématique) les doses sur une base annuelle pour chaque type de culture considéré (tableau 1.8).

1.2.3 Détermination des volumes de boues à épandre

L'évaluation des volumes de boues à épandre annuellement dans chacune des zones a été effectuée en fonction des grands types de cultures et des doses recommandées au tableau 1.8.

Ces volumes sont montrés au tableau 1.9 pour des boues liquides à 4 et 5% de siccité.

1.2.4 Période d'épandage

Compte tenu de la technologie d'épandage utilisée et des contraintes de gestion des exploitations agricoles, l'application des boues pourra se faire en début de saison de végétation, à l'époque du semis pour les cultures annuelles, c'est-à-dire entre le 27 avril et le 15 mai, dépendamment des types de sol et des conditions climatiques. Dans le cas des prairies, si des produc-

Tableau 1.7 Doses d'épandage des boues liquides (4 et 5%) selon les besoins des cultures sur une période de 5 ans en tonne par hectare.

ANNÉES CULTURES	1		2		3		4		5
	4%	5%	4%	5%	4%	5%	4%	5%	
Avoine Sarrasin	46,3	37,0	36	28,8	35,8	28,6	6,0*	4,8*	0
Orge Seigle Prairies-pâturages Blé de printemps	81,0	64,8	0	0	75,0	60,2	0	0	0
Maïs-ensilage	52,1	41,7	0	0	52,1	41,7	40,5	32,4	0

*: Quantité à être répartie aux années 2 et 3

Tableau 1.8 Doses d'épandage annuelles moyennes estimées des boues liquides selon les besoins des cultures

CULTURES	DOSES ANNUELLES DE BOUES LIQUIDES (t/ha)	
	DIGÉRÉES 4% M.S.	VERTES ÉPAISSIES 5% M.S.
Sarrasin, avoine	24,8	19,9
Seigle, orge Prairies-pâturages Blé de printemps	31,3	25,0
Maïs-ensilage	29,0	23,2

Tableau 1.9 Volume annuel de boues liquides à épandre sur les superficies disponibles

ZONES	BOUES LIQUIDES DIGÉRÉES 4% M.S. m3	BOUES LIQUIDES VERTES ÉPAISSIES 5% M.S. m3
	Québec - Portneuf	171 000	136 500
île d'Orléans	138 500	111 000
Lotbinière	269 500	215 000

teurs acceptaient de faire une seule coupe de foin, des applications seraient possibles entre la fin juin et le 15 juillet. Des applications seraient également possibles sur les céréales de printemps, dans la seconde moitié d'août, immédiatement après la récolte. Les applications automnales sur le maïs (en octobre) seront assujetties aux conditions climatiques.

Compte tenu de la disponibilité des cultures et des pâturages dans la zone d'étude et de la nécessité d'effectuer les opérations d'épandage sur une base continue durant la saison de croissance, nous retenons une période globale d'application des boues d'environ 140 jours s'étendant du début mai à la mi-septembre (tableau 1.10).

De cette période, il faut retrancher les jours où les champs ne seront pas accessibles en raison de l'humidité excessive des sols. Bien entendu, l'humidité des sols varie considérablement au cours de la saison et selon les types de sols. Pour obtenir une approximation, nous posons l'hypothèse que le taux d'humidité varie uniquement en fonction des précipitations. Les résultats devront donc être interprétés avec prudence.

Le nombre de jours de pluie a été estimé à partir des précipitations moyennes quotidiennes observées lors des dix dernières années pour deux stations météorologiques (Honfleur sur la rive sud et Duchesnay sur la rive nord). Les précipitations quotidiennes ont été regroupées en trois classes et une restriction à l'épandage a été établie de la façon suivante:

- . une précipitation de 10 à 20 mm empêche l'épandage pendant une journée;
- . une précipitation de 20 à 30 mm empêche l'épandage pendant deux jours;
- . une précipitation de plus de 30 mm empêche l'épandage pendant trois jours;

Ainsi, 29 jours sont jugés non propices à l'épandage des boues. A l'intérieur de la période de 140 jours, il reste donc 111 jours où l'épandage pourra être effectué.

Tableau 1.10 Période d'application théorique des boues dans la zone d'étude

CULTURES	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPT.	OCT.
Avoine							
Orge							
Blé de printemps	27 avril →	15 mai				28 août →	
Maïs-ensilage	27 avril →	10 mai					
Prairies			24 juin →	15 juillet (1ère coupe)		1er au 15 août (2ième coupe)	
Pâturage	← Après la période de paisance →						

1.3 Techniques et procédés de valorisation de boues liquides

Les boues liquides (jusqu'à 10%) peuvent être appliquées sur les terres agricoles par injection directe dans le sol ou épandues en surface. Les boues appliquées en surface doivent être enfouies dans le sol, dans les 48 heures suivant l'épandage afin de minimiser la dissémination des pathogènes, la prolifération d'odeurs, le ruissellement et la volatilisation de l'azote ammoniacal (EPA, 1978). De plus en plus, l'utilisation d'un équipement spécialisé est recommandé pour l'épandage des boues. Ces épandeurs sont munis de larges pneus à basse pression qui réduisent au maximum la compaction du sol en surface. Les caractéristiques techniques des types d'épandeurs sont présentées à l'annexe 4.

La suite de cette section traite des techniques et procédés les plus déterminants dans l'application des boues liquides: les traitements préalables à l'application, le transport et l'épandage.

1.3.1 Les traitements préalables à l'application des boues

Ces traitements réfèrent à la manutention des boues à la station d'épuration. L'objectif principal est de rendre les boues aptes à la valorisation.

Une forme de stabilisation quelconque est nécessaire. Celle-ci doit éliminer le plus grand nombre possible de pathogènes et rendre la boue inodore. Les formes de stabilisation envisagées aux stations d'épuration de la Communauté urbaine de Québec, et compatibles avec un épandage liquide, sont la digestion anaérobie et la stabilisation par la chaux. C'est le chaulage qui offre la meilleure performance en termes de réduction des pathogènes. Par contre, les odeurs et la putréfaction au champ seraient mieux atténuées avec des boues digérées anaérobiquement. L'addition de chaux au produit à épandre constitue un amendement qu'il faut considérer dans la valorisation agricole. En plus, de modifier le pH du sol, la chaux augmenterait le taux de minéralisation annuel de l'azote organique contenue dans la boue (Michigan Waste Management Division, 1987).

Les procédés d'épaississement réduisent le volume des boues à transporter aux champs. L'épaississement précède immédiatement la stabilisation dans la chaîne de traitement des boues. La technique employée a peu d'effet sur la qualité de la boue, sauf si des produits chimiques sont utilisés. La boue épaissie contient, dans les scénarios envisagés par la Communauté urbaine de Québec, entre 4 et 5% de matières solides. Les boues vertes sont épaissies à 5% avant le chaulage. Les boues digérées sont épaissies à 4% avant la digestion.

1.3.2 Le transport et l'entreposage des boues

Si les boues liquides ne peuvent être appliquées sur les terres agricoles immédiatement adjacentes aux stations d'épuration, elles doivent être transportées sur d'autres sites. Les principales méthodes de transport sont le camion et le pipeline. De ces deux possibilités, le transport par camion offre la plus grande flexibilité et la seule alternative valable en regard de la répartition des terres disponibles dans la région d'étude.

Afin de minimiser les dangers de renversements accidentels, de dissémination dans l'air de pathogènes et d'odeurs, seuls les camions-citernes sont recommandés. Les boues stabilisées peuvent être transférées des épaisseurs ou des digesteurs aux camions-citernes et des camions-citernes à d'autres équipements (réservoir, camion d'épandage) par l'intermédiaire de conduits et de pompes. Les camions-citernes ont des volumes variant habituellement de 5 à 27 m³. Des capacités aussi grandes que 45 m³ sont aussi possibles. Le volume de référence recommandé dans les scénarios d'épandage pour la Communauté urbaine de Québec est de 27 m³.

L'entreposage temporaire des boues peut être envisagé dans certaines circonstances afin de faciliter la gestion de grands volumes d'épandage ou lorsque la valorisation agricole constitue la seule alternative de disposition des boues. Celles-ci doivent alors être entreposées durant la période de l'année où on ne peut les épandre sur le sol; c'est le cas notamment à Halton, Ontario. L'étude de la quantité de boues produites et des volumes pouvant être valorisés a permis d'établir que l'entreposage saisonnier des boues n'était pas requis dans le cas de la Communauté urbaine de Québec.

Les boues seront donc soutirées à un point propice du procédé de traitement et pompées dans un camion-citerne.

Les boues seront acheminées au site d'épandage et transférées dans un bac mobile, de même volume que le camion-citerne, disposé en bordure des champs. Les camions-épandeurs viennent prendre les boues dans ces bacs.

1.3.3 La méthode d'épandage des boues

Les tableaux 1.11 et 1.12 décrivent les méthodes d'épandage couramment utilisées.

Le choix d'une méthode d'épandage s'est arrêté sur un équipement spécialisé pouvant incorporer la boue directement dans le sol. L'épandeur est muni de couteaux qui libèrent la quantité désirée de boues dans une tranchée profonde de 25 à 40 cm, se refermant immédiatement. L'avantage principal de cette méthode est le mélange rapide et uniforme de la boue et du sol. Les problèmes d'odeurs et de prolifération de pathogènes en surface sont pratiquement éliminés. Pour réduire les risques de ruissellement, il est préférable que les tranchées soient effectuées perpendiculairement à la pente. La volatilisation de l'azote ammoniacal est réduite au maximum. Le principal inconvénient de cette méthode est sa restriction à la période de pré-semis sur les surfaces vouées à la culture céréalière, bien qu'il soit possible d'injecter la boue sur des cultures en rang au début de leur croissance.

1.4 Options d'épandage des boues liquides

Des discussions avec la Communauté urbaine de Québec ont permis d'identifier des options de valorisation des boues liquides (4 et 5%) adaptées. Les équipements et procédés retenus sont décrits dans les sections qui suivent. Les techniques sont fonction des quantités de boues disponibles aux stations d'épuration, des quantités requises par les cultures dans les zones d'épandage, des distances à parcourir, du nombre de jours disponibles et de la participation des agriculteurs.

Tableau 1.11 Méthodes et équipements pour l'application en surface des boues liquides

MÉTHODE	CARACTÉRISTIQUES	REMARQUES
Tourniquet automatique	Équipement spécialisé disponible (buses et boyaux), épandage très uniforme	Utilisé sur les terrains peu accessibles, sur les sols sujets à la compaction; lors de la saison de croissance pour certaines cultures; nuisances causées par les aérosols (pathogènes, odeurs); perte en N inorganique peut être importante; incorporation immédiate préférable
Camion-citerne	Capacité de 2,5 m ³ à la capacité maximale permise sur route; équipements spécialisés nombreux; épandage non uniforme si effectué avec un appareil non spécialisé	Certaines contraintes d'utilisation dues aux sols; habituellement non utilisé lors de la période de croissance des cultures; incorporation immédiate préférable
Tracteur de ferme et citerne mobile	Capacité en général d'environ 13,5 m ³ ; épandage non uniforme	Idem

Tableau 1.12 Méthodes et équipements pour l'application des boues liquides par injection

MÉTHODE	CARACTÉRISTIQUES	REMARQUES
Appareil à injection monté sur tracteur de ferme et relié à une citerne	Épandage non uniforme	Contraintes topographiques, compaction; occasionne peu de pertes en N inorganique
Camion-citerne muni d'injecteurs	Capacité maximale d'environ 13,5 m ³ ; système peu flexible; épandage non uniforme	Idem
Camion-citerne à injection (matériel spécialisé) type Terra-Gator	Capacité maximale d'environ 13,5 m ³ ; peut aussi être utilisé pour l'épandage en surface; épandage uniforme	Idem; les modèles munis de pneus à basse pression réduisent la compaction du sol

1.4.1 Quantité de boues disponibles aux stations

Les quantités de boues disponibles aux stations ont été fournies par la Communauté urbaine de Québec. Les quantités qui seront utilisées dans les différentes options sont définies au tableau 1.13.

1.4.2 Quantité de boues requises en fonction d'un taux de participation des producteurs agricoles

Les quantités de boues applicables sur les cultures pour chacune des zones d'épandage, tel que montré au tableau 1.9, supposent un taux d'utilisation de 100% des surfaces disponibles.

Au Québec, il n'existe pas de tradition d'épandage de boues provenant de stations d'épuration des eaux, et il est peu probable que ces quantités puissent être épandues en totalité. L'expérience européenne et nord-américaine montre un taux d'utilisation des terres disponibles variant entre 5 et 40% (Minnini et Santori, 1986; Saint-Yves, 1987). Un taux de 10% sera considéré dans cette étude. Ce taux tient compte du fait que les fumiers sont épandus selon la dose montrée au tableau 1.3. Les quantités de boues admissibles dans chacune des régions sont donc diminuées de 90% et c'est à partir de ces nouvelles quantités (tableau 1.14) que sont déterminées les variables techniques des options de valorisation.

Tableau 1.14 Volume annuel de boues à épandre (m³) en fonction d'un taux d'utilisation des terres disponibles estimé à 10%

ZONE	4% M.S. m ³	5% M.S. m ³
Québec - Portneuf	17 100	13 650
île d'Orléans	13 850	11 100
Lotbinière	26 950	21 500

Tableau 1.13 Quantités et volumes de boues liquides disponibles pour la valorisation aux stations de traitement des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec

QUANTITÉ TOTALE ESTIMÉE STATIONS EST ET OUEST t/d M.S.	BOUES VERTES		BOUES DIGÉRÉES	
	STATIONS EST ET OUEST 5% M.S. (MOYENNE)	STATIONS EST ET OUEST 4% M.S. (MOYENNE)	STATIONS EST ET OUEST 4% M.S. (MOYENNE)	STATIONS OUEST 4% M.S. (MOYENNE)
29,6(1)	43,9 t/d M.S.(4)	31,3 t/d M.S.(5)	14,0 t/d M.S.(6)	
43,9(2)	ou 878 m3/d	ou 782 m3/d	ou 350 m3/d	
55,0(3)				

- (1): Quantité totale minimum à 6% de M.S.
- (2): Quantité totale moyenne à 5% de M.S.
- (3): Quantité totale maximum à 4% de M.S.
- (4): Quantité des stations est et ouest soutirée à la station est
- (5): Quantité des stations est et ouest soutirée après digestion
- (6): Quantité de la station ouest soutirée après digestion

Source: Communauté urbaine de Québec (1987)

1.4.3 Nombre de jours ouvrables durant la période d'épandage

La cédule normale de travail pour le transport et l'épandage des boues est de 6 jours/semaine, 8 à 10 heures/jour. Des 111 jours d'épandage disponibles entre la fin avril et la mi-septembre, on doit soustraire les dimanches et les jours de fête, soit 26 jours. Un maximum de 85 jours est retenu comme période effective de travail.

1.4.4 Formulation des options d'épandage des boues liquides

De façon générale, l'entreposage des boues, qui est coûteux et ajoute beaucoup à la complexité de gestion de la valorisation, peut être éliminé en soutirant les boues au fur et à mesure de leur disponibilité quotidienne aux stations d'épuration.

Les différentes variables de calcul pour les solutions énumérées ci-après apparaissent au tableau 1.15. Elles sont principalement le nombre de transbordements pour amener les boues sur les lieux d'épandage, les distances parcourues, le nombre de cycles d'épandage nécessaires en fonction du véhicule choisi, les superficies agricoles disponibles utilisées (en fonction d'un taux d'utilisation de 10%).

Option 1

Épandage de boues liquides à 5% M.S. chaulées, 55 jours de soutirage.

Les boues à valoriser sont stabilisées à la chaux à la station est. Les facilités de chaulage et le réservoir de mélange sont installés à la sortie des épaisseurs.

Les boues non valorisées seront coïncinérées. Il n'y a pas de réservoir d'entreposage autre que celui du réservoir de mélange permettant un temps de rétention de deux heures au minimum à la sortie des épaisseurs.

Tableau 1.15 Variables relatives aux solutions d'épandage des boues liquides (4 et 5%)

OPTION	VOLUME DE BOUES	TRANSPORT		ÉPANDAGE		SUPERFICIE	
		Numéros	m ³	Nombre chargement @ 27m ³ /chargement (B)	Kilomètres parcourus	Nombre de chargement @ 7,6 m ³ /chargement	Heures d'opération @ 13 min./cycle (C)	Utilisée (ha)	Pourcentage en fon- ction du total disponible
1	56 650 (A)	2 147	232 500	7 454	1 615	1 880	100
2	66 470	2 526	243 850	8 747	1 900	2 200	- (D)
3	29 750	1 120	88 930	3 915	850	898	- (E)
4	45 500	1 710	160 000	5 997	1 300	1 420	80 (E)

(A): Inclus 8 360 m³ de chaux

(B): Le nombre de chargements tient compte d'une réduction de volume transbordé par les camions-citernes lors de la période du dégel printanier

(C): Un cycle de 13 minutes par camion-épandeur comprend 4 minutes pour la prise des boues, 2 minutes pour le transport au site d'épandage, 5 minutes d'épandage et 2 minutes pour le retour. Ce temps est applicable à un appareil de type Terra-Gator (Ag-Chem) numéro 1664, circulant à une vitesse de 9,6 km/heure au moment de l'injection de la boue dans le sol

(D): La superficie utilisée requiert un taux de disponibilité du sol supérieur à celui considéré comme probable

(E): Les superficies disponibles sur l'île d'Orléans ne sont pas utilisés. Pour la solution 3, seule une partie des superficies disponibles dans la région de Lotbinière sont utilisées

Option 2

Épandage de boues liquides digérées à 4%, 85 jours de soutirage.

Toutes les boues sont stabilisées par digestion anaérobie sur un site désigné à Saint-Augustin et, en dehors de la période d'épandage, les boues sont déshydratées et enfouies*. On ne considère pas d'entreposage autre que dans le(s) digesteur(s) (10 heures de soutirage en moyenne - vs - 24 heures de production).

Option 3

Épandage de boues liquides à 4%, 85 jours de soutirage.

Les eaux usées sont traitées sur deux chaînes de traitement distinctes. Les boues récupérées à la station est sont coïncinérées et les cendres enfouies. Les boues reçues de la station ouest sont stabilisées par digestion anaérobie sur un site désigné à Saint-Augustin. Lors de la période d'épandage, les boues sont soutirées quotidiennement du digesteur et valorisées. Les boues de la station ouest non valorisées sont déshydratées et enfouies.

Option 4

Épandage de boues liquides à 4%, 130 jours de soutirage.

Le procédé est identique à la solution 3, sauf pour l'ajout d'un réservoir permettant d'accumuler jusqu'à 45 jours de production de boues en dehors de la période d'épandage. Cette quantité additionnelle de boues est appliquée lors de la période d'épandage habituelle (évaluée à 85 jours au maximum).

* : La disponibilité d'un site d'enfouissement n'a pas été considéré dans cette étude.

2. VALORISATION DES BOUES DÉSHYDRATÉES

La valorisation des boues déshydratées s'effectuerait sur les superficies agricoles identifiées au chapitre précédent. Le lecteur doit référer à ce chapitre pour connaître les zones disponibles et la période d'épandage.

Les quantités de boues requises sur les cultures et champs disponibles diffèrent cependant des valeurs estimées pour les boues liquides à cause du degré de siccité différent des boues déshydratées (25% de matière sèche) et d'une perte d'azote encourue lors de la déshydratation. Ainsi, dans le calcul des doses à épandre sur les cultures, la concentration d'azote ammoniacal et d'azote présent sous forme de nitrites-nitrates ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2$) a été réduite de 50%. Cette réduction d'azote disponible dans la boue a pour effet d'augmenter substantiellement la dose d'épandage (base sèche) requise sur les divers types de cultures. Le volume épandu est cependant beaucoup moindre que celui des boues liquides à cause du taux élevé de déshydratation.

Les volumes annuels de boues à épandre sur les superficies agricoles disponibles dans chacune des trois régions désignées sont montrés au tableau 2.1

Tableau 2.1 Volume annuel de boue déshydratée (25%) à épandre sur les superficies disponibles des zones d'épandage¹

ZONE	BOUES DÉSHYDRATÉES 25% M.S. m ³
Québec - Portneuf	3 895
île d'Orléans	3 085
Lotbinière	6 157

1: Volume basé sur un taux d'utilisation des superficies disponibles de 10%

2.1 Techniques et procédés de valorisation des boues déshydratées

Les boues déshydratées (25%) doivent obligatoirement être appliquées en surface. Tout comme les boues liquides appliquées dans les mêmes conditions, ces boues devront être enfouies dans le sol dans les 48 heures suivant l'épandage afin de minimiser les risques environnementaux et de préserver le contenu en azote (Environnement Canada, 1985). Les boues déshydratées seront appliquées beaucoup plus uniformément à la surface du sol si on utilise un équipement spécialisé; l'uniformité d'application assure une croissance égale des végétaux. Le camion-épandeur considéré dans cette étude est muni de larges pneus à basse pression, ce qui réduit de beaucoup la compaction du sol.

2.1.1 Les traitements préalables à l'application des boues

Les modes de traitements possibles sont identiques à ceux mentionnés pour les boues liquides. Les boues déshydratées peuvent avoir été stabilisées par la chaux (phase liquide) ou par digestion anaérobie.

2.1.2 Le transport et l'entreposage des boues

Le transport des boues déshydratées sur de longues distances peut s'effectuer par camion à benne ouverte. La quantité transportée doit cependant être beaucoup moindre que la quantité autorisée pour des produits secs à cause de la consistance semi-solide, donc très instable, des boues à 25% de siccité. Dans les options de valorisation étudiées à la section 2.2, on recommande le transport de 15 m³ de boues déshydratées dans des camions à capacité de 27 m³.

L'entreposage saisonnier des boues déshydratées n'est pas nécessaire à cause des quantités admissibles de boues à valoriser qui peuvent être épandues en totalité à l'intérieur de la période prévue de 85 jours.

Sur les sites d'épandage, les boues sont déposées sur le sol et reprises à l'aide d'un chargeur pour être mises dans le camion-épandeur.

2.1.3 La méthode d'épandage des boues

Comme pour les boues liquides, on recommande l'utilisation d'un équipement spécialisé. Ces épandeurs sont pour la plupart fiables et auraient le très grand avantage d'appliquer la boue de façon uniforme sur toute la surface traitée. Leurs pneus ballons diminuent les risques de compaction du sol et d'endommagement de sa structure. On recommande fortement d'incorporer le plus tôt possible la boue dans le sol afin d'empêcher les pertes d'azote et de diminuer les risques de contamination environnementaux. Dans les options proposées ci-après, l'incorporation de la boue au sol est une activité à la charge de l'agriculteur.

2.2 Les options d'épandage des boues déshydratées

Les options identifiées en accord avec la Communauté urbaine de Québec sont conséquentes des quantités de boues disponibles aux stations d'épuration, des quantités requises par les cultures jugées disponibles dans les régions d'épandage désignées, du nombre de jours d'épandage et du taux d'utilisation des superficies disponibles.

On consultera les sections 1.4.2 et 1.4.3 pour le taux d'utilisation des superficies et la période d'épandage qui sont identiques à celle des boues liquides.

2.2.1 Quantité de boues disponibles aux stations

Ces quantités ont été fournies par la Communauté urbaine de Québec. Elles sont inscrites au tableau 2.2.

Tableau 2.2 Quantités et volumes de boues déshydratées disponibles pour la valorisation aux stations de traitement des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec

BOUES VERTES DÉSHYDRATÉES QUANTITÉ TOTALE ESTIMÉE Stations est et ouest t/d M.S.	BOUES DIGÉRÉES DÉSHYDRATÉES QUANTITÉ DISPONIBLE Stations est et ouest 25% M.S. (après digestion)
29,6 (A)	31,3 t/d M.S. (D)
43,9 (B)	ou 125,2 m ³ /d
50,9 (C)	

(A): Quantité minimum à 30% de M.S.

(B): Quantité moyenne à 25% de M.S.

(C): Quantité maximum à 22% de M.S.

(D): Quantité moyenne disponible des stations est et ouest prises ensembles

Source: Communauté urbaine de Québec (1987)

2.2.2 Formulation des options d'épandage des boues déshydratées

Option 5

Épandage de boues déshydratées (25%), chaulées, soutirage sur 76 jours.

Les boues à valoriser sont stabilisées à la chaux au site de l'incinérateur de la Communauté urbaine de Québec. Des installations de coïncinération serviront en dehors de la période d'épandage. Il n'y a pas de réservoir tampon autre que celui déjà prévu pour la coïncinération.

Option 6

Épandage de boues digérées déshydratées (25%), soutirage sur 85 jours.

Les boues à valoriser sont stabilisées par digestion anaérobie sur un site localisé à Saint-Augustin. En dehors de la période de valorisation, les boues déshydratées sont enfouies.

On consultera le tableau 2.3 pour certaines variables relatives à la technique de valorisation des boues pour les deux options.

Tableau 2.3 Variables relatives aux solutions d'épandage des boues déshydratées (25%)

OPTION	VOLUME DE BOUES	TRANSPORT		ÉPANDAGE		SUPERFICIE (ha)	
Numéros	m ³	Nombre chargement @ 15 m ³ /chargement	Kilomètres parcourus	Nombre de chargement @ 7,6 m ³ /chargement	Heures d'opération @ 15 min./cycle (B)	Utilisée	Pourcentage en fonction du total disponible
5	14 288 (A)	953	99 980	1 884	470	1 880	100
6	10 642	710	65 000	1 400	350	1 530	80 (C)

(A): Inclus 1 100 m³ de chaux

(B): Un cycle de 15 minutes par camion-épandeur comprend 6 minutes pour la prise des boues, 2 minutes pour le transport au site d'épandage, 5 minutes d'épandage et 2 minutes pour le retour. Ce temps est applicable à un appareil de type Terra-Gator ou équivalent, numéro 1664 ou 2004

(C): Une portion des superficies disponibles dans la zone de Lotbinière n'est pas utilisée.

3. COMPOST

3.1 Évaluation du marché potentiel

Cette section présente un survol du marché potentiel pour le compost de boues provenant de stations d'épuration des eaux usées. L'objectif est de dégager les opportunités et les contraintes de la mise en marché de ce produit et d'établir de façon préliminaire la taille du marché dans la région de Québec.

3.1.1 Caractéristiques du produit et possibilités d'utilisation

3.1.1.1 Caractéristiques du produit

Un survol des documents disponibles relatifs au compost de boues d'épuration permet de dégager les éléments suivants:

- . La composition d'un compost obtenu à partir de boues est semblable à celle de composts obtenus d'autres sources (fumiers divers, résidus urbains). Le tableau 3.1 présente quelques exemples en ce sens.
- . La composition du compost varie en fonction de la qualité des eaux usées reçues à la station d'épuration. Par exemple, à Plattsburgh, les eaux usées contiennent beaucoup de composés sulfurés, ce qui entraîne des problèmes d'exploitation à l'usine de compostage (odeurs).
- . Les principaux avantages du compost sont reliés à sa capacité d'amender les sols par un apport de matière organique, ce qui augmente la capacité de rétention d'eau dans les sols sablonneux et améliore la structure des sols argileux.

Tableau 3.1. Caractéristiques de composts divers

PARAMETRES	COMPOST A BASE DE FUMIERS VENDUS AU QUÉBEC (1)	COMPOST URBAIN (2)	COMPOSTS DE BOUES				
			TYPIQUE (TRIGA) (3)	PLATTSBURGH (4)	WINDSOR (5)	MORRIS, ALABAMA (6)	TYPIQUE (TAULMAN- WEISS) (7)
Humidité (%)	48	40,1	45-50	48,2	34,3	52,6 - 56,2	40-50
Densité	N/D	N/D	0,6	N/D	N/D	900 - 1050 kg/m ³	525 - 625 kg/m ³
pH	7,0	6,9	6,5 - 7	6,9	N/D	7,1 - 7,3	5,5 - 6,5
Rétention en eau	N/D	N/D	300 g/100 g de produit sec	N/D	N/D	N/D	50 - 70%
Matière organique (%)	47	48, 49	38 - 43	43,4	N/D	11,6	N/D
Carbone (%)	27	26,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Azote total (%)	1,43	0,996	0,7 - 0,9	1,66	1,6	0,71 - 1,81	1 - 1,7
Rapport C/N	20	26,4	20 - 25	N/D	N/D	N/D	N/D
P ₂ O ₅ (%)	0,67	0,668	0,5 - 0,6	1,11	1,9	0,01 - 0,06	0,8 - 3,3
K ₂ O (%)	1,38	0,74	0,08	0,059	0,1	0,079 - 0,176	0,1 - 0,4
CaO (%)	4,54	6,075	1,5 - 2	0,34	N/D	4,56 - 10,66 ppm	N/D
MgO (%)	0,78	9,667	N/D	0,05	N/D	N/D	N/D
<u>En mg/kg (ou ppm)</u>							
Cadmium (Cd)	N/D	4,3	Présence	Concentrations	8,2*	10 - 14,7	N/D
Molybdène (Mb)	N/D	N/D	d'oligo-	très	10,5	N/D	N/D
Chrome (Cr)	N/D	72,2	éléments	faibles;	390*	50 - 67,7	N/D
Cobalt (Co)	N/D	N/D		inférieures	4,4	10 - 27,1	N/D
Cuivre (Cu)	N/D	445,4		aux	400*	239,1 - 320	N/D
Arsenic (As)	N/D	N/D		normes	8,6	N/D	N/D
Nickel (Ni)	N/D	58,6		américaines	202*	40 - 56,4	N/D
Bore (B)	N/D	12,4			N/D	N/D	N/D
Plomb (Pb)	N/D	393,5			309*	280 - 304,6	N/D
Manganèse (Mn)	N/D	722,3			N/D	960 - 1128,2	N/D
Zinc (Zc)	N/D	1167,9			1390*	247-852,9	N/D
Aluminium (Al)	N/D	10425,5			N/D	N/D	N/D
Fer (Fe)	N/D	10772,1			72900	17148 - 24310	N/D
Mercure (Hg)	N/D	4			2,3	1 - 1,6	N/D
Qualité bactériologique	N/D	N/D	Absence de salmonelles	N/D	N/D	Coliformes totaux 50 - 100 000 colonies/g	Destruction de pathogènes

N/D: Non disponible

(1): Choinière et Gangbazo, 1982

(2): Cannest - Compost Information, no 13, troisième trimestre, 1983

(3): Hubert, G. (procédé TRIGA)

(4): Ville de Plattsburg (5): Ville de Windsor (compost tamisé)

(6): Joffe, D.J., 1984

(7): Taulman-Weiss - North American Soils Quality Compost Products, 1983

* : Directives provinciales (Ontario)

Cadmium 10,0 mg/kg
 Chrome 1 000 mg/kg
 Cuivre 750 mg/kg
 Nickel 160 mg/kg
 Zinc 1 650 mg/kg
 Mercure 4 mg/kg

- . Le principal inconvénient est que les boues sont des résidus provenant d'une opération d'épuration d'eaux usées domestiques et industrielles. La crainte et les préjugés des utilisateurs vis-à-vis la présence de métaux lourds, d'organismes pathogènes ou d'odeurs diminuent au départ l'intérêt des consommateurs et l'attrait du produit.

3.1.1.2 Possibilités d'utilisation du compost

Les principaux débouchés identifiés pour le compost de boues sont:

- . l'horticulture;
- . le paysagisme;
- . la revalorisation de terrains miniers ou autres terrains dégradés;
- . l'agriculture;
- . l'aménagement et l'entretien de terrains de golf;
- . l'aménagement et l'entretien des terrains urbains (exemples: terrains publics tels que parcs, espaces verts, bordures de rues, abords de route, cimetières, etc.).

Plusieurs villes américaines produisent du compost à partir de boues de stations d'épuration. Des produits tels le "Earth Life" (Philadelphie), le "Com Pro" (Jackson, Mississippi), le "Garden Care" (North American Soils - Taulman-Weiss Composting Systems) et le "Com Til" (Colombus, Ohio) sont commercialisés aux États-Unis. Le tableau 3.2 résume quelques données à ce sujet. La commercialisation est généralement confiée à des entreprises spécialisées, mais certains organismes publics sont également en affaires (exemple: Maryland).

La recherche appliquée serait un élément essentiel au développement du marché du compost. Les exemples suivants exposent sommairement les résultats de quelques études:

Tableau 3.2. Quelques exemples de composts de boues vendus aux États-Unis

ENDROIT (SOURCE)	MARCHÉS IDENTIFIÉS	FONCTIONNEMENT: COMPOSTAGE ET MISE EN MARCHÉ	VENTE
Jackson, Mississipi (Lewis et al., 1984)	Pépinières, gazonnières, parcs, agriculteurs, renaturalisation de mines Enquête téléphonique préliminaire suivie d'une enquête détaillée (4 mois) - rayon 200 milles	Construction: ville Exploitation de l'usine de compostage et mise en marché: entrepreneur indépendant	N/D
Maryland (Goldstein, 1984)	Terrains de golf, pépinières, grandes institutions, terres publiques (renaturalisation), entrepreneurs et paysagistes Enquête détaillée et efforts de promotion/éducation Entrevues et rencontres de groupes cibles	Maryland Environmental Service (MES), une section du ministère des Richesses naturelles, a un contrat pour commercialiser le compost de plusieurs usines Publicité à la radio, contacts téléphoniques avec les entrepreneurs et paysagistes Nécessite efforts du MES pour réduire les contraintes et favoriser la commercialisation: règles de camionnage, exigences pour les distributeurs, design de l'emballage, logo, programmes publicitaires coopératifs, système de facturation et d'inventaire	"Com Pro" 35 500 m ³ en 1982 Vendu en vrac (80%) surtout Prix compétitif au fumier de vache 5,19\$/m ³ (non livré) 2 à 3,00\$/sac (18 kg)
Philadelphie (Goldstein, 1984)	Producteurs horticoles (grossistes), terrains de golf Étude de marché détaillée et tests relatifs à l'emballage	Avant, le compost grossier (Philorganic) était offert gratuitement aux résidents 9 070 à 13 600 t/an Compagnie spécialisée en marketing engagée pour introduire le produit sur le marché et le commercialiser Contrat d'achat graduel (5 ans) du compost - 1,10\$/t - intérêt malgré tout pour la ville car elle épargne les coûts d'élimination du compost (55,00\$/t)	"Earth Life" 90% à des producteurs horticoles vrac: 10,70\$/m ³
Los Angeles (Goldstein, 1984)	Pépinières au détail (90%), grandes institutions (10%)	Tout le compost produit est vendu à Kellog Supply qui l'achète à 4,40\$/t sèche et le revend ensuite Pas de publicité de masse, mais un peu de publicité conjointe avec les détaillants Important pour la mise en marché que "EPA", "FDA" et "State County Health Dept" aient une attitude positive, c'est-à-dire qu'ils doivent spécifier comment le produit doit ou ne doit pas être utilisé. Certaines agences ne donnent pas de directives, ce qui crée une ambiguïté et nuit aux ventes et au marché potentiel	2 700 - 31 745 t/an Un peu sous forme de compost pur (20%); surtout en mélange 80% Prix détail: 3,75\$/sac (23 kg)
Columbus, Ohio (Goldstein, 1984)	Terrains de golf, serristes, paysagistes et horticulteurs, cimetières	Consultant en marketing engagé Seul endroit en Ohio à produire de grandes quantités de boues compostés (acheteurs jusqu'à 160 km) Prévisions 22 900 m ³ /an Campagne publicitaire: radio et télévision (15 min.)	"Com Til" Vrac

Dans une étude récente (Hemphill et al., 1984), des boues compostées (station de Portland, Oregon) mélangées avec d'autres composés organiques et inorganiques ont été utilisées dans des essais de croissance de différentes cultures annuelles (chou, pensée, gueule-de-loup). L'augmentation de la proportion de compost de 25 à 50% dans les mélanges s'est généralement traduite par une croissance accrue des cultures. Les récoltes obtenues étaient en général meilleures avec les mélanges contenant du compost de boues qu'avec des mélanges de terreaux disponibles sur le marché. De plus, aucun symptôme de toxicité par les métaux lourds n'a été observé.

Dans une autre étude semblable (Ticknor et al., 1985), la croissance de rhododendrons ("Vulcan") dans des mélanges comprenant de 25 à 50% de boues compostées a également donné des résultats satisfaisants. La croissance dans un mélange à 50% de compost de boues a été égale ou même meilleure que celle obtenue avec des mélanges sans compost de boues, notamment les mélanges à base de mousse de tourbe ou d'écorces.

Dans une recherche sur la restauration de mines de surface (Joffe, 1984), il est apparu clairement que le compost de boues peut être utilisé avec succès pour promouvoir la revégétation de terrains très pauvres tels les haldes de résidus. De plus, le compost de boues peut être incorporé directement aux résidus miniers, évitant ainsi l'épandage de terre végétale.

L'utilisation d'un compost grossier à Baltimore (Maryland) pour stabiliser les abords de cellules de confinement de déchets dangereux a non seulement été économique, mais a permis d'améliorer significativement l'aspect esthétique des sols de surface (argiles) non attrayants et poussiéreux et de contrôler l'érosion (Goldstein, 1984b).

Le potentiel du compost comme agent de contrôle biologique de certains champignons et maladies des plantes est une avenue futuriste qui fait également l'objet de recherches (Millner et al., 1984).

L'Ohio Agricultural Research and Development Center recommande l'utilisation de 30% de compost dans les terreaux horticoles (Southgate, 1984).

Au Canada, la ville de Windsor utilise le compost de sa station d'épuration pour les parcs et espaces verts municipaux surtout. On considère plus avantageux de semer du gazon sur du compost que de poser du gazon en plaques. De même, le compost est jugé avantageux pour restaurer les anciens dépotoirs et est excellent pour la restauration de terrains sablonneux.

D'autre part, cette ville a obtenu des subventions (ministère de l'Environnement de l'Ontario et RCAT - Ressource Conservation Alternative Technology) destinées à des essais et démonstrations de culture de maïs avec compost, et accompagnés d'une étude approfondie sur des sols argileux et sablonneux.

Au Québec, le marché pour les boues d'épuration compostées pourrait se développer. En effet, un producteur d'engrais a entrepris la commercialisation du compost des boues de la station d'épuration des eaux usées de Plattsburg (U.S.A.). Le principal marché visé est celui de la grande région de Montréal et possiblement l'Ontario. Notons que le compost provenant de cette station semble particulièrement riche en azote. Les utilisations principales de ce compost seraient l'entretien des terrains de golf et la distribution dans les centres jardins.

Plus haut, certaines craintes vis-à-vis la qualité du compost ont été évoquées. En fait, ces craintes s'appliquent à l'ensemble des consommateurs. Cependant, dans le cas d'une utilisation agricole, elles s'avèrent une préoccupation de premier ordre pour les intervenants gouvernementaux rencontrés dans le cadre de cette étude. Ceux-ci ont mentionné qu'avant d'autoriser ou de recommander l'utilisation d'un tel produit sur des cultures destinées à la consommation humaine, il devra y avoir des recherches spécifiques montrant que le produit est exempt de pathogènes et de polluants. Ses effets sur la croissance des plantes devraient également être vérifiés sur une période d'environ trois ans.

En pratique, ceci signifie qu'une utilisation agricole ne peut être envisagée à court terme. A cela s'ajoute d'autres contraintes, soit la tendance à utiliser de plus en plus de substrats inertes pour la production de légumes de serre et l'utilisation d'engrais verts et/ou de fumiers sur les sites de production.

Finalement, la période de commercialisation est limitée dans le temps. Elle s'étendrait actuellement selon des producteurs de compost, sur environ huit mois par an, soit d'avril à novembre.

3.1.2 Facteurs de mise en marché et prix de vente

Les prix et le mode de commercialisation peuvent varier d'un endroit à l'autre, mais de façon générale, les facteurs clés de la mise en marché du compost de boues d'épuration sont:

- . la production contrôlée d'un compost de qualité et la constance de cette qualité;
- . un programme administratif bien structuré et un support réglementaire approprié;
- . le support scientifique (recherche appliquée), qui permet de développer de nouveaux usages et technologies et de vérifier certaines perceptions ou préoccupations des utilisateurs éventuels;
- . une promotion agressive auprès de l'acheteur éventuel, incluant des démonstrations.

Le contrôle de la qualité est absolument essentiel. En effet, comme le rapporte Southgate (1984): "It is not exaggeration to say that only a handful of negative experiences with compost could drive sales to zero in any given user group".

Le prix de vente du compost en vrac dans la région de Québec oscille généralement entre 5 et 15\$ la tonne. Il est plus élevé lorsque les quantités vendues à un même utilisateurs sont faibles (exemple: 40\$/t). Celui de la terre noire se situe aux environs de 9 à 18\$/m³, soit 18 à 36\$/t. Plusieurs

intervenants de la région seraient "preneurs" de boues compostées dans la mesure où les prix sont compétitifs et les résultats de cultures effectuées avec un mélange contenant ce compost donnent des résultats comparables à ceux obtenus avec les mélanges actuels. Quelques-uns ont mentionné un intérêt certain à 4 à 6\$ la tonne. Cependant, ils exigent un produit exempt de pathogènes et de produits toxiques. Il est également nécessaire que le produit ne soit pas trop compact.

3.1.3 Évaluation de la taille du marché

Les entrevues réalisées avec différents intervenants ont permis d'établir qu'un des principaux débouchés du compost serait de mélanger du compost avec d'autres matériaux (sable par exemple) pour former des substrats utilisés en aménagement paysager.

La section qui suit présente une estimation du marché régional potentiel pour le compost en vrac.

En fonction des grands secteurs d'utilisation potentielle du compost de boues identifiés précédemment et de données provenant des études récentes sur le compostage (lisier de porc, déchets domestiques, résidus urbains) au Québec, huit catégories d'utilisations potentielles ont été retenues pour la présente étude:

- . pose de gazons en plaques effectuée par les paysagistes;
- . pose de gazons en plaques effectuée par d'autres intervenants que les paysagistes;
- . aménagement et entretien de terrains municipaux (parcs et espaces verts, etc.);
- . aménagement et entretien de terrains de golf;
- . production horticole (caissettes de fleurs);
- . production d'arbres et arbustes par les pépiniéristes;
- . production de gazons en plaques (gazonnières);
- . revalorisation de terrains dégradés et autres usages.

Le marché de la vente au détail (sacs de compost vendus dans les centres jardins et autres détaillants) n'a pas été considéré dans la présente étude, mais ce marché, évalué à 55 000 m³ pour l'est du Canada dans une étude récente (FB/LGA/SNC, 1987), représente tout de même un potentiel non négligeable.

L'utilisation du compost à des fins d'amendement des sols agricoles n'a pas été évaluée en raison des incertitudes entourant ce type d'usage. Des études plus complètes comprenant entre autres des tests sur le produit pourraient permettre de mieux cerner ce marché potentiel.

