

Demande de certificat d'autorisation

Novembre 2000

*L.E.S. de Sainte-Sophie
Aménagement d'un bioréacteur pour
matières valorisables*

1. RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.....	1
1.1 INTRODUCTION	1
1.2 IDENTIFICATION DU REQUÉRANT	2
1.3 AUTORISATIONS	2
1.4 PROPRIÉTÉ	2
1.5 ZONAGE.....	2
1.6 RÉGLEMENTATION MUNICIPALE	2
2. DESCRIPTION DU PROJET.....	3
2.1 LE CONCEPT “BIORÉACTEUR”	3
2.2 HISTORIQUE.....	3
2.3 AVANTAGES DU PROJET BIORÉACTEUR	5
3. CRITÈRES DE CONCEPTION.....	8
3.1 SYSTÈME DE CONFINEMENT.....	8
3.2 RÉSEAU DE COLLECTE	8
3.3 BESOINS D’HUMIDITÉ	8
3.4 RÉPARTITION DU LIXIVIAT.....	8
3.5 RÉSEAU DE BIOGAZ.....	9
3.6 CAPACITÉ DE STOCKAGE DU LIXIVAT	9
4. BILAN HYDRIQUE	10
4.1 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU	10
4.1.1 Capacité au champs.....	10
4.2 ÉVALUATION DES APPORTS EN EAU	11
4.2.1 Lixiviat produit par la cellule d’enfouissement du bioréacteur.....	11
4.2.2 Volume de lixiviat dans les étangs existants	11
4.2.3 Zone d’enfouissement actuelle (zone 1, partie 1)	13
4.2.4 Période requise pour atteindre la capacité au champs	13
4.3 IMPACT SUR LA CHARGE HYDRAULIQUE IMPOSÉE À LA GÉOMEMBRANE	13
5. ASPECTS TECHNIQUES ET OPÉRATIONNELS.....	15
5.1 TYPE DE BIORÉACTEUR.....	15
5.2 DISTRIBUTION DU LIXIVIAT	15
5.2.1 Tranchées de distribution	15
5.2.2 Espacement des drains.....	16
5.3 GESTION DU LIXIVIAT	16
5.4 COLLECTE DES EAUX DE LIXIVIATION.....	17
5.5 IMPERMÉABILISATION	17
5.6 GESTION DU BIOGAZ.....	17
5.7 MODALITÉS D’OPÉRATION	18

6. INSTRUMENTATION ET SUIVI.....	19
7. ÉCHÉANCIER DE MISE EN ŒUVRE	21

TABLEAUX

TABLEAU 1 – CARACTÉRISTIQUES DU LIXIVIAT DE L.E.S. CONVENTIONNELS VS BIORÉACTEURS – SOMMAIRE DE TOUTES LES PHASES DE DÉGRADATION.....	7
TABLEAU 2 – DÉBIT D'INFILTRATION MAXIMAL PERMETTANT DE RESPECTER UNE CHARGE HYDRAULIQUE DE 0,3 M SUR LE REVÊTEMENT IMPERMÉABLE	14

FIGURES

FIGURE 1 – DIAGRAMME DE PROCÉDÉ	4
FIGURE 2 – PLAN D'ENSEMBLE	12
FIGURE 3 – ÉCHÉANCIER PROPOSÉ.....	22

ANNEXES

ANNEXE A – RÉOLUTION DE INTERSAN INC.	
ANNEXE B – EXTRAIT DU PLAN DE ZONAGE	
ANNEXE C – CERTIFICAT DE LA MUNICIPALITÉ DE SAINTE-SOPHIE	
ANNEXE D – LISTE DE PROJETS	
ANNEXE E – ESTIMATION DES BESOINS EN EAU	
ANNEXE F – ESTIMATION DU VOLUME DE LIXIVIAT DANS LES ÉTANGS	
ANNEXE G – CONDUITE HYEX	
ANNEXE H – PLANS	

PARTIE 1 – Renseignements généraux

1. Renseignements généraux

1.1 INTRODUCTION

La compagnie Intersan inc. est propriétaire et opératrice du lieu d'enfouissement sanitaire (L.E.S.) de Sainte-Sophie. Elle possède un certificat d'autorisation en date du 22 septembre 2000 permettant l'aménagement de la phase II du L.E.S. sur les lots 10-35 et 10-36 du cadastre officiel de la ville de Mirabel (dossier 7522-15-01-00011-01, 150003905 du Ministère de l'Environnement). Ce certificat, qui prévoit l'imperméabilisation de ladite zone, découle d'un certificat de conformité initial émis le 14 mai 1996.

L'aménagement incorpore plusieurs ouvrages permettant une protection environnementale accrue, dont :

- un double système d'imperméabilisation incluant un niveau supérieur simple en PEHD 1,5 mm et un niveau inférieur composite en PEHD 1,5 mm sur géocomposite bentonitique ;
- un fond en argile possédant une perméabilité inférieure à 1×10^{-7} cm/sec, sur un till à faible perméabilité ($8,3 \times 10^{-6}$ cm/sec) ;
- un lit drainant en pierre nette 14-20 mm possédant une perméabilité de l'ordre de 1×10^1 cm/sec ;
- un espacement rapproché des drains (30 m) permettant une évacuation efficace des eaux de lixiviation.

Afin de diminuer davantage les impacts potentiels résultant de l'enfouissement des matières résiduelles et accroître la récupération de produits valorisables, Intersan inc. désire apporter certaines modifications en vue d'aménager et opérer la cellule de la partie II selon le concept de bioréacteur. Une demande est donc adressée par la présente au Ministère de l'Environnement afin d'obtenir un certificat d'autorisation pour les aménagements et les modalités opérationnels proposés ci-après.

La présente demande identifie surtout les modifications que le requérant désire apporter par rapport au certificat d'autorisation en vigueur. À part les modifications proposées à la présente, le projet d'aménagement conservera donc les mêmes caractéristiques que les certificats de conformité et d'autorisation initiaux. Il est à noter que les présentes modifications n'apportent aucun changement au volume autorisé du L.E.S.

1.2 IDENTIFICATION DU REQUÉRANT

Intersan inc.
2457, chemin du Lac
Longueuil QC J4N 1P1

Personnes ressources :

M. Hubert Bourque, vice-président
M. Daniel Brien, directeur technique Environnement

Téléphone : (450) 438-5604 (Sainte-Sophie)
(450) 393-3228 (Longueuil)

Télécopieur : (450) 438-4342 (Sainte-Sophie)
(450) 646-2384 (Longueuil)

Numéro matricule du fichier central : 1146435301

1.3 AUTORISATIONS

La résolution de Intersan inc. autorisant la firme André Simard et associés ltée à présenter en son nom la demande de certificat d'autorisation pour l'aménagement d'un bioréacteur au L.E.S. de Sainte-Sophie est présentée à l'annexe A.

1.4 PROPRIÉTÉ

Le projet d'aménagement touche les lots 10-35 et 10-36 du cadastre officiel de la ville de Mirabel, tel que prévu dans le certificat d'autorisation du 22 septembre 2000.

1.5 ZONAGE

Les terrains visés par la présente demande sont dans la zone UP-1 (utilité publique) de la municipalité de Sainte-Sophie. Des extraits du plan de zonage et de la matrice graphique de même qu'une description des usages permis sont fournis à l'annexe B. On note que le zonage permet les "lieux d'enfouissement sanitaire régionaux" dans la zone visée.

1.6 RÉGLEMENTATION MUNICIPALE

Un certificat est présenté à l'annexe C attestant que le projet d'aménagement d'un bioréacteur au L.E.S. de Sainte-Sophie ne contrevient à aucune réglementation municipale de la municipalité de Sainte-Sophie.

PARTIE 2 – Description du projet

2. Description du projet

2.1 LE CONCEPT "BIORÉACTEUR"

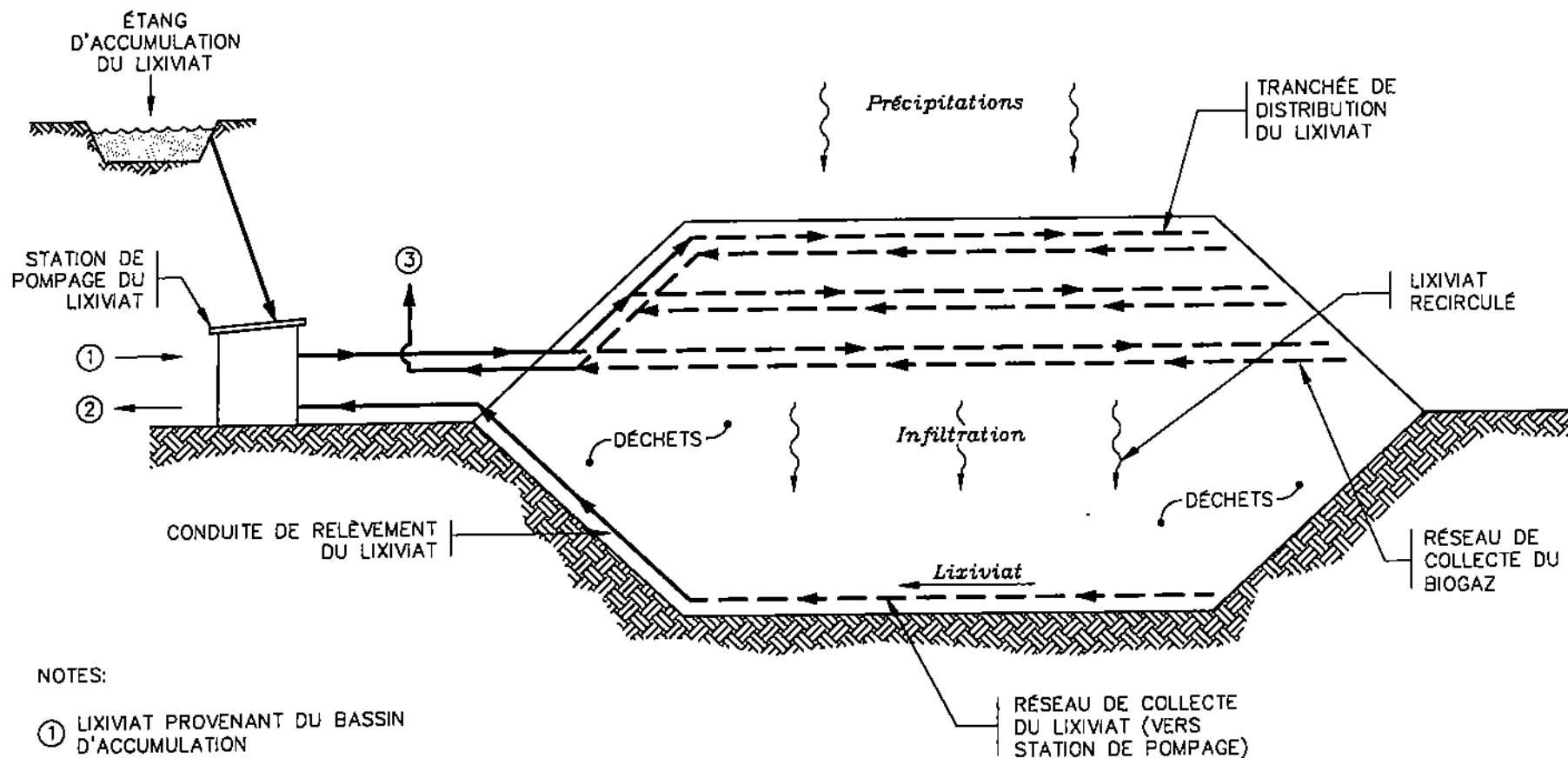
Des recherches exhaustives réalisées au cours des deux (2) dernières décennies ont démontré que l'application de liquides dans une masse de déchets peut accélérer et améliorer le processus de dégradation biologique de celle-ci, réduisant ainsi le temps requis pour atteindre une stabilisation des résidus enfouis dans un L.E.S. En effet, tel que documenté dans de nombreuses études (Robinson et Moris, 1985 ; Natale et Anderson, 1986), la stabilisation des déchets (i.e. la transformation de déchets en solides inertes et stables) est de 2 à 5 fois plus rapide lorsque des liquides y sont appliqués. Une stabilisation plus rapide diminue également l'impact environnemental à long terme, tout en procurant des bénéfices appréciables en termes d'espace récupéré, de valorisation des biogaz et de gestion du lixiviat.

