

**COMPTE-RENDU DE L'ATELIER SUR L'ADAPTATION,  
L'APPLICATION ET L'OPERATION DES TECHNOLOGIES  
ECOLOGIQUEMENT RATIONNELLES POUR LE  
TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET  
INDUSTRIELLES DANS LA REGION DES CARAIBES**

**ATELIER REGIONAL POUR LA REGION DES CARAIBES**

**DU 16 AU 20 NOVEMBRE 1998**

**MONTEGO BAY, JAMAÏQUE**

**EN COLLABORATION AVEC MURDOCH UNIVERSITY**

**ET**

**LE PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT (PNUE)**

**ET**

**CENTRE INTERNATIONAL DE LA TECHNOLOGIE ENVIRONNEMENTALE DU UNEP**

Note:

La nomenclature utilisée et le contenu de ce document ne représentent pas d'opinion particulière de la part du PNUE sur des questions légales relatives aux états, territoires, ville ou région, ou sur leurs autorités, ou concernant la délimitation de leur territoire ou frontière. Ce document contient les opinions des auteurs en tant qu'individus, qui ne sont pas nécessairement celles du PNUE.

©1998 PNUE



Programme pour l'Environnement des Caraïbes  
14-20 Port Royal Street  
Kingston, Jamaica

Cette publication peut être reproduite en partie ou en entier et sous toutes formes, à des fins éducatives ou sans bénéfices, sans autorisation spéciale des propriétaires des droits si la source est identifiée. Le PNUE apprécie recevoir copie de toute publication utilisant ce document comme source d'information.

La revenue out tout autre usage commercial de cette publication est interdite sans l'autorisation écrite du PNUE

**Ce document peut être cité comme suit:**

PNUE: Compte-rendu de l'Atelier sur l'adaptation, l'application et l'opération des technologies écologiquement rationnelles pour le Traitement des eaux usées domestiques et industrielles dans la Région des Caraïbes. Rapport Techniaue du PEC No. 43. PNUE Programme pour l'Environnement des Caraïbes, Kingston 1998.

# AVANT PROPOS

La mise en valeur de la sensibilisation et du développement des capacités des gestionnaires et des décideurs politiques au niveau régional et national font partie des priorités du programme du Centre international de technologies environnementales (IETC) du PNUE et de l'Unité de coordination régionale du Programme pour l'environnement des Caraïbes (UCR/CAR). En particulier les connaissances sur les problèmes d'adoption, d'application et de fonctionnement des technologies écologiquement rationnelles (EST) sont devenues essentielles pour planifier l'utilisation durable des ressources naturelles et réduire les impacts des activités humaines (comme les déchets) sur l'environnement.

L'IETC a déjà organisé deux ateliers de travail pilotes sur l'Adoption, l'application et le fonctionnement des technologies écologiquement rationnelles dans diverses parties du monde. Le premier a eu lieu en septembre 1996 à Dresde, en Allemagne et portait sur les ressources urbaines et celles en eaux douces. Le second s'est tenu en décembre 1997 à Murdoch University en Australie et portait sur la gestion urbaine.

L'atelier pour la région des Caraïbes qui a eu lieu à Montego Bay, en Jamaïque, en novembre 1998, a pour origine l'atelier de Dresde où les participants des Caraïbes et de la région Atlantique ont élaboré des propositions pour un suivi régional. Lors de l'atelier de Dresde des modules de formation ont été préparés par Murdoch University englobant des présentations des pays représentés ainsi que celles de spécialistes des traitements des égouts domestiques et industriels. Les présentations durant les ateliers concernaient divers problèmes clefs comme les systèmes d'information et les bases de données relatives aux technologies écologiquement rationnelles, les approches technologiques alternatives de traitement, les solutions technologiques, les innovations et l'identification des actions futures des pays.

L'atelier de Montego Bay réunissait des experts nationaux de 20 correspondants techniques de la région des Caraïbes plus un certain nombre d'experts des traitements des égouts, des entreprises privées, des membres du Corps de la Paix américain, et des représentants de diverses agences internationales comme l'Agence des Etats Unis pour le développement international, l'Union Européenne, l'Institut pour la santé de l'environnement des Caraïbes et la Coopération technique allemande (GTZ). Egalement, en tant que partie de l'IETC et de support du PEC au programme pour le développement des petits états insulaires (SIDS), un officiel du gouvernement de l'île du Cap Vert en Atlantique était invité à participer et partager ses expériences avec les experts de la région.

L'atelier rassemblait des experts des gouvernements de la région avec les concepts de base relatifs à l'adoption, l'application et le fonctionnement des technologies écologiquement rationnelles (EST). Cet historique sur les technologies écologiquement rationnelles EST était complété par les informations des dernières technologies alternatives du traitement des égouts industriels et domestiques. L'IETC et PNUE-UCR/CAR pensent que l'atelier a fourni une base solide pour les technologies écologiquement rationnelles à considérer lors du processus de planification de la part des gouvernements qui sont en train d'identifier et de sélectionner les technologies qui conviendront à leurs besoins spécifiques.

**Lilia Casanova**  
**Directeur en chef et OIC**  
**IETC**

**Nelson Andrade Colmenares**  
**Coordinateur**  
**PNUE-UCR/CAR**

# EDITORIAL

Les communautés de la région des Caraïbes ont un fort désir d'améliorer leur environnement. Ce désir a été clairement exprimé lors des présentations des pays par les délégués à l'atelier du PNUE sur l'Adoption, l'application et le fonctionnement des technologies écologiquement rationnelles pour le traitement des égouts industriels et domestiques.

Il y a également eu une prise de conscience générale quant au fait que les solutions aux problèmes environnementaux du milieu marin de la région sont liées aux communautés elles-mêmes et que le futur sera fait d'étapes et d'actions élaborées au sein même de la région. De plus, une contribution significative peut émaner des délégués des pays participant à l'atelier. Le groupe de Murdock University ayant secondé l'atelier pour aider à définir plus clairement les problèmes existant, pour considérer les technologies qui ont été développées dans la région et ailleurs et pour aider les délégués des pays à développer des stratégies qu'ils peuvent mettre en œuvre à court, moyen et long terme dans leur pays, a par conséquent eu une expérience agréable et satisfaisante.

Le processus décrit ci-dessus a débuté quelques temps avant l'atelier de travail, avec les pays de la région qui identifiaient les experts régionaux à envoyer en tant que délégués à l'atelier et avec la préparation des articles des pays par les délégués. A peu près en même temps, des spécialistes familiers des problèmes environnementaux rencontrés par les pays en développement sont venus présenter des technologies qui pourraient fournir des solutions aux problèmes identifiés par les pays représentés.

Il paraît évident d'après les articles des pays (deuxième partie de ce document) que la situation actuelle dans la Région des Caraïbes est dans l'ensemble similaire, différant seulement par le degré des problèmes rencontrés. Il existe une insuffisance au niveau de la collecte et du traitement des égouts dont beaucoup aboutissent dans le milieu marin et y provoquent un impact négatif. Le milieu marin est l'une des principales attractions touristiques qui a besoin d'être protégé pour assurer sa viabilité à long terme. Là où il y a collecte et traitement des égouts, les installations ne fonctionnent en général pas ou n'arrivent pas à maintenir leur spécification. L'insuffisance de ressources, de personnel, de formation du personnel, les arrangements institutionnels ou le renforcement de la législation ont été cités comme des causes possibles. Alors qu'il existe une diversité culturelle et économique dans la Région des Caraïbes il apparaît que l'expérience de région n'est pas si différente de celle d'autres régions comme illustré par le cas du Cap Vert, une île située à l'ouest du continent africain.

Des intervenants invités ont présenté des articles (première partie de ce document) sur les technologies qui ont été utilisées avec succès dans des pays développés et dans des pays en développement. Nous pensons que ceci est un point important car les technologies proposées pour les pays en développement pourraient ne pas être considérées comme appropriées et passer seulement en second plan. Nous avons le plaisir de voir des articles des Etats Unis, du Canada, de l'Amérique du Sud et de l'Australie donnant des exemples où les technologies ont démontré être applicables de manière équivalente dans des pays développés et dans des pays en développement pour ce qui est de la durabilité à long terme.

Tandis que les articles étaient présentés sur des technologies spécifiques de gestion des égouts, celles-ci étaient replacées dans un contexte plus large par d'autres présentations. Les autres présentations ont couvert des sujets allant du choix des technologies et du développement durable, à la compréhension scientifique de base requise pour aider au choix des technologies, à l'impact de l'évacuation des déchets sur

l'environnement marin et au développement d'un protocole de contrôle de la pollution du milieu marin de la Région des Caraïbes développé par les pays de la région.

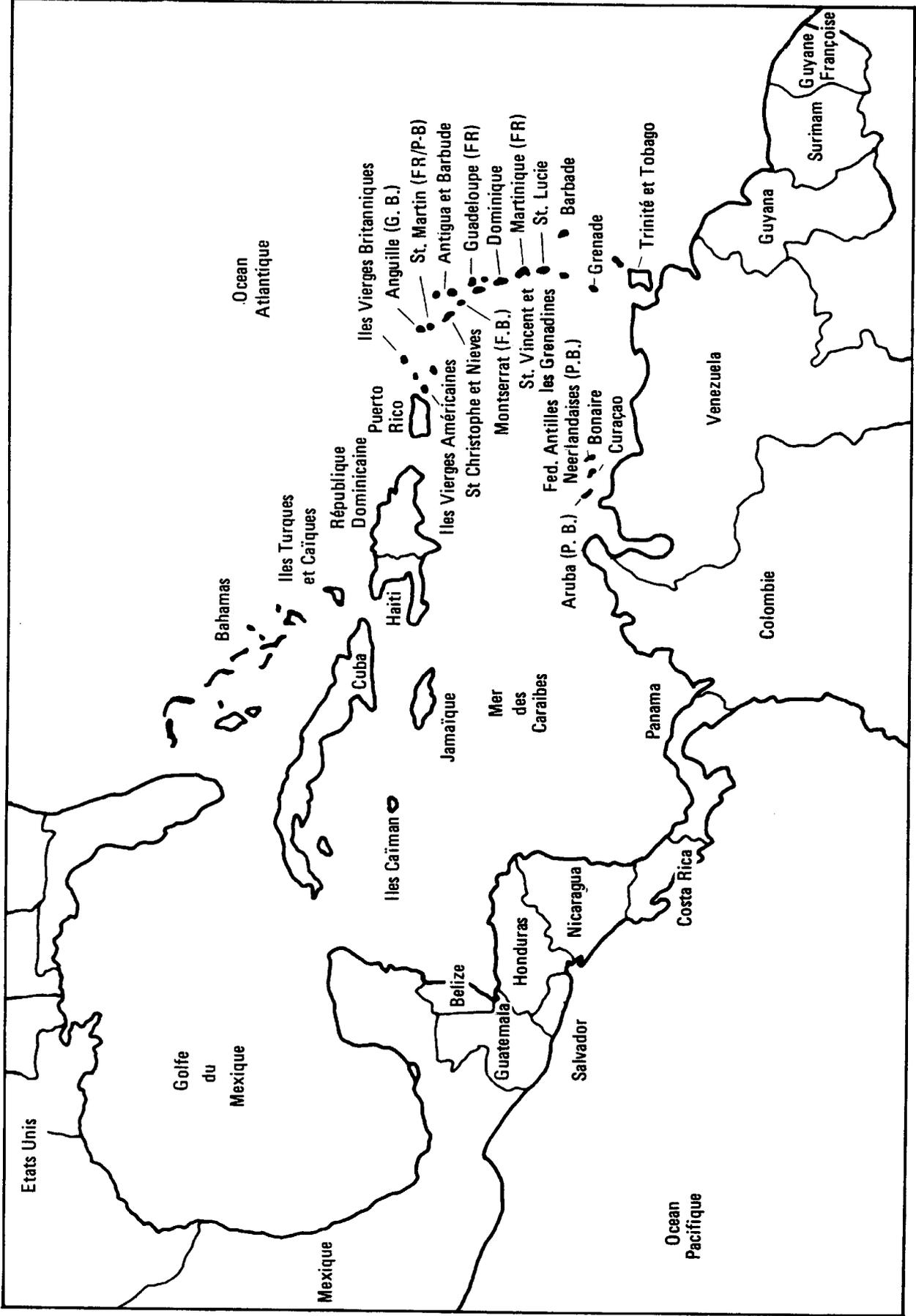
Deux bénéfices majeurs retirés de l'atelier sont le réseau qui s'est constitué parmi les délégués et l'échange des idées qui ont fait de la contribution des articles individuels plus qu'une somme de document. Nous avons le plaisir de signaler que ces deux aspects étaient très clairs pendant l'atelier. Les intervenants de l'extérieur et ceux de la région ont été interrogés sur leurs idées et leur applicabilité pour la région. Les sources d'information ont été rendues disponibles et un certain nombre a été présenté formellement.

Un résultat significatif de l'atelier fût la délibération des délégués sur les étapes qu'ils pouvaient accomplir à court, moyen et long terme pour contribuer aux efforts de protection du milieu marin de la région par rapport aux décharges d'égouts telluriques. Ces efforts ont été formulés le dernier jour de l'atelier grâce à des discussions de groupe résumant les conditions existantes, les technologies actuelles et les options futures.

Nous sommes certains que le réseau qui s'est constitué lors de l'atelier et que les résultats de l'atelier qui englobent cette publication contenant la procédure de l'atelier, continueront de contribuer à un milieu marin meilleur dans la Région des Caraïbes. Nous aimerions assurer le suivi des recommandations faites lors de l'atelier après un an ou deux pour évaluer les étapes franchies et les améliorations effectuées ainsi que les autres étapes à franchir pour atteindre les objectifs.

Nous louons l'initiative de l'IETC PNUE et de l'UCR/CAR – PNUE et invitons les lecteurs à évaluer les articles pour ce qui est de l'application spécifique dans leur communauté, pays ou région. Les commentaires et les suggestions sur les articles présentés à l'atelier et sur l'atelier lui-même seront également bienvenus.

Goen Ho  
Directeur de l'Institut des sciences environnementales  
Institute for Environmental Science  
Murdoch University  
Perth, Australia  
Février 1999



# TABLE DES MATIERES

	PAGE
AVANT PROPOS .....	i
EDITORIAL .....	ii
<i>Dr Goen Ho, Institute for Environmental Science, Murdoch University, Western Australie</i>	
CARTE DE LA REGION DES CARAÏBES .....	iv
TABLE DES MATIERES .....	v
 <b>PREMIERE PARTIE: ARTICLES PROPOSÉS</b>	
<b>HISTORIQUE:</b>	
Choix de la technologie et développement durable .....	5
<i>Dr Martin Anda, Murdoch University</i>	
Sources telluriques de pollution marines dans la Région des Caraïbes .....	10
<i>M. Tim Kasten, UCR/CAR</i>	
Principes de traitement des eaux usées .....	13
<i>Professeur associé Goen Ho, Murdoch University</i>	
Impact des déchets organiques sur l'environnement marin .....	17
<i>Melle Christine Gault, National Estuarine Research Reserve, Waquoit Bay, Massachusetts, Etats Unis</i>	
<b>Collecte et systèmes de traitement des égouts pour de grandes communautés dans la Région des Caraïbes:</b>	
<b>Collecte et systèmes de traitement des égouts pour de grandes communautés au Venezuela</b> .....	33
<i>M. Mark Lansdell, Mark Lansdell &amp; Associates, Caracas</i>	
<b>Systèmes de traitement des eaux usées au Guatemala</b> .....	43
<i>M. Adan Pocasangre Collazos, CONAMA, Guatemala</i>	
<b>Systèmes de traitement des égouts pour de petites communautés:</b>	
Technologies de filtres de re-circulation: développements récents et applications en Jamaïque .....	49
<i>Melle Christiane Roy, Options Environment Inc., Montréal, Canada</i>	
<b>Systèmes de traitement des eaux d'égouts pour de petites communautés dans la région des Caraïbes</b> .....	55
<i>Melle Francine Clouden, Ste Lucie</i>	
<b>Logiciel de prise de décision et système d'information:</b>	
"maESTro" .....	67
<i>M. Vicente Santiago Fandino, IETC-PNUE, Japon</i>	
"WAWTARR" .....	73
<i>M. Chris McGahey, Vermont, Etats Unis</i>	
<b>Traitement des déchets organiques pour des installations industrielles:</b>	
Application de la technologie anaérobie au traitement des eaux d'égouts domestiques en Jamaïque .....	83
<i>M. Julia Brown, Integrated Waste Water, Kingston, Jamaïque</i>	
Alternatives de technologies simples à faibles coûts pour le traitement des égouts .....	101
<i>M. John A McKee, OMM Trow Consulting Engineers, Ontario, Canada</i>	

### **Systèmes sur site:**

Le bureau central national de petits flux et leçons tirées du projet national de démonstration sur-site.....	111
<i>M. David Pask, Small Flows Clearinghouse, Etats Unis</i>	
Gestion des eaux usées au Cap Vert.....	119
<i>M. Antunio de Cassia Sousa Babosa, Directeur des Ports et Marinas, Cap Vert</i>	
<b>Systèmes ménagers de traitement des eaux usées :</b>	
<b>Systèmes ménagers de traitement des eaux usées.....</b>	<b>133</b>
<i>Dr Kuruvilla Mathew, Murdoch University</i>	
Systèmes de traitement secondaire pour la gestion sur-site et décentralisée des eaux usées.....	142
<i>Professeur Ted Loudon, Michigan State University, Etats Unis</i>	
Systèmes ménagers abordables pour l'assainissement communautaires.....	156
<i>M. Stephen Hodges, Construction Resource and Development Centre, Jamaïque</i>	

### **DEUXIEME PARTIE: RAPPORT DES PAYS**

Antigua et Barbuda	<i>M. David A. Matthey</i> .....	161
Aruba	<i>Dr Ing. Elton L. Lioe-A-Tjam</i> .....	166
Bahamas	<i>Melle Christal Francis</i> .....	172
Barbade	<i>M. Anthony Headley</i> .....	176
Belize	<i>M. Jose Mendoza</i> .....	185
Iles Vierges britanniques	<i>M. Mukesh Ganesh</i> .....	191
Colombie	<i>Dr Cruz Fierro</i> .....	195
Costa Rica	<i>M. Jose Miguel Ramirez</i> .....	198
Cuba	<i>Mme Carmen Terry Berro</i> .....	202
Haïti	<i>Prof Carlo Lafond</i> .....	206
Jamaïque	<i>Mme Ianthe Smith</i> .....	212
Mexique	<i>Dr Felipe Arreguin Cortes</i> .....	217
Antilles Néerlandaises	<i>M. Arthur Rodriguez et M. Patricio Oleana</i> .....	222
St Kitts	<i>M. Errol A Rawlins</i> .....	229
St. Vincent et les Grenadines	<i>M. Brian George</i> .....	231
Trinité et Tobago	<i>M. Kancham Kanhai</i> .....	235
Etats Unis	<i>M. Louis Salguero</i> .....	242
Venezuela	<i>Mme Fanny Rodriguez</i> .....	244

### **TROISIEME PARTIE: DISCUSSIONS DE GROUPE**

Discussion de groupe : Problèmes, Technologies existantes et options futures.....	251
APPENDICE 1: Programme.....	251
APPENDICE 2: Liste de l'équipe ressource.....	265
APPENDICE 3: Liste des pays représentés.....	271
APPENDICE 4: Liste des autres participants.....	277
APPENDICE 5: Profils des institutions.....	283

# **PREMIERE PARTIE**

## **ARTICLES PROPOSES**

# **HISTORIQUE**

# CHOIX DE LA TECHNOLOGIE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

**Dr Martin Anda**

Institut des sciences expérimentales, Murdoch University, South Street, Murdoch WA 6150, Australie  
Tél.: (61-8) 9360-6123, Fax: (61-8) 9310-4997, E-mail: anda@essun1.murdoch.edu.au

## **Le concept de développement durable**

Ces dernières années, la recherche d'un développement durable est devenue un objectif commun des environmentalistes, des économistes, des théoriciens du développement, des gouvernements et même de certains industriels. Cette préoccupation largement fondée pour l'environnement et le développement est une partie de la seconde vague des sciences de l'environnement modernes (Beder 1993, p.xi).

La première vague de la science de l'environnement moderne a vécu son apogée au cours des années 60 et au début des années 70. Pendant ces années un certain nombre de scientifiques ont commencé à exprimer leurs préoccupations quant aux questions écologiques comme les effets de la pollution et la diminution des ressources naturelles non renouvelables. Il y a eu également un rapide accroissement des préoccupations du public pour le bien-être du milieu naturel. Les organisations de préservation de la nature ont étendu leurs intérêts en incluant les questions écologiques, et de nouvelles organisations et sociétés se sont formées pour concentrer leur attention sur les problèmes écologiques (ex. Greenpeace formé en 1971).

La science de l'environnement des années 60 – début des années 70 était différente de la science de l'environnement d'aujourd'hui du fait qu'elle bénéficiait d'un très faible support de la part du courant dominant des économistes et des industriels. La situation était encore plus antagoniste vis à vis de l'industrie et de l'idéal capitaliste occidental dans la poursuite d'une croissance industrielle sans fin. La première vague d'environmentalistes exprimait l'inquiétude selon laquelle la population augmentait et que la croissance industrielle ne pourrait pas indéfiniment subvenir à ses besoins. Beaucoup ont soutenu que la crise écologique mondiale était imminente et ont considéré la poursuite du développement économique et industriel comme responsable (ex. Meadows *et al.* 1972). A ce moment là les gouvernements étaient peu disposés à reconnaître l'existence de problèmes écologiques mondiaux ou de reconnaître la possibilité d'une crise écologique mondiale. Cependant, de nombreux gouvernements des pays les plus riches (y compris l'Australie) ont répondu aux pressions des communautés et introduit des actes de purification de l'air, des actes de purification de l'eau et d'autres formes de législation concernant l'environnement.

La première vague de la science de l'environnement a perdu de la vitesse à la fin des années 70 et au début des années 80, en grande partie parce qu'un certain nombre d'auteurs a commencé à soutenir que la crise écologique mondiale n'était qu'une stupide plaisanterie (voir Beder 1993, Adams 1990). Cette vision était assez populaire parmi les membres dirigeants des gouvernements et des pays industrialisés influents. Les gouvernements qui avaient précédemment répondu à la pression de la communauté pour mettre en place des restrictions industrielles, se sont inclinés face à la pression croissante de l'industrie et du public en faveur de la croissance économique. Les gouvernements sont devenus moins enthousiastes pour s'impliquer dans l'introduction de nouvelles législations sur l'environnement et dans certains cas ont rechigné à appliquer la législation existante.

La seconde vague de la science de l'environnement a débuté à la fin des années 80. L'un des événements qui a aidé cette seconde vague fût l'émergence des convictions scientifiques sur la formation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et l'évidence de la conviction que la couche d'ozone était en train de diminuer. Un autre événement significatif fût la publication du Rapport Brundtland<sup>1</sup> en 1987 par la Commission internationale des Nations Unies sur l'environnement et le développement. Dans le rapport Brundtland la Commission internationale soutient que la planète a un besoin urgent de protection de l'environnement *et* de développement économique. Ainsi, fût proclamé, que la forme durable du développement économique avait besoin d'être encouragée. La Commission internationale définit le développement durable de la façon suivante :

*"un développement qui subvient aux besoins actuels sans compromettre les capacités des générations futures à subvenir à leurs propres besoins."*

Le Rapport Brundtland n'était pas la première publication qui suggérait qu'il était nécessaire que le développement soit durable, ou le premier à donner une définition du développement durable<sup>2</sup>. Cependant, son influence fut prépondérante par rapport aux documents précédents de par le moment de sa parution et de la position proéminente de ses auteurs dans l'arène politique. A ce moment là, la parution du Rapport Brundtland sur le développement durable fut approuvé par l'Assemblée Générale des Nations Unies et il fut également accepté en tant qu'objectif national par les gouvernements de 100 pays. (Beder 1993, p. xiii).

Les critiques du Rapport Brundtland ont soutenu que la définition du Rapport Brundtland sur le développement durable était très vague et que cela permettait aux différents groupes d'intérêts d'interpréter la définition de façon à ce qu'elle convienne à leurs propres objectifs. Ils affirmaient que tandis que les groupes d'intérêts pouvaient tous accepter que l'environnement soit protégé, ils avaient souvent une idée différente sur la partie de l'environnement à protéger, des idées différentes sur comment il devrait être protégé et des idées différentes sur ce qu'était le développement. En d'autres termes, bien que les groupes d'intérêts acceptent tous le fait que la poursuite du développement durable soit importante et nécessaire, ils étaient rarement d'accord sur comment cela devrait être exécuter.

Ceci est devenu tout à fait évident en 1990 quand le Gouvernement Commonwealth australien a mis en place un certain nombre de groupes de travail pour formuler une stratégie nationale sur le développement écologiquement durable. Les groupes de travail devaient étudier comment le développement durable pouvait être appliqué dans neuf secteurs de l'industrie où ils pensaient à une incidence significative sur les ressources naturelles. Ces secteurs étaient : l'agriculture, l'utilisation de l'énergie, la production d'énergie, le transport, l'industrie minière, la pêche, l'utilisation des forêts, le tourisme, la fabrication.

Les groupes de travail étaient formés de représentants du gouvernement, de l'industrie, des unions, des organisations de consommateurs et de celles pour le bien-être social, et des groupes de protection de la nature. Les résumés des conclusions des groupes de travail sont parus en 1992. Quelques représentants des organisations écologiques et d'organisations de conservation n'étaient pas satisfaits par la façon de fonctionner des groupes de travail. Ils avaient le sentiment que les questions intersectorielles (les

---

<sup>1</sup> Le rapport de Brundtland est intitulé "Notre Avenir Commun" mais est souvent référé comme le *Rapport Brundtland* pour Harlem Brundtland, le président de la Commission Mondiale.

<sup>2</sup> D'autres écrivains et comités avaient donnés des définitions de développement durable. Par exemple, la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement Humain tenue à Stockholm en 1972 et la Stratégie de Conservation Mondiale publiée en 1980.

questions à cheval sur plusieurs secteurs) n'étaient pas traitées correctement. D'autres environnementalistes ont affirmé que les questions litigieuses et les recommandations qui apparaissaient dans les rapports finaux étaient conservatrices et avaient pour but un changement lent et progressif plutôt qu'un changement plus radical qu'ils jugeaient nécessaire.

Les environnementalistes ont soulevé des critiques similaires à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992, L'Agenda 21, un programme d'actions écologiques pour le 21<sup>ème</sup> siècle dont les Nations Unies attendent qu'il soit appliqué par tous les pays, a été toisé de faiblesse et sans déclaration ferme sur les questions litigieuses importantes comme le rôle des corporations multi-nationales, le contrôle des populations et la consommation des pays riches.

La version du Rapport Brundtland sur le développement durable, qui est la base de la Stratégie nationale du gouvernement Commonwealth australien fut également critiquée par les mêmes personnes dans le domaine des études sur le développement. Quelques auteurs spécialisés dans les questions environnementales ont affirmé que le Rapport Brundtland était essentiellement une réforme, une version plus verte du « développementalisme »<sup>3</sup>. Ils affirment que le Rapport Brundtland envisage l'environnement du point de vue des pays riches industrialisés (auxquels ils se réfèrent comme étant le noyau). Le développement durable, selon eux, *devrait* considérer l'environnement du point de vue des communautés pauvres du Tiers Monde (la périphérie). Ainsi, au lieu de se concentrer essentiellement sur la réduction de l'impact sur l'environnement des pratiques économiques existantes, les pays riches industrialisés devraient envisager de changer leurs pratiques économiques actuelles afin de s'assurer que les pauvres aient des moyens d'existence durables et sûrs (Adams 1990, p.5, 198; Chambers 1987).

Zethoven (1991) a défini trois positions soutenues lors du débat sur le développement durable : le développement durable faible, intermédiaire et profond. La première, à l'inverse des deux autres, assume que les biens naturels et ceux créés par l'homme peuvent être substitués. Le Conseil des Affaires d'Australie et le Gouvernement australien, par exemple, concorde avec la position « faible » avec leur support continue à une croissance économique sans discrimination même avec la perte d'« espèces sans importance ». L'ensemble des mesures sur le développement durable écologique préparé par le Gouvernement australien entre l'industrie et le courant dominant des organisations de conservation sur cette base faible a eu pour résultat la sortie des négociations de Greenpeace (Beder, 1994). Le Rapport Brundtland sied à la position intermédiaire qui accommoderait la croissance en développant les pays pour atteindre un niveau de vie durable de sécurité alors que la croissance du monde industrialisé serait contenue. De nombreux environnementalistes s'alignent sur la position profonde du développement durable et curieusement cela est peut être la position applicable aux communautés du Quart Monde. Dans un cadre de développement durable profond les communautés locales, les communautés indigènes éloignées, par exemple, sont capables d'entreprendre une croissance limitée et finie pour remédier aux désavantages dont ils souffrent dans une nation industrialisée.

Beder (1994, p39) a appelé « troisième vague » des sciences de l'environnement celle qui devrait « transcender les deux approches : la protestataire (première vague) et celle du consensus (deuxième vague) des dernières décennies ».

---

<sup>3</sup> Le terme "développementalisme" est utilisé pour décrire une conception où tous les pays doivent progresser (linéaire) vers la modernisation, et où le progrès est mesuré en termes de croissance économique et de taux avec lequel la technologie moderne est adoptée.

## Références sur le développement durable

- Adams, W.M. (1990) Green development: Environment and sustainability in the Third World. Routledge, London, pp 14-65.
- Adams, W.M. (1993) Sustainable Development & the Greening of Development Theory, in F.J. Schuurman (ed), Beyond the Impasse, Zed Books, pp207-222.
- Beder, S. (1993) The Nature of Sustainable Development. Scribe Publications, Newham, Australia. pp 3-8.
- Beder S (1994), Revoltin' Developments: The politics of sustainable development, Arena Magazine, June/July, pp37-39.
- Bookchin, M. (1983) An open letter to the ecological movement. RAIN, Oct/Nov.
- Brundtland, H. (1987) Our common future. Oxford University Press, Oxford (for the World Commission on Environment and Development). pp 45-65
- Chambers, R. (1987) Sustainable Rural Livelihoods: A Strategy For People, Environment and Development. Overview paper for Only One Earth; Conference on Sustainable Development, IIED, London, 1987
- Commonwealth of Australia (1992) National strategy for Ecologically Sustainable Development. Décembre, AGPS, Canberra. pp. 6-19 (Introduction)
- Meadows, D., Randers, J., Behrens, W.W. (1972) The Limits to Growth. Universe Books, New York.
- Sachs, W. (1992) Whose environment? New Internationalist 232, 20-22.
- World Commission on Environment & Development (1995), Towards Sustainable Development, in Conca *et. al.* (eds), Green Planet Blues, Westview Press, pp211-221.
- Zethoven I (1991), *Sustainable Development - a critique of perspectives*, in Immigration, Population and Sustainable Environment, Smith J W (ed), Flinders University Press, Adelaide.

## Technologie pour le développement durable

Comme étudié dans la section précédente, il existe une série de facteurs physiques et sociaux qui vont déterminer si les activités économiques seront durables ou non. Le choix de la technologie et le fait qu'elle soit appropriée ou non aux circonstances données est un élément important dans cette dimension physique et sociale de la durabilité.

Le choix de la technologie (CT) a été synthétisé pour la première fois par E. F. Schumacher et exposé dans son œuvre de référence « Ce qui est petit est joli ». La définition du choix de la technologie (CT) qui s'accorde de très près avec les idées originelles de Schumacher est la suivante : « une technologie taillée sur les mesures du contexte physiologique et biophysique prévaut dans un lieu et un moment particulier » (Willoughby, 1990).

Tout comme le développement durable, le sujet du choix de la technologie est énorme par lui-même. Le terme de choix de la technologie a été largement et improprement utilisé pour couvrir une multitude de concepts dépendant de l'insistance et du programme particulier de l'auteur. Certains y ont recouru sous une forme désobligeante s'y référant comme le mot « à la mode » recouvrant tout, des approches philosophiques à la technologie, en passant par les idéologies, les critiques politico-économiques, les mouvements sociaux, les stratégies de développement économique, les types particuliers de techniques lourdes et les activités « anti-technologiques » (voir Willoughby, 1990, pp16-17). En dépit de ces critiques le concept du choix de la technologie est resté central dans la poursuite du développement durable dans les pays riches et dans les moins riches, comme un concept clef dans l'évolution des nouvelles technologies écologiques.

La discussion la plus complète sur les questions philosophiques concernant le choix des technologies peut être trouvée dans Willoughby (1990). Ce qui est important de reconnaître c'est que:

- Il est de fait possible de choisir des technologies qui soient inappropriées dans les circonstances physiques et sociales qui prévalent (de nombreux exemples sont fournis dans les lectures essentielles) et ;
- Il est devenu crucial de compter sur le caractère approprié des technologies parce que :
  - (a) si ce n'est pas fait alors même les tâches techniques vers lesquelles la technologie est dirigée ne seront pas accomplies et
  - (b) les technologies particulières qui apportent des structures sous-jacentes et des suppositions pourraient être destructrices pour la société dans laquelle elles sont introduites.

Ainsi, si le développement devient plus durable, il est important d'évaluer les technologies suivant un certain nombre de critères avant de les adopter. Ces critères recouvrent les besoins techniques, sociaux et économiques de la situation spécifique.

### **Références sur le Choix de la technologie**

Azelvandre, J.P., (1994) Technology Choices For A Sustainable Future: Some Conditions and Criteria For Appropriate Technology. Ecotech '94 Papers and Discussions.

McRobie G (1991), Ideas into Action - the early years, Appropriate Technology, 18, 2: 1-4, IT Publications, Londres.

Mitchell, R.J. (1980) Experiences in appropriate technology. The Canadian Hunger Foundation, Ottawa, Canada.

Sachs, W. (1992) Technology as a Trojan horse. New Internationalist 232, 12-14

Smillie I (1991), Mastering the Machine: Poverty, aid & technology, IT Publications, Londres.

Willoughby, K. (1990) Technology choice: A critique of the appropriate technology movement. Westview Press, IntermediatSe Technologies Publications, Londres.

# SOURCES TELLURIQUES DE POLLUTION MARINE DANS LA REGION DES CARAÏBES

## UN PROTOCOLE D'ACTION

**Tim Kasten**

Programme Officer, UNEP-CAR/RCU, 14-20 Port Royal Street, Kingston, Jamaica  
Tél: (876) 922-9267, Fax: (876) 922-9292, E-mail: [tjk.uneprcuja@cwjamaica.com](mailto:tjk.uneprcuja@cwjamaica.com)

### Historique

La Convention pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes, ou « Convention de Carthagène », est le seul traité régional sur l'environnement réunissant la région des Caraïbes. La Convention de Carthagène, compte actuellement, en tant que Parties Contractantes, vingt pays parmi les 28 de la région. La Convention est un cadre de convention qui appelle ses Parties contractantes à développer des protocoles et d'autres accords pour faciliter la mise en œuvre effective de la Convention. La Convention et ses Protocoles constituent un engagement légal de ces pays pour protéger, mettre en valeur et gérer leurs eaux communes, individuelles et adjacentes.

Deux protocoles ont ainsi été élaborés. Le premier protocole sur la coopération pour le combat contre les déversements d'hydrocarbures dans la région des Caraïbes est entré en vigueur avec la Convention en 1986. Le second protocole sur les zones et la vie sauvage spécialement protégées, a été adopté en 1990, et devrait entrer en vigueur en 1998. Le travail est en cours pour un troisième protocole sur la prévention, la réduction et le contrôle de la pollution marine de source et d'activités telluriques (Protocole ST). L'aboutissement des négociations et l'adoption de ce protocole sont attendus pour le deuxième trimestre 1999.

Le Protocole ST est un mécanisme régional qui aide les états de la région des Caraïbes à atteindre les objectifs et remplir les obligations des deux accords internationaux. La Convention des Nations Unies sur les lois de la mer appelle les états à adopter des lois et des règlements pour prévenir, réduire et contrôler la pollution de source tellurique du milieu marin.

Le Programme mondial pour l'action pour la protection du milieu marin des activités terrestres (PMA), adopté à Washington en 1995, met en lumière les besoins des actions pour réduire la charge de polluants que les mers reçoivent des activités terrestres. Ces deux instruments insistent sur le besoin, pour résoudre ce problème, d'agir au niveau régional.

L'action régionale est particulièrement importante pour la région des Caraïbes. Etant donné qu'il y a un grand nombre de pays sur une surface relativement réduite, pratiquement tout le milieu marin de la région des Caraïbes est soumis à une juridiction nationale. De plus un grand nombre de pays, leur proximité directe et les modes de circulation dans la région des Caraïbes créent un grand nombre de problèmes de pollution trans-frontière. Cette situation amplifie le besoin régional de coopération et de coordination pour résoudre de manière effective les questions des sources et activités telluriques.

## **Pollution marine des sources et activités telluriques dans la région des Caraïbes**

En 1994, le Programme pour l'environnement des Caraïbes (PEC) du PNUE a achevé un panorama sur les embouchures des sources terrestres de pollution marine dans la région des Caraïbes. Le rapport de cette étude (Rapport technique du PEC N° 33) indiquait que les eaux usées domestiques constituaient la source ponctuelle de plus grande contribution en volume de la région des Caraïbes.

### **Mise en valeur du Protocole ST dans la Région des Caraïbes –*Une nouvelle approche* --**

Deux réunions d'experts ont eu lieu en 1992 et 1994 et ont contribué à l'élaboration de l'approche conceptuelle et structurelle du Protocole. Les négociations en 1996, 1997 et 1998 ont amené le Protocole au point où les Parties contractantes ont convenu d'engager les négociations finales dans la première moitié de 1999. Le projet du Protocole diffère de façon significative des autres instruments sur les sources telluriques et, une fois mis en œuvre, devrait résulter en des incidences écologiques tangibles et positives dans la région des Caraïbes et sur les économies de la région qui sont très fortement dépendantes du milieu marin.

Le projet du protocole définit les obligations générales, les responsabilités institutionnelles et les procédures pour l'acceptation et la ratification du corps principal du protocole. Des annexes techniques spécifiques établissent les catégories des sources, activités et contaminants de préoccupations prioritaires dans la zone d'application de la Convention ; les facteurs à utiliser pour déterminer les limitations des effluents ; la gestion des pratiques et les obligations spécifiques applicables aux sources de pollutions spécifiques de la région.

Les deux premières annexes du protocole établissent une liste des sources, activités et contaminants qui sont une préoccupation spécifique de la région des Caraïbes comme un tout. La deuxième annexe établit le processus élaborant les contrôles régionaux spécifiques aux sources. Les négociations des futures annexes s'adresseront aux sources, activités et les produits toxiques inquiétants listés en annexe I en utilisant les facteurs établis en annexe II. Ces futures annexes établiront les limitations régionales des effluents et les meilleures pratiques de gestion. Ces annexes comprendront également un calendrier pour parvenir aux limitations des effluents et aux pratiques de gestion.

Les troisième et quatrième annexes, qui sont les premières des deux annexes sur les sources spécifiques à être adoptées avec le Protocole, établissent la limitation des effluents pour les eaux usées domestiques et les meilleures pratiques de gestion qui devront être incorporer aux plans nationaux pour contrôler la pollution des sources agricoles non ponctuelles. La mise en œuvre effective de ces deux annexes engagera les parties à faire des améliorations effectives pour les pratiques de contrôle de la pollution actuellement utilisées dans la majorité de la région des Caraïbes.

S'il est adopté, cet accord sera le premier accord régional sur les mers où les limitations d'effluents et les autres obligations pour les pollutions provenant de sources spécifiques seront données en un temps limité.

### **L'assistance -- rendre effectif --**

En fin de compte, le Protocole ST sera vraiment efficace s'il est bien mis en œuvre. La mise en œuvre efficace du Protocole demandera une coopération et une coordination des entités à un niveau international, régional, national et local avec le secteur privé et les institutions donatrices.

Les défis clefs de la mise en œuvre du Protocole ST incluent le financement pour supporter l'identification, la mise en valeur, la conception et la construction des technologies de contrôle de la pollution et la capacité limite des institutions. L'Unité de coordination régionale du PNUE, en tant que secrétariat de la convention de Carthagène, avec les Parties Contractantes et les autres organisations concernées est en train de concevoir et de mettre en œuvre des projets pour relever ces défis. Des projets pilotes pour la capacité limite dans divers pays de la région des Caraïbes fournissent des modèles à appliquer dans d'autres pays. Des échanges de technologie ont lieu grâce aux ateliers sur les technologies et les meilleures pratiques de gestion. Le PEC a fait des progrès dans ces domaines mais le besoin est important. Au nom des Parties contractantes de la Convention de Carthagène, le Secrétariat accueille d'un œil bienveillant les partenariats pour combler ces besoins et prévenir, réduire et contrôler la pollution marine des activités et sources telluriques.

Pour toute information supplémentaire visitez le site Web du PEC [www.cep.unep.org/](http://www.cep.unep.org/) ou contactez:

*Mr Tim Kasten  
Programme Officer  
UNEP-CAR/RCU  
14-20 Port Royal Street  
Kingston, JAMAÏQUE*

*Tél: (876) 922-9267  
Fax: (876) 922-9292  
E-mail: [tjk.uneprcuja@cwjamaica.com](mailto:tjk.uneprcuja@cwjamaica.com)*

# PRINCIPES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

**Professeur Associé Goen Ho**

Institut pour les sciences de l'Environnement, Murdoch University, South Street, Murdoch, WA 6150, Australie  
Tél: (61-8) 9360-2167, Fax: (61-8) 9310-4997, Email: ho@central.murdoch.edu.au

## Introduction

De nombreuses technologies pour le traitement des eaux usées sont disponibles. Beaucoup de systèmes ont été construits et fonctionnent avec succès allant du système simple sur site à des systèmes sophistiqués à grande échelle avec contrôle informatique des opérations. Quand on évalue les technologies pour l'application à une situation particulière de nombreux facteurs doivent être considérés. Ils comprennent les coûts d'investissement, la disponibilité des fonds, les arrangements financiers, la possibilité de récupération des investissements (abordable par les utilisateurs), le fonctionnement et la maintenance et les besoins de formation pour le fonctionnement et la maintenance.