Pose de gazons en plaques - paysagistes

Le secteur des paysagistes utilise d'importantes quantités de terre, principalement pour la pose de gazon en plaques.

Selon les données de l'enquête sur l'horticulture ornementale au Québec, effectuée par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, il y avait en 1983 près de 840 ha de gazons en plaques posés par les paysagistes au Québec, dont 205 ha dans la grande région de Québec*, soit 24% du total. On estime à 208 ha la superficie aménagée en gazon par les paysagistes de la région en 1987.

Les paysagistes utilisent généralement de 9 à 15 cm de terre pour préparer le terrain avant la pose du gazon. En supposant une couche de 9 cm de terre, le volume de terre utilisé par les paysagistes de la grande région de Québec pour la pose de gazon serait actuellement de l'ordre de 187 200 m³ par an.

*: Données pour les régions agricoles de la Beauce et Québec, c'est-à-dire les divisions de recensement suivantes: Bellechasse, Charlevoix, Lévis, l'Islet, Lotbinière, Montmagny, Montmorency, Portneuf, Québec, Beauce, Dorchester, Mégantic et Frontenac.

La composition de la terre utilisée par les paysagistes varie notamment en fonction des exigences de coûts et des garanties de succès à fournir aux clients, s'il y a lieu. Un mélange de terre de qualité doit comprendre une bonne proportion de matière organique.

Il existe sur le marché un mélange de qualité contenant du compost (lisier de porc et bran de scie), du sable, de la tourbe et des engrais. Selon une étude récente du marché du compost de déchets domestiques dans la région de Montréal (FB/LGA/SNC, 1987), ce mélange, produit dans la région de Québec, suscite un intérêt marqué chez les paysagistes, car:

- . le mélange contient une bonne proportion de matière organique, ce qui implique un apport réduit en eau pour l'implantation de la pelouse;
- . lors de la pose du gazon, un mélange préparé à l'avance ne nécessite pas l'épandage et l'incorporation de produits additionnels sur place (exemples: engrais, mousse de tourbe, etc.);
- . le mélange peut être réalisé à des prix raisonnables car des produits peu coûteux peuvent en faire partie, dont une proportion de compost de l'ordre de 25%.

Si on pose l'hypothèse d'une utilisation de 25% de compost dans les substrats, le marché potentiel des paysagistes dans la région de Québec est donc possiblement de 48 800 m³ de compost (25% de 187 200 m³).

Pose de gazons en plaques - autres

Les aménagements paysagers sont souvent effectués par les consommateurs eux-mêmes. Selon l'enquête sur l'horticulture ornementale au Québec en 1983 (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 1985), 1 571 ha de gazons en plaques sont produits et vendus dans la province. En

soustrayant de ce total les quelques 840 ha posés par les paysagistes, il reste 731 ha de gazons en plaques installés par les consommateurs ou les producteurs de gazon eux-mêmes, dont vraisemblablement 175 ha environ (24% du total) dans la région de Québec.

Ainsi, les consommateurs de la grande région de Québec utiliseraient 157 500 m³ de terre en vrac pour aménager leurs gazons. Ce volume pourrait comporter 39 275 m³ de compost (25%). Les consommateurs s'approvisionnent généralement en terre chez les paysagistes ou entrepreneurs en terrassement, les pépiniéristes et les producteurs de substrats.

Aménagement et entretien de terrains municipaux

Cinq grandes municipalités de la région ont été consultées. Quatre villes, soit Québec, Sainte-Foy, Charlesbourg et Lévis ont pu nous fournir des données relatives à l'utilisation de terre et terreaux dans leurs travaux d'aménagement et entretien des terrains municipaux. Au total, trois de ces quatre municipalités utilisent 5 268 m³ de terre et terreaux chaque année. Il s'agit principalement de terre végétale. La ville de Charlesbourg n'utilise pas de terreaux ou substrats organiques de façon systématique; seuls des projets spéciaux peuvent nécessiter de la terre (par exemple, le projet Revi-Centre en 1986).

La ville de Québec utilise un peu de compost (35 m³/an) comme amendement en matière organique pour les sols sableux. Il est possible que cette ville lance un programme d'enrichissement de ses sols. Le cas échéant, il faudrait prévoir à Québec environ 350 m³ de compost par an, pour les cinq prochaines années.

En supposant qu'on incorpore 25% de compost à la terre utilisée par les municipalités, le potentiel serait d'environ 1 300 m³ de compost par an pour les villes de Québec, Sainte-Foy et Lévis, sans tenir compte des autres municipalités de la région, ni des programmes éventuels d'enrichissement des sols ou autre projets spéciaux que les villes pourraient mettre sur pied.

Terrains de golf

Les terrains de golf sont des utilisateurs potentiels de compost. A l'heure actuelle, quelques grands terrains de la région consultés pour cette étude utilisent un terreau enrichi fait de 70 à 80% de sable et de 20 à 30% de matière organique ou de compost.

Selon un des producteurs de substrat de la région, les terrains de golf demandent un terreau finement tamisé, avec une proportion relativement faible de compost.

A partir des données obtenues auprès de six terrains de golf (Royal-Québec, Cap-Rouge, Lorette, Mont Saint-Anne, Stoneham et Métropolitain), il est possible d'estimer à 635 m³ le volume de terreau utilisé par les dix-huit terrains de golf de la région, dont 100 à 160 m³ (environ 20%) pourrait être sous forme de compost affiné.

Advenant la création ou l'agrandissement de terrains de golf dans la région, on peut en outre prévoir environ 61 m³ (80 vg³) de compost par trou (Goldstein, 1984) pour aménager de nouveaux "verts".

Horticulture

Les producteurs horticoles utilisent d'importantes quantités de substrats pour la production de fleurs annuelles, fleurs vivaces, plantes en pots et jardinières.

La demande la plus importante est identifiée au secteur des caissettes de fleurs annuelles. Le substrat utilisé est généralement un terreau spécialisé dont la composition varie en fonction de la recette de chaque producteur.

Selon les données de l'enquête sur les cultures abritées au Québec (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation) de 1981, mises à jour en supposant une augmentation de la production de l'ordre de 4% par an, il y

aurait environ 507 000 caissettes de fleurs annuelles produites dans la région en 1987. Le volume total de terreaux ainsi utilisé est estimé à 1 660 m³.

Dans le cas des fleurs vivaces, potées fleuries, paniers suspendus et plantes vertes, certaines possibilités d'utilisation du compost pourraient être envisagées, mais la tendance actuelle est à l'utilisation de substrats inertes. De plus, les substrats spécialisés utilisés par les serristes sont très nombreux et peuvent varier considérablement selon les types de fleurs produites. A l'heure actuelle, ce segment du marché potentiel apparaît peu propice à l'écoulement du compost.

En somme, les mélanges utilisés pour la production de fleurs annuelles en caissettes (1 660 m³) constituent le principal potentiel d'utilisation horticole pour le compost. Il serait d'environ 415 m³ dans la région de Québec.

Pépinières

Les pépinières utilisent différents substrats pour la production d'arbres et arbustes. Dans la région de Québec, les pépiniéristes consultés utilisent généralement des terreaux améliorés, c'est-à-dire, de la terre amendée avec ou sans compost. Un des principaux producteurs utilise 3 000 m³ d'un mélange maison constitué de terre, de mousse de tourbe, de bran de scie et de sable. Deux autres producteurs importants utilisent environ 400 m³ de terreaux avec compost fabriqué en fonction de leurs besoins par un producteur de substrats de la région. Un quatrième pépiniériste produit ses arbres sur sols organiques et n'utilise que des engrais chimiques.

La plupart des pépiniéristes consultés se montrent intéressés par le compost de boues et seraient prêts à faire des essais.

Ainsi, pour trois pépiniéristes de la région, le volume actuel de terre mélangée utilisé pour la production de plants est de l'ordre de 3 400 m³, dont 850 m³ pourraient provenir du compost, en supposant une proportion moyenne de 25% de compost dans les mélanges.

Gazonnières

Il y a deux importantes gazonnières dans la région de Québec. Une d'elles utilise plus de 2 200 m³ de fumier de volaille par an comme apport organique.

Les deux producteurs se montrent intéressés par les boues de stations d'épuration sous forme de boues déshydratées, de terreaux mélangés ou de boues solides. Il faut cependant rappeler que les gazonnières peuvent amender les sols en matière organique à un coût très faible par l'épandage de fumier ou la production d'engrais verts.

Il y a donc un certain potentiel pour le compost dans ce secteur du marché, mais il est difficile d'en chiffrer l'importance à l'heure actuelle.

Revalorisation de terrains dégradés et autres usages potentiels

Le compost pourrait être utilisé pour la restauration de terrains dégradés, tels les carrières ou sablières, les dépotoirs désaffectés, les sites de dépôts miniers, etc. Cependant, il faut noter que la tendance pour restaurer ces terrains est actuellement orientée vers les amendements organiques par engrais verts ou par incorporation de fumier lorsque disponible. Ces techniques demeurent les moins coûteuses.

Certaines grandes institutions gouvernementales, para-gouvernementales ou privées pourraient s'avérer intéressées à utiliser du compost lors de divers travaux de restauration ou d'entretien. Cependant, ce sont habituellement les sols en place amendés de faibles quantités de terre végétale ou de mousse de tourbe qui sont utilisés.

Certaines lieux institutionnels, tels les cimetières peuvent également être envisagés.

Estimation de la demande potentielle de compost

Le tableau 3.3 résume les données relatives à la demande actuelle pour la terre et les terreaux mélangés dans la région de Québec, dans les secteurs où le compost de boues pourrait éventuellement occuper une part du marché.

Le marché potentiel estimé pour le compost de boues dans la grande région de Québec serait de l'ordre de 88 870 m³ (ou approximativement 44 435 tonnes*) par an. Cette estimation est basée sur le fait que la plupart des consommateurs potentiels consultés se montrent intéressés par un terreau mélangé qui contiendrait une certaine proportion de compost. Pour fins de calcul, cette proportion a été établie à 25%, en se basant sur la composition actuelle des mélanges de terreaux avec compost produits et vendus dans la région de Québec, qui comprennent en général de 10 à 40% de compost. Ce pourcentage devra cependant être réajusté en fonction du compost réellement produit à partir des boues de la Communauté urbaine de Québec. De même, le potentiel de la vente au détail, a récemment été estimé à 55 000 m³ de compost pour tout l'est du Canada.

3.1.4 Conditions de pénétration du marché

Les principaux secteurs d'intérêt pour la commercialisation du compost de boues sont l'utilisation en mélange comme substrat pour l'aménagement paysager, les pépinières, les producteurs de fleurs en caissettes et les terrains de golf.

Il existe déjà une concurrence élevée dans le domaine des composts et des mélanges de terre. En effet, un producteur de compost et de substrat est solidement implanté dans la région. Sa part du marché régional est telle qu'il faudra développer des avantages commerciaux supérieurs ou associer l'expérience d'un bon réseau de distribution pour occuper une part du marché.

*: Suppose qu'un mètre cube de compost équivaut à 0,5 tonne. Cette valeur peut être plus élevée (exemple: 0,7 tonne) selon la proportion de matière sèche dans le compost.

Tableau 3.3. Estimation de la demande actuelle pour la terre et les terreaux mélangés dans la grande région de Québec⁽¹⁾

SECTEUR	ESTIMATION DU VOLUME ACTUEL DE TERRE ET TERREAUX MÉLANGÉS	REMARQUES	ESTIMATION DU VOLUME POTENTIEL DE COMPOST
Paysagistes (pose de gazons en plaques)	187 200 m ³	Suppose l'utilisation d'une couche de 9 cm de terre ou terreau lors de la pose du gazon (certains utilisent 10 à 15 cm)	46 800 m ³
Aménagements paysagers autres que par les paysagistes	157 500 m ³	Idem	39 375 m ³
Municipalités (Québec, Sainte-Foy, Charlesbourg et Lévis)	5 268 m ³	Trois de ces municipalités utilisent régulièrement des substrats, principalement de la terre végétale. Potentiel additionnel à envisager: programmes municipaux d'enrichissement des sols	1 300 m ³
Terrains de golf	635 m ³	Estimation pour les dix-huit terrains de la région. Terreux enrichis: sable (70-80%) et compost ou matière organique (20-30%)	130 m ³
Horticulture (caissettes à fleurs annuelles)	1 660 m ³	Terreux spécialisés	415 m ³
Gazonnières	N/D	Il y a deux importantes gazonnières dans la région; l'une d'elle utilise plus de 2 200 m ³ de fumier de poule par an comme apport organique. Intérêt pour le compost de boues	N/D
Pépinières	3 400 m ³	Chiffre pour trois pépinières. Certains producteurs disposent de sols organiques à même leurs champs. Intérêt néanmoins pour le compost de boues	850 m ³
Revalorisation de terrains (carrières et sablières, dépotoirs, dépôts miniers, etc.) et autres usages	N/D	Projets spéciaux	N/D
TOTAL	355 663 m³		88 868 m³(2)

(1) : Voir le texte pour la base des estimations

(2) : A ce total pourrait s'ajouter une part du marché potentiel de détail (55 000 m³ de compost) estimé pour l'est du Canada

L'enquête effectuée auprès de divers intervenants a permis d'établir qu'il existe une demande croissante pour le compost dans la région.

Les éléments qui favorisent le développement du marché sont:

- . la production d'un compost d'une qualité constante;
- . une promotion soutenue et appuyée par des recherches démontrant la valeur du produit;
- . une volonté des autorités gouvernementales se traduisant par un appui financier aux initiatives de recherche de nouvelles utilisations (en agriculture par exemple) et des directives claires quant aux usages permis ou recommandés.

Le tableau 3.4 présente le volume de compost pouvant être écoulé en fonction d'hypothèses de pénétration du marché.

Tableau 3.4 Volume de compost (t/an) selon diverses hypothèses de pénétration du produit sur le marché

TAUX DE PÉNÉTRATION (%)	VOLUME (t humide/an)
1	445
2	890
5	2 220
10	4 445
20	8 890
40	17 775
100	44 435

3.2 Analyse des procédés de compostage

Cette section présente une analyse de différents procédés de compostage en vue de vérifier l'applicabilité des procédés au cas de la Communauté urbaine de Québec.

3.2.1 Types de procédés

Le compostage des boues est un traitement biologique ayant deux objectifs:

- . La destruction des micro-organismes pathogènes dans les boues.
- . La formation d'un produit stabilisé et sans odeur qui peut être utilisé comme amendement organique.

Afin de favoriser l'activité microbienne lors du compostage, un support carboné et du compost recyclé sont mélangés avec les boues. Les proportions de chaque composant sont ajustées pour que l'humidité soit d'environ 55 à 65% et que le rapport C/N se situe aux environs de 30. Les supports carbonés les plus utilisés sont les ordures ménagères et la sciure ou les copeaux de bois.

L'activité microbienne génère de la chaleur, ce qui assure la destruction des micro-organismes pathogènes. Une température minimale de 55°C durant au moins 3 jours de compostage est requise. L'activité microbienne est responsable également de la décomposition des matières organiques dans les boues.

Initialement, le compostage se faisait toujours à l'extérieur en tas aéré ou en andain avec retournement mécanique. Le compostage mécanique (compostage en réacteur) fonctionne selon les mêmes principes fondamentaux que le compostage en tas aéré. Il y a cependant deux avantages importants associés au compostage mécanique, à savoir:

- . L'opérateur peut mieux contrôler le procédé en réglant, par exemple, le taux d'aération ou l'humidité des matières alimentées. La mesure continue de la température assure le contrôle de la destruction des microbes pathogènes.
- . Le milieu de compostage est isolé. Les gaz évacués du réacteur ou du bâtiment abritant le réacteur peuvent être traités afin d'éliminer les émissions d'odeurs.

Pour les fins de la présente étude, seuls les procédés de compostage en réacteur seront analysés en raison des avantages évidents relatifs au contrôle du procédé et des nuisances.

Le support carboné suggéré est la sciure de bois. Ce matériel est facilement disponible dans la région à un coût relativement abordable (25\$/tonne de matière sèche). De plus, la composition régulière de la sciure permet de produire un compost exempt d'impuretés. L'utilisation des déchets domestiques peut aussi être envisagée, mais il est nécessaire de trier les déchets au préalable. Cette solution pourrait éventuellement être envisagée s'il existait un centre de tri régional pour les déchets domestiques.

3.2.2 Description des types de compostage mécanique

Le compostage mécanique ou en réacteur comprend 4 types principaux. Pour chacun des types, les principaux manufacturiers sont identifiés ci-dessous.

3.2.2.1 Lit de matières agitées ("Agitated Solids Bed")

Ces réacteurs rectangulaires ou circulaires sont caractérisés par un déplacement horizontal du matériel et une agitation intermittente durant le compostage.

Des manufacturiers qui fournissent ce genre de réacteurs sont:

- . Compost Systems Co.
 - digesteur Fairfield (circulaire)
 - système Paygro (rectangulaire)

- . Resource Conversion Systems
 - système Metro-Waste (rectangulaire)

- . Johnson Construction Co.
 - procédé Inka (rectangulaire)

3.2.2.2 Compostage en réacteur vertical

Ces réacteurs circulaires ("silos") sont caractérisés par un déplacement vertical du matériel par gravité; il n'y a pas d'agitation à l'intérieur du réacteur.

Deux manufacturiers fournissent ce genre de réacteur, soit:

- . Société Triga
- . Taulman-Weiss Composting Systems (auparavant procédé Kneer)

3.2.2.3 Compostage en cylindre horizontal rotatif

Ce réacteur rectangulaire est caractérisé par un déplacement horizontal du matériel poussé de façon mécanique. La rotation à basse vitesse d'un cylindre perforé permet l'aération continue du mélange. L'utilisation de ce type de réacteur est répandue pour le compostage des ordures ménagères. Le compostage des boues avec les ordures ménagères se fait également à certaines usines. Le réacteur le plus connu de ce genre est celui produit par la compagnie Dano.

3.2.2.4 Compostage en tunnel

Ce réacteur en forme de tunnel est également caractérisé par un déplacement horizontal du matériel poussé mécaniquement. L'air est introduit au fond du réacteur. Différentes zones d'aération permettent l'ajustement du taux d'aération selon les besoins de chaque zone du réacteur.

Ce type de réacteur est fourni par Ashbrook-Simon-Hartley de Houston, Texas.

Les caractéristiques des procédés énumérés ci-haut sont résumées au tableau 3.5

Tableau 3.5 Comparaison des types de compostage mécanique pour les boues provenant de stations d'épuration des eaux usées

TYPE DE RÉACTEUR	PROCÉDÉ	PARAMÈTRES DE FONCTIONNEMENT	NOMBRE D'USINES UTILISANT LE PROCÉDÉ	COMMENTAIRES
Lit de matières agitées	FAIRFIELD Compost Systems Co. Réacteur circulaire	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 14 j Période de maturation: environ 45 j 	<p>6 usines en Amérique du Nord</p> <ul style="list-style-type: none"> Co-compostage (boues et ordures ménagères) <ul style="list-style-type: none"> - Altoona, PA (1963) - Wilmington, DW (1983) - Toronto, Ont. (1978) Compostage des ordures ménagères <ul style="list-style-type: none"> - San Juan, PR (1970) Compostage des boues (avec sciure) <ul style="list-style-type: none"> - Plattsburgh, NY (1986) - Oxnard, CA (en construction) 	L'avantage principal de ce type de procédé est que l'agitation durant le compostage empêche la compaction du matériel
	PAYGRO Compost Systems Co. Réacteur rectangulaire	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 14 à 21 j Période de maturation varie selon l'utilisation ultérieure du produit 	<p>4 usines en Amérique du Nord</p> <ul style="list-style-type: none"> Compostage des boues <ul style="list-style-type: none"> - Columbus, OH (1985) - Akron, OH (1986) - Baltimore, MD (1987) Compostage des boues et du fumier <ul style="list-style-type: none"> - S. Charleston, OH (1970) 	Ce procédé est plus économique par rapport au système Fairfield pour les capacités les plus importantes (environ 20 t MS/j)
	INKA Johnson Construction Co. Réacteur rectangulaire	<ul style="list-style-type: none"> Peu d'information disponible sur le fonctionnement du procédé 	1 usine en Suède	L'utilisation de ce procédé n'est pas répandue
	METRO-WASTE Resource Conversion Systems Réacteur rectangulaire	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 7 à 21 j en réacteur 	Co-compostage: 3 usines aux États-Unis	Ce procédé a été utilisé avec succès pour le co-compostage; cependant, pour les raisons économiques, les usines sont actuellement fermées
Réacteur vertical	TRIGA Société Triga	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 12 à 15 j en réacteur suivi d'une période de maturation non spécifiée 	<p>1 usine de compostage des boues</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saint-Palais, FR (1977) 	<p>L'usine à Saint-Palais fonctionne bien sur le plan technique mais non sur le plan économique. C'est pour cette raison que l'utilisation du procédé n'est pas très répandue</p> <p>Il n'est pas certain que le procédé puisse être adapté à une capacité de 55 t/j</p>
	TAULMAN-WEISS Taulman-Weiss Composting Systems auparavant procédé KNEER	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 14 j en bio-réacteur 14 à 20 j en réacteur de maturation 	<p>10 usines en Allemagne de l'Ouest (depuis 1976)</p> <p>3 usines en Suède (depuis 1977)</p> <p>8 usines au Japon (depuis 1975)</p> <p>La majorité des usines font le compostage des boues; quelques usines font le co-compostage</p> <p>7 usines aux États-Unis pour le compostage des boues</p> <ul style="list-style-type: none"> - Portland, OR (1985) - Richland Co, SC (1986) - Clayton Co, GA (1986) - Endicott, NY (1986) - 3 autres en construction 	<p>Parmi les procédés de compostage de boues en réacteur, le procédé Taulman-Weiss est le plus répandu</p> <p>Le mélange initial du compost et du support doit être bien contrôlé puisqu'il n'y a pas d'agitation en réacteur</p> <p>Le risque potentiel pour la la compaction du matériel est ainsi plus élevé par rapport aux systèmes de lits de matières agitées</p>
Cylindre horizontal rotatif	DANO	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 1 à 5 j en réacteur Période maturation: 30 j 	160 usines de compostage d'ordures ménagères; certaines usines font le co-compostage	Ce procédé a été conçu pour le compostage d'ordures ménagères; il n'y a pas d'usines Dano pour uniquement le compostage des boues
Réacteur en forme de tunnel	ASHBROOK-SIMON-HARTLEY	<ul style="list-style-type: none"> Temps de rétention: 15 j en réacteur Maturation en tas à l'extérieur 	2 usines en construction aux États-Unis	Le procédé est relativement récent. Il n'y a pas encore d'usines en opération

3.2.3 Sélection des procédés

Dans le cadre d'une étude de faisabilité, une première sélection de procédés mécaniques doit être faite afin d'identifier les procédés les mieux adaptés. Les critères de sélection sont les suivants:

- . Fiabilité du procédé, pour le compostage des boues, bien démontrée.
- . Procédé applicable pour une usine de capacité maximale de 55 tonnes MS de boues par jour (volume maximum de boues à traiter).

Lits de matières agitées

Parmi les procédés de ce genre, les systèmes Fairfield et Paygro de Compost Systems Co. ont été retenus à cause du nombre d'usines en fonction. Le procédé Metro-Waste semble prometteur. Cependant, il n'y a pas d'usine actuellement en opération pour permettre de juger la fiabilité du procédé. De même, l'utilisation du procédé Inka n'est pas assez répandue pour permettre un examen détaillé du système.

L'intérêt de ces procédés provient principalement de l'agitation pendant le compostage qui permet de produire un compost homogène et non compacté.

Réacteur vertical

Les réacteurs de tous les procédés de ce genre se ressemblent beaucoup. Le réacteur Taulman-Weiss a été retenu étant donné que son utilisation est beaucoup plus répandue que celle de Triga.

Cylindre horizontal rotatif

Ce type de réacteur, représenté principalement par le système Dano, a été conçu pour le compostage des ordures ménagères. Certaines usines font le co-compostage, mais il n'y a aucune usine conçue uniquement pour le compostage des boues. Pour cette raison, ce genre de procédé n'est pas retenu.

Réacteur en forme de tunnel

Actuellement, il y a deux usines de Ashbrook-Simon-Hartley qui sont en construction, à savoir:

- . Newberg, Oregon: 3,5 tonnes MS/j de boues
- . Hamilton, Ohio : 17,0 tonnes MS/j de boues

Il n'y a pas d'usine en opération qui permettrait une évaluation complète du procédé. Ce type de compostage n'est donc pas retenu pour la présente étude.

En résumé, les systèmes Fairfield, Paygro et Taulman-Weiss seront analysés plus en détail. Notons qu'ils se différencient principalement quant à l'agitation durant la période de compostage. Les procédés Fairfield et Paygro sont dynamiques (avec agitation) tandis que le procédé Taulman-Weiss est statique (sans agitation).

Les dessins schématiques des deux procédés sont présentés aux figures 3.1 et 3.2

3.2.4 Comparaison entre les procédés Taulman-Weiss et Fairfield et Paygro

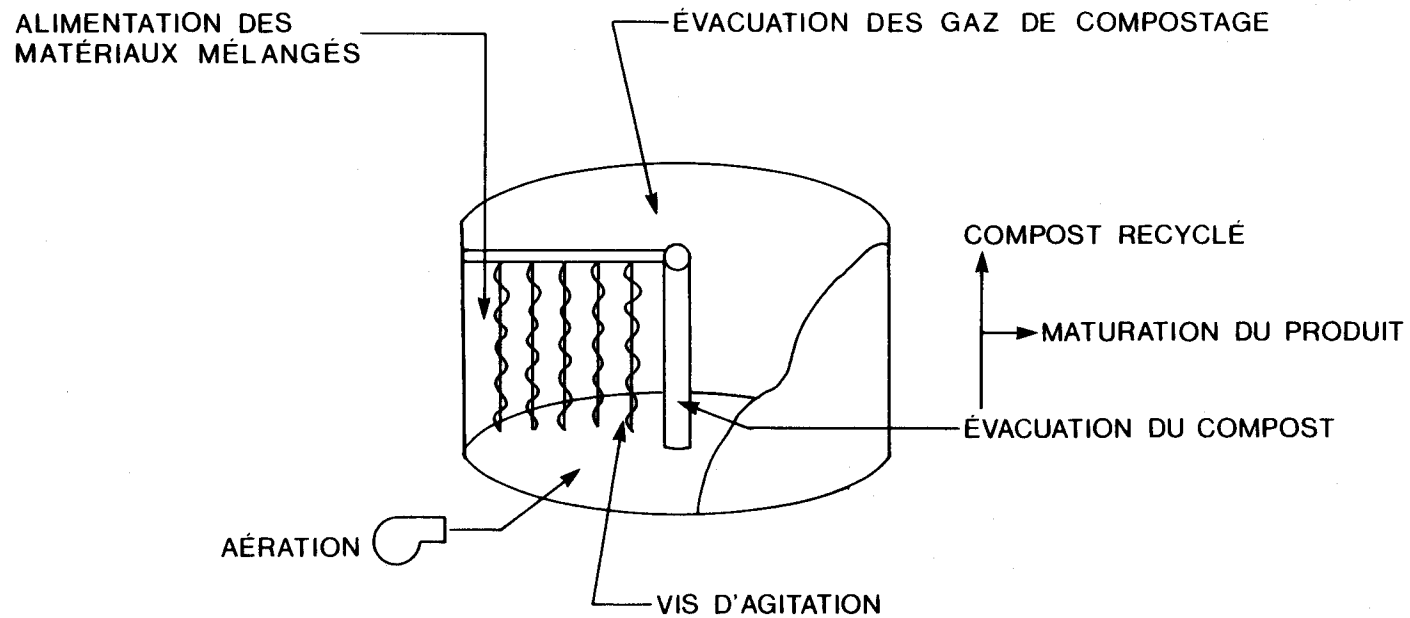
La comparaison des procédés Taulman-Weiss, Fairfield et Paygro est présentée ci-dessous. Les critères suivants sont considérés:

- . fiabilité du système à différentes capacités;
- . dégagement d'odeurs à l'extérieur de l'usine;
- . santé et sécurité des opérateurs;
- . fiabilité du système à basses températures.

Ces critères ont été établis à partir d'étude de cas et d'analyse de la documentation fournie par les compagnies. Un résumé des caractéristiques des différentes usines contactées est présenté aux tableaux 3.6 et 3.7

Figure 3.1

SCHÉMA DU PROCÉDÉ :
LIT DE MATIÈRES AGITÉES — RÉACTEUR CIRCULAIRE
EXEMPLE : FAIRFIELD

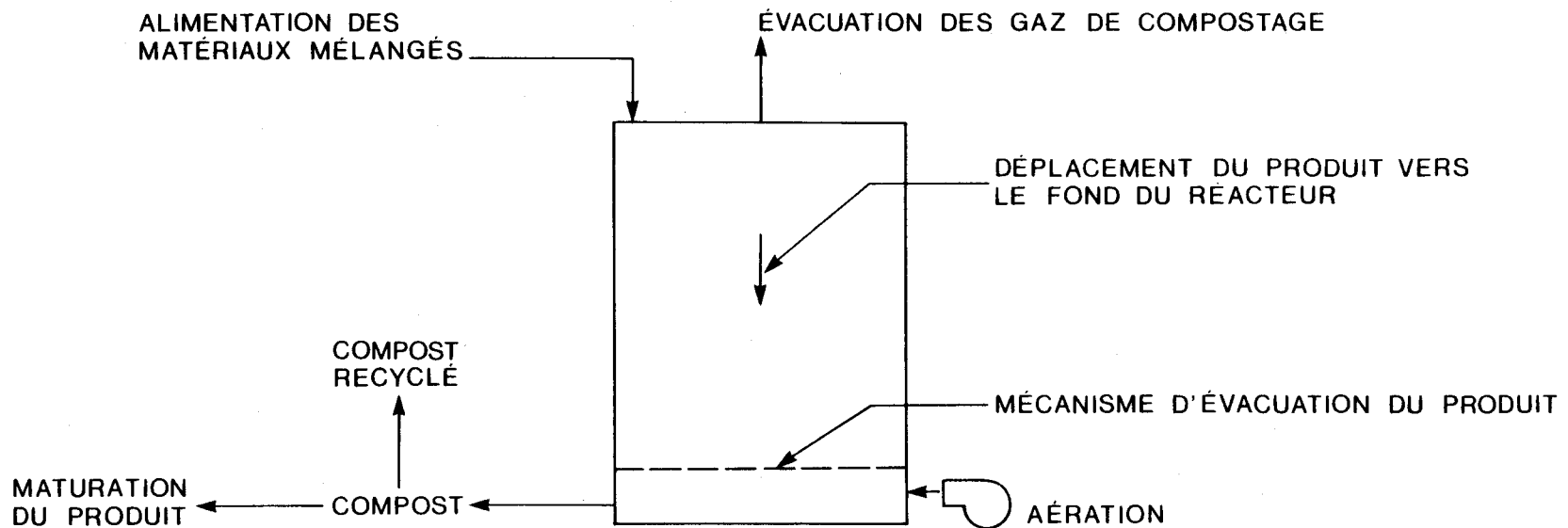


SOURCE : FIGURE ADAPTÉE DE HAUG (1980), COMPOST ENGINEERING , PRINCIPLES AND PRACTICES.
ANN ARBOR SCIENCE, ANN ARBOR, MI.

Figure 3.2

SCHÉMA DU PROCÉDÉ : COMPOSTAGE EN RÉACTEUR VERTICAL

EXEMPLE : TAULMAN – WEISS



SOURCE : FIGURE ADAPTÉE DE HAUG (1980), COMPOST ENGINEERING, PRINCIPLES AND PRACTICES.
ANN ARBOR SCIENCE, ANN ARBOR, MI.

Tableau 3.6 Usines de compostage
Procédé de Fairfield et Paygro

LOCALISATION ET ANNÉE DE MISE EN SERVICE	CAPACITÉ (t de boues MS/j)	CARACTÉRISTIQUES DES BOUES ET DU SUPPORT CARBONÉ	DIMENSIONS DES RÉACTEURS ET SUPERFICIE REQUISE	COMMENTAIRES
Plattsburgh, NY (1986)	34 capacité de design 12 quantité actuellement traitée	<ul style="list-style-type: none"> . Boues fraîches, apport industriel (papeteries) est important . Très peu de métaux lourds . Siccité de boues: 20% . Support carboné: sciure 	2 réacteurs Fairfield: 35 m diamètre	Problèmes d'opération: <ul style="list-style-type: none"> - Problème de ventilation dans le bâtiment de compostage avec condensation d'eau - Problèmes d'odeurs: <ul style="list-style-type: none"> . ammoniaque dans le bâtiment de compostage . odeur d'animal mort perçue à une distance de 3 km - Problèmes de colmatage des convoyeurs
Akron, OH (1987)	73	<ul style="list-style-type: none"> . Boues fraîches mixtes . Support carboné: sciure 	4 réacteurs Paygro: 3 m X 6 m X 220 m	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité du produit est bonne - Problèmes d'odeurs mineurs lors de la mise en marche de l'usine; on va continuer à utiliser le filtre d'odeurs (lit de compostage à faible charge) pour la désodorisation

Tableau 3.7 Usines de compostage
Procédé de Taulman-Weiss

LOCALISATION ET ANNÉE DE MISE EN SERVICE	CAPACITÉ (t de boues MS/j)	CARACTÉRISTIQUES DES BOUES ET DU SUPPORT CARBONÉ	DIMENSIONS DES RÉACTEURS ET SUPERFICIE REQUISE	COMMENTAIRES
Portland, OR (1985)	60	<ul style="list-style-type: none"> . Boues préalablement digérées (digestion anaérobie) . Siccité de boues: 25% . Support carboné: sciure 	4 bio-réacteurs: 1 200 m ³ 2 réacteurs de maturation: 1 800 m ³ Superficies totale: 4 200 m ²	<ul style="list-style-type: none"> . Qualité du produit est bonne . Certains problèmes d'entretien avec les convoyeurs et les trémies . Pas de problèmes d'odeurs reliés à l'installation de compostage
Richland County, CS (1986)	4,5	<ul style="list-style-type: none"> . Boues provenant du traitement par fossé d'oxydation . Siccité de boues: 17% . Support carboné: sciure 	1 bio-réacteur de 900 m ³ Maturation à ciel ouvert Superficie totale: 1 210 m ² (930 m ² pour l'aire de maturation)	<ul style="list-style-type: none"> . Fonctionnement excellent du système . Pas d'odeurs
Endicott, NY (1986)	2,0	<ul style="list-style-type: none"> . Boues préalablement digérées (digestion anaérobie) . Siccité de boues: 22% . Support carboné: sciure 	1 bio-réacteur de 200 m ³ 1 réacteur de maturation de 200 m ³ Superficie totale: 250 m ²	<ul style="list-style-type: none"> . Pas de problèmes majeurs d'opération . Pas d'odeurs . Qualité du produit est bonne

3.2.4.1 Fiabilité du système à différentes capacités

En général, l'utilisation du procédé de Taulman-Weiss dépasse celle de Fairfield/Paygro. Il y a 27 installations de Taulman-Weiss en Europe, au Japon et en Amérique du Nord par rapport à 10 installations de Fairfield/Paygro en Amérique du Nord. Il est important de noter que la plupart des installations de Taulman-Weiss sont de petite capacité (inférieure à 5 tonnes MS/j). Au niveau des usines de capacité importante, l'expérience de Compost Systems Co. (Fairfield/Paygro) dépasse celle de Taulman-Weiss. En fait, la capacité de la plupart des installations Fairfield/Paygro est supérieure à 30 tonnes MS/j.

Tous les opérateurs des usines contactées (Taulman-Weiss et Fairfield/Paygro) sont satisfaits de la qualité du compost produit. Selon eux, la qualité du compost dépend de la composition des boues plutôt que du type de procédé utilisé.

En ce qui concerne l'opération de l'usine, les petites usines de Taulman-Weiss fonctionneraient mieux (exemples: Richland County, SC et Endicott, NY). L'opérateur de l'usine de Taulman-Weiss à Portland, OR (60 tonnes MS/j) a cependant soulevé certains problèmes d'entretien avec les convoyeurs et les trémies. Pour le procédé Fairfield, certains problèmes de colmatage des convoyeurs à l'usine de Plattsburgh, NY, ont été rapportés. A l'usine d'Akron, OH, l'ingénieur-chef a mentionné quelques problèmes mineurs d'opération lors de la mise en marche de l'usine.

Notons que les usines à Portland, Plattsburgh et Akron sont en opération depuis moins de deux ans (période de rodage) et que certains problèmes d'opération sont parfois inévitables.

A l'usine de Plattsburgh (système Fairfield), il y a un problème important au niveau du système d'évacuation d'air. A cette usine, des ouvertures dans les murs du bâtiment ont été prévues pour améliorer la ventilation surtout pendant l'été. Cependant, le système de ventilation a tendance à évacuer plus d'air

frais tiré de l'extérieur que d'air vicié du compostage. La présence des gaz de compostage cause la corrosion de l'équipement mécanique à l'intérieur du bâtiment. En hiver, l'air froid pénètre de façon non contrôlée dans le bâtiment. A cause du taux élevé d'humidité, il arrive parfois qu'il neige à l'intérieur. Pour palier à ces inconvénients, le réacteur Fairfield peut être muni d'une couverture rotative qui protège l'équipement mécanique des gaz de compostage et peut faciliter leur évacuation.

3.2.4.2 Dégagement d'odeurs à l'extérieur de l'usine

La seule usine ayant signalé des problèmes majeurs d'odeurs est celle de Plattsburgh, NY (procédé Fairfield). A cet endroit, le système de désodorisation initialement installé (lavage avec de l'hypochlorite) s'est avéré efficace seulement pour le traitement des composés sulfurés. Il semble cependant que des amines causent des problèmes d'odeurs à l'usine. Pendant l'été, les odeurs émises peuvent être perçues jusqu'à 3 km de l'usine de compostage. Afin d'éliminer les émissions d'odeurs, un nouveau système de désodorisation utilisant l'acide sulfurique sera installé.

Les usines de Taulman-Weiss contactées n'ont pas de problème d'odeurs. Notons cependant que le compostage à ces usines se fait avec des boues stabilisées. Les possibilités d'émissions d'odeurs sont ainsi réduites.

3.2.4.3 Santé et sécurité des opérateurs

Aux usines de Taulman-Weiss, les équipements mécaniques sont à l'extérieur du réacteur. Pour cette raison, les activités d'opération et d'entretien se font à l'extérieur du milieu de compostage et les opérateurs ne sont pas exposés aux gaz émis par le procédé.

Les réacteurs Fairfield/Paygro sont généralement ouverts à l'intérieur du bâtiment de compostage. Lorsque les opérateurs effectuent l'entretien du système à l'intérieur du bâtiment, ils sont en contact avec le milieu du compostage. L'air est très humide et il est possible que la concentration d'ammoniac soit très élevée à l'occasion.

A Plattsburgh (système Fairfield), la norme de sécurité au travail pour l'ammoniaque a été dépassée quelques fois. Notons cependant que ce problème peut être réduit dans le système Fairfield en installant une couverture rotative sur le réacteur et en s'assurant que le système d'évacuation d'air soit adéquat.

3.2.4.4 Fiabilité du système à basses températures (-30°C à -40°C)

Afin de s'assurer que les procédés Taulman-Weiss et Fairfield/Paygro pourront fonctionner l'hiver au Québec, les deux manufacturiers ont été contactés. L'information suivante a été obtenue auprès de Compost Systems Co. (Fairfield/Paygro) et Taulman-Weiss:

Compost Systems Co.

Les conditions climatiques rigoureuses influencent le design et l'opération du réacteur de la manière suivante:

- . l'isolation des bâtiments et l'épaisseur des parois de béton du réacteur peuvent être augmentés;
- . en augmentant la proportion du support carboné, il y a augmentation des matières volatiles et diminution de l'humidité.

Notons que la principale perte de chaleur provient de la vaporisation qui est constante durant toute l'année.

En tenant compte des modifications citées ci-dessus, la température nécessaire à la destruction des pathogènes serait atteinte et le temps de séjour dans le réacteur ne serait pas augmenté durant la saison hivernale. Notons cependant qu'il y a un risque de congélation du mélange lorsque l'air froid est introduit dans le réacteur. Ce risque est plus élevé pour le réacteur Paygro que pour le réacteur Fairfield; l'air est introduit au fond du réacteur tandis que le mélange frais est déposé à la surface du lit de compostage. L'air froid entre ainsi en contact avec un mélange déjà chauffé et moins humide. Afin d'éviter un problème potentiel de congélation du mélange, le préchauffage de l'air devrait être prévu pour les systèmes Paygro.

Le préchauffage d'air constitue une mesure préventive dont la nécessité n'a pas encore été démontrée. Pour cette raison, il est difficile de prévoir le nombre de jours où il sera nécessaire de préchauffer l'air et d'estimer le coût d'opération de cette activité. A titre d'exemple, l'usine de compostage à Akron, OH (Paygro), est munie d'un système de préchauffage d'air. Lors de la première année d'exploitation, ce système n'a pas été requis. Les températures les plus basses enregistrées dans cette région sont de l'ordre de -15 à -20°C.

Taulman-Weiss

Le réacteur Taulman-Weiss est en forme de silo. La profondeur du lit de compostage est d'environ 8,5 m par contraste avec 3 m pour les réacteurs Fairfield et Paygro. Le réacteur Taulman-Weiss exige donc une pression d'air importante. Des compresseurs à déplacement positif sont utilisés pour l'aération. La compression de l'air entraîne une augmentation de sa température et, selon le manufacturier, ceci devrait être suffisant.

Les réacteurs et bâtiments des usines Taulman-Weiss sont isolés en fonction des conditions climatiques. Notons qu'il y a plusieurs usines européennes de Taulman-Weiss dans les régions de climat froid (usines dans les Alpes et en Suède).

3.2.5 Estimation des coûts des procédés

Les deux manufacturiers (Taulman-Weiss et Compost Systems Co.) ont présenté des estimations préliminaires de coûts pour les capacités 2,5, 5,0, 10,0, 20,0, 40,0 et 55,0 tonnes MS/j de boues.

Ces résultats sont présentés au tableau 3.8 et sous forme graphique à la figure 3.3. Des fiches de design préliminaires présentées à l'annexe 5 donnent des détails sur l'équipement, la main-d'oeuvre et les superficies requises.