Le concept du bioréacteur consiste à appliquer des liquides à la masse des déchets, généralement du lixiviat récupéré sur le site et, si requis, d'autres liquides (non prévus à la présente demande). Des réseaux de distribution du lixiviat assurent une répartition relativement uniforme dans les déchets, tandis que des aménagements permettent de récupérer les biogaz formés par la dégradation accélérée. La figure 1 ci-jointe illustre le schéma conceptuel du procédé.

2.2 HISTORIQUE

Le concept du bioréacteur est une technologie émergente qui résulte d'investigations entreprises à la fin des années 60. Les objectifs des premières études, réalisées par le prédécesseur de l'EPA américain, le Bureau of Solid Waste Management, visaient à identifier des méthodes permettant de réduire la quantité de déchets enfouis en maximisant la conversion biologique de la matière organique en biogaz. La crise énergétique de 1972-1973 déplaça l'emphase des recherches plutôt vers l'exploitation des biogaz comme source d'énergie alternative.

Plusieurs études significatives des années 1970 et du début des années 1980 évaluèrent la recirculation de lixiviat comme pratique de gestion des lieux d'enfouissement sanitaire. Ces études démontrèrent qu'il est techniquement envisageable d'accroître la stabilisation des déchets et la production de biogaz en contrôlant l'environnement interne d'un L.E.S. par des changements relativement simples dans les modalités opérationnelles.



NOTES:

- ① LIXIVIAT PROVENANT DU BASSIN D'ACCUMULATION
- ② LIXIVIAT VERS BASSIN D'ACCUMULATION
- ③ BIOGAZ VERS TORCHÈRE

André Simard & associés <small>1655, boul. Jean-Talon ouest, Québec, G2K 2J5 Tél.: (418) 628-2111 Téléc.: (418) 628-2236</small>	TITRE DU PROJET: L.E.S. DE STE-SOPHIE BIORÉACTEUR DE MATIÈRES VALORISABLES		TITRE DU DESSIN: DIAGRAMME DE PROCÉDÉ	
	REVISION			
	REFERENCE FEUILLE DE PLAN	DESSIN: J.S.	ECHÈLLÉ: AUCUNE	PROJET No: 00-301
	No. FICHER 301001	VERIF. A.S.	DATE: OCTOBRE 00	FIGURE No: 1

Depuis l'acceptation de la réglementation américaine relative au L.E.S. pour déchets municipaux en 1993 ("Subtitle D"), plusieurs projets de recirculation de lixiviats et de bioréacteurs pilotes ont vu le jour, tel qu'illustré à la liste fournie à l'annexe D. Diverses recherches internationales, notamment au Royaume-Uni, en Allemagne, au Japon et en Suède firent progresser davantage la technologie, de sorte que les paramètres de conception et d'opération sont maintenant suffisamment connus pour permettre l'implantation d'un tel concept sur une base opérationnelle permanente. L'acceptation récente de deux (2) projets majeurs par l'EPA américain aux L.E.S. de Maplewood et King George Country en Virginie consacrent l'acceptation de l'approche bioréacteur comme une technologie d'avenir dans le traitement des matières résiduelles. Le projet proposé au L.E.S. de Sainte-Sophie sera bâti sur l'expérience vécue dans l'ensemble de ces projets tout en incorporant les meilleures technologies et stratégies de gestion disponibles, **faisant de ce site un des plus avancés technologiquement en Amérique du Nord et dans le monde.**

2.3 AVANTAGES DU PROJET BIORÉACTEUR

Les sites avec bioréacteur présentent plusieurs bénéfices environnementaux et financiers au cours de leur durée de vie. La liste ci-après donne un aperçu des principaux avantages que procure cette technologie.

– Production de biogaz accrue

La production de biogaz dans un bioréacteur est accrue due à une accélération du processus de dégradation biologique et à la réinjection de la matière organique contenue dans le lixiviat pour sa transformation en biogaz. La gestion du biogaz peut être réalisée plus efficacement et sa valorisation devient commercialement viable. De plus, le brûlage des biogaz élimine les gaz à effets de serre de même que les autres émissions potentiellement nocives.

Comme la distribution plus efficace des liquides réduit les zones déficitaires en humidité à l'intérieur de la masse de déchets, la quantité totale de biogaz extraite est supérieure à un lieu conventionnel. De plus, le biogaz est essentiellement produit sur la vie active d'un site, réduisant ou éliminant même la production de biogaz post-fermeture.

– Qualité du lixiviat

Divers résultats démontrent que les charges en matières polluantes des lixiviats provenant des bioréacteurs tendent à être inférieures aux L.E.S. conventionnels et à diminuer dans le temps et ce, de façon rapide après la fermeture du site. Ce phénomène est illustré au tableau 1 qui fournit une compilation de différentes études pour l'ensemble des phases d'opération d'un L.E.S. Les charges réduites résulteraient d'une plus grande transformation de la matière organique en biogaz, d'une dégradation accélérée et d'une stabilisation plus rapide des

déchets. De plus, le lixiviat recirculé est une source de liquide, d'éléments nutritifs et de matière organique, tous requis au processus de dégradation de la matière organique.

– Quantité de lixiviat à traiter

Les quantités de lixiviat à traiter sont inférieures pour un bioréacteur comparativement à un L.E.S. conventionnel. Ce phénomène résulte de plusieurs facteurs dont une utilisation supérieure de la capacité d'absorption des déchets et de la consommation de liquide pour la production de biogaz. Les besoins en traitement sont donc inférieurs, réduisant les rejets potentiels tout en procurant des économies d'opération. La durée du traitement post-fermeture se trouve également réduite.

– Tassement accéléré

Les sites bioréacteurs subissent un tassement accéléré des déchets permettant une récupération d'espace sur la durée de vie active du site (au lieu d'une durée prolongée sur la période post-fermeture d'un L.E.S. conventionnel). Cette récupération d'espace peut représenter 25 à 40% du volume utile du site réduisant d'autant les besoins d'agrandissement futurs. La stabilité à long terme du recouvrement final est ainsi améliorée due au plus faible tassement observé après fermeture. Le tassement accéléré s'explique par plusieurs facteurs, dont l'activité biologique, la dissolution de la portion soluble des déchets, la compaction plus élevée des couches inférieures due au poids accru des déchets sus-jacents et au transport de particules fines par les liquides vers des vides plus importants.

– Entretien post-fermeture et risques environnementaux réduits

Une fois les déchets stabilisés (moins de dix ans après la mise en œuvre du bioréacteur), ils ne sont plus sujets à une augmentation d'activité biologique ni à un tassement significatif. Des études de modélisation (Pacey, 1999) démontrent en effet qu'au moins 83% des déchets sont stabilisés à la fermeture et que la balance le sera dix (10) ans après la fermeture. La production de biogaz est essentiellement complétée après cette période de même que le tassement. Avec la diminution rapide des charges du lixiviat, les impacts potentiels à long terme du L.E.S. et son passif environnemental diminuent grandement et il est à prévoir que le suivi post-fermeture sera bien en deçà des trente (30) ans prévus au projet de *Règlement sur les déchets solides* (RDS).

– Élimination des gaz à effets de serre

Le captage des biogaz se fait de façon progressive au cours de l'enfouissement des déchets, au lieu d'être implanté seulement lors de l'atteinte du niveau final. Cette façon de faire améliore le captage des biogaz pendant toute la durée de

vie utile du L.E.S. et, avec leur valorisation ou leur élimination, réduit d'autant la production de gaz à effets de serre.

TABLEAU 1 – CARACTÉRISTIQUES DU LIXIVIAT DE L.E.S. CONVENTIONNELS VS BIORÉACTEURS – SOMMAIRE DE TOUTES LES PHASES DE DÉGRADATION		
Paramètre	Conventionnel (mg/l)	Avec recirculation de lixiviat (mg/l)
Fer	20 – 2100	4 – 1 095
DBO	20 – 40 000	12 – 28 000
DCO	500 – 60 000	20 – 34 560
Ammoniac	30 – 3 000	6 – 1 850
Chlorures	100 – 5 000	9 – 1 884
Zinc	6 – 370	0,1 – 66

Source :

Reinhart, D.R. et Townsend, T.G. "*Landfill Bioreactor Design and Operation*", Lewis Publishers, New York, 1998.