Il y a aussi une large considération à accorder lors de la planification à la préparation du terrain pour les canalisations d'égouts, les stations de pompage et les stations d'épuration, l'intégration du service des égouts aux drainages des eaux pluviales et à l'évacuation des déchets solides, l'engagement de la collectivité, le gouvernement local et le processus non-gouvernemental pour la mise en œuvre de la collecte des eaux usées et le projet de traitement. Bien que ces facteurs doivent être considérés attentivement pour assurer la viabilité long terme et la durabilité du système de gestion des eaux usées, une compréhension des principes de traitement des eaux usées est essentielle pour permettre une évaluation correcte des technologies de traitement pour l'application possible à la situation locale. Nous devons être capables de répondre à la question de savoir si une technologie particulière fonctionnera ou si elle peut vraiment être considérée comme appropriée aux exigences économiques, sociales, écologiques et aux facteurs institutionnels mentionnés ci-dessus. La réponse sera-t-elle un système de haute technologie très coûteux, ou un système sur site à faible coût sera-t-il adéquat ou encore un système à l'échelle de la collectivité sera-t-il plus approprié à s'accorder aux facteurs locaux ? La compréhension du fonctionnement de ces technologies va de pair avec la réponse à ces questions. La compréhension nous permettra également d'aider à résoudre l'adéquation entre la technologie locale existante (celle qui est utilisée localement depuis plusieurs années), comment améliorer la technologie existante ou comment adapter une des technologies disponibles qui serait mieux adaptée aux conditions locales.

Le propos de cet article est d'élaborer les principes d'une compréhension du traitement des eaux usées en examinant en premier lieu les processus naturels qui existent dans la nature pour aider à purifier les déchets. Ces principes sont alors appliqués pour examiner les systèmes simples de traitement des eaux usées qui imitent de près la nature. Les processus naturels physiques, biologiques et chimiques sont alors rapportés aux systèmes d'ingénierie qui sont plus complexes et où des unités séparées pourront être construites pour réaliser ces processus. Dans cet article, l'accent est mis sur les systèmes d'ingénierie sur site, à petite échelle.

## Processus naturel d'« auto-purification »

La nature fonctionne selon des processus qui purifient les déchets qui peuvent être déduits en examinant ce qui se passe dans les écosystèmes des forêts vierges. La qualité de l'eau d'un courant dans l'écosystème peut être considérée comme très bonne. Cette

situation existe malgré les déchets des animaux, les feuilles mortes, les végétaux et les animaux en état de putréfaction qui sont constamment produits par l'écosystème. Ces derniers sont décomposés par des bactéries qui libèrent les éléments C, N, P et autres pour être de nouveau assimilés par les plantes et retourner dans le cycle de l'écosystème. L'eau de pluie qui traverse l'écosystème produit un ruissellement qui s'écoule vers les cours d'eau et se charge difficilement de l'un de ces éléments.

Les processus naturels en place dans un écosystème peuvent être généralisés en des processus physiques, chimiques et biologiques (Tableau 1).

**Table 1. Processus naturels physiques, chimiques et biologiques purifiant l'eau**

Principes	Processus
Physiques	Dépôt – élimination des solides par l'eau Filtration – élimination des solides quand l'eau traverse le sol Aération – eau oxygénée Absorption – élimination des substances par absorption par les sols minéraux ou l'humus
Biologiques	Décomposition bactérienne – élimination des substances organiques Il existe de nombreux types de bactéries réalisant des fonctions spécifiques comme casser les glucides, les protéines, les lipides, convertissant l'ammoniaque en nitrate, convertissant le nitrate en azote gazeux. La compétition bactérienne contrôle la population des agents pathogènes
Chimiques	Précipitation – les substances soustraites à l'eau passent à travers les sols et l'humus

### **Epandage des eaux usées**

L'épandage est un système peu onéreux de traitement des eaux usées. La végétation fait habituellement partie des systèmes terrestres et peut être ramassée ou servir de pâture. Les processus naturels physiques, chimiques et biologiques décrits ci-dessus éliminent les substances organiques (généralement mesurées par la (DBO), les solides (SS) et les matériaux solubles des eaux usées). L'eau des nappes phréatiques issue de la percolation ou celle des courants issue du ruissellement peut être considérée comme ayant un minimum d'impact sur l'environnement fourni par une charge d'eaux usées par unité de surface de terre qui n'excède pas la capacité d'auto purification naturelle du système. Quand la capacité du système est dépassée il y aura des substances organiques, des nutriments (azote et phosphore), des agents pathogènes et autres restant et ceux-ci sont considérés comme polluants.

### **Lagunage des eaux usées**

Le lagunage traite également les eaux usées. Ce qui se met en place ressemble plus à ce qui se passe dans un écosystème de lac. Dans un système de lagune les solides se déposent au fond et sont décomposés par les organismes benthiques. La décomposition bactérienne a lieu dans la colonne d'eau. Les bactéries et les algues fonctionnent en symbiose, les bactéries libèrent le dioxyde de carbone que les algues reprennent pendant la journée pour produire l'oxygène grâce à la photosynthèse. L'oxygène est à son tour repris par les bactéries pour la respiration. Les nutriments sont éliminés de l'eau quand les algues sont collectées ( par exemple par les poissons).

## **Systemes mécanisés**

L'objectif principal du traitement et de l'évacuation mécanisée des eaux usées est la protection de la santé publique. Les eaux usées d'origine domestiques contiennent des agents pathogènes, des solides en suspension (SS), des substances qui contiennent à l'origine une demande biochimique en oxygène (DBO), des nutriments (azote(N) et phosphore (P)) et d'autres polluants possibles qu'il peut être nécessaire d'enlever avant que les eaux usées ne soient éliminées en toute sécurité. Des normes pour l'élimination des eaux usées en toute sécurité ont été élaborées et les technologies doivent s'y conformer. Les technologies qui ont été développées sont généralement des systèmes à grande échelle centralisés, associés à des égouts réticulaires et les eaux sont traitées pour être évacuées plutôt que réutilisées. Les options pour la réutilisation sont reconnues être limitées pour les systèmes à grande échelle pour les zones urbaines, à cause du besoin d'un système de réticulation pour les eaux usées traitées.

Les traitements sur place des eaux usées pour les maisons individuelles sont une nécessité dans les zones sans égouts réticulaires mais l'intérêt pour les traitements sur site augmente. L'une des causes de cette croissance est que la technologie pour ces traitements sur site est en maturation et la réutilisation des eaux usées traitées est une option. Ainsi, le propriétaire d'un système sur site a le contrôle total des eaux usées et de leur utilisation. Dans une collectivité urbaine où il existe un désir de développer un village urbain le traitement des eaux usées pour un groupe de maisons dans la collectivité du village urbain offre l'opportunité de compléter ce qui est désiré par certaines collectivités, par exemple la gestion intégrée de l'eau.

La maturation de la technologie pour le traitement sur site des eaux usées est dû en grande partie à l'application de principes scientifiques pour l'amélioration de la technologie obsolète des fosses septiques. Cet article, par conséquent, passe largement en revue les articles scientifiques applicables au traitement et à la réutilisation des eaux usées sur site et évalue les technologies disponibles en tenant compte de leur contenu scientifique.

Le traitement sur site des eaux usées peut ne pas fournir toutes les solutions aux problèmes de l'évacuation et de la réutilisation des eaux usées. Les problèmes qui ont besoin d'être traités sont, par exemple, si les habitants particuliers de la maison sont disposés à maintenir une unité sophistiquée de traitement des eaux usées dans leur arrière court, et le déséquilibre entre l'approvisionnement en eau et la variation saisonnière de la demande.

Les bases physiques, chimiques et biologiques pour le traitement des eaux usées pour enlever la DBO, les SS, N, P et les agents pathogènes sont bien établis. Ils ont été étudiés comme partie des efforts pour améliorer les technologies pour les systèmes de traitement des eaux usées à grande échelle. Ils figurent dans le tableau 2. Ils devraient bien sûr être applicables à petite échelle et sur les systèmes de traitement sur site.

**Tableau 2. Principes physiques, chimiques et biologiques reliés aux systèmes mécanisés**

Principes	Processus
Physiques	Criblage Sédimentation Filtration par le sable Aération Adsorption (Carbone activé) Membrane de filtration
Biologiques	Elimination de la DBO: Utilisation de bactéries aérobies Utilisation de bactéries anaérobies Elimination de N: Nitrification Dénitrification Elimination du P: Consommation de luxe
Chimiques	Coagulation & floculation Précipitation Chloration

Un exemple d'application des systèmes à grande échelle est constitué par les traitements conventionnels primaires et secondaires utilisant les stations de boues activées. Dans ce cas les eaux usées brutes sont fractionnées pour enlever les objets de grande taille, les graviers sont alors éliminés dans un bac de sédimentation aéré suivi par la sédimentation des petits solides en suspension produisant ainsi l'effluent primaire. Lors du traitement suivant la DBO est extraite par des microorganismes aéré et la sédimentation clarifie l'effluent secondaire restituant les microorganismes (boues activées) au bac aéré. Un effluent secondaire contenant moins de 20 mg/l de BDO et 30 mg/l de SS peut être obtenu sans difficulté. La norme de 20 mg/l de DBO et de 30 mg/l de SS est, en fait, basée sur ce qui peut être obtenu par un traitement primaire et secondaire des eaux d'égouts. L'évacuation vers les cours d'eau ou la réutilisation pour l'irrigation des parcs est généralement permise après chloration pour réduire la concentration en agents pathogènes.

Il est maintenant devenu plus nécessaire d'extraire l'azote et le phosphore avant l'évacuation vers les cours d'eau ou sur les terrains à cause du besoin de prévention de l'eutrophisation des eaux de surface. L'azote de l'ammonium de l'effluent secondaire peut être éliminé sous forme d'ammoniac par chaulage et aération. L'azote peut également être éliminé par nitrification biologique et dénitrification. De la même façon le phosphore peut être éliminé par précipitation chimique en utilisant la chaux, l'alun ou un sel ferrique ou encore par élimination biologique.

Les boues des traitements primaire et secondaire doivent également être traitées avant leur évacuation ou leur réutilisation. Les moyens physiques, chimiques et biologiques sont de nouveau disponibles. (Tableau 3).

**Tableau 3. Traitement à base physique, chimique et biologique des boues provenant de systèmes mécanisés**

Principes	Processus
Physiques	Epaississement Filtration par le vide
Biologiques	Digestion anaérobie Compostage
Chimique	Coagulation et floculation Incinération

Il est inutile de dire que la compréhension des bases physiques, chimiques et biologiques du traitement des eaux usées nous permet de développer des systèmes de traitement innovateurs pour atteindre des objectifs particuliers ou des normes en combinant les unités physiques, chimiques et biologiques.

A la suite du traitement secondaire et élimination des nutriments par chaulage, le remplissage des nappes phréatiques est possible après coagulation, floculation, sédimentation, filtration par le sable (c. à d. filtrage rapide dans le sable) et chloration. Il en va de même pour la production d'eau potable après absorption par le carbone activé et traitement par des membranes de filtration.

### **Systèmes de traitement sur site**

Les systèmes de traitement sur site actuels ont généralement adopté une technologie conventionnelle de stations d'épuration à boues activées pour de grands systèmes de traitement. Il est compréhensible, à cause des normes pour la réutilisation de l'effluent pour l'irrigation des jardins que l'effluent soit chloré et ne contienne pas plus de 20 mg/l de DBO et 30 mg/l de SS, c. à d. qu'on peut obtenir sans difficulté un effluent secondaire en utilisant un processus de boues activées. Les différences qui peuvent être observées sont l'insertion d'un filtre goutte à goutte dans la chambre d'aération pour faire face à des flux variables et l'insuffisance de l'élimination des boues. Une telle décomposition anaérobie des boues a lieu dans la première chambre de sédimentation. Il apparaît que les unités actuelles de traitement sur place du commerce bénéficieraient d'un examen scientifique rigoureux du fonctionnement de leurs composants pour optimiser leurs performances générales.

Si l'élimination des nutriments est requise pour l'installation des unités sur site dans des captages sensibles aux nutriments, le phosphore peut être éliminé par dosage de l'alun et l'azote par nitrification et dénitrification dans des chambres séparées ou par aération intermittente de boues activées modifiées. L'hyper chloration de l'ammonium dans l'effluent secondaire élimine théoriquement l'azote par oxydation de l'azote gazeux.

Si l'effluent est utilisé pour l'irrigation des plantes de jardin, on peut se demander pourquoi éliminer l'azote et le phosphore dont les plantes ont besoin. Il peut exister un déséquilibre entre les besoins des plantes en fonction des saisons avec un besoin plus important pendant les mois plus chauds. Plutôt que d'enlever les nutriments, une alternative consiste à stocker les nutriments dans le sol. Les sols contenant de l'argile ont la capacité d'absorber l'ammoniaque et les phosphates présents dans l'effluent secondaire. Les sols sableux déficients en minéraux argileux peuvent être amendés avec de l'argile (ou dans les environ d'une raffinerie d'aluminium utiliser la boue rouge, résidu du processus de transformation de la bauxite en aluminium).

Le fractionnement du flux de l'effluent est une méthode reconnue pour le traitement industriel des eaux usées où les déchets de faible volume et de toxicité élevée sont séparés des déchets de grand volume et de faible toxicité. Le premier traitement peut être plus efficace s'il est réalisé dans un petit système alors que le second peut ne pas nécessiter de traitement ou un traitement léger. Cette situation se présente quand on considère le traitement sur site des eaux usées domestiques, où nous avons des déchets de faible volume et toxicité élevée provenant des sanitaires (communément appelées eaux noires) et des déchets de grand volume et de faible virulence provenant du reste (salles de bain, lessive, cuisine), communément appelées eaux grises. Le développement des systèmes sur site utilisant cela devrait être encouragé. Nous commençons maintenant à voir des sanitaires à compost sec et des propositions pour la réutilisation des eaux grises.

### **Gestion des systèmes sur site**

Les questions de gestion qu'il est nécessaire de discuter sont : la santé publique, la maintenance des unités sur site et leur taux.

La santé publique (y compris celle des propriétaires) est protégée par des normes pour la réutilisation des effluents traités. Ces normes sont maintenant bien définies en termes de nombre d'organismes coliformes qui ne doit pas être dépassé dans l'effluent. C'est cette tendance qui est relative au degré de traitement (normes de l'effluent secondaire) et de la chloration avec un minimum de résidu de chlore. Si l'unité est utilisée correctement les normes de l'effluent devraient être atteintes. Cette question est reliée de près avec la seconde, c à d. la maintenance.

Peut-on attendre du résident moyen d'assurer la maintenance d'une unité sur site sophistiquée ? La réponse à cette question est indépendante du nombre des facteurs. La résistance de la technologie est un facteur clé. Les unités sur site sont maintenant conçues avec autant de fiabilité que les appareils ménagers modernes (par exemple les réfrigérateurs) et peuvent être considérés comme tels. Une maintenance régulière est nécessaire, par exemple éliminer les boues. L'idéal serait qu'un contrat de maintenance régulière, disons trois fois par mois, soit une option possible avec les fournisseurs de l'installation de l'unité sur site. L'accessibilité du coût de cette option dépendra de la localisation de la propriété par rapport à une zone d'égouts réticulaire et de la taxation, c'est à dire si elle est connectée ou non au réseau d'égout

Vu que les unités sur site sont conçues pour les zones qui ne sont pas raccordées au réseau d'égout, la question des taxations intervient seulement quand le raccordement au réseau d'égout arrive dans une zone où des unités sur site ont été installées. Est-ce qu'une propriété n'étant pas précédemment dans une zone du réseau d'égout doit être taxée quand le réseau d'égout est disponible, même si la propriété a une unité sophistiquée de traitement sur site ? Cette question deviendra plus pertinente quand le concept de gestion intégrée des eaux sera adopté dans une communauté urbaine désirant développer un village urbain.

# IMPACT DES DECHETS ORGANIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT MARIN

**Christine Gault**

Waquoit Bay National Estuarine, Research Reserve, PO Box 3092, Waquoit, MA 02536, Etats Unis  
Tél: (508) 457-0495 ext. 101, Fax: (617) 727-5537, Email: cgault@capecod.net

## **Les impacts sur les ressources marines de l'azote dérivé des eaux usées**

L'azote est essentiel pour tous les organismes. Il est naturellement disponible en quantité limitée grâce à l'action bactérienne et à la lumière. Cependant, au cours du XX<sup>ième</sup> siècle l'homme a appris à fixer l'azote et au cours des dernières décennies la quantité d'azote fixé a doublé. La plupart est utilisée pour les fertilisants agricoles. Etant donné que les hommes et les animaux domestiques consomment les produits agricoles, l'azote est recyclé par nos organismes comme déchet. Les approches traditionnelles de traitement des déchets n'essaient pas de réduire les nutriments. Cependant, beaucoup d'azote passe des systèmes de traitement sur site et centralisé aux nappes phréatiques et aux rivières et finalement dans les eaux côtières où il peut avoir des incidences sur les ressources marines et la santé humaine. Il existe des approches technologiques, législatives, éducatives et de planification qui peuvent réduire le poids de l'azote des eaux usées.

## **Accroissement des nutriments dans l'environnement marin**

Les chercheurs du monde entier ont rapporté que les nutriments dans les rivières et dans les eaux côtières ont augmenté de façon significative au cours du XX<sup>ème</sup> siècle. Les concentrations en nitrate des principaux cours d'eau des Etats Unis ont été multipliées de 3 à 10 fois depuis le début des années 1900. Dans le Mississipi la concentration en azote a doublé seulement depuis 1965. D'autres études en Europe montrent la même tendance. Une étude sur 100 lacs de Norvège démontre le doublement des nitrates en moins d'une décennie (Vitousek, 1997).

Cet accroissement des nutriments correspond à une augmentation de la population humaine. Les hommes ont toujours utilisé les eaux de surface et les nappes phréatiques pour évacuer leurs déchets. Cependant, avec l'augmentation de la population, nous sommes allés au-delà de la capacité de l'eau à assimiler nos déchets et nos polluants. L'excès de nutriments dans l'eau constitue, pour les écosystèmes, une source d'inquiétudes.

C'est seulement depuis les trente dernières années que les scientifiques ont commencé à comprendre et à s'alarmer sur l'impact de cet accroissement du poids des nutriments sur les ressources côtières. En 1985 Rutger Rosenberg de l'Institut de recherches marines de Suède a écrit un article intitulé: L'eutrophisation, la future nuisance des côtes marines ? Il conclut son article en affirmant : « Il semble probable que l'apport des nutriments, en particulier de l'azote, provenant des drainages terrestres, des dépôts atmosphériques et des décharges urbaines est augmenté progressivement de part le monde durant ce siècle. Il est de même probable que d'autres accroissements auront lieu dans le futur vu que les populations poursuivent leur extension et que l'utilisation des fertilisants continue d'augmenter alors que l'industrialisation de l'agriculture s'intensifie dans le monde développé et s'étend encore plus rapidement dans certains pays du tiers monde. Les zones côtières peu profondes et les mers épicontinentales dans de nombreuses parties du monde peuvent être considérées comme des zones à risque potentiel d'eutrophisation. En effet, l'eutrophisation des zones marines côtières peut ne pas être une menace potentielle mais actuelle (Rosenberg, 1985).

Et c'est seulement depuis la dernière décennie que les responsables politiques ont commencé à reconnaître que ces impacts avaient des conséquences économiques et sociales assez sérieuses pour nécessiter des réponses législatives et politiques. Dans l'un des efforts les plus connus pour réduire le poids de l'azote, le maire du District de Colombie, le Directeur de l'Agence pour la protection de l'environnement (EPA) et les gouverneurs de Maryland, de Pennsylvanie et de Virginie ont signé un accord en 1983 pour travailler en coopération à l'assainissement de la baie de Chesapeake. En 1987 un autre accord de coopération a convenu de réduire de 40% l'entrée des nutriments dans la baie d'ici l'an 2000. Les premiers efforts pour réduire les nutriments portaient sur l'apport d'un traitement tertiaire pour les sources ponctuelles. Comme la recherche a démontré les impacts négatifs significatifs des sources non ponctuelles de nutriments, la cible a changé.

Dans le monde entier les sources ponctuelles de nutriments les plus communes comprennent l'équipement de traitement centralisé des eaux usées et les décharges industrielles. Les principales difficultés concernant les sources non ponctuelles comprennent :

- les traitements sur site des déchets et des eaux usées
- les dépôts atmosphériques humides (pluies acides) et secs :
  - de la combustion des hydrocarbures fossiles
    - mauvaise maintenance des moteurs de voitures, des pelouses et des moteurs de bateaux.
    - et équipements électriques
  - de la quantité de nourriture pour animaux
- l'utilisation agricole et individuelle des fertilisants
- le ruissellement des productions animales
- le ruissellement des eaux pluviales

Les nutriments de toutes ces sources à l'intérieur dans un bassin hydrographique comportant des systèmes de traitement des eaux usées sur site et centralisés peuvent parcourir les nappes phréatiques et à l'air libre, dans les cours d'eau, les bassins et les eaux côtières, contribuer de façon cumulative à l'élévation de la concentration en azote.

### **Azote des eaux usées**

Cet article est ciblé sur l'azote dérivé des eaux usées. Dans de nombreuses zones, la plus grande source d'azote provient des eaux usées. Ce qui est compréhensible, vu que les déchets humains contiennent beaucoup d'azote. Et de nombreuses études dans les systèmes de fosses septiques ont montré que les systèmes conventionnels permettaient une élimination faible de l'azote dans les fosses septiques et dans les composants absorbés par les sols (Postma, 1992). Les systèmes de traitement centralisés permettent une dénitrification significative seulement s'ils sont conçus pour fournir un traitement tertiaire.

Les chercheurs du projet de recherche sur les écosystèmes marginaux terrestres de la Baie de Waquoit se sont intéressés au poids de l'azote du bassin hydrographique dans les eaux peu profondes de la baie de la Réserve de recherche de l'estuaire national de la Baie de Waquoit (Réserve de la Baie de Waquoit sur le Cap Cod, Massachusetts). Les terrains entourant la baie sont des sols sableux, ils supportent peu d'industrie, peu de routes et d'agriculture. Après avoir ajouté les apports de l'azote des eaux usées et soustrait les pertes, les eaux usées deviennent la plus grande source (48%), suivies par les dépôts atmosphériques (30%) et l'utilisation des fertilisants (15%) (Valiela, 1997). Ces tendances sont confirmées par d'autres découvertes dans des zones semblables au

Cap Cod, Massachusetts où la moyenne des concentrations en nitrates est la plus élevée où la densité de constructions est la plus grande (Persky, 1986, Giblin, 1990).

L'azote des eaux usées constitue également un problème pour les Keys de Floride. La baie de Floride, située entre Everglades et les Keys de Floride, souffre d'un problème écologique majeur englobant la mort des algues et des éponges, le déclin du mangrove, la floraison du phytoplancton et des algues. Bien que la réduction des cours d'eau douce soit supposée être la cause principale, la solution contaminée obtenue par le lessivage du sol des systèmes sur site d'évacuation des égouts, les décharges d'égouts des navires et les décharges des équipements de traitement des égouts dégradent la qualité de l'eau dans les eaux du rivage environnant. Les communautés des récifs coralliens sont affectées de façon négative par la combinaison des facteurs incluant l'augmentation du niveau de nutriments d'origine humaine. Environ 70% du poids des nutriments est attribué aux décharges d'eaux usées domestiques d'origine terrestre. Plusieurs études suggèrent une relation entre les 30 000 systèmes sur site réglementés et les 10 000 fosses septiques non réglementés et le niveau élevé de nutriments dans le rivage proche et dans les eaux du large (EPA, 1996).

Dans la baie de Barnegat, dans le New Jersey, le développement dans le bassin hydrographique et le résultat des sources de pollution non ponctuelles (comme les systèmes de fosses septiques) a conduit à la dégradation des ressources côtières. Entre 1972 et 1986, 34 000 unités d'habitations ont été construites. Le zonage actuel permettrait 6 000 unités d'habitation supplémentaires. Etant donné que la baie doit déjà faire face à des problèmes de dégradation liés à la charge de l'azote, le Département de l'énergie et de la protection de l'environnement du New Jersey a développé un plan de gestion du bassin hydrographiques pour la baie de Barnegat pour recommander des actions pour équilibrer la croissance et la protection des ressources écologiques sensibles (New Jersey Department of Environmental Protection and Energy, 1993).

### **Pourquoi les nutriments constituent ils un problème pour le milieu marin ?**

Les taux élevés d'azote sont source de problèmes pour le milieu marin car l'azote contrôle la production primaire nette et l'eutrophisation dans la plupart des estuaires et des zones côtières des zones tempérées. Le phosphate peut également avoir des impacts particuliers dans quelques zones tropicales avec les sables calcaires qui constituent un puits à phosphates. Les phosphates peuvent également contrôler la production primaire dans quelques estuaires tempérés qui reçoivent une charge excessivement élevée d'hydrogène. L'ajout de ces nutriments limitatifs affecte la composition des espèces et diminue la biodiversité générale de l'écosystème (Vitousek, 1997).

Quand l'azote des systèmes de fosses septiques, des équipements centralisés, des fertilisants et du ruissellement des eaux de tempête parcourt les nappes phréatiques, les cours d'eau et les eaux de surface vers les eaux côtières, il stimule la croissance de phytoplancton et d'organismes végétaux simples appelés algues. Le phytoplancton et les algues sont une partie naturelle de l'écosystème et une partie importante de la chaîne alimentaire. Cependant, le surplus peut bloquer la quantité de lumière qui parvient au plancher océanique, empêchant la croissance de la végétation aquatique immergée (VAI) comme l'herbe à anguilles. Ces champs de VAI sont des habitats importants pour l'alevinage et le frai et une réserve d'aliments pour de nombreuses espèces. Le déclin des champs de VAI peut provoquer un déclin des pêcheries. L'augmentation de la quantité des algues peut également affecter indirectement la quantité d'oxygène dissout dans l'eau. La respiration nocturne des algues et la consommation des algues par les organismes décomposeurs peut diminuer la quantité d'oxygène dans la colonne d'eau. Et, étant donné que les poissons et les crustacés ont besoin de l'oxygène pour survivre, sous certaines conditions climatiques, une destruction massive des poissons et des crustacés peut avoir lieu. Cet enchaînement en cascade des effets résultant d'un approvisionnement excessif de l'eau en nutriments est

appelé eutrophisation. Ces conditions peuvent également affecter l'économie de la région à cause du déclin des pêcheries et de la détérioration esthétique affectant le tourisme (Geist, 1998).

Les problèmes typiques du milieu marin liés à l'augmentation de la quantité de nutriments comprennent :

- l'accroissement de la quantité de phytoplancton et d'algues
- l'augmentation de la turbidité
- la diminution de la quantité d'oxygène
- l'augmentation des fleurs toxiques des dinoflagellées et des marées rouges et brunes
- la diminution des verdières et de la végétation aquatique submergée (VAI)
- la hausse de la mortalité des poissons
- la modification des populations de poissons
- la dégradation des récifs coralliens
- la simplification de la biodiversité
- la diminution des ressources en poissons et en crustacés
- l'impact esthétique (visuel et olfactif)
- les pertes économiques (revenu des poissons et des crustacés, perte des moyens d'existence, de la valeur des propriétés, pertes pour le tourisme)

Nombreux de ces problèmes ont été étudiés pour la baie de Waquoit, dans le Massachusetts où la charge en azote du bassin hydrographique est responsable de modifications significatives de l'écosystème aquatique. Les altérations comprennent l'accroissement des nutriments dans l'eau, une plus grande production primaire par le phytoplancton, et l'accroissement et la croissance de la biomasse des macro algues. Les macro algues causent des effets d'ordre secondaire et tertiaire comme l'augmentation de la fréquence d'évènements anoxiques, perte de l'habitat des herbes à anguilles, et modifications de la composition de la faune benthique. Les chercheurs du projet de l'écosystème de la marge continentale de la baie de Waquoit ont trouvé que les charges de nutriments provenant des bassins hydrographiques étaient les facteurs les plus répandus qui altéraient les écosystèmes aquatiques (Valiela, 1992).

Certains de ces problèmes ont également été rencontrés dans la baie de Narragansett, Rhode Island où une charge excessive de nutriments des installations de traitement des eaux usées provoquent l'hypoxicité chronique ou l'anoxicité durant l'été des cours d'eau Providence River et Seekonk River et de la baie supérieure. Ces conditions ont conduit à une disparition périodique des poissons et l'excès de phytoplancton a diminué la valeur esthétique.

Il faudrait remarquer que la même charge de nutriments ne produit pas les mêmes conditions dans d'autres mers épicontinentales. Par exemple le taux d'azote pour la baie de Narragansett à Rhode Island et Potomac River dans la baie de Chesapeake est similaire mais la qualité de l'eau de Potomac River est bien moins bonne. D'autres part les charges de la mer Baltique sont beaucoup plus faibles qu'à Chesapeake, cependant les deux subissent une diminution de la quantité d'oxygène. Il existe de nombreux facteurs qui déterminent si la charge en azote d'une zone peut être la cause de problèmes il s'agit de la profondeur, de l'étendue, des courants et de la localisation des eaux (Fisher, 1991-92). D'autres facteurs comprenant la quantité de pluies que la zone reçoit, les lieux et les saisons des pluies résultent en une augmentation du ruissellement de surface et la surcharge des équipements de traitement (en particulier pour ceux qui utilisent des drains combinant les eaux d'égouts et les eaux de pluie). La saisonnalité est également un facteur. Les zones qui sont le lieu d'une grande activité de complexes touristiques et d'habitations saisonnières peuvent avoir des périodes de surcharges de nutriments.

## **La charge d'azote et la santé humaine**

L'excès de nutriments dans les eaux marines peut avoir des implications pour la santé humaine. Les récents problèmes de *Pfiesteria* qui se sont répandus dans les états centraux d'atlantique qui, on pense, sont reliés à l'accroissement de la charge en azote dû à la prolifération des élevages de porcs et de poulets, a permis de faire le lien entre l'accroissement des nutriments et la santé humaine.

Les bateliers travaillant dans Pocomoke River sont tombés malades après avoir nettoyé un grand nombre de poissons avec des plaies et des lésions. Les plaies des poissons étaient causées par un micro organisme toxique appelé *Pfiesteria*. Les docteurs qui ont examiné les bateliers ont rapporté que ces toxines apparaissaient également être la cause de déficits au niveau de l'apprentissage dûs à une perte de mémoire et d'attention de la part des sujets. Les personnes exposées à *Pfiesteria* se plaignent également de fatigue, de diarrhées et de perte de poids (Grattan, 1998). L'inquiétude causée par cette connexion a conduit à un accroissement significatif dans les fonds et l'attention accordée à la gestion des charges d'azote aux Etats Unis.

Un excès de nutriments dans les nappes phréatiques peut également donner lieu à des problèmes de santé. Une concentration élevée en azote peut être la cause de mogloblinemia (« maladie des bébés bleus ») chez les nourrissons de moins de 4 mois. Il existe également une inquiétude quant à la concentration élevée en azote de l'eau de boisson pour les femmes enceintes. Des études sont en cours pour examiner le potentiel carcinologique des nitrates (Pinette, 1993).

### **Que peut-on faire ?**

Comme montré, la charge en azote est un problème largement répandu dans le monde et potentiellement dévastateur. Une concentration élevée en azote dans les systèmes côtiers peut conduire à des modifications significatives de l'écosystème et à des incidences sur l'économie et la santé. Le contrôle des eaux phréatiques et côtières peut déterminer s'il existe une concentration élevée en nutriments. Si c'est le cas, plusieurs démarches possibles peuvent réduire les apports d'azote y compris une large planification technologique, législative et d'activités éducatives.

Comme mentionné dans un plan de gestion du bassin hydrographique pour la baie de Barnegat : « Bien que nos activités dans le bassin hydrographique soient inévitablement connectées aux perturbations et à la dégradation de l'environnement, nous pouvons jouer sur le type et le taux de polluants qui sont introduits en choisissant des pratiques appropriées (New Jersey Department of Environmental Protection and Energy, 1993).

### **Planification globale**

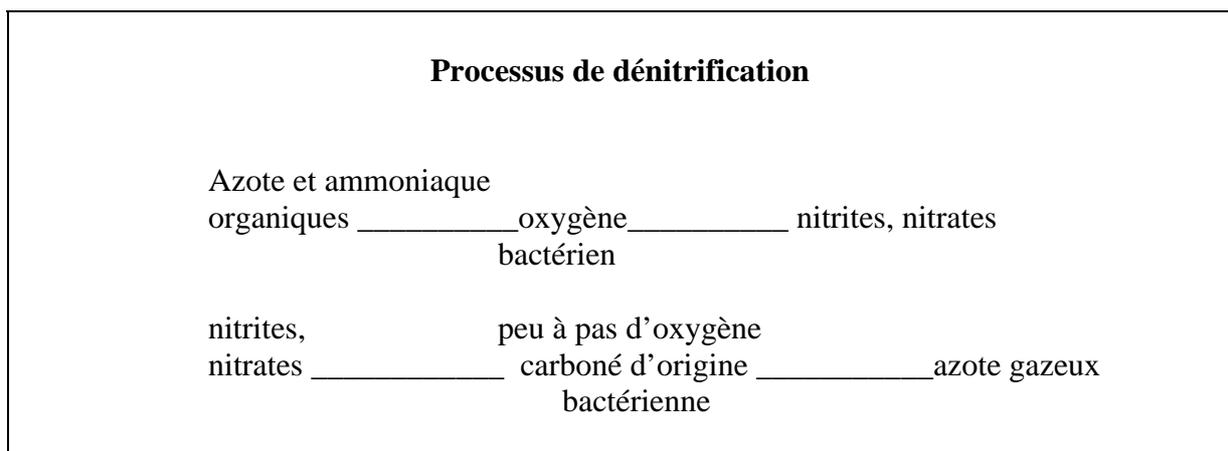
Afin de répondre aux problèmes de qualité de l'eau et pour éviter des problèmes futurs, il est important de regarder l'utilisation des terrains dans toute la zone d'où vient l'eau (que se soit par la surface ou par les nappes phréatiques) dans la baie, l'estuaire ou la plaine côtière. Cette zone est connue comme « bassin hydrographique ». Comme expliqué, il existe plusieurs sources ponctuelles et non ponctuelles de décharge d'azote, que nous devons définir. On doit de plus cartographier les zones de ressources importantes ou sensibles. Une évaluation ou une estimation devrait être entreprise pour détailler le nombre de bâtiments d'habitation et commerciaux, le type de traitement d'eaux usées existant, le nombre de bâtiments d'habitation et commerciaux escomptés pour le futur, la localisation des zones de croissance et de développement, le sol et les limites hydrologiques, les zones d'habitation critiques, l'approvisionnement et l'utilisation actuels de l'eau et pressentis, etc. Basé sur ces informations un plan des installations peut être élaboré, il pourrait inclure des options de traitement des eaux usées à la fois centralisé et décentralisé. Dans le plan diverses alternatives peuvent être

évaluées pour les coûts, les capacités de gestion, l'acceptation de la collectivité locale (Arenovski, 1996).

Il est important que n'importe quel processus de planification implique des membres de la collectivité locale ayant des intérêts dans les ressources aquatiques y compris des législateurs du gouvernement et des responsables politiques, des politiciens, des hommes d'affaire, des pêcheurs, des contribuables, etc. C'est seulement grâce à une évaluation large et complète que le processus de planification pour le bassin hydrographique que la protection des ressources côtières peut être assurée. Une telle approche nécessite que de nombreux membres du gouvernement et des collectivités locales coordonnent à de nombreux niveaux les solutions à mettre en œuvre.

### Solutions techniques

Le processus de planification devra identifier quelles sont les zones du bassin hydrographique qui nécessitent un traitement centralisé et quelles sont les zones qui pourraient parvenir à traiter les eaux usées à partir de solutions sur site. Le processus de planification devra aussi déterminer les zones qui sont sensibles à l'azote et nécessitent des technologies pour réduire la charge en azote des systèmes. Il existe des technologies de traitement des eaux usées centralisées et sur site qui peuvent offrir une dénitrification. Dans les stations d'épuration centralisées ceci implique l'adjonction d'un traitement tertiaire. Pour les traitements sur site il existe de nombreuses approches possibles. Dans les deux cas, le processus implique souvent de convertir l'ammoniaque et l'azote organique en nitrites et de convertir le nitrate en azote gazeux.



La Réserve de recherche de la baie de Waquoit est en train de tester et d'évaluer les divers systèmes de dénitrification des fosses septiques en tant que partie du projet de démonstration sur site du Bureau central national des petits flux. Quatre systèmes ont été installés dans le bassin hydrographique y compris une barrière de dénitrification à Waterloo, un système de tranchée peu profonde, un filtre goutte à goutte Waterloo et une batterie unique de réacteurs amphidrome. Ils étaient contrôlés et évalués pour voir s'ils pouvaient réduire l'azote d'une façon significative, plus que les systèmes réguliers consistant en un simple champ réservoir et filtre. Les premières données de ce projet et d'autres indiquent que les systèmes de dénitrification peuvent être efficaces pour réduire l'azote s'ils sont installés, maintenus et gérés correctement.

Un nouveau centre de tests à Cap Cod détourne les eaux usées des équipements centralisés vers des répliques de systèmes de dénitrification sur site qui ont été donnés par des partisans du système. Les résultats de ce centre seront importants pour démontrer l'efficacité de la dénitrification de plusieurs types de systèmes de traitement sur site.

## **Considérer l'apport d'azote comme une partie des options de traitement des eaux usées en développement**

Maintenant qu'il a été bien établi que l'apport d'azote du traitement des eaux usées pouvait causer une dégradation significative des eaux côtières, il est important de considérer l'inclusion de la dénitrification pour toutes les propositions de traitement des eaux usées. Il existe plusieurs exemples de collectivités qui passent à côté de leurs objectifs d'amélioration de la qualité de l'eau quand elles omettent le traitement tertiaire. Dans de nombreux cas les collectivités ont dû améliorer leurs installations avec des coûts considérables.

Dans les années 70 et 80 le New Jersey a travaillé dur pour répondre au problème de contamination bactérienne dû au mauvais fonctionnement des systèmes sur site et des vieux équipements de traitement municipaux. A ce moment là l'apport en azote n'était pas reconnu comme un problème. Ils ont dépensé des millions de dollars pour construire un équipement avec une embouchure située à plusieurs centaines de mètres du rivage. Et, alors que la contamination bactérienne était réduite, d'autres problèmes sont bientôt apparus alors que plusieurs millions de tonnes d'effluent enrichi étaient déchargés, causant la dégradation des eaux côtières (Cahill Associates, 1992). Maintenant, le New Jersey est engagé dans de coûteuses études, des plans et des actions pour réduire l'apport en azote. En ce qui concerne l'apport en nutriment, le concept de l'équipement aurait dû faire économiser plusieurs milliers de dollars à long terme.

Dans la baie de Tampa, en 1928 déjà, les citoyens se plaignaient des odeurs de la baie. On pensait que ces odeurs étaient causées par les macro algues, par des eaux usées non traitées et par des déchets industriels. La ville de Tampa a construit en 1951 un équipement de traitement primaire des eaux usées qui a légèrement éliminé les odeurs. En fait l'eau de la baie était interdite à la baignade à cause de la grande quantité de bactéries. En 1957 et 58 une étude exhaustive a été conduite pour déterminer les causes de la pollution. Cette étude a identifié des sources ponctuelles de décharges chimiques, de fertilisants et des équipements de traitement des eaux. L'étude a par la suite établi que l'azote était le nutriment limitatif dans la baie et que la croissance des algues serait réduite en réduisant l'azote. Le plan recommandait 90% de réduction de l'apport d'azote pour diminuer la quantité de phytoplancton et la croissance des macro algues qu'ils pensaient être le début du processus de rétablissement de la santé de la baie. En réponse à cette étude et aux récriminations du public, à la fin des années 70, la ville a amélioré son équipement de traitement en incluant un traitement tertiaire visant un apport total en azote de 3 mg/l. L'apport d'azote total actuel provenant de l'équipement de traitement des eaux usées montre une réduction de 80% comparée aux apports enregistrés dans l'étude de 1968. La diminution de l'apport de toutes les sources est responsable de 64% de la diminution totale.

Accompagnant une diminution significative de la quantité d'azote, des changements positifs sont enfin apparus dans l'écosystème de la baie. Bien qu'il y ait eu un décalage de trois ans, les concentrations moyennes de chlorophylle et une estimation de la biomasse de phytoplancton et des indicateurs importants sur l'eutrophisation de l'estuaire ont diminué de 30 ug/l à moins de 15 ug /l. En même temps les fluctuations de l'oxygène profond ont diminué considérablement et les événements hypoxiques ont décliné. Le déclin du phytoplancton et de l'algue bleue verte dans la colonne d'eau correspond à l'amélioration à l'amélioration de la lecture du disque Secchi et plus de lumière pénètre dans la colonne d'eau. Et, étant donné que la pénétration de la lumière est essentielle pour la survie des verdières, il y a un signe de recouvrement des verdières avec une re-colonisation observée dans plusieurs zones de la Baie (Johansson, 1991).

## **Planification et solutions légales**

Un processus de planification global devrait identifier les zones où une croissance et un développement futur sont prévus. Le processus devrait également identifier les zones de vigilance spéciale en ce qui concerne une importante signification culturelle, historique ou environnementale. Un zonage spécial ou des réglementations devraient être développées pour réduire l'apport en azote dans ces zones. Par exemple, la ville de Falmouth, MA (Maryland) a adopté un décret municipal qui réglemente les nouveaux développements en fonction des contributions en azote des eaux côtières. Le décret a résulté en une augmentation de l'utilisation des systèmes sur site de dénitrification et de l'action de restriction de la limitation de la taille des maisons et du nombre de chambres.