Tableau 3.8 Coûts¹ des procédés Fairfield/Paygro et du procédé Taulman-Weiss

Quantité de boues (t MS/j)	PROCÉDÉS FAIRFIELD/PAYGRO ²		PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS	
	Coûts d'exploitation/an (1 000\$ Can.) ³	Coûts d'immobilisation (M\$ Can.)	Coûts d'exploitation/an (1 000\$ Can.) ³	Coûts d'immobilisation (M\$ Can.)
2,5	130	2,09	83	2,24
5,0	148	2,54	114	3,56
10,0	200	3,65	184	4,61
20,0	289	4,60	277	6,26
55,0	593	5,66	828	14,49

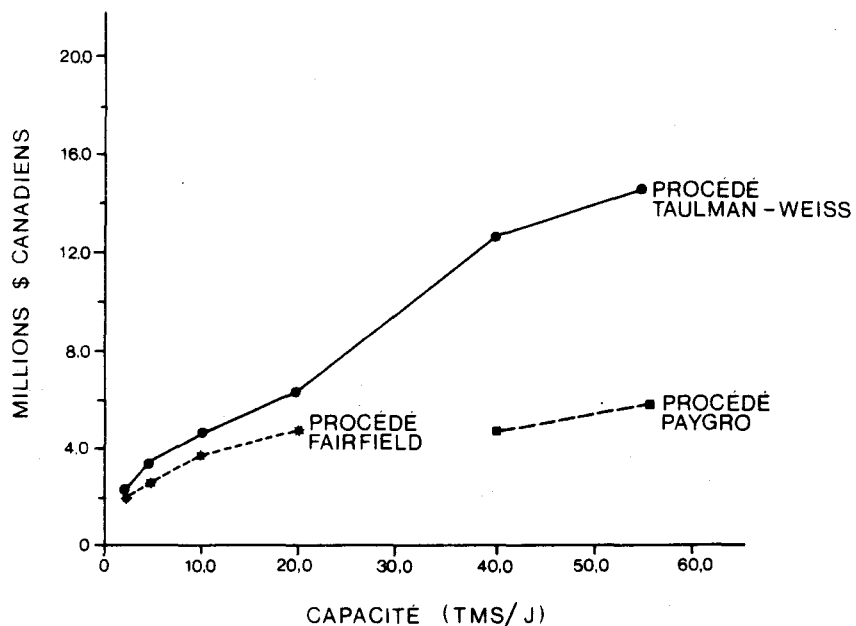
1: Taux d'échange de 75,9\$ Can./100\$ U.S.

2: Les coûts correspondent à l'utilisation du système Fairfield pour les capacités inférieurs à 40 tonnes MS/j et à l'utilisation du système Paygro pour les capacités de 40 et 55 tonnes MS/j

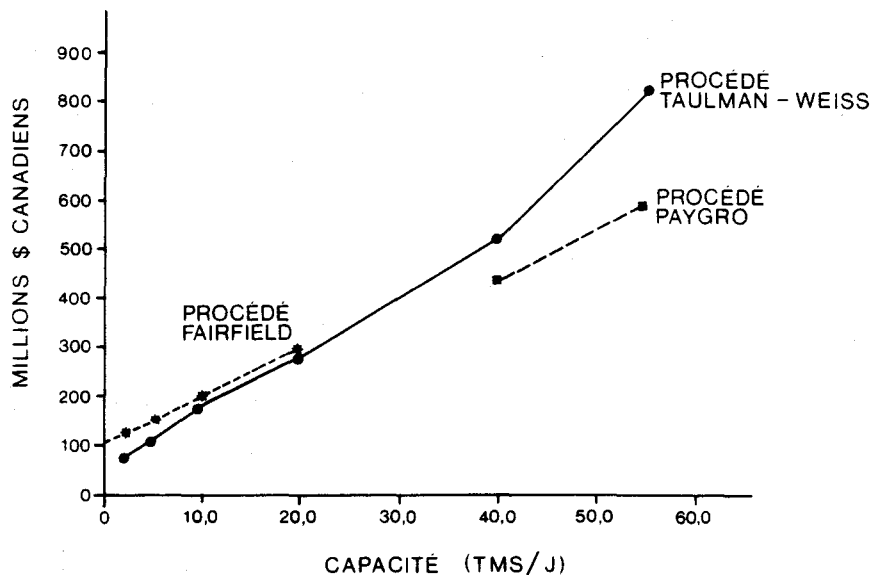
3: Prix de revente de 0\$

Source: Contact avec les manufacturiers

COÛTS D'IMMOBILISATION : COMPARAISON DES PROCÉDÉS TAULMAN - WEISS ET FAIRFIELD/PAYGRO



COÛTS D'EXPLOITATION : COMPARAISON DES PROCÉDÉS TAULMAN - WEISS ET FAIRFIELD/PAYGRO



Il est important de noter que les coûts des manufacturiers n'ont pas été établis dans le contexte du projet d'épuration des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec. Ils ne sont donc pas directement applicables à ce cas; cependant, ils sont utiles pour comparer les coûts des procédés entre eux.

La comparaison économique des deux procédés montre que:

- . Pour les usines de petite capacité (inférieure à 5 tonnes MS/j), les coûts associés aux systèmes Taulman-Weiss et Fairfield sont du même ordre de grandeur. Il faudrait une évaluation plus poussée pour établir la différence de coûts entre les deux procédés.
- . Pour les usines de capacité importante (supérieure à 20 tonnes MS/j), les coûts d'immobilisation du système Taulman-Weiss dépassent de beaucoup ceux du système Paygro. Les coûts d'exploitation sont également plus élevés.

3.3 Options envisagées pour la Communauté urbaine de Québec

Pour déterminer une option, il faut préciser la taille de l'usine et le procédé, le mode de disposition final des boues non compostées et la localisation des installations.

3.3.1 Taille de l'usine

La taille de l'usine dépend des conditions du marché. Pour la région de Québec, il a été établi que le marché du compost était en expansion, mais la demande pour ce produit est difficile à évaluer et dépend, en partie, des efforts de mise en marché. D'autre part, l'étude du marché montre que le prix de vente du compost ne serait pas très élevé, ce qui diminue éventuellement la rentabilité de l'opération.

Devant ces faits, une hypothèse de base fixant à 10 t/j M.S. la capacité de l'usine apparaît réaliste. Cette quantité représente approximativement 20% des boues produites par les deux stations d'épuration en un an. Le compost produit (environ 14 000 t humide/an) permettrait de satisfaire environ 30% du marché potentiel identifié. Si le marché réserve un bon accueil au produit et que la demande augmente, il sera possible d'ajouter d'autres réacteurs pour satisfaire cette demande. Cette hypothèse fixe une capacité de design requise à des fins d'estimations.

3.3.2 Choix d'un procédé de compostage

Pour des usines de compostage de petite capacité, les deux manufacturiers (Taulman-Weiss et Compost Systems Co.) fournissent l'équipement à des prix concurrentiels. Toutefois, l'expérience de Taulman-Weiss dans ce domaine dépasse celle de Compost Systems Co.

La différence entre les deux systèmes est plus évidente au niveau des usines de capacité importante. Le procédé Paygro de Compost Systems Co. est plus économique que le procédé de Taulman-Weiss relativement aux coûts d'immobilisation ainsi qu'aux coûts d'exploitation. De plus, il y a plus d'usines de capacité importante de Compost Systems Co. par rapport au nombre d'usines Taulman-Weiss.

Les options de compostage établies pour le projet de la Communauté urbaine de Québec sont basées sur le compostage de 10 tonnes MS/j de boues. A ce niveau, les coûts des deux systèmes sont du même ordre. Le procédé Fairfield a été choisi pour l'évaluation économique parce que l'information fournie par Compost Systems Co. était plus détaillée que celle fournie par Taulman-Weiss, ce qui a facilité l'estimation des coûts associés au projet de la Communauté urbaine de Québec. Advenant que le compostage soit la solution retenue, il y aurait lieu de réévaluer de façon détaillée les deux systèmes.

3.3.3 Le mode de disposition finale des boues

Initialement, l'option de compostage permettrait de disposer d'environ 20% (base sèche) des boues produites par les deux stations d'épuration durant un an. Il reste 80% des boues à traiter d'une autre manière. Les deux solutions envisagées sont la coïncinération et la digestion anaérobie. Ces deux modes de disposition des boues sont compatibles avec le compostage. Il suffit de prévoir les équipements appropriés pour extraire les boues fraîches au moment opportun.

Dans le cas de la coïncinération, le prélèvement des boues destinées au compostage se fait après la déshydratation, avant le séchage à l'incinérateur.

Dans le cas de la digestion anaérobie, la déshydratation se fait lorsque les boues sont digérées. Dans ce cas, il faudra prévoir un équipement dédié à la déshydratation des boues fraîches de façon à en obtenir pour le compostage.

3.3.4 Localisation des installations

Trois sites sont requis pour réaliser le projet d'épuration des eaux usées de la Communauté urbaine de Québec, soit le site ouest (Henri IV -14), le site est (Port de Québec - 28) et le site de l'incinérateur. Théoriquement, l'usine de compost pourrait être installée au site est ou au site ouest. Au site de l'incinérateur, les espaces sont restreints et les habitations rapprochées. Toutefois, une opinion formulée par le Bureau d'Évaluation environnementale et confirmée par la Communauté urbaine de Québec*, précisait que les scénarios de digestion anaérobie et de compostage sur les sites des stations ne pouvaient être pris en considération. Pour ces installations, un site alternatif (47) localisé dans le parc industriel Saint-Augustin, situé hors des zones urbaines, a été proposé.

*: Lettre de monsieur Serge Lapointe datée du 10 septembre 1987

C'est donc à cet emplacement que seront prévues les installations de compostage et de digestion anaérobie s'il y a lieu.

3.3.5 Formulation des options

A partir des considérations énoncées précédemment, deux options de compost sont envisagées selon le type de traitement des boues.

Option 7

Cette option prévoit le compostage de 10 tonnes MS/j de boues au site de Saint-Augustin. Toutes les boues sont acheminées par une conduite du site est au site ouest et de là, au site Saint-Augustin. Une partie des boues est déshydratée (environ 20%) puis compostée. Le compost est ensuite déposé sur une aire pavée et recouvert pour la maturation et l'entreposage. Considérant les besoins du marché, l'entreposage sera prévu pour une période d'environ 9 mois.

Les boues non compostées seront digérées, déshydratées puis enfouies.

Option 8

Comme la précédente, cette option prévoit le compostage à Saint-Augustin. Les boues sont déshydratées au site de l'incinérateur puis transportées par camion (3 par jour) à Saint-Augustin pour y être compostées. La maturation et l'entreposage sont identiques à ce qui est prévu dans l'autre option.

Les boues non compostées seront déshydratées, séchées puis brûlées.

4. GRANULES

4.1 Évaluation du marché des boues granulées

Cette section expose les résultats d'un survol du marché pour les boues granulées. Cette analyse a été réalisée à partir d'une courte recherche bibliographique, d'études de cas et d'entrevues avec des producteurs, des distributeurs et d'éventuels utilisateurs de boues granulées. Après avoir présenté les caractéristiques générales du produit et déterminé les principales utilisations, la taille du marché est estimée et les conditions de mise en marché exposées.

4.1.1 Caractéristiques générales du produit

Les caractéristiques des granules qui seront produites à Québec ne sont pas disponibles. L'examen des caractéristiques des boues séchées dans d'autres stations d'épuration (tableau 4.1) donne une indication du contenu possible en matière organique et en éléments fertilisants, bien que ces données ne soient pas nécessairement représentatives pour Québec.

Les boues granulées se présentent sous forme d'engrais organique. Les matières nutritives qu'elles contiennent se libèrent donc graduellement, contrairement aux engrais chimiques. Alors que la teneur en matière organique est relativement élevée pour les boues séchées (autour de 50%), la valeur fertilisante, pour sa part, est relativement faible.

Le séchage détruit la plupart des bactéries dans les boues, mais des boues séchées non stabilisées (non digérées) peuvent se putréfier si elles sont réhumectées en couches épaisses à même le sol (Stern, 1975).

Tableau 4.1 Caractéristiques de boues séchées

PARAMÈTRES	CONCENTRATION (Matière sèche)
. Siccité	92 - 93% (1) 95% (3)
. Teneur en matière organique	48 - 55% (1)
. Azote total	2,7 - 2,8% (1) 3,5 - 6,4% (2) 4% (3) 5% (4)
. Azote ammoniacal	0,4 - 0,45% (1)
. Azote organique	2,3 - 2,4% (1) 2,0 - 4,5% (2)
. P	0,8 - 3,9% (2) 3,5% (3) Moins de 1% (4)
. Phosphates (P ₂ O ₅)	1,8 - 8,7% (2)
- Totaux	4 - 5% (1)
- Solubles	3,2 - 3,5% (1)
. K	0,2 - 0,7% (2) 0,5% (3) Moins de 1% (4)
. K ₂ O	0,2% (1) 0,24 - 0,84% (2)
. CaO	15 - 19% (1)
. Métaux lourds	Inférieure à la norme française (1)

Sources: (1): A. Deguin et Y. Joly, Rapport sur la granulation des boues de la station de La Rochelle, France.

(2): EPA, 1979. Boues secondaires séchées.

(3): Enviro-Gro, Exemple de Lobb County, Georgie.

(4): Enviro-Gro, Valeurs typiques.

4.1.2 Utilisation comme engrais organique

Les principaux débouchés pour ce produit comprennent l'agriculture, l'horticulture et le paysagisme, l'aménagement et l'entretien de gazons et terrains de golf.

La demande pour ce produit serait relativement faible, bien que certaines stations aient réussi à commercialiser leurs boues séchées; c'est le cas notamment de Milwaukee, Houston, Chicago et Winston-Salem, dont les caractéristiques sont présentées au tableau 4.2.

La production de boues granulées de Milwaukee, mieux connues sous le nom de Milorganite, atteint 65 000 tonnes par an. Ces boues sont commercialisées aux États-Unis et au Canada de même qu'en Amérique du Sud et en Asie par quelques courtiers et 130 distributeurs. Ce produit, mis sur le marché en 1926, a su se tailler une place importante comme engrais à gazon (notamment pour les terrains de golf) grâce à des efforts soutenus au niveau de la promotion et de l'information, de la qualité de la production, de même qu'au plan de la recherche et de l'expérimentation. L'intérêt grandissant des Américains pour le golf a également contribué à l'essor de cet engrais organique dès ses débuts (Spindler, 1986). Le produit est maintenant bien connu des citoyens pour la fertilisation des pelouses et il se vend au Québec. Le caractère organique de ce composé présente un certain attrait pour le consommateur.

La publicité récente du Milorganite mentionne les avantages suivants de ce produit pour les pelouses et gazons:

- . engrais naturel organique qui fournit aux plantes un régime équilibré comprenant les éléments nutritifs essentiels;
- . apport de fer, élément important pour obtenir un beau gazon vert et en santé;
- . apport complet de la valeur nutritive contenue dans le produit aux plantes, contrairement à plusieurs engrais synthétiques qui s'évaporent en bonne partie ou disparaissent rapidement par lessivage;

Tableau 4.2 Quelques exemples de boues séchées sur le marché

VILLES	CARACTÉRISTIQUES
Houston	<ul style="list-style-type: none"> . "Hou-Actinite" . Boues secondaires (activées) séchées (poudre) . Vente en vrac par un courtier via un contrat de 5 ans attribué après appel d'offres compétitives . Prix - environ 21\$/tonne (1972) . Utilisation notamment en Floride (sols sablonneux, agrumes)
Milwaukee	<ul style="list-style-type: none"> . "Milorganite"; sur le marché du Québec . 65 000 tonnes/an . Boues secondaires (activées) granulées . Vente en vrac et au détail (sacs de 50 lbs) . Franchises; courtiers et distributeurs . Coût de production (1975) - 90\$/tonne . Revenu (1975) - 54\$/tonne (serait de l'ordre de 77\$/t actuellement) . Utilisations: gazons, pelouses, terrains de golf, industries et agriculture
Chicago	<ul style="list-style-type: none"> . Boues secondaires (activées) séchées . Vente par un courtier via appels d'offres compétitives . Prix - 17\$/tonne (1975) . Coût de production - environ 106\$/tonne (1975) . Un producteur d'engrais installé au Québec commercialise des boues de Chicago sous le nom de "Vitorganic"
Winston-Salem Caroline du Nord	<ul style="list-style-type: none"> . "Organiform SS" . Boues digérées séchées à l'air auxquelles sont ajoutés des produits azotés avant le séchage d'où un contenu en azote de 15 à 20% . Production prévue (1975) - 10 000 tonnes/an. Marché de détail envisagé (plus lucratif) en raison du contenu élevé en azote.

Sources: Stern, 1975
 Spindler, 1986
 Burkett, 1987

- . ne brûle pas les gazons car il ne contient pas de sels chimiques comme les engrais synthétiques;
- . ajoute de l'humus au sol, ce qui en améliore la qualité;
- . favorise une meilleure résistance aux maladies des pelouses et autres dommages;
- . réduit la quantité de chaume en favorisant la présence de micro-organismes qui en assurent la décomposition;
- . facile à appliquer et ne nécessite pas d'arrosage au moment de l'application.

Le produit pur fait cependant l'objet de certaines restrictions environnementales au Canada en raison du taux de cadmium qu'il peut contenir. Pour cette raison, il serait de plus en plus utilisé en mélange avec d'autres engrais. Selon les normes canadiennes, le Milorganite n'est pas recommandé pour les potagers, seulement pour les pelouses.

En général, la commercialisation des boues granulées est plus facile que celle des boues séchées en poudre. En effet, la manutention du produit en poudre est difficile en raison des poussières. Les utilisateurs ont de plus en plus tendance à délaissier les amendements qui génèrent de la poussière; même la chaux agricole est maintenant disponible sous forme de granules.

Taille du marché

Les principaux engrais organiques du genre boues granulées sur le marché au Québec sont le Vitorganic (deux formulations: 6-3-0, et 8-2-0) fait de boues provenant de la région de Chicago, et le Milorganite (6-2-0) ou Milorganite Plus (10-3-0) fabriqué avec les boues de Milwaukee. La principale utilisation est la fertilisation des pelouses et gazons. Le marché actuel pour ces engrais au Québec serait de l'ordre de 1 500 à 2 500 tonnes par an.

Bien que la littérature mentionne une utilisation répandue pour les terrains de golf aux États-Unis, cette pratique n'est pas courante dans la région ou la province de Québec.

Du côté des municipalités consultées, aucune n'utilise d'engrais organique, mais quatre villes utilisent au total environ 47 t d'engrais chimique.

Au Canada, le principal marché pour ce genre d'engrais se situe en Ontario. On peut estimer à au moins 5 000 tonnes la quantité d'engrais organiques utilisés dans cette province chaque année. La station d'épuration de Toronto, qui envisage maintenant la granulation de ses boues, a déjà vendu des boues séchées (non granulées).

Prix

L'enquête a permis d'établir que le prix du produit en vrac est fonction de la valeur fertilisante. Il pourrait se situer entre 20 et 180\$ t.

4.1.3 Utilisation comme matériau de remplissage dans des engrais chimiques

Une tendance semble se manifester, soit celle d'utiliser les boues granulées comme matériau de remplissage dans des engrais chimiques. Ainsi, un important fabricant du sud de l'Ontario utilise de 1 600 à 1 700 tonnes de granules de boues par an en remplacement de la pierre de chaux.

Au Québec, on estime à 520 000 tonnes la quantité totale d'engrais chimiques vendus en 1986, dont vraisemblablement 25 000 tonnes dans la région de Québec. En moyenne, le matériau de remplissage représente environ de 5 à 10% de ces quantités.

En mélange, les boues granulées servent principalement d'apport de matière organique alors que les granules chimiques servent d'apport en fertilisant. Ce mélange serait techniquement intéressant pour les cultures qui ne reçoivent que peu d'apport en matière organique. Par exemple, un apport d'engrais chi-

mique de 500 kg/ha pouvait permettre un apport de matière organique de 12 à 25 kg/ha (25 à 50 kg de granules à 50% de matière organique).

Cette avenue est compatible avec les pratiques culturales actuellement utilisées et avec les efforts de conservation des sols privilégiant actuellement les techniques de rotation des cultures et de travail minimum du sol.

Il s'agit donc d'une avenue à considérer, limitée cependant par le prix actuel de la pierre de chaux et le coût de production des granules.

Des réticences ont été exprimées par les intervenants consultés, dont les problèmes de dosage, la dimension et le poids des granules, les interactions avec les engrais chimiques, etc. Il faudra que des expériences soient menées pour répondre à ces réticences avant d'envisager la production sur une base commerciale. Par ailleurs, il subsiste une interrogation face à la réceptivité par les agriculteurs. C'est pourquoi des démonstrations auprès des agriculteurs apparaissent une approche nécessaire, en considération du marché potentiel québécois de l'ordre de 25 à 50 000 t annuellement, et du prix élevé des produits concurrents comme le Milorganite (prix livré de 180\$/t).

Par ailleurs, les risques d'accumulation ou de contamination du sol apparaissent de façon préliminaire faibles compte tenu des faibles volumes (exemple: 50 kg/ha) appliqués de façon relativement homogène lors des semis. Un contrôle de la qualité des boues granulées apparaît cependant nécessaire.

Finalement, le coût de l'engrais organique peut être rendu comparable au prix de la pierre de chaux, à condition que les fabricants d'engrais acceptent de reconnaître la valeur fertilisante des boues granulées (20 à 30\$/t), en plus de sa valeur comme matériau de remplissage (10 à 20\$/t). Il faut comprendre que les fabricants d'engrais offrent des garanties sur leurs produits et que

l'engrais chimique représente une sécurité au niveau de la composition et des résultats pour les cultures. C'est pourquoi une approche valable de démonstration, en plus de comprendre un suivi agronomique particulier devrait nécessairement associer l'intérêt et les efforts d'un fabricant d'engrais.

4.1.4 Conditions de mise en marché

Les boues granulées, tel le Milorganite, représentent un marché de faible envergure de l'ordre de 1 500 à 2 500 t par an au Québec, et de l'ordre de 5 000 t en Ontario. La principale utilisation actuelle concerne la fertilisation de pelouses.

Il existe cependant une forte concurrence dans le marché des engrais organiques de la part d'importantes agglomérations américaines et possiblement dans un avenir proche de la part de Toronto. Le marché québécois des engrais organiques n'aurait pas, à lui seul, une envergure suffisante pour justifier des investissements très importants.

L'utilisation des boues granulées comme matériau de remplissage dans les engrais chimiques représente une avenue à envisager. Déjà, un important fabricant du sud de l'Ontario utilise les boues granulées pour cet usage et ce, sur une base commerciale.

En considérant que le matériau de remplissage puisse constituer en moyenne de 5 à 10% de l'engrais chimique, il y a donc un potentiel d'incorporation de 25 à 50 000 t de boues granulées dans les engrais chimiques produits au Québec.

Le développement de cette technique, tant au niveau de la mise au point que de la démonstration, doit comprendre un suivi agronomique et prévoir la collaboration étroite d'un ou des fabricants d'engrais du Québec.

A cause de leur degré de siccité élevé, les boues granulées sont les plus faciles à manipuler et les coûts de transport réduits par rapport aux boues humides et au compost de boues. Le produit est facilement exportable, mais la concurrence sur les marchés extérieurs est élevée. A court terme, il apparaît plus pertinent de considérer le marché québécois des engrais organiques, où le prix actuel de produits similaires, par exemple, (incluant les coûts de transport) serait de l'ordre de 150 à 180\$/t.

Il est à prévoir que jusqu'à ce que tous les essais agronomiques et environnementaux aient été complétés, l'utilisation des granules sera limitée à des usages de fertilisation et d'amendement des sols hors de la chaîne alimentaire (gazons, golfs, horticulture, etc.). L'utilisation en agriculture est donc problématique à ce stade. Un marché de 2 500 t par an représente donc l'objectif fixé pour l'estimation des coûts de cette étude.

Le prix de vente sera également un facteur important qui conditionnera la mise en marché.

Finalement, la valeur fertilisante des boues granulées pourrait être augmentée si nécessaire par l'ajout de fertilisants chimiques appropriés. Cela contribuerait à rendre le produit plus attrayant pour les consommateurs.

4.2 Techniques et procédés

Le séchage thermique des boues est un procédé qui vise à évaporer l'eau contenue dans les boues. Généralement, les boues entrent dans le séchoir à une siccité d'environ 25% et sont séchées à une siccité de 80 à 95%. Le séchage constitue un procédé de stabilisation des boues puisqu'il permet une destruction importante des pathogènes.

Il existe plusieurs types de séchoirs actuellement utilisés pour le séchage des boues. Certains de ces séchoirs (exemple: "flash dryer") produisent des boues séchées sous forme de poudre. D'autres séchoirs (exemple: séchoir rotatif) produisent des granules.

Les boues séchées peuvent être directement utilisées comme engrais, mélangées avec de l'engrais chimique ou incinérées. Si l'objectif du séchage est la commercialisation des boues, il est préférable que le produit final soit sous forme de granules. La manutention des boues sous forme de poudre est difficile à cause des poussières et des risques d'incendies. Pour cette raison, il est préférable que les boues séchées sous forme de poudre soient transformées en granules, ce qui exige de l'équipement auxiliaire de granulation.

4.2.1 Examen des procédés de séchage et de granulation

La valorisation des boues par séchage et granulation a été examinée à partir de l'étude de cas de stations d'épuration utilisant ce procédé, de contacts avec des manufacturiers d'équipements de séchage et de granulation, et par une recherche bibliographique. Les stations d'épuration qui ont été contactées sont:

- . Station d'épuration de Jones Island - Milwaukee, Wisconsin
 - Produit connu sous le nom de Milorganite; l'équipement de granulation a été conçu spécifiquement pour cette station.

- . Station d'épuration du comté de Cobb - Marietta, Georgie
 - Procédé ESP opéré entièrement par Enviro-Gro Technologies.

- . Station d'épuration de la ville de Largo, Floride
 - Procédé ESP.

- . Station d'épuration d'Ironbridge - Orlando, Floride
 - Procédé ESP.

- . Station d'épuration du comté de Clayton - Clayton County, Georgie
 - Procédé ESP.

. Station d'épuration des eaux de la ville de Houston, Texas

- Produit connu sous le nom de Hou-actinite; les séchoirs de C.E. Raymond sont utilisés; le produit est une poudre.

Un résumé des caractéristiques de chacune des stations et les commentaires des opérateurs associés à ces stations sont présentés au tableau 4.3.

Deux types de solutions ont été examinés en vue de l'évaluation technique et économique de la valorisation des boues granulées, à savoir:

Le procédé ESP (fourni par Enviro-Gro Technologies)

Le procédé ESP implique que le séchage et la granulation se font simultanément dans un séchoir rotatif. L'équipement additionnel de granulation n'est pas nécessaire.

Selon nos informations, le procédé ESP semble le plus répandu des procédés de séchage et de granulation. L'étude de cas a permis de constater que ce procédé a rencontré plusieurs difficultés à ses débuts, dont des problèmes mécaniques et des émissions importantes d'odeurs. Cependant, Enviro-Gro Technologies aurait réglé ces problèmes dans les stations qui utilisent la technique ESP actuellement.

La granulation des boues préalablement séchées

Cette solution consiste à produire des granules à partir de boues séchées sous forme de poudre. La valorisation des boues directement sous cette forme est possible, comme le montre l'exemple de la ville de Houston, Texas. Cependant, la manutention des boues sous forme de poudre est difficile à cause des poussières et du risque élevé d'incendies. Une fois séchées, les boues peuvent être granulées. Un manufacturier (Separator Engineering, par exemple) peut fournir l'équipement de granulation et l'équipement auxiliaire de tamisage et d'alimentation.

Tableau 4.3 Stations d'épuration utilisant le procédé de séchage et granulation des boues

STATIONS D'ÉPURATION	DÉBIT (MGJ)	PROCÉDÉ DE SÉCHAGE	COMMENTAIRES
Jones Island Milwaukee, Wisconsin	130	10 séchoirs rotatifs, spécialement conçus pour cette station Produit: milorganite Procédé en opération depuis 1926, améliorations effectuées durant les années '50	<ul style="list-style-type: none"> . Traitement de gaz par lavage: <ul style="list-style-type: none"> - enlèvement de poussières à 90% - pas de problèmes d'odeurs . Toutes les boues granulées produites sont utilisées comme engrais . Revenu de la vente du produit est supérieur à 5 millions U.S.; cependant, le coût du gaz naturel utilisé dépasse le revenu
Cobb County Marietta, Georgie	15	Procédé ESP depuis 1979 - améliorations au système en 1986 Enviro-Gro Technologies est responsable de l'opération du procédé et de la vente du produit	<ul style="list-style-type: none"> . Problèmes importants d'opération et d'odeurs. Ces problèmes ont été réglés par Enviro-Gro Technologies avec les modifications suivantes: <ul style="list-style-type: none"> - remplacement de l'équipement de déshydratation et des convoyeurs - addition d'un système de tamisage - incorporation d'un système de traitement d'odeurs utilisant le chlore: "Quad Air Scrubber"
City of Largo Largo, Floride	11	Procédé ESP exploité depuis mars 1976. récemment fermé	<ul style="list-style-type: none"> . Le procédé de séchage et de granulation fonctionnait bien, mais le système de traitement d'odeurs (ozonateur) n'était pas adéquat. Pour cette raison, le séchage des boues ne se fait plus à cette station
Ironbridge Orlando, Floride	-	Procédé ESP exploité durant 2 ans, mais actuellement fermé	<ul style="list-style-type: none"> . Problèmes mécaniques nombreux . Pas de contrôle sur les dimensions des granulés . Problèmes d'odeurs: "plumes de poule brûlées". Le système de lavage d'air n'était pas efficace
Clayton County Clayton County, Georgie	-	Procédé ESP depuis 1980	<ul style="list-style-type: none"> . Certains problèmes mécaniques et d'odeurs ont été réglés par Enviro-Gro Technologies . Gaz naturel remplacé par copeaux de bois . Coût d'opération: 119,00 \$/t MS Prix de vente : 82,00 \$/t MS . Le coût d'opération serait plus élevé si le gaz naturel était utilisé comme source d'énergie . Le compostage (Taulman-Weiss) est aussi effectué à cette station avec de bons résultats
City of Houston Houston, Texas	65	Séchoirs C.E. Raymond Produit: "Hou-actinite"	<ul style="list-style-type: none"> . Les boues séchées en forme de poudre sont utilisées comme engrais en Floride . Problèmes de manutention (poussière); risque d'incendie élevé à cause de l'entreposage des boues séchées

Il y a quelques stations d'épuration en Europe qui font des boues granulées à partir des boues séchées. Par exemple, la station d'épuration à Lisieux, en France, utilise ce procédé. L'équipement fourni par la Société Inor (France) incorpore un séchoir spécifique appelé Pulvo-Therm.

Notons que la commercialisation des boues à la station d'épuration de Milwaukee se fait depuis longtemps avec beaucoup de succès. Cependant, l'équipement a été conçu spécifiquement pour la station et n'est pas généralement disponible d'un manufacturier particulier. L'équipement principal est un séchoir rotatif qui produit des flocons.

Un autre procédé a également été examiné, soit celui commercialisé par N-Viro-Soil Energy Ltd, connu sous le nom de N-Viro-Soil. Le procédé N-Viro-Soil est caractérisé par la stabilisation alcaline avec séchage. Les poussières des fours à ciment ou à chaux constituent le matériel alcalin utilisé pour la stabilisation. Ce procédé est intéressant parce que le produit est un matériel granulé et de bonne qualité agronomique. En fait, ce procédé permet non seulement la valorisation de boues, mais aussi la valorisation des poussières des fours à ciment et à chaux. Les ventes prévues de ce produit sur le marché agricole pour les années 1987-1992 aux États-Unis sont de 14 millions de dollars (National Kiln Dust Management Association, 1987).

L'évaluation du procédé N-Viro-Soil exigerait une étude de disponibilité des poussières des fours à ciment ou à chaux, ce qui n'entre pas dans le plan actuel de travail. Cette solution peut également être assimilée aux solutions de valorisation des boues déshydratées.

4.2.2 Procédés applicables au cas de la Communauté urbaine de Québec

La valorisation sous forme de boues granulées est applicable au projet de la Communauté urbaine de Québec dans le cas où la coïncinération est retenue comme procédé de traitement des boues. Dans le contexte de l'option de la coïncinération, toutes les boues seraient séchées. Une partie des boues séchées pourrait être commercialisée selon la demande du marché. Toute boue non valorisée serait incinérée dans l'incinérateur de la Communauté urbaine de Québec.

Le scénario de granulation dépend du type de séchoir. Le type de séchoir à utiliser pour le projet de la Communauté urbaine de Québec n'est pas encore déterminé. Les deux scénarios (procédé ESP et granulation des boues préalablement séchées) sont donc possibles.

Toutefois, la Communauté urbaine de Québec n'envisage pas retenir la technologie de type séchoir rapide ("flash dryer") à cause d'inconvénients techniques inhérents à ce type de procédé.

4.3 Coûts associés à la granulation des boues

Le coût total de la coïncinération est présenté à la section 5.5 avec les coûts de tous les scénarios considérés pour la Communauté urbaine de Québec.

Des coûts d'immobilisation pour le procédé ESP ont été fournis par le manufacturier Enviro-Gro Technologies. Ces estimations préliminaires présentées au tableau 4.4 n'ont pas été établies dans le contexte du projet de la Communauté urbaine de Québec. De plus, les coûts d'opération n'ont pas été fournis car ils sont fortement influencés par le coût d'énergie utilisé pour le séchage.

La description des systèmes ESP correspondant aux coûts du tableau 4.4 est incluse en annexe 6.

Tableau 4.4 Coûts d'immobilisation du procédé ESP (granulation des boues)
tels que fournis par Enviro-Gro Technologies

QUANTITÉ DE BOUES A TRAITER (t MS/j)	SYSTÈME	COÛT D'IMMOBILISATION (M\$ Can.)*
2,5	ESP 1 000	1,18
5,0	ESP 3 000	1,97
10,0	ESP 5 000	2,63
20,0	DUAL ESP 5 000	4,27
40,0	ESP 8 000	5,25
55,0	ESP 8 000	5,25

* Taux d'échange: 76,18\$ Can./100,00\$ U.S.

5. ANALYSE COMPARATIVE DES OPTIONS

Cette section rappelle l'ensemble des options de valorisation agricole des boues en regard de la chaîne de traitement possible, expose les différents critères et la méthodologie de comparaison et présente l'analyse comparative des différentes options.

Cette comparaison permet d'ordonner les options en regard de considérations techniques, environnementales et économiques.

5.1 Rappel des options

Les options possibles dans le contexte de la Communauté urbaine de Québec ont été définies aux chapitres précédents. La figure 5.1 présente le schéma de chaque option de traitement et de valorisation des boues. La description des options est présentée ci-dessous. S'y ajoute la proportion de boues valorisées par chacune des options. Cette proportion est basée sur la quantité totale annuelle des boues produites à chacune des chaînes de traitement et varie s'il s'agit de boues vertes ou de boues digérées.

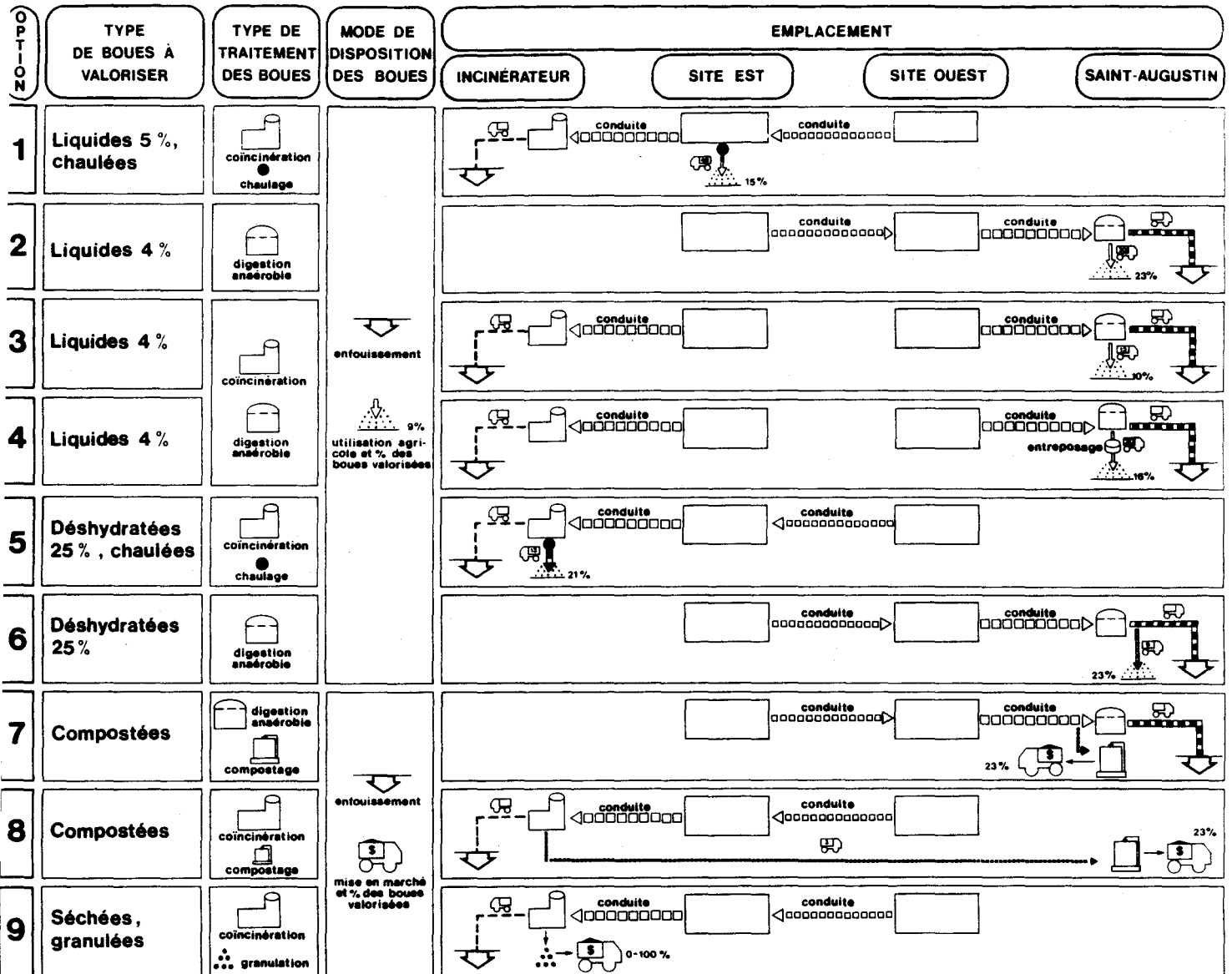
1. Épandage de boues liquides chaulées

Siccité	:	5%
Volume à considérer	:	56 000 m ³
Stabilisation	:	Chaux à la station est
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Coïncinération
Proportion des boues valorisées	:	15%

Des installations de chaulage en phase liquide sont ajoutées à la station est. Le volume de boues à épandre correspond à la capacité des terres agricoles disponibles et propices à l'épandage.

Figure 5.1

DESCRIPTION DES OPTIONS DE VALORISATION AGRICOLE DES BOUES PROVENANT DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA COMMUNAUTE URBAINE DE QUEBEC



CHEMINEMENT DES BOUES

Boues fraîches liquides
 Boues fraîches déshydratées

Boues stabilisées liquides
 Boues stabilisées déshydratées

Cendres

Nombre de camions par jour

2. Épandage de boues liquides digérées

Siccité	:	4%
Volume à considérer	:	66 000 m ³
Stabilisation	:	Digestion anaérobie à Saint-Augustin
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Digestion anaérobie suivi de déshydratation et enfouissement
Proportion des boues valorisées	:	23%

3. Épandage de boues liquides digérées

Siccité	:	4%
Volume à considérer	:	30 000 m ³
Stabilisation	:	Digestion anaérobie à Saint-Augustin
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Coïncinération (station est) Digestion anaérobie (station ouest) suivie de déshydratation et enfouissement
Proportion des boues valorisées	:	10%

Le volume des boues à épandre permet d'utiliser environ 65% des superficies disponibles.

4. Épandage de boues liquides digérées

Siccité	:	4%
Volume à considérer	:	45 000 m ³
Stabilisation	:	Digestion anaérobie à Saint-Augustin
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Idem option 3
Proportion des boues valorisées	:	16%

Considérant le nombre de jours de soutirage (130 jours), il est nécessaire de prévoir un entreposage temporaire des boues liquides.

5. Épandage de boues déshydratées chaulées

Siccité	:	25%
Volume à considérer	:	15 000 m ³
Stabilisation	:	Chaux à l'incinérateur
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Coïncinération
Proportion des boues valorisées	:	21%

L'ensemble des surfaces agricoles disponibles sera utilisé. Le soutirage des boues à valoriser se fait au besoin, après les filtres-presses et après le chaulage. Il n'y a pas d'équipement additionnel requis.

6. Épandage de boues digérées déshydratées

Siccité	:	25%
Volume à considérer	:	11 000 m ³
Stabilisation	:	Digestion anaérobie à Saint-Augustin suivie de déshydratation et enfouissement
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Digestion anaérobie
Proportion des boues valorisées	:	23%

7. Production de compost (compostage mécanique)

Siccité	:	25%
Volume à considérer	:	14 600 m ³
Stabilisation	:	Non requise
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Digestion anaérobie suivie de déshydratation et enfouissement
Localisation de l'installation	:	Saint-Augustin
Proportion des boues valorisées	:	23%

8. Production de compost (compostage mécanique)

Siccité	:	25%
Volume à considérer	:	14 600 m ³
Stabilisation	:	Non requise
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Coïncinération
Localisation de l'installation	:	Saint-Augustin
Proportion des boues valorisées	:	23%

9. Production de boues granulées

Siccité	:	95%
Volume à considérer	:	Toutes les boues
Stabilisation	:	Séchage thermique
Mode de traitement des boues non valorisées	:	Coïncinération
Localisation de l'installation	:	Incinerateur régional
Proportion des boues valorisées	:	16%

La proportion des boues valorisées pourra facilement être augmentée.

5.2 Analyse comparative des solutions

Ce chapitre expose le cheminement et les résultats de l'analyse comparative des options.

5.2.1 Approche méthodologique de comparaison des options

La méthodologie de comparaison est basée sur l'ordonnancement des solutions en regard de différents critères. La comparaison s'effectue en trois étapes.

La première étape consiste à ordonner les solutions pour chaque critère identifié et à intégrer les rangs dans une matrice. La matrice regroupe les critères selon trois niveaux d'importance. Ainsi, une solution qui récolte

un premier rang pour un critère de première importance sera jugée très intéressante. Un premier rang pour un critère de seconde importance vaut un second rang pour un critère de première importance, et ainsi de suite. Les neuf solutions sont ordonnées en fonction d'une compilation des résultats. Cette méthode de classement par ordination d'alternatives à évaluer suit la procédure proposée par Holmes (1972).