PARTIE 3 – Critères de conception

3. Critères de conception

L'aménagement d'un bioréacteur impose certaines contraintes qui influencent directement la conception des diverses composantes et les modalités d'opération. La présente section vise à identifier ces diverses contraintes et à décrire brièvement les critères devant guider le choix et le dimensionnement des ouvrages requis.

3.1 SYSTÈME DE CONFINEMENT

Un bioréacteur exige l'utilisation d'un système de confinement de haute performance afin de réduire le potentiel d'exfiltration des émissions, soit les lixiviats et les biogaz. Des systèmes d'imperméabilisation faisant appel à des géosynthétiques sont de mise étant donné la très faible perméabilité de ces matériaux et leur stabilité à long terme.

3.2 RÉSEAU DE COLLECTE

Un réseau de collecte de plus grande efficacité est requis pour accommoder les volumes de lixiviat potentiellement plus élevés suite à leur recirculation. Dans tous les cas, les composantes du système doivent être conçues pour une tête de liquide maximale de 30 cm au-dessus du système de confinement.

De plus, la couche drainante de premier niveau doit avoir une perméabilité accrue, dû au risque de colmatage causé par l'activité biologique accrue. On devra éviter des lits filtrants utilisant des particules de faible dimension (i.e. sable) de même que l'utilisation de filtres géotextiles non-tissés.

3.3 BESOINS EN HUMIDITÉ

Le taux d'humidité doit être plus élevé que la teneur en eau normale des déchets (10 à 20%) pour assurer des conditions de dégradation optimales. Ainsi, les besoins en eau doivent être évalués en tenant compte d'une teneur en eau supérieure à 45%.

3.4 RÉPARTITION DU LIXIVIAT

Le réseau de distribution doit être conçu pour une répartition la plus uniforme possible du liquide à travers la masse de déchets, afin d'assurer une dégradation maximale et homogène des déchets. De plus, le réseau doit minimiser les risques de résurgences dans les talus extérieurs des déchets.

3.5 RÉSEAU DE BIOGAZ

Le système de gestion des biogaz doit être prévu pour une quantité de biogaz accrue. De plus, le réseau de collecte doit être aménagé de façon progressive afin de mieux contrôler les odeurs potentielles.

3.6 CAPACITÉ DE STOCKAGE DU LIXIVAT

Des équipements de stockage de lixiviat doivent être prévus au L.E.S. afin de permettre une opération efficace du bioréacteur. Le volume doit tenir compte du volume de lixiviat produit, des fréquences d'application du lixiviat de même que le lixiviat de pointe produit durant une précipitation maximale.

PARTIE 4 – Bilan hydrique

4. Bilan hydrique

L'exploitation d'une cellule d'enfouissement de type bioréacteur nécessite le développement et le maintien de conditions favorables à la prolifération des micro-organismes à l'intérieur de la masse de déchets. L'humidité est sans aucun doute un des facteurs les plus impératifs pour assurer une stabilisation rapide de la matière organique contenue dans les déchets. Les besoins en eau nécessaires au développement de ces conditions doivent donc être estimés.

De façon estimative, un bilan hydrique soutenant l'exploitation du bioréacteur sera réalisé dans les sous-sections suivantes. Dans un premier temps, les besoins en eau seront estimés pour, par la suite, en vérifier la disponibilité dans le cadre de l'exploitation de l'ensemble du lieu d'enfouissement sanitaire de Sainte-Sophie.

4.1 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

4.1.1 *Capacité au champs*

Pour optimiser les conditions d'humidité à l'intérieur du lieu d'enfouissement sanitaire, la teneur en eau de la masse de déchets doit être accrue et maintenue à la capacité au champs. La capacité au champs représente la quantité maximale d'eau que peut retenir la masse de déchets contre la force unique de la gravité.

Pour les déchets, la teneur moyenne en eau lors du déchargement peut être posée à environ 25% sur une base de masse sèche tandis qu'une teneur en eau de 50% est fréquemment associée à la capacité au champs. En considérant que le bioréacteur possède une capacité d'environ 2 000 000 tonnes, on peut estimer qu'environ 400 000 m³ d'eau seront requis durant son exploitation pour amener la masse de déchets à la capacité au champs (annexe E).

Ce volume assume que le système de recirculation permet une distribution et une répartition homogène et uniforme du lixiviat dans la masse de déchets. En pratique, il est difficile de garantir une dispersion complètement uniforme du lixiviat dû, entre autres, à la présence de chemins d'écoulement préférentiels. Avec la présence de zones non alimentées en eau dans la masse de déchets, le volume d'eau requis estimé à 400 000 m³ demeure théorique et il surestime probablement légèrement les besoins réels en eau qui seront mesurés lors de l'exploitation du bioréacteur.

De plus, selon le principe du bioréacteur, la biodégradation de la matière sera fortement accélérée de sorte qu'un accroissement de la capacité de la cellule de l'ordre de 25% à 40 % est envisageable à moyen terme. Face à cette éventualité, le bilan hydrique devra être révisé au cours des premières années d'exploitation en fonction des résultats obtenus sur le site.

4.2 ÉVALUATION DES APPORTS EN EAU

Trois (3) sources d'eau sont disponibles pour combler les besoins, tel que décrit ci-après.

4.2.1 Lixiviat produit par la cellule d'enfouissement du bioréacteur

La cellule d'enfouissement constituant le bioréacteur possède une superficie totale de 13,6 hectares. Les précipitations sur cette superficie durant l'exploitation de la cellule entraîneront l'infiltration d'un volume d'eau important dans la masse de déchets.

En considérant un recouvrement journalier perméable ($K \geq 10^{-3}$ cm/s) et une exploitation par étages successifs tout en éliminant toute possibilité de ruissellement à l'extérieur de la cellule d'enfouissement, on peut estimer de façon préliminaire à l'aide du modèle hydrologique HELP version 3.08 (Schroder *et al.*, 1998) qu'environ 50% des précipitations annuelles (1050 mm/an) s'infiltreront dans la masse de déchets, soit 5250 m³/ha-an.

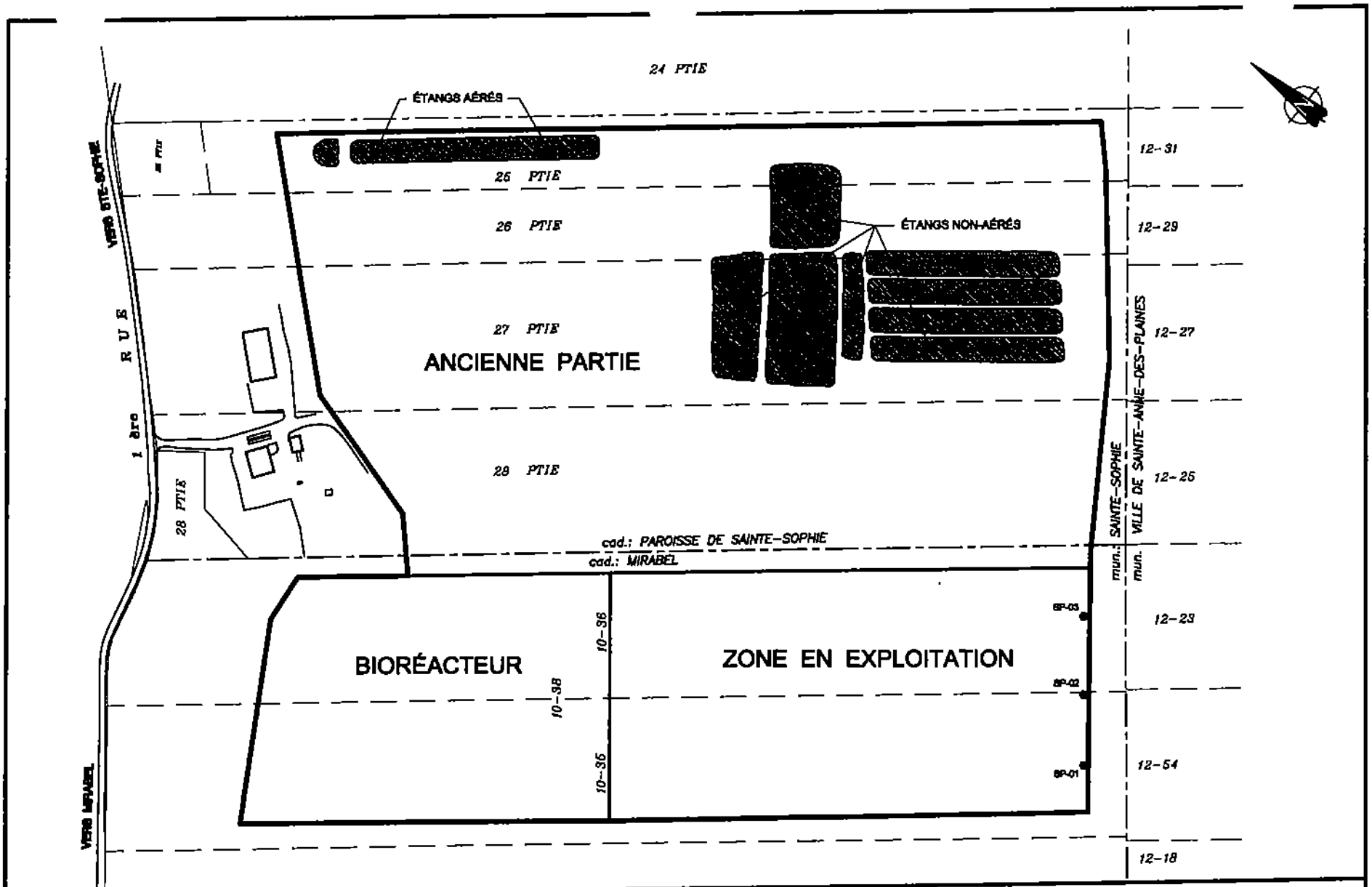
Pour l'ensemble de la cellule d'enfouissement du bioréacteur, un apport moyen en eau de 71 400 m³/an est donc anticipé suite à l'infiltration directe ou forcée des eaux de pluie dans la masse de déchets.