Une réglementation de la Commission de conservation dans la ville de Mashpee, (MA), limite l'apport en azote dans les zones d'habitat sauvage, les bassins vernaux, les zones de souci écologique crucial, les zones de vitesse et l'éloignement de 1650 mètres de la limite terrestre de quelque zone de ressource que se soit. Pour la protection de l'approvisionnement en eau potable, le développement devrait résulter en un apport de nitrate azoté n'excédant pas 5 ppm. Cependant, il est reconnu que pour les milieux marins certains organismes aquatiques pourraient souffrir des effets inacceptables à des niveaux inférieurs à 5 ppm. La Commission de conservation de Mashpee pourrait instaurer des normes réduites pour l'apport en azote émanant du développement, si l'on trouve qu'un organisme aquatique particulier pourrait souffrir d'effets secondaires à des niveaux inférieurs à 5 ppm (Town of Mashpee, 1996). Dans un autre exemple, la modification du zonage a été utilisée pour diminuer l'apport en azote. Les trois villes dans le bassin hydrographique de la baie de Buttermilk, MA ont accru la taille des lots requise pour une maison diminuant ainsi le nombre total de maisons qui peuvent être construites, ce qui revient à réduire la quantité d'azote qui pourrait être générée.

Certaines collectivités ont développé des districts de gestion des eaux usées pour fournir une planification, une gestion et un contrôle écologique des systèmes de traitement des eaux usées sur place et centralisés à long terme. Le concept est que les équipements de traitement centralisé, sur place et groupés ont besoin d'être gérés à partir d'une planification grâce à la conception, au choix de l'emplacement, à l'installation et à la maintenance afin d'assurer que les eaux des nappes phréatiques, des rivières, des bassins et les eaux côtières restent saines et sûres. Le district est défini par décret, il organise dans le temps et donne les autorisations pour accomplir toutes les tâches ci-dessus (Shephard, 1996). Le projet national de démonstration sur site de la Réserve de recherche de la baie de Waquoit a insisté sur l'importance d'avoir une entité qui est responsable et fiable pour contrôler et gérer les systèmes sur site, en particulier les systèmes de dénitrification qui sont généralement plus complexes que ce qu'un habitant moyen peut gérer.

## **Espaces ouverts et zones végétales tampons**

Les activités qui utilisent la terre dans le bassin hydrographique sont des sources importantes d'apport en azote pour les eaux proches de la côte. Installer des terres adjacentes en tant qu'espace ouvert limite la quantité de développement qui peut survenir dans le bassin hydrographique en diminuant l'apport potentiel d'azote du bassin hydrographique, des fertilisants, etc.

L'espace ouvert assure aussi une forêt intacte. On a découvert que les forêts interceptaient de façon effective l'azote des dépôts atmosphériques humides et secs réduisaient par là la quantité qui pourrait atteindre les cours d'eau et les eaux côtières (Valiela, 1997). L'espace ouvert fournit également un habitat correct et peut potentiellement protéger les zones sources.

Dans la baie de Waquoit et dans le bassin hydrographique adjacent de la baie de Popponesset, neuf états, municipalités et partenaires sans buts lucratifs et fédéraux ont rassemblé leurs forces pour développer le Refuge national pour la faune et la flore de Mashpee qui encadre le NERR de la baie de Waquoit. Le refuge protégera finalement du développement des milliers d'hectares diminuant ainsi l'apport en azote et protégeant les ressources desquelles dépend l'économie locale.

Laisser des zones végétales tampon le long des cours d'eau peut également diminuer la surface de ruissellement de l'azote étant donné que la végétation captera l'azote pour sa propre croissance. Les terres humides sont aussi des intercepteurs d'azote efficaces. Protéger les terres humides est une autre partie de l'ensemble d'actions pour diminuer l'azote.

## **Education**

Dans la plupart des endroits trouver des solutions pour les problèmes de traitement des eaux demandera que le public, les responsables politiques et les législateurs acceptent que l'apport en azote soit un problème, comprennent les sources, réalisent qu'il y a des solutions et acceptent la responsabilité de la mise en œuvre de solutions. Cela demandera un programme d'information auprès du grand public et un effort d'éducation.

Dans la Réserve de recherche de la baie de Waquoit, un traducteur de recherche transfère les résultats aux responsables des côtes grâce à du matériel écrit, des tables rondes, des ateliers de formation pour les responsables des côtes, une simulation informatique sur l'apport en azote et des conversations informelles. Le coordinateur de l'éducation traduit les résultats de la recherche dans un niveau moins technique et plus conceptuel pour le public et pour les professeurs grâce à des cours éducatifs pour adultes, des formations de professeurs, des événements particuliers, des expositions des sorties guidées dans le bassin hydrographique, des émissions de radio, du matériel écrit, des cafés à la maison et des ateliers. Les efforts sont payants. La ville de Mashpee dans le bassin hydrographique adjacent a déclaré cette année « année du bassin hydrographique » et vise à améliorer la santé des cours d'eau et de la baie en diminuant l'apport en azote. Une longue année d'effort éducatif a attiré des partenaires comme la Chambre de commerce de Mashpee, le système scolaire de Mashpee, divers départements de la ville, des groupes de citoyens et des associations civiles. Les objectifs incluent le développement d'un vaste plan nécessaire des installations de traitement des eaux usées.

## **Contrôle**

Un programme de contrôle est important afin d'établir les conditions actuelles des organismes aquatiques, du traitement des eaux usées et de l'usage de l'eau. Cette connaissance est nécessaire pour prévoir où et à quel degré le traitement des eaux est nécessaire. Un système continu et un contrôle écologique est souhaitable afin d'évaluer si les systèmes fonctionnent efficacement et s'ils résolvent les problèmes écologiques et de santé pour lesquels ils ont été choisis.

## **Résumé**

En résumé, l'apport en azote est devenu la plus grande cause de dégradation des eaux maritimes dans la plus grande partie du monde. La plupart de l'azote provient des déchets humains. Il y a diverses approches pour diminuer l'apport en azote. Un processus de planification étendu peut déterminer les sources actuelles et futures et développer des technologies, une planification, des règlements et des options d'espaces ouverts pour la diminution de l'azote. Si les efforts de planification incluent et impliquent un apport de la part du public, des législateurs et des politiciens, il existe

une forte probabilité que le plan soit soutenu, financé et mis en œuvre. Le contrôle et l'éducation sont des instruments importants pour assurer leur support et rendre certain que les efforts sont compris et appropriés. La gestion long terme des systèmes est essentielle pour accomplir une réelle protection de la qualité de l'eau.

Un excellent résumé de cette questions peut être trouvé dans Pollution ponctuelle des eaux de surface par le phosphore et l'azote:

- “L'eutrophisation est actuellement le problème de la qualité de l'eau le plus répandu aux Etats Unis et dans de nombreuses autres nations..
- La restauration des eaux les plus eutrophiques demande une diminution des apports non ponctuels de P et de N.
- Une solide compréhension scientifique des causes de la pollution non ponctuelle des nutriments existe. Dans de nombreux cas, nous possédons la connaissance technique nécessaire pour diminuer la pollution non ponctuelle à des niveaux compatibles avec les normes de qualité de l'eau.
- Les barrières les plus importantes pour contrôler la pollution non ponctuelle des nutriments semblent être sociales, politiques et institutionnelles” (Carpenter, 1998).

### **Bibliographie**

- Arenovski, A.L., F.C. Shephard. 1996. A Massachusetts guide to needs assessment and evaluation of decentralized wastewater treatment alternatives. Prepared for the ad hoc Task Force for Decentralized Wastewater Management. Waquoit Bay NERR, P.O. Box 3092, Waquoit, MA 02536. 95 pp.
- Cahill Associates. 1992. Limiting non-point source pollution from new development in the New Jersey coastal zone: summary. For the New Jersey Department of Environmental Protection and Energy, Office of Regulatory Policy, Trenton, N.J. 08625. 40 pp.
- Carpenter, S., N.F. Caraco, D.L. Correll, R.H. Howarth, A.N. Sharpley, V.H. Smith. 1998. Non-point pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. Issues in Ecology, Number 3. The Ecological Society of America. 12 pp.
- EPA, Office of Water. 1996. Water quality protection program for the Florida Keys National Marine Sanctuary: first biennial report to Congress. 32 pp. USEPA, Region 4, 100 Alabama Street, S.W., Atlanta, Georgia 30303
- Fisher, T.R., P.A. Sampou, W.R. Boynton. 1992. Nitrogen and phosphorus loadings. 1991-1992 Annual Report. Center for Environmental and Estuarine Studies. University of Maryland System. pp.25-27.
- Geist, M. 1998. Local and global effects of human-induced alterations to the nitrogen cycle. Waquoit Bay NERR Science to Policy Bulletin Series: No. 6
- Giblin, A. E., A.G. Gaines. 1990. Nitrogen inputs to a marine embayment: the importance of groundwater. Biogeochemistry 10: 309-328.
- Grattan, L.M., D. Oldach, T.M. Perl, M.H. Lowitt, D.L. Matuszak, C. Dickson, C. Parrott, R.C. Schoemaker, C.L. Kauffman, M.P. Wasserman, J. R. Hebel. P. Charache, J. G. Morris Jr. 1998. Learning and memory difficulties after environmental exposure to

- waterways containing toxin-producing Pfiesteria or Pfiesteria-like in flagellates. *The Lancet*. Vol. 352: 532 - 539.
- Johansson, J.O.R. 1991. Long-term trends of nitrogen loading, water quality and biological indicators in Hillsborough Bay, Florida. In *Proceedings of the Tampa Bay Area Scientific Information Symposium 2*. pp. 157-176.
- Mashpee, Town of. 1996. Prevention of pollution: effect of nutrient loading on waterbodies (rivers, ponds, streams, estuaries and/or the ocean) and impacts to public or private water supply. *Town of Mashpee Regulations*. Chapter 172. Regulation 30. pp 54-56.
- New Jersey Department of Environmental Protection and Energy. 1993. A watershed management plan for Barnegat Bay. Volume 1: Action Plans. 257 pp.
- Persky, J.H. 1996. The relation of ground-water quality to housing density. Cape Cod, Massachusetts. Water Resources Investigation Report 86-4093. U.S.G.S., Marlborough, MA.
- Pinette, S. 1993. Nitrate in Maine's groundwater. In *Presentation Summaries, Nitrogen in the Environment Sources, Impacts, Management*. University of Maine, Orono, ME 04469.
- Postma, F.B., A.J. Gold, G.W. Loomis. 1992. Nutrient and microbial movement from seasonally-used septic systems. *Journal of Environmental Health* 55 (2): 5-10.
- Rosenberg, R. 1985. Eutrophication-the future marine coastal nuisance? *Marine Pollution Bulletin* 16(6): 227-231.
- Shephard, F. 1996. Managing wastewater: prospects in Massachusetts for a decentralized approach. Prepared for the ad hoc Task Force for Decentralized Wastewater Management. Waquoit Bay NERR, P.O. Box 3092, Waquoit, MA 02536. 103 pp.
- Valiela, I., K. Foreman, M. LaMontagne, D. Hersh, J. Costa, P. Peckol, B. DeMeo-Anderson, C. D'Avanzo, M. Babione, C.H. Sham, J. Brawley and K. Lajtha. 1992. Couplings of watersheds and coastal waters: sources and consequences of nutrient enrichment in Waquoit Bay, Massachusetts. *Estuaries* 15(4): 443-457.
- Valiela, I., G. Collins, J. Kremer, K. Lajtha, M. Geist, B. Seely, J. Brawley, C.H. Sham. 1997. Nitrogen loading from coastal watersheds to receiving estuaries: new method and application. *Ecological Applications* 7(2): 358-380.
- Vitousek, P.M., J.D. Aber, R.W. Howarth, G.E. Likens, P.A. Matson, D.W. Schindler, W.H. Schlesinger, and D.G. Tilman. 1997. Human alterations of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications* 7:737-50.

**COLLECTE ET SYSTÈMES DE  
TRAITEMENT DES EAUX  
USÉES POUR DE GRANDES  
COMMUNAUTÉS DANS LA  
RÉGION DES CARAÏBES**

# **COLLECTE ET SYSTEMES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES POUR DE GRANDES COMMUNAUTES AU VENEZUELA**

**Mark Lansdell**

Mark Lansdell Asociados, Parque Central, Edif. Catuche, 12-L – Apdo. 17156, Caracas, Venezuela  
Tel: (582) 571-4869, Fax: (582) 574-2718, Email: Lansdell@telcet.net.ve

## **Résumé**

Un bref historique du traitement des eaux usées est présenté ici accompagné de l'expérience des systèmes de traitement dans les pays moins développés pour des communautés supérieures à 500 000 personnes.

Quelques systèmes de traitement des eaux usées au Venezuela sont présentés et les problèmes techniques et institutionnels qui sont survenus pendant la construction et le fonctionnement sont décrits et certaines solutions sont présentées. On s'est aperçu que les systèmes les plus simples étaient les plus efficaces et qu'il était important de développer des solutions appropriées aux besoins locaux et d'éviter la dépendance technologique pour les pièces détachées importées.

## **Mots clés**

Traitement faible coût; bassins d'oxydation; Prise de flux à niveau constant SBR; MSBR

## **Introduction**

Actuellement 50% de la population mondiale réside dans des centres urbains de plus de 500 000 habitants et quelques 20% dans des mégapoles de plus de 5 millions d'habitants. Le monde a adopté avec enthousiasme les cabinets et le système de transport de l'eau pour véhiculer et diluer ses déchets dans l'environnement urbain. Les volumes d'eau usée produits ont dépassé la capacité d'assimilation des lacs, cours d'eau et océans. Les grands centres de population accentuent le problème et dans de très rares cas une solution écologiquement durable est trouvée.

Il existe un certain nombre de grandes collectivités dans la région des Caraïbes qui ont encore besoin de solutions durables pour leurs problèmes de gestion des eaux usées. Ce qui suit est un bref historique de l'expérience de part le monde du traitement des eaux usées et de la préservation des ressources et une description des efforts des auteurs au Venezuela.

## **Historique**

En Orient, les déchets humains et animaux sont considérés depuis des millénaires comme une ressource à recycler pour la terre pour conserver sa fertilité et pour la fertilisation des bassins à poissons. En effet les bassins à poissons chinois constituent la plus ancienne forme de stabilisation de bassins pour le traitement nocturne des sols collectés dans les caves des foyers (Baozhen 1987). Un exemple colossal de lagune – système de bassin à poissons – est constitué par ce qui sert de système d'égouts à Calcutta, en Inde, qui couvre 5 000 hectares et produit 20 tonnes de poissons par jour

pour la consommation humaine, environ 20% de la consommation totale de poisson de la ville (Strauss 1990) .

En Occident, les déchets humains sont rarement considérés comme une ressource et les plus anciennes traces font référence à une « évacuation des déchets » malgré le fait que quelques tentatives manquées de gagner de l'argent à partir de leur valeur de fertilisant. En Grande Bretagne, où les cabinets ont été introduits pour la première fois, la connections entre les canalisations de la maison et les égouts de la rue ont été légalisés en 1830. Ceci a été la cause de la pollution des cours d'eau, de nombreux décès dûs au choléra et d'injonction contre plusieurs grandes villes en 1850. Cette crise a motivé les premières recherches sur la purification des égouts par le traitement terrestre dans les « fermes d'égouts ». Des règlements ont suivi ces recherches pour déterminer les zones de terrain requises pour un flux d'eaux d'égouts donné en fonction du type de sol. Par exemple une parcelle de terrain est requise pour le traitement des égouts par « large irrigation » sur un sol argileux compté pour environ 20% de la zone urbaine desservie. L'installation Werribee utilisée à Melbourne en Australie depuis 1985 est un des plus grands exemples encore existant de système de large irrigation municipale.

Le coût élevé des terrains a amené à intensifier le traitement dans des zones plus petites et la recherche en 1870 a présenté le premier filtre goutte à goutte comme une mise en valeur de la filtration des sols avec même une plus grande taille de grain. On a appelé ceci « filtre », en réalité un réacteur de croissance attaché, a été largement adopté en Grande Bretagne et ailleurs. L'un des plus grands systèmes étant l'usine de traitement Minwoth desservant la ville de Birmingham, récemment désactivé après 100 ans de services. Le contacteur biologique rotatif est un héritier de ce système. Au lieu du goutte à goutte sur le milieu, le milieu est attaché aux disques rotatifs qui sont alternativement immergés et exposent le milieu à l'air.

Les fosses septiques ont été utilisées à une assez grande échelle sous leurs formes les plus sophistiquées comme celle à deux compartiments : « hydraulique » ou fosse « Imhoff » qui éliminent et digèrent les solides dans l'étape de traitement primaire. Un grand exemple encore en service depuis 1935 existe à la station de Stichneys desservant la grande Chicago et traitant encore la moitié de ses flux, la plus grande usine de traitement dans le monde. C'était aussi le système utilisé au Caire en 1914 en conjonction avec les filtres goutte à goutte.

La pression toujours plus grande pour des systèmes efficaces occupant le moins d'espace possible a amené à l'invention du réacteur de croissance suspendu ou système de « bassins activés » à Manchester en 1914. Ce système, bien que de loin plus grand consommateur d'intensité d'énergie que la technologie précédente, a rapidement été adopté et plusieurs usines de traitement dans le monde entier en ont construit jusqu'en 1930 y compris : Milwaukee, New Dehli et la ville de New York.

Le système de bassins activés a vu de nombreuses variations depuis les derniers 85 ans, selon l'avis des auteurs, les plus significatives ont été permettant l'élimination biochimique des nutriments. Une fois de plus il s'agissait d'une avancée technique née d'une nécessité. En Afrique du Sud, l'eau est très rare et nécessite d'être réutilisée plusieurs fois. Dans les villes de Harare et de Johannesburg quelques 40% du flux des égouts retourne dans l'approvisionnement en eau du public. L'explosion de la population urbaine a causé des impondérables en devenant extrêmement eutrophique, la présence de l'algue rendant le système conventionnel de traitement des eaux difficile à gérer pour fournir de l'eau potable. Afin de réduire l'apport en nutriments, la République Sud Africaine a été le premier pays à introduire les limites de 1 et de 10 mg/l pour le phosphore et l'azote pour les effluents municipaux.

Les développements plus récents dans les années 80 ont incorporé des couches submergées et fluidifiées qui se combinent avec la croissance fixée et suspendue afin

de continuer à diminuer la surface occupée par le système de traitement. Mais ces systèmes restent très demandeurs d'énergie.

### **Technologies adéquates dans le contexte des pays en développement**

L'ébauche historique ci-dessus décrit l'évolution technologique qui s'est mise en place quand l'Europe et l'Amérique du Nord étaient des pays en développement. Comme nous l'avons vu, l'aspect de la conservation des ressources a été perdu et les solutions sont devenues extrêmement coûteuses pour les biens écologiques. De grandes quantités d'énergie sont nécessaires pour faire fonctionner les usines de boues activées, de boues sèches et incinérées et pour fabriquer et transporter des fertilisants artificiels dans les fermes pour remplacer les nutriments dont nous nous sommes débarrassés vers les égouts pour enrichir nos lacs et nos océans. Cet arrangement ne passerait pas à travers d'un examen de durabilité.

L'exemple de Calcutta, d'autre part paraît parfaitement durable, dépendant de l'énergie solaire et parachevant le recyclage des ressources et de la conservation des nutriments. Ces solutions apparaissent être possibles seulement où l'espace est suffisant. Mais les égouts peuvent presque toujours être transportés vers un espace disponible. Les eaux d'égout de la ville de Mexico sont transportées par plus de 50 km de tunnels et 200 km de canaux avant d'être utilisées, sous leur forme brute sur 60 000 hectares pour l'irrigation des terres (Strauss, 1990) tout comme les eaux d'égout de Santiago du Chili.

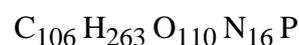
L'utilisation des eaux d'égout sous leur forme brute pour l'irrigation ou les piscicultures dans les pays en développement apporte cependant un besoin de barrière pour la propagation des maladies endémiques comme la typhoïde, le choléra et les organismes parasitaires comme les nématodes intestinaux et les protozoaires pathogènes comme les amibes et giardia. quand la DBO n'est plus proportionnelle.

Ces organismes peuvent être éliminés de manière efficace dans une série de bassins d'oxydation comme publié dans la publication de la Banque mondiale (Technical Paper N\_s 7 & 51) et WHO (Technical report series N\_s 778). Le point important étant que pour la récupération des ressources et la résolution des situations où les égouts peuvent être utilisés pour l'irrigation, les paramètres traditionnels comme la DBO ne sont plus pertinents et les aspects de la santé humaine comme la présence ou l'absence d'œufs de parasites et du nombre important de coliformes fécaux devient une préoccupation majeure.

### **Réutilisation de l'eau**

Là où les ressources en eau sont limitées et les effluents doivent être déversés dans les cours d'eau avec des barrages-réservoir en aval pour l'approvisionnement en eau des zones urbaines, ce qui est le cas en Afrique du sud, les options deviennent encore plus limitées à cause de la nécessité de réduire l'apport en nutriment afin d'éviter l'eutrophisation.

La signification du phosphore (P) peut être mis en perspective si nous nous souvenons que 1 kg de phosphore peut faire augmenter de 111 kg la biomasse qui à sa mort exercera une pression de DCO de 138 kg en supposant que la composition de l'algue soit :



Les solutions de « Gestion de l'environnement » comme la production d'un détergeant et la gestion du bassin hydrographique peut aider mais n'empêchera pas

l'eutrophisation surtout dans les tropiques où les températures sont élevées et les journées généralement ensoleillées.

Là où il existe de larges populations urbaines, les terres humides ne constituent pas une option pratique à cause de la nécessité de récolte des organismes biologiques et de la nécessité d'éviter le recyclage interne du phosphore. Dans ces cas, des processus de traitement des eaux d'égouts plus sophistiqués sont nécessaires et les technologies pour le traitement de l'eau potable doivent être adaptées à la présence de l'algue dans l'eau brute.

Ces processus comprennent un processus de bassins activés modifié pour réduire la quantité d'azote et de phosphore à 1 mg/l pour P et 10 mg/l pour N. Dans quelques cas ce processus pourra être suivi d'un traitement tertiaire consistant à l'addition d'un coagulant et d'une filtration par le sable pour diminuer la quantité de phosphore jusqu'à 0,15 mg/l.

### **Traitement des eaux usées au Venezuela**

L'auteur avait été envoyé au Venezuela en 1973 par une entreprise de consultants britannique pour étudier le nettoyage du cours d'eau qui permet l'approvisionnement en eau de Caracas. Depuis 1978 sa propre entreprise est engagée dans l'élaboration de conception et de fonctionnement de plus de 30 systèmes différents de traitement pour des populations allant de 2000 à 4 000 000 habitants.

Le dilemme était : "quelle technologie choisir quand la lagune n'est pas un choix?" Ceci est apparu dans les premiers équipements d'épuration qui ont été conçus pour l'île de Margarita.

Là où des systèmes de traitement sont nécessaires pour produire un effluent avec peu de matière solide en vue de sa réutilisation urbaine et quand la localisation des équipements d'épuration doivent comporter un risque faible de nuisances liées à l'odeur, des variantes du système de bassin activé ont été utilisées. Ces variantes ont été conçues en gardant à l'esprit les contraintes locales en utilisant les unités des procédés qui n'avaient plus été utilisés dans les pays développés depuis le début du siècle mais qui était encore en place dans des situations où la main d'œuvre inexpérimentée est abondante et les devises étrangères disponibles peu nombreuses.

### **Polamar - Pampatar, Île de Margarita**

L'île de Margarita est la principale attraction touristique côtière du Venezuela et un port franc depuis 1972 bénéficiant d'un tourisme international régulier depuis 1985. Ses plages sont les meilleures de la côte du Venezuela mais l'augmentation du flux des eaux usées a surchargé les systèmes originaux d'embouchure dans la mer et les coliformes des plages ont excédé 200 coliformes fécaux pour 100 ml dans un premier temps en 1980 s'en suivant d'une rapide détérioration.

Le schéma directeur des eaux usées pour la principale zone urbaine, Polamar-Pampatar, a été préparé en 1975, l'urbanisation prévue, la réutilisation rurale de l'effluent et des bio solides pour l'irrigation et l'amélioration des sols sableux arides. L'eau potable était apportée à l'île grâce à un pipeline très coûteux de 30 km et il y en avait peu réservé à d'autres usages.

Les eaux usées de la zone métropolitaine de Polamar sont acheminées par pompage vers une seule station d'épuration : « Dos Cerritos » située à 3 km de la côte. La première tranche de cette station d'épuration, qui a une capacité de traitement de 200 000 EP (équivalent personne) et un flux moyen de 600 l/s, a été mise en service en 1989.

Les eaux usées arrivent via un conduit en béton 1000 prépressé à la prise d'entrée du traitement où les gros solides et les lambeaux sont éliminés sur un écran de ratissage de 12 m de large avec des ouvertures de 3,5 cm. Cet écran est nettoyé toutes les 30 mn environ et par un ouvrier une fois par jour. Le flux est alors divisé entre trois canaux de gravier de 20 m de long, à la vitesse constante de 0,35 m/s. Le gravier est éliminé de manière hydraulique, l'un des trois canaux est nettoyé toutes les deux semaines.

Le flux est alors acheminé vers une vaste cuve d'aération à cloisons pour diviser un volume de 17 300 m<sup>3</sup> en en séries de 5 cellules. Le long de l'axe de la cuve il y a un pont de béton auquel sont suspendus 11 aérateurs de surface de grande vitesse (1 200 tours par mn) de 75 HP chacun.

Le mélange issu de cette cuve est divisé en six cuves de décantation carrées de chacune 20,0 X 20,0 avec quatre pyramides de poches inversées de 7 m de profondeur d'eau. La boue de chaque poche est retirée de façon continue par 250 tubes et valves télescopiques vers un collecteur des boues de retour et remontée par une vis à moteur à la fin de la chaîne de procession.

L'effluent clarifié est décanté par un tuyau perforé 750 sur les quatre côtés de chaque cuve de décantation et déchargé sur un barrage de mesure en une série de deux bassins de maturation conçus pour un temps total de rétention de cinq jours. Chaque bassin est divisé par des murs en séries de cinq cellules. L'effluent de la cellule finale, qui n'est pas utilisé pour l'irrigation, se déverse dans un tuyau de 3,5 km sur le rivage où il est évacué.

Le contrôle hydraulique de l'âge des boues est obtenu par retrait du mélange de la cuve d'aération grâce à un orifice frontal permanent dans les lagunes de boues. La taille des orifices varie avec l'âge sélectionné des boues il y a des plaques d'orifices pour des boues de 5, 10,15, 20, 25 et 30 jours avec une vierge. Le type de plaque à insérer dépend de l'apport prévu qui dépend du flot de touristes. Hors saison, la population résidente connectée est d'environ 8 000 personnes et pendant le pic touristique en juillet-août. La population atteint 130 000 sur les flux observés et la puissance des eaux usées calculée est de 50 g/DBO/EP/j.

Les résultats (arithmétiques) du fonctionnement en 1987 sont les suivants :

	<b>Brut</b>	<b>EBA</b>	<b>EBM</b>
Flux moyen	400 l/s		
Nombre d'échantillons	51	51	51
DBO	211	11.0	10.3 mg/l
SS	117.6	7.8	7.5 mg/l
Coliformes fécaux	10 <sup>7</sup> – 10 <sup>8</sup>	900.000	20 orgs/100 ml

(EBA = effluent des boues activées; EBM = effluent des bassins de maturation)

Les équipements importés de cette station comprennent : des portails en fer coulé (Etats Unis), des aérateurs (Etats Unis) et des pompes à vis (République Fédérale d'Allemagne) et un montant d'environ 10% des 4 millions de dollars pour les coûts de l'expropriation. Chaque aérateur est fournit avec une horloge mécanique pour régler l'intensité de l'aération sur l'apport avec une efficacité d'environ 0,65 kg de DBO éliminé par kW/h.

Les problèmes survenus à cette station d'épuration sont :

- Les coupures de courant: le ravitaillement électrique de l'île est sujet à une moyenne d'environ trois coupures de courant de 30 mn par semaine mais certaines se sont prolongées pendant plus de 12 heures sans effets secondaires sur l'effluent final.
- Les lagunes de boues: à cause du lien entre les digues de séparation, les boues n'ont pas séché dans les lagunes de séchage qui ont rapidement été reconstruites à un niveau plus élevé.
- Les infiltrations d'eau salée: une attention insuffisante lors de la pose, dans la ville, des principaux 1500 égouts en dessous du niveau de la mer résultant en quelques 5 l/s d'eau saumâtre s'infiltrant dans le système d'égouts faisant augmenter la conductivité de l'eau de 600  $\mu$ S à 2 000  $\mu$ S, rendant l'eau trop salée pour une production sûre.
- Algues filamenteuses : Les premières quatre cellules des bassins de maturation ont été le siège d'une très forte croissance d'algues filamenteuses qui les ont enlaidies mais n'ont pas altéré leur efficacité par rapport à la désinfection.

Après 30 jours de détournement des eaux usées vers la nouvelle station d'épuration, le niveau des coliformes des eaux côtières, antérieurement supérieur à 20 000/100 ml a chuté en dessous de 50/100 ml.

### **Juangriego, île de Margarita**

La baie de Juangriego est l'une des plus pittoresques de l'île et est très connue pour ses couchers de soleil. La ville possède un système d'égout et une embouchure de 800 m de long pour 350 mm dans la mer depuis 1970. Avec l'accroissement du développement cet arrangement est devenu surchargé et les bains de mer sur les plages de la baie ont été interdits en 1982.

Pour rétablir la qualité de l'eau des plages et permettre une extension du système d'assainissement dans la zone, une station d'épuration a été terminée en 1990 pour, dans un premier temps 50 000 EP personnes avec un flux moyen de 150 l/s.

La station consiste en une anse de travail suivie par un bassin en béton d'une batterie de réacteurs. Ce bassin a été conçu comme une prise à trois canaux pour un niveau à flux constant SBR (MSBR). Le bassin est divisé en trois canaux longitudinaux avec 40 aérateurs HP flottants dans chaque canaux. A chaque terminaison du canal central, des valves à rabat induisent un modèle de flot en forme de S. Les eaux d'égouts sont introduites par des portes à fonctionnement pneumatique dans l'une des sections extérieures alors que l'effluent clair est retiré de l'autre côté du bassin où les aérateurs sont éteints pour permettre la sédimentation. De cette façon les opérations d'aération et de sédimentation ont lieu dans le même bassin évitant la nécessité d'un clarificateur coûteux et de pompes de retour de boue.

Les résultats du fonctionnement de la station en 1994 sont les suivants :

	<b>Brut</b>	<b>Effet MSBR</b>	<b>Effet final</b>
Flux moyen	25.9 l/s		
Nombre d'échantillons	50		
DBO	217.7	14.7	8.7 mg/l
SS	130.4	6.4	4.4 mg/l
Coliformes fécaux	3.200.000		25 orgs/100 ml

(EBA = effluent des boues activées; EBM = effluent des bassins de maturation)

Le chronométrage des portes d'entrée et de sortie et de la mise en marche des moteurs des réacteurs est contrôlée par un simple chronometre avec un cycle de huit heures. Le matériel importé pour cette station d'épuration comprenait seulement les aérateurs alors que les portes et les MCC étaient fabriqués localement. Le coût de la station d'épuration, mis à part les coûts de la terre, s'éleva à 900 000 dollars.

Les problèmes qui se sont présentés comprennent :

- La mousse bactérienne: une mousse non identifiée est apparue après environ 18 mois de fonctionnement et s'est progressivement développée jusqu'à une profondeur de 25 cm jusqu'à ce qu'une solution soit trouvée. La chloration, le chaulage, l'écumage et le rejet ont tous été tentés sans succès. Finalement, les écrans d'écume sur la retenue de l'effluent ont été enlevés et placés autour de l'entrée du bassin de maturation. La zone couverte par la mousse dans les cuves d'aération est maintenant rarement supérieure à 10 m<sup>2</sup> et derrière l'écran d'écume ne dépasse jamais 1 m<sup>2</sup>.
- Les éponges: un type d'éponge s'est multiplié dans la canalisation de 600 m de l'effluent final jusqu'à le bloquer complètement. Une routine a été établie selon laquelle la sortie de la lagune serait fermée avec un écran éclair une fois par mois, un bouchon se développe et quand il est libéré évacue toutes les éponges.
- L'équilibre écologique: la nouvelle lagune créée pour l'installation a été la cause d'une invasion d'insectes qui à leur tour ont provoqué une invasion de petites araignées blanches sur les arbres sous le vent. Celles ci étaient alors mangées par les oiseaux et les poissons consommaient les larves des insectes. Pour qu'un équilibre s'installe, il a environ fallu deux années pendant lesquelles la station d'épuration a été critiquée.
- L'algue filamenteuse: les trois premières cellules des bassins de maturation ont vu un fort développement d'algue filamenteuse comme à Dos Cerritos qui les a enlaidi sans affecter leur efficacité.

## Projet de Lake Valencia

Lake Valencia est l'un des plus grands systèmes hydrauliques d'eau douce d'Amérique du Sud avec 350 m<sup>2</sup> de surface. Un volume de 7 500 millions de m<sup>3</sup> avec un niveau d'eau actuellement à 408 m au-dessus du niveau de la mer. Deux grands centres de population (> 800 000 habitants chacun) sont situés dans le bassin hydrographique avec

30% de l'industrie nationale. Vers 1750 le niveau du lac est descendu en deçà de son niveau naturel d'inondation de 427 m à cause de la coupe des arbres et du détournement des cours d'eau pour l'irrigation des plantations de cannes à sucre qui ont été établies dans les alentours. En 1978, le niveau du lac a atteint son niveau le plus bas avec 401,50 m et est depuis remonté à 407,9 m grâce au transfert d'eau d'autres bassins hydrographiques.

Le déversement des égouts, des déchets industriels et le ruissellement provenant des zones agricoles associées à 200 ans d'évaporation ont rendu le lac hypertrophique avec une conductivité de 2000 us, 550 mg/l de sulfates, 0,5 mg/l de P et 2 mg/l de N. La politique nationale est pour une amélioration de la qualité du lac pour le tourisme, l'approvisionnement en eau et la pisciculture.

La Banque interaméricaine de développement a approuvé un projet de 125 millions de dollars américains avec les objectifs suivants:

- Traitement des déchets domestiques et industriels
- Contrôle du niveau du lac
- Réutilisation de l'effluent pour l'irrigation
- Fermeture des puits pour aider à rétablir les nappes phréatiques
- Recharge des nappes phréatiques et dessalement pour l'utilisation urbaine future
- Réutilisation urbaine indirecte
- Diminution de la demande en fertilisants chimiques

L'approbation du projet appelle la construction de 90 km de capteurs d'égouts, 17 km de canalisations principales et de trois stations d'épuration:

Nom de WWTP	La Mariposa	Los Guayos	Taiguaguay
•Capacité (EP)	800.000	1.000.000	2.000.000
•Flux moyen considéré	2400 l/s	2400 l/s	5.000 l/s
•Type	AS Tertiaire	Lagunes	Lagunes
•Surface desservie	Centre & Ouest de Valencia	Est de Valencia, Guacara	Cagua, Turmero, Maracay

(EP = un équivalente personne à 50 g DBO/jour)

Deux grandes stations d'épuration ont un système de lagunes avec des unités anaérobies à la tête de la fin qui comprennent la re-circulation de l'effluent facultatif pour le contrôle des odeurs et la stabilisation du pH. Dans les deux cas l'effluent est réutilisé pour l'irrigation afin de diminuer l'utilisation des puits qui ont sérieusement restreint les nappes phréatiques étant à l'origine de l'intrusion d'eau salée dans le lac.

Le système de Taiguaguay est un exemple classique de transport des eaux usées vers une lagune éloignée et de l'irrigation du site plutôt que d'utiliser une station d'épuration locale sophistiquée. Les eaux usées de Maracay seront pompées par des pompes fonctionnant au gaz naturel sur 17 km de 1,83 m pour la canalisation centrale vers le système de lagunes de Taiguaguay situé à proximité d'un barrage de 90 millions de m<sup>3</sup> et de 6000 ha de système d'irrigation. L'idée étant que l'effluent ne retournera pas au lac mais alimentera les nappes phréatiques décrues diminuant ainsi la tendance du lac à s'élever.

Pour contrôler le niveau du lac, l'effluent WWTP de Mariposa sera déversé à l'extérieur du bassin hydrographique dans le système du cours d'eau Pao sur lequel est

situé un barrage qui re-achemine l'eau au système d'approvisionnement de la ville de Valencia créant ainsi un système de circuit fermé de réutilisation indirecte. La station d'épuration doit cependant produire un très bon effluent peu concentré en nutriments.

Le barrage fait déjà face à des problèmes d'eutrophisation avec la floraison à la saison sèche de l'algue bleue verte *Anabaena* et *Microcystis* qui est la cause de graves problèmes de goût et d'odeurs de l'approvisionnement en eau. Les stations d'épuration sont en train de modifier les processus de traitement de l'eau potable pour traiter l'eau eutrophique. Ceci est la reconnaissance du fait que même après qu'un contrôle ponctuel des sources de nutriments ponctuelles ait été mis en place, la gestion du bassin hydrographique reste difficile dans les pays en développement.

La station d'épuration Mariposa utilise la variante du système des boues activées MSBR (type Juangriego) conçue pour éliminer N et P. L'effluent secondaire est alors dosé à l'alun et livré à une filtration tertiaire grâce à un lit de 1 m sur 3 mm de sable afin d'enlever les solides, les nématodes intestinaux et le phosphore.

La phase de construction du projet est complétée à 80% et le WWTP devrait être en fonctionnement complet à la fin du premier semestre de 1998.

## Discussion

Au Venezuela, un pays qui partage les mêmes caractéristiques sociales et climatiques avec le reste des Caraïbes, le système de bassin d'oxydation reste le premier choix dans les cas où l'on bénéficie d'un espace suffisant et distant des collectivités locales. Dans le cas de Margarita et Valencia les circonstances nécessitaient des solutions plus sophistiquées. Ici la variante locale des systèmes de boues activées a été développée pour minimiser le besoin de matériel importé et est cohérente avec la construction locale et les limitations des techniques locales. L'utilisation des bassins de maturation avec un temps de rétention nominale de cinq jours est suffisant pour produire des effluents de haute qualité bactérienne exempts de nématodes et sans chloration.

Les systèmes de boues activées décrits dans cet article ont été construits pour moins de 20 dollars/PE ou 80 dollars/m<sup>3</sup>/jour de flux moyen (250 l/jour/PE) alors que les systèmes de lagunes coûtent environ 4 dollars/PE en excluant dans tous les cas les coûts du terrain. L'énergie électrique utilisée pour les stations d'épuration de boues activées est d'environ 3,5 watts par équivalent par personne de 50 g DBO/jour qui coûte environ 2,00 dollars/PE/an donnant un montant annuel et coût de fonctionnement total d'environ 5 dollars /PE/an, environ dix fois plus que le coût des systèmes de lagunes mais encore seulement 10% du coût des stations d'épurations des pays développés. Ce chiffre représente également environ 1% du salaire minimum d'une famille de 5 personnes.

Le secteur public au Venezuela souffre traditionnellement des maladies d'un excès d'employés, d'abus des syndicats, de structure de salaire non compétitive, d'interférences politiques, de sous financement pour la maintenance du fonctionnement et des politiques de procédures labyrinthe qui rendent le jour à jour des achats des biens de consommation très difficiles. Cependant l'utilisation de contacteurs de fonctionnement dans les stations d'épuration décrites ont assuré qu'ils avaient bien assuré la maintenance comme le montrent les résultats. Le secteur de l'eau et de l'assainissement demeurent cependant sous financés à cause du peu de volonté politique à appliquer, taxer et collecter des tarifs réalistes et à l'idée que le service devrait être reçu sans subsides de la part du centre.

## Références

- Baozhen, W. (1987) The Development of Ecological Wastewater treatment and Utilization Systems in China. Wat. Sci. Tech. Vol. 19, N\_ 1/2 pp 51-63
- Carbonell, L.M. and Lansdell, M. (1991) Wastewater Treatment and Reuse aspects of Lake Valencia, Venezuela. Wat. Sci. Tech. Vol. 24, N\_ 9 pp 19-30
- Lansdell, M. (1987). The Development of Lagoons in Venezuela. Wat. Sci. Tech. Vol. 19, N\_ 12 pp 55-60
- Strauss, M. and Blumenthal, U. (1990) Use of Human Wastes in Agriculture and Aquaculture IRCWD Report N\_ 08/90, Duebendorf, Suisse

# SYSTEMES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES AU GUATEMALA, AMERIQUE CENTRALE

**Ingénieur Adan E. Pocasangre Collazos**

Directeur général du Conseil pour les déchets liquides et solides, CONAMA, 7a Ave. 7-13 Zona 13,  
Guatemala, Guatemala

Tél: (502) 440-7916/17, Fax: (502) 440-7938, Tél/Fax personnel: (502) 474-3601

## Résumé

Au Guatemala, en Amérique Centrale, vivent plus de 10 millions de personnes et il existe plus de quatre-vingt stations d'épuration (SE) avec différents types et processus. La plupart d'entre elles desservent des zones suburbaines, (petites collectivités), d'autres desservent des sections privées de projets de résidences, et d'autres des industries. A ce jour les autorités ne connaissent pas vraiment le nombre de stations d'épuration existantes dans tout le pays et si elles fonctionnent correctement. En raison de cette situation cet article prétend donner une vision plus rapprochée des stations d'épuration identifiées et de leur état actuel de maintenance et de fonctionnement. Il montrera également l'expérience de l'utilisation des filtres goutte à goutte en République d'El Salvador en Amérique Centrale.

## Introduction

La centralisation des populations est à l'origine du besoin de palier à la demande d'approvisionnement en eau. Cette situation accroît jour après jour le flux des eaux usées qui débouchent des canalisations d'égout sans traitement préalable. Cette situation détériore la qualité des cours d'eau, des lacs, etc. La plus grande partie des industries déversent leurs eaux usées dans les réseaux d'assainissement sans traitement préalable contribuant ainsi à la contamination.

Conformément à Analyses sectorielles pour l'approvisionnement en eau et les eaux usées du Guatemala, la population desservie avec un contrôle de pollution des eaux usées (eaux usées sanitaires et latrines) est la suivante :

- Population totale*	10,322
- Population desservie	3,142
% Population desservie	60%
- Population urbaine totale	3,978
- Population urbaine desservie	2,868
% de la population urbaine desservie	72%
- Population rurale totale	6,344
- Population rurale desservie	3,274
% de la population rurale desservie	52%

\* en milliers

Source: Analyses sectorielles pour l'approvisionnement en eau et les eaux usées - 1994

Au Guatemala il existe plus de 18 000 collectivités dans tout le pays où moins de 1% ont des systèmes de traitement des eaux usées, déversant environ 1 000 000 m<sup>3</sup>/jour d'eaux usées sans traitement dans les cours d'eau les lacs, etc.