La seconde étape consiste à ordonner les solutions en regard de l'ensemble des coûts de traitement des boues tels qu'évalués par la Communauté urbaine de Québec.

La troisième étape présente la mise en relation des résultats de la comparaison technique et environnementale avec les coûts. Les solutions de moindre coût qui présentent les meilleurs avantages sont retenues.

5.2.2 Identification des critères de comparaison

Les critères considérés dans l'analyse comparative des différentes options sont ceux habituellement retenus dans d'autres études similaires et dans la littérature spécialisée sur la valorisation agricole des boues (particulièrement: Michigan, D.N.R., 1986; Dickens, 1987; UPA, 1984; Simcoe Eng. et Envirosearch, 1980).

Ces critères sont issus des considérations suivantes (tableau 5.1):

- . Considérations juridiques
- . Considérations environnementales
- . Considérations techniques
- . Considération économiques

Tableau 5.1 Considérations relatives à l'évaluation

Considérations juridiques	- Réglementation
	- Directives
	- Normes
Considérations environnementales	- Perception sociale
	- Nuisances particulières
	- Qualité des boues valorisées
	- Intérêts agronomiques, écologiques
	- Utilisation actuelle du sol
Considérations techniques	- Mécanique éprouvée
	- Procédé connu
	- Complexité, fiabilité
Considérations économiques	- Coûts
	- Attitude du marché

A partir de ces considérations générales, neuf critères de comparaison ont été définis.

5.2.2.1 Critères de premier ordre

Nuisances particulières

Les différentes options sont susceptibles, chacune à leur façon, de produire des conséquences environnementales indésirables. Des nuisances particulières peuvent être identifiées sur les lieux de transformation des boues à valoriser. Ces mêmes nuisances et d'autres peuvent aussi être perçues sur les sites d'épandage (cas des boues liquides ou déshydratées) ou le long des parcours menant à ces sites.

Les bruits, la circulation et les odeurs sont les nuisances les plus susceptibles d'être perçues suite à un projet de valorisation des boues. Les options favorisées sont celles où les risques de dégagement d'odeurs dans l'atmosphère, le bruit et le camionnage sont les plus faibles.

Aspect social

Ce critère vise à prendre en compte les considérations reliées à la perception sociale anticipée pour les diverses solutions. Le critère s'appuie, entre autres, sur les recommandations du Bureau d'évaluation environnemental (BEE) en ce qui a trait à la localisation des équipements de traitement des boues, spécifiant que les équipements de traitement des boues devraient se situer hors des zones urbaines. Le critère qui considère également le niveau de dérangement possiblement associé à chacune des solutions a été jugé important. Globalement, les solutions de traitement des boues impliquant le site de Saint-Augustin seront favorisées en raison de l'éloignement des populations urbaines.

Coût annuel d'exploitation associé aux boues (base sèche) valorisées (coût par tonne)

Ce critère constitué du rapport entre le coût annuel d'exploitation et la quantité de boues valorisées permet de comparer les solutions sur une base similaire en regard du coût d'exploitation annuel de valorisation seulement.

La base comparative utilisée inclut les coûts de transport, d'épandage de boues liquides ou déshydratées et les coûts annuels d'exploitation des usines à compost, tels que fournis par la Communauté urbaine de Québec. Ce coût n'est qu'un indice des déboursés annuels attribuables à la valorisation pour une même base unitaire. Il permet de saisir l'importance de l'effort financier à déployer annuellement pour l'exploitation de la valorisation en assumant que les coûts de construction auraient été absorbés au moment de la construction des stations. Ce coût ne reflète pas l'ensemble des coûts attribuables à l'option. Il vise simplement à éliminer l'effet de variation des coûts attribuables à la solution de traitement des boues et à la variation des volumes de boues valorisées.

5.2.2.2 Critères de deuxième ordre

Marché

Ce critère permet d'ordonner les différentes solutions en regard de la facilité d'écoulement du produit sur le marché, de la demande pour un tel produit habituellement proportionnelle à sa valeur agronomique, de la complexité de la mise en marché et de la diversité des utilisations possibles du produit.

Gestion

Ce critère concerne l'ensemble des préoccupations d'ordre juridique et environnemental rattachées à l'épandage des boues liquides ou déshydratées et à la mise en marché ou distribution des composts et boues granulées. Pour l'épandage des boues liquides en particulier, les préoccupations environnementales

et agronomiques sont nombreuses (conditions de climat, de sol et de culture). Pour la Communauté urbaine de Québec, avec des volumes importants de boues à valoriser sur une courte durée de saison d'épandage et sur un sol peu disponible durant cette saison, les critères de bonnes pratiques de valorisation tendent à diminuer l'intérêt pour ce type de valorisation.

5.2.2.3 Critères de troisième ordre

Valeur agronomique

L'intérêt agronomique comme fertilisant est une préoccupation constante de la valorisation agricole des boues. Ici, la valeur agronomique se base sur la teneur relative en azote, en matière organique et en chaux ajoutée, s'il y a lieu. Ces teneurs sont basées sur des généralités puisées dans la littérature. Ayant peu d'informations sur la valeur comparative en phosphore des différents produits, ce paramètre est jugé d'égale valeur pour toutes les options. Il est à noter que la valeur agronomique est déjà considérée directement dans le critère "marché". C'est pourquoi ce critère en est un de troisième ordre.

Contrôle de la qualité

Bien que les boues soient considérées au départ comme étant de qualité toxicologique et bactériologique acceptable, ce critère rend compte de l'assurance de cette qualité dans le temps et dans toutes conditions de valorisation. Il évalue aussi la possibilité pour le gestionnaire de limiter rapidement la distribution du produit advenant un problème quelconque.

Aspect technique

L'aspect technique se limite aux seules étapes de la chaîne de traitement qui permettent d'obtenir les boues à valoriser. L'aspect technique rend compte aussi de la complexité et du nombre des opérations de manutention requises pour l'épandage des boues liquides ou déshydratées.

5.2.3 Ordination des solutions pour chaque critère

Cette section présente l'ordination des solutions pour chaque critère et le cas échéant, les justifications.

Nuisances

Ordre: 9 - 7 - 6 - 8 - 2 - 5 - 1 - 3 - 4

La granulation des boues (solution 9) est classée en position 1 pour les raisons suivantes:

- . les gaz malodorants produits par le procédé seront acheminés vers l'incinérateur. La combustion d'odeurs représente la solution de désodorisation la plus efficace;
- . le nombre de camions requis pour le transport des boues granulées est réduit à cause de la siccité élevée du produit.

Le compostage présente des risques d'émissions d'odeurs. Cependant, comparé aux autres solutions de valorisation, il n'implique presque aucune nuisance due à la manutention. La solution 8 qui demande un transport de boues fraîches (trois camions par jour) traitées chimiquement contre les odeurs au départ de l'incinérateur est considérée comme moins favorable que la solution 7.

Le classement désagrégé des neuf solutions en fonction des odeurs potentielles et de la circulation qu'elles sont susceptibles de causer à proximité des lieux de prises des boues et lors de la manutention est montré ci-après. La quantité de boues valorisées est dans plusieurs cas un facteur déterminant (augmentation du risque de nuisance en fonction de l'augmentation de la quantité de boues valorisées).

Odeurs (manutention) : 8/7 - 9 - 6 - 5 - 3 - 4 - 2 - 1

Odeurs (fabrication) : 9 - 1/5 - 2/6 - 3/4 - 8 - 7

Circulation/bruit (manutention): 9 - 7 - 8 - 6 - 5 - 3 - 4 - 2 - 1

Circulation/bruit (fabrication): 2/6 - 7 - 1/9/5 - 8 - 3/4

Aspect social

Ordre: 2/6 - 7 - 8 - 9 - 5 - 1 - 3/4

- . Les options 2 et 6 impliquent un seul site dans un parc industriel à Saint-Augustin et sont privilégiées.
- . L'option 7 propose deux modes de traitement à Saint-Augustin.
- . L'option 8 implique le traitement d'une partie des boues à Saint-Augustin et un minimum de nuisance hors-site.
- . Les solutions 1, 5 et 9 impliquent un traitement complet des boues dans des zones urbaines, y compris un transport par camion des boues à valoriser. En fonction du volume de camionnage requis, les options ont été ordonnées selon l'ordre suivant: 9 - 5 - 1
- . Les solutions 3 et 4 utilisent intensément deux sites pour le traitement des boues et sont, pour cette raison, classées en dernière position.

Coût annuel d'exploitation associé aux boues valorisées (coût/tonne)

Le tableau 5.2 présente la synthèse des coûts associés à la valorisation seulement, tels que fournis par la Communauté urbaine de Québec. Deux types d'information ont été ajoutés aux coûts, soit la quantité des boues valorisées (en tonne sur une base sèche) et le rapport entre le coût d'exploitation annuel et la quantité des boues valorisées. Ce rapport représente en quelque sorte un coût unitaire d'exploitation de la valorisation des boues et permet d'apprécier sur une base comparable des différentes options en éliminant les différences de volume et les coûts de construction. Ainsi, à titre d'exemple, les options de compostage bien que plus dispendieuses que les options de valorisation des boues sous forme liquide, présentent une meilleure performance au niveau de l'exploitation. Cependant, leur coût de construction est très élevé.

Ordre: 6 - 5 - 7 - 9 - 8 - 2 - 4 - 3 - 1

Tableau 5.2 Sommaire des coûts de valorisation des boues - coûts en 1 000\$ - juillet 1987

OPTION DE VALORISATION	COÛT D'EXPLOITATION		COÛT DE CONSTRUCTION*	COÛT TOTAL	COÛT DIFFÉRENTIEL	NOMBRE DE T VALORISÉ (base sèche par an)	COÛT D'EXPLOITATION ANNUEL POUR LA VALORISATION PAR TONNE DE BOUES (BASE SÈCHE) VALORISÉE
	Annuel	Actualisé 20 ans					
1. Chaulage est boues est et ouest - 55d	959	13 038	1 955	14 993	11 327	2 414	0,397
2. Digestion Saint-Augustin boues est et ouest - 85d	857	11 650	0	11 650	7 984	2 660	0,322
3. Digestion Saint-Augustin boues ouest - 85d	404	5 484	0	5 484	1 818	1 190	0,340
4. Digestion Saint-Augustin boues ouest - 130d	609	8 278	2 584	10 862	7 196	1 820	0,335
5. Coïncinération est boues est et ouest - 76d	388	5 275	1 346	6 621	2 955	3 296	0,117
6. Digestion Saint-Augustin boues est et ouest - 85d	235	3 196	1 077	4 272	606	2 656	0,088
7. Digestion et compostage à Saint-Augustin - 365d	776	10 546	10 904	21 450	17 784	3 650	0,213
8. Coïncinération et compostage à Saint-Augustin	902	12 258	10 904	23 162	19 496	3 650	0,247
9. Granulation 6,6 t/d	534	7 257	-3 591	3 666	0	2 400	0,222

*: Les coûts de construction sont ceux directement attribuables à la valorisation et s'ajoutent aux coûts des unités principales de traitement des boues

Source: Les coûts ont été fournis par la Communauté urbaine de Québec

Marché

Ordre: 7/8, 9, 1, 2/3/4, 5, 6

- . Le compost (7/8) présente de multiples possibilités d'utilisation et il s'agit d'un marché en croissance; c'est pourquoi ces options sont en première position.
- . Les boues granulées (9) se présentent sous une forme adaptée à une mise en marché, mais les usages sont actuellement limités comparativement au compost (7/8). De plus, il y a une incertitude sur la qualité du produit.
- . Le compost (7/8) et les boues granulées (9) présentent des possibilités de vente sur le marché.
- . Les boues liquides (1, 2/3/4) et déshydratées (5, 6) impliquent beaucoup d'utilisateurs qui devront transiger directement avec la Communauté urbaine de Québec.
- . Les boues déshydratées (5, 6) impliquent une participation de l'agriculteur pour l'enfouissement après l'application. Elles auraient donc intérêt un peu moins élevé que les boues liquides.
- . L'option 1 ajoute de la chaux, donc elle est plus intéressante que les options 2/3/4 qui se retrouvent sur un pied d'égalité.

Gestion

Ordre: 7 - 8 - 9 - 6 - 5 - 2/3/4 - 1

- . Le compost (7, 8) est un produit plus stable que les autres formes de boues valorisées et engendre moins de préoccupations environnementales. Sa gestion s'en trouve simplifiée et il est donc considéré plus avanta-

geux. L'option 8 nécessite un transport par camion des boues non stabilisées; elle se classe donc derrière l'option 7.

- . Les boues granulées (9), bien que stabilisées et libres de pathogènes, sont une source d'odeurs.
- . Les boues liquides (1, 2/3/4) sont jugées plus problématiques que les boues déshydratées (5, 6) , en raison des volumes plus importants à manipuler et à transporter.
- . Les boues liquides (1, 2/3/4) épandues présentent un potentiel de contamination accidentelle du milieu plus élevé que les boues déshydratées (5, 6) qui sont plus stables à cause de leur degré de siccité plus élevé.

Aspect technique

Ordre: 1 - 5 - 3 - 4 - 2 - 6 - 9 - 7/8

Le classement se base principalement sur le degré de complexité des procédés et sur les données de fiabilité des stations d'épurations existantes.

Les options 1 et 5 sont celles qui impliquent moins d'appareillage technique pour obtenir des boues à valoriser. L'option 1 se classe devant l'option 5, car elle ne comporte pas de déshydratation. L'opération d'épandage comme tel, bien que de gestion complexe, présente peu de difficultés techniques si un équipement spécialisé est utilisé. Les options 3, 4 et 2 sont classées par ordre de volume. Plus le volume est grand plus élevés sont les risques de problèmes techniques. Comme ces options impliquent la digestion anaérobie considérée plus complexe que le chaulage des boues (1, 5), elles se retrouvent immédiatement derrière ces options.

L'option 6 serait comparable aux solutions 2, 3 et 4, sauf en ce qui concerne la complexité ajoutée en regard de la déshydratation.

L'option 9 présente une performance moyenne sur le plan technique, car l'étude de cas a montré qu'il était difficile d'obtenir une boue granulée répondant aux exigences du marché. Certaines usines ont même été fermées à cause de difficultés techniques. Il peut être simple de sécher les boues pour les brûler, mais cela ne semble pas le cas si leur mise en marché est prévue.

Les difficultés techniques appréhendées sont reliées à la granulation elle-même qui devra produire des granules répondant à des critères stricts au niveau du poids, de la taille, de l'uniformité et de l'absence de poussière.

Les options de compostage sont jugées les plus complexes, car elles exigent une technique particulière et très spécialisées. De plus, les conditions climatiques peuvent ajouter certains problèmes techniques.

Valeur agronomique

Ordre: 1 - 5 - 2/3 - 4 - 6/9 - 7/8

Le classement se base sur la valeur fertilisante en azote du produit, sur la valeur en matière organique ainsi que sur la chaux ajoutée.

- . Les options de boues liquides 1, 2/3 et 4 se classent bien en raison de leur teneur élevée en azote. Pour l'option 1, il y a ajout de chaux, ce qui augmente l'intérêt.

Les options 2/3 sont équivalentes. L'option 4 est un peu moins intéressante, car il y a perte d'azote lors de l'entreposage des boues.

- . L'option 5 présente une valeur en azote moyenne, mais offre un intérêt additionnel en raison de la chaux ajoutée et d'une plus grande proportion de matière organique par volume. Elle se classe donc au second rang.
- . L'option 6 qui présente des caractéristiques identiques à l'option 5, sauf en ce qui concerne la chaux, se retrouve derrière les options de boues liquides.

- . L'option 9 serait comparable aux options de boues déshydratées pour la teneur en azote. Cette option présente également une bonne valeur au niveau de l'apport de matière organique. Pour ces raisons, elle a été jugée équivalente à l'option 6.
- . Le compost (7/8) présente une faible valeur fertilisante, mais peut constituer un bon amendement organique pour les sols. On note également une faible minéralisation de l'azote organique contenu dans ce produit.

Contrôle de la qualité

Ordre: 7/8 - 9 - 2/3/4/6 - 1/5

- . Les boues compostées (7 et 8) présente la meilleure assurance d'un contrôle de la qualité à cause de leur stabilité et du délai encouru dans leur mise en marché depuis leur sortie du réacteur.
- . Les boues granulées (9) stabilisées par séchage thermique seulement peuvent présenter certaines déficiences, mais le contrôle sera relativement facile à faire pour les mêmes raisons citées plus haut.
- . Les boues liquides (1, 2/3/4) et déshydratées (5, 6) sont écoulées rapidement et laissent peu de souplesse pour un suivi strict de la qualité. Le mode d'application de ces boues peut contribuer à une baisse de la qualité.
- . Les boues chaulées (1,5) présentent des risques de contamination plus sérieux que les boues stabilisées par digestion anaérobie (2/3/4/6). Ces risques sont présents peu après l'épandage donc difficiles à contrôler. Les boues chaulées sont donc placées en dernière position.

Synthèse

Le tableau 5.3 présente l'analyse comparative des options. Les critères y sont rassemblés selon leurs trois groupes d'importance. L'examen des performances respectives des options, dans leur ordre de désirabilité par critère, permet d'isoler les options apparaissant les plus valables. Ainsi, l'option 7 obtient la meilleure performance globale. Les options 8, 6 et 9 suivent dans l'ordre. Finalement, les options 5, 2, 1, 3 et 4 offrent des performances comparativement inférieures principalement au niveau des nuisances et de l'aspect social qui sont des critères de première importance.

5.3 Présentation des coûts globaux du traitement des boues

La section qui suit présente l'estimation des coûts globaux du traitement de l'ensemble des boues, incluant la valorisation agricole et la disposition finale des boues non valorisées. En effet, considérant que seulement une partie des boues est valorisée, il importe de mesurer et d'évaluer l'incidence financière des options sur l'ensemble du traitement des boues.

Tel que convenu au mandat, les coûts ont été fournis par la Communauté urbaine de Québec et n'ont pas été vérifiés ou contrôlés par le Groupe Poulin, Thériault Ltée.

A partir du tableau 5.4, on peut déduire l'ordre suivant pour les solutions au plan économique:

Ordre: 9 - 5 - 1 - 4 - 3 - 8 - 6 - 2 - 7

L'ordre montre en premier lieu la production de granules (9), suivie d'une option de boues déshydratées (5), puis de boues liquides (1, 4, 3). Ces options impliquent la coïncinération. Les coûts traduisent bien la compatibilité de certaines options de valorisation en regard de la solution initialement prévue par la Communauté urbaine de Québec (coïncinération). Les options impliquant l'utilisation de la digestion anaérobie (2, 3, 4, 6, 7) sont dans l'ensemble plus dispendieuses. Le coût total des options varie approximativement du simple au double, soit de 65 à 116 millions de dollars. L'option impliquant les coûts annuels d'exploitation les plus faibles est l'option 5

Tableau 5.3 Analyse multicritere des options de valorisation

CRITÈRES D'ÉVALUATION	PERFORMANCE DES OPTIONS									
<u>Critère de premier ordre</u>										
Nuisances	9	7	6	8	2	5	1	3	4	-
Aspect social	2/6	-	7	8	9	5	1	3/4	-	-
Coûts de valorisation*	6	5	7	9	8	2	4	3	1	-
<u>Critère de deuxième ordre</u>										
Marché	-	7/8	-	9	1	2/3/4	-	-	5	6
Gestion	-	7	8	9	6	5	2/3/4	-	-	1
<u>Critère de troisième ordre</u>										
Aspect technique	-	-	1	5	3	4	2	6	9	7/8
Valeur agronomique	-	-	1	5	2/3	-	4	6/9	-	7/8
Contrôle de la qualité	-	-	7/8	-	9	2/3/ 4/6	-	-	-	1/5

Indentification des options

1. Boues liquides chaulées 5%
2. Boues liquides 4%
3. Boues liquides 4%
4. Boues liquides 4%
5. Boues déshydratées chaulées
6. Boues déshydratées
7. Boues compostées
8. Boues compostées
9. Boues granulées

*: Coût annuel d'exploitation associé aux boues valorisées (coût/tonne)

Tableau 5.4 Sommaire des coûts en 1 000,00 \$, juillet 1987, pour les options de valorisation et de traitement des boues

SCÉNARIO DE VALORISATION ET UNITÉS DE TRAITEMENT DES BOUES	COÛTS D'EXPLOITATION		COÛTS DE CONSTRUCTION	COÛTS TOTAUX	COÛTS DIFFÉRENTIELS	RANG
	Annuels	Actualisés				
1. Chaulage est boues est et ouest - 55d	2 376	32 290	41 392	73 682	11 579	4
2. Digestion Saint-Augustin boues est et ouest - 85d	2 934	39 873	57 400	97 273	35 170	8
3. Digestion Saint-Augustin boues ouest - 85d	2 435	33 092	39 909	73 001	10 898	3
4. Digestion Saint-Augustin boues ouest # 130d	2 589	35 185	42 493	77 678	15 574	5
5. Coïncinération est boues est et ouest - 76d	1 940	26 365	40 861	67 226	5 122	2
6. Digestion Saint-Augustin boues est et ouest - 85d	2 745	37 305	58 477	95 781	33 678	7
7. Digestion et compostage à Saint-Augustin - 10t/d*	3 483	47 334	68 303	115 637	53 534	9
8. Coïncinération, compostage à Saint-augustin - 10 t/d*	2 508	34 084	50 341	84 425	22 322	6
9. Coïncinération et granulation**	2 202	29 925	35 844	65 769	3 666	1
10. Coïncinération - sans valorisation***	1 668	22 668	39 435	62 103	0	-

Source: Communauté urbaine de Québec

d : Nombre de jours de soutirage des boues pour la valorisation agricole (source: GPTL)

* : Les coûts différentiels des scénarios de compostage excluent les revenus possibles de ventes du compost fini

** : Les coûts de construction pour ce scénario incluent le coût de construction pour la coïncinération ainsi qu'une provision de 100 000\$ pour les équipements de granulation des boues. Les coûts d'exploitation excluent les revenus possibles des ventes des granules

*** : Les coûts de coïncinération sont établis en fonction du procédé de séchage Deutch-Babcock. Pour le scénario de la granulation des boues (6.6 t/d), les séchoirs à vapeur sont considérés.

impliquant la coïncinération et la valorisation de boues déshydratées chauffées. Elle est suivie de l'option de granulation (9). Toutes les options de valorisation impliquent un coût additionnel par rapport à l'option de coïncinération sans valorisation.

5.4 Analyse des résultats

La compilation de l'analyse multicritère par ordre de rang laisse voir que les options 7, 8, 6 et 9 obtiennent les meilleures performances. Ce sont les options à privilégier.

Les avantages et inconvénients de chacune de ces options sont résumés au tableau 5.5

Il apparaît difficile sur la seule base des critères utilisés de départager ces options entre elles. Il faut donc considérer les coûts totaux de valorisation et de disposition des boues non valorisées. Le tableau 5.6 met en évidence les différences économiques entre les options.

Les options de valorisation agricole adaptées à la coïncinération sont les plus avantageuses sur le plan économique. Dans cette optique, la granulation des boues à des fins d'utilisation agricole apparaît comme la solution la plus souhaitable. Son seul inconvénient majeur réside dans la perception sociale de cette solution en regard de la localisation des installations de granulation en milieu urbain.

La seconde option au plan économique est l'option 8 qui comprend le compostage à Saint-Augustin et la coïncinération.

Dans le cadre d'une solution de digestion anaérobie, l'option la plus intéressante sur le plan économique est celle de l'épandage des boues déshydratées (option 6). L'option 7 qui implique le compostage est fortement désavantagée en raison des coûts majeurs qu'elle entraîne, bien qu'elle se classe très bien au niveau de l'analyse multicritère.

Tableau 5.5 Avantages et inconvénients des options 6, 7, 8 et 9

	BOUES DÉSHYDRATÉES (DIGESTION) OPTION 6	COMPOST ET DIGESTION OPTION 7	COMPOST ET COINCINERATION OPTION 8	BOUES GRALUÉES OPTION 9
Nuisances	. Odeur: risque faible à moyen	. Odeur: risque faible à moyen	. Odeur: risque faible à moyen	. Odeur: risque faible
Aspect social	. Traitement des boues loin des zones urbaines	. Traitement des boues loin des zones urbaines	. Une partie du traitement en zone urbaine	. En zone urbaine
Coûts d'exploitation annuel de la valorisation	. 88 \$/T (base sèche)	. 213 \$/T (base sèche)	. 247 \$/T (base sèche)	. 222 \$/T (base sèche)
Marché	. Compétition avec les lisiers et les fumiers. Marché difficile, pas de vente possible. Usage restreint aux terres agricoles	. Vente possible, usages multiples	. Vente possible, usages multiples	. Vente possible, usage plus restreint que le compost
Gestion	. Problématique (cultures, saison, rendements)	. Favorable	. Favorable	. Comparativement moins favorable que le compost
Aspect technique	. Procédé éprouvé, fiable.	. Très complexe mais assez fiable	. Très complexe mais assez fiable	. Moyennement complexe, Difficile d'obtenir les granules sous la forme désirée.
Valeur agronomique	. Intéressante	. Moyennement intéressante	. Moyennement intéressante	. Intéressante
Contrôle de la qualité	. Comparativement peu favorable	. Favorable	. Favorable	. Favorable

Tableau 5.6 Coûts totaux des options 6, 7, 8 et 9 en 1 000,00\$, juillet 1987

OPTION	COÛTS TOTAUX	COÛTS DIFFÉRENTIELS
6. Digestion Saint-augustin Épandage de boues déshydratées - 85d	95 781	33 678
7. Digestion et compostage à Saint-Augustin	115 637	53 534
8. Coïncinération et compostage à Saint-Augustin	84 425	22 322
9. Coïncinération et granulation 6,6 t/d	65 769	3 666
Coïncinération sans valorisation	62 103	-

Source: Tableau 5.3

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, J., M. PONTE, S. BIUSO, D. BRAILEY, J. KANTOREK, and T.S. SCHINK, 1984. Evaluating Enclosed Composting Systems. BioCycle, July-August 1984.
- ANDERSON, J. et al., 1984. Design Components of an Agitated Bed System. BioCycle, September 1984.
- BAKER, Dean, 1985. Politics of Sensible Sludge. 1985. BioCycle, March: 26-27.
- BARBARIKA, A., D. COLACICCO et W.J. BELLOWS, 1980. The value and use of organic wastes. Agri-Economics Bulletin, University of Maryland. 5 p.
- BERRY, C.R. et D.H. MARX, 1980. Significance of various soil amendments to borrow pit reclamation with loblolly pine and fescue. Reclamation Review, 3: 87-94.
- BOISELLE, E.B., 1984. Utilisation agricole des fumiers et des boues. Comptes rendus du septième symposium sur le traitement des eaux usées. Montréal, Canada. 373 p.
- BRISSETTE et AIMARO/SNC, 1985. Municipalité régionale de comté de Montcalm. Étude de faisabilité pour l'implantation d'une usine de compostage.
- BROCKWAY, D.G., 1983. Forest floor, soil and vegetation responses to sludge fertilization in red and white pine plantations. Soil Sci. Soc. Am. J. 47: 776-784.
- BROCKWAY, D.G., G. SCHNEIDER et D.P. WHITE, 1979. Dynamics of municipal wastewater renovation in a young conifer-hardwood plantation in Michigan. In Utilization of municipal sewage effluent and sludge on forest and disturbed land. Édité par W.E. Sopper et S.N. Kerr. Pennsylvania State University Press. Pp. 87-102.
- BURKETT, R. Communication personnelle. BCM Inc. Floride.
- CHOINIÈRE et GANGBAZO, 1982. Étude sur le compostage à base de lisier de porcs. Partie C: Enquête sur les composts vendus au Québec.
- CRITES, R.W., 1984. Land use of waste water and sludge. Environ. Sci. Techn. 18(5): 140A à 147A.
- DEGUIN, A. et Y. JOLY, n.d. Granulation des boues de la station d'épuration de la Rochelle. Société d'aménagement urbain et rural (S.A.U.R.). Paris, France.

- DICKENS, Paul S., 1987. Sludge management and In-vessel systems. Bio-Cycle, April: 42-46.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 1985. L'épandage des eaux usées traitées et des boues d'épuration d'origine urbaine. Guide SPE 6-EP-84-1, Direction générale des programmes de protection de l'environnement. 190 p.
- FB/LGA/SNC, 1987. Étude de marché pour les produits générés par le traitement des déchets municipaux. Étude réalisée pour le MENVIQ/MAPAQ/MERQ/EMR-C.
- FRISKELL, J.G.A., F.G. MARTIN, W.L. PRITCHETT et M. MAFTOUN, 1982. Effects of cadmium levels and sludges on loblolly pine seedlings. Soils and Crop Science Society of Florida Proceeding. Vol. 41, Soil Sci. Dept. Univ. of Florida, Gainesville. Pp. 163-168.
- GAGNON, J.D., 1974. Results of fertilizer experiments in Québec. Proc. of a workshop on forest fertilization in Canada. Sault Sainte-Marie, Ontario. Édité par Environnement Canada, Service des forêts. Pp. 83-91.
- GAGNON, J.D., 1972. Les égouts domestiques: un engrais valable en foresterie. Édité par Environnement Canada, Centre de recherches forestières des Laurentides, Québec. Rapport Q-F-X-30. 13 p.
- GOLDSTEIN, Nora, 1984a. Marketing of Municipal Compost. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press In. Emmaus PA. 248-250.
- GOLDSTEIN, Nora, 1984b. Compost serves a Municipal Waste Facility. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press In. Emmaus PA. 248-250.
- GOLUEKE, C.G., 1977. Biological Reclamation of Solid Wastes. Rodale Press, Emmaus Pa.
- GOUIN, Francis R., 1984. Using Composted Waste for Horticultural Crops. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press In. Emmaus, PA. 264-268.
- GOUVERNEMENT DU CANADA, 1982. Recensement du Canada de 1981. Agriculture Québec. Statistique Canada.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1984. Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1987. Répertoire des municipalités du Québec. Édition 1987. Les Publications du Québec. 953 p.
- HAUG, R.T., 1980. Compost Engineering, Principles and Practices. Ann Arbor Science, Ann Arbor Mi.

- HEMPHILL, Delbert D., Robert L. TICKNOR, and D.J. FLOWER, 1984. Growth Response of Annual Transplants and Physical and Chemical Properties of Growing Media as Influenced by Composted Sewage Sludge Amended with Organic and Inorganic Materials. J. Environ. Hort., December 1984 2(4): 112-116.
- HOLMES, J.C., 1972. An ordinal method of evaluation. Urban Studies 9(2): 179-191.
- HUBERT, G., non daté. Compostage des boues résiduelles avec un support carboné. Le procédé TRIGA.
- JOFFE, Donald J., 1984. Reclamation of Spoil Bank Areas. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press In. Emmaus, PA.
- LANG, John and James DIXON, 1985. Successful Launch of Portland's Sludge Composter. BioCycle, April 1985: 26-31.
- LEWIS, William et al., 1984. Determining a Market for Sludge Compost. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press, In Emmaus PA. 237-240.
- LOGAN, T.J., W.R. FABER, and E.M. SMITH, 1984. Use of Composted Sludge on different crops. Ohio Report, May-June 1984: 37-40.
- MCINTOSH, M.S., J.E. FOSS, D.C. WOLF, K.R. BRANDT et R. DARMODY, 1984. Effect of composted municipal sewage sludge on growth and elemental composition of white pine and hybrid poplar. J. Environ. Qual. 13: 60-62.
- MEEK, D. et R.S. MONTEITH, 1984. Akron's Enclosed Mechanical System. BioCycle, October, 1984.
- MICHIGAN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES, 1987. Guidance for land application of wastewater sludge in Michigan. Land application unit, waste management division, Lansing, Michigan. 34 p.
- MICHIGAN STATE, 1985. The sludge solution, comparing the alternatives. 25 p.
- MILLNER, P.D., R.D. LUMSDEN, J.A. LEWIS, and J.J. SIKORA, 1984. Controlling Plant Disease and Fungi with Sludge Compost. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press In. Emmaus, PA. 259-263.
- MININNI, G. et M. SANTORI, 1987. Problems and perspectives of sludge utilization in agriculture. Agric. Ecosystems Environ., 18: 291-311.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 1987. Enregistrement 1985 des exploitations agricoles. Sous-ministériat à la planification et aux études économiques et sous-ministériat à la production et aux affaires régionales.

- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 1986. Info 02. Bulletin no 1. Bulletin d'information du bureau régional destiné aux conseillers locaux du MAPAQ de la région 02. 21 octobre 1986.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 1985. L'horticulture ornementale au Québec. Rapport d'enquête. Résultats d'une enquête réalisée par Jef Asnong et Fernand Bourbeau. 73 pages.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 1983. Enquête sur l'horticulture ornementale au Québec, 1983. Direction des études économiques, Service des analyses sectorielles. Données non publiées, par région.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC, 1981. Enquête sur les cultures abritées. Direction des études économiques. Données non publiées, par région.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1987. Situation des objectifs de reboisement de plants en date du 25 février 1987. Service de la régénération forestière. Québec. Communication personnelle de Paul Doré.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, 1987. Statistiques sur l'industrie minérale 1986. ISBN2-550-16974-3.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1987. Compilation des bâtiments et des surfaces inondables pour la rivière Chaudière. Rapport interne.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1986. La valorisation agricole des boues de stations d'épuration. Direction de l'assainissement agricole. 67 p.
- MOLLER, G., 1974. Aspects pratiques et économiques de la fertilisation des forêts. Phosphore et Agriculture. 62: 35-51.
- MURRAY, J.J., 1984. Application for Turfgrass Production. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press Inc. Emmaus, Pa. 269-277.
- NATIONAL KILN DUST MANAGEMENT ASSOCIATION ET NATIONAL LIME SOCIETY, 1987. Alcaline treatment and utilization of municipal wastewater sludges. A presentation to water pollution control department, U.S. Environmental Protection Agency. 80 p.
- NICHOLS, C., 1983. Seattle sludge and silviculture. Water Engineering and Management.
- NUNAMAKER, Dale, William GAFFI, Eugene APPEL, 1983. In-Vessel Composting becomes Portland's Sludge Solution. BioCycle, July-August 1983: 22-24.

- RIECK, Robert, David J. RUSH and D.S. BARDEN, 1983. Financing Alternative Sludge Management Programs. BioCycle, November-December 1983: 23-27.
- ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1984. Amélioration et démonstration du procédé de compostage du lisier de porc. Projet de recherche et développement. Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement. 214 pages et annexes.
- ROCHE ASSOCIÉS LTÉE, 1979. Étude de faisabilité du compostage des déchets solides domestiques. Rapport final. Pêches et Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement. 171 pages et annexes.
- ROMANO, L.S., 1984. City of Windsor. Pollution control. Composting of sludge.
- SAINT-YVES, A., 1987. La valorisation agricole des résidus organiques: les boues des stations d'épuration. Conférence présentée dans le cadre du colloque "Amendements des sols, perspectives d'avenir, ITAA de Saint-Hyacinthe, 12 novembre 1986, organisé par le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec. Pp. 85-110.
- SIMCOE ENG. et ENVIROSEARCH LTD, 1980. Sludge management study. The regional municipality of Halton (Ontario). n.p.
- SOMMERS, L.E., 1977. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential use as fertilizers J. Environ. Qual. 6: 225-232.
- SOUTHGATE, D.D., 1984. Potential Markets for Akron Sludge - Derived Compost. Ohio Report. May-June 1984.
- SPINDER, Jim, 1986. The Milorganite Story. The Grassroots, Official Publication of the Wisconsin Golf Course Superintendents Association. Vol. XIII, no 3, May-June 1986: 1-8.
- STERN, F., 1975. Processing, Economics and Sale of Heat Dried Sludge. Presented at the 2nd National Conference on Municipal Sludge Management and Disposal. Anaheim, CA. 1975, August 18-20.
- TESTER, Cecil F. et James F. PARR, 1984. Intensive Vegetable Production. In Managing Sludge by Composting. Ed. BioCycle, J.G. Press Inc. Emmaus, PA. 251-255.
- TICKNOR, R.L., D.D. HEMPHILL, and D.J. FLOWER, 1985. Composted Sewage Sludge - A Media Component for Rhododendron Production. Journal of American Rhododendron Society 39(2): 107-110.
- TRUBIANO, R.P., M. THAYER, J.S. KRUGER, F. SENSKE, 1987. Boston Project Tests Methods and Markets. BioCycle, August 1987: 23-26.
- US EPA, 1985. Composting of Municipal Wastewater Sludges. EPA-625/4-85/014 ERIC, Cincinnati, Ohio.

US EPA, 1984. Use and Disposal of Municipal Wastewater Sludge.
EPA-625/10-84-003 Washington, D.C.

US EPA, 1979. Process Design Manual, Sludge Treatment and Disposal. EPA
625/1-79-011.

US EPA, 1978. Sludge treatment and Disposal. Vol. 2, EPA-625/4-78-012
ERIC, Cincinnati, Ohio.

VÉZINA, P.E. et M.R. ROBERGE, 1981. Comment aménager nos forêts. Les
Presses de l'Université Laval. 273 p.

SOURCES CARTOGRAPHIQUES

- BARIL, R. et B. Rochefort, 1957. Étude pédologique du comté de Lotbinière dans la province de Québec. Service des fermes expérimentales. Ministère fédéral de l'Agriculture.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1977. Cartes d'utilisation du sol à l'échelle 1:50 000: 21L2, 21L3, 21L4, 21L5, 21L6, 21L7, 21L9, 21L10, 21L11, 21L12, 21L13, 21L14, 21L15, 21M2, 21M3, 31I09, 31I16. Ministère de l'Agriculture et Office de planification et de développement.
- LAPLANTE, L., 1962. Étude pédologique du comté de Lévis. Bulletin technique numéro 10. Division des sols du ministère de l'Agriculture et de la colonisation.
- MARCOUX, R., 1966. Étude pédologique des comtés de Bellechasse et de Montmagny. Étude technique numéro 12. Division des sols. Service de la recherche. Ministère de l'Agriculture et de la colonisation du Québec.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES CANADA. Cartes topographiques à l'échelle 1:50 000: 21L2, 21L3, 21L4, 21L5, 21L6, 21L7, 21L9, 21L10, 21L11, 21L12, 21L13, 21L14, 21L15, 21M2, 21M3, 31I16.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES. Cartes des municipalités régionales de comtés à l'échelle 1:50 000: MRC Érables, MRC Jacques-Cartier, MRC Amiante, MRC Bellechasse, MRC Montmagny, MRC Chutes-de-la-Chaudière, MRC Côte de Beaupré, MRC Robert-Cliche, MRC Portneuf, MRC NouvelleBeauce.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES. Cartes des municipalités régionales de comtés à l'échelle 1:20 000: MRC Desjardins, MRC île d'Orléans.
- MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1978. Cartes du risque d'inondation, rivière Chaudière, Québec - de Vallée-Jonction à Saint-Lambert de Lévis.
- MRC BELLECHASSE, 1987. Schéma d'aménagement, périmètre d'urbanisation. Vingt-quatre extraits de cartes au 1:20 000. Service de l'aménagement de la MRC Bellechasse.
- MRC BELLECHASSE, 1986. Schéma d'aménagement, version définitive. Zones soumises à des contraintes particulières. Carte au 1:50 000.
- MRC CHUTES-DE-LA-CHAUDIÈRE, 1987. Schéma d'aménagement, périmètres d'urbanisation. Les grandes affectations, concepts d'aménagement et contraintes. Carte au 1:25 000.

- MRC CÔTE DE BEAUPRÉ, 1987. Schéma d'aménagement.
- MRC DESJARDINS, 1987. Schéma d'aménagement, version définitive. Carte au 1:50 000.
- MRC DESJARDINS, 1986. Schéma d'aménagement, zone de contraintes. Carte au 1:50 000.
- MRC JACQUES-CARTIER, 1987. Schéma d'aménagement, affectation du sol. Carte au 1:50 000.
- MRC JACQUES-CARTIER, 1987. Schéma d'aménagement, contraintes physiques. Carte au 1: 50 000.
- MRC AMIANTE, 1987. Périmètres d'urbanisation. Trois cartes au 1:20 000.
- MRC AMIANTE, 1987. Zones inondables. Trois extraits de cartes au 1:20 000.
- MRC AMIANTE, 1987. Schéma d'aménagement. Carte au 1:50 000.
- MRC LOTBINIÈRE, 1987. Périmètres d'urbanisation. Vingt-deux extraits de cartes au 1:20 000.
- MRC LOTBINIÈRE, 1986. Zones inondables et de mouvement de terrain. Carte au 1:20 000. Service de l'aménagement et de l'urbanisme de la MRC Lotbinière.
- MRC MONTMAGNY, 1987. Périmètres d'urbanisation. Trois cartes au 1:20 000.
- MRC MONTMAGNY, 1987. Zones de contraintes. Trois cartes au 1:50 000.
- MRC PORTNEUF, 1987. Affectation des sols. Carte au 1:50 000. Service de l'aménagement et de l'urbanisme de la MRC de Portneuf.
- MRC PORTNEUF, 1985. Zones inondables. Vingt-deux extraits de cartes au 1:20 000 et trois cartes au 1:50 000. Service de l'aménagement et de l'urbanisme de la MRC de Portneuf.
- MRC ROBERT-CLICHE, 1986. Schéma d'aménagement, périmètres d'urbanisation. Carte au 1:10 000.