Durant la période d'exploitation, les eaux de ruissellement produites à la superficie du bioréacteur seront maintenues à l'intérieur de la cellule d'enfouissement de façon à forcer leur infiltration dans la masse de déchets ou à permettre leur collecte à la base des fronts d'enfouissement pour fins de recirculation.

4.2.2 Volume de lixiviat dans les étangs existants

Sur le site du L.E.S de Sainte-Sophie, on retrouve dans l'ancienne zone d'enfouissement un total de 10 étangs de lixiviat, soit huit sans aération et deux avec aération. Les eaux de lixiviation emmagasinées dans ces étangs proviennent essentiellement du système de collecte de la phase actuelle d'enfouissement (zone 1, partie 1) d'une superficie de 28 ha (voir figure 2). Cette phase en fin d'exploitation a été recouverte d'un couvert d'argile de 1,5 m d'épaisseur au cours de l'année 1999 de sorte que la production de lixiviat est maintenant relativement faible.

Pour favoriser un conditionnement rapide de la masse de déchets du bioréacteur, Intersan envisage utiliser le volume de lixiviat contenu dans l'ensemble des étangs pour amener les déchets à leur teneur au champs. Basé sur des mesures de niveau d'eau effectuées à l'hiver 2000, il est estimé que les dix étangs contiennent un volume total d'eau de l'ordre de 98 500 m³ (annexe F).



André Simard & associés 1855, boul. Jean-Talbot ouest, Québec, Q2K 2L5 Tél.: (418) 828-2111 Téléc.: (418) 828-2236	TITRE DU PROJET: L.E.S. DE SAINTE-SOPHIE BIORÉACTEUR DE MATIÈRES VALORISABLES		TITRE DU DESSIN: PLAN D'ENSEMBLE	
	REVISION			
	REFERENCE FEUILLE DE PLAN No. FICHER <p style="text-align: right;">301D04</p>	DESSIN. J.S. VERIF. J.B.	ECHELLE: AUCUNE DATE: NOV. 00	PROJET No: 00-301 FIGURE No: 2

4.2.3 Zone d'enfouissement actuelle (zone 1, partie 1)

Un système de drainage aménagé directement sur l'argile permet la collecte et l'évacuation des eaux de lixiviation générées par la zone d'enfouissement actuellement en fin d'exploitation (zone 1, partie 1). Ces eaux sont pompées par l'entremise de trois stations de pompage vers les étangs d'accumulation et de traitement. Malgré le fait que cette zone ait récemment été couverte à l'aide d'une couche peu perméable de 1,5 m d'argile, il est estimé suite à une simulation sur le modèle hydrologique HELP que la production de lixiviat, bien que beaucoup plus faible qu'auparavant, se maintiendra au cours des prochaines années à environ 5% de la précipitation annuelle.

Pour une superficie de collecte représentant environ 28 ha, un volume additionnel récurrent de lixiviat de 14 700 m³/an est ainsi disponible pour l'accroissement de la teneur en eau de la masse de déchets du bioréacteur.

4.2.4 Période requise pour atteindre la capacité au champs

Si on considère le volume théorique d'eau requis de 400 000 m³ duquel on soustrait le volume de 98 500 m³ de lixiviat disponible dans les étangs, on peut estimer, avec un apport annuel moyen de 86 100 m³ (soit 71 400 m³ pour le bioréacteur et 14 700 m³ pour la zone 1, partie 1) qu'une période maximale d'environ 3,5 ans sera nécessaire pour amener l'ensemble de la masse de déchets à la capacité au champs ; cette période pouvant toutefois varier selon les résultats obtenus.

La période d'exploitation de la cellule est estimée entre 2,5 à 3,0 ans de sorte que, sans apports d'eau de l'extérieur, la mise en place du recouvrement final imperméable devra préférablement être retardé de 6 à 12 mois pour permettre d'optimiser les conditions d'humidité à l'intérieur de la masse de déchets.

4.3 IMPACT SUR LA CHARGE HYDRAULIQUE IMPOSÉE À LA GÉOMEMBRANE

De façon théorique, la production de lixiviat devrait être négligeable jusqu'à ce que l'ensemble de la masse de déchets ait atteint la capacité au champs. En pratique, la présence d'écoulement préférentiel dans la masse de déchets et l'hétérogénéité des conditions à l'intérieur des déchets font en sorte que la production de lixiviat, bien que plus faible, débute dès l'exploitation de la cellule.

Ces eaux devront évidemment être collectées pour en permettre la recirculation vers la masse de déchets.

L'impact possible de la recirculation sur la charge hydraulique imposée à la géomembrane doit être évalué. En effet, la réglementation proposée impose le maintien d'une charge hydraulique maximale de 30 cm.

Le système primaire de collecte des eaux de lixiviation proposé pour le bioréacteur est constitué de 50 cm d'épaisseur d'une pierre nette 14-20 mm possédant une conductivité hydraulique de l'ordre de 10 cm/s. Le revêtement imperméable supérieur est constitué d'une géomembrane en PEHD posée selon une pente minimale de 2 % en direction des drains. L'espacement entre les drains est de 30 mètres.

Ce système de drainage est très performant. En utilisant l'équation suggérée par l'EPA pour la charge hydraulique maximale entre deux drains parallèles, on peut estimer que le système de collecte de lixiviat de la cellule du bioréacteur peut supporter un débit d'infiltration de $8,23 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-d}$ ($3000 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-an}$) avant de montrer une charge hydraulique égale à 0,30 m, soit près de 1000 fois le volume annuel moyen des précipitations ($1,05 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-an}$). Le système possède donc une capacité plus que suffisante pour permettre la recirculation de lixiviat.

Même en considérant un colmatage important de la couche de drainage diminuant la conductivité hydraulique de 10 à 100 fois, la capacité du système de drainage demeure de loin supérieure au débit d'infiltration maximum qui sera imposé même en condition de recirculation (tableau 2).

TABLEAU 2 – DÉBIT D'INFILTRATION MAXIMAL PERMETTANT DE RESPECTER UNE CHARGE HYDRAULIQUE DE 0,3 M SUR LE REVÊTEMENT IMPERMÉABLE			
Conductivité hydraulique de la couche de drainage	K=10 cm/s	K=1 cm/s	K=0,1 cm/s
Débit d'infiltration maximal	3006 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-an}$	299 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-an}$	30 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-an}$

Basé sur une pente de drainage de 2% et un espacement des drains de 30 m.

PARTIE 5 – Aspects techniques et opérationnels

5. Aspects techniques et opérationnels

Cette section présente les principales composantes techniques du projet de bioréacteur de Sainte-Sophie de même que les modalités opérationnelles.

Les plans 1 à 6 de l'annexe F présentent les principales caractéristiques du projet et illustrent les aménagements.

5.1 TYPE DE BIORÉACTEUR

Le bioréacteur de Sainte-Sophie sera du type anaérobique. Dans un tel cas, ce sont les bactéries anaérobiques qui stabilisent la matière organique et qui la transforment en acides organiques et ultimement en méthane. (Par comparaison, les bioréacteurs aérobiques favorisent la croissance de bactéries aérobiques pour la dégradation de la matière organique, résultant en des températures beaucoup plus élevées et des risques d'incendie accrus).

Pour atteindre des conditions optimales pour la dégradation anaérobique, la teneur en eau devra préférablement être au-delà de 45%, ce qui implique qu'on doit ajouter environ 200 l/m³ de liquide aux déchets. Tel que décrit à la section 4, dans ce présent cas, trois (3) sources de liquides sont prévues soit :

- le lixiviat produit par le bioréacteur même ;
- le lixiviat produit par les parties du site déjà aménagées ;
- les eaux de lixiviation déjà entreposées dans les étangs sur le site.

Dans le cadre de la présente demande, aucun autre apport liquide n'est prévu. Si toutefois il s'avère que la quantité de liquide disponible est jugée insuffisante ou si Intersan désire utiliser d'autres types de liquides, une demande de modification de certificat d'autorisation devra être présentée au Ministère de l'Environnement à cet effet.

5.2 DISTRIBUTION DU LIXIVIAT

5.2.1 *Tranchées de distribution*

La distribution du lixiviat sera assurée par des tranchées horizontales aménagées à trois (3) niveaux dans le bioréacteur, soit à 5 m, 11 m et 17 m du fond respectivement. Le réseau comprendra deux (2) parties, soit :

- tuyaux non-perforés à l'extérieur et jusqu'à 15 m vers l'intérieur des déchets, afin de minimiser les risques de résurgences par les talus périphériques ;

- conduites perforées à l'intérieur de la masse des déchets, servant autant à la distribution de lixiviat qu'à l'extraction de biogaz.

La partie non-perforée des conduites aura une pente minimale de 5% vers l'intérieur du bioréacteur, afin de favoriser l'écoulement du lixiviat et du condensat dans la masse de déchets.

La coupe type de tranchée est illustrée au plan 6 de l'annexe H. Deux configurations pourront être utilisées. Dans le premier cas (détail 2), une conduite ondulée de type HYEX (voir description à l'annexe G) est installée dans la masse de déchets et sert autant à la distribution du lixiviat qu'à l'extraction des biogaz. La deuxième configuration utilise deux (2) conduites distinctes placées une au-dessus de l'autre. Dans les deux cas, la tranchée sera remblayée avec un matériel drainant, tel que pneus déchiquetés ou pierre nette.

D'autres techniques pourront également être utilisées au besoin pour la distribution du lixiviat, dont la dispersion sur la face active, le transport par camion, etc.

5.2.2 Espacement des drains

L'espacement des drains sera de 20 m pour les deux (2) premiers niveaux et de 15 m pour le niveau supérieur. Selon les expériences à ce jour, de tels espacements permettent d'atteindre une dispersion efficace des eaux. La configuration est illustrée au plan 5.

5.2.3 Procédures d'application du lixiviat

Le lixiviat sera appliqué par l'inondation des tranchées. Une fois les tranchées remplies de lixiviat, une période d'arrêt permettra l'infiltration de celui-ci dans la masse de déchets, après quoi on procédera à l'extraction des biogaz. La séquence exacte d'application du lixiviat et d'extraction des biogaz sera déterminée au fur et à mesure de l'aménagement du site selon les résultats obtenus.