## Situation actuelle des stations d'épuration

Vingt des stations d'épuration identifiées possèdent des unités de lagunes de stabilisation en tant que traitement primaire et/ou secondaire. Dix-sept sont des cuves Imhoff, douze avec des filtres goutte à goutte, 4 avec des ULBA (unité de lit de boue anaérobies) et d'autres avec des unités différentes. Les informations apportées dans le tableau suivant sont : la localisation, l'institution responsable et si le système fonctionne correctement

No.	Localisation	Responsable	Fonctionnement
1	Atescatempa, Jutiapa	Municipalité	Non
2	Casillas, Santa Rosa	Municipalité	Oui
3	Catarina, San Marcos	Municipalité	Oui (partiel)
4	Flores Costa Cuca, Quet.	Municipalité	Oui (partiel)
5	Guastatoya I	Municipalité	Oui
6	Guastatoya II	Municipalité	Oui
7	Ipala	Municipalité	Oui (partiel)
8	Pajapita	Municipalité	Oui (partiel)
9	Pasaco	Municipalité	Oui (partiel)
10	Patzun	Municipalité	Non
11	Retalhuleu	Municipalité	Oui (partiel)
12	Sanarate I	Municipalité	Oui (partiel)
13	Sanarate II	Municipalité	Oui
14	San Agustin Acasaguast	Municipalité	Non
15	San Esteban Chiquimula	Municipalité	Oui (partiel)
16	San Juan Comalapa	Municipalité	Oui (partiel)
17	Solola I	Municipalité	Oui
18	Tiquisate I	Municipalité	Oui (partiel)
19	Tiquisate II	Municipalité	Oui (partiel)
20	Villa Canales	Municipalité	Non
21	Zacualpa, Quiche	Municipalité	Non
22	Nimajuyu	BANVI	Non *
23	Bello Horizonte	EMPAGUA	Oui (partiel)
24	Villalobos 1	BANVI	Non
25	Villalobos 2	BANVI	Non *
26	Mesquitral	BANVI	Non *
27	Santa Isabel II	BANVI	Non *
28	Justo Rufino Barrios	-	Non
29	Peronia, Mixco	Municipalité	Oui (partiel)
30	San Cristobal, Mixco	Municipalité	Non
31	Berlin, Mixco	Municipalité	Non
32	San Jacinto, Mixco	Municipalité	Non
33	USAC (Guate)	USAC	Oui (partiel)
34	Villa Hermosa, Villa Can.	Municipalité	Non
35	Ribera del rio, Villa Can.	Société immobilière	Oui (partiel)
36	Aurora I y II	Municipalité	Non
37	Elgin II	Municipalité	Non
38	Lomas de Portugal, mix.	Municipalité	Oui (partiel)
39	Molino de las Flores, mix.	Municipalité	Oui (partiel)
40	Valles de la Mariposa I y II	Société immobilière	Oui (partiel)
41	Santa Rita, Mixco	Municipalité	Oui (partiel)
42	El Tabacal	Société immobilière	Oui (partiel)
43	San Cristobal 2, Mixco	Municipalité	-

44	El Bosque, Mixco	Municipalité	-
45	Elgin Sur, Mixco	Municipalité	Non
46	Villa Sol, Guatemala	Société immobilière	-
47	Riveras del Pacifico	Société immobilière	-
48	Taxisco, Santa Rosa	Municipalité	Oui (partiel)
49	Calapte, San Marcos	Municipalité	-
50	Puerto Quetzal	Puerto Quetzal	-
51	Cent. Recreat. Pto. Quetz	Min. de la Défense	Non
52	Base Aerea Sur, Reu.	Min. de la Défense	-
53	Zona Mil. No. 10/Jutiapa	Min. de la Défense	-
54	Zona Mil. No. 23/Peten	Min. de la Défense	-
55	Zona Mil. No. 19/Huehuc	Min. de la Défense	-
56	Zona Mil. Zacapa	Min. de la Défense	-
57	Santa Elena Barilas, V.C.	Municipalité	Non
58	Central de Mayoreo, Guatemala	Municipalité	-

Le tableau suivant montre les stations d'épuration en processus de construction en 1998.

No.	Localisation	Responsable
1	Tiquisate, Escuintla	Municipalité
2	Tiquisate, Escuintla	Municipalité
3	Pajapita, San Marcos	Municipalité
4	El Tesoro, Mixco	Municipalité
5	Teculután, Zacapa	Municipalité
6	Teculután, Zacapa	Municipalité
7	Estanzuela, Zacapa	Municipalité
8	Boca del Monte, V. C.	Municipalité
9	Camotan, Chiquimula	Municipalité
10	Camotan, Chiquimula	Municipalité
11	Taxisco, Santa Rosa	Municipalité
12	Solola, Solola	Municipalité
13	Panajachel, Solola	Municipalité
14	Jocotan, Chiquimula	Municipalité
15	Jocotan, Chiquimula	Municipalité
16	San Jose La Arada, Chiquimula	Municipalité

Au sujet du fonctionnement, les stations d'épuration fonctionnent de manière précaire, seulement 8,7% travaillent avec une élimination supérieure à 60% de leur capacité. Les gouvernements locaux sont responsables du service de gestion dans 65% des cas.

### **Expérience de l'utilisation des filtres goutte à goutte**

L'utilisation des filtres goutte à goutte au Guatemala comme à El Salvador a été popularisée plus tard à cause des conditions topographiques (pentes fortes) et la disponibilité de l'utilisation des terrains pour la localisation de ces unités.

Avec ces systèmes, l'élimination atteint 40 à 50 mg/l de DBO en utilisant un pré-traitement par des grilles et enlèvement du sable et traitement primaire avec sédimentation, traitement secondaire avec filtres goutte à goutte et sédimentation secondaire.

Le filtre goutte à goutte dans ce pays a été modifié en changeant l'instrument d'entrée de mobile à fixe, à cause de la difficulté de construire ou d'importer cet instrument en utilisant des canaux avec des barrages triangulaires comme système de distribution.

Les avantages de l'utilisation des filtres goutte à goutte sont un coût d'entretien peu élevé et la simplicité du fonctionnement.

**SYSTEMES DE TRAITEMENT DES  
EAUX USEES POUR DE PETITES  
COMMUNAUTES**

# **TECHNOLOGIES DE FILTRES DE RECIRCULATION; DEVELOPPEMENTS RECENTS ET APPLICATIONS EN JAMAÏQUE**

**Christiane Roy et Grace Foster Reid**

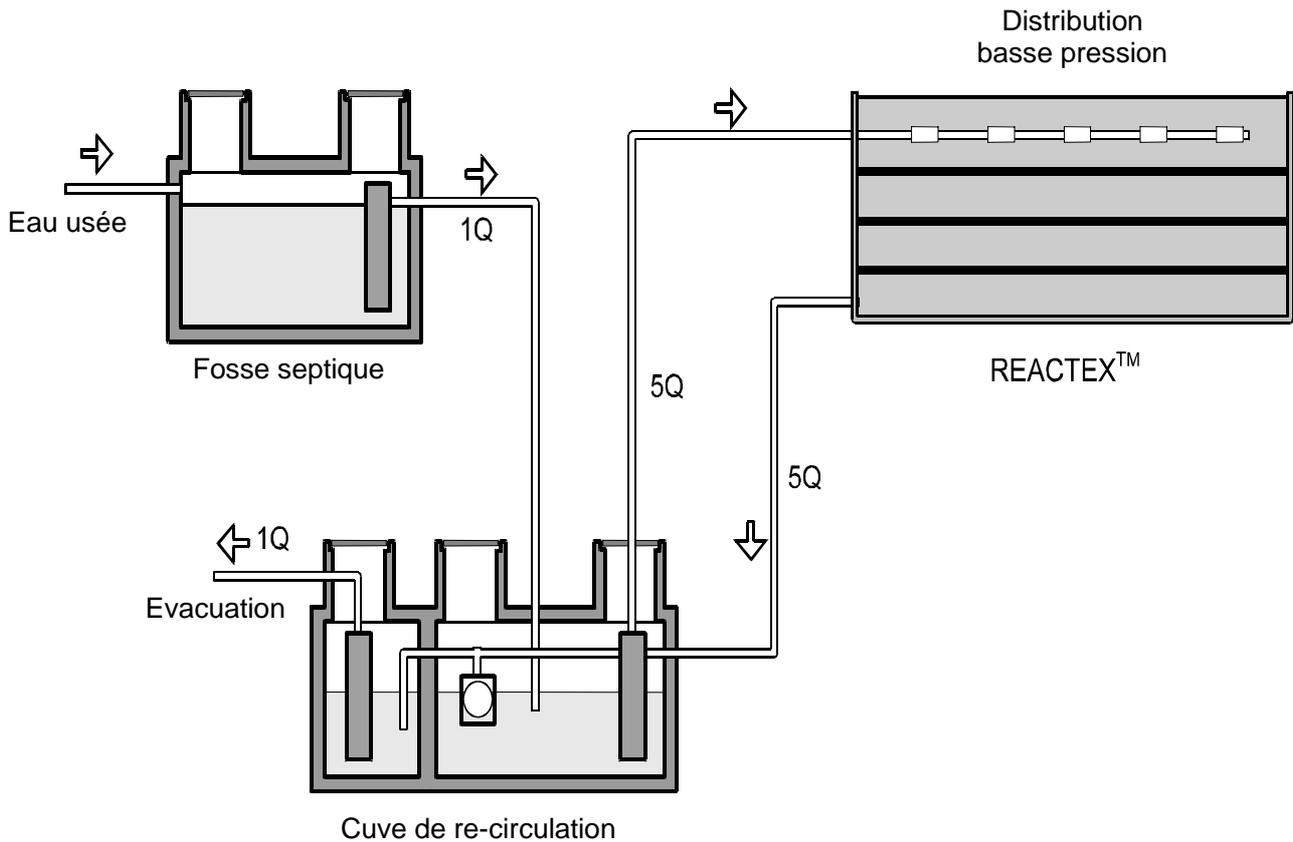
Option Environnement Inc, 2360 Avenue de La Salle, Bueau 202, Montreal, Québec H1V 2L1, CANADA  
Tél: (514) 257-6380, Fax: (514) 257-6382, Email: croy@opt-env.qc.ca

Les filtres intermittents sont des technologies de traitement des eaux usées domestiques bien connues. On les rencontre communément dans les zones urbaines et périurbaines ou ils peuvent être utilisés pour les traitements sur place ou pour des systèmes de collectivités. Les résidences individuelles, les développements résidentiels, les complexes touristiques, les clubs de golf et les entreprises ou industries à l'extérieur des villes sont des exemples d'application potentielle de ces technologies. Les filtres intermittents sont des systèmes de fosse septique qui peuvent fonctionner comme système à sens unique ou de re-circulation.

Jusqu'à 1 000 mètres cubes par jour les filtres de re-circulation sont les plus appropriés, se sont des systèmes peu coûteux en terme d'investissement et de fonctionnement. Etant des systèmes de fosses septiques ils incluent une collectivité ou plusieurs petites fosses septiques. L'effluent de la fosse septique est collecté et apporté au site de traitement par un système de collecte de petit diamètre qui transporte seulement l'effluent liquide. Le système de traitement comprend deux composantes majeures : la cuve de re-circulation et l'unité du filtre. Une horloge simple contrôle les pompes 0,5 HP qui envoient les eaux usées dans le filtre grâce à un système de distribution basse pression ; l'eau filtrée retourne dans la cuve de re-circulation par gravité où une valve de division dirige une partie de l'eau traitée vers l'évacuation.

L'efficacité du traitement est une haute qualité du niveau secondaire avec la Demande biochimique en oxygène typique de cinq jours (DBO5) et une valeur de MSS inférieure à 15 mg/l ; le nombres de coliformes fécaux est réduit par deux ordres ou plus de magnitude. L'eau traitée peut être évacuée dans un système aquatique receveur ou dans le sol, en fonction des conditions locales et des règlements en vigueur. Les filtres de re-circulation sont simples de fonctionnement et nécessitent peu de maintenance.

Pour les résidences individuelles et les très petits systèmes avec des flux journaliers inférieurs à 10 m<sup>3</sup>/jour, un système à sens unique peut être utilisé. Ces systèmes ne nécessitent pas une cuve de re-circulation mais utilisent une unité de filtre plus grande.



**Figure 1: Technologie de filtre de recirculation**

### **Filtres textiles intermittents**

Des développements récents utilisent des morceaux de tissus non tissés comme traitement intermédiaire permettant une diminution significative de l'espace nécessaire pour ce type de technologie, qui se compare déjà favorablement avec d'autres technologies disponibles pour les systèmes communautaires (Tableau 1). Les champs de filtration conventionnels sont conçus pour une capacité normale de 4 cm/ jour ou moins tandis que les filtres de sable à re-circulation peuvent recevoir 20 cm/jour et par conséquent occupent cinq fois moins d'espace. Les filtres de re-circulation textile peuvent être chargés jusqu'à 180 cm/jour, ce qui représente une économie d'espace encore plus importante. Avec des capacités de traitement aussi importantes, la masse de la charge devrait toujours être vérifiée. Les systèmes à sens unique sont normalement dix fois plus petits que les champs de filtration.

**Tableau 1: Comparaison des champs de filtration et des filtres intermittents**

Type de système	Capacité hydraulique typique	Surface des zones
Champs de filtration conventionnels	4 cm/j	2 500 m <sup>2</sup> pour 100 m <sup>3</sup> /j
Filtres de sable de re-circulation	20 cm/j	500 m <sup>2</sup> pour 100 m <sup>3</sup> /j
Filtres textiles de re-circulation	100 à 180 cm/j	55 à 100 m <sup>2</sup> pour 100 m <sup>3</sup> /j
Filtre textile à sens unique	40 à 60 cm/j	2,5 à 4,0 m <sup>2</sup> pour une résidence

Cette économie d'espace est due aux propriétés hydrauliques des morceaux de textile. Leur capacité de rétention d'eau combinée à leur porosité unique rend possible un processus de traitement basé sur des temps de contact étendus entre l'eau usée et la biomasse qui se développe et s'attache au milieu du traitement. Comme résultat, l'unité de filtre devient un réacteur de traitement qui peut être chargé avec des capacités hydrauliques ou de masse plus élevées que les filtres empaquetés à grain moyen. La surface de la zone peut être réduite par un facteur de cinq à neuf, en fonction des objectifs de traitement et des caractéristiques des eaux usées. Pour des eaux usées domestiques typiques (effluent de fosse septique à DBO<sub>5</sub> = 160 mg/l) et une qualité des eaux traitées avec des valeurs de DBO<sub>5</sub> et de MSS inférieures à 10 mg/l une réduction de l'espace d'un facteur cinq peut être espérée.

Afin de fournir l'oxygène nécessaire pour la biodégradation aérobie des polluants organiques, une aération forcée est nécessaire pour les filtres textiles. Ce but est atteint en utilisant des petits ventilateurs (80 à 100 watts).

Les résultats de traitement d'une unité résidentielle et d'une unité commerciale sont présentés ci-dessous (Tableau 2). L'unité résidentielle traite un flux moyen de 600 l/j avec un filtre textile à sens unique de 1,5 m<sup>2</sup> de surface de zone qui comprend trois couches de 15 cm de textile. L'unité commerciale dessert un centre commercial. La moyenne journalière du flux est de l'ordre de 6,8 m<sup>3</sup>/j, les eaux usées ont une très grande force à cause de la présence sur les lieux d'un marché de viande. Le système de traitement est un filtre textile de re-circulation avec six modules de filtres couvrant au total une surface de 17,3 m<sup>2</sup> ; chaque module est constitué de trois couches de textiles de 15 cm.

**Tableau 2: Résultats des traitements de filtres textiles**

Système	Flux (m <sup>3</sup> /j)	CH <sup>1</sup> (cm/j)	CM <sup>2</sup> (g/m <sup>2</sup> -j)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)		MSS (mg/L)		Coliformes fécaux (UCF/100ml)	
				Affluent	Effluent	Affluent	Effluent	Affluent	Effluent
Résidentiel	0,6	41	86	209	5,4	71	5,3	1,35 E5	980
Commercial	6,8	34	121	355	5,4	72	3,6	5,64 E5	2 800

3 CH = capacité hydraulique

4 MC = capacité de masse

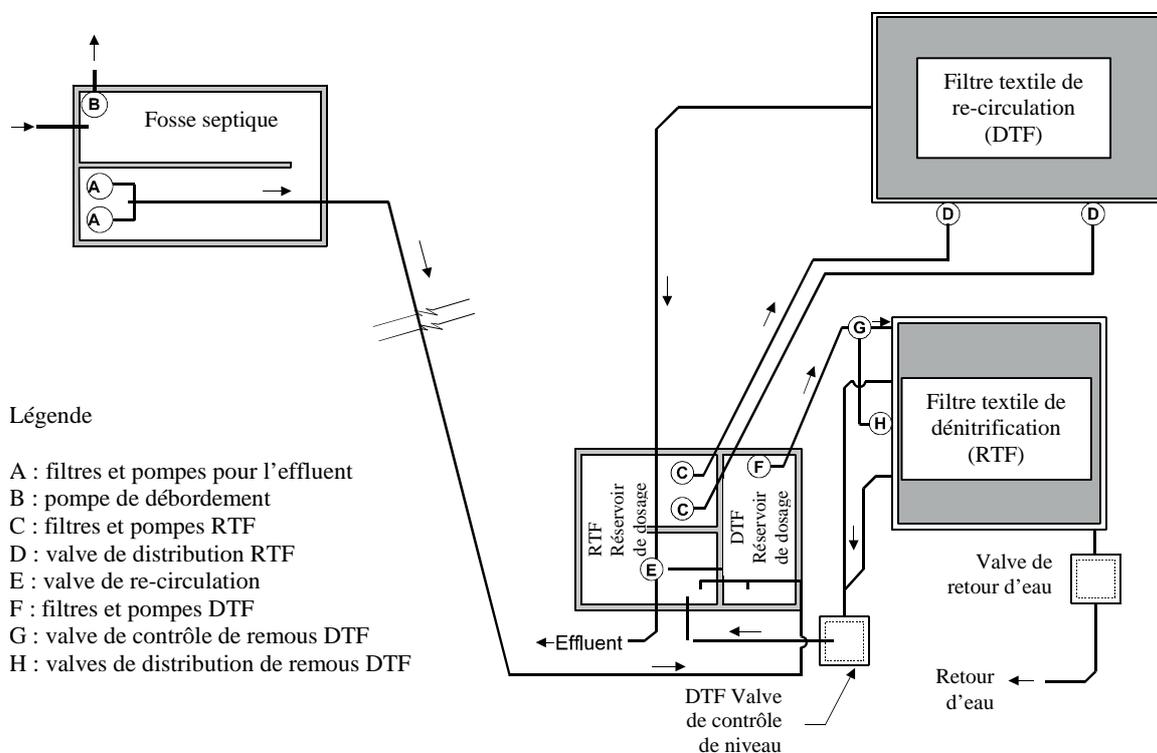
## Station d'épuration Kirkvine de Alcan en Jamaïque

Un autre avantage des filtres de re-circulation est la possibilité d'incorporer d'autres composants de traitement pour faire face à des besoins particuliers. Un bon exemple est le système de traitement récemment construit pour les eaux usées domestiques à la station d'épuration Alcan Jamaïque à Kirkvine. Ce système est conçu pour traiter 45m<sup>3</sup>/j. A cause des normes sur les effluents des eaux usées de l'Autorité pour la conservation des ressources nationales, les objectifs stricts de traitements ont été fixés pour l'azote en plus des objectifs conventionnels de DBO, de MSS et de coliformes fécaux (Tableau 3).

**Table 3: Objectifs de la station d'épuration de Kirkvine**

DBO <sub>5</sub> (mg/l)	MSS (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg N/l)	Coliformes fécaux (CFU/100 ml)
20	20	10	1000

Pour atteindre ces objectifs, un système de filtres textiles à re-circulation a été construit, la charge hydraulique et le taux de re-circulation sur le système de re-circulation sont ajustés pour assurer une nitrification complète. Et une unité de dénitrification a été ajoutée à la chaîne du traitement (Figure 2). Cette dernière unité reçoit un mélange minutieusement équilibré de l'effluent de la fosse septique et de l'eau azotée pour être dénitrifiée avant l'évacuation finale. L'effluent de la fosse septique sert de source de carbone pour le processus de dénitrification.



**Figure 2: Système de traitement des eaux d'égouts de la station d'épuration Kirkvine à Alcan Jamaica**

Le profil hydraulique du processus traitement des d'égouts est montré Figure 3. Les eaux d'égouts brutes sont tout d'abord collectées dans une fosse septique commune où les solides se déposent réduisant ainsi la charge organique. La digestion anaérobie des solides déposés réduit leur volume et permet une accumulation à court terme avant que la fosse ait besoin d'être vidée. Deux filtres bio tubes de l'effluent sont installés dans la fosse à proximité de la sortie, les filtres de l'effluent captent les solides non déposés qui serraient sinon emportés avec l'effluent.

Avec les filtres de l'effluent, il y a deux pompes qui pompent l'effluent clarifié en partie vers la cuve de filtre textile de re-circulation (RTF) et en partie vers la cuve textile de dénitrification (DTF). La cuve RTF reçoit également une portion de l'eau filtrée dans le filtre textile de re-circulation (RTF) et toute l'eau du filtre textile de dénitrification (DTF).

Pour ce projet, un taux de circulation de 5,5 :1 de RTF a été choisi. A ce taux de re-circulation, l'effluent de la fosse septique est filtré par le RTF 5,5 fois avant d'être éliminé. L'eau filtrée est divisée entre l'évacuation (1Q), et la cuve DTF (4,5 Q). L'eau envoyée à la cuve DTF est dosée sur le DTF avec un taux de re-circulation de 5:1 et retourne alors à la cuve RTF, complétant ainsi le cycle de traitement.

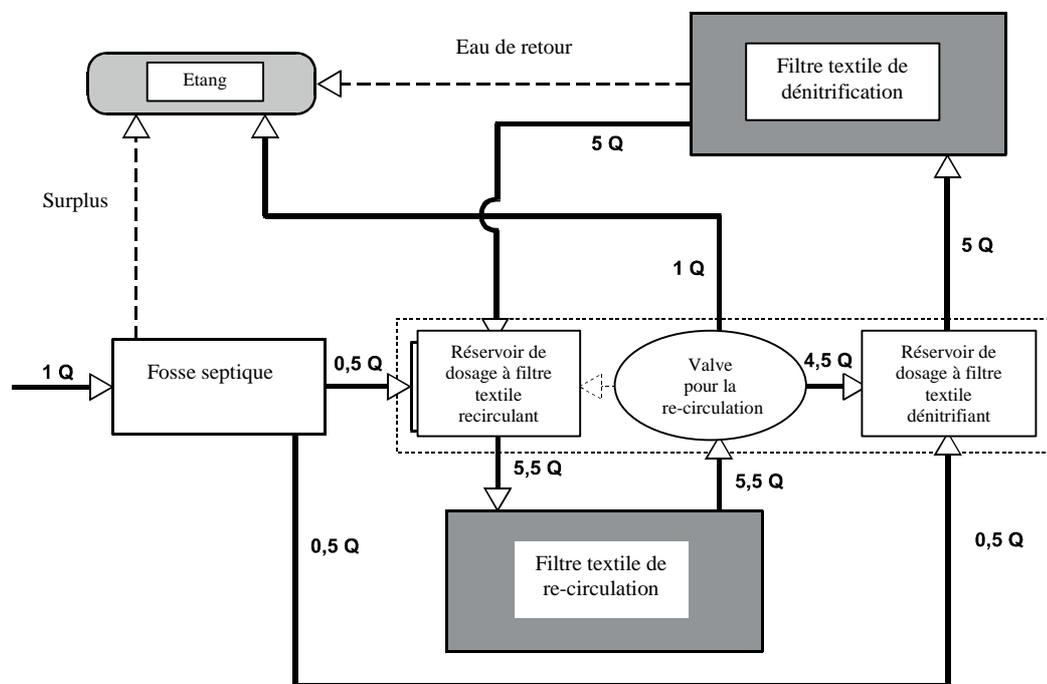


Figure 3: Profil hydraulique de la station d'épuration de Kirkivine

La fosse septique est conçue pour un temps de rétention théorique de 2,25 jours. Deux pompes et deux bio tubes filtrant l'effluent sont localisés dans la fosse et contrôlés par une horloge. Un ensemble de flotteurs signale les niveaux d'eau hauts et bas.

La cuve RTF a un volume efficace de  $47,6 \text{ m}^3$ , c'est à dire 106% du flux prévu. Sont situé dans la cuve : quatre pompes qui envoient l'eau au RTF et la valve qui sépare l'eau filtrée sur le RTF entre l'évacuation et la cuve DTF. Une horloge incorporée à un panneau de contrôle duplex contrôle les pompes. Un ensemble de flotteurs indique les niveaux d'eau hauts et bas de la cuve.

Le RTF est conçu pour une charge hydraulique de 80 cm/j. Il mesure  $56,9 \text{ m}^2$  et est constitué de trois couches de 15 cm de coupons de textile. Un système de distribution

faible pression fournit l'eau uniformément sur la surface du lit. L'eau filtrée est collectée par le bas par un tuyau de collecte.

La cuve DTF est un réservoir en béton de 25 m<sup>2</sup> (effectifs). Cette cuve est plus petite que le réservoir RTF parce qu'elle n'a pas besoin d'absorber les flux de pointe. Il y a dans cette cuve une pompe qui dose l'eau de la DTF. Une horloge incorporée dans un panneau simple contrôle la pompe ; un ensemble de flotteurs indique les niveaux d'eau hauts et bas.

Le DTF est conçu pour une charge hydraulique de 100 cm/j et possède une surface de 45 m<sup>2</sup>. Un système de distribution basse pression distribue l'eau sur la surface du filtre. Le filtre est une couche de 50 cm de coupons de textiles. Au fond, deux tuyaux collectent l'eau filtrée. Ce filtre est gardé saturé par un instrument de contrôle de niveau. Un système de remous est également fourni.

Le système de traitement de la station d'épuration de Kirkivine est opérationnel depuis juillet 1998. La première phase de démarrage était limitée au cycle RTF. Des ajustements ont eu lieu pour assurer un fonctionnement correct du système. Le flux quotidien et les performances du système étaient contrôlés ; les causes des flux d'eau excessifs furent identifiées et corrigées. La deuxième phase du démarrage concernait le cycle DTF.

## **Conclusion**

Les filtres intermittents offrent des solutions de traitement des eaux d'égouts attractives pour les systèmes à petits flux. Ils constituent un type de technologie bien connue et largement répandue en Amérique du Nord. Les filtres intermittents sont des systèmes bon marché qui sont faciles d'emploi, prennent peu de place et fournissent un traitement de haute qualité. C'est une chaîne de traitement flexible qui peut être incorporée en complément de phase de traitement comme la dénitrification, l'élimination du phosphore et la désinfection.

Les options de filtre textile sont particulièrement intéressantes lorsque le matériel granulaire n'est pas facilement disponible. De plus, les filtres textiles occupent moins de surface que les couches granulaires : une unité résidentielle occupe aussi peu que 4 m<sup>2</sup> alors qu'un système plus large nécessite 25 fois moins d'espace qu'un champ de filtres conventionnel. Ils offrent un effluent traité de qualité avec des valeurs de DBO<sub>5</sub> et de MSS inférieures à 15 mg/l ou moins et une quantité de coliformes fécaux inférieure à 50 000.

La station d'épuration de Kirkivine est un exemple de comment ces technologies peuvent être mises en œuvre localement.

# SYSTEME DE TRAITEMENT DES EAUX D'EGOUTS POUR DE PETITES COMMUNAUTES

Francine Clouden

BSc. Ingénieur sanitaire, Institut de santé de l'environnement des Caraïbes, PO Box 1111,  
The Morne, Castries, Ste. Lucie

Tél: (758) 452-2501, Fax: (758) 453-2721, Email: [fclouden.cehi@candw.lc](mailto:fclouden.cehi@candw.lc)

## Historique

L'accroissement de l'approvisionnement en eau potable associé à l'augmentation du niveau de vie standard et la croissance de l'industrialisation dans les Caraïbes, y compris le tourisme, a eu comme résultat toujours plus de déchets (c. à d. d'eaux d'égouts) à évacuer. Une attention considérable est cependant maintenant donnée aux déchets liquides dans pratiquement toutes les Caraïbes. La conséquence de cela est la réalisation que les déchets liquides constituent une source majeure de pollution d'origine terrestre sur le milieu marin et constituent par conséquent, une menace significative de l'intégrité des fragiles écosystèmes sur lesquels survivent les économies basées sur le tourisme.

Dans la plupart des pays il y a une répartition inégale des habitants. Les populations ont tendance à se concentrer sur les ceintures côtières à cause de la nécessité d'être à proximité des installations portuaires, des bases de pêche, des manufactures et des activités touristiques.

Dans les pays des Caraïbes, la capitale est la cible des activités économiques et commerciales. Il y a généralement quelques petits centres importants supplémentaires où les populations sont concentrées. Dans de nombreux cas il y a également un développement des périphéries suburbaines et un mode linéaire continu d'installation, en particulier le long de la côte. Le gros de la population se retrouve dans les villes, les villages et les collectivités de taille variée.

Fournir un traitement municipal des eaux d'égout pour ces communautés essentiellement décentralisées constitue un défi pour les gouvernements des Caraïbes.

Des réseaux d'assainissement existent dans quelques pays des Caraïbes (ex. Barbados, Grenade, Trinité, Ste. Lucie). En 1991 il a été estimé que 10% de la population était connectée à une forme quelconque de système d'égout. Quelques systèmes sont anciens, sous-dimensionnés et ont besoin d'être réparés et nombreux sont ceux qui se déversent sans traitement préalable dans les cours d'eau ou le milieu marin. De nouveaux systèmes sont prévus à Roseau, en Dominique et sur les côtes sud et ouest de Barbados. Ces systèmes, cependant, ont tendance à nécessiter des investissements financiers importants et les étapes de mise en œuvre sont longues. Il existe également de nombreuses petites stations ou stations d'emballage qui fonctionnent à la fois dans le secteur public et le secteur privé.

Le système d'évacuation des eaux d'égout de loin le plus utilisé, surtout dans les zones urbaines et péri-urbaines, est la fosse septique et le puits d'assainissement, et dans les îles coralliennes comme Barbados, le puits d'aspiration qui est un trou profond pour faciliter la percolation. Dans ces zones où les conditions du sol ne permettent pas une infiltration correcte, l'effluent est généralement évacué dans les drains de rues. De nombreuses communautés rurales, en particulier celles qui n'ont pas accès à l'eau courante, dépendent des latrines à trou et la provision des installations publiques pour le traitement des eaux d'égout ou l'évacuation des excréments.

## Technologies de traitement des eaux d'égout

Des technologies relativement simples de traitement des eaux d'égout pour de petites communautés peuvent être conçues pour fournir un assainissement bon marché et protéger l'environnement, ainsi que de procurer des bénéfices supplémentaires comme la réutilisation des eaux d'égout. Ces systèmes sont classifiés en trois types principaux comme le montre la Figure 1.

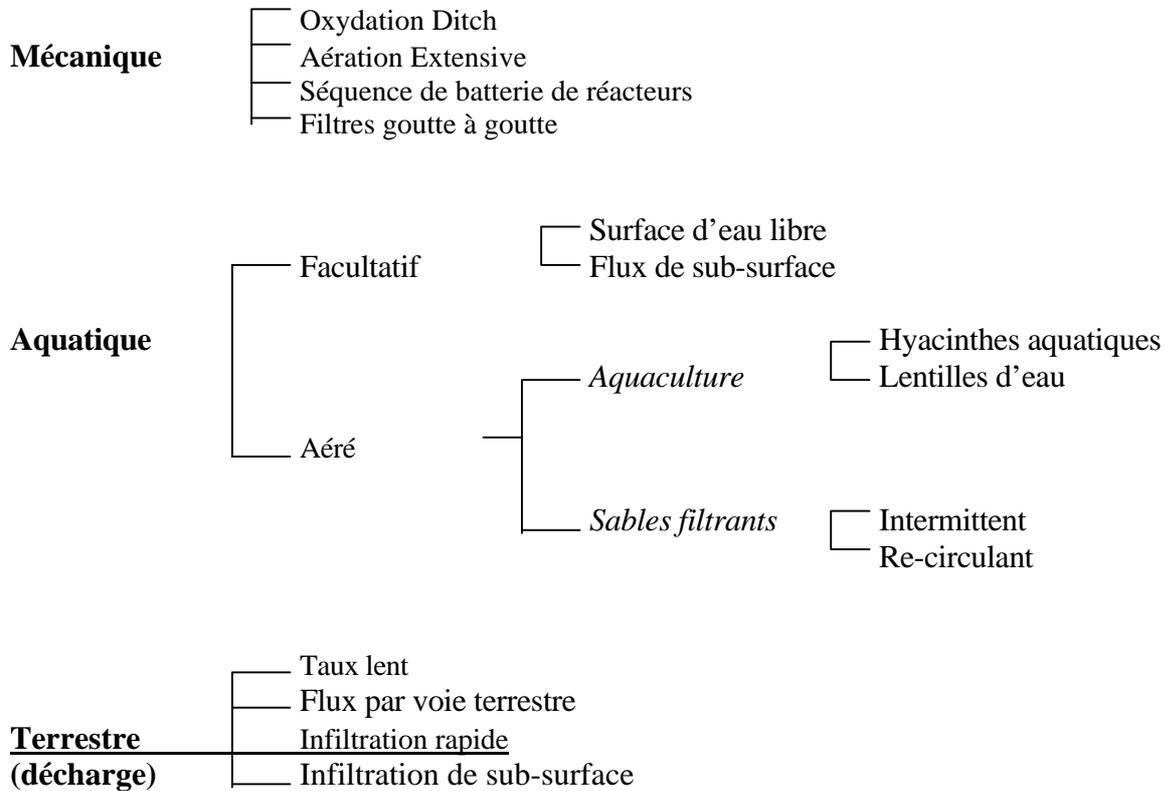


Figure 1. Résumé des technologies de traitement des eaux d'égouts

### Systèmes mécaniques

Les systèmes mécaniques utilisent une combinaison de processus physiques, biologiques et chimiques pour atteindre les objectifs de traitement. En utilisant des processus essentiellement naturels dans un environnement artificiel les technologies de traitement mécanique utilisent une série de cuves combinées à des pompes, des souffleurs, des écrans, des filtres et autres composants mécaniques pour traiter les eaux d'égout. Une séquence de batteries de réacteurs, de rigoles d'oxydation, de systèmes d'aération extensifs et de systèmes de stabilisation de contact sont toutes des variations de processus de boues activées et sont toutes utilisées avec plus ou moins de succès dans la région, là où les terrains ont de la valeur. La plupart appartiennent à des particuliers et fonctionnent comme par exemple dans les hôtels, cependant, plus récemment quelques communautés les utilisent à Montserrat.

### Adaptation

Ces systèmes sont plus adaptés à des endroits où la disponibilité des terrains est un souci, comme les zones résidentielles. Les coûts de fonctionnement et d'entretien sont généralement plus élevés que pour les autres technologies (dépendant du prix du terrain), mais ils peuvent assurer un plus grand contrôle de fonctionnement, en donnant un personnel spécialisé pour que leur fonctionnement soit valable. Ces systèmes sont

conçus pour atteindre les limites habituellement établies pour les traitements secondaires (DBO et SS < 30 mg/l) et peuvent également fournir un traitement avancé.

Une étude fournie par le CEHI/PAHO en 1991, a trouvé que 75% de systèmes de type « mécanique » n'atteignaient pas les normes minimales de fonctionnement généralement acceptées. Cela fût attribué (1) à l'utilisation des technologies « high-tech » qui n'étaient pas adaptées pour l'utilisation dans la région ; (2) à la compréhension limitée des processus de traitement par les opérateurs ; (3) au temps et au budget alloués insuffisants. Les recommandations pour l'amélioration comprennent (1) l'utilisation d'équipement et de matériel disponible localement ; et (2) une formation formelle et une éventuelle certification des opérateurs. De plus seulement 16% des stations contrôlées avaient un opérateur formé, alors qu'un opérateur à plein temps était disponible dans seulement 20% des stations.

## **Systèmes aquatiques**

Les lagunes facultatives sont la forme la plus connue de la technologie de lagunage de traitement aquatique actuellement utilisée. Le terme « facultatif » se réfère au mélange de conditions aérobies et anaérobies et dans les bassins facultatifs des conditions aérobies sont maintenues dans les couches supérieures alors que des conditions anaérobies sont présentes vers le fond. La couche intermédiaire est aérobie à proximité du haut et anaérobie à proximité du fond et constitue la zone facultative. Les lagunes aérées sont plus petites et plus profondes que les bassins facultatifs et évoluent vers des bassins de stabilisation.

Les terres humides artificielles, ayant une fonction d'aquaculture sont en général des moyens très efficaces de parfaire le traitement de l'effluent d'eaux d'égouts traitées. Les terres humides artificielles peuvent être utilisées de deux façons ; flux d'eau de sub-surface, et flux d'eau de surface. Ces systèmes utilisent des racines de plantes pour fournir le substrat pour la croissance des bactéries attachées qui utilisent des nutriments présents et pour le transfert de l'oxygène. Les bactéries font le gros du travail bien qu'il y ait un peu d'azote pris par les plantes. Typiquement, ces systèmes sont de longs bassins étroits, avec des profondeurs inférieures à 67 cm qui sont plantés de joncs roseaux. Le système d'eau de surface ressemble à une terre humide naturelle. Les systèmes d'eau souterraine peu profonde utilisent un gravier ou un sable moyen, qui fournit un enracinement moyen pour les plantes aquatiques à travers lesquelles coulent les eaux d'égout.

Les systèmes d'aquaculture sont différents par le type de plantes vivant dans les bassins de rétention des eaux d'égout. Ces plantes sont en général des hyacinthes d'eau ou des lentilles d'eau. Ces systèmes sont en gros des bassins peu profonds recouverts de plantes flottantes qui retiennent les eaux d'égout au moins une fois par semaine. La principale fonction de ces plantes dans ces systèmes est de fournir un habitat pour les bactéries qui éliminent la grande majorité des nutriments dissous. Les tableaux 1 et 2 résument les particularités de la conception de ces systèmes.

**Tableau 1. Particularités de la conception des unités de traitement aquatique typiques**

<b>Technologie</b>	<b>Objectif du traitement</b>	<b>Temps de rétention</b>	<b>Profondeur (mètres)</b>	<b>Charge organique (kg/ac/jour)</b>
Fossé d'oxydation	Secondaire	10-40	10-15	16-50
Bassin facultatif	Secondaire	25-180	15-25	9-27
Bassin aéré	Secondaire, finition	7-20	20-60	20-82
Bassin de stockage	Secondaire, stockage, finition	100-200	30-50	9-27
Traitement de la zone des racines des bassins d'hyacinthes	Secondaire	30-50	<15	<20

**Table 2. Particularités de la conception des terres humides artificielles**

<b>Facteur de la conception</b>	<b>Flux d'eau de surface</b>	<b>Flux d'eau de sub-surface</b>
Surface minimale	23-1 IS ac/mg j	2.3-46 ac/mg j
Profondeur d'eau maximale	Relativement peu profond	Niveau d'eau en dessous de la surface du sol
Profondeur de la couche	Non applicable	30-75 cm.
Temps minimum de résidence hydraulique	7 jours	7 jours
Pré-traitement minimum	Primaire (secondaire optionnelle)	Primaire
Fourchette de la charge organique en tant que DBO	4-8 kg/ac/j	0,8-64 kg/ac/j

Ces systèmes sont peu répandus dans la région. Deux hôtels (l'un à Ste Lucie, l'autre à Grenade) utilisent actuellement les systèmes d'aquaculture, avec la hyacinthe d'eau de façon assez satisfaisante. Le CEHI pas plus tard qu'en 1995 a complété la conception d'une terre humide artificielle pour un autre hôtel de Ste Lucie, (qui n'a pas encore été construit pour l'instant) et a fourni les conseils préliminaires pour un troisième système similaire. L'Université des Caraïbes, Mona, en Jamaïque, fonctionne actuellement avec un système pilote.

## **Adaptation**

Les systèmes de traitement naturels sont capables de produire un effluent de qualité égale à ceux fournis par un système de traitement mécanique et peuvent atteindre les limites des traitements secondaires. Ces systèmes sont extrêmement applicables où il y a beaucoup de terrain disponible et où les plantes aquatiques nécessaires poussent naturellement. Ce système est encore plus avantageux en ce qui concerne sa nature « peu ou pas de technologie », ce qui signifie que ces systèmes sont relativement faciles à construire et à faire fonctionner, et leur coût relativement bas ce qui les rend attractif pour les collectivités à petit budget. Cependant leur simplicité et leur coût peu élevé peuvent être décevant par le fait que le système nécessite de fréquentes inspections et un entretien constant pour assurer un fonctionnement aisé. Les préoccupations comprennent la surcharge hydraulique, la croissance excessive des plantes, et le fait qu'ils puissent produire des effluents de qualité variable suivant le moment de l'année, le type de plantes et le volume de l'apport des eaux d'égout.

## **Technologies de traitement terrestre**

Elles incluent de faibles flux de surface, une faible infiltration de sub-surface et des méthodes d'infiltration rapide qui sont utilisées pour l'affinage postérieur. Les bénéfices supplémentaires sont la production d'eau de recharge pour les nappes phréatiques, la reforestation, l'agriculture, et/ou les pâturages pour le bétail. Ils dépendent de réactions physiques, chimiques et biologiques dans le sol. Dans les systèmes à faible taux les effluents traités de façon primaire ou secondaire sont appliqués à un taux contrôlé sur une surface de terre avec une végétation à perméabilité modérée à faible. Les eaux d'égout sont traitées alors qu'elles traversent le sol par filtration, échange d'ions, précipitation, action microbienne et prise des plantes. La végétation est un composant critique du processus et sert à extraire les nutriments, réduire l'érosion et maintenir la perméabilité du sol.