C.E. Raymond Combustion Engineering Canada Inc. 435 Elgin St. P.O. Box 910 Brantford (Ontario) N3T 5W4 519 756-0250 Personne contactée: A.A. Newsome	Séchage et granulation
Ashbrook, Simon, Hartley 11600 East Hardy Houston, Texas 77093 713 449-0322 Personne contactée: John R. O'Brien	Compostage en tunnel
Environmental Elements Corporation P.O. Box 1318 Baltimore, MD 21203 301 368-6737 Personne contactée: Mark Girovich	Compostage
Stord Bartz Americas Inc. 309 Regional Rd South Greensboro, NC 27409 Personne contactée: Bruce Law	Séchage
Niro Atomizer Inc. Oakland Ridge Industrial Center 9165 Rumsey Rd Columbia, MD 21045 Personne contactée: Fred Shaw	Séchage
Sanit-Jet 418 837-9321 Personne contactée: Jean Breton	Transport de boues
Sani-Mobile 418 833-6840 Personne contactée: Francis Soucy	Transport de boues
Ultramar 418 529-5368 Personne contactée: Paul Fortin	Transport général
Ag-Chem Co. Minneapolis, MN 612 529-5368	Camions-épandeurs

Personnes

Euclide Asselin
Asselin Transports Ltée
370, 54ième Rue
C.P. 325
SAINT-GEORGES-DE-CHAMPLAIN (Québec)
J9T 5L1
Approvisionnement en sciure de bois

George Miller, P.E.
City of Plattsburgh, NY
518 563-7730
Usine de compost

Frank Iliffe
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
416 323-5148

Ed Dodd
City of Portland Wastewater Treatment Plant
503 285-0205
Compost

Fred Baker
East Richland County Public Service District, SC
803 776-4374
Compost

Gene Kudgus
Superintendent of Public Workd
Village of Endicott, NY
607 757-2423
Compost

Eric Blankman
Plant Superintendent
City of Largo, FL
Wastewater Treatment Plant
813 584-8671
Boues granulées

Milvin Newman
General Manager
Clayton County, Georgia
Water Authority
404 961-2130
Boues granulées

Bob Moser
Jones Island Wastewater Treatment Plant
Milwaukee, Wisconsin
414 482-2040
Boues granulées

Eddie Chastain Cobb County, Georgia Wastewater Division 404 422-3232	Boues granulées
Charles Thompson Ironbridge Wastewater Treatment Plant Orlando, FL 305 365-5607	Boues granulées
Gurap Hyare 69th St. Northside Treatment Plant Houston, Texas 713 671-2485	Boues granulées
Jean Marchand Degrémont Canada Montréal 514 337-2010	Boues granulées
Thomas Carroll Separator Engineering Pointe-Claire (Québec) 514 694-4440	Boues granulées
Victor Lesnick Municipalité régionale de Halton Ontario (Ontario) 416 827-2151	Boues liquides
Department of Natural Resources Municipal Wastewater Division Lansing, Michigan	Boues liquides et déshydratées
Hank Van Veen B. & H. Haulage Brandford (Ontario) 516 648-3464	Boues liquides (transport et épandage)

ENTREPRISES ET/OU PERSONNES CONTACTÉES POUR L'ÉTUDE DE MARCHÉ DU COMPOST ET
DES BOUES GRANULÉES

Agrico-Canada - Marcel Leblanc
Association des Fabricants d'Engrais du Québec - André de Chevigny
Association Paysage Québec - Serge Dion et Jean Tremblay

Botanix et Pépinière Moraldo et Fils - Monsieur Moraldo

C.I.L. - Jean Olivier
Chipman (Division de C.I.L.) - Don Roubos
Centre Jardins Hamel - Gaétan Hamel
Gaston Charbonneau - Alain Charbonneau
Club de Golf Royal Québec - Raynald Huot
Club de Golf Lorette - Mario Chantal
Club de Golf Métropolitain - Roger Carrier
Les Compost du Québec Inc - Roch Buteau
Cyanamid Canada - Daniel Drouin

Enviro-Gro Technologies - Monsieur Peppermin
Environnement Canada - Claude Ayotte

Les Gazonnières Richer - Ernest Beaumont et A. Richer

Hortigros et les Centres Jardins Paradis - Robert Fortier

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec -
Jean-Guy Dionne, Yvon Bruneau, Marcel Giroux

Nutrite - Pierre Fournier et Albiny Provost

Pelouses Boulet - Guy Boulet
Pépinière Durand - Louis-Georges Durand
PEPS - Serge Poirier

So-Green, Don Mills (Ontario)

Taulman-Weiss Composting Systems - Ron Schuessler (Atlanta)
Tourbières Premier - Denis Potvin

Ville de Beauport - Claude Lemay
Ville de Charlesbourg - J. Lambert
Ville de Lévis - Robert Pouliot
Ville de Plattsburgh
Ville de Québec - Jacques Grantham
Ville de Sainte-Foy - Ghislain Lauzon
Ville de Windsor - John Faust





Communauté urbaine de Québec

Étude de valorisation agricole des boues provenant des stations d'épuration des eaux de la Communauté urbaine de Québec

ANNEXE



Groupe POU LIN, THÉRI AULT LTÉE



INRS-Eau



Communauté urbaine de Québec

Étude de valorisation agricole des boues provenant des stations d'épuration des eaux de la Communauté urbaine de Québec

ANNEXE



Groupe POULIN, THÉRIAULT LTÉE



INRS-Eau

TABLE DES MATIÈRES

- ANNEXE 1. Répartition des superficies (ha) en culture et en pâturage selon le type de culture et de pâturage compilé à partir des données recueillies dans les bureaux régionaux du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)
- ANNEXE 2. Superficies présentant des contraintes à la valorisation des boues résiduares
- ANNEXE 3. Détermination des doses d'épandage par culture
- ANNEXE 4. Caractéristiques techniques et types de véhicules requis pour l'épandage des boues liquides ou déshydratées
- ANNEXE 5. Détails techniques relatifs aux scénarios de compost pour les valeurs de 2,5, 5, 10, 20, 40 et 65 t M.S./j
- Design préliminaire des procédés Taulman-Weiss
 - Design préliminaire des procédés Fairfield-Paygro
- ANNEXE 5 - 1 Sources possibles de support carboné pour le compostage
- ANNEXE 5 - 2 Système de désodorisation pour les installations des déshydratation et de compostage
- ANNEXE 5 - 3 Informations fournies par Taulman-Weiss Composting Systems
- ANNEXE 5 - 4 Informations fournies par Compost System Co.
- ANNEXE 6. Granulation des boues par le procédé ESP: Description des systèmes ESP (lettre d'Enviro-Gro Technologies du 27 juillet 1987 et brochure)

ANNEXE 1

Répartition des superficies (ha) en culture et en pâturage selon le type de culture et de pâturage compilé à partir des données recueillies dans les bureaux régionaux du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

COMPOSITION DES CULTURES ET PATURAGES APPARAISSANT A L'ANNEXE 1
SELON LES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS DANS LES BUREAUX RÉGIONAUX
DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU QUÉBEC

- . Les céréales sont constitués principalement des cultures suivantes:
 - orge
 - avoine
 - céréales mélangées
 - blé
 - sarrazin
 - maïs en grains

- . Les fourrages sont constitués des cultures suivantes:
 - foin, mil et trèfle (91% principalement de foin)
 - luzerne (3,5%)
 - maïs fourragé (3%)
 - avoine fourragère (2,5%)

- . L'horticulture est mentionné à titre indicatif seulement; ces superficies ne sont pas cumulées dans la superficie brute disponible par municipalité par rayon apparaissant au tableau A1

- . Les autres cultures regroupent un ensemble de cultures céréalières non déterminés

- . Les pâturages sont constitués de pâturage amélioré et de pâturage naturel

Tableau A1.2 Répartition des superficies (hectare) en culture et en pâturage selon le type de culture et de pâturage
Rayon 40 km

CODE	MUNICIPALITÉ	TOTAL CULTURE ET PATURAGE	TYPES DE CULTURE*			TYPE DE PATURAGE*		
			Céréales	Fourrages	Horticulture	Autres	Amélioré	Naturel
15750	Saint-Michel	3 637	736	2 225	23	61	433	160
15660	La Durantaye	2 207	480	1 353	11	-	266	97
15570	Saints-Gervais et Protais	5 588	944	3 573	17	4	816	233
15370	Honfleur	386	885	2 277	-	-	578	121
22410	Sainte-Claire	3 866	417	2 695	6	1	640	106
22450	Sainte-Hénédine	3 531	393	2 527	-	-	571	39
22390	Sainte-Marguerite	3 971	399	2 628	-	-	756	187
22690	Taschereau-Fortier	1 149	45	805	6	5	285	3
22780	Saint-Bernard	6 654	508	4 822	-	-	1 273	50
28210	Saint-Patrice de Beaurivage	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
28290	Saint-Octave de Dosquet	1 487	146	850	-	-	395	92
28420	Saint-Flavien	544	110	314	-	-	81	40
28470	Notre-Dame du Sacré-Coeur d'Issoudun	2 859	428	1 677	8	-	689	58
28590	Sainte-Croix	3 720	555	2 367	4	7	729	58
29300	Cap-Santé	2 228	337	1 466	40	-	287	93
29220	Sainte-Jeanne de Pont-Rouge	3 908	810	1 935	466	17	512	168
29130	Sainte-Catherine	1 532	477	179	781	-	54	41
20590	Saint-Gabriel ouest	-	-	-	-	-	-	-
20560	Stoneham - Tewkesbury	331	9	168	24	-	34	95
17460	Sainte-Brigitte de Laval	-	-	-	-	-	-	-
17320	Château-Richer	1 316	113	743	195	-	100	165
16400	Sainte-Famille de l'île d'Orléans	2 349	288	997	611	18	256	178
16300	Saint-Jean de l'île d'Orléans	2 738	736	1 194	324	23	288	175

N.D.: Non disponible

* : Voir composition ci-après

Tableau A1.4 Répartition des superficies (hectare) en culture et en pâturage selon le type de culture et de pâturage
Rayon 60 km

CODE	MUNICIPALITÉ	TOTAL CULTURE ET PATURAGE	TYPES DE CULTURE*				TYPE DE PATURAGE*	
			Céréales	Fourrages	Horticulture	Autres	Amélioré	Naturel
14600	Saint-Pierre de Rivière Sud	2 892	478	2 058	-	-	259	95
15470	Saint-Cajetan d'Armagh	1 877	163	1 152	8	-	344	210
14310	Saint-Damien de Buckland	884	68	555	-	-	173	87
15280	Notre-Dame auxiliatrice de Buckland	1 280	177	784	-	-	158	161
22310	Saint-Nazaire de Dorchester	847	80	540	2	-	144	81
22290	Saint-Léon de Standon	3 354	208	1 964	3	6	656	609
23270	Saint-Édouard de Frampton	3 233	183	2 168	5	-	444	434
23600	Saint-Joseph de Beauce	3 194	199	1 754	1	-	902	338
23560	Saint-Joseph des Érables	2 451	147	1 239	2	-	688	374
23550	Saint-Frédéric	2 854	268	1 612	4	-	709	261
23740	Saint-Séverin	1 187	105	616	-	-	236	229
23780	Saint-Pierre de Broughton	4 190	213	2 442	2	35	917	580
27470	Saint-Jacques de Leeds	3 529	146	2 183	5	9	827	358
27450	Inverness	5 501	155	2 902	117	-	1 449	878
27630	Sainte-Julie	4 332	129	2 897	-	-	998	307
28340	Val-Alain	773	41	530	-	-	120	41
28700	Sainte-Emmélie	1 635	404	969	6	-	238	18
29410	Saint-Joseph de Deschambault	714	110	425	-	-	136	41
29430	Saint-Gilbert	1 142	616	675	-	-	196	110
29560	Sainte-Christine	708	230	213	95	8	128	34
29580	Saint-Léonard de Portneuf	1 184	207	693	-	-	206	77
17160	Saint-Ferréol-les-Neiges	674	131	316	4	-	127	94
17200	Saint-Joachim	1 092	123	746	16	-	113	92

* : Voir composition ci-après

ANNEXE 2

**Superficies présentant des contraintes
à la valorisation des boues résiduaires**

Tableau A2.1 Superficies présentant des contraintes à la valorisation des boues résiduaires (rayon de 30 km) en km²

CODE	MUNICIPALITÉ	URBANISATION	ZONES INONDABLES	PENTE 9%	SOL INADÉQUAT	ÉPANDAGE DES FUMIERS	AUTRES BOUES	TOTAL
20230	Québec	7,8	-	-	0,1	1,30	-	9,20
20400	Sainte-Foy	0,5	-	-	-	2,97	-	3,47
20140	Charlesbourg	0,6	-	-	-	0,39	-	0,99
20510	Lac Saint-Charles	0,2	-	0,1	0,1	-	-	0,40
20110	Beauport	2,8	-	-	-	1,22	-	4,02
29110	Saint-Augustin	0,9	0,1	0,1	0,9	8,22	-	10,22
20430	Val-Bélair	0,2	-	0,2	-	0,96	-	1,36
15630	Saint-Charles-Boromé	3,5	4,8	0,7	0,1	29,12	0,21	38,43
15780	Saint-Étienne-de-Beauport	2,8	1,5	0,6	-	13,04	0,39	18,33
16500	Saint-Pierre (île d'Orléans)	-	-	2,0	0,1	0,35	0,59	3,04
16600	Saint-Laurent (île d'Orléans)	-	-	2,2	0,1	2,50	0,30	5,10
17400	L'Ange-Gardien	2,4	-	0,3	0,7	0,89	1,28	5,57
20470	Saint-Gabriel-de-Valcartier	1,0	-	-	0,6	1,04	0,66	3,30
20530	Saint-Dunstan-du-Lac-Beauport	-	-	-	-	-	-	-
21140	Saint-Henri	6,4	0,5	2,4	0,2	57,26	0,84	67,60
21170	Saint-Lambert	6,0	0,7	0,2	0,2	23,80	0,73	31,63
21220	Saint-Étienne	5,8	1,2	-	0,2	1,76	1,14	10,10
21300	Saint-Jean-Chrysostôme	8,8	-	1,3	0,4	7,99	6,13	24,62
21340	Saint-Louis-de-Pintendre	10,3	-	0,9	0,9	8,00	5,77	25,87
21380	Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévis	8,7	-	-	-	5,50	2,96	17,16
21700	Bernières	5,4	-	0,2	2,2	4,67	1,20	13,67
21780	Saint-Nicolas	1,4	-	-	-	5,83	1,12	8,35
22530	Saint-Anselme	4,7	0,9	1,0	-	45,94	0,38	52,92
22610	Saint-Isidore	2,9	0,1	0,4	-	46,91	0,17	50,48
28230	Saint-Narcisse-de-Beaurivage	2,0	-	0,1	1,9	63,13	0,23	67,36
28250	Saint-Gilles	2,5	0,8	-	1,0	11,82	0,36	16,48
28280	Saint-Agapit	6,6	-	-	1,9	13,34	0,62	22,46
28490	Saint-Apollinaire	7,6	-	0,1	4,0	15,42	0,61	27,73
28510	Saint-Antoine-de-Tilly	5,2	-	-	0,7	5,75	0,28	11,93
29130	Sainte-Catherine	0,6	-	0,1	2,9	0,73	0,93	5,26
29160	Shannon	-	-	-	0,9	-	0,72	1,62

Tableau A2.3 Superficies présentant des contraintes à la valorisation des boues résiduaires (rayon de 50 km) en km²

CODE	MUNICIPALITÉ	URBANISATION	ZONES INONDABLES	PENTE 9%	SOL INADÉQUAT	ÉPANDAGE DES FUMIERS	AUTRES BOUES	TOTAL
14650	Saint-François	6,3	0,7	0,7	0,6	28,06	0,38	36,74
14700	Berthier-sur-Mer	6,2	0,8	-	0,4	2,53	0,24	10,17
15340	Saint-Lazare	2,7	0,2	3,9	-	16,86	0,28	23,94
15400	Saint-Nérée	0,9	-	1,4	-	5,81	0,21	8,32
15540	Saint-Raphaël	2,4	0,4	0,7	-	13,74	0,28	1,52
15720	Saint-Vallier	2,1	2,0	0,3	0,3	13,82	0,11	18,63
16200	Saint-François (île d'Orléans)	-	-	0,2	0,1	2,11	0,11	2,52
17280	Sainte-Anne-de-Beaupré	4,9	-	0,3	0,8	1,25	0,68	7,93
17950	Montmorency	-	-	-	-	-	-	-
22340	Saint-Malachie	1,2	0,7	6,4	-	20,21	0,27	28,78
23640	Saints-Anges	1,3	-	3,1	-	21,97	0,17	26,54
23680	Sainte-Marie	11,8	3,8	13,3	0,2	32,72	2,17	63,99
23720	Saint-Elzéar	2,5	-	10,7	0,5	62,52	0,16	76,38
27490	Nelson	-	-	0,3	-	5,66	-	-
5,96								
27510	Lyster	3,4	0,1	0,1	0,4	18,74	0,40	23,14
28130	Saint-Sylvestre	1,9	-	14,1	-	34,52	0,07	50,59
21870	Sainte-Agathe	4,9	0,8	1,3	0,1	7,10	0,14	14,34
28370	Saint-Janvier-de-Joly	2,1	-	0,1	4,0	9,37	0,22	15,79
28630	Saint-Édouard-de-Lotbinière	3,7	-	-	1,1	18,84	0,29	23,93
28660	Lotbinière	2,7	-	0,1	2,4	9,40	0,22	14,82
29340	Saint-Basile	4,5	-	0,1	0,4	5,82	0,38	11,30
29360	Notre-Dame-de-Portneuf	2,5	-	0,3	-	2,59	0,67	6,06
29620	Saint-Raymond	5,0	-	0,4	13,0	7,18	0,73	26,31

ANNEXE 3

Détermination des doses d'épandage par culture

Détermination de la dose d'épandage

Afin de tenir compte des diverses contraintes agronomiques, physiques ou économiques, et pour appliquer les doses se rapprochant de la limite autorisée de 135 kg de N/ha/5 ans, deux applications (années 1 et 3) à l'intérieur d'une période de 5 ans sont prévues pour les cultures ayant des exigences moyennes en azote. L'orge, le seigle, le blé de printemps et les pâturages et prairies sont des cultures requérant entre 70 et 110 kg de N/ha/an.

Orge

Ainsi, pour l'orge, le besoin en azote est de 70 kg/ha/an; des apports de 70 et 65 kg de N/ha en provenance de boues pourraient être effectués.

Dose nécessaire année 1	:	70 kg N/ha
N disponible par tonne de matière sèche:		21,6 kg N
Quantité de boue à ajouter sur base de :	<u>70 kg/t</u>	= 3,24 t/ha
matière sèche		21,6 kg N/t

- . Considérant 4% de matière sèche par tonne, on aura besoin de 3,24 t X 25: 81 t/ha de boues humides
- . Considérant 5% de matière sèche par tonne, on aura besoin de 3,24 t X 20: 64,8 t/ha de boues humides

Dose nécessaire pour la troisième année: 65 kg N/ha

- . Besoin de 75 t/ha de boues humides sur une base de 4% de matière sèche.
- . Besoin de 60 t/ha de boues humides sur une base de 5% de matière sèche.

N_o (organique) : N total - N inorganique
 : $3,6\% - (1,0 + 0,2\%)$: $2,4\%$
 N_r (résiduel) première année : $0,20$ ($2,4\%$): $0,48\%$ ou
 $4,8$ kg/t de matière sèche
 : $4,8$ kg/t X $1,85$ t: $8,88$ kg/ha

Apport en azote requis 40 kg - $8,88$ kg: $31,12$ kg/ha

- . Quantité de boues à 4% de matière sèche: $\frac{31,12 \text{ kg}}{21,6 \text{ kg/t}}$ X 25 : 36 t/ha de boues humides
- . Quantité de boues à 5% de matière sèche: $1,44$ X 20 : $28,8$ t/ha de boues humides

Pour la troisième année, les besoins de la plante sont toujours de 40 kg N/ha, mais les calculs doivent tenir compte de l'azote résiduel devenu disponible suite à l'application de l'année précédente (20%) et de l'année antérieure (5%).

N_r : $9,13$ kg
 N devant être apporté: 40 kg - $9,13$: $30,87$ kg
 Quantité de boues : $1,43$ t matière sèche dans 5% : $28,6$ t/ha de boues humides

Pour la quatrième année, il ne reste que 15 kg/ha de N à apporter pour atteindre la limite de 135 kg N/5 ans. Tenant compte de l'azote résiduel libéré aux taux de $20,5$ et 3% pour les années antérieures.

N_r : $9,9$
 N devant être apporté: $15 - 9,92$: $5,08$ kg
 Quantité de boues : $0,24$ t/ha matière sèche ou $4,8$ t/ha de boues humides

Ceci représente donc 10 kg N

Balance à apporter: 45 kg N - 10 kg N: 35 kg N/ha

35 kg N = 1,62 t/ha de matière sèche

21,6 kg N/t

1,62 t de matière sèche X 20: 40,5 t/ha de boues humides à
4%

1,62 t de matière sèche X 25: 32,4 t/ha de boues humides à
5%

Une vérification, auprès de Conseil des productions végétales du Québec, pour la culture de maïs permet de croire que compte tenu de la minéralisation nécessaire de l'azote organique contenu dans les boues, des doses plus élevées que celles proposées ci-dessus pourraient être appliquées. Ainsi, des doses comparables à celles proposées pour l'orge, le blé de printemps et le seigle pourraient être appliquées sans problème (65 à 60 t de boues humides les années 1 et 3 d'une période de 5 ans) apportant ainsi en deux applications la dose de 135 kg d'azote permise.

ANNEXE 4

Caractéristiques techniques et types de véhicules requis
pour l'épandage des boues liquides ou déshydratées

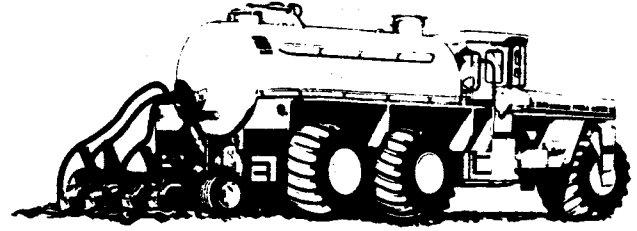
FLUID SLUDGE

Terra-Gator 2505

4000 gallon capacity

15.2 m³

The Terra-Gator 2505 liquid sludge system has a 4,000 gallon rated capacity and injects material to 17" depths at rates of 17,000 gallons per hour—up to 170,000 gallons per 10 hour day. This total cycle time of 17,000 gph is based on in-field nursing or on-site material storage.

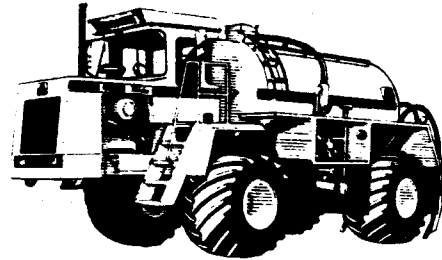


Big A 4500

3300 gallon capacity

12.5 m³

The Big A 4500 combines double steering axles, diesel power, and 4-wheel drive for off-road application mobility. This 3,300 gallon rated capacity applicator has a 13 minute cycle time from full to empty depending on solids content, hauling distance, manpower efficiency, soil conditions, etc.

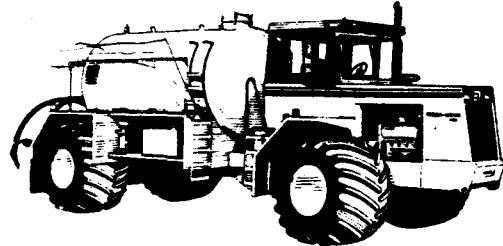


Terra-Gator 004

2600 or 3100 gallon capacity

9.9 m³ 11.8 m³

You choose the system size for the Terra-Gator 004—either 2,600 or 3,100 gallon rated capacity. Both size systems inject liquid waste up to 11 percent solids content at 10 inch depths with the standard injection system. An optional heavy-duty system places waste at depths to 16 inches.

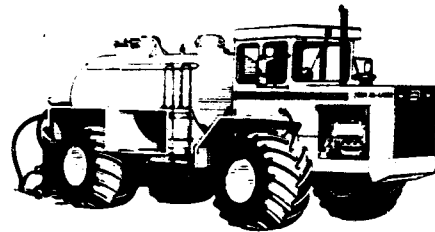


Ag-Gator 2004

2200 gallon capacity

8.36 m³

The Ag-Gator 2004 offers a field-efficient sludge applicator priced comparably to converted trucks. The 2,200 gallon rated pressure/vacuum system loads and empties in about 2½ minutes. With in-field nursing or on-site storage the 2004 will subsurface inject or surface spray up to 120,000 gallons in a 10 hour day.

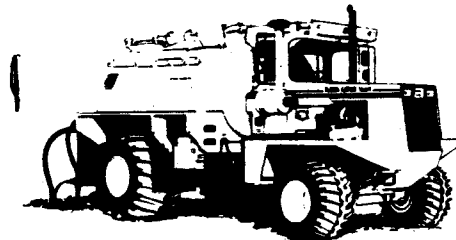


Terra-Gator 1664

2000 gallon capacity

7.6 m³

The Terra-Gator 1664 is a 2-wheel drive applicator engineered to operate in the roughest off-road conditions. The 2,000 gallon rated system places waste to 10 inch depths—right at crop root levels. An optional heavy-duty injection system injects to 16 inch depths—reduces odor and run-off.

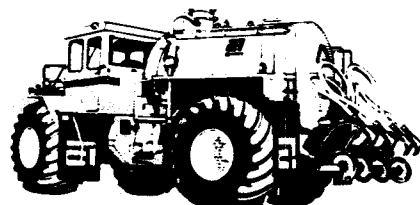


Ag-Gator 1004

1600 gallon capacity

6 m³

The versatile 1004 has a 1,600 gallon rated tank with a 192 cfm pump which evacuates and pressurizes the tank during fill and empty cycles. It's all simple and easy to use—including the sub-surface injectors which bury wastes 10 inches underground.



Fast, Efficient Sludge Application

The Terra-Gator 1664 is engineered for fast cycle times and efficient operation. The wheel drive, high flotation applicator combines a pressure/vacuum liquid system, or a ram delivery dry system with diesel power to keep your application schedules on time in most any field or weather conditions.

liquid sludge system

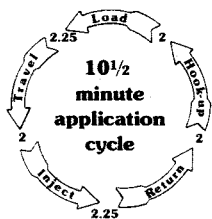
The 2,000 gallon rated pressure vacuum tank features a 300 cfm pump that fills and empties the tank without contacting the

material being applied.

subsurface injection

The Terra-Gator 1664 subsurface injection system features 4 injector shanks capable of injecting sludge to 10 inch depths—reduces odor and runoff. The shanks automatically raise over obstructions and reset to prevent damage to the knife. Each shank is fed individually from a single distribution manifold quick-coupled to the tank discharge port. Injector

feed tubes fastened directly to the rear of each injection shank are protected by two steel plates to help prevent plugging and allow unrestricted flow of material from nozzle to soil. The Terra-Gator 1664 with the VT555 engine and 2,000 gallon rated tank has a 10½ minute cycle time from full to empty. With in-field nursing or on-site storage the 1664 can subsurface inject about 12,000 gallons an hour—or about 120,000 gallons in a 10 hour day.*



76 10 3



dry spreading

The Terra-Gator 1664 dry spreader holds up to 10 cubic yards (struck capacity) of semi-solid or dewatered sludge. The dry box features a full width push blade with replaceable rubber wiper blades on the sides and bottom to completely empty the box. The push blade is curved to fit closely around the distribution beater at the rear of the box and is hydraulically controlled from inside the cab. The single beater pulverizes and dispenses sludge material over an approximate 12' wide swath. A hydraulic system seals the spreader box to prevent spillage during transport—and provides a

Economy In A Rugged Field-Duty Package

The Ag-Gator 2004 is a duty-designed sludge applicator engineered for long, reliable operation. The 4-wheel drive, high flotation applicator offers 2,200 gallon rated pressure/vacuum liquid system, or your choice of two dry spreaders to spread caked materials or litter demanding off-road areas.

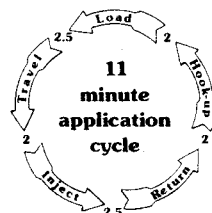
Fast cycle pressure/vacuum system

The 2,200 gallon rated capacity system offers fast load and

unload for efficient operation. The 300 cfm pump moves waste in and out of the tank without actual contact, eliminating downtime due to clogged pumps. The tank is baffled for load stability in the field—and the 6" discharge port has pneumatic in-cab control for on-the-go operation. The 6" intake port features a remote pneumatic control, or has a manual knife valve at the port. The standard injection system places nutrient-rich wastes at depths to 10 inches—reducing

odor and run-off. A 3 inch reinforced hose feeds injectors, and discharge nozzles are protected by two steel plates to help prevent plugging and allow flow of material from nozzle to soil.

The Ag-Gator 2004 with the V-504 engine and 2,200 gallon tank has an 11 minute cycle time from full to empty. With in-field nursing or on-site storage the 2004 can subsurface inject about 12,000 gallons in an hour or 120,000 gallons in a 10 hour day.*



dry and caked application systems

The 10 cu. yd. delivery caked and manure spreader offers long life performance operation. The 10 cu. yd. truck-mounted spreader has a full width, air blade that wipes clean the bottom of the hopper. The air blade empties the hopper, breaks up clumps, and distributes the material evenly. The spreader is built for long life operation.

Other Variations of this Rate Formula

Vehicle Speed:

Given a desired Application Rate (R), Flow Rate (Q), and Spread Width (W), what is the necessary Vehicle Speed?

$$V = \frac{5940 \times Q}{R \times W}$$

For the example of the 2004, we want (R) to equal 7000 gallons/acre:

$$V = \frac{5940 \times 550}{7000 \times 128} = 3.6 \text{ mph}$$

Application Rate (Dry):

To convert a given Liquid Application Rate (R) to a Dry Application Rate (Wt), given the Sludge Density (D) and Sludge Solids Content (S), use the following formulae:

$$Wt = \frac{R \times D \times S/100}{2000}$$

For the preceding example, (R) = 7000 gal./acre, (D) = 8.50 lb./gal., and (S) = 9%

$$Wt = \frac{7000 \times 8.50 \times 9/100}{2000} = 2.7 \text{ dry tons/acre}$$

To convert a given Dry Application Rate (Wt) to a Liquid Application Rate (R):

$$R = \frac{2000 \times Wt}{D \times S/100}$$

For example, to determine the Liquid Application Rate of the above sludge if it is desired to apply 3.5 tons of dry solids per acre:

$$R = \frac{2000 \times 3.5}{8.5 \times 9/100} = 9150 \text{ gal./acre}$$

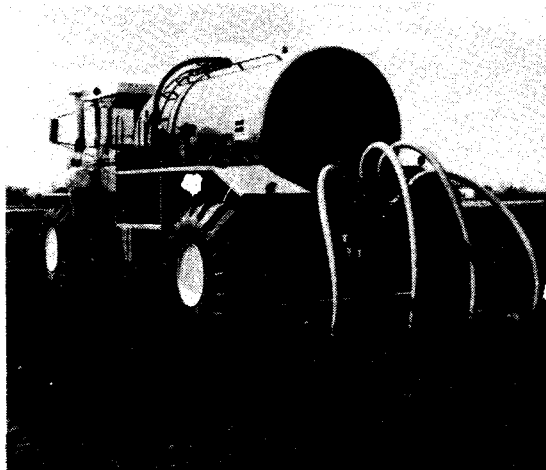
Notes:

In order to maintain uniform flow rate it is necessary to compensate for reduction in static liquid head as tank level diminishes. Start unloading without air pressure preload in tank then switch P/V valve to "pressure" mode after liquid discharge valve is opened and product tank is partially unloaded.



Industrial Division

4900 Viking Drive
Minneapolis, MN 55435
(612) 835-2476



VEHICLE SPEED VS. ENGINE SPEED MAKE: TERRA-GATOR MODEL: 1664 MODEL YEAR: 1985

ENGINE Make: CUMMINS VT-555 Max. HP: 250' at 3000 RPM Max. Torque: at 1800 RPM

 MAIN TRANS. Make: ALLISON Model: MT-643 Speeds Fwd: 4

 AUX. TRANS. Make: FULLER Model: 2A-92 Speeds: 2

 DRIVE AXLE Make: JOHN DEERE Model: AN-53 Speeds: 1 Type:

 DRIVE TIRE Size: Tread: L.R.: Inches REV/MI: 325

GEAR RATIOS

Transmission: Gear 1 2 3 4

 Ratio 3.583 2.093 1.387 1

 Auxiliary Transmission: Gear LO HI

 Ratio 2.3 1

 Axle: Ratio 22.63

 TOTAL REDUCTION: Aux. LO 186.49 108.94 72.19 52.05

 Aux. HI 81.08 47.36 31.39 22.63

VEHICLE SPEEDS IN MPH

		AUX. LO	1	2	3	4
Engine RPM	Max. Torque	1800	1.8	3.1	4.6	6.4
		2000	2.0	3.4	5.1	7.1
	2200	2.2	3.7	5.6	7.8	
	2400	2.4	4.1	6.1	8.5	
	2600	2.6	4.4	6.6	9.2	
	2800	2.8	4.7	7.2	9.9	
	Max. HP	3000	3.0	5.1	7.7	10.6
	Hi Idle	3300	3.3	5.6	8.4	11.7

		AUX. HI	1	2	3	4
Engine RPM	Max. Torque	1800	4.1	7.0	10.6	14.7
		2000	4.6	7.8	11.8	16.3
	2200	5.0	8.6	12.9	17.9	
	2400	5.5	9.4	14.1	19.6	
	2600	5.9	10.1	15.3	21.2	
	2800	6.4	10.9	16.5	22.8	
	Max. HP	3000	6.8	11.7	17.6	24.5
	Hi Idle	3300	7.5	12.9	19.4	26.9

MODEL 2500 SPECIFICATIONS

Provide liquid sludge applicator, capable of surface and subsurface injection of liquid sludge to 14% of total solid content. The applicator shall be specifically designed for this purpose and shall incorporate high flotation features as specified for field operation in all weather and soil conditions with minimum soil compaction and rutting.

Sludge application rates are controllable by discharge valve opening and vehicle speed to permit accurate nutrient and water loading of soils, based on tested soil sludge characteristics.

Applicator shall be a four wheel, articulated steer configuration with four wheel drive. Applicator shall have sufficient power/torque to inject sludge to a depth of 12" in varying types of soil.

ENGINE

Engine shall be Caterpillar 3208, four cycle, diesel powered, liquid cooled, V-8, 8 cylinder, naturally aspirated. The engine shall provide 200 hp. at 2600 rpm and 575 ft.-lbs. peak torque at 1400 rpm (SAE^o /500' elevation). The cooling system shall have a Caterpillar folded core radiator with a surface area of 1128 square inches designed for operation up to 120 degrees fahrenheit temperature.

TORQUE CONVERTER

Torque converter shall be an engine driven single stage type with automatic lockup controlled by converter output speed. Lockup shall occur (to enhance transmission efficiency to 97%) when engine achieves 1500 rpm. Torque converter shall have a multiplier of 2.3 to 1 (increases torque to pulling wheels).

TRANSMISSION AND DROP BOX

Transmission shall be a Caterpillar 613C drop-type planetary, with 6 forward speeds and one reverse. Transmission shall have a center shaft with sets of gears and clutches stacked end-to-end. Each of the sets of gears shall have a sun gear in the center of three planetary gears. Reduction in first gear shall be 12.5:1 with 1:1 in 6th gear. Transmission stall torque capacity shall be a minimum of 930 ft.-lbs. @ 2300 rpm.

Drop box shall be Caterpillar 950 B heavy duty design with a 1.0:1.0 ratio. Drop box shall have a minimum of 930 ft.-lbs. torque capacity.

REAR AXLE - NON OSCILLATING - CATERPILLAR - 518

FRONT AXLE - OSCILLATING - CATERPILLAR 936 (± 12°)

The axles shall be designed with bevel pinion and gears with planetary final drive. Planetary shall have a minimum of three planets on rolled caged roller bearings and be outboard of the axle housing for improved serviceability and reduction of the axle shaft torque load. Axle shaft shall be a minimum of 2.16 inches and be made of high strength steel with roller splines. Axle shaft shall be free floating, non-load bearings member. Axle shall be rigidly mounted to frame utilizing stress diverting brackets and have a static load capacity of 43,000 lbs. and have a final reduction of 16.65:1.

TOTAL DRIVE LINE REDUCTION

Total drive line reduction shall be a minimum of 208:1.

ELECTRICAL SYSTEM

Electrical systems shall have a heavy duty 24 volt DC system. There shall be a 50 amp (equivalent to 100 amp in 12 volt system) double diode alternator with built-in solid state regulator and two (2) heavy duty 615CCA and 92 amp (equivalent to 184 amp in 12 volt system) hour maintenance free batteries.

HYDRAULIC SYSTEM

Hydraulic system shall consist of three (3) separate hydraulic sources for steering, accessory equipment and sludge equipment drive. Hydraulic source shall be a three section vane pump to provide hydraulic power to the vacuum/pressure system, steering and accessory equipment. The capacity of the hydraulic reservoir shall be 75 gallons (U.S.). The hydraulic system shall have a 25 micron hydraulic oil filter, one external oil cooler, and relief valves with check flow valve.

CAB

Cab shall be shock and vibration isolated by means of four rubber mounting cushions. Insulation shall be provided for weather protection and sound suppression. Tinted safety glass including panoramic windshield and side and rear windows. Cab shall have left hand door with access ladder. Cab ventilation shall include outside air filters, eight (8) front and rear circulation outlets, adjustable mixing damper, heater, defroster and three (3) speed blower, front and rear windshield wiper and washer, dual air horns and dual West Coast mirrors (6" x 16" convex). Operator seat shall be a ride-tuned shock absorber, fore-and-aft, raise/lower and operator weight adjustment.

INSTRUMENTS

Instruments shall include the following for safe and efficient operation: Speedometer, engine tachometer, engine hour meter, air pressure gauge, four-way hazard flasher and turn indicator. In addition, the vehicle shall have a "state of the art" Electronic Monitoring System. EMS system shall monitor engine oil temperature, brake air pressure, torque converter, oil temperature, alternator, fuel pressure, coolant temperature and brake oil pressure. Each system monitored shall show three levels of warning, alerted by visual and audio sound. Operator awareness, operator response required and immediate shutdown by operator.

OPERATING CONTROLS

Operating controls shall include key engine start, service brake pedal, parking brake lever and "ON" warning light, automotive type foot accelerator, hand throttle, three position adjustable steering wheel and lanyard controlled horn. Sludge system's controls shall include vacuum/pressure gauge, sludge discharge valve control and air-operated vacuum/pressure mode selector.

TIRES

Tires shall be wide base flotation tires with a total of 4400 square inches ground contact area @ 3" penetration, with 12 psi ground pressure. Tire sizes shall be 67 x 34:00-25, 8 ply rating (4 required).

C - System plumbing shall consist of the intake port, discharge port, and associated piping. Intake port shall be a 6" manually operated knife valve with No. 304 stainless steel stem and gate, cast iron body, flax packing, and flange bolted to system piping. Intake port shall be male camlock type quick coupler and removable cap located at the forward left hand side of the tank, approximately waist height. The reload intake system shall be capable of self-loading from the supply tank, nurse tank, pit, or lagoon using the vacuum mode. Under the pressure mode, the tank contents shall be discharged into a manifold at the bottom rear of the tank and into the spreading or injection system. The discharge valve shall be identical to the reload valve except actuated by a double acting pneumatic cylinder, remotely controlled from the applicator cab. Sludge loading hose shall be 6" in diameter, wire reinforced, two lengths, each 12' long, with camlock type quick couplers, both ends to match vehicle load valve and supply pipe fittings.

DISCHARGE SYSTEM

A - Surface spreading is by means of single, high volume splash plate deflector nozzle with adjustable swath width from 12' to 35' controlled by adjustable splash plate.

B - The subsurface injection mechanism shall be attached directly and close to the rear of the frame and will consist of 4 injector shanks on a hydraulically controlled tool bar, as described below. The unit shall be complete with all appurtenances, connections, and devices for immediate field operation. The tool bar shall use quick coupler type hose connections and will utilize pins at attachment points for rapid mounting and demounting. The injector shank shall be mounted on a one piece tubular steel tool bar, raised and lowered by two double acting, stroke controlled hydraulic cylinders controlled from the cab. The tool bar shall be provided with high lift linkage independent of the preset injection depth. Injectors shall be at least 36" above ground level in raised transport position and allow 24 degree angle of departure to avoid injector damage and unwanted surface disturbance. Each shank shall be fed individually from a single distribution manifold by a wire reinforced hose from the tank distribution manifold. The distribution manifold shall have a camlock attachment to the tank discharge port and shall be equipped with a capped cleanout port. The injector feed hoses shall be coupled to injector feed tubes and fastened directly to the rear of each injector shank and will stop behind the hardened steel point of the shank.

C - The injector shanks shall be constructed of heavy duty design and features automatic trip and reset capabilities to prevent damage at an obstruction and utilize a minimum of 2 springs per shank. Each shank shall be equipped with a hardened steel injector point at a minimum of 1-1/2" wide. Points shall be mounted on the injector shank by way of plow bolts that fasten the injector point to the shank. Injector discharge nozzle shall be attached to a replaceable heavy duty wear tube to protect the injection nozzle, prevent plugging and allow full flow of material from nozzle into injection fissure, regardless of soil or weather conditions. Control of injector tool bar shall have up/down indicator light for injector position.

MISCELLANEOUS FEATURES

Applicator shall be equipped with fenders, walkway, access ladders, mud flaps (front and rear tires), clearance reflectors, radiator grill and incidental service access parts and covers. Safety warning signs for slow moving vehicles shall be placed on the rear of the unit.

OPTIONS:

FLOATING SUPER HEAVY-DUTY TOOL BAR INJECTION SYSTEM

Provide a sludge injection system capable of constant injection depth, regardless of field speed, soil conditions or vehicle load. Systems that depend on the vehicle frame or axles for depth control are not acceptable. Tool bar shall be constructed of minimum ASTM A500-B steel tubing 6" x 8" x 5/16" wall and attached to chassis with two power links each having two, minimum 2" diameter, heat-treated steel pins with spherical bearings and two adjustable upper links, each having minimum 1-1/4" mounting pins, to allow adjustment of injector pitch and penetration angle.

At least two, double-acting hydraulic cylinders, 3-1/2" bore, shall be provided to raise and lower the tool bar. Tool bar in raised position shall have at least 24° angle of departure to prevent damage to injectors and ground surface during transport. Tool bar shall be equipped with mechanical means of locking tool bar in up transport position.

Tool bar hydraulic system shall be used only to raise and lower the tool bar injection mechanism. Injection system shall have two adjustable L11 x 15, 6 ply pneumatic gauge wheels to pre-select desired injector depth and maintain that depth automatically through repeated raise/lower cycles of the tool bar. The tool bar and injector shall be completely free-floating when injecting, allowing the tool bar to follow land contours and maintain a constant pre-selected injector depth, independent of vehicle tire and suspension deflection change from decreasing load as sludge is injected. Provide four injector shanks, each an automatic reset, parabolic shaped, subsoiler tillage pattern, with two springs per shank each enclosed in separate cylinder for operator safety and protection against elements. Each shank shall have welded side wear plates and hardened steel tip with single retaining pin. Shank shall be attached to trip assembly with two (2) 7/8" bolts. Shanks shall be spaced approximately 30" o.c. to provide tillage and injection the full width of the vehicle. Entire injector system shall be adjustable for injection depth to 14" below the surface. Each shank shall be fed individually from a single distribution manifold by a 3" reinforced hose. The distribution manifold shall be attached to the tank discharge port and to each individual shank feed hose, and shall be quick-coupled to the distribution manifold and to injector feed tubes fastened directly to the rear of each injector shank and shall stop behind the hardened steel point of the shank. The feed tube discharge shall be equal, or larger, in area than the 3" feed hose, thus allowing full product flow with no restrictions.