5.3 GESTION DU LIXIVIAT

Le lixiviat recueilli sur les trois (3) parties distinctes du bioréacteur (A, B et C) sera acheminé du poste de pompage SP-5 vers le bassin d'entreposage.

Ce bassin sert pour l'égalisation des débits recueillis et pour permettre l'application du lixiviat selon les séquences d'application prévues. Le lixiviat accumulé sera repompé vers le système de distribution du lixiviat.

5.4 COLLECTE DES EAUX DE LIXIVIATION

Le réseau de collecte de lixiviat est déjà prévu au certificat d'autorisation du 22 septembre 2000. Il comprend les éléments suivants :

- une couche drainante de pierre nette 14-20 mm de 50 cm d'épaisseur couvrant l'ensemble du site ;
- des conduites perforées PEHD 150 mm Ø espacées à 30 m c/c posées dans la couche drainante de pierre nette, acheminant le lixiviat vers le réseau collecteur principal ;
- une conduite collectrice principale de 200 mm recueillant le lixiviat des 14 cellules, chaque partie du site (A, B et C) ayant une conduite collectrice distincte.

5.5 IMPERMÉABILISATION

Le système d'imperméabilisation est déjà prévu au certificat d'autorisation du 22 septembre 2000 et comprend du haut vers le bas :

- une couche de protection de 50 cm en pierre nette (servant également de couche drainante) ;
- un géotextile de protection de 335 g/m² minimum ;
- une géomembrane supérieure en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur ;
- un géofilet de détection ;
- une géomembrane inférieure en PEHD de 1,5 mm d'épaisseur ;
- une natte bentonitique, 4340 g/m² de bentonite minimum ;
- l'argile de faible conductivité hydraulique ($< 10^{-7}$ cm/sec) variant de 0,6 à 9 m d'épaisseur ;
- le till d'épaisseur variable avec une conductivité hydraulique de l'ordre de 1×10^{-7} cm/sec.

5.6 GESTION DU BIOGAZ

Les biogaz seront recueillis à même les conduites HYEX utilisées pour la distribution du lixiviat. L'espacement plus rapproché (à 15 m) sur le niveau supérieur permettra une collecte plus efficace des biogaz au niveau du couvert final. Des conduites en

PEHD 75 mm Ø achemineront le biogaz vers les conduites collectrices principales qui seront raccordées au réseau de biogaz existant au L.E.S. de Sainte-Sophie. Si requis, la capacité de la torchère sera augmentée pour accommoder les quantités accrues de biogaz. Chaque conduite de collecte principale et secondaire sera dotée de vannes permettant l'opération du réseau de collecte selon les séquences d'application du lixiviat.

5.7 MODALITÉS D'OPÉRATION

Les modalités d'opération, dont les séquences d'application du lixiviat et d'extraction du biogaz, seront déterminées au fur et à mesure de l'avancement du projet bioréacteur. Différentes stratégies pourront être employées pour les parties A, B et C du site, de façon à déterminer les conditions d'opération optimales.

Les résultats obtenus seront révisés sur une base annuelle et des recommandations seront formulées quant à la poursuite des opérations du bioréacteur.

PARTIE 6 – Instrumentation et suivi

6. Instrumentation et suivi

Le projet de bioréacteur de Sainte-Sophie, tout en étant opérationnel, servira à améliorer les connaissances sur cette technologie. Ainsi, le site sera doté d'appareils permettant de recueillir les paramètres jugés pertinents à l'optimisation d'un tel procédé. De plus, l'aménagement du L.E.S. en trois (3) parties hydrauliquement distinctes permettra d'expérimenter des stratégies de gestion différentes (i.e. taux d'application, fréquence, pré-traitement, etc.) visant à identifier les critères opérationnels optimaux.

Le L.E.S. sera donc doté de dispositifs permettant de recueillir les informations suivantes :

- Taux d'humidité

Le taux d'humidité dans la masse de déchets est considéré comme un facteur de première importance dans la gestion d'un bioréacteur. Le L.E.S. de Sainte-Sophie sera donc doté de dispositifs de mesure de l'humidité uniformément répartis à travers la masse de déchets.

- Température

La température doit être autant que possible maintenue à des conditions optimales pour assurer une activité biologique maximum. Des senseurs permettront de mesurer la température et sa variation spatiale et temporelle à travers le site.

- Tassement

Des plaques de tassement seront installées à différents endroits et à différents niveaux afin de mesurer le tassement des déchets.

- Biogaz

Des mesures de biogaz seront réalisées pour chacune des parties du L.E.S. afin de connaître la production de biogaz et sa variation dans le temps. De plus, les émissions seront analysées sur une base régulière.

- Lixiviat

Le volume de lixiviat sera mesuré pour chacune des trois (3) parties du site. De plus, les lixiviats seront échantillonnés et analysés sur une base régulière pour mesurer les concentrations des divers contaminants et leur variation entre les parties et dans le temps.

– Tête de liquide

Des dispositifs de mesure des têtes hydrauliques sur le système d'imperméabilisation seront installés pour assurer le respect de l'exigence de maintenir une tête maximale de 30 cm.

– Conditions météorologiques

Une station météorologique sera mise en place pour mesurer les principaux paramètres climatologiques, dont la température, les précipitations, etc.

PARTIE 7 – Échéancier de mise en œuvre

7. Échéancier de mise en œuvre

L'échéancier proposé pour la mise en œuvre de ce projet est illustré à la figure 3. Si le certificat d'autorisation est accordé par le MENV pour le 1^{er} mars, Intersan entamera dès le printemps 2001 l'installation des premières tranchées d'infiltration de même que les autres éléments de recirculation. Les autres tranchées seront complétées au cours des saisons estivales 2002 et 2003 après quoi l'enfouissement devrait être complété.

Le bioréacteur devrait être fermé à l'été 2004, à moins que le programme de suivi démontre un déficit de liquide dans les déchets, dans lequel cas on retardera l'installation du recouvrement final étanche jusqu'à ce que les conditions optimales, soient atteintes. Il est prévu ensuite d'opérer le bioréacteur sur une période de cinq (5) ans après fermeture, à moins que les résultats observés (production de biogaz et de lixiviat) justifient une période différente.

L'échéancier proposé doit être considéré de nature évolutive et pourra être modifié selon le taux d'enfouissement de matières résiduelles et les résultats d'opération.

**Intersan inc. – L.E.S. de Sainte-Sophie
Bioréacteur pour matières valorisables
Échéancier proposé**

FIGURE 3

Activité	Durée (semaines)	Début	Fin	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. Dépôt demande au MENVQ	--	01/12/2000	01/12/2000	▽									
2. Étude par MENVQ, questions et réponses	12	01/12/2000	01/03/2001	→									
3. Émission du certificat d'autorisation	--	01/03/2001	01/03/2001	▽									
4. Mise en place des ouvrages	150	01/04/2001	01/04/2004		→	→	→						
5. Opération du bioréacteur, suivi	400	01/04/2001	01/04/2009		→								
6. Fermeture de la cellule	--	01/06/2004	01/09/2004					→					
7. Suivi post-fermeture	250	01/09/2004	01/09/2009						→				

ANNEXE A – Résolution de Intersan inc.

PROCURATION SPÉCIALE

Je soussigné, Hubert Bourque, vice-président de Intersan inc., autorise par la présente M André Simard de la firme André Simard et Associés ltée dont la principale place d'affaires est située au 1655, boul. Jean-Talon Ouest Québec (Québec) G2K 2J5, à préparer et à présenter au Ministère de l'environnement du Québec une demande de Certificat d'Autorisation ainsi que tous les documents requis au soutien de cette demande de certificat d'autorisation pour l'aménagement d'un bioréacteur de matières valorisables pour le site de Ste-Sophie, ainsi qu'à faire toute chose utile ou nécessaire aux fins de la présente demande.

EN FOI DE QUOI, ma signature est apposée ce 28^{ième} jour du mois de novembre 2000.



Hubert Bourque
Vice-président Intersan inc.