Les systèmes d'infiltration de sub-surface à faible taux (ex. puits d'assainissement) et les systèmes d'infiltration rapide (ex. puits aspirant à Barbade) sont des systèmes à décharge nulle qui déversent rarement directement des effluents dans les cours d'eau ou les autres étendues d'eau, mais peuvent recharger les nappes phréatiques. Dans les systèmes de flux de surface les effluents se déchargent éventuellement sur des surfaces d'eau. Les principaux bénéfices de ces systèmes sont leur besoin de peu d'entretien et peu de main d'œuvre technique.

## **Adaptation**

Les systèmes d'infiltration de sub-surface sont conçus pour des municipalités de moins de 2 500 habitants. Ils sont généralement conçus pour des maisons individuelles mais peuvent être élaborés pour des groupes de maisons. Bien qu'ils nécessitent des conditions particulières en ce qui concerne le site, (voir tableau 3) ils peuvent constituer une méthode bon marché pour l'évacuation des eaux d'égouts.

**Tableau 3. Contraintes du site pour les technologies d'épandage**

Caractéristiques du flux	Faible taux	Infiltration rapide	Infiltration de sub-surface	Terrain de surface
Texture du sol	Terre sableuse à terre argileuse	Sable et terre sableuse	Sable à terre argileuse	Terre limoneuse et terre argileuse
Profondeur de l'eau souterraine	10 m	10 m	10 m	non
Végétation	Requise	Optionnelle	Non applicable	Requise
Restrictions climatiques	Saison de pousse	Non	Non	Saison de pousse
Pentes	<20%, terre cultivée <40%, terre non cultivée	Pas critique	Non applicable	2% - 8% <b>pendage total</b>

Source: USEPA, *Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities*. Cincinnati, Ohio, 1992. (EPA Report No. EPAZ25/R-92 005)

### Technologies d'évacuation des excréments

De nombreuses petites communautés dans les Caraïbes n'ont pas de système de collecte ou de traitement des eaux d'égouts, en particulier là où l'approvisionnement en eau potable est limité. Le défi dans ce cas est de fournir un système adéquat de collecte, d'évacuation des excréments et un traitement possible à un autre endroit. Quelques-uns de ces systèmes les plus courants sont mentionnés ci-dessous.

#### Latrines à trou

Les latrines à trous sont les équipements d'évacuations les plus simples et les plus largement répandus pour les excréments. Elles peuvent être utilisées non seulement dans les zones rurales rustiques mais aussi dans les districts municipaux. Ces équipements sont en même temps les systèmes les meilleurs marché pour quelques programmes d'auto aide que se soit.

Les excréments tombent directement dans un trou excavé qui est normalement ou consolidé ou enceint de briques. Tous les liquides comme l'urine, l'eau de lavage, etc. peuvent s'écouler dans le sous-sol. Les substances solides sont retenues et vont remplir le trou petit à petit. Dès que les deux tiers du trou sont atteints il doit être vidé ou un autre trou doit être excaver.

Les modifications de ces latrines à trou simple comprennent les latrines améliorées d'une ventilation, avec ou sans trou de compensation ; les latrines à chasse d'eau ou à chasse de déversement.

#### Aspects de la planification

Les facteurs suivants doivent être pris en considération lors de la conception des latrines à trou:

1. Densité de la population
2. Niveau des nappes phréatiques
3. Consistance du sous-sol
4. Pollution de l'eau

## **Aspects institutionnels**

La construction des latrines à trou est assez simple et devrait par conséquent être réalisée tant que possible soi-même. Les problèmes les plus importants sont rencontrés dans les zones où les latrines n'étaient pas connues précédemment ou si les systèmes précédant ne fonctionnaient pas bien. Dans quelques zones péri-urbaines il peut également exister des réticences sociales attachées aux latrines.

Dans ces cas l'administration locale pourrait mettre en place un programme de sensibilisation du public et d'éducation soulignant les besoins et les bénéfices des systèmes, comment ils pourraient être utilisés de façon efficace, et les mesures concernant les normes de la conception, les termes des crédits et des financements. Les installations devraient être contrôlées plusieurs fois pour s'assurer de la bonne utilisation et de l'entretien.

## **Toilettes à compost**

Il existe en principe deux types différents de toilettes à compost.

Les toilettes à compost Batch sont généralement construites avec un système de deux trous. Dès que l'un des trous est plein aux deux tiers, il est complété avec de la terre et fermé, le second est alors utilisé. Quand le second est plein, le premier doit être vidé et remis en service. Ce type de toilette fournit un compostage anaérobie.

Pour un compostage continu un trou seulement est nécessaire et il doit être complètement construit. Tous les excréments, l'herbe, la paille, les cendres etc. tombent dans les foyers qui sont espacés par de minces fentes et se décomposent là. Les matériaux digérés tombent finalement dans un trou à humus et sont enlevés à intervalles réguliers. Ces systèmes impliquent des dépenses d'entretien élevées, et il n'a pas été complètement établi sous quelles conditions le processus de compostage pourrait s'effectuer de la meilleure façon. Ils ne sont en général pas recommandés pour être utilisés dans les régions tropicales.

## **Toilettes privées et fosses septiques**

En l'absence d'installation d'évacuation publique, les fosses septiques, avec les latrines à trous sont les installations les plus communes pour l'évacuation simultanée des excréments et des eaux usées ménagères. Ces fosses ont l'avantage particulier de pouvoir être connectées par la suite à n'importe quel réseau d'assainissement public. La fosse fournit alors un traitement préliminaire évitant qu'une grande quantité de solides ne soit emportée dans le réseau d'égout (voir Systèmes de collecte alternatifs).

Les toilettes privées ont généralement une plus faible capacité de purification que les fosses septiques. Elles consistent en un compartiment qui est dimensionné sur la base de  $0,12 \text{ m}^3$  par personne, avec une capacité maximale de  $1 \text{ m}^3$ . Ceci signifie que la boue doit être éliminée tous les deux à trois ans. S'il y a un approvisionnement en eau suffisant et/ou des possibilités de raccordement à un réseau d'assainissement, pour des raisons d'hygiène la préférence devrait être donnée aux fosses septiques.

## **Latrines à seaux / Toilettes voûtées**

La conception des toilettes avec des trous de collecte (toilettes voûtées) ressemble en général aux toilettes à chasse à déversement. Les coûts de construction sont peu élevés puisque aucun travail d'excavation n'est nécessaire, l'espace requis est réduit et c'est la principale raison pour laquelle de telles installations sont fréquemment construites dans les zones de population dense.

Les excréments doivent alors être évacués ou individuellement, par l'utilisateur, ou grâce à un système d'évacuation et une collecte collective (ce qui est préférable). Ce type de système comporte certains risques sanitaires. Les seaux peuvent facilement déborder et polluer l'environnement et exposer les utilisateurs à des maladies causées par les organismes. Les seaux doivent également rester propres après avoir été vidés pour limiter l'attraction des mouches lors de la prochaine session.

Ce système est actuellement utilisé dans au moins deux villages de Ste. Lucie, avec un succès variable, comme discuté dans un chapitre suivant.

### **Installations sanitaires communales**

Ce sont des installations construites en blocs et installées dans des zones centrales. La règle est de les connecter à des fosses septiques qui sont conçues en fonction du nombre de toilettes et équipées avec l'eau courante. Elles peuvent aussi fournir les installations pour les douches et la buanderie.

Il existe en général deux types d'installations communales

1. Les blocs sont seulement utilisés par un certain nombre de famille
2. Les installations communes qui sont fréquentées par tous les habitants d'une communauté dépendent de leurs besoins.

La deuxième est celle qui est communément acquise dans les Caraïbes

### **Systèmes de collecte alternatifs**

Les égouts à pesanteur de petit diamètre deviennent rapidement populaires dans les zones sans réseau d'assainissement à cause de leur faible coût de construction. Contrairement aux réseaux d'assainissement conventionnels, le traitement primaire est fourni pour chaque connections (fosse septique), et seule l'eau sédimentée est collectée. Les boules de graisse et les autres solides problématiques pouvant obstruer le collecteur principal constituent une forme séparée du flux d'eau principal et sont retenus par un intercepteur ou dans des fosses septiques installées en amont de chaque connections. Avec l'élimination des solides, le collecteur principal peut avoir un diamètre plus petit que ceux des réseaux d'assainissement conventionnels.

Les tuyaux de grand diamètre conçus avec un alignement rectiligne et des gradients uniformes pour maintenir une vitesse d'auto-nettoyage ne sont par conséquent pas nécessaire. A la place le collecteur principal peut être de plus petit diamètre et installé avec des gradients variables ou d'inflexion. Les coûts de construction sont peu élevés parce que les SDGS (Egouts à pesanteur de petit diamètre) peuvent être installés en suivant la topographie plus près que les réseaux d'égout conventionnels et contourner la plupart des obstacles sans avoir à installer de bouche d'égout.

Un tel système a été considéré pour une communauté rurale à Ste Lucie, mais n'a jamais vu la fin de la conception et la construction.

### **Exercice de technologie adaptée – Une étude de cas dans un village typique de Ste Lucie**

**Le village est situé sur la côte est de Ste Lucie. Le sol est d'un type très rocheux dans quelques zones et le niveau des nappes phréatiques est élevé, alors que la plus grande partie du village est situé dans une plaine inondable proche de l'océan. Les maisons sont très proches les unes des autres et le développement est aléatoire et non planifié.**

La population totale du village est de 4 440 habitants (recensement de 1992) avec un nombre total d'habitations occupées de 1179.

Les Autorités pour l'eau et les égouts (WASA) de Ste Lucie fournissent l'eau potable, avec des prises situées dans le voisinage. Le traitement consiste en un filtre de pierre, des filtres de sable (en parallèle) et une chloration. 23% de la population est desservie par des canalisations alentour, 50% ont un ravitaillement d'eau particulier (c'est à dire robinets dans la maison) et 27% n'ont pas de poste disponible proche (c'est à dire à une distance de marche. A cause de la topographie la régularité du ravitaillement est compromise.

Les pratiques d'évacuation actuelles des excréments sont les suivantes : 11% de latrines à trou ; 13% de latrines à seau ; 34% de waters closet et fosses septiques ; et 42% pas sur site. Ces 42% des habitants (600 personnes) utilisent les installations publiques fournies pour un groupe de cinq avec un total de 22 toilettes et 24 douches opérationnelles.

La plupart des installations ont été construites il y a quinze ou vingt ans et incluent les installations de douches et de buanderie. Toutes les installations fonctionnent avec le même système. Les eaux grises sont évacuées ou directement dans la mer ou dans un drain de surface qui se déverse dans la mer. Les excréments, «eau noire »,sont traités dans une fosse septique. L'effluent de la fosse septique est évacué dans un puits d'assainissement grâce à un pipeline. Un camion pompe est utilisé pour éliminer les boues restantes de la fosse septique, ce qui est sporadique à cause de nombreuses pannes.

A l'une des installations situées sur la plage l'utilisation des toilettes a été interrompue afin d'éviter la pollution de la mer causée par le bris d'une canalisation de la fosse septique et la proximité du puits d'assainissement correspondant. Les bains dans les douches des 4 chambres et la lessive sont encore pratiqués et l'eau grise s'écoule directement dans la mer.

L'installation la plus récente, construite en 1994, à côté du port de pêche du village est dans un état comparativement bon. Il est équipé de 8 toilettes et de 8 salles de douche. Comme le responsable de l'entretien l'a reporté le seul problème rencontré est le bris fréquent des citernes des toilettes parce que des installations domestiques ont été utilisées.

Une autre installation est mise en place, quelques problèmes sont par conséquent rencontrés avec son approvisionnement en eau. A un moment donné, en particulier le matin l'approvisionnement en eau est coupé dans toute l'installation.

Les deux installations restantes fonctionnent bien, Les deux sont centralisées là où la plupart des maisons n'ont pas de facilités privées.

En outre les deux installations de la plage possèdent des récepteurs à fumier pour empêcher les résidents de jeter leur fumier dans la rivière. Malheureusement l'utilisation des récepteurs à fumier a dû être interrompue car les résidents y évacuaient leur déchets solides. Cela conduisait à de fréquents travaux qui faisaient augmenter le coût d'entretien. De plus, un mode d'emploi pour l'utilisation correcte des récepteurs faisait défaut dans l'une des installations.

La plupart des installations locales ont en commun le fait qu'elles ne sont pas entretenues correctement, n'ont souvent pas été réparées et sont sujettes au vandalisme de la part des résidents.

Le résultat de la plupart de ces problèmes est que le village a un taux élevé de diarrhées et d'autres maladies endémiques comme la fièvre typhoïde et la dysenterie. Un récent

contrôle (examens de selles) a révélé que 65% des enfants en âge scolaire du village étaient contaminés par un certain type d'helminthes. Un contrôle de l'approvisionnement en eau potable sur une période de deux semaines et demi pendant la saison des pluies a montré que la qualité de l'eau potable était assez bonne. La conclusion peut par conséquent être tirée que les mauvaises conditions sanitaires et d'hygiène et l'évacuation des excréments sont les causes principales du fort taux d'incidence des maladies.

Les systèmes actuellement utilisés dans le village sont tous considérés « technologies appropriées » et sont déjà en échec. L'information qui vient d'être présentée suggère que le problème dans le village ne puisse pas être résolu par une approche technique comme la construction de latrines à trou ou l'amélioration de l'approvisionnement en eau. Il serait relativement simple de recommander et de concevoir cela. D'autres solutions à court terme comme la réparation et la réhabilitation des installations publiques peuvent également être mises en œuvre mais une approche plus globale impliquant tous les groupes d'intérêts doit être appliquée. L'échec précédent des autres projets, comme les récepteurs à fumier et le manque de considération des résidents face aux installations publiques doit être examiné et résolu avant qu'une solution ne puisse être mise en œuvre avec succès. Les pratiques du retour à l'utilisation des forêts ou des rivières quand l'approvisionnement en eau est mauvais indique un manque général de compréhension de la part des résidents en ce qui concerne les questions sanitaires et d'hygiène de base, et leur lien avec la fréquence des maladies et des affections.

Nous pouvons par conséquent conclure que le terme de « technologie appropriée » ne devrait pas se référer seulement aux solutions techniques mais devrait englober un système complet traitant les questions sociales, culturelles et économiques.

## **Références**

Clouden, F; Joel, D; Singh, J; Wastewater Treatment and Excreta Disposal in Tropical Rural Areas – A Case Study of Health Implications

GTZ/GATE; Wastewater Treatment and Excreta Disposal in Developing Countries; Mars 1980

Mara, D; Sewage Treatment in Hot Climates;

PAHO/CEHI; Assessment of Operational Status of Wastewater Treatment Plants in the Caribbean; Décembre 1992

Sweeney, Vincent; Wastewaters and their Treatment in the Caribbean; Juillet 1995

Sweeney, Vincent and Kraft, Harald; Rootzone Wastewater Treatment in St. Lucia; Avril 1995

UNEP; Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean

USEPA; Alternative Wastewater Collection Systems

USPA; Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities; Septembre 1992

# **LOGICIEL DE PRISE DE DECISIONS ET SYSTEMES D'INFORMATION**

# “MAESTRO”

**Vicente Santiago Fandino**

Responsable de programme, Shiga Office, 1091 Oroshimo-cho, Kusatsu City, Shiga 525-0001, Japon  
Tél: (81-77) 568-4585, Fax: (81-77) 568-4587, Email: vstiago@unep.or.jp

## **Introduction**

### *a. Centre international de technologie de l'environnement( IETC)du PNUE*

Le rôle principal de l'IETC est d'encourager les applications de technologies écologiquement rationnelles (Environmentally Sound Technologies : EST) pour résoudre les problèmes du milieu urbain comme les égouts, la pollution de l'air, les déchets solides, le bruit et la gestion des bassins d'eau douce dans les pays en développement et dans les pays dont l'économie est en transition. Le centre sert d'intermédiaire proactif pour la coopération entre les fournisseurs et les utilisateurs des EST.

### *b. Définition des EST*

Les technologies écologiquement rationnelles (EST) englobent les technologies qui ont le potentiel d'améliorer de façon significative les performances environnementales par rapport aux autres technologies. En gros, ces technologies protègent l'environnement, sont moins polluantes, utilisent les ressources d'une manière durable, recyclent davantage leurs déchets et leurs produits et traitent tous leurs déchets résiduels d'une manière plus acceptable pour l'environnement que les technologies qu'elles substituent.

De plus, comme soutenu dans le Chapitre 34 de l'Agenda 21, les EST ne sont pas seulement des « technologies individuelles, mais un système total qui inclus comment faire, les procédures, les biens et les services et les équipements aussi bien que les procédures organisationnelles et de gestion ». Par conséquent lorsqu'on considère la promotion d'une technologie, l'approche de l'IETC incorpore le développement des ressources humaines (y compris les questions relatives au genre humain lui-même) et l'aspect du renforcement des capacités locales pour les choix technologiques. Les EST devraient aussi être compatibles avec les objectifs de développement et les priorités socio-économiques, culturelles et écologiques définies par le pays.

**Les informations sur les EST sont cependant difficiles à obtenir sous une forme standardisée et facile d'emploi. Pour résoudre ce problème, l'IETC a créé un annuaire de recherche électronique des EST appelé maESTro.**

## **maESTro – Annuaire des EST**

### *a. Qu'est-ce que maESTro?*

maESTro est un instrument d'information qui relie les fournisseurs de technologies écologiques avec les utilisateurs potentiels. La base de données maESTro contient plus de 1 500 informations provenant du monde entier sur une grande échelle de technologies écologiques, d'institutions et de sources d'information incluant la pollution de l'air et de l'eau, la gestion de l'environnement, les installations humaines, le recyclage des substances toxiques, les déchets solides, les eaux usées, l'augmentation de l'eau et plus. Les informations sont régulièrement mises à jour par l'IETC ainsi que par les collaborateurs aux EST, les utilisateurs individuels, les organisations et les institutions.

maESTro a d'abord été développé comme instrument de dissémination de l'information sur les technologies écologiquement rationnelles (EST) sur disquette, sur CD-ROM et sur format papier pour un chargement gratuit. En mars 1998, en réponse à la demande des utilisateurs de maESTro, l'IETC a décidé de développer maESTro encore plus vers le réseau mondial afin que les gens puissent y accéder grâce à l'Internet. Le nouveau réseau maESTro développé peut être trouvé sur l'annuaire de EST de la page web de l'IETC (<http://www.unep.or.jp>).

Le propos de cette base de données est d'être utilisé comme un annuaire sur les technologies écologiques et de présenter les nombreuses options possibles. L'utilisateur devrait alors contacter les propriétaires, les institutions et les sources d'information sur ces technologies pour obtenir des données supplémentaires.

#### *b. Les collaborateurs aux EST*

Depuis 1996, maESTro a eu l'honneur d'avoir comme partenaires de nombreux ministères de gouvernements, y compris le Ministère de l'Environnement de la Nouvelle Zélande, le Ministère de la Nature et de l'Environnement de Mongolie, le Ministère de la protection de l'Environnement de la Lituanie, le Ministère de l'Environnement et des Forêts de l'Inde, le Ministère du Logement, de la Municipalité et de l'Environnement de Bahrayn, le Ministère de l'Environnement du Liban, le Ministère de l'Energie et des Mines d'Erythrée, et le Ministère de l'Environnement de la République de Corée.

Les efforts se sont concentrés sur la négociation de collaborateurs potentiels d'informations sur l'environnement aussi bien dans les secteurs publics que privés pour développer les échanges liés aux informations sur les EST. Parmi les nombreux collaborateurs de maESTro on trouve UNIDO et GEC (Fondation du centre mondial pour l'environnement) au Japon, EPA (Agence de protection de l'environnement) aux États Unis, et OCETA (Centre d'Ontario pour l'avancement des technologies écologiques) au Canada (voir Tableau 1).

**Tableau 1. Collaborateurs des EST**

A	Argentine	- Mr. Eduardo Sendra, Instituto de Limnologia Dr. Raul Ringuelet
	Autriche	- Mr. Peter Pembleton, UNIDO
C	Canada	- Mr. David Pederson, Corporations Supporting Recycling (CSR) - Prof. Ray Cote, Dalhousie University
	Chili	- Ivan Tobar Guerrero, INTEC
	Colombie	- Mr. Edgar Castillo, Universidad Industrial de Santander
	Czech (Tchéquie)	- Mr. Daniel Svoboda, AGSS Ltd
E	<b>Equateur</b>	- Mr. Marco Encalada, Corporacion Okios
	Egypte	- Dr. Mohamed A.E. Badri, University of South Valley
G	Germany (Allemagne)	- Dr. Jorg. W. Fromme, International Transfer Centre for Env*tal Technology (ITUT),
	Grèce	- A.I. Zouboulis, Aristotle University

<b>H</b>	Hongrie	- Mr. Zsolt Istvan, Bay Zoltan Foundation for Applied Research Institute of Logistics and Production Systems
<b>I</b>	Inde	- Dr. D. Narasimha Reddy, Centre for Resource Education (CRE) - Mr. Harjit Singh, Ministry of Environment and Forests - Mr. Vadim Kotelmikov, APCTT
<b>J</b>	Japon	- Mr. Kaoru Sasabe, Ministry of Construction - Mr. Shinichi Arai, Global Environmental Centre Foundation - International Environmental Technology Center - Mr. Yoshio Shimazu, ILEC (International Lake Environment Committee) - Ms. Kani Keiko, International Centre for Environmental Technology Transfer (ICETT)
	Jordanie	- Mr. Ayman Al-Hassan, Royal Scientific Society
<b>K</b>	Kenya	- Ms. Maria Arce, Environment Liaison Centre International (ELCI)
	Kiribati	- Mr. Eita Metai, Work & Energy
	Korea (Corée)	- Mr. Sang-Ho Lee, Korea Institute of Industry & Technology Information - Mr. Younghwan Kwon, Korea Environmental Technology Research Institute (KETRI)
<b>L</b>	Libye	- Dr. M.A. Muntasser, International Energy Foundation
<b>M</b>	Malaisie	- Mr. Goh Kiam Seng, Centre for Environmental Technologies (CETEC)
<b>P</b>	China Republic (République de Chine)	- Ms. An Tong, National Environmental Protection Agency (NEPA) - Ms. Jiang Xiaoyu, China Association of Environmental Protection Industry - Prof. Huang Xia, Tsinghua University
	Philippines	- Mr. Danilo G. Lapid, Centre for Advanced Philippine Studies
	Pologne	- Ms. Beata Michaliszyn, Institute for Ecology of Industrial Areas
<b>S</b>	Suisse	- Annette Pruss, World Health Organization - Dr. Niklaus Klaentschi, EMPA, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research - Mr. Dieter Koenig, UNCTAD
<b>T</b>	Thaïlande	- Ms. Lilia R. Austriaco, Asian Institute of Technology (AIT)
<b>U</b>	Ukraine	- Mr. Anatoliy I. Salyuk, Ukrainian State University of Food Technologies
	United States of America (Etats Unis d'Amérique)	- Mr. William McSpadden, Global Environment & Technology Foundation - Dr. Nicholas Ashford, MIT - Tad McGalliard, Work & Environment Institute
	United Kingdom (Royaume Uni)	- Dr. Chris Watts, WRc
	Uruguay	- Mr. Alexis Ferrand, Environmental Management Secretariat (EMS)

### c. Données dans maESTro

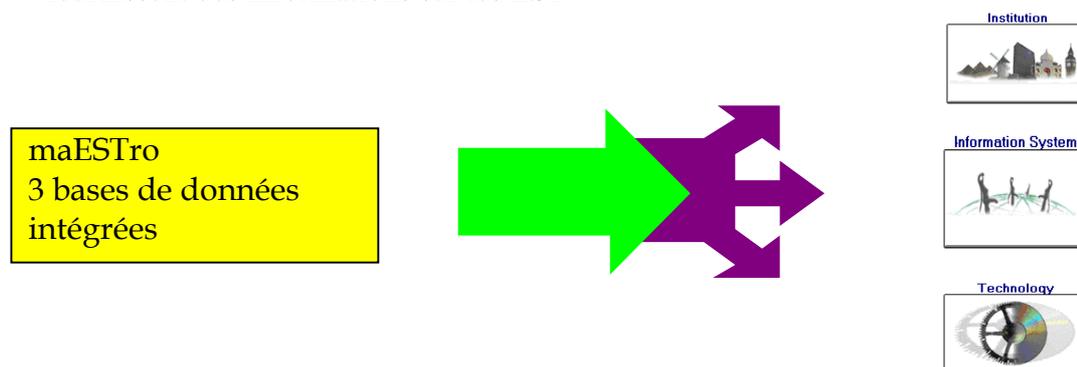
Toutes les informations collectées et diffusées grâce à maESTro restent sous l'entière responsabilité de la source originelle de l'information. Aucune garantie n'est donnée, ni responsabilité prises par l'IETC pour les erreurs ou omissions dans l'annuaire, et l'IETC **n'accepte pas de responsabilité** pour quelque information ou conseil donné que se soit en relation ou en conséquence de données contenues dans notre système d'information.

L'IETC est mandaté pour fonctionner comme un intermédiaire proactif entre les fournisseurs et les utilisateurs des EST et/ou les informations relatives en rassemblant toutes les parties concernées. L'IETC **n'appuie pas** en tant qu'écologiquement rationnelles les technologies particulières diffusées par l'annuaire. Ceci reste à la discrétion des utilisateurs de maESTro.

#### d. Catégories de maESTro

**Les données dans maESTro sont réparties en trois domaines : technologies, institutions et systèmes d'information (Figure 1).**

- Technologies: technologies écologiques “lourdes<sup>4</sup>”, “légères<sup>5</sup>” et indigènes<sup>6</sup> dans le monde.
- Institutions: une compilation des 460 institutions environ qui ont actuellement à voir avec les EST
- Systèmes d'information: outils d'information (c. à d. banques de données, annuaires) qui fournissent des informations sur les EST



**Figure 1: Catégories maESTro**

Les utilisateurs peuvent accéder aux informations grâce à trois paramètres de recherche : mots clés (eaux usées, traitement, etc.), localisation géographique et thèmes INFOTERRA.

#### **Diffusion de l'information grâce à maESTro**

**maESTro est disponible en ligne grâce à l'Internet. Pour ceux qui n'ont pas accès à l'Internet, IETC fournit maESTro sous la forme de CD-ROM (appelé PC maESTro), disquettes et/ou copie papier pour les éditions particulières.**

##### a. Format papier

Une copie papier de maESTro est fournie aux utilisateurs à la demande **gratuitement** (Figure 2). La copie papier de maESTro comprend: une préface, une table des matières, l'annuaire des EST demandé, et un index des thèmes INFOTERRA et des localisations.

---

<sup>4</sup> Les technologies lourdes incluent le(s) équipement(s), le(s) système(s) et mécanisme(s); c. à d. technologies de traitement et de ravitaillement en eau les installation de traitement des déchets et des eaux d'égouts, les technologies de remédiation de base et les équipements de contrôle de la pollution.

<sup>5</sup> Les technologies légères se réfèrent aux techniques de planification et de gestion (comme l'évaluation des technologies écologiques, évaluation des risques et audit environnemental) qui fournissent le cadre contextuel dans lequel les technologies “lourdes” pourraient être appliquées et comprises.

<sup>6</sup> Les technologies indigènes se réfèrent aux technologies traditionnelles produites par les communautés locales dans un milieu donné.

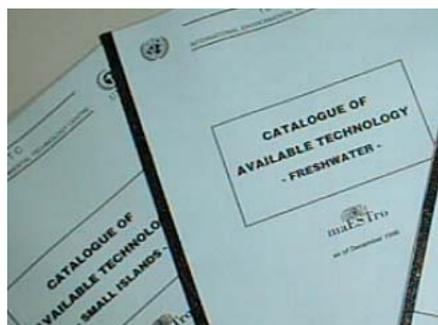


Figure 2: copie papier de maESTro

### b. CD-ROMs et disquettes

**maESTro est également disponible en CD-ROM et/ou en disquette (Figure 3). Les utilisateurs peuvent accéder, modifier, insérer, importer et exporter des données avec leur PC. Le système est facile d'utilisation, et avec un seul clic sur la souris, l'information apparaît dans un format standardisé appelé Format d'échanges des annuaires (DIF). Grâce au (DIF), maESTro est parfaitement compatible avec principales bases de données internationales comme la base de données d'information sur les ressources mondiales du PNUE (GRID), la NASA, CEOS et NASDA..**

Les informations sur CD-ROM et sur disquettes sont régulièrement mises à jour par l'IETC et la dernière version de CD-ROM et de disquette est fournie gracieusement aux utilisateurs enregistrés.



Figure 3: CD-ROM maESTro

### c. Internet (page web-maESTro)

La page web de maESTro permet à tous les utilisateurs de l'Internet de se connecter gracieusement à n'importe quel moment pour rechercher des informations sur l'environnement et d'accéder aux dernières données d'une façon rapide et directe (<http://www.unep.or.jp/maestro/>). Les données sont mises à jour quotidiennement par l'IETC. De plus, pour une meilleure compréhension, des illustrations sont associées à certaines informations.

Bien que l'inscription ne soit pas obligatoire, l'IETC recommande aux utilisateurs, pour leur commodité, de s'enregistrer sur maESTro (inscription gratuite). Ci-dessous les avantages apportés aux utilisateurs inscrits.

- Informations personnalisées

**Sur la page d'accueil de maESTro, vous verrez comment de nombreuses informations récentes et mises à jour sont entrées depuis votre dernière visite.**

- Notification par courrier électronique

Pour votre commodité, chaque fois qu'il y a une modification importante dans le système maESTro, vous serez averti par courrier électronique.

- Insertion et modification de données

Les utilisateurs peuvent insérer et modifier leurs propres informations dans la base de données maESTro. Les utilisateurs qui ont inséré une donnée nouvelle peuvent, garder, exhiber, modifier ou supprimer leurs données dans une base de données personnelle jusqu'à ce que la donnée soit complétée de façon satisfaisante et soit prête être envoyée à l'IETC pour vérification.

De plus maESTro offre les installations de groupes de travail qui permettent aux utilisateurs et à leurs partenaires de travailler ensemble en utilisant le système du réseau. Ceci signifie que les utilisateurs peuvent partager, voir et modifier les informations de différents utilisateurs du même lieu de travail.

### **Avantages pour les utilisateurs de maESTro**

- **Gratuité**

Grâce à maESTro, les utilisateurs peuvent faire partie de l'annuaire des EST de l'IETC gratuitement. Cet annuaire s'accroît rapidement grâce au nombre croissant des partenaires du réseau de l'IETC ainsi que des utilisateurs individuels de l'Internet dans le monde. MaESTro devenant de plus en plus diffusé, l'échange d'information devient de plus en plus réalisable.

- **Réseau mondial**

Tous les utilisateurs (individus, organisations et compagnies) peuvent rechercher, insérer et modifier leurs propres données sur place grâce au web, au courrier électronique, et/ou au courrier (disquettes pour ceux qui n'ont pas accès à l'Internet). Les données insérées par les utilisateurs seront vérifiées par l'IETC et rapidement diffusées mondialement grâce à maESTro.

### **Contributions à maESTro**

Toutes les informations de maESTro seront complétées et mises à jour de façon continue. A cet égard, les propriétaires des technologies et les autres institutions intéressées sont bienvenus pour ajouter leurs informations sur les EST sur l'annuaire des EST. Assistée par maESTro, chaque institution peut gérer sa collection d'informations internes et les échanger. Toutes les entrées seront rendues accessibles grâce à un réseau mondial de fournisseurs et d'utilisateurs d'information également relié à la page web de l'IETC/PNUE pour les recherches sur l'Internet.

*Veillez s.v.p. adresser vos recherches et requêtes concernant maESTro à :*

UNEP/IETC Shiga Office  
Oroshimo-cho, Kusatsu City,  
Shiga, 525-0001, Japon  
Tél: +81 775 68 4580

Fax: +81 775 68 4587

e-mail: [maestro@unep.or.jp](mailto:maestro@unep.or.jp)

URL: <http://www.unep.or.jp/maestro/>

# WAWTTAR

**Christopher McGahey, Ph.D.**

Projet USAID/ Jamaïque pour l'amélioration de la qualité des eaux côtières (CWIP), Projet USAID santé de l'environnement (EHP), ARD Inc.

110 Main Street, Fourth Floor, Burlington, Vermont 05401, cmcgahey@ardinc.com

## Introduction

Le programme WAWTTAR a été conçu pour assister les financiers, les ingénieurs, les planificateurs et les responsables pour améliorer leur stratégie quant à la durabilité de l'eau et de la couverture sanitaire tout en minimisant les impacts sur les ressources en eau. Le programme est fondé sur le concept selon lequel quand l'équipement ou la technologie sont fournis, l'accès aux pièces détachées pour la réparation et les ressources pour le fonctionnement et l'entretien sont disponibles. Ceci entend avoir du matériel, des équipements et des opérateurs formés pour s'assurer que les investissements écologiques et financiers soient protégés.

La participation de la population ciblée dans les premières étapes des projets de ravitaillement en eau et de traitement des eaux d'égout est cruciale pour le succès à long terme. Les responsables locaux à tous les niveaux doivent comprendre les principes de base de divers processus et supporter les idées introduites. Le programme WAWTTAR est supposé être utilisé comme un instrument de support efficace pour les responsables politiques et économiques. Il a été développé spécifiquement pour l'application à une étape de pré-faisabilité d'un projet de développement pour aider les planificateurs à sélectionner les eaux désirées et les processus de traitement des eaux d'égout qui sont appropriés aux ressources en matériel et en main d'œuvre dans leur situation particulière au moment particulier. L'étendue de la couverture du logiciel tend à éliminer le problème des processus de traitement applicables dans l'ensemble et minimiser les erreurs de système dues à l'installation de technologies de traitement inappropriées.

Le programme WAWTTAR est supposé s'appliquer lors des premières évaluations des investissements potentiels pour l'infrastructure. Dans les domaines du traitement de l'eau, du traitement des eaux d'égouts et de la demande en eau. Le programme est conçu pour assister les responsables dans le genre de problèmes suivant :

1. Identification du schéma le moins coûteux pour une communauté dans les conditions socio-économiques et géographiques spécifiques du site ;
2. Présentation des risques de durabilité à long terme de la sélection des schémas de traitement identifiés
3. Collecte des combinaisons viables de technologies disponibles pour une communauté spécifique pour atteindre les normes ou les directives de réutilisation de l'eau ;
4. Identification des options les moins coûteuses de collecte et de traitement des eaux d'égout pour des collectivités très denses, péri-urbaines ;
5. Equilibrage de la couverture et des risques pour la sélection des schémas de traitement en fonction des contraintes financières ;
6. Sélection des technologies pour atteindre les normes et/ou les réclamations particulières de qualité de l'eau ; et
7. Sensibilisation des responsables aux questions de durabilité reliées à l'eau, à l'assainissement, aux eaux d'égout et /ou à la réutilisation de l'eau.

## **Sélection des technologies**

WAWTTAR est principalement utilisé en tant qu'outil pour les personnes avec une formation technique pour sélectionner et rechercher les options possibles pour l'eau et le traitement des eaux d'égout. Il permet à l'utilisateur d'accomplir en examinant l'état de la santé publique, les demandes de ressources en eau, le matériel disponible, le coût des structures et les conditions écologiques qui existent dans une communauté particulière. Le programme évalue ces facteurs combinés pour générer un ensemble de solutions techniques réalisables, comparables et modifiables.

WAWTTAR incorpore des technologies innovatrices et alternatives qui mettent l'accent sur la réutilisation de l'eau en tant que composant intégré des schémas de traitement. WAWTTAR n'exclut cependant pas les options conventionnelles et est également utile pour la sélection et l'examen de telles options. La principale application de WAWTTAR est l'estimation et l'évaluation de la technologie pour les centres de population urbaine avec des ressources disponibles humaines, en matériel et financières significatives pour l'amélioration de l'infrastructure. Dans la plupart de ces centres urbains, l'accès à un assainissement adéquat est typiquement disponible pour la plupart des résidents grâce à un réseau d'égout ou des fosses septiques individuelles.

Pour de nombreux autres, en particuliers pour ceux qui habitent dans les zones péri-urbaines, les résidents sont typiquement sans collecte des eaux d'égout et système de traitement des eaux acceptables. Quels sont les systèmes qui existent dans ces communautés qui suivent généralement les conceptions conventionnelles bien que les systèmes alternatifs soient applicables? WAWTTAR a également été conçu pour compter, pour le particulier, sur la collecte non-conventionnelle des eaux d'égout et des systèmes de traitement qui sont applicables à ces types d'installations.

## **Fonctionnement de WAWTTAR**

WAWTTAR nécessite un ordinateur compatible IBM-PC fonctionnant avec Microsoft Windows 95 ou plus récent. Trente-deux MB de RAM et un minimum de résolution graphique de 800x600 avec 256 couleurs sont requis pour faire tourner le programme. Entre 30 et 40 MB, suivant la configuration particulière de l'ordinateur, sont nécessaires sur le disque dur pour installer WAWTTAR. Il est supposé être installé sur ordinateur à partir d'un CD-ROM.

Dans le fonctionnement de base de WAWTTAR les paramètres fondamentaux comme les normes des performances, les coûts des matériaux, la qualité de l'eau brute ou des eaux d'égout, les besoins et les capacités des communautés et les horizons de planification sont entrés par l'utilisateur dans un champs de base de données facilement éditable. L'utilisateur construit alors plusieurs séquences de schéma de traitement possibles à partir d'une liste étendue de processus de traitement disponibles contenus dans le logiciel du programme. WAWTTAR sélectionne d'abord ces options en fonction des besoins, des capacités et des ressources de la communauté en question, et élimine les options qui ne sont pas réalisables. WAWTTAR calcule alors les performances, les coûts de construction et les coûts de fonctionnement et d'entretien des schémas de traitement viables restants. Ces calculs sont basés sur des modèles mathématiques simples pour chaque processus de traitement. Les options réalisables peuvent être comparées sur la base de la performance et des coûts annuels.

Pour chaque schéma de traitement irréalisable, WAWTTAR affiche les raisons de la non faisabilité. L'utilisateur peut, par conséquent, analyser les schémas de traitement irréalisables pour la déficience et la réévaluation des divers critères qui conduisent à l'erreur. Ces déficiences peuvent être corrigées et les coûts et les performances des systèmes corrigés peuvent être calculer pour reconsidérer les alternatives réalisables.

WAWTTAR n'est pas un programme dynamique et n'analyse pas directement la réponse d'un système donné aux conditions variables d'un affluent par exemple. La sensibilité des valeurs variables de l'affluent doit être explorée par de multiples voies de systèmes de traitement avec des qualités d'affluent différentes. WAWTTAR n'assemble pas non plus les schémas de traitement séquentiels évalués. La construction de ces schémas doit être faite en tant que partie de l'application de WAWTTAR par un utilisateur familier avec les processus et leurs capacités générales.

WAWTTAR est préconisé pour l'utilisation dans les domaines actuels de l'eau, du traitement des eaux d'égout et des problèmes de réutilisation. Des efforts importants ont été faits pour fournir des coûts et des données sur les performances précis qui sont applicables pour une grande fourchette d'application dans le monde réel. L'utilisateur devra cependant valider la cohérence avec la situation de tous les coûts de construction, de fonctionnement et les données des performances pour tous les processus relatifs à l'implantation actuelle de l'application.

### **Collecte des données**

La principale force de WAWTTAR comme outil de support efficace pour prendre des décisions est sa capacité d'accepter et de considérer une vaste fourchette de données spécifiques au site dans l'ensemble développé de solutions réalisables ou irréalisables pour la collecte et le traitement des eaux usées. WAWTTAR présente de nombreux tableaux dans lesquels on demande à l'utilisateur de rentrer les informations. Ces tableaux ne servent pas seulement d'entrée pour le logiciel mais également de guide pour les planificateurs et les responsables concernant la fourchette et la qualité des informations qui devraient être considérées dans le développement des initiatives d'infrastructure. Une considération attentive de tous les composants de l'information assureront que les questions allant de la disponibilité du matériel à la présence d'économies et d'institutions pour assurer la durabilité sont incorporés aux analyses de planification et de pré-faisabilité.

### **Ensemble de données**

Le principal ensemble de données que l'utilisateur doit entrer individuellement est celui des données spécifiques au site pour que la localisation soit considérée pour l'amélioration de l'infrastructure. Ces données sont supposées décrire les conditions sous lesquelles le projet proposé est mis en œuvre. Cet ensemble de données est divisé en plusieurs catégories comme présenté ci-dessous :

1. Générales
  - Identification de la collectivité
  - Localisation de la collectivité
  - Groupes d'intérêts
2. Démographie
  - Population, densité et taux de croissance
  - Taille des habitations
  - Croissance spatiale
  - Utilisation d'eau actuelle et projetée
  - Production actuelle et projetée d'eaux usées
3. Ressources
  - Disponibilité des matériaux et du matériel de construction, de fonctionnement et d'entretien.
  - Ressources en énergie et en main d'œuvre

- Disponibilité des moyens et des produits chimiques et des services de laboratoire
4. Hydraulique - météorologie
    - Précipitations et taux d'évaporation
    - Températures de surface et ligne de gel
    - Qualité de l'eau brute et des eaux usées
    - Apport des sources ponctuelles
    - Description des systèmes de collecte
  5. Finances
    - Horizons de planification
    - Taux de change
    - Taux d'intérêts, d'escompte et d'inflation
    - Indices des coûts de construction et de « O&M »
    - Valeur des terrains
  6. Sur le terrain
    - Type de sol et de sous-sol
    - Profondeur du niveau de l'eau
    - Distance d'éloignement pour les caractéristiques concernées
    - Types d'habitation
    - Pratiques de défécation
    - Problèmes de genre
    - Accessibilité et pratiques de transport des déchets

Ce grand éventail de catégories implique que beaucoup soient souvent négligées. La capacité des institutions responsables, par exemple, a un impact majeur sur les technologies utilisables. Un système de traitement hautement technique et complexe peut être une option viable en terme de caractéristiques influentes et de demande de traitement, mais un tel système est sujet à la panne dans les régions éloignées ou là où il y a peu de support du gouvernement ou d'opportunité de formation.