GRASSLAND SHANK

Grass shank shall be designed to allow minimal disturbance to soil and allow injection into grassland.

The injector shall be of heavy duty design and be capable of injecting sludge in compacted soil to a depth of 14". The injector shanks shall have automatic trip and reset capabilities to prevent damage at an obstruction. The shank shall be preceded by a minimum of 17" diameter rolling couler to cut a slit in the soil for placement of sludge and shall be followed by a pneumatic roller that is spring loaded to close the trench opened by the grass shank. The roller shall be designed to contact the ground surface simultaneously with the injector shank.

DEWATERED SLUDGE BOX 2500

GENERAL

Manufacturer shall supply a heavy duty dewatered sludge applicator that is designed to spread all types of sludges with different densities and percent solids in a uniform pattern. Spreader shall be a simplistic design, low maintenance, watertight box that utilizes a push blade with a rear gate to prevent sludge from escaping during transport.

CAPACITY

Box shall have a load capacity of 13.2 cubic yards and have a spreading range from 1 to 24 cubic yards per acre.

FLOOR

Floor shall be constructed of minimum 7 gauge thickness plate X 50 high strength steel with minimum 12" longitudinal "I" beam, 8" "C" beam braces and 3" "I" beam floor bolsters.

VERTICAL SIDES

Vertical sides shall be of minimum 12 gauge, X 50 high strength steel and box formed brace side supports. Side supports shall be welded to vertical side panels and shall extend vertically downward and fastened securely to 10" "I" beam cross members.

PUSH BLADE

Push blade shall be constructed of minimum 1/4", X 50 high strength steel and attached to a 5 stage hydraulic double acting telescopic cylinder. Push blade shall be variable speed to different application rates.

BEATERS

Single beater shall be constructed of a 8-3/4" diameter drum with a minimum 2" diameter solid steel shaft. Overall diameter of the beater cylinder and paddles shall be 27" and have a minimum of 18 hard surface paddles per beater.

HYDRAULIC SYSTEM

Hydraulic system shall operate the push blade, beater and rear gate and shall be cab operated. The system shall have a reservoir with a minimum capacity of 75 gallons (U.S.) and have a minimum 65 GPM tandem vane type pump.

OPTIONAL

Hydraulic operated dual beaters (required for dryer sludge).

ANNEXE 5

Détails techniques relatifs aux scénarios de compost pour les valeurs de
2,5, 5, 10, 20, 40 et 65 t M.S./j

DESIGN PRÉLIMINAIRE DES PROCÉDÉS TAULMAN-WEISS

TAULMAN-WEISS

Généralités sur le design préliminaire

Un design préliminaire a été effectué par le manufacturier Taulman-Weiss Composting Systems à partir des données suivantes que nous avons fournies:

- . capacités (tMS/j): 2,5, 5,0, 10,0, 20,0, 40,0, 55,0
- . siccité de 25%
- . teneur en matières volatiles: 75%
- . boues mixtes, non stabilisées
- . maturation du compost en réacteur

Les hypothèses de base de Taulman-Weiss, ainsi que les designs préliminaires sont inclus en annexe.

Les fiches de design préliminaire sont basées sur l'information fournie par Taulman-Weiss, avec les additions suivantes:

- . équipement de déshydratation
- . bâtiment de déshydratation
- . bâtiment administratif
- . système de désodorisation (voir Annexe 2)
- . utilisation possible des déchets municipaux (voir Annexe 1)
- . chargeur(s) mécanique(s)
- . aire couverte d'entreposage du produit

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE
MÉCANIQUE: PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS

Capacité: 2.5 t M.S./j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: Sciure ou déchets municipaux
(voir Annexe 1)

~1.8 tMS sciure/j

ÉQUIPEMENT:

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 1 bioréacteur(s), 300 m³
- (3) 1 réacteur(s) de maturation ("cure reactor"),
300 m³
- (4) 1 système d'entreposage du support carboné, 138 m³
(4884 pi³) pour 14 jours d'entreposage
- (5) Demande en air pour chaque réacteur:
bioréacteur
minimum 5.0 m³/min (176.5 SCFM)
maximum 15.0 m³/min (529.5 SCFM)
réacteur de maturation
minimum 5.0 m³/min (176.5 SCFM)
maximum 15.0 m³/min (529.5 SCFM)
- (6) Système de désodorisation - Voir Annexe 2
- (7) 1 chargeur (s) mécanique (s)
(ou convoyeur ajustable)

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE
MÉCANIQUE: PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS

Capacité: 5.0 t M.S / j

Siccité des boues: 25 %

Support carboné: Sciure ou déchets municipaux
(voir Annexe 1)

~ 3.5 tMS sciure/j

EQUIPEMENT:

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 1 bioréacteur(s), 600 m³
- (3) 1 réacteur(s) de maturation ("cure reactor"),
600 m³
- (4) 1 système d'entreposage du support carboné, 276 m³
(9768 pi³) pour 14 jours d'entreposage
- (5) Demande en air pour chaque réacteur:
bioréacteur
minimum 10.0 m³/min (353 SCFM)
maximum 30.0 m³/min (1059 SCFM)
réacteur de maturation
minimum 10.0 m³/min (353 SCFM)
maximum 30.0 m³/min (1059 SCFM)
- (6) Système de désodorisation - Voir Annexe 2
- (7) 1 chargeur (s) mécanique (s)
(ou convoyeur ajustable)

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE
MÉCANIQUE: PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS

Capacité: 10 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: Sciure ou déchets municipaux
(voir Annexe 1)

~ 7.1 tMS sciure/j

ÉQUIPEMENT:

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 1 bioréacteur(s), 1200 m³
- (3) 1 réacteur(s) de maturation ("cure reactor"),
1200 m³
- (4) 1 système d'entreposage du support carboné, 553 m³
(19541 pi³) pour 14 jours d'entreposage
- (5) Demande en air pour chaque réacteur:

bioréacteur

minimum 20.0 m³/min (706 SCFM)
maximum 60.0 m³/min (2118 SCFM)

réacteur de maturation

minimum 20.0 m³/min (706 SCFM)
maximum 60.0 m³/min (2118 SCFM)

- (6) Système de désodorisation - Voir Annexe 2
- (7) 1 chargeur (s) mécanique (s)
(ou convoyeur ajustable)

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE
MÉCANIQUE: PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS

Capacité: 20.0 tMS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: Sciure ou déchets municipaux
(voir Annexe 1)

~ 14.1 tMS sciure/j

EQUIPEMENT:

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 2 bioréacteur(s), 1200 m³
- (3) 1 réacteur(s) de maturation ("cure reactor"),
1800 m³
- (4) 1 système d'entreposage du support carboné, 1106 m³
(39082 pi³) pour 14 jours d'entreposage
- (5) Demande en air pour chaque réacteur:
bioréacteur (2)
minimum 20.0 m³/min (706 SCFM)
maximum 60.0 m³/min (2118 SCFM)
réacteur de maturation (1)
minimum 30.0 m³/min (1059 SCFM)
maximum 90.0 m³/min (3177 SCFM)
- (6) Système de désodorisation - Voir Annexe 2
- (7) _____ chargeur (s) mécanique (s)
(ou convoyeur ajustable)

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE
MÉCANIQUE: PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS

Capacité: 40 t M.S. /j

Siccité des boues: 25 %

Support carboné: Sciure ou déchets municipaux
(voir Annexe 1)

~ 28.3 tMS sciure/j

ÉQUIPEMENT:

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 4 bioréacteur(s), 1200 m³
- (3) 2 réacteur(s) de maturation ("cure reactor"),
1800 m³
- (4) 1 système d'entreposage du support carboné, 2212 m³
(78147 pi³) pour 14 jours d'entreposage
- (5) Demande en air pour chaque réacteur:

bioréacteur (4)

minimum	<u>20.0</u>	m ³ /min	(	<u>706</u>	SCFM)
maximum	<u>60.0</u>	m ³ /min	(	<u>2118</u>	SCFM)

réacteur de maturation (2)

minimum	<u>30.0</u>	m ³ /min	(	<u>1059</u>	SCFM)
maximum	<u>90.0</u>	m ³ /min	(	<u>3177</u>	SCFM)

- (6) Système de désodorisation - Voir Annexe 2
- (7) 1 chargeur (s) mécanique (s)
(ou convoyeur ajustable)

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE
MÉCANIQUE: PROCÉDÉ TAULMAN-WEISS

Capacité: 55 tMS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: Sciure ou déchets municipaux
(voir Annexe 1)

~ 39.3 tMS sciure/j

ÉQUIPEMENT:

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 4 bioréacteur(s), 1800 m³
- (3) 4 réacteur(s) de maturation ("cure reactor"),
1800 m³
- (4) 1 système d'entreposage du support carboné, 3070 m³
(1084.15 pi³) pour 14 jours d'entreposage
- (5) Demande en air pour chaque réacteur:
bioréacteur
minimum 30.0 m³/min (1059 SCFM)
maximum 90.0 m³/min (3177 SCFM)
réacteur de maturation
minimum 30.0 m³/min (1059 SCFM)
maximum 90.0 m³/min (3177 SCFM)
- (6) Système de désodorisation - Voir Annexe 2
- (7) 2 chargeur (s) mécanique (s)
(ou convoyeur ajustable)

DESIGN PRÉLIMINAIRE DES PROCÉDÉS FAIRFIELD-PAYGRO

PROCÉDÉS FAIRFIELD/PAYGRO

Généralités sur le design préliminaire

Le design préliminaire effectué par le manufacturier Compost Systems Co. se base sur les données suivantes:

- . capacités (tMS/j): 2,5, 5,0, 10,0, 20,0, 40,0, 55,0
- . siccité de 25%
- . teneur en matières volatiles de 75%
- . boues mixtes, non stabilisées

Le procédé FAIRFIELD (réacteur circulaire) a été choisi pour les capacités 2,5 à 20,0 tMS/j. Le procédé PAYGRO (réacteur rectangulaire) a été choisi pour les capacités de 40 et 55 tMS/j.

Les hypothèses de base de Compost Systems Co. et les designs préliminaires sont inclus en annexe.

Les fiches de design préliminaire sont basées sur l'information fournie par Compost Systems Co. avec les additions suivantes:

- . équipement de déshydratation
- . bâtiment de déshydratation
- . bâtiment administratif
- . système de désodorisation (voir Annexe 2)
- . aire couverte d'entreposage du produit

Notons que l'équipement de mélange des boues, du support carboné et du compost recyclé pourrait être localisé dans le bâtiment de déshydratation, en tenant compte de la superficie notée aux fiches de design préliminaire.

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE

MÉCANIQUE: PROCÉDÉ FAIRFIELD/PAYGRO

Procédé: FAIRFIELD

Capacité: 2.5 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: sciure ou déchets municipaux
(Voir Annexe 1)

0.34 tMS sciure/j

EQUIPEMENT

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 1 réacteur FAIRFIELD h = 2.9 m (9.5 pi)
D = 1.3 m (4.2 pi)
— réacteur PAYGRO h = — m (— pi)
D = — m (— pi)
- (3) Équipement auxiliaire (Voir Annexe 4)
- (4) Demande en air:
design 180 m³/min (6373 SCFM)
- (5) Système de désodorisation - Voir Annexe 2.
- (6) 1 chargeur(s) mécanique(s) ou convoyeur ajustable.
(0.5 h/j)

BÂTIMENTS:

- (1) Bâtiment de mélange 140 m² (1500 pi²)
- (2) Bâtiment de compostage 279 m² (3000 pi²)
- (3) Bâtiment administratif
- (4) Bâtiment de déshydratation

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE

MÉCANIQUE: PROCÉDÉ FAIRFIELD/PAYGRO

Procédé: FAIRFIELD

Capacité: 5.0 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: sciure ou déchets municipaux
(Voir Annexe 1)

~ 0.68 tMS sciure/j

EQUIPEMENT

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 1 réacteur FAIRFIELD h = 2.9 m (9.5 pi)
D = 18.0 m (59 pi)
- réacteur PAYGRO h = - m (- pi)
D = - m (- pi)
- (3) Équipement auxiliaire (Voir Annexe 4)
- (4) Demande en air:
design 356 m³/min (12576 SCFM)
- (5) Système de désodorisation - Voir Annexe 2.
- (6) 1 chargeur(s) mécanique(s) ou convoyeur ajustable.
(1.1 h/j)

BÂTIMENTS:

- (1) Bâtiment de mélange 140 m² (1500 pi²)
- (2) Bâtiment de compostage 455 m² (4900 pi²)
- (3) Bâtiment administratif
- (4) Bâtiment de déshydratation

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE

MÉCANIQUE: PROCÉDÉ FAIRFIELD/PAYGRO

Procédé: FAIRFIELD

Capacité: 10 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: sciure ou déchets municipaux
(Voir Annexe 1)

~ 1.4 tMS sciure/j

EQUIPEMENT

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 2 réacteur FAIRFIELD h = 2.9 m (9.5 pi)
D = 1.8 m (5.9 pi)
- réacteur PAYGRO h = - m (- pi)
D = - m (- pi)
- (3) Équipement auxiliaire (Voir Annexe 4)
- (4) Demande en air:
design 712 m³/min (25153 SCFM)
- (5) Système de désodorisation - Voir Annexe 2.
- (6) 1 chargeur(s) mécanique(s) ou convoyeur ajustable.
2.1 h/j

BÂTIMENTS:

- (1) Bâtiment de mélange 140 m² (1500 pi²)
- (2) Bâtiment de compostage 846 m² (9100 pi²)
- (3) Bâtiment administratif
- (4) Bâtiment de déshydratation

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE

MÉCANIQUE: PROCÉDÉ FAIRFIELD/PAYGRO

Procédé: FAIRFIELD

Capacité: 20 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: sciure ou déchets municipaux
(Voir Annexe 1)

2.7 tMS sciure/j

EQUIPEMENT

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2) 2 réacteur FAIRFIELD h = 2.9 m (9.5 pi)
D = 25.3 m (83 pi)
- réacteur PAYGRO h = - m (- pi)
D = - m (- pi)
- (3) Équipement auxiliaire (Voir Annexe 4)
- (4) Demande en air:
design 1410 m³/min (49778 SCFM)
- (5) Système de désodorisation - Voir Annexe 2.
- (6) 1 chargeur(s) mécanique(s) ou convoyeur ajustable.
4.1 h/j

BÂTIMENTS:

- (1) Bâtiment de mélange 140 m² (1500 pi²)
- (2) Bâtiment de compostage 1505 m² (16 200 pi²)
- (3) Bâtiment administratif
- (4) Bâtiment de déshydratation

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE

MÉCANIQUE: PROCÉDÉ FAIRFIELD/PAYGRO

Procédé: PAYGRO

Capacité: 40 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: sciure ou déchets municipaux
(Voir Annexe 1)

15.4 tMS sciure/j

EQUIPEMENT

- (1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.
- (2)

<u>-</u>	réacteur FAIRFIELD	h =	<u>-</u>	m (	<u>-</u>	pi)
		D =	<u>-</u>	m (	<u>-</u>	pi)
<u>2</u>	réacteurs PAYGRO	h =	<u>2.9</u>	m (	<u>9.5</u>	pi)
		L =	<u>171</u>	m (	<u>560</u>	pi)
- (3) Équipement auxiliaire (Voir Annexe 4)
- (4) Demande en air:
design 973 m³/min (34347 SCFM)
- (5) Système de désodorisation - Voir Annexe 2.
- (6) 2 chargeur(s) mécanique(s) ou convoyeur ajustable.
14.6 h/j

BÂTIMENTS:

- (1) Bâtiment de mélange 349 m² (3750 pi²)
- (2) Bâtiment de compostage 4906 m² (52800 pi²)
- (3) Bâtiment administratif
- (4) Bâtiment de déshydratation

DESIGN PRÉLIMINAIRE POUR LE COMPOSTAGE

MÉCANIQUE: PROCÉDÉ FAIRFIELD/PAYGRO

Procédé: PAYGRO

Capacité: 55 t MS/j

Siccité des boues: 25%

Support carboné: sciure ou déchets municipaux
(Voir Annexe 1)

~7.5 tMS sciure/j

EQUIPEMENT

(1) Équipement pour la déshydratation des boues fraîches, épaissies à une siccité de 25%.

(2) 2 réacteurs ~~FAIRFIELD~~ ^{PAYGRO} h = 2.9 m (9.5 pi)
L_D = 2.35 m (7.70 pi)
ou 4 réacteurs PAYGRO h = 2.9 m (9.5 pi)
L_D = 1.19 m (3.90 pi)

(3) Équipement auxiliaire (Voir Annexe 4)

(4) Demande en air:

design 1355 m³/min (47840 SCFM)

(5) Système de désodorisation - Voir Annexe 2.

(6) 3 chargeur(s) mécanique(s) ou convoyeur ajustable.
20.1 h/j

BÂTIMENTS:

(1) Bâtiment de mélange 349 m² (3750 pi²)

(2) Bâtiment de compostage 6466 m² (69600 pi²)

(3) Bâtiment administratif

(4) Bâtiment de déshydratation

8

ANNEXE 5 - 1

SOURCES POSSIBLES DE SUPPORT CARBONÉ POUR LE COMPOSTAGE

ANNEXE 1

Sources possibles de support carboné pour le compostage

Un fournisseur potentiel (Asselin Transport Ltée)* de support carboné a été identifié. Cette entreprise serait en mesure de fournir la sciure avec les caractéristiques suivantes:

humidité 40%
densité 201 kg/m³

Le prix de cette sciure serait de 25\$/t matières sèches.

L'utilisation des déchets municipaux comme support carboné constitue également une solution possible. Cependant il faudrait établir les coûts de tri (enlèvement des matières plastiques du verre et des métaux) afin d'estimer le coût de ce support.

L'identification d'autres sources de support carboné est en cours.

* M. Euclide Asselin
Asselin Transport Ltée
370, 54^{ème} rue
C.P. 325
Saint-Georges-de-Champlain
J9T 5L1

ANNEXE 5 - 2

SYSTÈME DE DÉSODORISATION
POUR LES INSTALLATIONS DE DÉSHYDRATATION ET DE COMPOSTAGE

ANNEXE 2

Système de désodorisation pour les installations de déshydratation et de compostage

Un système de traitement d'air vicié doit être conçu pour la désodorisation de l'air du bâtiment de déshydratation et des gaz de compostage. Ce système devrait être à 2 étapes, à savoir:

- . traitement acide pour l'élimination d'ammoniaque
- . oxydation des composés sulfurés

Quant aux quantités de gaz de compostage générées, on peut utiliser les valeurs pour la demande en air citées aux fiches de design préliminaire. Dans le cas de Taulman/Weiss ces valeurs représentent les quantités nécessaires pour l'aération du compost. Dans le cas de Fairfield/Paygro, les valeurs données se basent sur la demande en air pour l'aération plus 15% pour tenir compte de la ventilation du bâtiment de mélange.

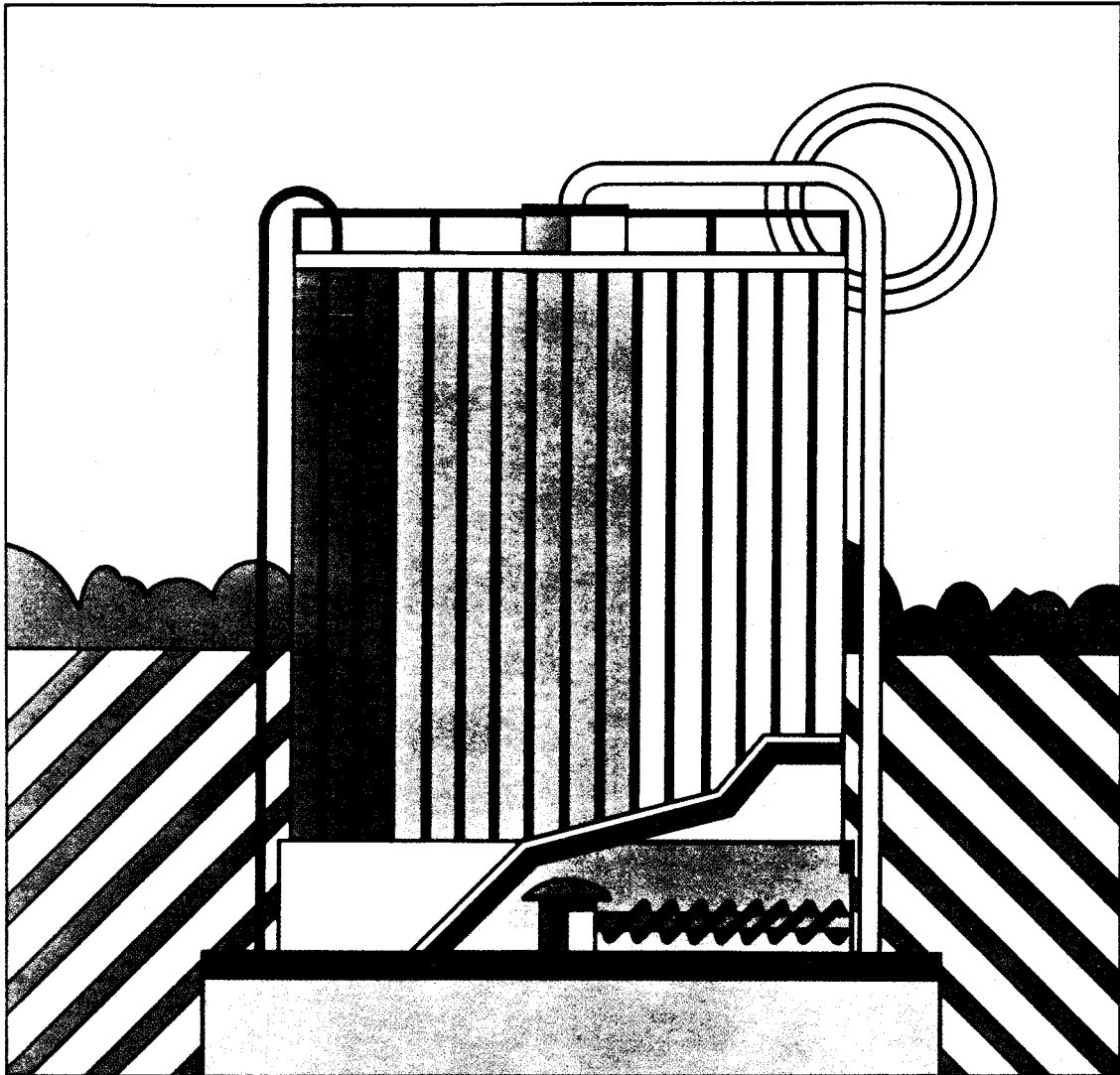
Deux manufacturiers qui fournissent des équipements de désodorisation aux usines de compostage sont:

- (1) QUAD à Kittering, Ohio
Bert de Vries
(513) 293-8496
- (2) CALVERT à San Diego, Californie
Amos Robinson
(619) 272-0050

ANNEXE 5 - 3

INFORMATIONS FOURNIES PAR TAULMAN-WEISS COMPOSTING SYSTEMS

The Taulman/Weiss Composting System



The Taulman/Weiss Composting System

During the last fifteen years the United States has made major progress cleaning up the nation's streams and lakes, primarily by constructing thousands of wastewater treatment plants. However, these municipal and industrial waste treatment facilities now produce over fifty million tons of sludges a year. These sludges have been disposed of by incineration or landfilling. Incineration furnaces burn energy extravagantly and air pollution protection costs are high. Landfills are becoming prohibitively expensive as land costs spiral upwards and solid waste disposal regulations tighten to protect our groundwater supplies from toxic liquids leaching out of the landfills.



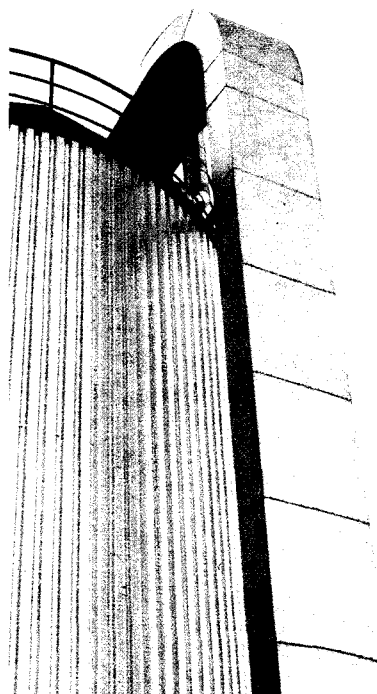
An economically and environmentally acceptable sludge treatment technique designed for resource utilization rather than disposal has been introduced to

the United States by The Taulman Company. The Taulman/Weiss Composting System utilizes the composting principles used by farmers for centuries and applies technologically advanced process controls to produce finished soil conditioner in days, rather than months. The system, though sophisticated, requires minimal energy, land, and personnel, thus dramatically lowering operating costs. It produces a final product that is a valuable soil conditioner, much like peat moss. This composted material is used worldwide in agriculture, horticulture, land reclamation, and park maintenance.

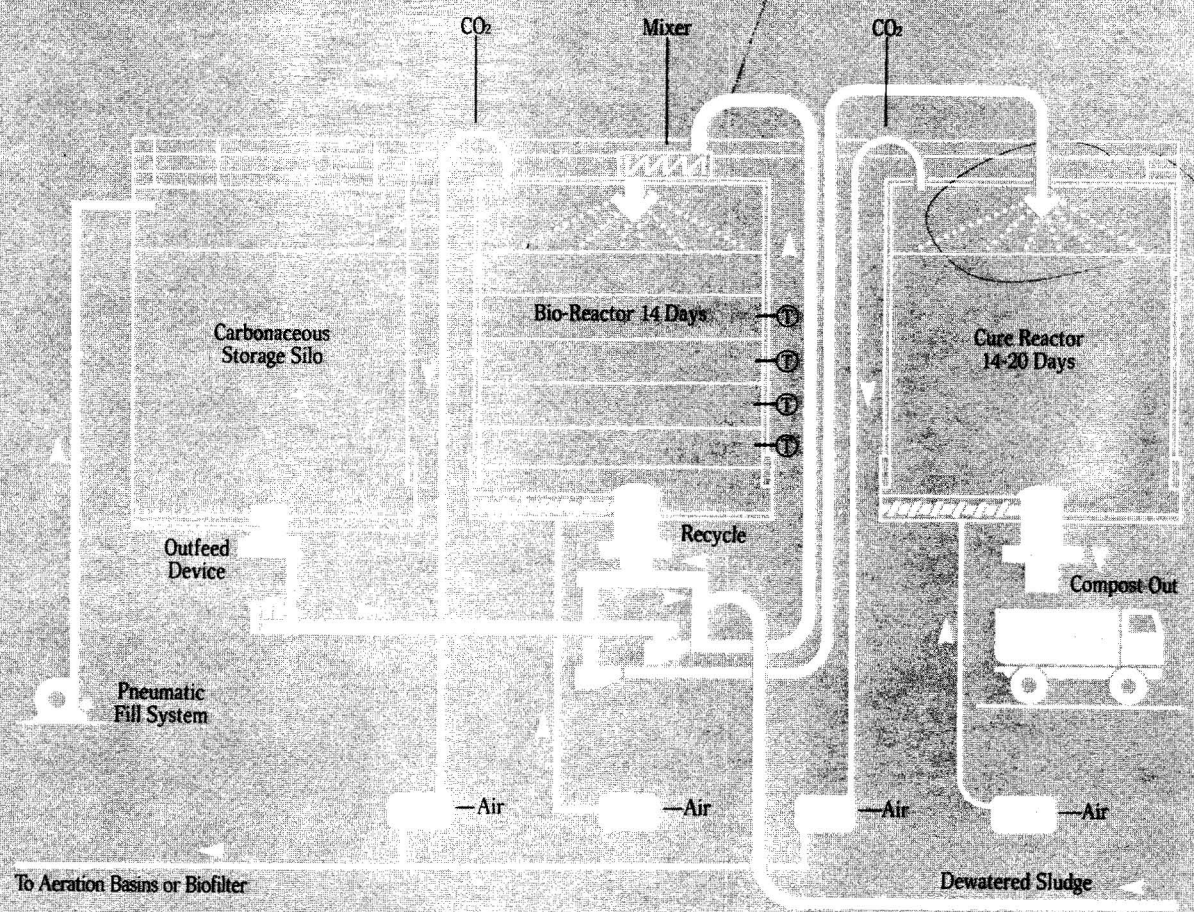
Pioneering in environmental systems for half a century, The Taulman Company is a respected innovator in water/wastewater treatment. Its manufacturing division, The Turbitrol Company, introduced technological advancements to the field with its high-rate filtration system and instrumentation and process controls. The Taulman/Weiss Composting System, a product group of The Turbitrol Company, is marketed throughout the United States and Canada.

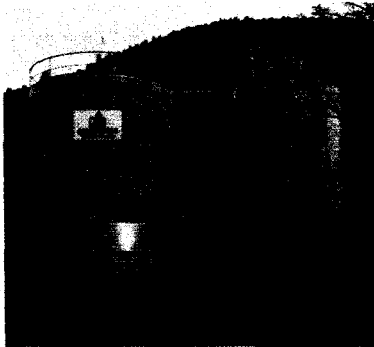


The Taulman/Weiss Composting System is the result of 15 years of research and study of composting operations by Franz Kneer, a world recognized expert on in-vessel composting. He joined with the West German firm of Gebruder Weiss, K.G., a fifty-



Process Flow Sheet





Advantages of the Plant Composting has many advantages over other sludge disposal methods such as incineration and landfills. The Taulman/Weiss Composting System is superior to static pile and windrow, the forms of composting previously employed in the United States. While each of those has had some success, the lack of positive control over the process, failure to contain odors, and susceptibility to local climatic conditions make the process lengthy and undependable. Further, these methods are labor intensive and require large quantities of bulking agents. However, as demonstrated in European and Asian experience with The Taulman/Weiss System, the enclosed mechanical composting system overcomes these problems. In

The Taulman/Weiss System, it is possible to monitor important parameters such as temperature, moisture, oxygen, nutrient content, and bed porosity. Each of these variables can be controlled to optimize treatment, as well as shorten the process from months to days.

Because the material moves through the system in a controlled, consistent manner unique to The Taulman/Weiss System, all of it emerges essentially free of disease-bearing viruses, bacteria, and weed seeds. Volatile solids stabilization is assured.

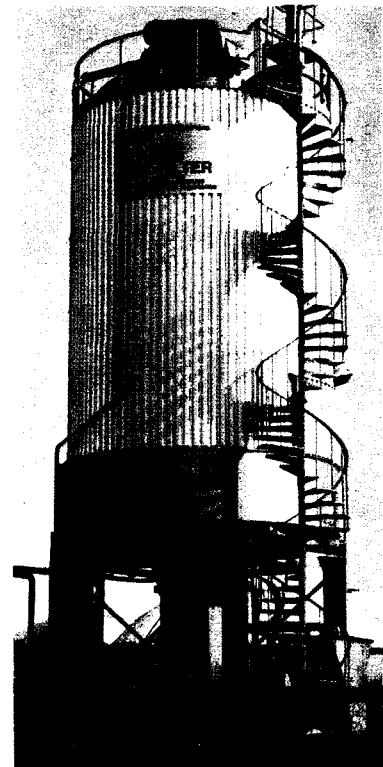
As pollution control requirements become more stringent and energy and land costs continue to rise, it will be necessary to use more dependable and less expensive methods of sludge disposal. The Taulman/Weiss Composting System meets that need now.

Benefits of the System:

- Essentially complete elimination of disease-bearing bacteria and weed seeds
- Elimination of odors
- Rapid processing in days, not months
- Reliability of mechanical

components

- Production of valuable humus for soil conditioning
- Low operating costs
- Little operator attention required
- Low energy usage
- Little land required
- Proven in actual operations worldwide



Operating Weiss Composting Systems

Name of Plant	Bio-Reactor* Capacity	Date of Operation
Dettenhausen bei Tübingen	75 m ³	September 1976
Deidesheim in der Pfalz	100 m ³	April 1977
Bad Liebenzell (Schwarzwald)	250 m ³	September 1977
Horn Bad Meinberg (Westfalen)	200 m ³	September 1978
Bickenbach (Bergstrasse)	250 m ³	October 1979
Oberer Kraichbach	300 m ³	November 1979
Waldmichelbach	250 m ³	October 1980
Schlitz	250 m ³	June 1980
Stubaital (Innsbruck)	200 m ³	October 1980
Erbach	300 m ³	October 1980
*NOTE: 1 m ³ =35 ft. ³		
Hofors	200 m ³	June 1977
Fargesta	500 m ³	July 1977
Landskrona (Co-disposal/Refuse and Sludge)	2000 m ³	September 1979
Hiratsuka City Kanawage Pref.	100 m ³	May 1975
Tsurukawa Sewage Treatment Plant	110 m ³	December 1975
Higami Taka Sanitary Facilities	75 m ³	January 1977
Iwamisawa City, Hokkaido	500 m ³	October 1977
Tanko Sanitary Facilities	200 m ³	January 1978
Towada Sanitary Facilities	400 m ³	March 1978
Yamagata City Municipal Facilities	100 m ³	April 1979
Abashiri City Facilities	450 m ³	July 1979



PROPOSAL NO. 87020 A
 PROJECT QUEBEC CITY, CANADA
 TECSULT LTD.

BASIS OF DESIGN

1. TYPE MATERIAL COMPOSTED	sewage sludge
2. POUNDS/ CAL. DAY, D. S.	5550 2.5 t/s
3. DRY SOLIDS % OF MATERIAL	25
4. DAYS/ WEEK LOADING COMPOST	5
5. CURE REACTORS REQUIRED, 1=Y, 0=N	1
6. TYPE CARBON	SAWDUST
7. CARBON, MOISTURE %	30
8. POWER COST, CENTS/KWH	6
9. LABOR COST, \$/YEAR	25000.00
10. CARBON COST, \$/WET TON	5.00
11. VOLATILE CONTENT, % OF D.S.	60
12. PRODUCT CREDIT, \$/WET TON	10.00
13. CARBON DENSITY, LB./CU. FT.	16.00
14. SLUDGE DENSITY, LB./CU. FT.	60.00
15. MIXTURE MOISTURE, PERCENT	65.00
16. MINIMUM TIME IN BIOREACTOR, DAYS	13.00
17. MINIMUM TIME IN-VESSEL, DAYS	40.00

COMPOST SYSTEM SIZING

Utilizing the above design information, and formula developed by Gebruder Weiss, Taulman Weiss has sized a compost system which will utilize the following reactor quantities and sizes:

- 1 300 cubic meter bioreactors with 13.28 days retention time
 - 1 300 cubic meter cure reactors 24.70 days retention time
- TOTAL IN VESSEL COMPOSTING TIME 37.98 DAYS

The following volumetric ratios were selected to provide the proper ratio of carbon/nitrogen, and mixture moisture

39.3 percent	DEWATERED SEWAGE SLUDGE
37.1 percent	CARBONACEOUS MATERIAL
23.6 percent	RECYCLE COMPOST

OPERATING COST ESTIMATE

ITEM	\$/TON D.S.	\$/YEAR
carbonaceous material	5.01	5079.43
electrical power	21.81	22089.60
labor 1.00 men	24.68	25000.00
equip. maintenance & repair	10.59	10725.00
SUBTOTAL	62.09	62894.03
COMPOST CREDIT, @ \$10.00	26.10	26431.38
REVENUE		-36462.65

TAULMAN WEISS COMPOSTING SYSTEM

PROPOSAL NO. 87020 B
 PROJECT QUEBEC CITY, CANADA
 TECSULT LTD.

BASIS OF DESIGN

1. TYPE MATERIAL COMPOSTED	sewage sludge	
2. POUNDS/ CAL. DAY, D. S.	11100	5.0t/j
3. DRY SOLIDS % OF MATERIAL	25	
4. DAYS/ WEEK LOADING COMPOST	5	
5. CURE REACTORS REQUIRED, 1=Y, 0=N	1	
6. TYPE CARBON	SAWDUST	
7. CARBON, MOISTURE %	30	
8. POWER COST, CENTS/KWH	6	
9. LABOR COST, \$/YEAR	25000.00	
10. CARBON COST, \$/WET TON	5.00	
11. VOLATILE CONTENT, % OF D.S.	60	
12. PRODUCT CREDIT, \$/WET TON	10.00	
13. CARBON DENSITY, LB./CU.FT.	16.00	
14. SLUDGE DENSITY, LB./CU.FT.	60.00	
15. MIXTURE MOISTURE, PERCENT	65.00	
16. MINIMUM TIME IN BIOREACTOR, DAYS	10.00	
17. MINIMUM TIME IN-VESSEL, DAYS	38.00	

COMPOST SYSTEM SIZING

Utilizing the above design information, and formula developed by Gebruder Weiss, Taulman Weiss has sized a compost system which will utilize the following reactor quantities and sizes:

1	600 cubic meter bioreactors with
	13.24 days retention time
1	600 cubic meter cure reactors
	24.62 days retention time
TOTAL IN VESSEL COMPOSTING TIME	
	37.86 DAYS

The following volumetric ratios were selected to provide the proper ratio of carbon/nitrogen, and mixture moisture

39.3 percent	DEWATERED SEWAGE SLUDGE
37.1 percent	CARBONACEOUS MATERIAL
23.6 percent	RECYCLE COMPOST

OPERATING COST ESTIMATE

ITEM	\$/TON D. S.	\$/YEAR
carbonaceous material	5.01	10158.26
electrical power	18.30	37065.60
labor 1.00 men	12.34	25000.00
equip. maintenance & repair	7.06	14300.00
SUBTOTAL	42.71	86523.86
COMPOST CREDIT, @ \$10.00	26.09	52861.27
REVENUE		-33662.60

- 1.0 -

TAULMAN WEISS COMPOSTING SYSTEM

PROPOSAL NO. 87020 C
 PROJECT QUEBEC CITY, CANADA
 TECSULT LTD.

BASIS OF DESIGN

1. TYPE MATERIAL COMPOSTED	sewage sludge	
2. POUNDS/ CAL. DAY, D. S.	22200	10 t/j
3. DRY SOLIDS % OF MATERIAL	25	
4. DAYS/ WEEK LOADING COMPOST	5	
5. CURE REACTORS REQUIRED, 1=Y, 0=N	1	
6. TYPE CARBON	SAWDUST	
7. CARBON, MOISTURE %	30	
8. POWER COST, CENTS/KWH	6	
9. LABOR COST, \$/YEAR	25000.00	
10. CARBON COST, \$/WET TON	5.00	
11. VOLATILE CONTENT, % OF D.S.	60	
12. PRODUCT CREDIT, \$/WET TON	10.00	
13. CARBON DENSITY, LB./CU.FT.	16.00	
14. SLUDGE DENSITY, LB./CU.FT.	60.00	
15. MIXTURE MOISTURE, PERCENT	65.00	
16. MINIMUM TIME IN BIOREACTOR, DAYS	10.00	
17. MINIMUM TIME IN-VESSEL, DAYS	38.00	

COMPOST SYSTEM SIZING

Utilizing the above design information, and formula developed by Gebruder Weiss, Taulman Weiss has sized a compost system which will utilize the following reactor quantities and sizes:

1	1200 cubic meter bioreactors with
	12.51 days retention time
1	1200 cubic meter cure reactors
	23.26 days retention time
TOTAL IN VESSEL COMPOSTING TIME	
	35.77 DAYS

The following volumetric ratios were selected to provide the proper ratio of carbon/nitrogen, and mixture moisture:

39.3 percent	DEWATERED SEWAGE SLUDGE
37.1 percent	CARBONACEOUS MATERIAL
23.6 percent	RECYCLE COMPOST

OPERATING COST ESTIMATE

ITEM	\$/TON D. S.	\$/YEAR
carbonaceous material	5.02	20322.81
electrical power	14.84	60113.04
labor 1.50 men	9.26	37500.00
equip. maintenance & repair	5.43	22000.00
SUBTOTAL	34.54	139935.85
COMPOST CREDIT, @ \$10.00	26.10	105738.39
REVENUE		-34197.46

- 1.0 -

TAULMAN WEISS COMPOSTING SYSTEM

PROPOSAL NO. 87020 D
 PROJECT QUEBEC CITY, CANADA
 TECSULT LTD.

BASIS OF DESIGN

1. TYPE MATERIAL COMPOSTED	sewage sludge
2. POUNDS/ CAL. DAY, D. S.	44400 <i>20t/j</i>
3. DRY SOLIDS % OF MATERIAL	25
4. DAYS/ WEEK LOADING COMPOST	5
5. CURE REACTORS REQUIRED, 1=Y, 0=N	1
6. TYPE CARBON	SAWDUST
7. CARBON, MOISTURE %	30
8. POWER COST, CENTS/KWH	6
9. LABOR COST, \$/YEAR	25000.00
10. CARBON COST, \$/WET TON	5.00
11. VOLATILE CONTENT, % OF D.S.	60
12. PRODUCT CREDIT, \$/WET TON	10.00
13. CARBON DENSITY, LB./CU.FT.	16.00
14. SLUDGE DENSITY, LB./CU.FT.	60.00
15. MIXTURE MOISTURE, PERCENT	65.00
16. MINIMUM TIME IN BIOREACTOR, DAYS	10.00
17. MINIMUM TIME IN-VESSEL, DAYS	38.00

COMPOST SYSTEM SIZING

Utilizing the above design information, and formula developed by Gebruder Weiss, Taulman Weiss has sized a compost system which will utilize the following reactor quantities and sizes:

2	1200 cubic meter bioreactors with 12.71 days retention time
1	1800 cubic meter cure reactors 17.74 days retention time
TOTAL IN VESSEL COMPOSTING TIME 30.45 DAYS	

The following volumetric ratios were selected to provide the proper ratio of carbon/nitrogen, and mixture moisture:

39.3 percent	DEWATERED SEWAGE SLUDGE
37.1 percent	CARBONACEOUS MATERIAL
23.6 percent	RECYCLE COMPOST

OPERATING COST ESTIMATE

ITEM	\$/TON D.S.	\$/YEAR
carbonaceous material	5.02	40645.61
electrical power	12.61	102192.48
labor 1.50 men	4.63	37500.00
equip. maintenance & repair	3.67	29700.00
SUBTOTAL	25.92	210038.09
COMPOST CREDIT, @ \$10.00	26.10	211476.78
REVENUE		1438.69

- 1.0 -

TAULMAN WEISS COMPOSTING SYSTEM

PROPOSAL NO. 87020 E
 PROJECT QUEBEC CITY, CANADA
 TECSULT LTD.