ANNEXE B – Extrait du plan de zonage

2^{ème} Concer

23

24

25

26

27

28

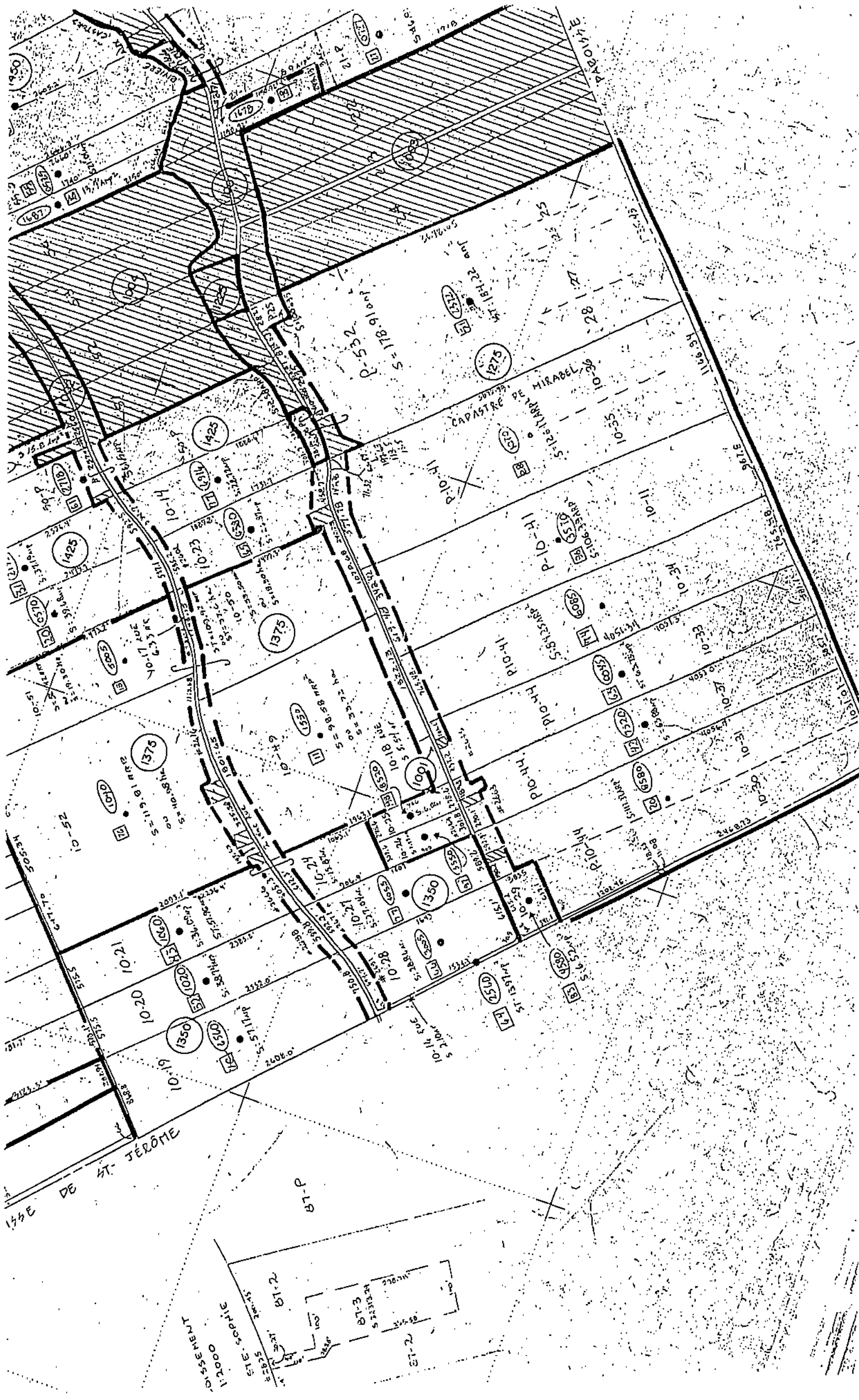
Up. I

Ag 7

1ère rue

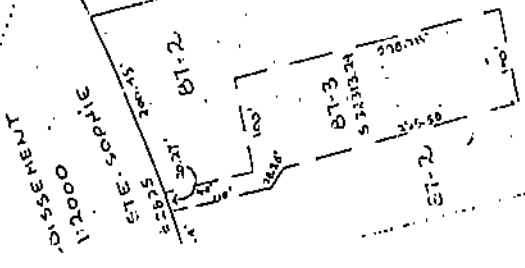
ST-ANTOINE





RUE DE ST-JEROME

B-1-P



- *Industrie lourde*: établissement industriel générant des nuisances telles la circulation lourde, du bruit, de la fumée, de la poussière, etc. Cette classe regroupe les industries de transformation de métaux lourds, etc.

2.5.4 - Communautaire

Les usages communautaires comprennent à la fois des espaces et des bâtiments publics, parapublics et privés, affectés à des fins d'ordre civil, culturel, hospitalier, sportif, récréatif ou administratif.


- *Communautaire de voisinage*: cette classe regroupe les établissements communautaires tels les écoles primaires, les garderies, les maisons de retraite, les bâtiments communautaires et de culte...;
- *Communautaire d'envergure*: cette classe regroupe les établissements communautaires tels l'administration municipale et gouvernementale, hôpital, centre d'accueil, gare et terminus, complexe récréatif, aréna, bibliothèque, écoles secondaires et collégiales, cimetières;
- *Communautaire récréatif*: cette classe regroupe les parcs, terrains de jeux, espaces libres, espaces vert.



2.5.5 - Unité publique

Les usages d'utilité publique comprennent les espaces et bâtiments de propriété publique, parapublique et privée, non accessibles au public et offrant un service public d'ordre technique.

- *Usage d'utilité publique légère*: cette classe regroupe les constructions de petit gabarit destinées aux services téléphonique, hydro-électrique, aqueduc et égout, etc.
- *Usage d'utilité publique moyenne*: cette classe regroupe les espaces et les constructions qui sont utilisés à des fins de dépôts, d'entreposage et de réparation de matériaux (garage municipal), de lieu de production d'eaux embouteillées, de lieu de dépôt de carburant, de centrale de distribution d'électricité et d'usine de traitement des eaux et des boues de fosses septiques.



Usage d'utilité publique lourde: cette classe regroupe les espaces et constructions d'utilité publique qui présentent certaines nuisances telles que les incinérateurs et les sites d'enfouissement sanitaire régionale où l'on retrouve les activités de dépôt, de traitement et d'entreposage de déchets solides (au sens du Règlement sur les déchets solides, L.R.Q., Q-2 r.14).

(Modification en 1994 mais pas clair suite à la modification du schéma : zone Up et Upx)

2.5.6 - Production et extraction

Les usages de production et d'extraction comprennent à la fois des espaces et des constructions voués à des activités économiques se déroulant généralement en milieu rural.

- 1) *Agriculture:* usages agricoles associés à la culture, à l'élevage en général *et à la transformation de ces produits.* Cette classe regroupe les usages suivants: ferme laitière, fruiterie, maraîchère, de grande culture, établissement de production animale *et débitage d'animaux relié aux établissements de production animale;*
- 2) *Foresterie et sylviculture:* cette classe regroupe les usages suivants: exploitation forestière, les érablières, les pépinières et la plantation.
- 3) *Extraction:* cette classe regroupe les usages suivants: carrière, sablière, «gravière», extraction du minerai et sont considérées comme usage complémentaire les constructions et activités permettant la transformation du matériel extrait sur le même site.
- 4) *Élevage de chiens:* cette classe comprend exclusivement les activités relatives à l'élevage et au dressage de chiens dont le nombre est supérieur à deux (2). Aucune extension de l'usage ne doit se faire à l'extérieur du ou des bâtiments.
- 5) *Ferme éducative:* cette classe comprend les établissements voués à la production animale, mais à laquelle est joint de façon additionnelle un centre d'interprétation des animaux qui composent cette production animale. A ce centre d'interprétation peut être associée l'implantation d'équipement et d'infrastructures d'accueil, conformément au présent règlement.


(Ajout règlement 608, entrée en vigueur, décembre 1996).

(modification, règlement 642, entrée en vigueur janvier 1999)

7.11 Dispositions particulières applicables aux zones d'utilités publiques «Up»

7.11.1 - Constructions et usages autorisés

En plus des constructions et usages autorisés dans tous les zones (réf. art. 7.1.1), seuls sont autorisés les constructions et usages suivants (réf. art. 2.5);

- 
- Les usages d'utilités publiques moyennes et lourdes (réf. art. 2.5.5);
 - Les bâtiments accessoires aux usages ci-haut mentionnés.

7.11.2 - Hauteur des bâtiments

La hauteur maximum des bâtiments principaux est fixée à deux étages et demi (2.5).

7.11.3 - Marge de recul avant

La marge de recul avant minimum est fixée à vingt (20) m (65,6 pi).

7.11.4 - Marges latérales

La largeur minimum de chacune des marges latérales est fixée à quinze (15) m (65,6 pi).

7.11.5 - Marge et cour arrière

La marge de recul arrière minimum est fixée à vingt (20) m (65,6 pi).

7.11.6 - Entreposage extérieur

Aucun entreposage extérieur n'est permis dans les cours avant et latérales.

**ANNEXE C – Certificat de la municipalité
de Sainte-Sophie**



Sainte-Sophie

Le 29 novembre 2000

Monsieur Robert Marcotte, chargé de projet
Direction régionale
Ministère de l'Environnement
140, rue St-Eustache, 3ième étage
Saint-Eustache (Québec) J7R 2K9

N/☐ : 7371-51-2372

OBJET : Projet de bioréacteur de matières valorisables

Monsieur,

La compagnie Intersan nous a déposé une demande de certificat d'autorisation concernant un projet, pour l'aménagement d'un bioréacteur pour les matières valorisables, au site d'enfouissement situé au 2535, 1^{er} rue à Sainte-Sophie, sur les lots 10-35 et 10-36.

Après consultation du projet préparé et présenté par la firme André Simard et associés, nous vous confirmons que ce projet ne contrevient à aucun règlement municipal en vigueur.

Si de plus amples renseignements vous sont nécessaires, n'hésitez pas à communiquer avec le soussigné. Veuillez agréer, monsieur Marcotte, l'expression de mes sentiments distingués.

Le directeur général,


Eric Gagnon, CMA

c.c. : Yvan Brière
Hubert Bourque
André Simard

EG/lb

Sainte-Sophie une municipalité à découvrir où il fait bon vivre !

ANNEXE D – Liste de projets

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

SITE ET RÉFÉRENCES	TYPE DE PROJET	DESCRIPTION DU SITE ET PRATIQUE DE RECIRCULATION PERMISE
<p>Yorkshire, Angleterre Searner-Carr Landfill (Robinson and Maris, 1985)</p>	<p>Projet à grande échelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cellule d'une superficie de 2,51 hectares utilisée pour la récupération du lixiviat • Zone témoin en exploitation contrôlée d'une superficie approximative de 2,43 hectares • Fond de la cellule recouvert d'une membrane de 2,5 mm de HDPE et muni d'un système de collecte du lixiviat • Hauteur de 3,96 mètres de déchets déchiquetés déposés dans les cellules • Lixiviat pulvérisé à la surface des déchets à l'aide d'un réseau de conduites déposées à la surface des déchets • Sillons creusés ultérieurement à la surface des digues pour diminuer l'accumulation d'eau • Recirculation du lixiviat et monitoring du site sur une période approximative de 3 ans • Capacité d'entreposage disponible de 136 274,8 litres
<p>Delaware Solid Waste Authority Central Solid Waste Management Center Sandtown, Delaware (Vasudi, 1986)</p>	<p>Projet à grande échelle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recirculation du lixiviat opérationnelle pour deux cellules d'enfouissement • Cellule de 3,64 hectares utilisant des puits de recirculation • Cellule de 7,28 hectares utilisant 4 puits de recirculation et un système d'épandage par vaporisation mobile • Capacité totale d'entreposage de lixiviat de 151 416,5 litres • Fond des cellules recouvert d'une membrane synthétique de PVC de 0,75 mm et muni d'un système de collecte • Profondeur moyenne de déchets de 9,14 mètres