La disponibilité et le coût des ressources peuvent affecter de façon cruciale les options de traitement et de réutilisation dans chaque étape du projet, de la construction au fonctionnement et à l'entretien. Les ressources dans ce cas incluent le type et la fiabilité de la source d'électricité, la main d'œuvre allant du travail simple non spécialisé au personnel technique et professionnel, la disponibilité de traitement chimique et quelques autres types de capacités physiques ou humaines qui pourraient être nécessaires.

De plus, les facteurs sociaux de la communauté en question sont d'une importance cruciale mais ne sont pas souvent reconnus en tant que tels. Les attitudes locales et les normes relatives à la défécation, le comportement face aux déchets, les relations hommes femmes, les habitations favorites et la structure familiale peuvent affecter l'éventail des critères de conception allant de la qualité de l'eau brute aux types de technologies qui seront acceptables et probablement utilisés par les membres de la communauté. L'erreur dans la caractérisation et la prise en compte de ces facteurs lors de la planification et la conception peut conduire à la sélection de technologies non appropriées et se répercuter dans le système de traitement alors que la conception est bonne du point de vue technique et physique.

## Processus de traitement des données

Le deuxième type de données utilisées par WAWTTAR est le processus de traitement des données. Le principal propos de ces tableaux de données dans WAWTTAR est également des informations sur les capacités, les limites physiques et culturelles, les coûts, les ressources requises et les impacts possibles sur l'environnement des processus de traitement de l'eau et des eaux usées et des processus de réutilisation. Une telle information pour pratiquement 200 processus de traitement des eaux et des eaux usées sont fournis dans la base de données WAWTTAR. Toutes les données associées à chaque processus sont disponibles pour être revues par l'utilisateur comme référence pour l'aider dans la compréhension de l'applicabilité de chaque processus. De plus, alors que la liste inclut un grand éventail de processus, les utilisateurs peuvent facilement ajouter de nouveaux processus pour prendre en compte des facteurs comme les conditions locales et les technologies nouvelles.

Pour chaque processus un ensemble de tableaux contient l'information qui définit les caractéristiques du processus. Les tableaux et leur contenu sont présentés ci-dessous :

1. Général
  - Type de processus
  - Identification des dossiers descriptifs pour les processus
2. Construction
  - Nécessités en équipement, électricité, personnel et matériel
  - Coûts de construction relatifs aux charges hydrauliques, solides et organiques
  - Espérance de vie économique du processus
3. Fonctionnement et entretien
  - Terrains nécessaires aux charges hydrauliques, solides et organiques
  - Nécessité en équipement, produits, moyens, laboratoires et matériel chimique
  - Processus de contrôle et besoins en électricité
  - Coûts de fonctionnement et d'entretien relatifs aux charges hydrauliques, solides et organiques
  - Taux de production solide et humide
  - Valeurs acceptables de la qualité de l'affluent
  - Efficacité de l'élimination des constituants de l'affluent
  - Adaptabilité du processus à l'accroissement, aux variations de flux et à la qualité de l'affluent
4. Emplacement
  - Températures de surface et précipitations permises
  - Type de sols de surface requis et taux de percolation
  - Distances d'éloignement horizontal et vertical nécessaires
5. Impacts
  - Gestion des nutriments
  - Production d'organismes pathogènes
  - Multiplication d'espèces nuisibles
  - Génération d'odeurs
  - Requêtes concernant l'éducation
6. Divers sur place
  - Requêtes institutionnelles

- Densité de population qui peut être autorisée et requêtes concernant les habitations
- Adaptabilité aux pratiques sociales et aux conditions de vie
- Requêtes relatives au comportement face aux déchets

Chaque processus est défini par plus de trois courbes génériques du coût de construction, du coût du fonctionnement et de l'entretien (F&E) et du coût du terrain nécessaire en fonction de la charge hydraulique, de la charge organique et de la charge solide. La majorité des données sur les coûts et les terrains utilisée a été empruntée aux références USEPA. Tous les coûts sont issus d'une base commune de 1992 basé sur l'index de l'enregistrement des nouvelles technologies (ENR). Les coûts sont alors amenés à la première année du projet proposé par WAWTTAR basés sur le taux d'inflation fourni par les tableaux sur le profil de la communauté.

La plupart des courbes de coûts sont des coûts moyens aux Etats Unis pour une grande variété de cadre géographique et économique. Les courbes de coûts sont alors situées par WAWTTAR sur une base ajustée sur les composantes des facteurs économiques pour la communauté intéressée en utilisant les données fournies dans les tableaux de profil de la communauté. Pour les coûts de construction les catégories de composantes des coûts sont la main d'œuvre, le travail de la terre, les équipements manufacturés, les structures, le béton, l'acier et les accessoires. Pour les coûts de F&E, les catégories concernées sont le personnel, les produits chimiques, les matériaux et l'électricité.

### **Séquences de traitement de la construction**

Comme il a été mentionné précédemment, il est nécessaire que les utilisateurs de WAWTTAR aient un minimum de connaissance des processus de traitement de l'eau et des eaux usées. Le mieux étant que l'utilisateur puisse être réellement familier avec les processus de traitement conventionnels et non conventionnels. Cette familiarité devrait comprendre la capacité de performance des processus, la description de l'équipement, les besoins pour le fonctionnement et l'entretien, les besoins en ressources humaines, les combinaisons efficaces de processus et les nécessités écologiques. Cette connaissance est premièrement appliquée à WAWTTAR dans la sélection des séquences des processus que l'utilisateur demande à WAWTTAR de considérer.

On se réfère à ce développement de séquences de processus pour atteindre un standard particulier, des directives et/ou des objectifs de réutilisation comme « séquences de traitement de la construction ». Le programme WAWTTAR ne construira pas automatiquement les séquences de traitement. L'utilisateur devra sélectionner les processus et les arranger sous une forme logique en terme de flux d'eau, d'eaux usées et de déchets solides. Il n'y a pas de valeur par défaut dans les séquences de traitement dans la base de données.

Le développement d'un vaste éventail de séquences de traitements alternatifs à considérer est au cœur du programme WAWTTAR. L'utilisateur est capable de préparer un grand nombre de séquences de traitements différentes en combinant les processus des diverses unités trouvées dans la base de données des processus de WAWTTAR. Le nombre et le type d'alternatives à considérer est une décision que l'utilisateur doit prendre très tôt dans son processus de planification. Au plus la variété et le nombre de séquence de traitements alternatifs proposés sont grands, au plus la probabilité de trouver des solutions durables, réalisables sera grande.

La capacité de diagnostic de WAWTTAR identifie les ressources spécifiques ou conditions qui ne supporteront pas un processus particulier dans la séquence de traitement. Ceci permet à l'utilisateur de palier si possible aux faiblesses et de réexaminer la séquence au point de vue faisabilité. Cet aspect du programme a autant

de valeur que la capacité du programme à identifier ces séquences et processus qui peuvent être réalisables pour une communauté particulière.

## **Résultats obtenus**

Après que WAWTTAR est terminé les calculs résultants de la combinaison des informations sur la communauté spécifique au site et aux séquences de traitements sélectionnées, les résultats du programme sont écrits en deux fichiers de résultats. Ces fichiers sont : le fichier de solutions réalisables et le fichier de solutions irréalisables. Un menu par défaut est utilisé pour visualiser ces fichiers avec d'autres fichiers de résultats.

## **Fichier de solutions irréalisables**

Une description des séquences de traitement qui ne correspondent pas aux critères établis par l'utilisateur est envoyée dans le fichier des solutions irréalisables. La conception ou les critères de performance qui n'ont pas été rencontrés sont listés pour chaque processus dans la séquence responsable ou le problème du processus puis dans la séquence responsable d'infaisabilité. Fréquemment, les séquences irréalisables peuvent produire plus de finesse dans la conception ou dans le problème du processus que les séquences réalisables., ainsi l'utilisateur est encouragé à examiner, éditer et recalculer les performances des séquences irréalisables. Une séquence viable peut être trouvée irréalisable à cause de l'inclusion d'un processus qui est incompatible avec, par exemple, la qualité de l'affluent, et la séquence peut être rendue réalisable grâce à une altération relativement mineure. C'est un des aspects clé de l'utilisation de WAWTTAR qui se base fortement sur le niveau d'expertise de l'utilisateur.

## **Fichier des solutions réalisables**

Des descriptions détaillées des séquences de traitements réalisables sont inscrites dans le fichier des solutions réalisables. Les analyses des coûts d'investissements, des coûts du F& E, les coûts des terrains nécessaires et des terrains pour les processus sont fournis dans les résultats comme des coûts totaux pour la séquence, coût par personne et coût total par foyer. Les indices d'adaptabilité qui sont des taux qui évaluent l'adaptabilité de chaque séquence pour l'augmentation, la variation de la charge hydraulique, les modifications de la qualité de l'effluent sont également enregistrées. La production de solides est également détaillée dans un processus sur une base de processus. La qualité finale de l'effluent pour tous les constituants mentionnés par l'utilisateur est également reportée.

La faisabilité des séquences de traitement est classée par facteurs de coûts choisis par l'utilisateur, et chaque séquence réalisable est décrite avec les coûts de construction, de F&E et totaux listés après les analyses de coût de la séquence de traitement individuel. Une liste des coûts annuels, des coûts des projets, des terrains nécessaires et des impacts sociaux et environnementaux pour la séquence optimale complète la description de chaque séquence réalisable.

## **Conclusion**

WAWTTAR a été développé comme modèle de prévision pour aider les planificateurs lors de l'étape de pré-faisabilité du projet pour sélectionner les systèmes de traitement des eaux et des eaux usées appropriés aux ressources existantes dans une localisation particulière n'importe où dans le monde. Le propos de WAWTTAR est de rendre disponible pour les preneurs de décision un programme informatique et une base de données faciles d'utilisation et largement accessibles qu'ils peuvent adapter aux emplacements urbains et péri urbains et qui peuvent être utilisés pour évaluer les technologies d'assainissement alternatives et traditionnelles et montrer les compromis

par des manipulations de données techniques et socio-économiques qui servent d'apport principal.

Les points clé concernant l'application et l'utilisation de WAWTTAR sont contenus dans l'encart qui suit :

**WAWTTAR**  
Points clés à retenir

1. C'est un logiciel de pré-faisabilité pour la sélection des processus de gestion appropriés des eaux usées.
2. Un ingénieur en eaux usées est nécessaire pour optimiser cette application.
3. Il fournit une ressource supplémentaire sur laquelle un ingénieur peut s'appuyer.
4. Il sert également de référence détaillée pour les non ingénieurs.

### **Remerciements**

Le développement de WAWTTAR et de la majorité des informations techniques de cet article proviennent directement du travail de Brad A. Finney, Ph.D. et de Robert A. Gearheart, Ph.D. Ces deux personnes sont professeurs d'ingénierie au Département d'ingénierie des ressources environnementales de l'Université d'état de Humboldt, Arcata, Californie 95521.

La création et les tests de WAWTTAR ont été financés par le Projet pour la santé de l'environnement de l'Agence des Etats Unis pour le développement international (USAID). Des copies de WAWTTAR peuvent être obtenues en contactant M John M. Gavin, USAID Environmental Health Project, 1611 North Kent Street, Suite 300, Arlington, Virginia 22209-2111 USA (téléphone 703-247-8730; Fax 703-243-9004; email : [gavinjm@cdm.com](mailto:gavinjm@cdm.com)).

**TRAITEMENT DES DECHETS  
ORGANIQUES POUR DES  
INSTALLATIONS INDUSTRIELLES**

# **APPLICATION DE LA TECHNOLOGIE ANAEROBIE AU TRAITEMENT DES EAUX D'EGOUTS DOMESTIQUES EN JAMAÏQUE**

**Julia Louise Brown**

Responsable scientifique, eaux d'égout intégrées, gestion de projet, Conseil de recherche scientifique,  
Hope Gardens, PO Box 350, Kingston 6, Jamaïque

Tél: (876) 927-1771 à 4 ext. 3102, Fax: (876) 977-2194, Email: icomppm@cwjamaica.com

## **RESUME**

La technologie anaérobie n'est pas étrangère à la Jamaïque. Cette technologie est utilisée depuis plus de deux décennies comme « station de gaz biologique » utilisant le fumier animal. Ces stations se concentrent sur l'énergie générée pour des besoins ménagers, il y a eu cependant des avancées dans la technologie. Il existe maintenant des fosses septiques bio pour les traitements sur site des eaux d'égouts domestiques. Il y a également la mise en œuvre d'un bassin anaérobie de démonstration pour le traitement des eaux sucrées. Dans les pays en développement comme la Jamaïque, il existe de nombreuses demandes concurrentes pour des ressources financières disponibles limitées pour le développement. Le traitement des eaux d'égout, bien qu'important pour la santé publique, est généralement moins considéré que, par exemple, un approvisionnement en eau sûr et fiable.

La technologie anaérobie au fil des années a généré de nombreux intérêts de la part de nombreux groupes et institutions comme le gouvernement, le secteur privé, les fermes et les populations, en général principalement à cause de son potentiel de production d'énergie. La technologie anaérobie, en Jamaïque, a été encouragée par le gouvernement de la Jamaïque (GOJ) grâce au Conseil de la recherche scientifique (SRC) et par le gouvernement de l'Allemagne à travers l'Agence allemande de coopération technique (GTZ).

Le traitement anaérobie des eaux d'égout domestiques utilisant le processus UASB a antérieurement fait l'objet d'investigations en conditions tropicales dans des pays comme la Colombie, le Brésil et l'Inde. La faisabilité d'un tel processus a été étudiée en Jamaïque étant donné les conditions climatiques similaires.

La faisabilité du traitement anaérobie pour le traitement des eaux d'égout a été étudiée grâce au fonctionnement de deux réacteurs 115 L UASB en parallèle. Le réacteur 1 étaitensemencé avec du fumier de vache digéré, alors que le réacteur 2 n'était pasensemencé (auto-contamination). Le réacteur 1 a été utilisé pour déterminer l'efficacité du traitement (DBO, DCO et SS) dans les conditions existantes d'activité des boues, de température, de pH et de concentration des eaux d'égout. Le réacteur 2 a été utilisé pour montrer la possibilité d'auto contamination pour obtenir une élimination substantielle efficace. Le réacteur 1 a été soumis à une réduction de HRT en paliers (11,5 ; 9,5 ; 7,5 et 4,6 heures) alors que le réacteur 2 n'a montré aucune stabilité initiale en terme d'efficacité d'élimination et a seulement été mis en fonction avec une HRT de 11,5 heures.

Le réacteur 1 s'est stabilisé en 3 à 6 semaines de fonctionnement avec une élimination de DCO, DBO et de SS de respectivement, 70, 86 et 70% résultant en une qualité de l'effluent de 60 à 150 mg de DCO/l et de 12 à 30 mg de DBO/l. Le réacteur 2 a commencé à se stabiliser après 12 semaines de fonctionnement avec une élimination de 50% de DCO, de 65% de DBO et de 70% de SS.

Le traitement initial peut devenir une alternative attractive pour le traitement des eaux d'égout en Jamaïque, cependant un traitement anaérobie est un processus de pré traitement, un post-traitement est nécessaire pour éliminer les organismes pathogènes,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  et les solides en suspension restant.

Mots clés: technologie anaérobie, processus UASB, eaux d'égouts domestiques, traitement des eaux d'égout, post-traitement..

## **1.0 Introduction**

### **1.1 Historique**

La technologie anaérobie n'est pas nouvelle en Jamaïque. Cette technologie est utilisée depuis plus deux décennies comme station conventionnelle de gaz biologique utilisant le fumier animal. Ces stations se concentrent sur la génération d'énergie à des fins ménagères. Il y a cependant eu des avancées technologiques pour ce qui est maintenant appelé fosse septique bio pour le traitement sur site des eaux d'égout domestiques et il y eu récemment, la mise en œuvre d'un bassin de démonstration anaérobie pour le traitement des eaux sucrées dans l'une des fabriques de sucre de l'île.

La technologie anaérobie a suscité, au fil des ans, beaucoup d'intérêts de la part des nombreux groupes et institutions divers comme le gouvernement, le secteur privé, les fermiers et la population, en grande partie à cause de ses potentiels de source d'énergie. La technologie anaérobie, en Jamaïque, est maintenant encouragée par le gouvernement de la Jamaïque (GOJ) grâce au Conseil de la recherche scientifique (SRC) et par le gouvernement de l'Allemagne à travers l'Agence allemande de coopération technique (GTZ).

Dans les pays en développement comme la Jamaïque, il y a de nombreuses demandes concurrentes pour des ressources financières disponibles limitées pour le développement. Le traitement des eaux d'égout, bien qu'important pour la santé publique, est généralement moins considéré que, par exemple, un approvisionnement en eau sûr et fiable. La moyenne nationale, en Jamaïque, de production d'eaux d'égouts est de 450 000 m<sup>3</sup>/jour, ce qui est environ équivalent à 50 000 à 60 000 kg de DBO/jour. Les eaux d'égout représentent la plus grande source de pollution en Jamaïque, bien que la pollution industrielle des eaux détienne une seconde place proche (150 000 m<sup>3</sup> par jour). Les effets de la pollution de l'eau peuvent se retrouver partout en Jamaïque. Le système actuel sur site et les systèmes hors site d'évacuation des eaux d'égout fournissent un léger traitement résultant à l'évacuation directe de la charge polluante dans les eaux souterraines et de surface environnantes. La nécessité de solutions rapides est devenue une priorité.

A la vue de la situation économique existant en Jamaïque et la nécessité du contrôle de la pollution, les technologies de traitement des eaux d'égout devraient être rentables et écologiquement rationnelles. Elles devraient combiner une grande efficacité de traitement de construction et de fonctionnement simple avec la possibilité pour certaines formes d'élimination efficace des polluants.

Comme établi par Louwe Kooijmans et van Velsen (1986), le traitement des eaux d'égouts dans les pays en développement peut être réussi seulement quand les méthodes de traitement sont en rapport avec les conditions locales. Ceci implique que :

- La construction des stations d'épuration soit simple avec le moins de parties mobiles possible et un minimum de mécanisation.
- La station d'épuration devrait être construite avec les matériaux disponibles localement.

- Les investissements doivent être les moins élevés possibles avec une faible composante de devises étrangères.
- Le fonctionnement et l'entretien de la station d'épuration doit être le plus simple possible.
- L'énergie nécessaire et les coûts de roulement doivent être faibles.
- Dans les cas où la disponibilité des terrains est restreinte, les stations nécessitant peu d'espace sont un avantage.
- Les processus biologiques préférés doivent répondre aux standards de qualité des eaux de l'effluent désirés.

Bien que les systèmes actuels de traitement aérobie conventionnels des eaux d'égout puissent être d'une grande efficacité d'évacuation ils souffrent de sérieux désavantages et inconvénients.

Il s'agit de : -

- \_ coût de fonctionnement élevé pour l'aération
- \_ production élevée de boues non stabilisées qui doivent être stabilisées avant évacuation
- \_ manque de main d'œuvre spécialisée pour le fonctionnement
- \_ nécessité d'une grande étendue de terrain

Il existe également des systèmes de bassin traditionnels, qui sont très efficaces pour le traitement des eaux d'égout domestiques, mais qui sont limités car trop cher s'il n'y a pas de terrain bon marché.

L'application de la technologie anaérobie pour le traitement des eaux d'égout a été établie sous des conditions tropicales, en utilisant le processus UASB, en Colombie (Lettinga, 1992; Schellinkhout et al., 1985, 1988), en Inde (Draaijer et al., 1992), au Brésil (Viera, 1988; Viera et Garcia, 1992) et en Indonésie (Bogte et al., 1993; Lettinga et al., 1993) avec des résultats d'élimination de DBO supérieure à 75%. La Jamaïque a une température moyenne d'environ 30°C et constitue par conséquent un sol utile pour une telle étude.

## **1.2 Objectifs**

Les objectifs de l'étude étaient d'estimer la faisabilité de la technologie anaérobie pour le traitement des eaux d'égout domestiques en utilisant le système UASB dans les conditions jamaïcaines en terme de :

- \_ élimination des polluants (DBO, DCO,SS);
- \_ optimisation des critères de conception pour une extension future des systèmes de traitement UASB en Jamaïque en évaluant le taux de la charge hydraulique applicable ;
- \_ estimation de la possibilité de démarrage sans inoculation;
- \_ acquisition d'expérience « sur le tas » dans le fonctionnement et le contrôle des stations de traitement anaérobie des eaux d'égouts.

## **2.0 MATERIEL ET METHODE**

L'étude conduite a été divisée en trois phases ou aspects. Il s'agit de:

- \_ Dispositif expérimental (description du système)
- \_ Processus de démarrage
- \_ Fonctionnement et contrôle

## 2.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

### 2.1.1 Dispositif (Description du système– Station d'épuration pilote)

Le système du réacteur de la station d'épuration pilote a été installé à Independent City, Portmore, Ste Catherine (Figure 2.1) et était alimenté par les égouts collectés avec le réseau d'égout local par une station d'épuration de traitement aérobique locale.

**Figure 2.1 : Carte de la Jamaïque montrant le site de l'expérience (Portmore, Ste. Catherine et les principales zones de production d'eaux d'égout)**



Les réacteurs de la station pilote ont un volume liquide total de 115 l (0,115 m<sup>3</sup>) et ont été construits en polypropylène (PP). Ils consistent en une canalisation principale de 4 m de haut (193 mm) à laquelle un bras est attaché, qui sert de chambre de sédimentation et pour le dépôt des solides, la collecte et le retrait des effluents. Elle a un diamètre de 153 mm, une longueur de 953 mm et un volume de 17,5 l. La partie supérieure du réacteur sert d'unité de collecte des gaz (5 l) et au joint avec le bras de sédimentation avec la canalisation principale dans le séparateur des trois phases (gaz-liquide-solide). Des fenêtres de prélèvement sont localisées tous les 50 cm sur toute la longueur des réacteurs comme une valve en boule en PP de 1,27 cm connectée à la canalisation principale avec des morceaux de conduits de 1,27 cm. Les réacteurs sont de type USAB avec une bouche d'admission équivalente à une arrivée de 0,03 m<sup>2</sup>. Les eaux d'égout entrent par la base et sortent par le sommet.

Les eaux d'égout entrent d'abord dans la chambre à graviers où le sable et les graviers sont enlevés. De là elles coulent vers la cuve à distribution où les eaux d'égout sont distribuées par pesantier dans le bassin d'aération de la station existante. Les eaux d'égout de la cuve de distribution étaient pompées vers une cuve d'égalisation (tonneau plastique de 225 l) par lesquels les réacteurs étaient alimentés et l'affluent échantillonné. Les eaux d'égout étaient pompées vers le tonneau et les réacteurs sur une base régulière étaient seulement perturbés à cause d'un blocage occasionnel des tuyaux causé par des solides accumulés dans la chambre des graviers et la cuve de distribution. Le temps de rétention des eaux d'égout dans le tonneau est d'environ 4 heures. Le tonneau était cependant vidé et lavé tous les jours pour éviter l'accumulation de solides. On devrait remarquer ici qu'à cause de l'accumulation de solides, dans la chambre à gravier et la cuve de distribution ainsi que la croissance rapide de l'algue dans les tuyaux, une très forte DCO et concentration de solides sont souvent survenus dans les eaux usées. Ceci a été traité par un nettoyage hebdomadaire minutieux des tuyaux pour éviter l'accumulation, qui produirait également un blocage et empêcherait un fonctionnement continu du système.

## **2.2 PROCESSUS DE DEMARRAGE**

Les deux stations d'épuration pilotes (Réacteur 1 et réacteur 2) fonctionnaient en parallèle, le réacteur 1 (R1) fûtensemencé avec du fumier de vache digéré et le réacteur 2 (R2) ne fût pasensemencé (auto-contamination). R1 était utilisé pour déterminer l'efficacité du traitement (DBO, DCO, SST) sous les conditions existantes d'activité des boues, de température, de pH et de concentration des eaux d'égout. R2 était utilisé pour montrer la possibilité pour l'auto contamination d'effectuer une élimination substantielle efficace des DBO, DCO et SST.

Pour la station nonensemencée (R2) les opérations suivantes ont été effectuées :

- La station a été remplie avec des eaux d'égout.
- L'alimentation fût arrêtée pendant quatre semaines pour aider au développement de la couche de boue grâce au processus d'accumulation de la boue et d'amélioration de la boue.
- L'alimentation fût alors remise en route pour continuer le développement de la couche de boue et le contrôle les performances de la station.

Ce processus de système d'alimentation a donc permis une rémission de deux semaines selon l'expérience de Kanpur, en Inde (Draaijer et al., 1992) pour le démarrage de la station USAB sans inoculation.

R1 fut chargé avec 40 l de fumier de vache digéré (22,14 g de TSS/l ; 13,22 g de VSS/l) en tant qu'inoculation et a ainsi permis de laisser un jour pour s'acclimater aux conditions d'existence dans la station, après quoi l'alimentation a commencé. On a alors laissé s'épaissir la couche de boue et s'acclimater à la quantité d'égout jusqu'à ce que des conditions stables soient atteintes.

## **2.3 SYSTEME DE CONTROLE ET FONCTIONNEMENT**

### **2.3.1. AFFLUANT ET EFFLUENT**

L'affluent de la cuve d'égalisation et l'effluent de la chambre de sédimentation de la station pilote ont été échantillonnés dans un réfrigérateur utilisant initialement des pompes diaphragmes qui pompent entre 100 et 500 ml/h. A cause du mauvais fonctionnement de certaines des pompes (source cassée) l'effluent s'est écoulé par pesanteur dans le conteneur des échantillons dans les réfrigérateurs. Ces échantillons composites (24 h de temps de collecte) ont été envoyés au Laboratoire de gestion des déchets du Conseil de recherche scientifique pour être analysés.

### **2.3.2. ECHANTILLONAGE DE LA BOUE**

La boue a été échantillonnée en prenant un échantillon proportionnel, c'est à dire sur toute la longueur du réacteur. Ceci a été effectué avec un tube de 1,27 cm en PVC d'une longueur de 4,5 m contenant une corde et un stoppeur parcourant toute la longueur. Le tube était inséré dans le réacteur en enlevant le stoppeur de la chambre (voir Fig. 2.3.). Quand le tube était complètement inséré et plein de matériel d'échantillonnage, la corde était tendue et le tube était alors fermé et enlevé du réacteur et l'échantillon collecté dans le cylindre de mesure.

### **2.3.3 ECHANTILLONAGE ET ANALYSES**

Les analyses suivantes ont été effectuées pour le contrôle de la station pilote. Les fréquences ont été choisies pour obtenir une vaste appréciation du comportement du

système sur toute la période expérimentale, ainsi qu'une réponse à la charge de travail que l'étude pouvait gérer.

**Tableau 3.1 : Conditions de base de fonctionnement des systèmes de réacteur (Moyenne + déviation normale et ordre de grandeur)**

Période (jours)	Température (°C)	pH	Charge de surface (m/h)	HRT (heures)
2 – 43	28 ± 2 (26 – 30)	7,4 ± 0,5 (6,9 – 7,7)	0,35	11,5
43–80	27 ± 2 (25 – 29)	7,6 ± 0,3 (6,8 – 8,3)	0,42	9,5
80–111	28 ± 2 (26 – 29)	7,5 ± 0,2 (7,3 – 7,7)	0,53	7,5
111–123	29	7,4	0,87	4,6

### **Paramètres**

#### **Affluent – effluent**

Température

PH

DCO(totale, déposée, centrifugée)

DBO<sub>5</sub>

TSS, VSS

VFA, alcalinité\*

NH<sub>4</sub> – N, TKN

### **Fréquence**

Quotidienne, momentanée, ponctuelle

Quotidien, momentané, ponctuel

Quotidienne, momentanée, ponctuelle

Hebdomadaire, échantillon composite sur 24 h

### **GAZ**

Production

Quotidienne

### **Couche de boue**

MLSS, MLVSS

Toutes les six semaines

Activité méthanogénique

Toutes les six semaines

Capacité de sédimentation

Toutes les six semaines

Stabilité

Toutes les six semaines

Compaction de la boue

Toutes les six semaines

*\*Pendant les quatre premières semaines était effectué tous les jours*

Pour les analyses sur L'affluent et l'effluent, la méthode standard a été suivie sauf pour la DCO. La DCO a été analysée suivant la méthode Hatch (voir ci-dessous). La production de gaz a été mesurée en utilisant un compteur à gaz humide. La capacité de sédimentation (vitesse de sédimentation initiale et Index du volume de boue) a été déterminée en utilisant le cône Imhoff. Le total des solides en suspension et les volatiles en suspension ont été déterminés à partir de la méthode standardisée. L'activité anaérobie et la stabilité des boues ont été mesurées selon un processus expérimental de traitement par lots en utilisant comme substrat des molasses à 30 C. Les acides gras volatiles et l'alcalinité ont été mesurés par titrimétrie.

### **DCO**

La DCO a été mesurée en utilisant le système Hach de Hach International situé aux Etats Unis d'Amérique. Il consiste en un réacteur DCO Hach spectrophotomètre DR/2000 et des

ampoules contenant les réactifs à DCO (0 – 15 000 mg/l, 0 – 1 500 mg/l, et 0 – 150 mg/l). Cette méthode a été testée par le Laboratoire analytique du Conseil de la recherche scientifique (SRC) et est comparable à la méthode de mesure standard ( $\pm 10\%$ ).

### **3.0 RESULTATS ET DISCUSSIONS**

#### **3.1 INTRODUCTION**

A cause des périodes occasionnelles de pannes de la pompe, il fût impossible de laisser la station fonctionner en continue pendant toute la durée de la période expérimentale. L'obstruction du filtre (même avec un nettoyage quotidien minutieux) et le développement des algues dans les tuyaux ont entravé le fonctionnement normal de la station. Ceci montre l'impact important du modèle irrégulier de la production de gaz.

#### **3.2 MISE EN MARCHE DES REACTEURS UASB**

Le R1 a été mis en marche avec une HRT de 11,5 heures du 2<sup>ème</sup> au 43<sup>ème</sup> jour, de 9,5 heures du 43<sup>ème</sup> au 80<sup>ème</sup> jour, de 7,5 heures du 80<sup>ème</sup> au 111<sup>ème</sup> jour et de 4,6 heures du 111<sup>ème</sup> au 123<sup>ème</sup> jour. R2 a été mis en marche seulement à une HRT de 11,5 heures parce que l'efficacité l'élimination (DBO, DCO et TSS) n'indiquait pas de stabilisation suffisamment rapide pour effectuer une réduction par paliers dans la HRT. Les conditions de fonctionnement de base des stations figurent dans le tableau 3.1.

#### **3.3 SYSTEME DE SURVEILLANCE ET FONCTIONNEMENT**

Les résultats présentés ont été obtenus sur une période de fonctionnement de cinq mois (fin octobre 97 à fin mars 98).

##### **3.3. 1. Affluent – effluent**

###### **3.3.1.1 Caractéristiques de l'affluent**

Les eaux d'égout traitées dans les stations d'épuration pilotes étaient d'origine domestique et provenaient du collecteur d'égouts de Independence City qui reçoit les eaux d'égouts de sept communes d'environ 130 500 habitants. Selon la Commission nationale des eaux (National Water Commission : NWC) la consommation d'eau est environ de 250 l/personne/jour et environ 80% sont évacués. Les eaux usées sont très contaminées de nature (rapport DCO/DBO = 3 à 3,77), très riche en DCO en suspension (157 mg de TSS/l, 125 mg de VSS/l) et était très dilué (DCO de 429 mg/l) (voir tableau 3.2). Ceci était très voisin de la situation observée à Cali, en Colombie (Lettinga, 1992). Les caractéristiques les plus importantes des eaux d'égout sont présentées dans le tableau 3.2, qui présente les valeurs moyennes telles qu'elles ont été mesurées durant toute la période expérimentale.

**Tableau 3.2 : Principales caractéristiques des eaux d'égout de Independence City.**

PARAMETRES	PERIODE COMPLETE				
		X	Stdev	Min	max
DCO <sub>total</sub>	(mg/l)	429	± 233	138	123
DCO <sub>centra.</sub>	(mg/l)	151	± 60	33	325
DCO <sub>sédim.</sub>	(mg/l)	194	± 76	58	408
DBO <sub>total</sub>	(mg/l)	118	± 28	63	169
CDO/DBO		365			
TSS	(mg/l)	157	± 129	10	667
VSS	(mg/l)	125	± 112	5	607
TKN	(mg/l)	31,1	± 5	2,7	38,1
NH <sub>4</sub> -N	(mg/l)	20,5	± 3,1	14,9	24,4
Temp	(°C)	28	± 2	25	30

Les moyennes et les ordres de grandeur calculés à partir des paramètres des eaux d'égout de chaque HRT sont présentés dans le tableau 3.3.

**Tableau 3.3 : Principales caractéristiques influentes aux différents HRT (moyenne standard et ordre de grandeur des déviations)**

HRT (heures)	DCO <sub>totale</sub> (mg/l)	DCO <sub>centr.</sub> (mg/l)	DCO <sub>sédim.</sub> (mg/l)	DBO (mg/l)	TSS (mg/l)
11,5	336 ± 190 (138-842)	135 ± 61 (33-269)	172 ± 70 (75-393)	110 ± 30 (63-140)	115 ± 88 (10-402)
9,5	407 ± 167 (141-971)	166 ± 62 (60-320)	218 ± 81 (80-330)	108 ± 10 (90-121)	119 ± 90 (44-457)
7,5	554 ± 287 (181-1233)	152 ± 57 (58-339)	189 ± 78 (56-246)	168 ± 0,7 (168-169)	239 ± 158 (45-667)
4,6	504 ± 279 (188-785)	150 ± 49 (100-206)	202 ± 67 (133-304)	Pas déterminé	246 ± 157 (77-406)

### 3.3.3.1 Performances du réacteur 1

Figure 3.4 : Variations des valeurs de la DCO pour l’affluent (DCO totale) et R1 (totale et centrifugée) sur la période complète.

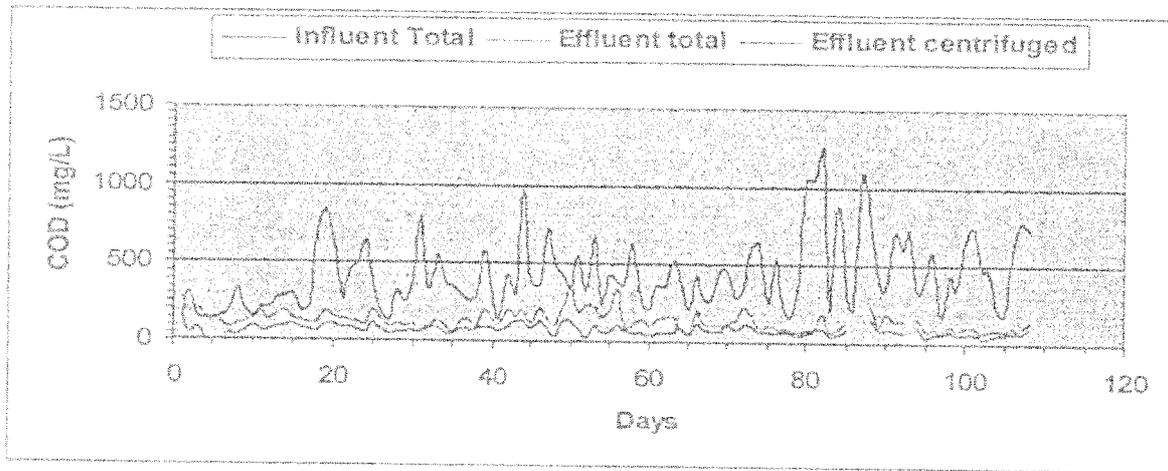
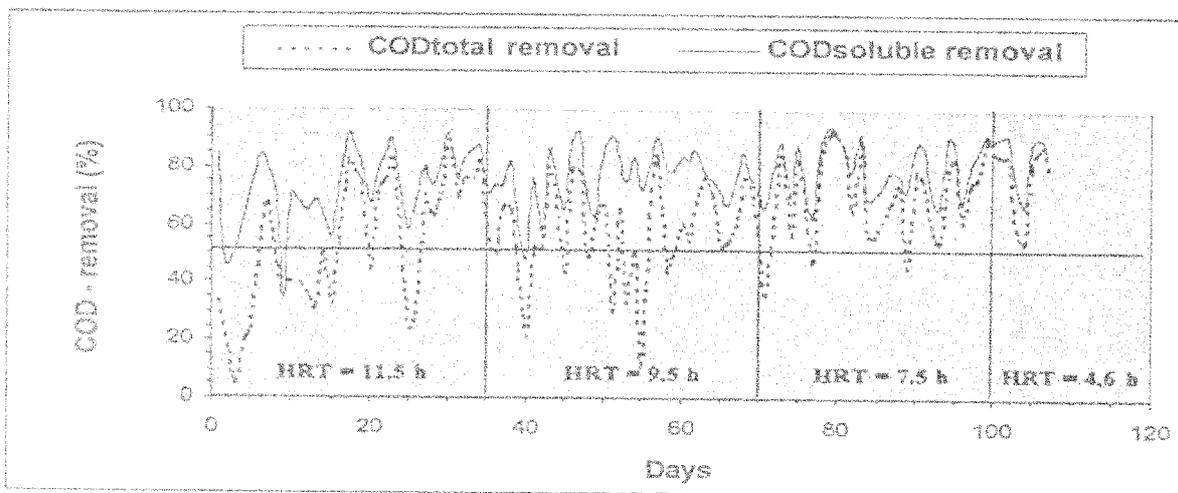


Figure 3.5 : Efficacité d’élimination de la DCO atteinte avec R1 c’est à dire basé sur la  $DCO_{totale}$  de l’affluent et la  $DCO_{centrifugée}$  de l’effluent et  $DCO_{totale}$  de l’affluent et  $DCO_{totale}$  de l’effluent



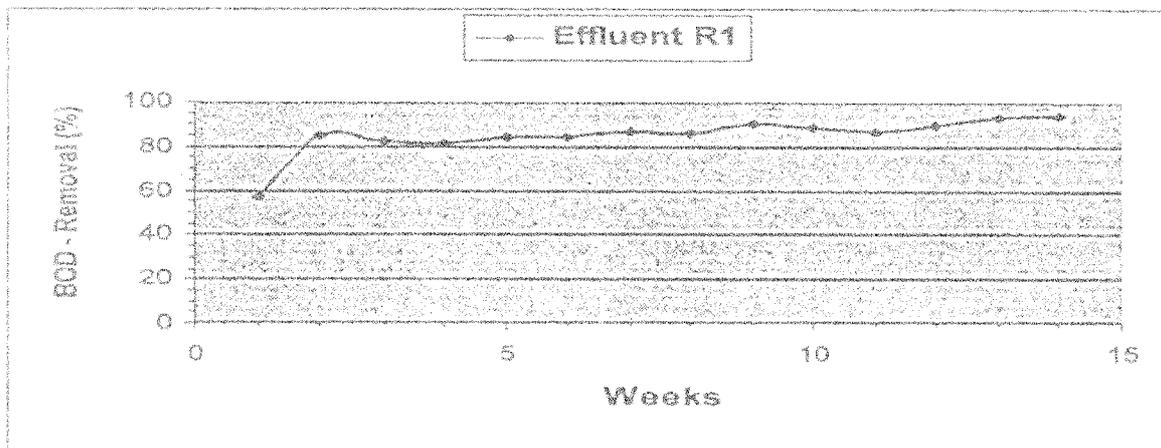
Comme le montre la figure 3.5, depuis le début de l’expérience les performances de la station d’épuration en termes de DCO- efficacité d’élimination, sont assez satisfaisantes (>50%). La faible efficacité d’élimination ( $E^{DCO}_{total}$ ) pendant la période initiale de fonctionnement (HRT = 11,5 heures) peut être attribuée à la propre absence d’une quantité suffisante de boues bactériennes pour réaliser la digestion du matériel organique. Cependant les régions de faible  $E^{DCO}_{total}$  à une HRT de 9,5 heures est principalement due au lessivage des boues qui survient pendant cette période (voir figure 3.5). Les efficacités de traitement basées sur les échantillons d’effluent centrifugé relatifs aux échantillons de l’affluent total,  $E^{DCO}_{MAX}$ , représentent l’efficacité maximum possible que le système peut atteindre dans les conditions actuelles. Ceci est de l’ordre de 75 à 86% pour les différentes HRT. Les résultats obtenus sont comparables aux résultats obtenus avec les études en conditions tropicales à Cali, en Colombie (70 à 90%) comme montré par Lettinga (1992) et à Kapur, en Inde (>76%) comme montré par Draaijer et al. (1992).

Avec la réduction par paliers de la HRT et l'augmentation qui s'en suit du volume et de l'activité des boues due à la croissance en quantité suffisante des propres bactéries des boues, l'efficacité générale d'élimination a augmenté. Cette augmentation de l'élimination de la DCO pourrait également être attribuée au fait qu'aux faibles HRT il existe une augmentation de la concentration de la DCO dans l'affluent. On a observé qu'à des valeurs élevées de la DCO de l'affluent il existe une augmentation de l'efficacité d'élimination ( $E_{total}^{DCO}$  et  $E_{MAX}^{DCO}$ ). Le lessivage occasionnel des boues du réacteur et la croissance des algues dans les tuyaux a affecté l' $E_{totale}^{DCO}$  générale. Néanmoins, une  $E_{totale}^{DCO}$  de 65 à 75% a été atteinte.