BASIS OF DESIGN

1. TYPE MATERIAL COMPOSTED	sewage sludge	
2. POUNDS/ CAL. DAY, D. S.	88800	40 T/s
3. DRY SOLIDS % OF MATERIAL	25	
4. DAYS/ WEEK LOADING COMPOST	5	
5. CURE REACTORS REQUIRED, 1=Y, 0=N	1	
6. TYPE CARBON	SAWDUST	
7. CARBON, MOISTURE %	30	
8. POWER COST, CENTS/KWH	6	
9. LABOR COST, \$/YEAR	25000.00	
10. CARBON COST, \$/WET TON	5.00	
11. VOLATILE CONTENT, % OF D.S.	60	
12. PRODUCT CREDIT, \$/WET TON	10.00	
13. CARBON DENSITY, LB./CU.FT.	16.00	
14. SLUDGE DENSITY, LB./CU.FT.	60.00	
15. MIXTURE MOISTURE, PERCENT	65.00	
16. MINIMUM TIME IN BIOREACTOR, DAYS	12.00	
17. MINIMUM TIME IN-VESSEL, DAYS	38.00	

COMPOST SYSTEM SIZING

Utilizing the above design information, and formula developed by Gebruder Weiss, Taulman Weiss has sized a compost system which will utilize the following reactor quantities and sizes:

- 4 1200 cubic meter bioreactors with 12.71 days retention time
- 2 1800 cubic meter cure reactors with 17.74 days retention time

TOTAL IN VESSEL COMPOSTING TIME 30.45 DAYS

The following volumetric ratios were selected to provide the proper ratio of carbon/nitrogen, and mixture moisture:

39.3 percent	DEWATERED SEWAGE SLUDGE
37.1 percent	CARBONACEOUS MATERIAL
23.6 percent	RECYCLE COMPOST

OPERATING COST ESTIMATE

ITEM	\$/TON D. S.	\$/YEAR
carbonaceous material	5.02	81273.33
electrical power	12.76	206846.64
labor 2.00 men	3.09	50000.00
equip. maintenance & repair	3.67	59400.00
SUBTOTAL	24.53	397519.97
COMPOST CREDIT, @ \$10.00	26.10	422908.35
REVENUE		25388.39

- 1.0 -

TAULMAN WEISS COMPOSTING SYSTEM

PROPOSAL NO. 87020 F
 PROJECT QUEBEC CITY, CANADA
 TECSULT LTD.

BASIS OF DESIGN

1. TYPE MATERIAL COMPOSTED	sewage sludge	
2. POUNDS/ CAL. DAY, D. S.	123200	55 T/S
3. DRY SOLIDS % OF MATERIAL	25	
4. DAYS/ WEEK LOADING COMPOST	5	
5. CURE REACTORS REQUIRED, 1=Y, 0=N	1	
6. TYPE CARBON	SAWDUST	
7. CARBON, MOISTURE %	30	
8. POWER COST, CENTS/KWH	6	
9. LABOR COST, \$/YEAR	25000.00	
10. CARBON COST, \$/WET TON	5.00	
11. VOLATILE CONTENT, % OF D.S.	60	
12. PRODUCT CREDIT, \$/WET TON	10.00	
13. CARBON DENSITY, LB./CU.FT.	16.00	
14. SLUDGE DENSITY, LB./CU.FT.	60.00	
15. MIXTURE MOISTURE, PERCENT	65.00	
16. MINIMUM TIME IN BIOREACTOR, DAYS	12.00	
17. MINIMUM TIME IN-VESSEL, DAYS	40.00	

COMPOST SYSTEM SIZING

Utilizing the above design information, and formula developed by Gebruder Weiss, Taulman Weiss has sized a compost system which will utilize the following reactor quantities and sizes:

- 4 1800 cubic meter bioreactors with 13.74 days retention time
- 4 1800 cubic meter cure reactors 25.58 days retention time

TOTAL IN VESSEL COMPOSTING TIME 39.32 DAYS

The following volumetric ratios were selected to provide the proper ratio of carbon/nitrogen, and mixture moisture:

39.3 percent	DEWATERED SEWAGE SLUDGE
37.1 percent	CARBONACEOUS MATERIAL
23.6 percent	RECYCLE COMPOST

OPERATING COST ESTIMATE

ITEM	\$/TON D.S.	\$/YEAR
carbonaceous material	5.01	112752.10
electrical power	15.03	337955.28
labor 3.00 men	3.34	75000.00
equip. maintenance & repair	4.55	102400.00
SUBTOTAL	27.94	628107.38
COMPOST CREDIT, @ \$10.00	26.10	586723.86
REVENUE		-41383.52

- 1.0 -

CONTRACTED TAULMAN-WEISS U. S. INSTALLATIONS

PROJECT	CONNECTED WWTP FLOW (MGD, DESIGN YR) ⁽¹⁾	DESIGN SLUDGE LOADING (DRY TPD)	DESIGN % SLUDGE	CONFIGURATION, M ³			COMPOST PRODUCTION (DESIGN, DRY TPD)	COMPOST FACILITY COST	OPER. DATE	ACCEPTANCE ⁽⁶⁾ DATE
				BIO	CURE	CARBON				
1. Portland	100	60	25	4 @ 1200	2 @ 1800	2 @ 670	150	\$11.5 M ⁽²⁾	3/85	
2. Richland Co., SC	6.2	5	17	900	On Ground	None	12.5	1.5 M	2/86	11/86
3. Lancaster, PA	40	32	23	2 @ 1200	2 @ 1200	570	80	9.0 M ⁽³⁾	9/87	
4. Clayton Co., GA	4	3	20	400	400	230	7.5	2.5 M	8/86	4/87
5. Endicott, NY	3	2	22	200	200	None	5.0	2.0 M	8/86	
6. Dothan, AL	5	6.5	20	2 @ 300	On Ground	50	8.0	2.7 M ⁽⁴⁾	1/87	5/87
7. Binghamton, NY ⁽⁵⁾	15	10	20	2 @ 700	1 @ 1400	2 @ 285	25.0	---	7/89	
8. Reedy Creek Utilities (Walt Disney World FL)	9	9	20	1 @ 1400	1 @ 1400	630	22.5	5.1 M	9/88	

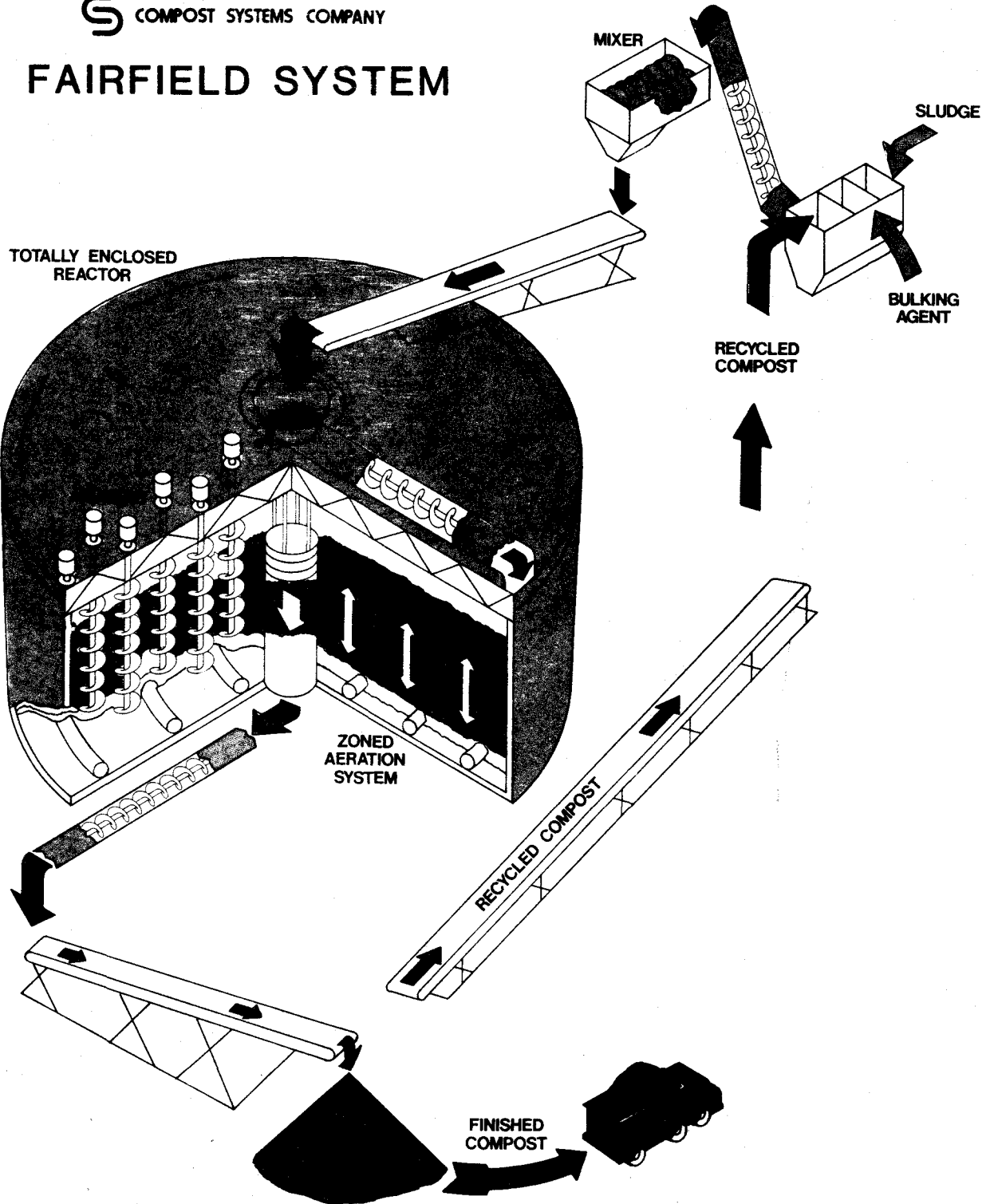
NOTES:

1. Estimated design flow based upon best information available to Taulman-Weiss
2. Includes costs for extensive use of piles under reactors.
3. Compost system is designed with redundant material handling systems.
4. Includes costs for remote telemetry/instrumentation system.
5. Letter of intent to purchase.
6. Performance test passed, punch list completed, final payment made.

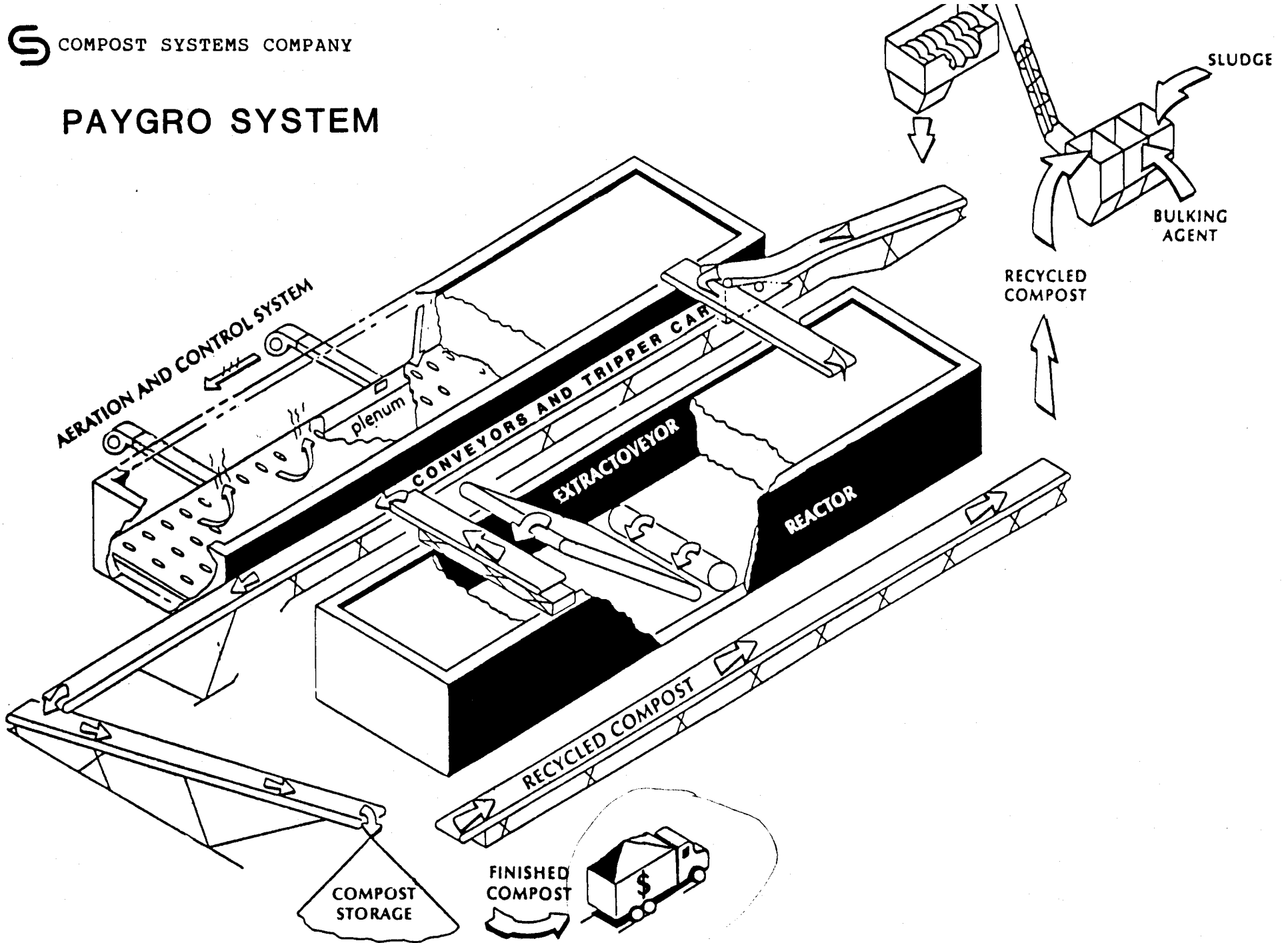
ANNEXE 5 - 4

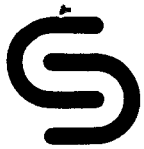
INFORMATIONS FOURNIES PAR COMPOST SYSTEM CO.

FAIRFIELD SYSTEM



PAYGRO SYSTEM





COMPOST SYSTEMS COMPANY

9403 KENWOOD ROAD, CINCINNATI, OHIO 45242
(513) 984-0625

P R E L I M I N A R Y D E S I G N
F O R
Q U E B E C C I T Y , Q U E B E C

PRESENTED BY: RICHARD G. GOSSETT
JUNE 12, 1987

FAIRFIELD SYSTEM

3.86 T/D

2.5 t/j



COMPOST SYSTEMS COMPANY

FAIRFIELD SYSTEM
PRELIMINARY DESIGN FOR
QUEBEC CITY, QUEBEC

12-Jun-87

SLUDGE:

DRY TONS/DAY.....	3.86 T/D
WET TONS/DAY.....	15.44 T/D
DRY TONS/WEEK.....	19.30 T/W
WET TONS/WEEK.....	77.20 T/W
OPERATING DAYS/WEEK.....	5 D/W
OPERATING HOURS/ DAY.....	8 HRS/D
% DRY SOLIDS.....	25.0 %DS
% VOLATILE SOLIDS.....	75.0 %VS
BULK WEIGHT.....	57.2 LB./CU.FT.
BULKING AGENTS AVAILABLE: (IN ADDITION TO RECYCLED COMPOST)	2)
TYPES: 1) BARK; 2) SANDUST; 3) RICE HULLS;	5)
4) WOOD CHIPS; 5) TREE TRIMMINGS; 6) ETC.	
% DRY SOLIDS.....	55.0 %DS 2)
	55.0 %DS 5)
% VOLATILE SOLIDS.....	95.0 %VS 2)
	90.0 %VS 5)

COST DATA:

LABOR, GENERAL.....	\$10.00 /MAN HR.
LABOR, SUPERVISORY.....	\$12.00 /MAN HR.
POWER.....	\$0.05 /KWH
FUEL.....	\$1.00 /GAL
BULKING AGENTS (FOB SITE).....	\$5.00 /CU.YD. 2)
	\$2.00 /CU.YD. 5)



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
 PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
 CAPACITY: 3.86 TONS/DAY 5 DAYS/WEEK
 ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM LAND AREA ESTIMATE

1. MIXING BUILDING

50 ft. x 30 ft. = 1,500 SQ.FT.

2. OFFICE AND LAB

0 ft. x 0 ft. (Assume existing) = 0 SQ.FT.

3. COMPOSTING BUILDING

Provide space for 1 reactors
 each 42 ft. dia. x 9.5 ft. deep
 and room for equipment movement around tanks
 SAY 50 ft. x 60 ft. = 3,000 SQ.FT.

4. STORAGE AREAS

A. BULKING AGENT

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 162 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 203 sq.ft. SAY 300 SQ.FT.

B. RECYCLED COMPOST

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 823 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 1,029 sq.ft. SAY 1,100 SQ.FT.

C. FINISHED COMPOST

Provide 45 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 407 cu.ft./day x 45 days / 12 ft. = 1,527 sq.ft. SAY 1,600 SQ.FT.

5. TOTAL ESTIMATED LAND AREA

160 ft. x 175 ft. 28,000 SQ.FT.

or approximately 0.6 ACRES



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 3.86 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

1. LABOR

1 Men x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$10.00 /Hr. = \$ 20,800
1 Man x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$12.00 /Hr. = \$ 24,960

2. BULKING AGENT

2.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 5.00 /Cu.Yd. = \$ 2,600
4.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 2.00 /Cu.Yd. = \$ 2,080

3. POWER COSTS

1,460 KWH/Day x 365 Days/Yr. x \$ 0.05 /KWH = \$ 26,645

4. FUEL COSTS

1 FEL's x 0.5 Hrs/Day x 5 Gal./Hr. x 260 Days/Yr. x \$ 1.00 /Gal. = \$ 650

5. MAINTENANCE COSTS

Miscellaneous repair & replacement of fixed and moving
equipment, assume 1% of fixed equipment cost and
of moving equipment cost. 5% = \$ 20,400

6. TOTAL OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

= \$ 98,135
USE = \$ 99,000



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 3.86 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM CAPITAL COSTS

=====

1. PAVED AND COVERED STORAGE

A. BULKING AGENT 300 sq.ft.
B. RECYCLED COMPOST 1,100 sq.ft.
C. FINISHED COMPOST 1,600 sq.ft.

TOTAL 3,000 sq.ft. x 1.8 x \$12.00 = \$ 64,800

2. BUILDINGS (Concrete floor, Electrical, HVAC, Plumbing)

A. MIXING BUILDING

1,500 sq.ft. (50 ft. x 30 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 45,000

B. OFFICE AND LAB

0 sq.ft. (0 ft. x 0 ft.) x \$35 /sq.ft. = \$ 0

3. SPECIAL CONSTRUCTION

A. INSTALL REACTOR FOUNDATIONS & WALLS

147.6 cu.yds. @ \$450/cu.yd. = \$ 66,422

B. INSTALL FAIRFIELD EQUIPMENT

30 % of Equipment Cost 0.30 x \$1,590,000 = \$ 477,000

4. PURCHASED EQUIPMENT

A. FAIRFIELD EQUIPMENT (See Estimate)

= \$ 1,590,000

B. FRONT END LOADERS

(1) @ \$90,000 = \$ 90,000

5. SUBTOTAL CAPITAL COSTS

= \$ 2,333,222

6. ENGINEERING & CONTINGENCIES (15 %) BY OTHERS

= \$ 349,983

7. TOTAL CAPITAL COSTS

= \$ 2,683,206

USE = \$ 2,700,000

8. 20-YEAR SALVAGE VALUE (TOTAL CAPITAL COSTS - EQUIPMENT COSTS) x 10 YR/ 30 YR

= \$ 181,000

FAIRFIELD SYSTEM

7.72 T/D

5.0 t/j



COMPOST SYSTEMS COMPANY

FAIRFIELD SYSTEM
PRELIMINARY DESIGN FOR
QUEBEC CITY, QUEBEC

12-Jun-87

SLUDGE:

DRY TONS/DAY.....	7.72 T/D
WET TONS/DAY.....	30.88 T/D
DRY TONS/WEEK.....	38.60 T/W
WET TONS/WEEK.....	154.40 T/W
OPERATING DAYS/WEEK.....	5 D/W
OPERATING HOURS/ DAY.....	8 HRS/D
% DRY SOLIDS.....	25.0 %DS
% VOLATILE SOLIDS.....	75.0 %VS
BULK WEIGHT.....	57.2 LB./CU.FT.
BULKING AGENTS AVAILABLE: (IN ADDITION TO RECYCLED COMPOST)	2)
TYPES: 1) BARK; 2) SAWDUST; 3) RICE HULLS;	5)
4) WOOD CHIPS; 5) TREE TRIMMINGS; 6) ETC.	
% DRY SOLIDS.....	55.0 %DS 2)
	55.0 %DS 5)
% VOLATILE SOLIDS.....	95.0 %VS 2)
	90.0 %VS 5)

COST DATA:

LABOR, GENERAL.....	\$10.00 /MAN HR.
LABOR, SUPERVISORY.....	\$12.00 /MAN HR.
POWER.....	\$0.05 /KWH
FUEL.....	\$1.00 /GAL
BULKING AGENTS (FOB SITE).....	\$5.00 /CU.YD. 2)
	\$2.00 /CU.YD. 5)



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
 PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
 CAPACITY: 7.72 TONS/DAY 5 DAYS/WEEK
 ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM LAND AREA ESTIMATE

=====

1. MIXING BUILDING

50 ft. x 30 ft. = 1,500 SQ.FT.

2. OFFICE AND LAB

0 ft. x 0 ft. (Assume exist- = 0 SQ.FT.
 ing)

3. COMPOSTING BUILDING

Provide space for 1 reactors
 each 59 ft. dia. x 9.5 ft. deep
 and room for equipment movement around tanks
 SAY 70 ft. x 70 ft. = 4,900 SQ.FT.

4. STORAGE AREAS

A. BULKING AGENT

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 324 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 405 sq.ft. SAY 500 SQ.FT.

B. RECYCLED COMPOST

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 1,646 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 2,057 sq.ft. SAY 2,100 SQ.FT.

C. FINISHED COMPOST

Provide 45 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 814 cu.ft./day x 45 days / 12 ft. = 3,054 sq.ft. SAY 3,100 SQ.FT.

5. TOTAL ESTIMATED LAND AREA

170 ft. x 215 ft. 36,550 SQ.FT.

or approximately 0.8 ACRES



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 7.72 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

=====

1. LABOR

1 Men x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$10.00 /Hr. = \$ 20,800
1 Man x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$12.00 /Hr. = \$ 24,960

2. BULKING AGENT

4.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 5.00 /Cu.Yd. = \$ 5,200
8.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 2.00 /Cu.Yd. = \$ 4,160

3. POWER COSTS

1,720 KWH/Day x 365 Days/Yr. x \$ 0.05 /KWH = \$ 31,390

4. FUEL COSTS

1 FEL's x 1.1 Hrs/Day x 5 Gal./Hr. x 260 Days/Yr. x \$ 1.00 /Gal. = \$ 1,430

5. MAINTENANCE COSTS

Miscellaneous repair & replacement of fixed and moving
equipment, assume 1% of fixed equipment cost and 5%
of moving equipment cost. = \$ 23,800

6. TOTAL OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

= \$ 111,740
USE = \$ 112,000



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 7.72 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM CAPITAL COSTS

=====

1. PAVED AND COVERED STORAGE

A. BULKING AGENT 500 sq.ft.
B. RECYCLED COMPOST 2,100 sq.ft.
C. FINISHED COMPOST 3,100 sq.ft.

TOTAL 5,700 sq.ft. x 1.8 x \$12.00 = \$ 123,120

2. BUILDINGS (Concrete floor, Electrical, HVAC, Plumbing)

A. MIXING BUILDING

1,500 sq.ft. (50 ft. x 30 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 45,000

B. OFFICE AND LAB

0 sq.ft. (0 ft. x 0 ft.) x \$35 /sq.ft. = \$ 0

3. SPECIAL CONSTRUCTION

A. INSTALL REACTOR FOUNDATIONS & WALLS

227.6 cu.yds. @ \$450/cu.yd. = \$ 102,405

B. INSTALL FAIRFIELD EQUIPMENT

30 % of Equipment Cost 0.30 x \$1,930,000 = \$ 579,000

4. PURCHASED EQUIPMENT

A. FAIRFIELD EQUIPMENT (See Estimate) = \$ 1,930,000

B. FRONT END LOADERS (1) @ \$90,000 = \$ 90,000

5. SUBTOTAL CAPITAL COSTS = \$ 2,869,525

6. ENGINEERING & CONTINGENCIES (15 %) BY OTHERS = \$ 430,429

7. TOTAL CAPITAL COSTS = \$ 3,299,954

USE = \$ 3,300,000

8. 20-YEAR SALVAGE VALUE (TOTAL CAPITAL COSTS - EQUIPMENT COSTS) x 10 YR/ 30 YR = \$ 233,667

FAIRFIELD SYSTEM

15.43 T/D

10 1/2



COMPOST SYSTEMS COMPANY

FAIRFIELD SYSTEM
PRELIMINARY DESIGN FOR
QUEBEC CITY, QUEBEC

12-Jun-87

SLUDGE:

DRY TONS/DAY.....	15.43 T/D
WET TONS/DAY.....	61.72 T/D
DRY TONS/WEEK.....	77.15 T/W
WET TONS/WEEK.....	308.60 T/W
OPERATING DAYS/WEEK.....	5 D/W
OPERATING HOURS/ DAY.....	8 HRS/D
% DRY SOLIDS.....	25.0 %DS
% VOLATILE SOLIDS.....	75.0 %VS
BULK WEIGHT.....	57.2 LB./CU.FT.
BULKING AGENTS AVAILABLE: (IN ADDITION TO RECYCLED COMPOST)	2)
TYPES: 1) BARK; 2) SAWDUST; 3) RICE HULLS;	5)
4) WOOD CHIPS; 5) TREE TRIMMINGS; 6) ETC.	
% DRY SOLIDS.....	55.0 %DS 2)
	55.0 %DS 5)
% VOLATILE SOLIDS.....	95.0 %VS 2)
	90.0 %VS 5)

COST DATA:

LABOR, GENERAL.....	\$10.00 /MAN HR.
LABOR, SUPERVISORY.....	\$12.00 /MAN HR.
POWER.....	\$0.05 /KWH
FUEL.....	\$1.00 /GAL
BULKING AGENTS (FOB SITE).....	\$5.00 /CU.YD. 2)
	\$2.00 /CU.YD. 5)



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
 PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
 CAPACITY: 15.43 TONS/DAY 5 DAYS/WEEK
 ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM LAND AREA ESTIMATE

1. MIXING BUILDING

50 ft. x 30 ft. = 1,500 SQ.FT.

2. OFFICE AND LAB

0 ft. x 0 ft. (Assume exist- = 0 SQ.FT.
 ing)

3. COMPOSTING BUILDING

Provide space for 2 reactors
 each 59 ft. dia. x 9.5 ft. deep
 and room for equipment movement around tanks
 SAY 70 ft. x 130 ft. = 9,100 SQ.FT.

4. STORAGE AREAS

A. BULKING AGENT

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 648 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 810 sq.ft. SAY 900 SQ.FT.

B. RECYCLED COMPOST

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 3,289 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 4,111 sq.ft. SAY 4,200 SQ.FT.

C. FINISHED COMPOST

Provide 45 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 1,628 cu.ft./day x 45 days / 12 ft. = 6,103 sq.ft. SAY 6,200 SQ.FT.

5. TOTAL ESTIMATED LAND AREA

230 ft. x 215 ft. 49,450 SQ.FT.

or approximately 1.1 ACRES



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 15.43 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

1. LABOR

1 Men x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$10.00 /Hr. = \$ 20,800
1 Man x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$12.00 /Hr. = \$ 24,960

2. BULKING AGENT

8.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 5.00 /Cu.Yd. = \$ 10,400
16.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 2.00 /Cu.Yd. = \$ 8,320

3. POWER COSTS

2,830 KWH/Day x 365 Days/Yr. x \$ 0.05 /KWH = \$ 51,648

4. FUEL COSTS

1 FEL's x 2.1 Hrs/Day x 5 Gal./Hr. x 260 Days/Yr. x \$ 1.00 /Gal. = \$ 2,730

5. MAINTENANCE COSTS

Miscellaneous repair & replacement of fixed and moving
equipment, assume 1% of fixed equipment cost and 5%
of moving equipment cost. = \$ 32,200

6. TOTAL OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

= \$ 151,058
USE = \$ 152,000



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 15.43 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM CAPITAL COSTS

=====

1. PAVED AND COVERED STORAGE

A. BULKING AGENT 900 sq.ft.
B. RECYCLED COMPOST 4,200 sq.ft.
C. FINISHED COMPOST 6,200 sq.ft.

TOTAL 11,300 sq.ft. x 1.8 x \$12.00 = \$ 244,080

2. BUILDINGS (Concrete floor, Electrical, HVAC, Plumbing)

A. MIXING BUILDING
1,500 sq.ft. (50 ft. x 30 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 45,000
B. OFFICE AND LAB
0 sq.ft. (0 ft. x 0 ft.) x \$35 /sq.ft. = \$ 0

3. SPECIAL CONSTRUCTION

A. INSTALL REACTOR FOUNDATIONS & WALLS
455.1 cu.yds. @ \$450/cu.yd. = \$ 204,811

B. INSTALL FAIRFIELD EQUIPMENT
30 % of Equipment Cost 0.30 x \$2,770,000 = \$ 831,000

4. PURCHASED EQUIPMENT

A. FAIRFIELD EQUIPMENT (See Estimate) = \$ 2,770,000

B. FRONT END LOADERS (1) @ \$90,000 = \$ 90,000

5. SUBTOTAL CAPITAL COSTS = \$ 4,184,891

6. ENGINEERING & CONTINGENCIES (15 %) BY OTHERS = \$ 627,734

7. TOTAL CAPITAL COSTS = \$ 4,812,625

USE = \$ 4,900,000

8. 20-YEAR SALVAGE VALUE (TOTAL CAPITAL COSTS - EQUIPMENT COSTS) x 10 YR/ 30 YR = \$ 403,000

FAIRFIELD SYSTEM

30.86 T/D

204/2



COMPOST SYSTEMS COMPANY

FAIRFIELD SYSTEM
PRELIMINARY DESIGN FOR
QUEBEC CITY, QUEBEC

12-Jun-87

SLUDGE:

DRY TONS/DAY.....	30.86 T/D
WET TONS/DAY.....	123.44 T/D
DRY TONS/WEEK.....	154.30 T/W
WET TONS/WEEK.....	617.20 T/W
OPERATING DAYS/WEEK.....	5 D/W
OPERATING HOURS/ DAY.....	8 HRS/D
% DRY SOLIDS.....	25.0 %DS
% VOLATILE SOLIDS.....	75.0 %VS
BULK WEIGHT.....	57.2 LB./CU.FT.
BULKING AGENTS AVAILABLE: (IN ADDITION TO RECYCLED COMPOST)	2)
TYPES: 1) BARK; 2) SANDUST; 3) RICE HULLS;	5)
4) WOOD CHIPS; 5) TREE TRIMMINGS; 6) ETC.	
% DRY SOLIDS.....	55.0 %DS 2)
	55.0 %DS 5)
% VOLATILE SOLIDS.....	95.0 %VS 2)
	90.0 %VS 5)

COST DATA:

LABOR, GENERAL.....	\$10.00 /MAN HR.
LABOR, SUPERVISORY.....	\$12.00 /MAN HR.
POWER.....	\$0.05 /KWH
FUEL.....	\$1.00 /GAL
BULKING AGENTS (FOB SITE).....	\$5.00 /CU.YD. 2)
	\$2.00 /CU.YD. 5)



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
 PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
 CAPACITY: 30.86 TONS/DAY 5 DAYS/WEEK
 ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM LAND AREA ESTIMATE

1. MIXING BUILDING

50 ft. x 30 ft. = 1,500 SQ.FT.

2. OFFICE AND LAB

0 ft. x 0 ft. (Assume exist- = 0 SQ.FT.
ing)

3. COMPOSTING BUILDING

Provide space for 2 reactors
 each 83 ft. dia. x 9.5 ft. deep
 and room for equipment movement around tanks
 SAY 90 ft. x 180 ft. = 16,200 SQ.FT.

4. STORAGE AREAS

A. BULKING AGENT

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 1,296 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 1,619 sq.ft. SAY 1,700 SQ.FT.

B. RECYCLED COMPOST

Provide 15 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
 6,578 cu.ft./day x 15 days / 12 ft. = 8,223 sq.ft. SAY 8,300 SQ.FT.

C. FINISHED COMPOST

Provide 45 working days storage
 (@ 12 ft. stacking height)
3,255 cu.ft./day x 45 days / 12 ft. = 12,206 sq.ft. SAY 12,300 SQ.FT.

5. TOTAL ESTIMATED LAND AREA

280 ft. x 255 ft. 71,400 SQ.FT.

or approximately 1.6 ACRES



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 30.86 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

1. LABOR

2 Men x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$10.00 /Hr. = \$ 41,600
1 Man x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$12.00 /Hr. = \$ 24,960

2. BULKING AGENT

16.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 5.00 /Cu.Yd. = \$ 20,800
32.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 2.00 /Cu.Yd. = \$ 16,640

3. POWER COSTS

3,530 KWH/Day x 365 Days/Yr. x \$ 0.05 /KWH = \$ 64,423

4. FUEL COSTS

1 FEL's x 4.1 Hrs/Day x 5 Gal./Hr. x 260 Days/Yr. x \$ 1.00 /Gal. = \$ 5,330

5. MAINTENANCE COSTS

Miscellaneous repair & replacement of fixed and moving
equipment, assume 1% of fixed equipment cost and
of moving equipment cost. 5% = \$ 43,900

6. TOTAL OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

= \$ 217,653
USE = \$ 219,000



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 12-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 30.86 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

FAIRFIELD SYSTEM CAPITAL COSTS

=====

1. PAVED AND COVERED STORAGE

A. BULKING AGENT 1,700 sq.ft.
B. RECYCLED COMPOST 8,300 sq.ft.
C. FINISHED COMPOST 12,300 sq.ft.

TOTAL 22,300 sq.ft. x 1.8 x \$12.00 = \$ 481,680

2. BUILDINGS (Concrete floor, Electrical, HVAC, Plumbing)

A. MIXING BUILDING

1,500 sq.ft. (50 ft. x 30 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 45,000

B. OFFICE AND LAB

0 sq.ft. (0 ft. x 0 ft.) x \$35 /sq.ft. = \$ 0

3. SPECIAL CONSTRUCTION

A. INSTALL REACTOR FOUNDATIONS & WALLS

721.0 cu.yds. @ \$450/cu.yd. = \$ 324,443

B. INSTALL FAIRFIELD EQUIPMENT

30 % of Equipment Cost 0.30 x \$3,490,000 = \$ 1,047,000

4. PURCHASED EQUIPMENT

A. FAIRFIELD EQUIPMENT (See Estimate) = \$ 3,490,000

B. FRONT END LOADERS (2) @ \$90,000 = \$ 180,000

5. SUBTOTAL CAPITAL COSTS = \$ 5,568,123

6. ENGINEERING & CONTINGENCIES (15 %) BY OTHERS = \$ 835,218

7. TOTAL CAPITAL COSTS = \$ 6,403,341

USE = \$ 6,500,000

8. 20-YEAR SALVAGE VALUE (TOTAL CAPITAL COSTS - EQUIPMENT COSTS) x 10 YR/ 30 YR = \$ 594,333

PAYGRO SYSTEM

61.73 T/D

40 $\frac{t}{i}$
0



COMPOST SYSTEMS COMPANY

PAYGRD SYSTEM
PRELIMINARY DESIGN FOR
QUEBEC CITY, QUEBEC

11-Jun-87

SLUDGE:

DRY TONS/DAY.....	61.73 T/D
WET TONS/DAY.....	246.92 T/D
DRY TONS/WEEK.....	308.65 T/W
WET TONS/WEEK.....	1234.60 T/W
OPERATING DAYS/WEEK.....	5 D/W
OPERATING HOURS/ DAY.....	8 HRS/D
% DRY SOLIDS.....	25.0 %DS
% VOLATILE SOLIDS.....	75.0 %VS
BULK WEIGHT.....	57.2 LB./CU.FT.
BULKING AGENTS AVAILABLE: (IN ADDITION TO RECYCLED COMPOST)	2)
TYPES: 1) BARK; 2) SAWDUST; 3) RICE HULLS;	5)
4) WOOD CHIPS; 5) TREE TRIMMINGS; 6) ETC.	
% DRY SOLIDS.....	55.0 %DS 2)
	55.0 %DS 5)
% VOLATILE SOLIDS.....	95.0 %VS 2)
	90.0 %VS 5)

COST DATA: All values in 1987 \$US

LABOR, GENERAL.....	\$10.00 /MAN HR.
LABOR, SUPERVISORY.....	\$12.00 /MAN HR.
POWER.....	\$0.05 /KWH
FUEL.....	\$1.00 /GAL
BULKING AGENTS (FOB SITE).....	\$5.00 /CU.YD. 2)
	\$2.00 /CU.YD. 5)



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 11-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 61.73 TONS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

PAYGRO SYSTEM LAND AREA ESTIMATE

=====

1. MIXING BUILDING

75 ft. x 50 ft. = 3,750 SQ.FT.

2. OFFICE AND LAB

0 ft. x 0 ft. (Assume exist- = 0 SQ.FT.
ing)

3. COMPOSTING BUILDING

Provide space for 2 reactors
ea. 20 ft. wide x 560 ft. long x 9.5 ft. deep
and room for equipment movement around tanks
SAY 80 ft. x 660 ft. = 52,800 SQ.FT.

4. STORAGE AREAS

A. BULKING AGENT

Provide 15 working days storage
(@ 15 ft. stacking height)
2,592 cu.ft./day x 15 days / 15 ft. = 2,592 sq.ft. SAY 2,600 SQ.FT.

B. RECYCLED COMPOST

Provide 15 working days storage
(@ 15 ft. stacking height)
13,159 cu.ft./day x 15 days / 15 ft. = 13,159 sq.ft. SAY 13,200 SQ.FT.

C. FINISHED COMPOST

Provide 45 working days storage
(@ 15 ft. stacking height)
6,511 cu.ft./day x 45 days / 15 ft. = 19,533 sq.ft. SAY 19,600 SQ.FT.

5. TOTAL ESTIMATED LAND AREA

785 ft. x 180 ft. 141,300 SQ.FT.

or approximately 3.2 ACRES



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 11-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 61.73 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

PAYGO SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

1. LABOR

5 Men x	8 Hrs/Day x260 Days/Yr. x \$10.00 /Hr.	= \$	104,000
1 Man x	8 Hrs/Day x260 Days/Yr. x \$12.00 /Hr.	= \$	24,960

2. BULKING AGENT

32.0 Cu.Yd./Day x260 Days/Yr. x \$ 5.00 /Cu.Yd.	= \$	41,600
64.0 Cu.Yd./Day x260 Days/Yr. x \$ 2.00 /Cu.Yd.	= \$	33,280

3. POWER COSTS

3,560 KWH/Day x365 Days/Yr. x \$ 0.05 /KWH	= \$	64,970
--	------	--------

4. FUEL COSTS

3 FEL's x4.9 Hrs/Day x 5 Gal./Hr. x 260 Days/Yr. x \$ 1.00 /Gal.	= \$	18,980
--	------	--------

5. MAINTENANCE COSTS

Miscellaneous repair & replacement of fixed and moving equipment, assume 1% of fixed equipment cost and of moving equipment cost.	5%	= \$	49,644
---	----	------	--------

6. TOTAL OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

	= \$	337,434
USE	= \$	<u>339,000</u>



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 11-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 61.73 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

PAYGRO SYSTEM CAPITAL COSTS

1. PAVED AND COVERED STORAGE

A. BULKING AGENT 2,600 sq.ft.
B. RECYCLED COMPOST 13,200 sq.ft.
C. FINISHED COMPOST 19,600 sq.ft.

TOTAL 35,400 sq.ft. x 1.8 x \$12.00 = \$ 764,640

2. BUILDINGS (Concrete floor, Electrical, HVAC, Plumbing)

A. MIXING BUILDING
3,750 sq.ft. (75 ft. x 50 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 112,500
B. OFFICE AND LAB
0 sq.ft. (0 ft. x 0 ft.) x \$35 /sq.ft. = \$ 0
C. COMPOSTING BUILDING
52,800 sq.ft. (660 ft. x 80 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 1,584,000

3. SPECIAL CONSTRUCTION

A. INSTALL REACTOR WALLS each 1' thick x 11 'high.
(0.4 cu. yds. of concrete/ft. of wall) @\$450./cu.yd.
(4 x 560 ft.)+(4 x 20 ft.)(0.4 cu.yds./ft.)(\$450 /cu.yd.) = \$ 425,333
B. INSTALL PAYGRO EQUIPMENT
20 % of Equipment Cost 0.20 x \$3,614,400 = \$ 722,880

4. PURCHASED EQUIPMENT

A. PAYGRO EQUIPMENT (See Estimate) = \$ 3,614,400
B. FRONT END LOADERS (3) @ \$90,000 = \$ 270,000

5. SUBTOTAL CAPITAL COSTS = \$ 7,493,753

6. ENGINEERING & CONTINGENCIES (15 %) BY OTHERS = \$ 1,124,063

7. TOTAL CAPITAL COSTS = \$ 8,617,816

USE = \$ 8,700,000

8. 20-YEAR SALVAGE VALUE (TOTAL CAPITAL COSTS - EQUIPMENT COSTS) x 10 YR/ 30 YR = \$ 1,364,240

PAYGRO SYSTEM

84.88 T/D

35 = 1/2



COMPOST SYSTEMS COMPANY

PAYGRO SYSTEM PRELIMINARY DESIGN FOR QUEBEC CITY, QUEBEC

11-Jun-87

SLUDGE:

DRY TONS/DAY.....	84.88 T/D
WET TONS/DAY.....	339.52 T/D
DRY TONS/WEEK.....	424.40 T/W
WET TONS/WEEK.....	1697.60 T/W
OPERATING DAYS/WEEK.....	5 D/W
OPERATING HOURS/ DAY.....	8 HRS/D
% DRY SOLIDS.....	25.0 %DS
% VOLATILE SOLIDS.....	75.0 %VS
BULK WEIGHT.....	57.2 LB./CU.FT.
BULKING AGENTS AVAILABLE: (IN ADDITION TO RECYCLED COMPOST)	2)
TYPES: 1) BARK; 2) SANDUST; 3) RICE HULLS;	5)
4) WOOD CHIPS; 5) TREE TRIMMINGS; 6) ETC.	
% DRY SOLIDS.....	55.0 %DS 2)
	55.0 %DS 5)
% VOLATILE SOLIDS.....	95.0 %VS 2)
	90.0 %VS 5)

COST DATA: All values in 1987 \$US

LABOR, GENERAL.....	\$10.00 /MAN HR.
LABOR, SUPERVISORY.....	\$12.00 /MAN HR.
POWER.....	\$0.05 /KWH
FUEL.....	\$1.00 /GAL
BULKING AGENTS (FOB SITE).....	\$5.00 /CU.YD. 2)
	\$2.00 /CU.YD. 5)



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 11-Jun-87
 PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
 CAPACITY: 84.88 TONS/DAY 5 DAYS/WEEK
 ENGINEER: TECSULT

PAYGRO SYSTEM LAND AREA ESTIMATE

1. MIXING BUILDING

75 ft. x 50 ft. = 3,750 SQ.FT.