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

SITE ET RÉFÉRENCES	TYPE DE PROJET	DESCRIPTION DU SITE ET PRATIQUE DE RECIRCULATION PERMISE
<p>Lycoming County Landfill Williamsport, PA (Natale et Anderson, 1986)</p>	<p>Applications opérationnelles avec suivi de projets</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Recirculation du lixiviat dans 3 cellules de 4,05 hectares • Fond des cellules recouvert d'une membrane de PVC de 0,5 mm et muni d'un système de collecte • Essais de plusieurs stratégies de recirculation du lixiviat mais peu détaillées • Selon les auteurs, les puits de recirculation sembleraient le système le plus efficace • Compilation de mesures du débit collecté et recirculé depuis 8 années incluant : précipitation, conditions de surface du site (mensuellement), analyse trimestrielle de la qualité du lixiviat
<p>Southwest Landfill Alachua County, Floride (Reinhart, 1996) (townsend et coll., 1996)</p>	<p>Applications opérationnelles avec suivi de projets</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de 10,9 hectares recouverte d'une membrane composite • Déchets acceptés depuis le printemps 1988 • Reçoit 9 079 t/mois de déchets solides municipaux • Épaisseur maximale de la couche de déchets de 20 mètres • Recirculation autorisée jusqu'à 227 m³/jour • Capacité des réservoirs de stockage de 1 364 m³ • Depuis 1990-1992, plus de 30 000 m³ de lixiviat a été pompé dans un étang d'infiltration • En 1993, début de l'injection de lixiviat dans des tranchées horizontales (espacement horizontal de 15 mètres et vertical de 6 mètres) • De mars à septembre 1993, 757 à 2 950 m³/mois de lixiviat ont été injectés par un total de 17 tranchées d'injection
<p>Central Landfill Facility Worcester County, Maryland (Reinhart, 1996) (Kilmer, 1991)</p>	<p>Applications opérationnelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Quatre (4) cellules de 6,9 hectares recouvertes d'une membrane • Début des opérations du site en 1990 • Hauteur maximale de déchets de 27 mètres • Reçoit 181 t/jour de déchets solides municipaux • Capacité des réservoirs de stockage de 1 514 m³ • Le lixiviat est recirculé à l'aide de puits de recirculation verticaux couvrant chacun une superficie de 0,8 hectare

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

SITE ET RÉFÉRENCES	TYPE DE PROJET	DESCRIPTION DU SITE ET PRATIQUE DE RECIRCULATION PERMISE
Winfield Landfill Columbia County, Floride (Reinhart, 1996)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie actuelle des cellules recouvertes d'une membrane de 2,8 hectares, avec projet d'agrandissement pour atteindre 8,9 hectares • Début des opérations en 1992 • Reçoit 109 t/mois de déchets solides municipaux • Capacité des bassins d'aération de 189 m³ • Autorisation de recirculer le lixiviat en utilisant des étangs d'infiltration ou en pulvérisant ; la durée maximale permise pour la pulvérisation est limitée à 2 semaines à chaque emplacement
Pecan Row Landfill Loundes County, Georgie (Reinhart, 1996)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> • La cellule finale recouverte d'une membrane aura une superficie de 16 hectares • Environ tous les 7 mois, des cellules individuelles d'une superficie allant de 1,5 à 1,6 hectares sont construites • Hauteur maximale approximative de déchets de 18 mètres • 544 t/mois de déchets solides municipaux reçus • Capacité de l'étang est de 3 100 m³ • Sur le dessus de chaque étage construit, des tranchées horizontales servant à l'injection de lixiviat sont aménagées ; les tranchées des étages précédents sont abandonnées dès que celles des étages sus-jacents sont construites • Le sol de recouvrement journalier est enlevé avant que les déchets soient déposés subséquentement

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

SITE ET RÉFÉRENCES	TYPE DE PROJET	DESCRIPTION DU SITE ET PRATIQUE DE RECIRCULATION PERMISE
<p>Lower Mount Washington Valley Secure Landfill Conway, New Hampshire (Reinhart, 1996)</p>	<p>Applications opérationnelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Site composé de 8 cellules ayant 2 niveaux de protection composite séparées hydrauliquement ; chaque cellule a une superficie de 0,3 à 0,4 hectare • Reçoit 9 070 à 13 600 t/an de déchets solides municipaux • Capacité des réservoirs de stockage de 38 m³ • Début des opérations en 1992 temporairement arrêtées en novembre 1993 • Dans un premier temps, le lixiviat était recirculé en pré-humidifiant les déchets à l'aide d'un boyau d'incendie et en utilisant une conduite de répartition insérée dans une excavation superficielle faite dans le recouvrement journalier
<p>Coastal Regional Solid Waste Management Authority Landfill Craven County Caroline du Nord (Reinhart, 1996)</p>	<p>Applications opérationnelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Site composé de 3 cellules séparées hydrauliquement totalisant une superficie de 8 hectares • Hauteur finale approximative de déchets de 15 mètres • Reçoit 318 t/jour de déchets solides municipaux • Capacité du bassin d'aération de 9 085 m³ • Le lixiviat est recirculé à l'aide d'un système d'injection vertical mobile constitué d'une sonde d'une longueur de 3 mètres faite d'acier noir inséré dans les déchets et relié à une conduite de distribution • Le système demeure en place de 2 à 8 jours • Le lixiviat est injecté sous une pression de 310 kPa • À la fin de chacun des 4 étages, des tranchées horizontales seront construites à partir d'un point de distribution central. Chaque étage de tranchées sera abandonnée lorsque l'étage subséquent sera construit.

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

SITE ET RÉFÉRENCES	TYPE DE PROJET	DESCRIPTION DU SITE ET PRATIQUE DE RECIRCULATION PERMISE
<p>Lemons Landfills Stoddard County, Missouri (Reinhart, 1996)</p>	<p>Applications opérationnelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La cellule finale recouverte d'une membrane aura une superficie de 30 hectares • Hauteur maximale de déchets de 26 mètres • Reçoit 272 t/jour de déchets solides municipaux • Capacité de stockage de l'étang de 3 280 m³ • La recirculation du lixiviat sera effectuée en utilisant des puits de recirculation verticaux situés à des intervalles de 61 mètres • La distribution du lixiviat sera gérée à partir de 2 étangs ; le 1^{er} étang sera utilisé jusqu'à ce que la recirculation aura atténué la concentration du lixiviat de façon significative, à ce moment, le lixiviat sera dirigé vers le second étang et utilisé pour l'irrigation de zones situées près du site d'enfouissement
<p>Mill Seat Landfill Monroe County, New York (Reinhart, 1996)</p>	<p>Applications opérationnelles avec suivi de projets</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le projet de recherche portant sur les bioréacteurs implique 3 cellules à 2 niveaux de protection composite séparés hydrauliquement dont les superficies varient de 2,2 à 3 hectares • Une cellule sert de témoin (aucune recirculation) ; dans les 2 autres cellules, 2 systèmes différents d'injection horizontale de lixiviat sont utilisés • Les tranchées de la cellule 2 installées sur 3 niveaux différents sont faites en forme de fer-à-cheval, le réservoir de stockage a une capacité de 76 m³ • Les tranchées de la cellule 3 installées sur 2 niveaux différents contiennent des conduites d'infiltration pré-fabriquées, le réservoir de stockage a une capacité de 76 m³ • L'humidité relative des déchets est mesurées à l'aide de blocs de gypses logés dans les déchets

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

SITE ET RÉFÉRENCES	TYPE DE PROJET	DESCRIPTION DU SITE ET PRATIQUE DE RECIRCULATION PERMISE
Delaware Solid Waste Authority Southern Solid Waste Management Center Sussex County, Delaware (Maier et Vasuki, 1996)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat es recirculé dans les cellules 1 et 2 à partir de puits de recirculation de 1985 à 1994 Concernant la cellule 3, un système intégré de recirculation du lixiviat et d'extraction de biogaz est prévu ; des tranchées sur différents étages servant soit à l'injection de lixiviat ou soit à l'extraction de biogaz seront construites verticalement à tous les 3 mètres
Charles City County Landfill Charles City County, Virginie (VADEQ Solid Waste Permit No. 531)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat est injecté dans des tranchées horizontales remplies de pneus déchiquetés Le site d'enfouissement est géré par USA Waste
Pine Bluff Landfill Cherokee County, Georgie (Georgia Solid Waste Permit No. 028-039 D (SL))	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat est injecté dans des tranchées horizontales Le site d'enfouissement est géré par USA Waste
Quail Hollow Landfill Tulahoma, Tennessee (Tennessee Solid Waste Permit No. SNL-02-102-0101)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat est pulvérisé sur la partie en exploitation Le site d'enfouissement est géré par USA Waste
Cedar Ridge Landfill Louisberg, Tennessee (Tennessee Solid Waste Permit Number SNL-59-102-0238 EXT)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat est pulvérisé sur la partie en exploitation Le site d'enfouissement est géré par USA Waste
Southern Sanitation Landfill Russelville, Kentucky (Kentucky Solid Waste Permit Number 071-00006)	Applications opérationnelles	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat est pulvérisé sur la partie en exploitation Le site d'enfouissement est géré par USA Waste

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

RÉFÉRENCE	TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE	TENEUR EN HUMIDITÉ	CAPACITÉ AU CHAMPS (fc)	POROSITÉ (n)	CAPACITÉ D'ABSORPTION
GeoSyntec et Todd, 1995	Échantillons prélevés lors de l'installation des puits de biogaz	7 à 105 %, moy. de 28%, par % de poids sec (30% par vol. si 1360 kg/m ³)	Moy. de 46 % par vol. Fc = -0,62z+54	Si G _s = 2,3 pour les déchets, 49% moy. Par vol. n(%) = -0,046z+55	16% moy. par vol.
McBean et coll., 1995	Résumé de la capacité des sites et de la teneur en humidité initiale des déchets tel que décrit dans la littérature	Teneur en humidité initiale : 4 à 21%, par vol. 15% moy., par vol.	28 à 40% , par vol. 33% moy., par volume		10 à 29%, par vol. 18% moy, par vol.
Canziani et Cossu, 1989	Résumé de quelques valeurs de k, fc et de la teneur initiale en humidité des déchets tel que décrit dans la littérature	4 à 19%, par vol. 14% moy., par vol.	Par vol., 29 à 39% pour les déchets bruts 35% moy., par vol.		19 à 25%, par vol. 21% moy., par vol.
Townsend et coll., 1996	Étude portant sur la recirculation du lixiviat au site d'enfouissement de Alachua County ; échantillons recueillis par forage	Teneur en humidité avant recirculation du lixiviat et l'enfouissement de nouveaux déchets (% poids sec) = 38,1 à 42,2, après recirculation (% poids sec) = 45,6 à 84,2			