## DBO

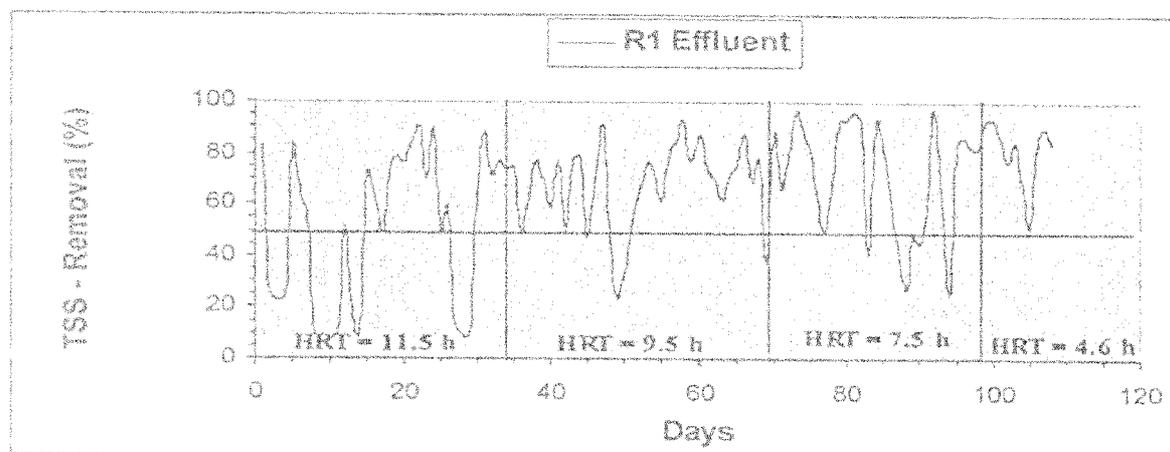
La DBO a été analysée toutes les semaines sur des échantillons composites et a été maintenue à une efficacité d'élimination élevée de 82 à 90% (voir figure 3.6). Les valeurs de la DBO dans l'effluent sont de l'ordre de 9 à 30 mg/l, ce qui est dans les limites des normes jamaïcains qui sont de 30 mg/l.

**Figure 3.6 : DBO, élimination dans R1 sur toute la période expérimentale**



## TSS

**Figure 3.7 : Elimination des TSS dans R1 sur toute la période expérimentale**



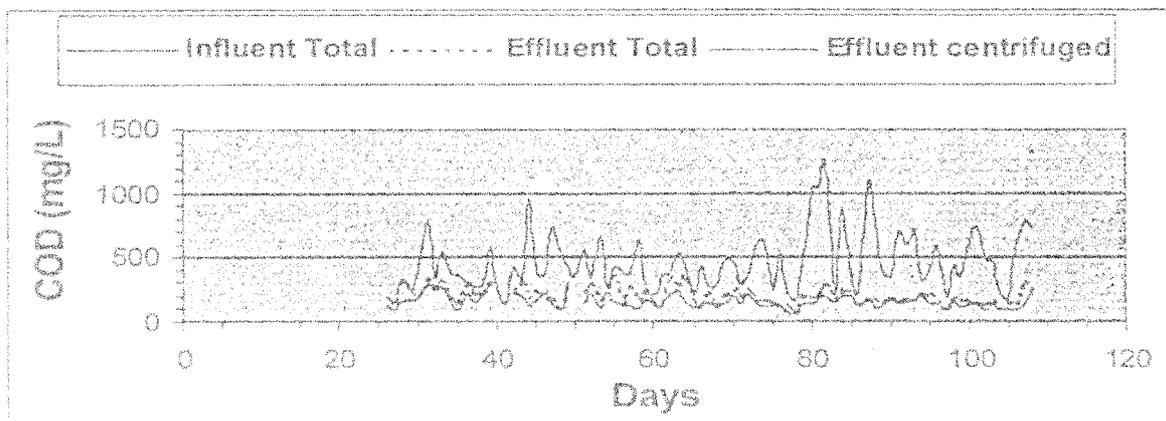
Malgré un niveau élevé de solides dans l'affluent, l'élimination des solides dans le système était assez satisfaisante. Ils étaient de l'ordre de 58 à 82% pour les différentes HRT. Les faibles TSS initiaux (HRT = 11,5 h) dans le système peuvent être expliqués

par la faible quantité de boues présentes dans le réacteur, ce qui réduit la probabilité d'attraper les solides non sédimentés dans le système. Cependant ceci a été amélioré avec le temps à cause de l'augmentation de la solidification des boues, ce qui augmente la capacité à être piégé des solides en suspension non sédimentés. Le lessivage occasionnel des boues du réacteur et la croissance des algues dans les tuyaux de l'effluent a affecté l'efficacité d'élimination du TSS comme de l' $E_{\text{totale}}^{\text{DCO}}$ .

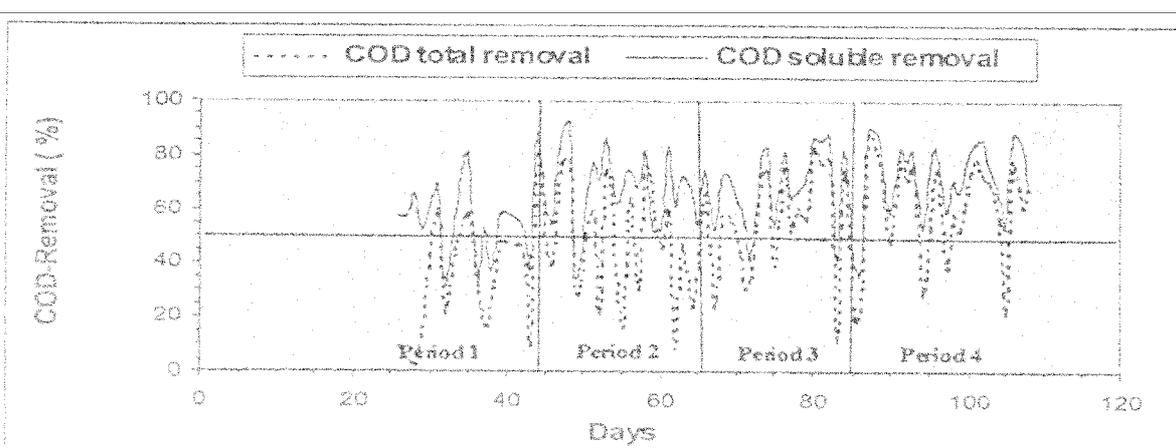
### 3.3.3.2 Performance du réacteur 2

R2 a seulement été fonctionnel sur une HRT (11,5 h) et a été mis en fonctionnement avec l'objectif d'auto contamination pour effectuer une élimination efficace (DCO, DBO et TSS) ainsi que pour observer la possible période de temps requise pour le démarrage. Le processus d'auto contamination est d'une importance pratique cruciale, étant donné que les matériaux d'ensemencement adéquats pour le démarrage ne sont pas disponibles dans les pays en développement comme la Jamaïque.

**Figure 3.8 : Variation de la DCO de l'affluent (total) et de R2 (total et centrifugé) sur toute la période expérimentale**



**Figure 3.9 : Efficacité d'élimination de la DCO dans R2 sur toute la période expérimentale basée sur la  $DCO_{\text{totale}}$  de l'affluent et l'effluent centrifugé et la  $DCO_{\text{totale}}$  de l'affluent et l'effluent total.**



Comme on peut le voir sur la figure 3.9 l'efficacité d'élimination de la DCO ( $E_{\text{totale}}^{\text{DCO}}$  et  $E_{\text{MAX}}^{\text{DCO}}$ ) suit un modèle très régulier. Pendant les premiers mois ou période de fonctionnement pas grand chose ne s'est passé en ce qui concerne  $E_{\text{totale}}^{\text{DCO}}$ . Cela pourrait être dû au fait que les eaux usées qui arrivaient étaient très diluées et le réacteur a par conséquent démarré à une HRT trop élevée (11,5). Ceci a eu pour résultat une incapacité des solides en suspension dans les eaux d'égouts (TSS de 144 mg/l) à

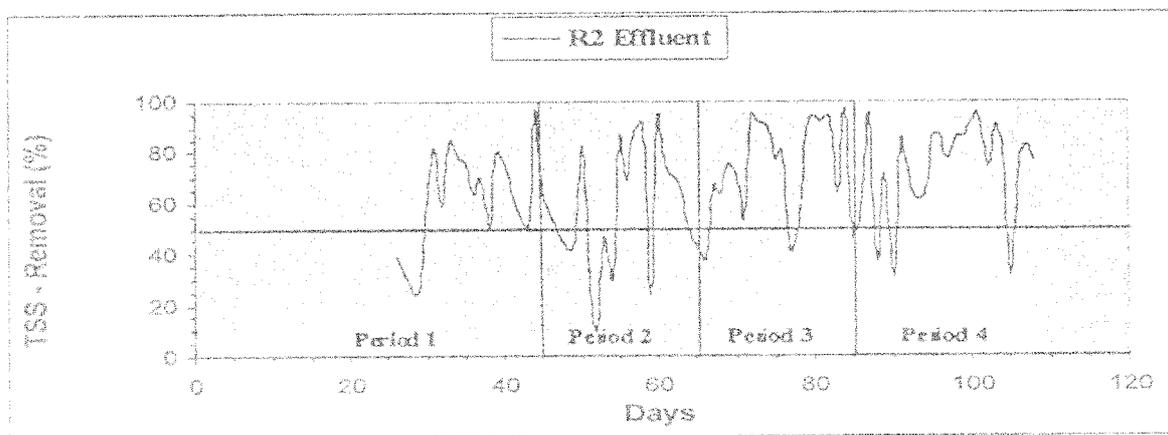
sédimenter dans le réacteur et d'être lessivés dans l'effluent. Ceci a été confirmé par  $E_{MAX}^{DCO}$  (voir figure 3.9), ce qui était assez satisfaisant depuis le début avec une efficacité d'élimination supérieure à 50% ce qui signifie une incapacité pour le système d'éliminer la DCO soluble. Ce qui est évident d'après la figure 3.9 c'est qu'avec le temps une «auto-contamination» possible pour effectuer une élimination substantielle efficace dans la DCO puisse être plus rapide si le réacteur fonctionne initialement à une faible HRT (24 h par exemple).

## DBO

L'élimination de la DBO dans le système fut assez satisfaisante et de l'ordre de 60 à 70% avec des valeurs de l'effluent de 32 à 40 mg/l.

## TSS

**Figure 3.10 : Efficacité d'élimination des TSS dans R2 sur toute la période expérimentale**



L'efficacité d'élimination des TSS dans R2 suit, comme l'élimination de la DCO un modèle très irrégulier (voir figure 3.10). L'incapacité des solides à s'accumuler dans le système a été évidente pour l'élimination des TSS. Ceci peut être expliqué par le manque de boues dans le réacteur pendant la période initiale de fonctionnement, ce qui a empêché la probabilité des solides en suspension non sédimentés d'être piégés dans le réacteur. Il existait une efficacité d'élimination générale supérieure à 70%. La forte élimination initiale (période 1) des solides dans le système était le résultat de quand il y avait peu de solides présents dans l'affluent (voir tableau 3.3).

### 3.3.4 PRODUCTION DE GAZ

Le gaz produit dans R1 était en moyenne de  $0,13 \text{ nm}^3$  de  $\text{CH}_4/\text{kg}$  de DCO éliminée. Pour R2 la collecte de gaz a été entravée par les problèmes rencontrés et ceux qui n'étaient pas inclus dans les résultats.

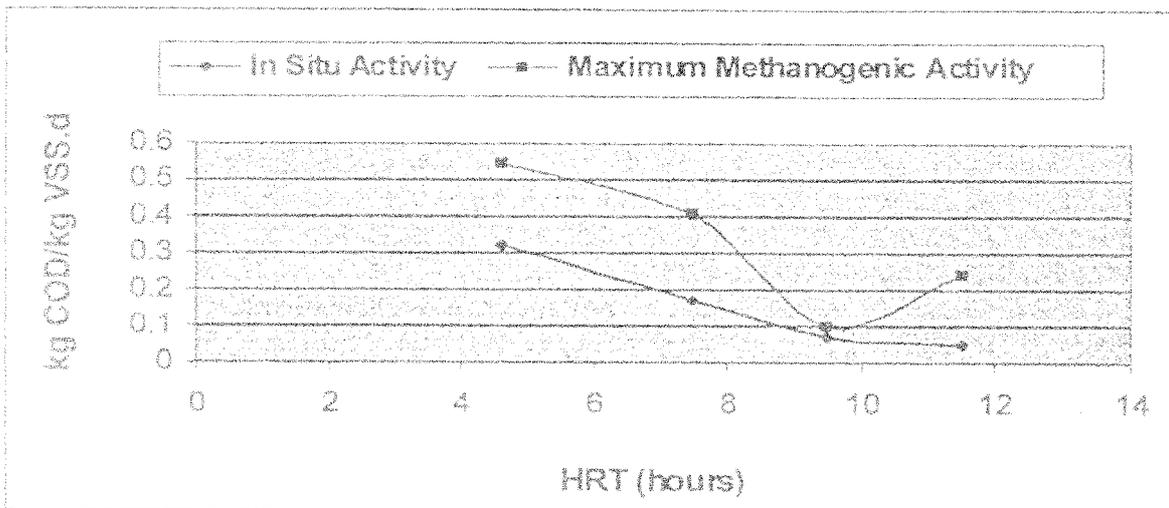
### 3.3.5 Caractéristiques de la couche de boue (R1) et effet de la réduction de HRT

L'activité méthanogénique de la boue de R1 a été déterminée toutes les six semaines au changement de chaque HRT. Les mesures de l'activité spécifique à  $30^\circ\text{C}$  sur la boue effectuées sur toute la période expérimentale révèlent une augmentation graduelle de  $0,24 \text{ kg}$  de DCO par  $\text{kg}$  de VSS/jour à une HRT de  $11,5 \text{ h}$  pour  $0,40 \text{ DCO/kg}$  de VSS/jour à une HRT de  $7,5 \text{ h}$  pour  $0,54 \text{ kg}$  de DCO/kg de VSS/jour. Cependant à une

HRT de 9,5 h il y eut une diminution de 0,1 kg de DCO/kg de VSS/jour, ce qui est inexplicable.

La charge de boue obtenue dans le réacteur était de 0,05 à 0,3 mg de DCO/mg de VSS/j et était faible comparée aux boues activées (0,5 à 1,0 mg de DCO/mg de VSS/j (voir figure 3.11). Ceci pourrait être dû à la faible activité méthanogénique et à la valeur mesurée dans le réacteur (SLR) encore la HRT comme montré dans la figure 3.11.

**Figure 3.11 : Productions spécifiques de méthane dans les conditions sur site et de substrat non limitant**



A partir de la figure 3.11 il n'y avait pas de mesure de l'activité spécifique maximum pour les valeurs mesurées dans le réacteur. Toutes les valeurs d'activité maximum sont supérieures aux valeurs mesurées dans le réacteur à toutes les HRT, indiquant qu'il y avait une limitation de substrat au sein du réacteur à toutes les HRT.

La capacité de sédimentation des boues comme déterminé par l'Index du volume des boues (SVI) est de l'ordre de 15 à 30 ml/g pour les différentes HRT indiquant une bonne sédimentation pour les boues. Ceci pourrait être expliqué par l'augmentation de la vitesse superficielle avec la diminution dans les HRT (voir tableau 3.1).

La quantité de boue dans le réacteur diminue avec la diminution des HRT (voir tableau 3.4), qui était due à un lessivage occasionnel qui survenait dans le système grâce au développement des boues et à l'expansion substantielle de la couche de boue.

**Tableau 3.4 : Composition des boues et solidification des boues dans R1 à différentes HRT**

HRT G/TSS/l	Boues solidifiées	Composition des boues
11,5	22	0,60
9,5	24	0,66
7,5	17,5	0,58
4,6	16,3	0,68

La stabilité des boues a été estimée à partir de la production de méthane des échantillons de boue à différentes HRT. La production de méthane a été suivie pendant une période de trois semaines. Les boues se sont stabilisées avec une production de 14 à 47 ml de CH<sub>4</sub>/g de VSS.

L'âge de la boue pour le temps de rétention des solides au sein du système était compris entre 33 et 75 jours.

L'excès de la production de boue dans le système a été estimé sur la base de l'efficacité d'élimination de TSS et de la fraction volatile des solides en suspension de l'affluent et des boues présentes dans les réacteurs respectifs. Avec le contenu des TSS des eaux d'égout brutes, l'excès de production de boue peut être estimée à approximativement à 63 kg de TSS/1000 m<sup>3</sup> d'eaux d'égout (0,15 de kg de TSS/kg de DCO).

## CONCLUSION

### 4.1 Résumé des résultats

L'étude a été conduite en utilisant deux réacteurs, l'unensemencé (R1) et l'autre non (R2) pour démontrer la faisabilité du traitement anaérobie des eaux d'égout domestiques en Jamaïque. Un résumé des résultats est présenté dans le tableau 4.1.

**Tableau 4.1. Conclusions des résultats des stations d'épuration pilotes expérimentales à Portmore, en Jamaïque avec les eaux d'égout domestiques.**

1 Le démarrage de R1 peut être effectué à une HRT d'environ 5 heures pendant les 3<sup>ième</sup> à 6<sup>ième</sup> semaines. Alors que pour R2, qui n'a pas étéensemencé, le démarrage peut être effectué à une HRT de 11,5 heures) (il a fonctionné seulement pendant cette HRT) pendant les 15<sup>ième</sup> à 20<sup>ième</sup> semaines. Cependant, il est possible que le démarrage se fasse à une HRT plus élevée si les phases initiales fonctionnent avec une faible HRT (24 h par ex.) et diminuent ensuite.

2a	Efficacité du traitement de R1 (HRT de 11,5 à 4,6h)	
	DCO (total/total)	55 à 72% (64%)
	DCO (total/centrifugé)	74 à 86% (80%)
	DCO (total/total)	82 à 90% (86%)
	TSS	58 à 82% (70%)

2b	Efficacité du traitement de R2 (HRT de 11,5 h)	
	DCO (total/total)	30 à 70% (50%)
	DCO (total/centrifugé)	52 à 72% (62%)
	DCO (total/total)	60 à 70% (65%)
	TSS	60 à 80% (70%)
3	Production de gaz	
	R1	0,13 nm <sup>3</sup> de CH <sub>4</sub> /kg de DCO <sub>éliminée</sub>
4	Conversion de TSS (R1)	
	Environ 27% de TSS restent dans l'effluent du réacteur	
	Environ 42% de TSS trouvés dans les boues	
	Environ 25% de TSS est convertis en gaz	
5	Rétention de la boue dans le réacteur et âge de la boue	
	Rétention de la boue (R1)	16,5 à 23,5 kg de TSS/ m <sup>3</sup> 10,3 à 15,4 kg de VSS/ m <sup>3</sup>
	Rétention des boues (R2)	1,9 kg de TSS/ m <sup>3</sup> 1,8 kg de VSS/ m <sup>3</sup>
	Age des boues (R1)	33 à 75 jours
6	Caractéristiques de la couche de boue (R1)	
	Contenu des cendres	35 à 45%
	Act. méthan. Spéc.	0,1 à 0,54 kg de DCO/kg de VSS/jour
	Stabilité	14 à 47 ml de CH <sub>4</sub> /g de VSS

## 4.2 CONCLUSIONS GENERALES

- Le traitement anaérobie peut devenir une alternative attractive pour la Jamaïque car :
  - Dans les conditions tropicales de la Jamaïque les eaux d'égout diluées peuvent être digérées efficacement dans des conditions d'ensemencement ou de non-ensemencement comme montré dans le schéma pilote.
  - En Jamaïque, où il y a un problème général avec un fort taux de système de traitement dû principalement à des raisons financières, le processus anaérobie présente un avantage économique.
  - Un taux de production de boue faible significatif réduit le coût pour le traitement et l'évacuation des boues. Les boues sont également bien stabilisées.
- A la vue des performances satisfaisantes du système ensemencé (R1), en particulier en termes de réponse positive aux forts taux de charge hydraulique imposés, on peut conclure que le système convient pour accommoder un taux plus fort de démarrage.
- La phase initiale de fonctionnement de la station non ensemencée (R2) devrait être effectuée avec une HRT plus faible (24 h) pour permettre qu'un peu de boue se forme et se mette en place afin que le démarrage puisse s'effectuer avec un taux plus fort dans une période de temps plus courte.
- Comme le traitement anaérobie est un processus de traitement, le post-traitement est nécessaire pour l'élimination des organismes pathogènes, de NH<sub>4</sub>-N, de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> et des solides en suspension restants.

## 5.0 RECOMMANDATIONS

### 5.1 Réacteur 1

L'étude a été conduite sur une période de seulement cinq mois, ce qui est insuffisant pour examiner en détail les paramètres ou les zones nécessaires pour optimiser le processus pour les autres propos de la conception. Par conséquent la station d'épuration devrait continuer de fonctionner avec un meilleur contrôle de l'affluent (en terme de solides) avec une réduction de HRT dans le but d'établir un point maximum de fonctionnement pour le système pour les propos de la conception.

### 5.2 Réacteur 2

La station devrait continuer de fonctionner pendant au moins six autres mois afin d'établir la stabilité en termes d'élimination de DCO et de DBO et pour cela être sujette à une réduction par paliers de la HRT afin que le maximum potentiel du système puisse être établi. Ceci pourrait fournir des conclusions plus concrètes pour rendre possible l'auto contamination pour le traitement des eaux d'égout domestiques en Jamaïque.

## 6.0 REFERENCES

- Draaaijer, H., Maas, J.A.W., Schaapman, J.E. & Khan, A. (1992). Performance of the 5 MLD USASB reactor for sewage treatment at Kanpur, India. *Water Science and Technology*, 25(7): 123 - 133.
- Bogte, J.J., Brere, A.M., van Andel, J.G., & Lettinga, G. (1993). Anaerobic treatment of domestic wastewater in small scale UASB reactors. *Water Science and Technology*, 27 (9): 75 - 82.
- Lettinga, G., de Man, van der Last, A.R.M., Wiegant, W., van Knippenberg, K., Frijns, J. & van Buuren, J.C.L. (1993). Anaerobic treatment of domestic sewage and wastewater. *Water Science and Technology*, 27 (9): 67 - 73.
- Louwe Kooijmans, J. & van Velsen, E.M. (1986). Application of the UASB process for the treatment of domestic sewage under sub-tropical conditions, the Cali case. *Anaerobic Treatment. A grown-up technology. Conference papers (Aquatech 1986)*, p423 - 436.
- Schellinkhout, A., Jakma, F.F.G.M. & Forero, G.E. (1988). Sewage treatment: the anaerobic way is advancing in Colombia. *Fifth International symposium on Anaerobic Digestion (Poster-papers. Tilche A and Rozzi A, Eds. Bolgna, Italy p767 -770.*
- Schellinkhout, A., Lettinga, G., van Velsen, L., Louwe Kooijmans, J. (1985). The application of the UASB-reactor for the direct treatment of domestic wastewater under tropical conditions. *Proceedings of the Seminar/Workshop on Anaerobic Treatment of Sewage. Switzenbaum Ed. Amherst, USA, pp. 259 - 276.*
- Lettinga, G. (1992). Treatment of raw sewage under tropical conditions. Malina, J.F. and Pohland, F.G. *Design of Anaerobic Processes for the treatment of Industrial and Municipal Wastes. Water Quality Management Libraries. Vol.7, USA. P 147 - 166.*
- Viera, S.M.M. (1988). Anaerobic treatment of domestic sewage in Brazil - Research results and full-scale experience. *Proceedings of the 5th International Symposium on Anaerobic Digestion. Bologna, Italy. Hall ER, and Hobson PN, Eds. P185 - 196.*

Viera, S.M.M. & Garcia Jr., A.D. (1992) Sewage treatment by UASB reactor. Operation results and recommendations for design and utilisation. *Water Science and Technology*, 18 (12): 109 - 121.

## **7.0 REMERCIEMENTS**

L'auteur voudrait remercier les membres du projet de Gestion intégrée des déchets (Integrated Waste Management) et en particulier deux responsables scientifiques très consciencieux (M Desmond Samuels et M Delroy Peters) qui ont contribués de tout leur cœur au fonctionnement général du projet et à l'acquisition des données.

## GLOSSAIRE

Aérobic	Présence d'oxygène dissous
Anaérobic	Absence d'oxygène dissous
DBO	Demande biochimique en oxygène, la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux d'égout.
DCO	Demande chimique en oxygène
$E_{MAX}^{DCO}$	Efficacité d'élimination maximale basée sur le total
$E_{total}^{DCO}$	Efficacité d'élimination totale basée sur le DCO de l'affluent et la DCO de total l'effluent
GOG	Gouvernement d'Allemagne
GOJ	Gouvernement de la Jamaïque
GTZ	Agence allemande pour la coopération technique
HRT	Temps de rétention hydraulique, le temps pendant lequel les eaux d'égout sont maintenues au sein du système, mesuré par le volume du système sur le flux.
MLSS	Liqueur des solides en suspension mélangés
MLVSS	Liqueur des solides en suspension volatiles mélangés
NH <sub>4</sub> -N	Nitrogène d'ammonium, forme d'azote utilisable pour les bactéries.
Nm <sup>3</sup> C H <sub>4</sub>	Quantité de méthane produite dans les conditions normales de température et de pression.
NWC	National Water Commission, l'organe gouvernemental qui gère l'eau de la Jamaïque qui est responsable de plus de 20% des eaux d'égout générées.
R1	Réacteur 1, le réacteur de la station d'épuration pilote qui étaitensemencé avec des boues.
R2	Réacteur 2, le réacteur de la station d'épuration pilote qui n'était pasensemencé avec des boues.
SRC	Conseil de recherche scientifique
SVI	Index de volume des boues (ml/g), le volume occupé par 1 g de boue après sédimentation de la liqueur mélangée après 30 minutes.
TKN	Azote Kjeldhal, NH <sub>4</sub> -N + O-N <sub>2</sub> total
TSS	Total des solides en suspension
USAB	Couverture ou couche de boue anaérobic à flux de surface, le type le plus courant de réacteur anaérobic pour le traitement des eaux d'égout.
VSS	Solides en suspension volatiles

# ALTERNATIVES DE TECHNOLOGIES SIMPLES A FAIBLES COÛTS POUR LE TRAITEMENT DES EAUX D'ÉGOUTS

**John A. McKee, M.Sc., CGWP, P.Eng.**

Oliver, Mangione McCalla, 154 Colonmade Road South, Nepean, Ontario, Canada K2E 7J5

Tél: (613) 225-9940 ext. 241, Fax: (613) 225-7337, Email: [omm@trow.com](mailto:omm@trow.com)

## Introduction

L'objectif du traitement des eaux d'égout est d'éliminer, convertir, et/ou réduire les composants toxiques et pathogènes des eaux d'égout afin de diminuer de façon effective les risques pour la santé humaine et les impacts écologiques associés au déversement des effluents dans l'environnement. Le niveau de traitement requis dans une application donnée dépend de la charge hydraulique et organique de la source d'eaux usées et de la qualité requise pour l'effluent. La qualité de l'effluent qui peut être tolérée varie d'une application à une autre et dépend du milieu dans lequel l'effluent est déversé.

Une grande variété de technologies de traitement et de méthodes de mise en œuvre s'est développée pour répondre aux divers traitements nécessaires et contraintes. Cet éventail de complexité du simple trou privé ou du système de fosse septique-champs d'épandage pour les petites applications domestiques aux ensembles techniquement plus sophistiqués comme les Contacteurs biologiques rotatifs (RBC), les batteries de réacteur séquentiels (SBR) ou les stations d'épuration d'aération étendue (ESA) conçus pour des flux plus importants, des eaux d'égout plus fortes ou une nécessité d'élimination plus importante. Chacun de ces systèmes a une application spécifique, ou niche, dans un domaine de traitement des eaux d'égout.

Cette présentation se concentrera sur les méthodes de traitement des eaux usées à faible coûts et basse technologie. Ce sont les systèmes adaptés à des flux journaliers de l'ordre 5 à 50 m<sup>3</sup>/jour (et plus) qui seront ciblés. Diverses applications seront considérées comprenant de plusieurs types de foyers, d'institutions (c à d. école), de commerces (c à d. détaillants, restaurants) et d'industries.

En comparant avec les systèmes techniquement sophistiqués discutés ci-dessus, les systèmes basse technologie et faible coût sont de concept, de plan et de fonctionnement simple. Dans la plupart des cas, le seul composant mécanique en fonctionnement est une simple pompe d'effluent. Quand de l'énergie est nécessaire elle peut être fournie par une combinaison de cellules et de batteries à énergie solaire. Dans certaines circonstances, les systèmes peuvent être disposés pour fonctionner seulement avec la pesanteur. Une fois mis en place, le fonctionnement continu et les nécessités d'entretien sont minimales. Il n'y a pas de nécessité d'équilibre progressif ou d'ajustement chimique. Des formations de haut niveau pour les opérateurs ne sont pas nécessaires.

## Descriptions des systèmes

Une brève présentation de trois systèmes faible coût et basse technologie utilisés en Amérique du Nord seront présentés. Ces trois systèmes sont décrits de la façon suivante :

- Filtre à tourbe;
- Filtre à sable à re-circulation;
- Bio-filtre Waterloo.

La principale expérience de l'auteur concerne les systèmes de filtres à tourbe qui sont discutés en détails. Les deux autres systèmes sont présentés car ils répondent aux critères de basse technologie et faible coût tout en fournissant un traitement d'effluent de haut niveau. Les données publiées par Ball (1995), Bruen et Piluk (1994), Roy et Dube (1994) seront utilisées pour décrire les filtres à sable à re-circulation .

Divers articles de Dr. Craig Jowet (1994, 1995) peuvent être utilisés pour décrire les systèmes de Bio-filtres Waterloo.

Une brève description du plan de conception et de fonctionnement pour chaque système sera présentée avec une description du mécanisme de traitement. Le degré de traitement fourni dans les diverses applications comme expérimenté par l'auteur et/ou reporté dans la littérature sera fourni. Il existe une variable inhérente associée à la force des eaux d'égout qui ont des origines variables. Les paramètres considérés dans cette discussion incluront la Demande biochimique en oxygène (DBO), le phosphore total (en tant que P), l'azote total (total de kjeldahl+nitrites+nitrates en tant que N), et les paramètres bactériologiques totaux et les coliformes fécaux.

### **Systèmes de filtres à tourbe**

Les systèmes de filtres à tourbe pour le traitement des eaux d'égout domestiques ont originellement été développés à l'Université du Maine par le Dr J.L. Brooks et al (1984). En travaillant avec Dr Brooks, la firme Oliver, Mangione, McCalla a adapté avec succès et mis en œuvre la technologie pour servir une variété d'utilisation y compris des résidences familiales simples et multiples, des écoles primaires, collèges et lycées, des petits commerces et des restaurants. Une évaluation détaillée des performances de ces systèmes a été entreprise par le Ministère de l'Environnement de la Province de l'Ontario (OMM 1997), ces résultats sont résumés dans l'article. De plus pour la couverture, la littérature fourni des références pour l'utilisation des tourbes pour le traitement des effluents industriels contenant des métaux lourds et le filtrage des sites d'enfouissement

La conception et les fonctionnements principaux des filtres à tourbe ont été discutés dans des articles précédents y compris Brooks et al (1984), McKee et Brooks (1994) et McKee et Connolly (1995). Un aperçu du schéma d'un système de traitement typique de filtre à tourbe est fourni en Figure 1. Le traitement primaire des eaux d'égout est assuré par une fosse septique conventionnelle à chambre double. L'effluent s'écoule alors sous l'effet de la pesanteur ou alternativement par une pompe vers le système de filtre à tourbe. L'effluent est distribué sur la surface du filtre à tourbe grâce à un réseau de distribution de conduits perforés. En fonction de l'emplacement la distribution peut s'accomplir grâce à la distribution d'une pression ou par un système d'irrigation goutte à goutte.

Le traitement a lieu alors que l'effluent descend par percolation verticalement à travers la tourbe vers la base du système. Les matériaux de la tourbe agissent comme un milieu hôte pour les micro-organismes qui accomplissent le traitement de l'effluent dans un milieu aérobie. La littérature rapporte que l'utilisation de types variés de tourbes de différentes sources fournit des degrés de succès divers. La tourbe utilisée dans les systèmes décrits ici est une tourbe type sphaigne avec un taux de décomposition Von Post de H-4, et un pH de 3,5 à 4,5 et une humidité de 50 à 60%. Ce matériel est emballé et peut facilement être envoyé en grande quantité.

L'effluent à la base de la tourbe peut être traité de différentes façons. Pour les systèmes construits en Ontario, l'effluent descend par percolation à travers la base vers le niveau des nappes phréatiques. En fonction de l'emplacement et des règlements en vigueur, les systèmes peuvent également être construits avec des systèmes de drains pour décharger au loin dans des champs de filtrage, des tranchées ou dans les eaux de surface.

Un résumé des systèmes à filtres à tourbe pour lesquels des programmes de contrôle ont été entrepris est fourni dans le tableau 1. Les systèmes sont utilisés pour des usages variés avec des forces d'eaux d'égouts variables. L'éventail des flux prévus va de 2 à 36 m<sup>3</sup>/jour pour une charge organique de 34 à un excès de DBO de 500 mg/l.

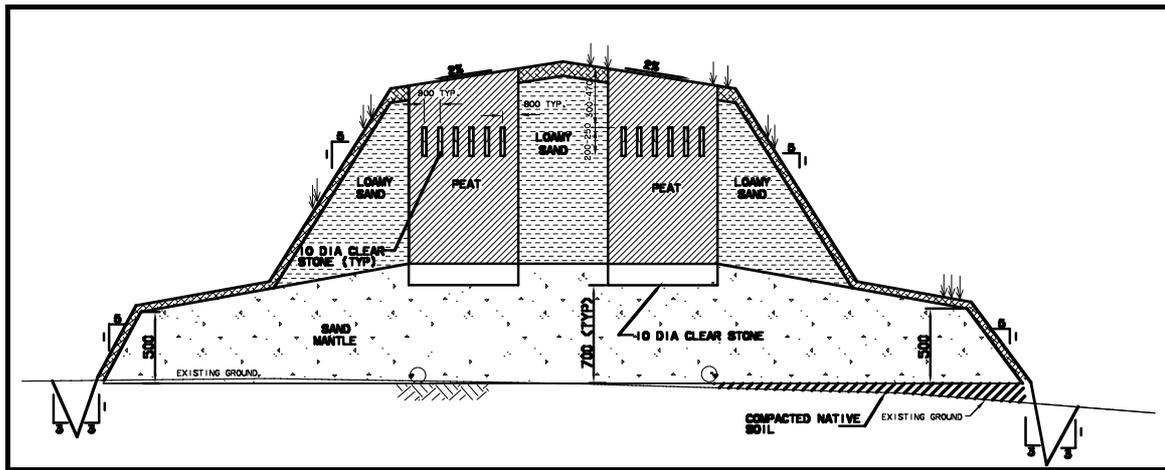


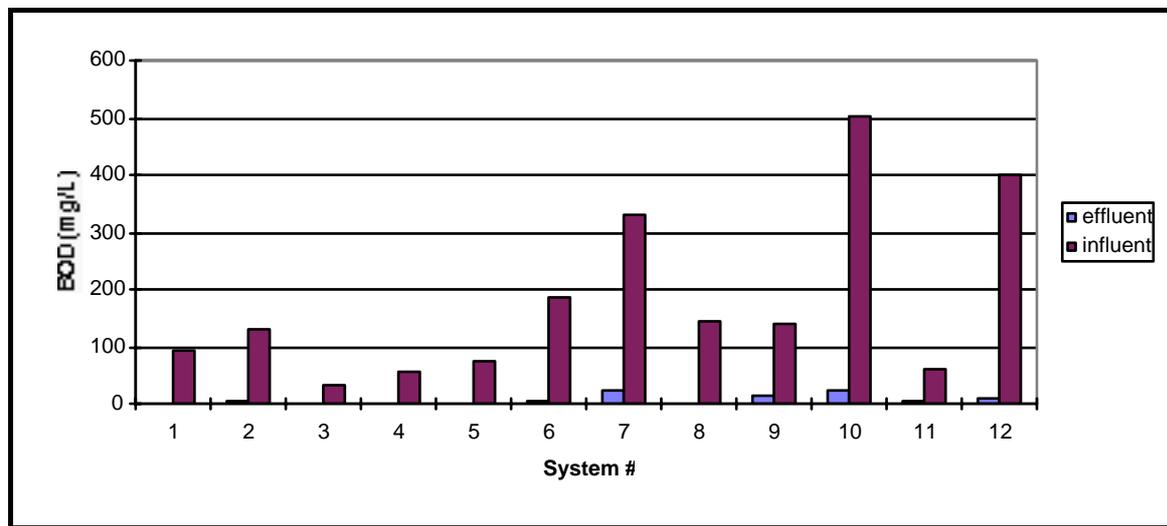
Figure 1: Filtre à TOURBE – Schéma du dispositif

Un programme de contrôle détaillé des systèmes ci-dessus a été réalisé et résumé par OMM (1997). Le programme suppose la collecte mensuelle ou trimestrielle d'échantillons de la fosse septique et de la base du filtre à tourbe sur des périodes de deux à trois ans chacun. Les résultats de ces analyses sont résumés ci-dessous.

		Années de Fonctionnement	Flux prévu m <sup>3</sup> /jour	DBO mg/L		Phosphore mg/l-P		Azote mg/l-N	
				fourchette	moyenne	fourchette	moyenne	fourchette	moyenne
Ecoles	Primaires	8	15	48 - 143	92	2 - 9	6.1	40 - 80	65
		6	10	28-341	132	1 - 10	4.8	52 - 101	82
		5	10	0-76	34	3 - 8	6	45 - 74	57
		4	20	17-96	55	0 - 10	5	35 - 75	63
		5	9	15-176	73	1 - 14	7.8	63 - 165	109
	Secondaires	5	36	90-563	185	2 - 16	7.7	44 - 150	92
Habitations	Une seule famille	5	2		331	23 - 48	34	129 - 198	157
	Plusieurs familles	5	9		142		8.7	49 - 80	52
		5	7	110-195	141	2 - 12	6.8	8 - 30	40
Restaurant		5	18	285-717	502	8 - 24	15	67 - 183	100
Centre commercial		5	25	44-84	59	1 - 7	4	18 - 40	27
		5	25	125-676	401	1 - 21	8.3	30 - 130	64

Tableau 1: Résumé des systèmes de filtres à tourbe et caractéristiques des affluents d'eaux d'égout

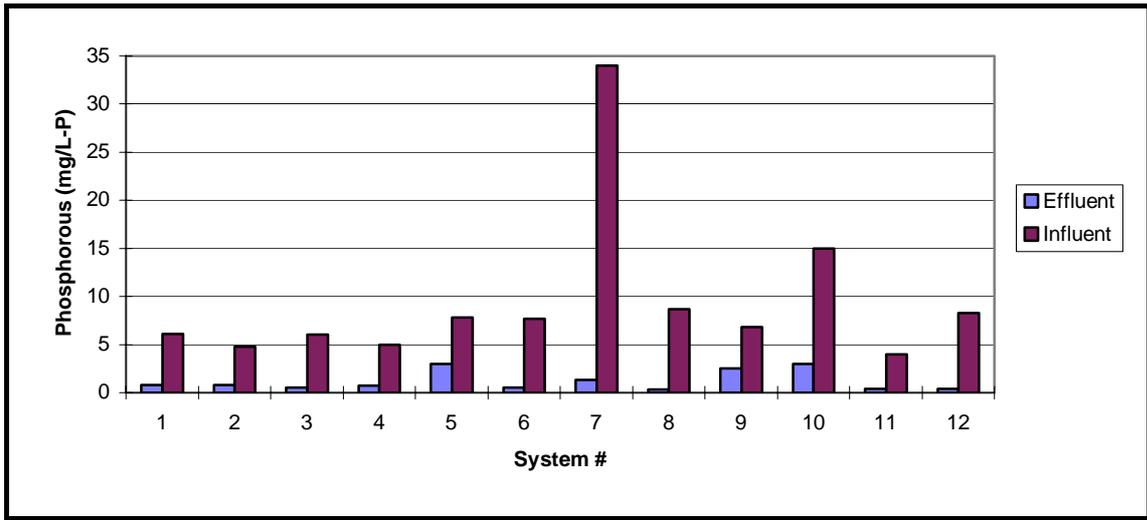
Les données disponibles indiquent que les filtres à tourbe fournissent un haut niveau de traitement d'après les paramètres des indicateurs bactériologiques et des coliformes totaux et fécaux. Les diminutions sont effectivement supérieures à 99%. Le nombre de coliformes totaux et fécaux dans pratiquement tous les cas répond aux critères de qualité pour l'eau de baignade (coliformes totaux : 1000 pour 100 ml, fécaux : 100 pour 100 ml) et dans de nombreux cas est inférieur au critère requis pour l'eau potable pour un total de coliformes de 5 pour 100 ml.



**Figure 2: - Filtres à tourbe - Traitement de la DBO**

Le traitement des composants organiques des eaux usées est mesuré par la diminution de la Demande biochimique en oxygène (DBO). Les résultats de douze systèmes sont résumés dans la figure 1 ci-dessus. La force des eaux d'égout de l'affluent varie avec la nature de la source de relativement faible à moins de 100 mg/l à forte avec une force moyenne excédent 500 mg/l.

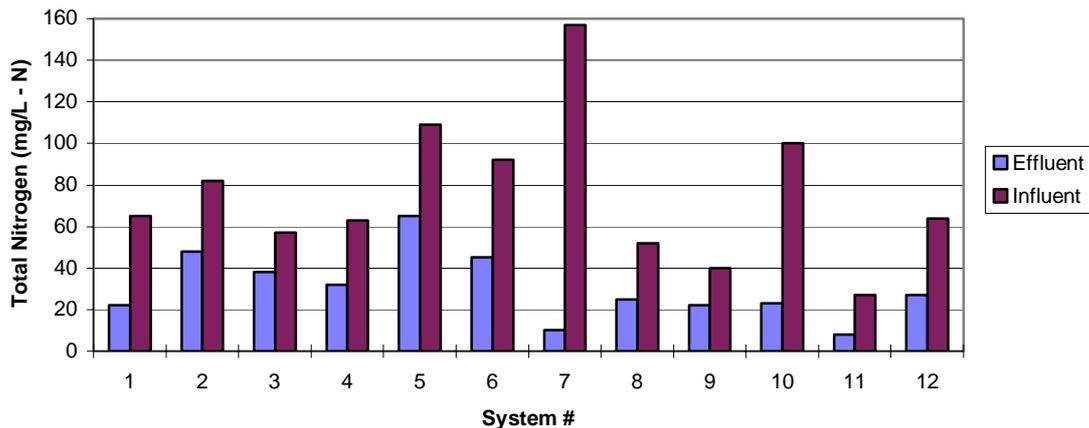
Dans tous les cas les filtres à tourbe fournissent d'excellents traitements pour l'élimination de la DBO. La diminution moyenne est supérieure à 90%. A l'exception de sources très fortes, les concentrations en DBO de l'effluent sont inférieures à 10 mg/l. La force de la source de la DBO est un concept important à considérer. Pour des taux de charge de moins de 5 000 mg/m<sup>2</sup>/jour les concentrations de l'effluent sont, en général, de moins de 10 mg/l. Pour un taux de charge supérieure à cette valeur, un bouchon peut se former. Un pré-traitement devrait être envisagé pour des eaux usées de force supérieure.