2. OFFICE AND LAB

0 ft. x 0 ft. (Assume exist- = 0 SQ.FT.
ing)

3. COMPOSTING BUILDING

Provide space for 2 reactors
 ea. 20 ft. wide x 770 ft. long x 9.5 ft. deep
 and room for equipment movement around tanks

SAY 80 ft. x 870 ft. = 69,600 SQ.FT.

4. STORAGE AREAS

A. BULKING AGENT

Provide 15 working days storage
 (@ 15 ft. stacking height)

3,563 cu.ft./day x 15 days / 15 ft. = 3,563 sq.ft. SAY 3,600 SQ.FT.

B. RECYCLED COMPOST

Provide 15 working days storage
 (@ 15 ft. stacking height)

18,093 cu.ft./day x 15 days / 15 ft. = 18,093 sq.ft. SAY 18,100 SQ.FT.

C. FINISHED COMPOST

Provide 45 working days storage
 (@ 15 ft. stacking height)

8,953 cu.ft./day x 45 days / 15 ft. = 26,859 sq.ft. SAY 26,900 SQ.FT.

5. TOTAL ESTIMATED LAND AREA

995 ft. x 180 ft. 179,100 SQ.FT.

or approximately 4.1 ACRES



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 11-Jun-87
PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
CAPACITY: 84.88 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
ENGINEER: TECSULT

PAYGRO SYSTEM OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

1. LABOR

7 Men x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$10.00 /Hr.	= \$	145,600
1 Man x 8 Hrs/Day x 260 Days/Yr. x \$12.00 /Hr.	= \$	24,960

2. BULKING AGENT

44.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 5.00 /Cu.Yd.	= \$	57,200
88.0 Cu.Yd./Day x 260 Days/Yr. x \$ 2.00 /Cu.Yd.	= \$	45,760

3. POWER COSTS

4,510 KWH/Day x 365 Days/Yr. x \$ 0.05 /KWH	= \$	82,308
---	------	--------

4. FUEL COSTS

5 FEL's x 4.0 Hrs/Day x 5 Gal./Hr. x 260 Days/Yr. x \$ 1.00 /Gal.	= \$	26,130
---	------	--------

5. MAINTENANCE COSTS

Miscellaneous repair & replacement of fixed and moving equipment, assume 1% of fixed equipment cost and of moving equipment cost.	5%	= \$	65,448
---	----	------	--------

6. TOTAL OPERATION AND MAINTENANCE COSTS

	= \$	447,406
USE	= \$	<u>450,000</u>



COMPOST SYSTEMS COMPANY

DATE: 11-Jun-87
 PROJECT: QUEBEC CITY, QUEBEC
 CAPACITY: 84.88 TONS DS/DAY 5 DAYS/WEEK
 ENGINEER: TECSULT

PAYGRO SYSTEM
 CAPITAL COSTS
 =====

1. PAVED AND COVERED STORAGE

- A. BULKING AGENT 3,600 sq.ft.
- B. RECYCLED COMPOST 18,100 sq.ft.
- C. FINISHED COMPOST 26,900 sq.ft.

TOTAL 48,600 sq.ft. x 1.8 x \$12.00 = \$ 1,049,760

2. BUILDINGS (Concrete floor, Electrical, HVAC, Plumbing)

- A. MIXING BUILDING
3,750 sq.ft. (75 ft. x 50 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 112,500
- B. OFFICE AND LAB
0 sq.ft. (0 ft. x 0 ft.) x \$35 /sq.ft. = \$ 0
- C. COMPOSTING BUILDING
69,600 sq.ft. (870 ft. x 80 ft.) x \$30 /sq.ft. = \$ 2,088,000

3. SPECIAL CONSTRUCTION

- A. INSTALL REACTOR WALLS each 1' thick x 11 'high.
(0.4 cu. yds. of concrete/ft. of wall) @\$450./cu.yd.
(4 x 770 ft.)+(4 x 20 ft.)(0.4 cu.yds./ft.)(\$450 /cu.yd.) = \$ 579,333
- B. INSTALL PAYGRO EQUIPMENT
20 % of Equipment Cost 0.20 x \$4,294,800 = \$ 858,960

4. PURCHASED EQUIPMENT

- A. PAYGRO EQUIPMENT (See Estimate) = \$ 4,294,800
- B. FRONT END LOADERS (5) @ \$90,000 = \$ 450,000

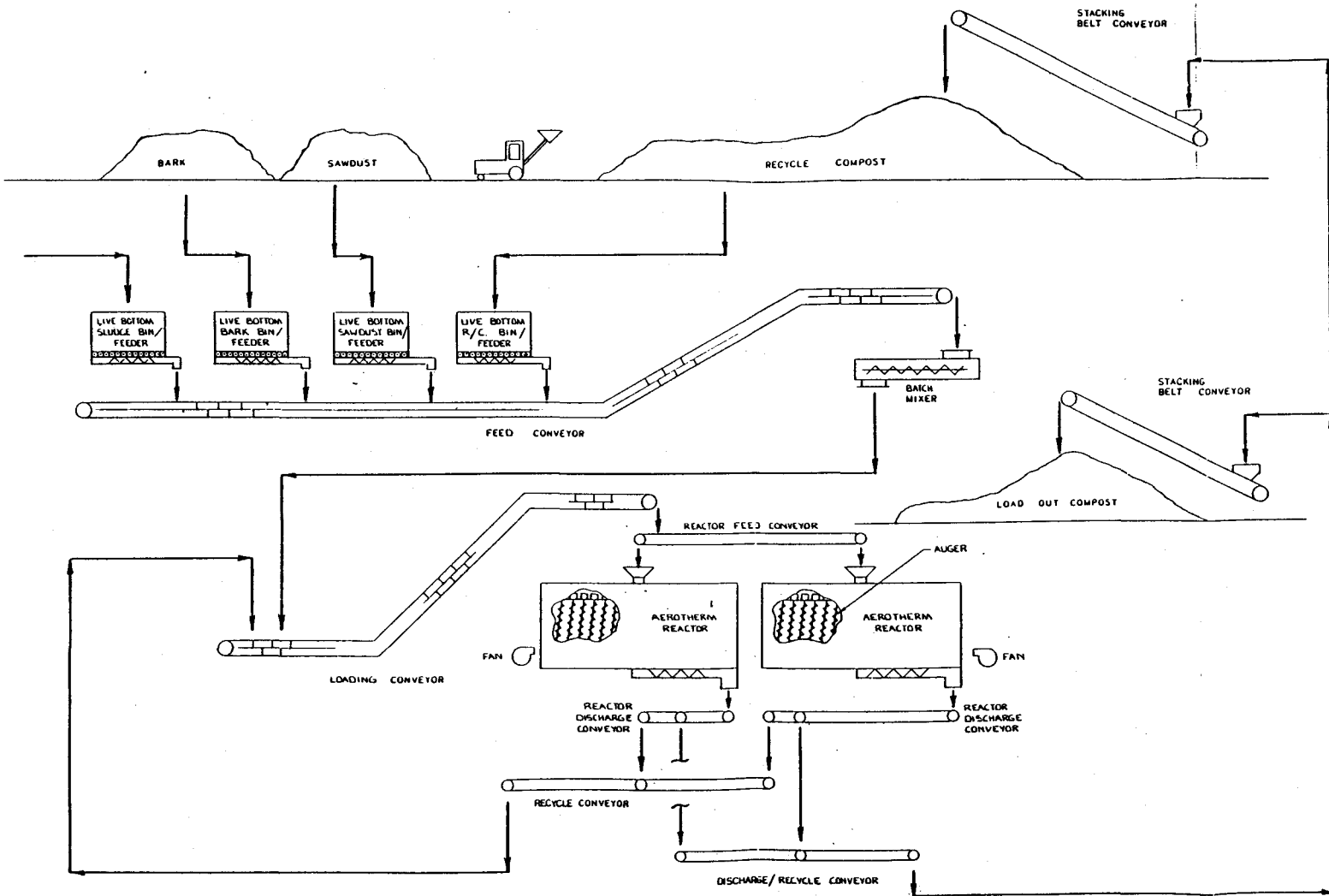
5. SUBTOTAL CAPITAL COSTS = \$ 9,433,353

6. ENGINEERING & CONTINGENCIES (15 %) BY OTHERS = \$ 1,415,003

7. TOTAL CAPITAL COSTS = \$ 10,848,356

USE = \$ 11,000,000

8. 20-YEAR SALVAGE VALUE (TOTAL CAPITAL COSTS - EQUIPMENT COSTS) x 10 YR/ 30 YR = \$ 1,798,747



REVISIONS	APPROVED	DATE	ITEM	REFERENCE

COMPOST SYSTEMS COMPANY
CINCINNATI, OHIO, USA

**DUAL-REACTOR
FAIRFIELD SYSTEM
SCHEMATIC FLOW DIAGRAM**

DRAWING NO. **DM-2F2**

JOB NO.

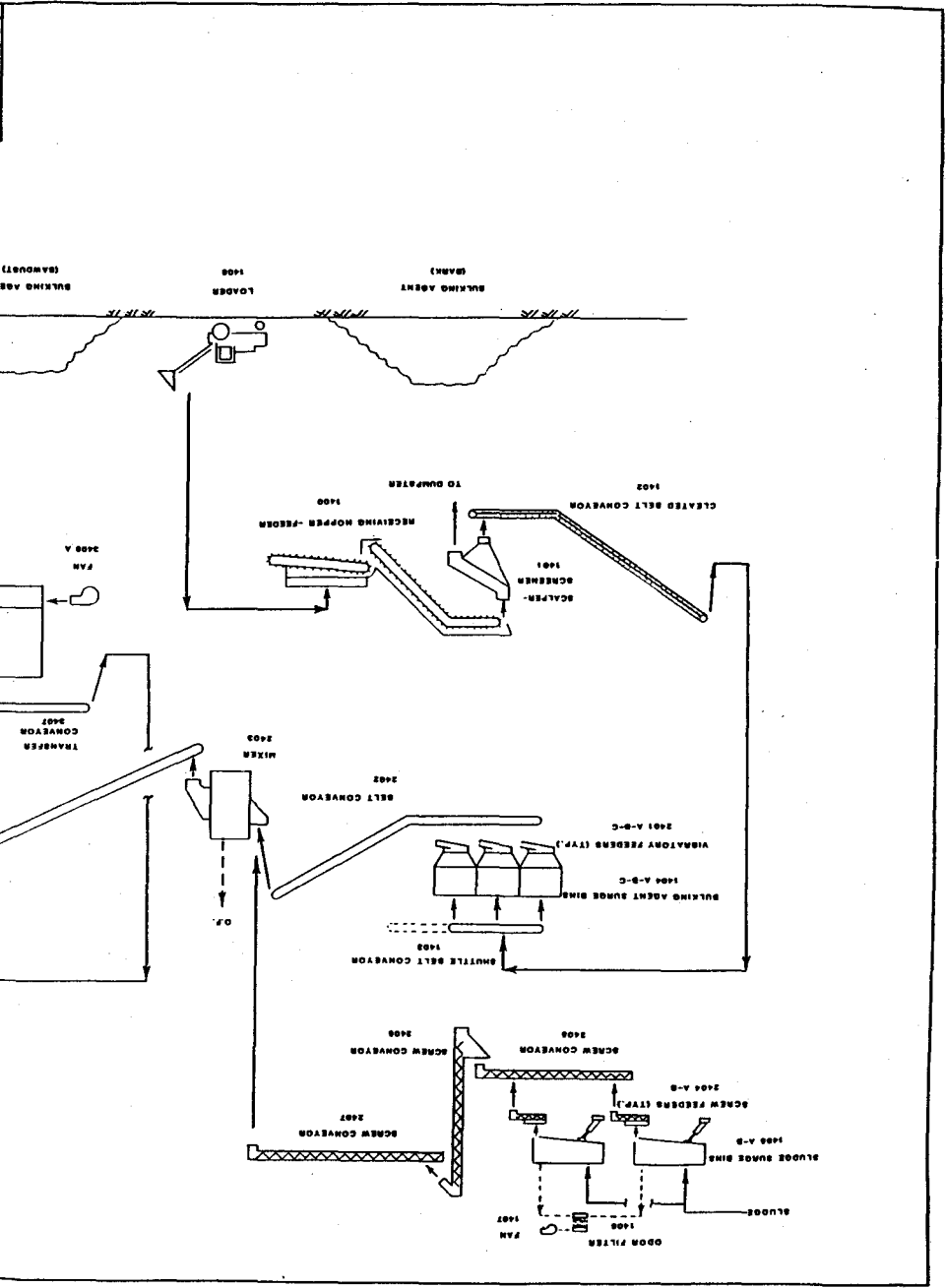
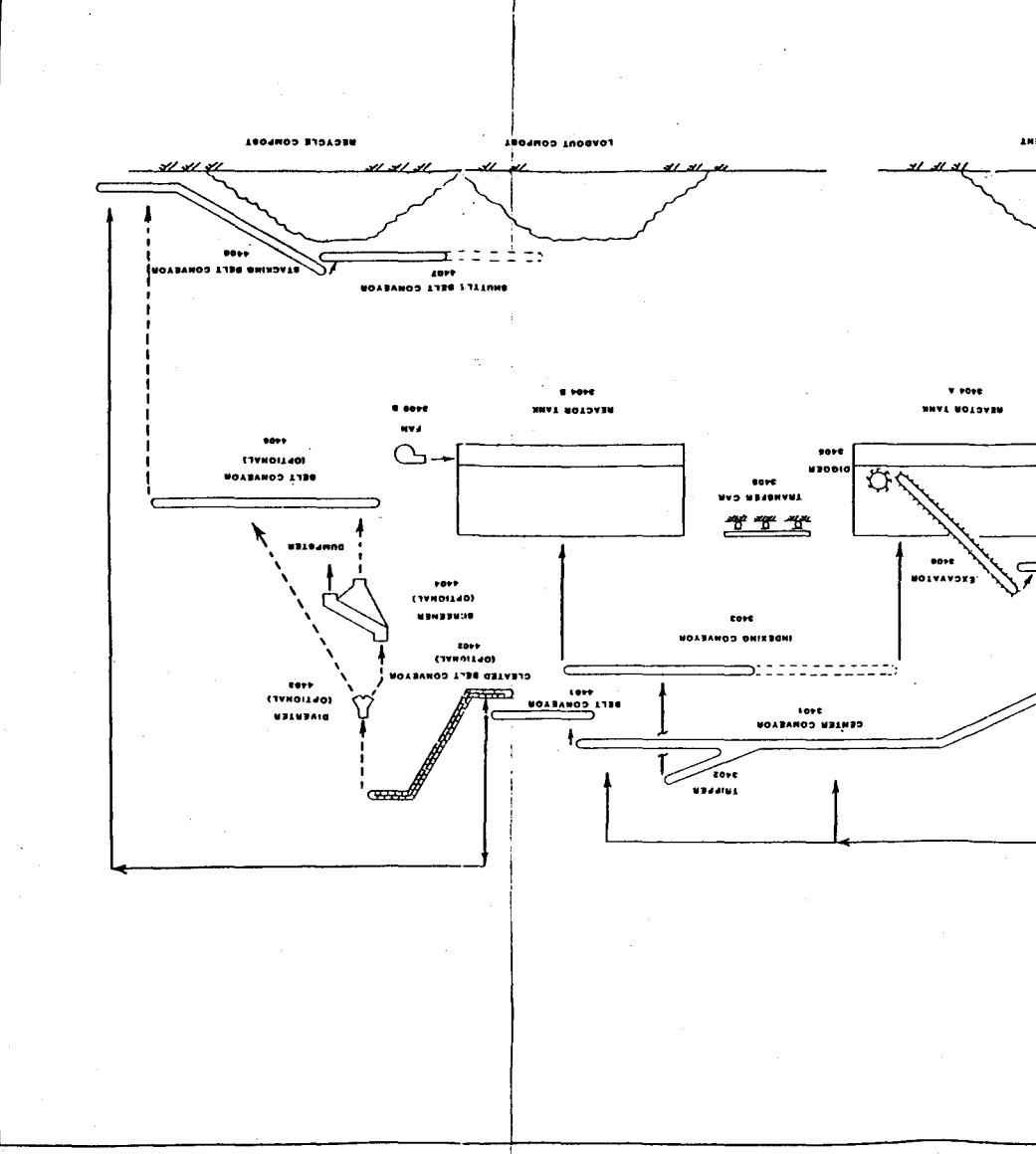
DESIGNED BY R. C. R. DATE 10/20/78

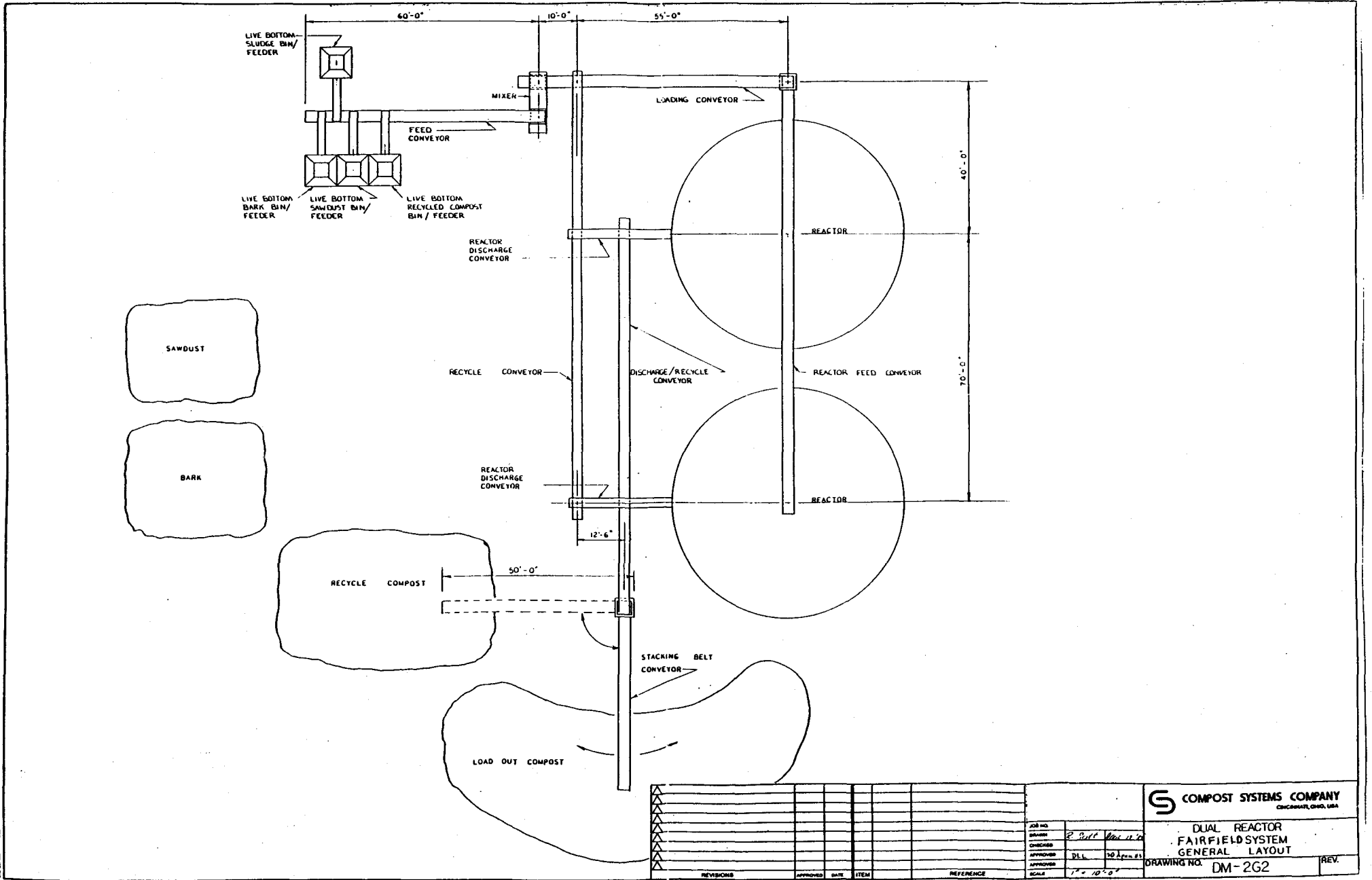
CHECKED BY

APPROVED DL DATE

SCALE AS SHOWN

REV.	DESCRIPTION	DATE	BY	APP'D.	CHECKED	ITEM	REFERENCE





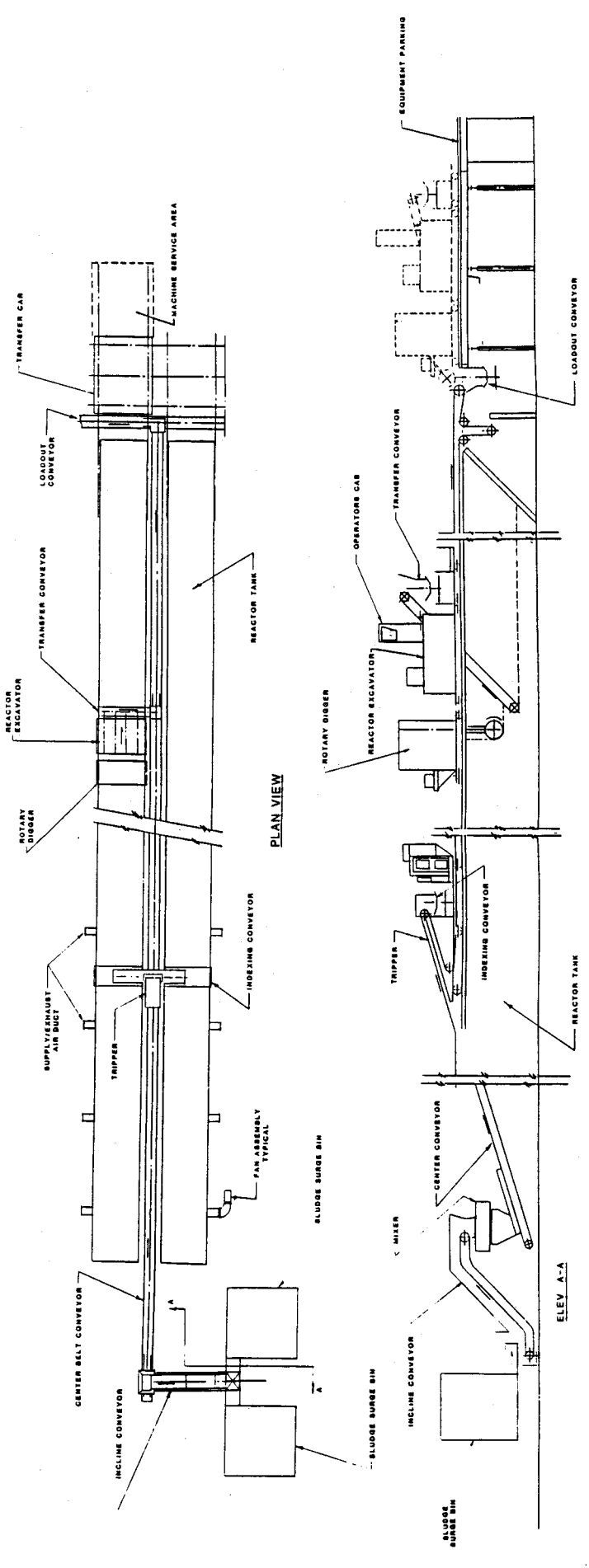
REVISIONS	APPROVED	DATE	ITEM	REFERENCE

JOB NO.	
DRAWN	R. S. [Signature]
CHECKED	[Signature]
APPROVED	DL [Signature]
SCALE	1" = 10'-0"

COMPOST SYSTEMS COMPANY
CINCINNATI, OHIO, U.S.A.

**DUAL REACTOR
FAIRFIELD SYSTEM
GENERAL LAYOUT**

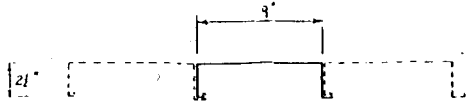
DRAWING NO. **DM-262** REV.



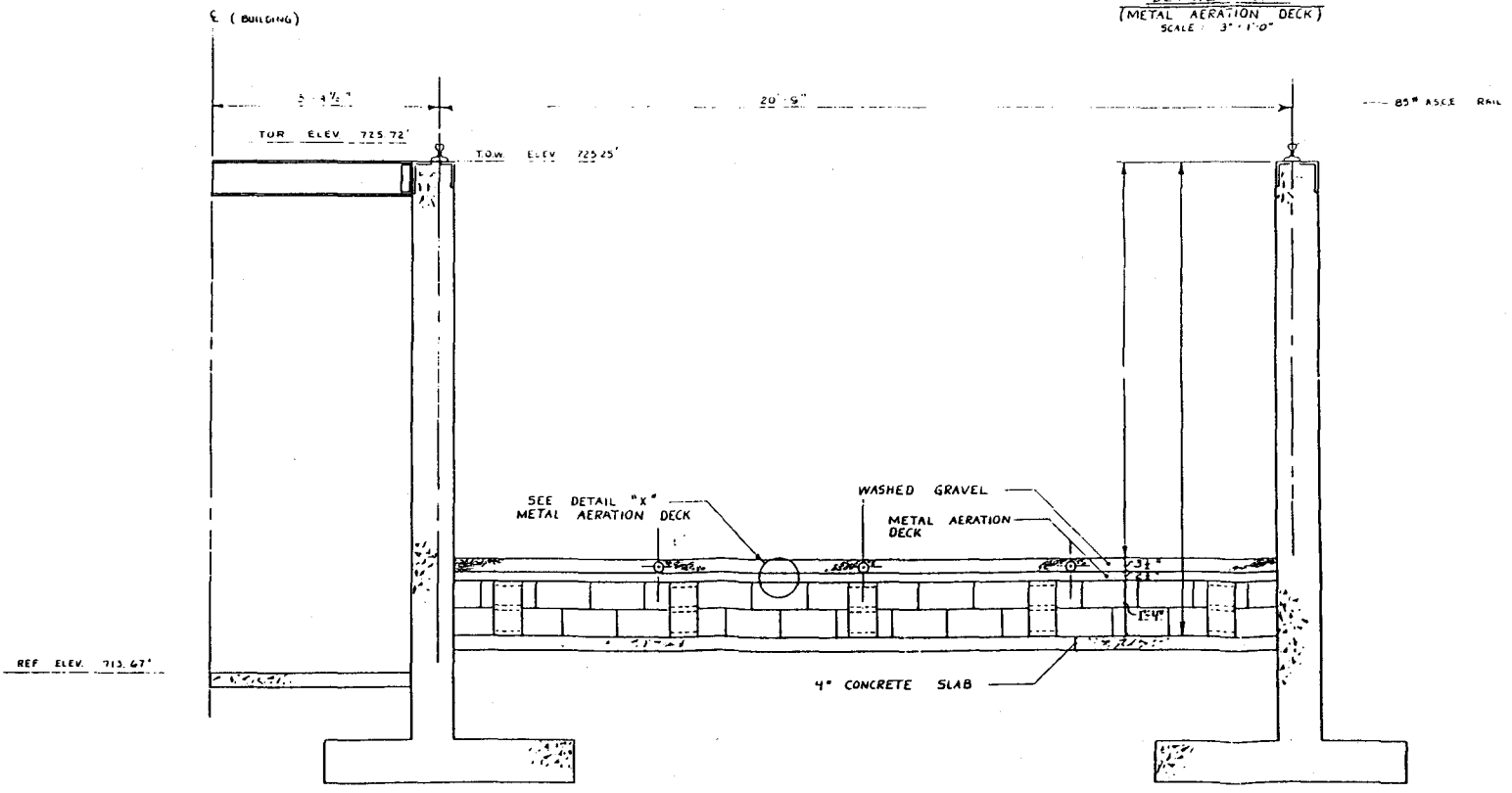
PLAN VIEW

ELEVATION VIEW

COMPOST SYSTEMS COMPANY CINCINNATI, OHIO, U.S.A.		DRAWING NO. DM - 10/E2	REV.
PAYGRO SYSTEM TWO-TANK MODULE PLAN & ELEVATION VIEWS			
DESIGN	DATE	APPROVED	SCALE
CHANGED			
REVISED			
APPROVED			
SCALE			
REFERENCE			
ITEM	DATE		
APPROVED			
REVISIONS			



DETAIL "X"
(METAL AERATION DECK)
SCALE: 3" = 1'-0"

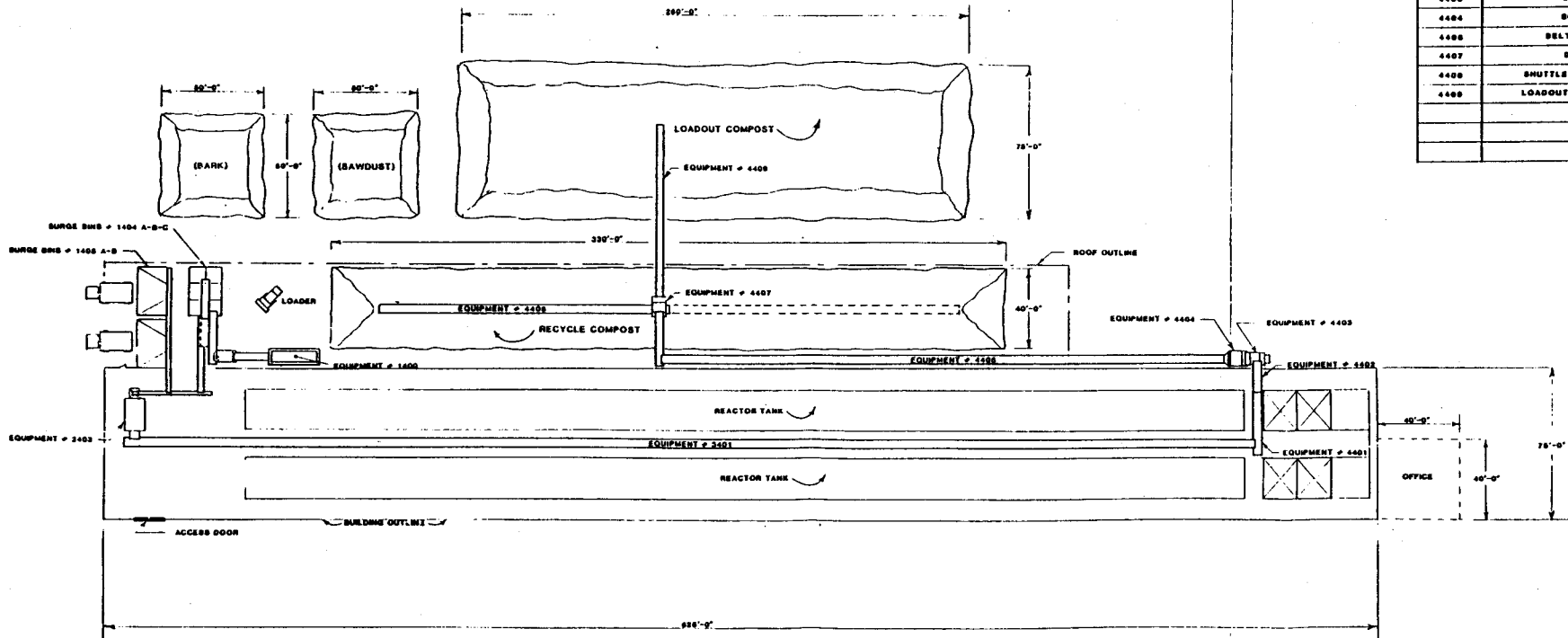


REVISIONS	APPROVED	DATE	ITEM	REFERENCE

JOB NO.	R. SCOTT	Aug 1, 81
DRAWN	DLL	S. AUG
CHECKED		
APPROVED		
SCALE		

COMPOST SYSTEMS COMPANY
CINCINNATI, OHIO, USA
 PAYGRO SYSTEM - REACTOR TANK
 CROSS SECTIONAL VIEW
 DRAWING NO. **DM-1E1**

REV.



EQ'T. NO.	EQUIPMENT
1400	RECEIVING HOPPER - FEEDER
1402	BULKING AGENT SURGE BIN
A-B-C	
1404	SLUDGE SURGE BIN
A-B	
3400	MIXER
3401	CENTER BELT CONVEYOR
4401	LOADOUT BELT CONVEYOR
4402	GLEATED BELT CONVEYOR
4403	DIVERTER
4404	SCREENER
4405	BELT CONVEYOR
4406	DIVERTER
4408	SHUTTLE BELT CONVEYOR
4409	LOADOUT BELT CONVEYOR

REVISIONS	APPROVED	DATE	ITEM	REFERENCE

JEFFERSON COUNTY
BIRMINGHAM, ALABAMA

COMPOST SYSTEMS COMPANY
CHICAGO, OHIO, USA

TWO - TANK
PAYGRO COMPOSTING FACILITY
GENERAL PLANT LAYOUT

DRAWING NO. DM - 1G2L

REV.

JULY 31 1972

JULY 31 1972

1" = 24"

ANNEXE 6

GRANULATION DES BOUES PAR LE PROCÉDÉ ESP:
DESCRIPTION DES SYSTÈMES ESP
(LETTRE D'ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES DU 27 JUILLET 1987 ET BROCHURE)

ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES

P.O. Box 24145
3700 Koppers Street
Baltimore, MD 21287
(801) 644-9600

July 27, 1987

Ms. Debra Schoen
Tecsult, Incorporated
95 Ste. Catherine Street, West
Montreal, Quebec H2X 3P4
CANADA

Dear Ms. Schoen:

Following are the preliminary numbers which we discussed last week. Because the ESP System is a proprietary system, patented in the U.S. and Canada, we will not provide information on specific equipment used, but we are willing to provide preliminary numbers under the premise that we would sell the system as one unit.

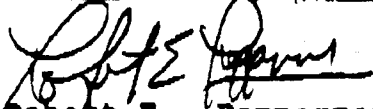
1. ESP System 1000: This single train drying system will process 2.5 dry metric tons of sludge solids delivered each day in a dewatered sludge cake containing 25% solids. The system would operate about 13 hours per day, seven days per week. The ESP System 1000 can process up to 5.05 dry metric tons per day on a 24-hour per day basis. The process would be housed in a 60 foot by 30 foot building. The capital costs for this entire process, including product storage, odor control, and all equipment necessary to dry and pelletize the sludge is estimated at \$US 900,000.

2. ESP System 3000: This single train drying system will process 5 dry metric tons of sludge solids delivered each day in a dewatered sludge cake containing 25% solids. The system would operate about 10 hours per day, seven days per week. The ESP System 3000 can process up to 13.41 dry metric tons per day on a 24-hour per day basis. The process would be housed in a 70 foot by 44 foot building. The capital costs for this entire process, including product storage, odor control, and all equipment necessary to dry and pelletize the sludge is estimated at \$US 1,500,000.

Ms. Schoen
July 27, 1987
Page 3

I hope this information is what you need. As you or PCRB get into the project further, we would be happy to get together with you and determine actual operating conditions which will comprise specific basis for design, and also to establish which, if any, of the equipment necessary to develop the system can be manufactured in Canada. Please let us know how we can be of further service.

Yours very truly,
ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES



Robert E. Pepperman
Program Manager

Enviro-Gro Technologies makes the solution to sludge disposal so simple... you can hold it in the palm of your hand.

ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES is a Maryland partnership founded in 1982. Since its creation, the firm has secured a contract to utilize over 500 wet tons of sludge per day from the City of Baltimore's Back River Wastewater Treatment Plant. Additionally, the firm has sludge management contracts with San Antonio, Texas and Phoenix, Arizona. As part of a consortium of contractors, ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES is providing agricultural application services to Washington, D.C. and the Washington Suburban Sanitary Commission.

The firm also offers dewatering services, in-vessel sludge composting, sludge and solid waste co-composting, and incineration where appropriate. And, as one of the leading sludge management firms in the country, ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES can provide expertise in permitting and sludge management plan development to your engineers.

For more information on the ESP Process or any of our firm's capabilities please call (301) 644-9600 or write:

ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES
P.O. Box 24145
3700 Keppers Street
Baltimore, MD 21227



ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES offers its ESP sludge pelletization process as an environmentally sound, economically efficient, sludge management technology. The ESP process creates a product which is selling for up to \$110 a ton, FOB the wastewater treatment plant!

The key to the process is its simplicity of design and operation. The standard pelletization plant can be described as a sequence of five steps.

Sludge Acceptance: One of the many advantages of the ESP system is its ability to process sludges of any water content without additional complex machinery. And, the ESP system can pelletize any type of sludge. In many cases, we can eliminate the need for the operation of secondary and tertiary sludge processing systems by accepting primary sludges.

Preliminary Dewatering: The need for this step is dependent upon the percentage of solids in sludges delivered to the ESP system. It is practical to consider having ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES operate existing dewatering devices installed at the treatment plant as part of an operating agreement.

Sludge-recycle mixing: After the sludge is delivered to the wet cake storage bin, it is conveyed to blenders where it is mixed thoroughly with an amount of previously dried sludge or "recycle". This mixing increases the active surface area of sludge in the drying process, which permits the more efficient removal of water. The recycle also serves as the nucleus around which pellets are formed.

Sludge Dryer: The heart of the operating system is the triple-pass rotary dryer. Sludge-recycle mixture is passed through a dryer by an externally warmed air stream which evaporates the water. Temperature is up to 800 degrees F inactivates all pathogens, qualifying the process as a Process for Pathogen Reduction of Pathogens. Pellets are formed primarily by the turning motion of the rotary dryer.

Product Sizing: The pellets are discharged from a dryer to a product sizing device. Particles of less than product size are removed and are conveyed to the recycle bin. Oversized material is separated from the product and is conveyed to a hammermill and then moved to the recycle bin. The product is conveyed from the screening to a storage bin for bulk sale or is bagged for retail sale.

Process Operation

The entire process is controlled from one panel. Each dryer train is started by a single switch which sequentially starts the dryer, the main fan, the conveyors, and the product sizing devices.

When the inlet air reaches the design temperature, the feed mechanisms automatically move the sludge-recycle mixture into the system. Automation of the process allows plants to operate with minimal labor, therefore the plant staff can concentrate on preventive maintenance.

The heated airstream which carries the sludge-recycle mixture through the dryers can be fueled by any means. The availability of waste heat from other processes or using furnaces which burn waste fuels (e.g., methane, trash) can make operating the process cost competitive with any disposal methodology. A wood-burning furnace is often used which takes advantage of a renewable resource as a fuel. The ash produced from burning wood can be introduced to the sludge drying system to improve the fertilizer value of the product. In this case, the system generates no solid waste.

The process is fully enclosed. Control of all fugitive dust associated with the drying process is accomplished within the system. Odors are controlled by specifically designed units developed by Quad Environmental Technologies of Chicago, Illinois. Once the sludge is delivered to the facility, neither you nor your neighbors need worry about sludge processing.

Why ESP?

In those locations where least application is difficult to obtain due to public opposition, limited nearby land, or both, a wastewater plant looks for other ways to dispose of their sludge. Some of the plants rely on processes which fail to market sludge products that are not always successful.

ENVIRO-GRO TECHNOLOGIES proposes a proposal for the design and operation of an ESP plant with a commitment to a major fertilizer manufacturer to purchase the entire production of pellets. The commitment is not with a wholly owned subsidiary or "name only" company, but with an independent fertilizer company. The commitments can range from an annual agreement to a five-year contract.

While other firms may offer pelletization processes, the advantages in selecting the ESP process are many. ESP was designed to operate efficiently and, more importantly, simply. In over ten years of operating experience, ESP plants have been subject to minimal down time for major maintenance and repairs.

The big advantage to the ESP process is capital cost. In head-to-head competition with other processes, the ESP pelletization system has been the contractor's choice to design and construct.

1988
DATE D'ENREGISTREMENT A L'INRS-EAU:
ANNEE 88 MOIS JANV JOUR 12

NUMERO DE PUBLICATION A L'INRS-EAU:
SERIE R NUMERO 244

FICHE EXPLICATIVE

AUTEUR(S) Couillard, Denis ; Légaré, Pierre ; Paulin, Richard

TITRE Étude de valorisation agricole des boues provenant des stations
d'épuration des eaux de la communauté urbaine de Québec

SOUS-TITRE _____

SUJET/ MOTS-CLES / DESCRIPTEURS / _____ / _____ / _____ / _____ /

_____ / _____ / _____ / _____ /

DATE DE PUBLICATION OU DE SOUMISSION: ANNEE 1988 MOIS 01 JOUR 12

NATURE DE L'OUVRAGE (COCHER LA CASE APPROPRIÉE) / _____ / _____ /

1- PUBLICATION DANS UNE REVUE AVEC JURY _____

2- PUBLICATION DANS UNE REVUE SANS JURY _____

3- CONFERENCE SANS JURY _____ DATE _____

4- CONFERENCE SUR INVITATION _____ DATE _____

5- CONFERENCE AVEC JURY - PUBLIEE _____ DATE _____

- NON-PUBLIEE _____ DATE _____

6- RAPPORT INTERNE _____ MOIS _____

7- RAPPORT SCIENTIFIQUE - COMMANDITE (CONTRAT) _____ MOIS _____

FINANCE PAR: - SUBVENTION _____ MOIS _____

- INSTITUTIONNEL _____ MOIS _____

8- COURS (INRS-EAU _____

UNIVERSITE DU QUEBEC) _____

9- DEMANDE DE SUBVENTION _____

10- COMMANDITE _____

11- OFFRE DE SERVICE _____

12- THESE: MOIS D'APPROBATION _____

13- AUTRE (PRECISER) _____

REFERENCE:

POUR 1 ET 2 : NOM DE LA REVUE

POUR 3,4,5 : NOM DU SYMPOSIUM OU DE LA CONFERENCE / ENDROIT

POUR 6 ET 7 : NUMERO DU RAPPORT SCIENTIFIQUE OU INTERNE

POUR 8 : NUMERO DE L'UNITE ET DE COURS

POUR 9,10,11 : ORGANISME AUQUEL ON S'ADRESSE

PROFESSEUR: Couillard, Denis

SECRETAIRE: S. Dessaint

COMPLETER CETTE FORMULE POUR CHAQUE PUBLICATION ET REMETTRE A : GAETAN GODBOUT