SOMMAIRE DES SITES AVEC SYSTÈMES DE RECIRCULATION DU LIXIVIAT

RÉFÉRENCE	TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE	TENEUR EN HUMIDITÉ	CAPACITÉ AU CHAMPS (fc)	POROSITÉ (n)	CAPACITÉ D'ABSORPTION
Blight et coll., 1992	Présentation de graphiques de la capacité au champs en fonction de la densité à partir de valeurs tirées de la littérature ; les graphiques illustrent aussi l'effet de l'âge des déchets sur fc (données pour Capetown landfills)		Pour une densité des déchets = 752 kg/m^3 fc (vol.) = 25 à 36% ; Pour une densité des déchets = 993 kg/m^3 fc (vol.) = 25 à 44%		
Modèle HELP version 3 (Schroeder et coll., 1994)	Porosité, capacité au champs et point de fléchissement basé sur la gamme des teneurs en humidité des déchets solides municipaux (Tchobanoglous et coll., 1977)		fc (vol.) = 29,2%	n = 67,1%	

Notes :
vol. = volume
moy. = moyenne
typ. = typique

1. la teneur en humidité en pourcentage du poids sec est obtenue en divisant le poids du liquide par le poids des solides multiplié par 100
2. la capacité au champs est la teneur en humidité minimum pouvant être atteinte par drainage gravitaire
3. la porosité est le volume des vides divisé par le volume total

ANNEXE E – Estimation des besoins en eau

Annexe E – Estimation des besoins en eau

1. DONNÉES DE CALCUL

$$C_b = \text{Capacité du bioréacteur} = 2 \times 10^6 \text{ t}$$

$$P = \text{Précipitation annuelle moyenne}$$

$$W_i = \text{Teneur en eau des déchets}$$

$$W_c = \text{Teneur en eau à la capacité au champs}$$

$$P = 1050 \text{ mm/an (station Saint-Jérôme \#7037400)}$$

$$W_i = 25\%$$

$$W_c = 50\%$$

2. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

La teneur en eau est définie par unité de volume comme la masse d'eau contenue dans les déchets sur la masse des déchets secs.

La quantité initiale d'eau dans les déchets peut donc être déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$W_i = \frac{M_i}{M_{ds}}$$

$$W_i = \frac{M_i}{M_d - M_i}$$

$$W_i = 0,25$$

Où

$$M_d = \text{Masse initiale des déchets}$$

$$M_{ds} = \text{Masse des déchets secs}$$

$$M_i = \text{Masse initiale d'eau dans les déchets}$$

$$\begin{aligned}M_d &= 2 \times 10^6 \text{ t} \\M_i &= 400\,000 \text{ t} \\M_{ds} &= 2 \times 10^6 - 4 \times 10^5 \text{ t} \\&= 1,6 \times 10^6 \text{ t}\end{aligned}$$

La quantité d'eau dans les déchets à la capacité au champs peut par la suite être évaluée par la même équation :

$$\begin{aligned}W_c &= \frac{M_c}{M_{ds}} \\&= 0,50 \\M_c &= M_{ds} \times 0,5 \\&= 1\,600\,000 \text{ t} \times 0,5 \\&= 800\,000 \text{ t}\end{aligned}$$

La quantité d'eau à ajouter pour obtenir la capacité au champs est donc de :

$$\begin{aligned}M_{\text{eau}} &= M_c - M_i \\&= 800\,000 \text{ t} - 400\,000 \text{ t} \\&= 400\,000 \text{ t} \\&= 400\,000 \text{ m}^3\end{aligned}$$

ANNEXE F – Estimation du volume de lixiviats dans les étangs

Annexe F - Estimation du volume de lixiviat contenu dans les étangs

Étangs	Caractéristiques des étangs						
	Superficie au fil de l'eau	Longueur mesurée	Largeur calculée	Pente des talus	Profondeur d'eau	Superficie au fond	Volume d'eau approximatif
	m ²	m	m	H:1V	m	m ²	m ³
	A	B	C	D	E	F	G
Étang non-aéré N° 1A	5200	240	21,7	3	1,5	2926	6095
Étang non-aéré N° 1B	4728	235	20,1	3	1,5	2513	5431
Étang non-aéré N° 1C	5590	230	24,3	3	1,57	3283	6965
Étang non-aéré N° 1D	5469	230	23,8	3	2,84	1435	9804
Étang non-aéré N° 1E	2593	126	20,6	3	1,5	1355	2961
Étang non-aéré N° 2	7851	100	78,5	3	3,28	4725	20625
Étang non-aéré N° 3	12003	150	80,0	3	2,93	8268	29697
Étang non-aéré N° 4	2593	127	20,4	3	1,24	1552	2570
Étang aéré n° 1	7722	292	26,4	3	2,48	3205	13549
Étang aéré 3-A	730	30	24,3	3	1,5	322	789
Total	54479				2,03		98486

Notes de calculs :

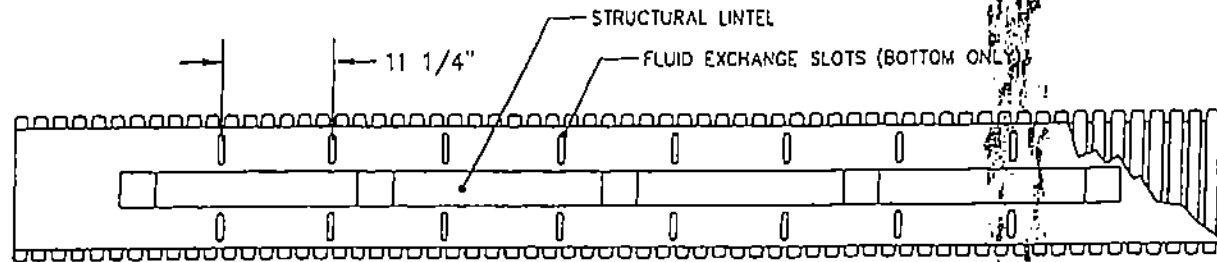
$$C=A/B$$

$$F=(B-2*D*E)*(C-2*D*E)$$

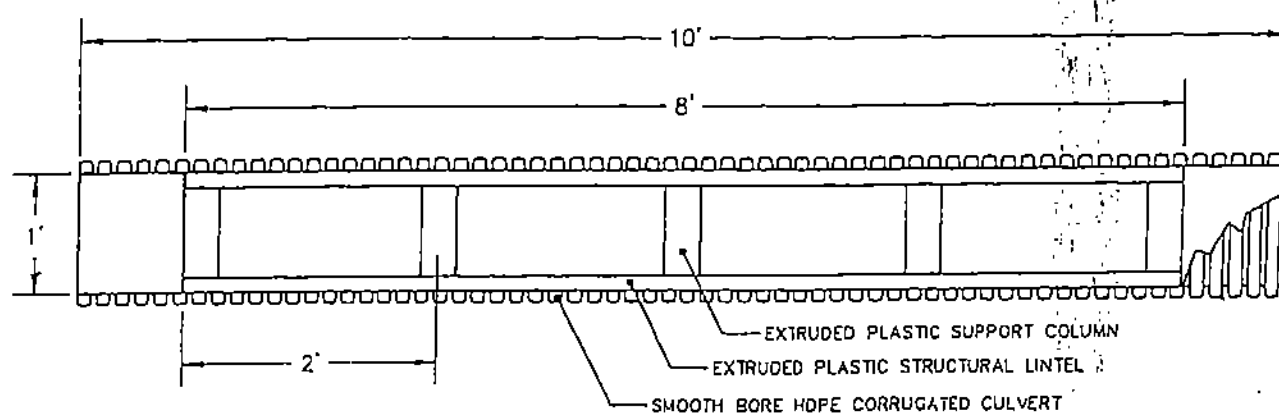
$$G=(F*E)+((A-F)*E/2) \text{ Volume approximatif}$$

Hypothèse : Dans l'absence de mesures, une profondeur moyenne de 1,5 m a été considérée pour les étangs 1A, 1B, 1E et 3-A

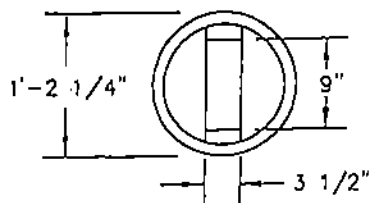
ANNEXE G – Conduite HYEX



PLAN SECTION



ELEVATION SECTION



END VIEW

THE HYEX™ SYSTEM IS COVERED BY U.S. PATENTS

		LANDFILL TECHNOLOGIES, INCORPORATED	
		HYEX™ LANDFILL CONDUIT	
DRAWN BY: J. BALET	DATE: 07/09/99	SCALE: 1"=1'	REV. A
		HYEX	001-00 1 OF 1

HYEX™ LANDFILL CONDUITS

Important Installation Instructions

- 1) Install HYEX conduits with stripes facing exactly upward so that interior columns are vertical under load.
- 2) Place 12" dia. HYEX sections butted together inside 15" dia. joint sleeve for maximum connection flexibility.
- 3) Place at least 12" of stone or tire chips beneath HYEX; bed as level as possible; backfill with stone or tire chips to 12" above HYEX conduit.
- 4) Install 2" HDPE liquid management pipe continuous inside HYEX conduit; Stop liquid pipe about 80 feet short of end of HYEX run. The 2" pipe should be solid first 20 feet into HYEX; ½" holes @ 10 feet O.C. first half of run (200-300' typical); ½" holes @ 5 feet O.C. second half of run (200-300' typical).
- 5) Weld 3 X 4 HDPE reducer and 10-ft. section of 3" HDPE pipe onto 4" HDPE gas extraction lateral. Insert entire 3" pipe into HYEX conduit.
- 6) Place clay soil surrounding extraction (front) end of first HYEX conduit after all liquid and gas lateral pipes are installed. Fill "daylight" trench with clay to block subsequent liquid weep or air infusion.
- 7) Surround non-extraction (back) end of last HYEX conduit fully with stone or tire chips to prevent induction of foreign matter or debris into HYEX conduits.