**Figure 3 : Filtre à tourbe – Traitement du phosphore**

L'élimination du phosphore par les filtres à tourbe est très bonne, avec la plupart des systèmes avec un taux d'élimination supérieur à 90%. Les concentrations en phosphore de l'effluent sont généralement inférieures à 0,8 mg/l-P dans la plupart des systèmes. Des sources de force supérieure produisent en général des effluents de force supérieure. La grande force des eaux d'égouts des restaurants, avec une concentration en phosphore de 15 mg/l -P de l'affluent donne une concentration de l'effluent de 2,8 mg/l -P.

Le traitement du phosphore fourni par les systèmes étudiés par OMM (1997) est supérieur à ceux rapportés par d'autres auteurs (BROOKS et al 1984). Ceci est attribué aux différences perçues dans les mécanismes de traitement. Le processus de traitement pour les composés organiques, l'azote et les paramètres bactériologiques est, pense t'on, facilité par la biodégradation et la bio-accumulation prise en charge par les micro-organismes. La diminution du phosphore est supposée avoir lieu par absorption.



**Figure 4: Filtres à tourbe – Traitement de l'azote**

L'évaluation du traitement de l'azote suppose la collecte et l'analyse d'échantillons de l'affluent et de l'effluent pour l'azote Kjeldahl total, l'ammoniaque, les nitrites et nitrates (mesure de N). La somme de toutes les espèces d'azote a été considérée à chaque étape dans le processus de traitement comme résumé sur la figure 4 ci-dessus.

Le traitement dans les filtres à tourbe s'effectue dans des conditions aérobies (Brooks et al 1984). L'azote affluent a été mesuré principalement sous la forme d'ammoniaque et d'azote organique. Une nitrification complète a principalement lieu dans le filtre à tourbe avec l'azote de l'effluent mesuré essentiellement sous la forme de nitrate. La diminution globale des espèces d'azotées dépend de la charge d'azote. Les réductions moyennes varient de 35 à 70%. Une réduction de cinquante pour cent de l'azote total a été obtenue avec des systèmes ayant une charge totale d'azote de 1,4 g/m<sup>2</sup>/jour. La conception des filtres à tourbe devrait considérer la force de l'affluent des eaux usées et les taux requis au point de décharge.

L'auteur vécut la construction de la conception et du fonctionnement d'un total de quinze systèmes de filtres à tourbe. Les coûts de construction pour les systèmes complets sont généralement de l'ordre de 7 à 12 dollars canadiens par litre pour le système complet. Les coûts sont comparables ou seulement légèrement supérieurs que les systèmes conventionnels de fosses septiques ou de filtres à sable. Les coûts sont 2 à 3 fois inférieurs aux systèmes des ensembles sophistiqués décrits en début d'article. Le réel avantage du système de traitement par filtre à tourbe est la nécessité minime d'opérations et d'entretien. Les coûts de fonctionnement sont limités à la pompe de l'effluent qui ne fonctionne typiquement pas plus de 60 à 90 minutes par jour. Une fois installé, le système fonctionne avec un minimum de supervision. L'entretien est généralement limité au nettoyage périodique de la fosse septique.

### Filtres à sable à re-circulation

Les filtres à sable et plus récemment les filtres à sable à re-circulation (RSF) sont d'usage courant aux Etats Unis dans les zones non desservies par un réseau d'égout et sont maintenant mis en œuvre dans diverses zones au Canada. La figure 5 fournit le schéma de la disposition d'un filtre à sable à re-circulation typique. L'effluent de la fosse septique s'écoule sous l'effet de la pesanteur vers la cuve de re-circulation où il est pompé vers le filtre à sable. Le traitement a lieu dans le sable dans des conditions aérobies fournissant un traitement efficace pour l'élimination des matières organiques (DBO) et des micro organismes pollueurs. Les filtres à sable sont efficaces pour la dénitrification de l'ammoniaque et de l'azote organique des nitrates. Les filtres à sable à re-circulation ont été élaborés pour fournir un traitement élaboré pour l'azote. L'effluent azoté du filtre à sable est re-dirigé et mélangé avec les eaux usées brutes, la dénitrification a lieu dans les conditions anaérobies de la fosse septique. On rapporte que les filtres goutte à goutte ont été ajoutés aux fosses septiques pour augmenter l'efficacité de l'élimination de l'azote (Ball 1995).

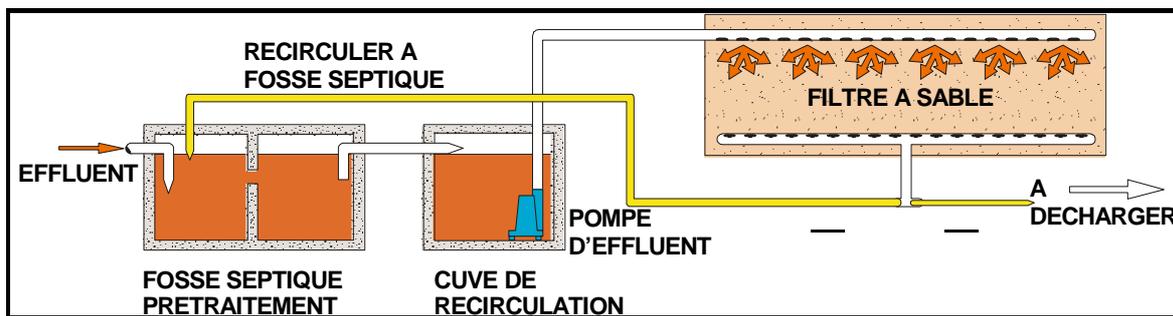


Figure 5: Filtres à sable – Schéma du dispositif

Le filtre à sable consiste en un minimum de 0,6 mètres de sable ou de gravier. Des gradations variées ont été signalées. Piluk et Peters (1994) signalent l'efficacité d'une taille de grain de 1 mm avec un coefficient d'uniformité <2.5. Ball (1995) mentionne un sable avec une taille de grain de 2 mm comme étant le plus efficace pour l'élimination de l'azote. Le taux de charge rapporté pour les filtres à sable est variable,

allant d'un taux faible de 2 cm/jour (Roy et Dube 1994) jusqu'à un taux tel que 55 cm/jour (Piluk et Peters 1994).

L'efficacité des traitements rapportés fournis par les systèmes RSF est très bonne. En ce qui concerne le traitement des composants bactériologiques, la diminution de deux ordres de la magnitude des coliformes fécaux a été signalée par Bruen et Piluk (1994). L'efficacité de l'élimination est en partie reliée à l'épaisseur du filtre à sable. En fonction de l'emplacement et du règlement en vigueur, la désinfection de l'effluent avant son évacuation dans les eaux de surface de l'environnement pourrait être requise. L'élimination des organismes toxiques comme reflété par les concentrations de DBO est bonne avec les systèmes RSF. Une efficacité de l'élimination supérieure à 90% a été signalée par Piluk et Peters (1994), Roy et Dube (1994).

Ces dernières années, l'attention a été donnée à l'amélioration de la conception des systèmes RSF pour fournir une élimination de l'azote optimale. Des taux d'élimination de l'azote de 30 à 50% ont régulièrement été démontrés sous divers climats (Ball 1995). Bruen et Piluk (1994) signalent une élimination de l'azote de 66%. L'objectif est maintenant d'accroître cette diminution en ajoutant les systèmes de filtre goutte à goutte sur la face de re-circulation de la fosse septique/chambre de la pompe (Ball 1995).

Les coûts de construction des systèmes RSF ont été rapportés par Bruen et Piluk (1994) pour des applications domestiques. Un coût approximatif de 5 850 dollars américains a été relevé pour un foyer de deux adultes et quatre enfants. En utilisant un flux estimé de 2 000 l/jour, le coût d'un système équivalent est par conséquent de l'ordre de 3 dollars américains par litre. Équivalant au système avec tourbe. Les systèmes RSF ne nécessitent pas d'entretien une fois mis en service. Les coûts de fonctionnement sont limités à l'énergie nécessaire pour faire fonctionner la pompe de l'effluent et pour l'entretien périodique de la fosse septique.

### **Bio-filtres Waterloo**

Les bio-filtres Waterloo<sup>TM</sup> (WBF) est un système déposé par Dr Craig Jowett (1994, 1995) de l'Université de Waterloo, Canada et commercialisé par Waterloo Biofilter Systems Inc. de Guelph Ontario. Jowett (1995) rapporte l'utilisation de ces systèmes pour traiter une variété d'eaux usées allant de celles produites par une résidence particulière et des eaux usées municipales jusqu'aux filtrage des sites d'enfouissement.

De la même manière que pour les systèmes à tourbe et aux RSF, les eaux usées sont traitées dans le système WBF quand elles traversent le milieu, qui est dans ce cas un milieu absorbant plastique ou une mousse très poreuse par rapport à la quantité de solide. Les eaux usées sont vaporisées ou aspergées sur la surface du milieu du bio-filtre où elles sont absorbées. Comme avec les systèmes à tourbe et les RSF, le traitement a lieu sous des conditions aérobies grâce à des micro-organismes hôtes du milieu. L'effluent traité est dirigé vers la surface vers les lits de tourbe ou des tranchées d'évacuation peu profondes en fonction de la réglementation en place garante du milieu des eaux de surface.

Le traitement dans les systèmes WBF est très bon. Jowett (1995) rapporte des taux d'élimination des coliformes fécaux de 99%. Comme dans le système RSF, la désinfection préliminaire des eaux usées avant leur évacuation vers les eaux de surface peut être requise. L'élimination et le traitement des organismes toxiques tels qu'ils sont reflétés par la DBO sont bons. Des diminutions de l'ordre de 90% ou plus ont été signalées pour de nombreuses applications domestiques pour une famille et des municipalités. Le système WBF diminue sans exception la DBO d'un filtrage de site d'enfouissement de 79%.

Le traitement des composés azotés est semblable dans les systèmes à tourbe, RSF et WBF. La nitrification de l'effluent a lieu dans des conditions aérobies dans le milieu du filtre. Jowett (1995) signale une élimination de 80 à 90% de l'ammoniaque des eaux usées. L'élimination de l'azote total pour ces systèmes est signalée être de l'ordre de 29 à 37%. Des modifications de ce système ont accru l'efficacité de l'élimination de l'azote à 65%. Ces modifications comprennent l'addition d'un module de dénitrification, consistant en une fosse de sciure qui reçoit l'effluent du WBF avant son évacuation. La dénitrification a lieu dans ce système dans des conditions anaérobies avec la sciure qui fournit une source de carbone pour les bactéries de dénitrification.

Les informations sur les coûts de construction du système WBF peuvent être directement obtenues par le fabricant. Comme avec les systèmes à tourbe et les RSF, les coûts de fonctionnement minimales sont associés aux coûts de fonctionnement du système de pompe et de soufflage et l'entretien périodique de la fosse septique.

## **Résumé et conclusions**

Une grande variété de technologies s'est développée pour traiter les eaux usées. Chacune de ces technologies a une niche spécifique dans le marché avec une applicabilité dépendant de considérations telle que le volume des eaux usées, les modes de livraison, la force des eaux usées et la qualité requise pour l'effluent. La qualité requise pour l'effluent dépendra de la sensibilité du milieu dans lequel l'effluent sera évacué et des règlements en vigueur applicables.

Le propos de cette présentation était les technologies alternatives faibles coûts et basse technologie pour les systèmes de traitement des eaux usées. Trois systèmes ont été discutés : les filtres à tourbe, les filtres à sable à re-circulation (RSF) et les bio-filtres Waterloo (WBF). Les trois systèmes fournissent de très hauts niveaux de traitement pour les composés organiques comme mesuré par la DBO et la nitrification de l'ammoniaque et des composés azotés. Tous les systèmes fournissent un excellent traitement pour les bactéries avec une efficacité d'élimination supérieure à 99%. L'effluent des filtres à tourbe répond sans exception aux critères d'eau de baignade en ce qui concerne les coliformes fécaux. Suivant l'emplacement, la désinfection de l'effluent des RSF et des WBF peut encore être requise.

Le traitement pour les nutriments sous la forme d'azote et le phosphore varie avec les systèmes. Le filtre à tourbe fournit un bon traitement avec des concentrations de l'effluent inférieur à 1 mg/l dans la plupart des applications. Les modules d'élimination du phosphore sont en train d'être développés et sont disponibles pour les systèmes RSF et WBF.

Des efficacités d'élimination de l'azote de 40 à 70% peuvent être atteintes avec un filtre à tourbe. Des taux semblables ont également été rapportés avec le système RSF. L'utilisation d'un module de dénitrification combiné au système WBF apporte une efficacité d'élimination de l'azote du même ordre que pour les deux autres systèmes.

Les investissements initiaux pour ces systèmes sont généralement peu importants, de l'ordre de 5 à 15 dollars canadiens par litre. Les coûts de fonctionnement pour ces systèmes sont faibles, ils consistent essentiellement aux coûts de l'énergie associée au fonctionnement d'une petite pompe pour l'effluent. A l'exception d'un nettoyage périodique de la fosse septique qui fournit le traitement primaire pour ces trois systèmes, les nécessités d'entretien pour ces systèmes sont peu importantes avec peu d'implication nécessaire une fois que le système est opérationnel et correctement équilibré.

## Références

- Ball, H.L., 1995. Nitrogen Reductions in an OnSite Trickling Filter/Upflow Filter System. 8<sup>th</sup> Northwest On-Site Wastewater Treatment Short Course and Equipment Exhibition, Université de Washington.
- Brooks, J.L., Rock, C.A., et Struchtemeyr, R.A., 1984. The Use of Peat for On-Site Waste Water Treatment: 2 Field Studies. Journal of Environmental Quality, Volume 13, No. 4, Pg 524.
- Bruen, M.G. et Piluk, 1994. Performance and Costs of On-Site Recirculating Sand Filters. In Proceedings, 7<sup>th</sup> International Symposium on Individual and Small Community Wastewater Systems, ASAE, Atlanta.
- Jowett, E.C. et McMaster, M.L. Absorbent Aerobic Biofiltration for On-Site Wastewater Treatment - Laboratory and Winter Field Results. In Proceedings, 7<sup>th</sup> International Symposium on Individual and Small Community Wastewater Systems, ASAE, Atlanta.
- Jowett, E.C. 1995. Field Performance of the Waterloo Biofilter with Different Wastewaters. 8<sup>th</sup> Northwest On-Site Wastewater Treatment Short Course and Equipment Exhibition, Université de Washington.
- McKee, J.A. et Connolly, M. 1995. An Update on the Use of Peat Filters for On-Site Wastewater Treatment. 8<sup>th</sup> Northwest On-Site Wastewater Treatment Short Course and Equipment Exhibition, Université de Washington.
- McKee, J.A. et Brooks, J.L., 1994. Experience with Peat Filters for On-Site Wastewater Treatment in Ontario. Conference on Wastewater Nutrient Removal Technologies and On-Site Management Districts. Waterloo Centre for Groundwater Research, Université de Waterloo, Canada.
- Oliver, Mangione, McCalla & Associates, 1997. Summary Report, On-Site Wastewater Treatment, Thirteen Peat Filter Systems. Préparé pour le Ministère de l'Environnement de l'Ontario.
- Piluk, R.J. et Peters, E.C., 1994. Small Recirculating Sand Filters for Individual Homes. In Proceedings, 7<sup>th</sup> International Symposium on Individual and Small Community Wastewater Systems, ASAE, Atlanta.
- Roy, C. et Dube, J.P. 1994. A Recirculating Gravel Filter for Cold Climates. In Proceedings, 7<sup>th</sup> International Symposium on Individual and Small Community Wastewater Systems, ASAE, Atlanta.

# **SYSTEMES SUR-SITE**

# **LE BUREAU CENTRAL NATIONAL DES PETITS FLUX ET LEÇONS TIREES DU PROJET NATIONAL DE DEMONSTRATION SUR-SITE**

**David A. Pask**

National Small Flows Clearing House, PO Box 6064, West Virginia State Université,  
Morgantown WV 26506-6064, USA

Tél: (304) 293 4191 ext. 5516, Fax: (304) 293 3161, Email: dpask@wvu.edu

## **Résumé**

Cet article décrit le Bureau central national des petits flux en tant que ressource pour les individus et les petites collectivités d'information sur la recherche caraïbe et l'aide dans les problèmes de traitement et d'évacuation des eaux d'égouts ou le contrôle de la pollution. Le Projet sur site de démonstration national est également décrit avec une discussion sur certains résultats du programme de contrôle. L'importance de la gestion des petits systèmes est discutée avec la démarche pour la sélection d'un système approprié pour des circonstances données. Une méthode pour l'estimation de la capacité hydraulique d'un site est fournie avec une description des techniques pour la mesure des paramètres nécessaires.

## **La division de la formation et des services environnementaux (ESTD) de l'Université de l'Ouest Virginie**

Le Bureau central national des petits flux (NSFC), le Bureau central national pour l'eau potable (NDWC) et le Centre de formation environnementale pour les petites collectivités (NETCSC) sont des organisations sœurs, sans but lucratif, de services d'information fournis par l'Université de Ouest Virginie et sont situées sur le campus de Morgantown, Ouest Virginie. L'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) finance le NSFC et NETCSC, alors que le Département américain de l'agriculture finance le NDWC. Ces trois organisations ont été fondées pour aider les petites collectivités confrontées à la nécessité de satisfaire à une législation environnementale toujours plus stricte.

Le personnel des bureaux centraux est composé d'ingénieurs, de techniciens et d'assistants administratifs, d'écrivains et d'éditeurs donnant un total approximatif de 65 personnes. De nombreux experts nationaux dans différents domaines sont également disponibles pour être consultés s'y besoin est. Pendant les heures d'ouverture, une équipe formée est disponible pour recevoir les appels téléphoniques et donner des conseils sur pratiquement tous les sujets concernant l'eau, les eaux usées et la formation environnementale. Des demandes peuvent être reçues par téléphone (gratuitement à l'intérieur des Etats Unis), par télécopie ou par courrier. La plupart des appels peuvent être traités immédiatement mais les soumissions et les sujets nécessitant des recherches peuvent prendre un peu plus de temps. Chaque bureau central produit deux journaux par trimestre relatifs aux sujets techniques et administratifs. Des pages Web sont entretenues et comprennent des versions électroniques des publications. L'accès sera bientôt disponible à de larges bases de données de résumés techniques et administratifs. Le fonctionnement d'un service de distribution de produits recouvrant livres, manuels, brochures et cassettes vidéos publiés par les Bureaux centraux, EPA et d'autres organisations gouvernementales et indépendantes constitue un service important. Certains produits sont gratuits avec des frais d'envoi limités, d'autres publications peuvent comprendre des frais de copie et de reliure.

Les Bureaux centraux envoient des représentants à de nombreuses conférences et ateliers nationaux et régionaux, un personnel de démonstration est généralement en fonction dans les zones d'exhibition. Des membres du personnel sont souvent appelés à intervenir à ces occasions et lors d'autres conférences.

Les bureaux centraux peuvent être contactés de la façon suivante :

Par courrier The National Small Flows Clearinghouse  
(ou NDWC ou NETCSC)  
West Virginia University  
P.O. Box 6064  
Morgantown, WV 26506-6064

Par téléphone 1 800 624 8301 (aux E. U.)  
1 304 293 3161

Par fax 1 304 293 3161

Sur l'Internet <http://www.estd.wvu.edu>

### **Projet national de démonstration sur site, Phase 1**

Ce projet arrive à sa fin. Six communautés de cinq états ont participé à un programme qui prétendait implanter des technologies alternatives sur sites éprouvés dans des zones sensibles où le manque d'accès à la connaissance inhibe une acceptation courante. Ces technologies allaient des fosses septiques standards modifiées à absorption par le sol grâce à diverses formes de traitement secondaire pour la réduction des nutriments jusqu'aux terres humides et l'irrigation goutte à goutte. Le contrôle était une nécessité et comprenait quelques prises d'échantillons sophistiquées par lysomètres.

Les résultats, en général, ont montré que les technologies innovatrices sont en fait une amélioration des systèmes existants en protection de la santé publique, des nappes phréatiques et de l'environnement mais ont également montré que des traitements plus sophistiqués conduisaient à un besoin d'entretien et de gestion plus complexe. Ceci ne peut pas être laissé plus longtemps à la charge du propriétaire moyen d'une maison ou d'un pompier non formé !

### **Projet national de démonstration sur site, Phase 2**

Les expériences de la phase 1, ont conduit le comité consultatif vers la demande de projets mettant l'accent sur les aspects de la gestion. Les cinq participants incluront la gestion et l'entretien à leurs objectifs de démonstration. Un des participants concentrera tous ses efforts à la préparation d'études et d'organisations nécessaires pour mettre en place un district de gestion sur site des eaux usées. D'autres comprendront aussi des systèmes innovateurs pas encore en usage dans ce domaine.

### **L'enquête nationale du NSFC sur les systèmes sur sites aux Etats Unis**

Cette enquête récemment complétée est un premier essai d'évaluation de l'état de l'industrie et des problèmes qui vont être rencontrés dans un futur proche. Confectionné pour un maximum de réponses, un retour remarquable de 45% a été fourni sur les 3 500 questionnaires envoyés. Le rapport a maintenant été publié et est disponible par l'intermédiaire du bureau central. Un article a été présenté à la réunion de l'ASAE, a Orlando, par Tricia Angoli, en mars dernier.

Aucune question spécifique n'a émergée sur les problèmes de gestion mais une tendance générale peut être tirée des « Autres commentaires » rajoutés par ceux qui ont répondu. Deux articles des conférences ci-dessus s'adressent spécifiquement aux besoins quant à la gestion ; plusieurs autres intervenants ont mentionné ce besoin quand il dérivait des systèmes alternés. Je n'ai rencontré personne lors des nombreuses réunions informelles pendant cette conférence et d'autres conférences ou ateliers qui n'est pas reconnu qu'une certaine forme de gestion de l'entretien serait nécessaire pour tous les systèmes du pays et en particulier pour les systèmes utilisant des traitements avancés.

### Mauvaises conceptions dans les systèmes de traitement avancé

Alors que les systèmes de traitement avancés ont leur utilité, il existe des exemples où le public, les installateurs et certains professionnels sont des défenseurs féroces des traitements comme panacée universelle de tous les maux des systèmes sur site. Je dois rajouter quelques mots de mise en garde. De nombreux mauvais fonctionnement des systèmes sur site sont dus à une conductivité hydraulique du sous-sol inadéquate. *Le traitement avancé n'a pas d'effet sur la capacité hydraulique d'un ensemble de bâtiments, la loi de Darcy s'applique encore !*

Les traitements avancés ne devraient pas être utilisés à moins qu'il y ait une raison spécifique. Un diagramme de décision illustrera mieux ce point. L'exemple suivant est pratiquement universel dans son application.

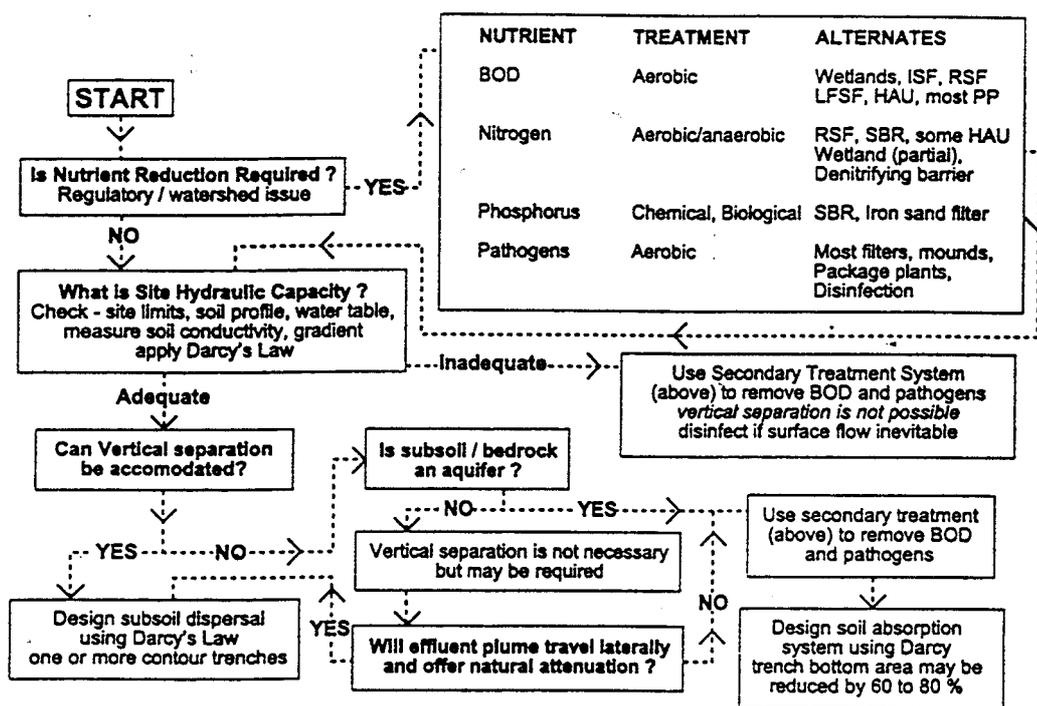
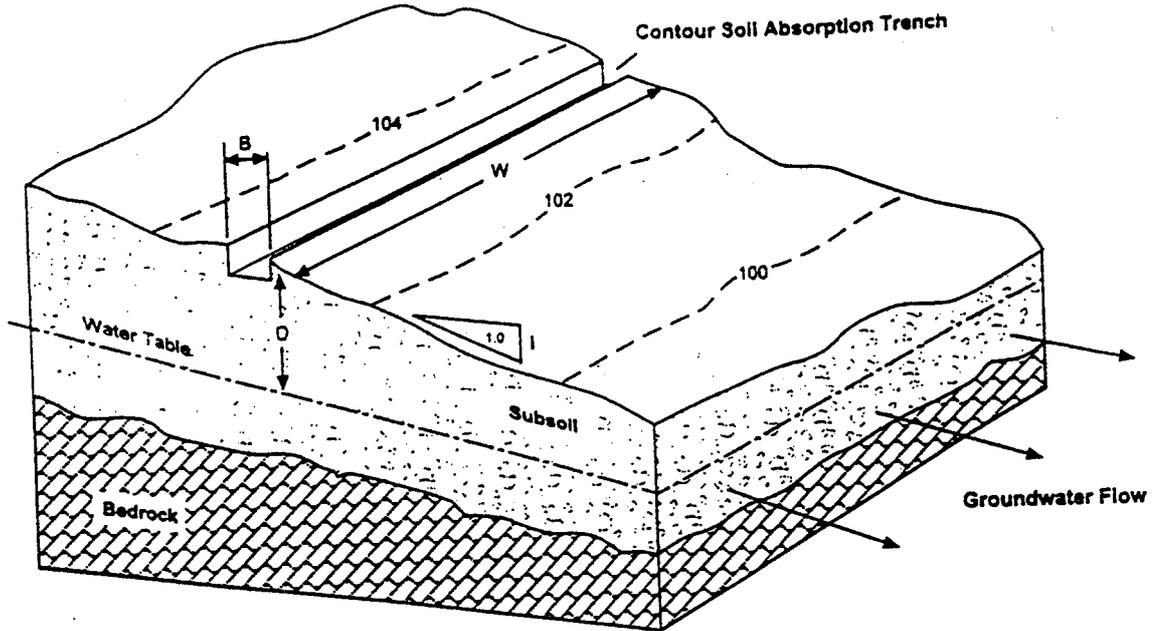


Fig.1 Onsite sewage Disposal Systems - Selection / Design - Decision Diagram

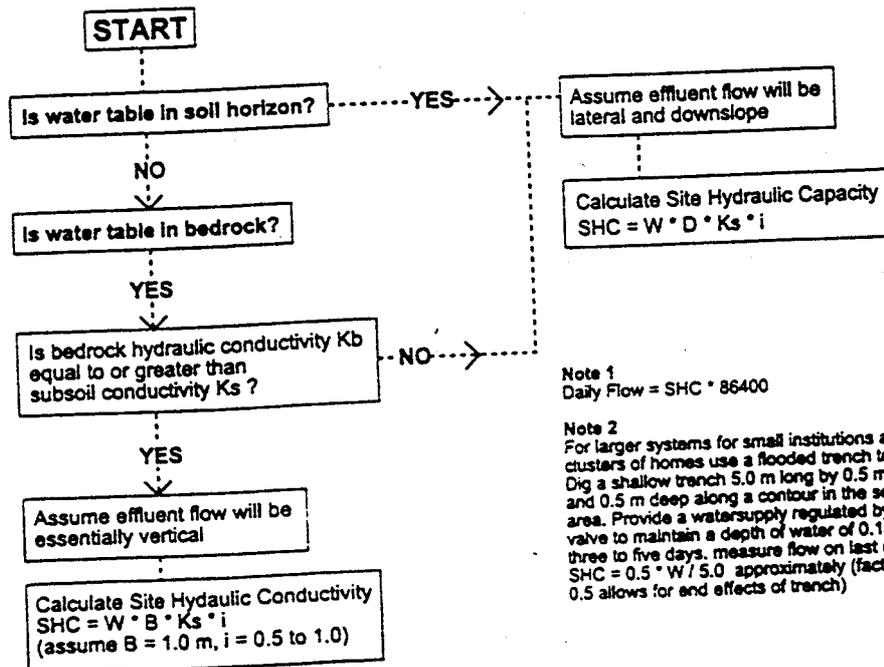
Key to Abbreviations in list of Alternate Technologies

- |      |                           |      |                                 |
|------|---------------------------|------|---------------------------------|
| ISF  | Intermittant Sand Filter  | PP   | Package Plant                   |
| RSF  | Recirculating Sand Filter | SBR  | Sequencing Batch Reactor        |
| LFSF | Lateral Flow Sand Filter  | (BOD | 5 day Biological Oxygen Demand) |
| HAU  | Home Aeration Unit        |      |                                 |



### Procedure

1. Dig test pits or auger holes
2. Measure or estimate -
  - a) Site width along contour (W)
  - b) Soil permeability (Ks) see reference 1)
  - c) Depth to seasonal high water table (D)
  - d) Bedrock / aquifer permeability (Kb) (from local well drillers or well records)
  - e) Site or hydraulic gradient (i)
3. Go to Decision Diagram below



## QUESTIONS POUR L'ÉTABLISSEMENT DE LA GESTION DES EAUX USÉES

Ce qui suit est une liste partielle des nombreuses questions qui devraient être résolues lors de la mise en place du District de gestion des eaux usées ou d'une entité semblable. Nombreuses de ces décisions sont à la fois politiques et sociales mais doivent être prises.

### A POURQUOI GERER ?

- 1) Pour protéger la santé et l'environnement de tous.  
*Cela nécessite-t-il une explication ?*
- 2) Pour minimiser les erreurs (mauvais fonctionnement).  
*Les erreurs doivent être définies.*
- 3) Pour assurer la conformité de la réglementation locale et nationale.  
*Les réglementations devraient également être mises à jour.*
- 4) Tous les traitements nécessitent d'être entretenus.  
*Des plus simples aux plus sophistiqués.*
- 5) De nombreux propriétaires de résidence n'entretiennent pas.  
*Une question de budget ?*

### B COMMENT (alternatives de choix)?

- 1) Gestion par le propriétaire avec inspection.  
*Le plus simple, le moins envahissant*
- 2) Gestion par les fournisseurs avec (moins) d'inspection.  
*Doit être planifié*
- 3) Gestion par le PSD par contrat.  
*Doit être planifié*
- 4) Gestion directe par le PSD.  
*Employés et équipement du PSD*

*Note: Pour B(1) & (2) le propriétaire paie chaque service  
Pour (3) & (4) le propriétaire paie un abonnement mensuel*

### C Questions politiques pour B (3) & (4)

- 1) Nécessité de l'accès à la propriété.  
*Question de terrain*
- 2) Qui amène le système aux normes au début?  
*Cela peut être un investissement financier insoutenable pour le propriétaire à moins d'être amortit sous la forme de charges mensuelles*
- 3) Qui paie pour les réparations et l'entretien par la suite?

*Cela peut être une charge directe pour le propriétaire particulier ou divisé également entre les souscripteurs en charge mensuelle*

- 4) Comment gérer les habitations à faible revenu?  
*Cela peut être difficile à moins d'un amortissement universel*
- 5) Comment mettre en pratique?  
*Si le système d'eau est central, peut- il être coupé?*

#### **D Questions de procédure**

- 1) L'implication des représentants est une condition préalable.  
*La communauté doit être convaincue de l'idée que généralement qu'une bonne campagne de PR est nécessaire*
- 2) De nouvelles ordonnances peuvent être requises.  
*Ceci devrait recouvrir la possibilité, la réglementation, les permis, les licences de pratiques, la conception (prescription des performances de base), des facilités et des droits*
- 3) Un plébiscite est nécessaire.  
*En fonction des ordonnances locales*

De nombreux propriétaires préféreront un service complet d'assainissement, en dépit des coûts d'investissement élevés. Accepter de gérer peut faciliter à convaincre la communauté.

# GESTION DES EAUX USEES AU CAP VERT

**M. Antonio De Cassia Sousa Barbosa**

Directeur, Direction Général des affaires maritimes, PO Box 7, St Vincent, Cap Vert

Tél: (238) 324-342, Fax: (238) 324-343, Email: dgmp@milton.cvtelecom.cv

## Introduction

Le Cap Vert est un état insulaire situé dans l'Océan Atlantique à quelques 300 miles du continent africain et appartient à la région sub-Saharienne. Cet archipel est un groupe de dix îles et de plusieurs petits îlots. Sa surface totale est de 4 033 km<sup>2</sup> et il possède 1017 km de côtes. Les coordonnées géographiques de ses points extrêmes sont 17° 12' N, 14° 48' N, 22°40' O et 25°22' W.



Les îles sont d'origine volcanique et semblent être sur une croûte océanique de 120 à 140 millions d'années. L'environnement naturel du Cap Vert est profondément marqué par l'insularité, la prédominance d'un paysage volcanique avec de hautes altitudes et de forts pentages, un micro climat différencié et une végétation caractéristique qui sont le résultat des variations d'altitude et de la position par rapport aux Alizés. Les sécheresses sont bien connues au Cap Vert et constituent l'élément le plus typique dans ce pays sahélien. En fait, cette caractéristique est inscrite dans pratiquement toutes les manifestations culturelles du pays.

A l'exception des trois îles les plus à l'Est – Maio, Boavista et Sal – le pays est pratiquement dépourvu de plateau continental. D'ailleurs, si l'on considère la limite du plateau continental jusqu'à la profondeur des 200 mètres, la surface globale du plateau continental est d'environ 4.000 km<sup>2</sup>.

Le Cap Vert a une zone économique exclusive de 200 miles avec environ 750 000 m<sup>2</sup> et c'est un pays où les opportunités de développement sont limitées à cause du peu de disponibilité d'eau potable, sa surface peu étendue, sa dispersion géographique et la faible disponibilité des ressources naturelles. La forte pression démographique sur les terrains arables (plus de 400 habitants au km<sup>2</sup> sur les terres arables), les ressources naturelles limitées et un développement de basse technologie sont des facteurs de migration internes et externes. En effet seulement 10% de la surface du pays est arable, ce qui représente environ 400 hectares, et la production agricole couvre seulement 10 à 20% des besoins alimentaires de base.

Le climat est tropical, tempéré et aride. La moyenne annuelle des températures est de 24°C, stable à cause de la capacité de régulation de l'océan. La température moyenne des eaux de surface est de 23°C avec un minimum de 21°C et un maximum de 27°C. Il y a deux saisons au Cap Vert : la saison sèche de novembre à juillet quand soufflent les Alizés et la saison des pluies d'août à octobre. La moyenne annuelle des précipitations

est légèrement supérieure à 100 mm. Ces pluies sont erratiques et dispersées au hasard, c'est pourquoi elles sont fortes de temps en temps.

La population selon le recensement de 1990 était de 341.491 habitants et est aujourd'hui estimée à pratiquement 400 000. Sur les dix îles une seule n'est pas habitée et la population est distribuée de manière très inégale. Par exemple, Santiago, la plus grande île, compte plus de 200 000 personnes, ce qui représente plus de 50% de la population. D'autre part, Boavista, la troisième île la plus grande, compte moins de 4 000 habitants. Ce déséquilibre de répartition de la population induit des coûts par tête très élevés pour les infrastructures concernées. Voir le tableau de la population en annexe 2. Il est utile de mentionner que le Cap Vert vit une très forte diaspora, concernant plus de 700 000 personnes. La plupart de ces groupes résident aux États-Unis ou au Portugal.

En général, l'économie capverdienne est caractérisée par une structure déséquilibrée entre la production nationale d'une part et le besoin de consommation et d'investissement d'autre part. Cette économie dépend beaucoup des importations, qui sont à la base de l'important déséquilibre structurel. De la même façon, l'économie dépend fortement de l'étranger pour satisfaire ses besoins en termes de consommation et d'investissements.

La grande dépendance économique du Cap-Vert, illustrée par la dépendance des investissements qui sont de 80 à 90% d'origine étrangère, est l'un des principaux aspects de la réalité qui est l'absence quasi totale de ressources naturelles. Le PNB annuel par habitant est estimé à 803 dollars américains mais pour 30% de la population plus pauvre cette somme est inférieure à 100 dollars américains. Le secteur de la distribution du PNB montre l'importance de l'accroissement du secteur tertiaire qui constitue 60% du PNB. Le secteur de l'agriculture et de l'élevage (stock vivant) ont contribué pour seulement 6 à 10% du PNB depuis 1989.

Administrativement, le Cap Vert est divisé en 17 municipalités avec un pouvoir limité et un fort pouvoir du gouvernement central. Ce fait est à l'origine des disputes politiques entre les municipalités qui n'appartiennent pas au même parti politique que le gouvernement. À l'exception de Santiago (6), Santo Antão (3) et Fogo (2) chaque île est elle-même une municipalité.

## **L'environnement du Cap Vert**

La Constitution du Cap Vert est dédiée aux questions de protection de l'environnement. Cette Constitution de 1992, article 70, chapitre II, partie 2 détermine que l'État, les départements et les agences de protection de l'environnement, sont responsables de la promotion de la conservation et de l'utilisation durable des ressources naturelles.

Les questions écologiques ont tardivement gagné de l'intérêt et la fin des années 80 peut être considérée comme une date de référence. La sensibilisation du public est peu importante et ce n'est que récemment que l'éducation sur l'environnement a pris place à l'école primaire.

Au regard des ressources marines vivantes, la biomasse des eaux capverdiennes est estimée supérieure à 100 000 tonnes, les deux tiers sont associés aux îles de large plateau continental soit Sal, Boa Vista et Maio. De ce total, 35 000 tonnes représentent les espèces démersales et 65 000 tonnes les espèces pélagiques. De plus, le Cap Vert est situé sur la route de migration des thons ; même si plusieurs espèces sont sédentaires. Dans certaines zones côtières les tortues de mer ont leur nid et pondent. Les langoustes vertes et roses sont abondantes.

La flore est composée de 240 taxa aborigènes, dont 84 n'existent que dans ce pays. On trouve quelques espèces menacées sur certaines îles. A présent, environ 45 taxa aborigènes se sont éteints à cause de la déforestation. La faune terrestre est principalement composée d'oiseaux, de reptiles et d'arthropodes. Sur les 36 espèces d'oiseaux qui se reproduisent au Cap Vert, 17 (47,2%) sont en voie de disparition. Sept des 28 taxa de reptiles du Cap Vert sont aussi en voie de disparition. Du point de vue entomologique la faune capverdienne compte 470 espèces de coléoptères dont 155 ne se trouvent que dans la région. Environ 301 (64%) de ces espèces sont en voie d'extinction et on suppose que 70 espèces se sont déjà éteintes.

La législation environnementale est incomplète et récente. En 1993 la loi de base sur l'environnement a été décrétée – Loi 86/IV/93. Plusieurs parties dispersées de la législation sont en vigueur mais ne couvrent pas tous les aspects de la protection de l'environnement. Il semble que les législateurs soient attentifs à cet handicap et quelques propositions sont maintenant en projet pour combler les lacunes qui existent encore. Il y a une exception pour la loi 79/III/90, qui définit les zones marines protégées. Cependant, cette loi nécessite encore des règlements.

### **Assainissement et ressources en eau**

Comme mentionné ci-dessus, l'eau est rare et son manque constitue le plus grand obstacle au développement. Depuis le début des années 70 la source en eau a commencé à être le dessalage. La première île à installer une telle station était S. Vincent. Et depuis trois autres îles sont desservies avec de l'eau dessalée, Santiago, Sal et Boavista. La production totale d'eau dessalée en 1997 était de 1 681 000 m<sup>3</sup>.

Le niveau des nappes phréatiques diminue chaque année et sa durabilité ne peut pas être garantie. D'ailleurs, l'Etat a nationalisé toutes les ressources en eau, grâce à l'entrée en vigueur du code de l'eau, ce qui signifie le contrôle de son utilisation et de sa juste distribution pour tous.

D'autres part, à l'exception du dessalage, les autres sources en eau sont les précipitations qui surviennent entre les mois d'août et de septembre, les nappes phréatiques et les sources. La moyenne des précipitations annuelles varie sur les îles avec la topographie et l'altitude. Par conséquent, les îles montagneuses de Santo Antão, Santiago, Fogo et Brava ont la plus grande moyenne de précipitations. Le ravitaillement en eau par les eaux de pluie est distribué de la manière suivante : 67% sont perdus par évaporation, 20% sont perdus par le ruissellement et 13% rechargent les nappes phréatiques. Il y a environ 124 millions m<sup>3</sup>/an d'eau qui vont dans les nappes phréatiques et seulement une petite fraction, estimée à 65 millions m<sup>3</sup>/an, est techniquement exploitable. Cette ponction diminue jusqu'à une valeur de 44 millions m<sup>3</sup>/an pour les années de sécheresse (1970-1990).

Si l'eau est rare on peut conclure que la production d'eau résiduelle est faible. Malheureusement le concept d'assainissement comparé à celui de la santé publique n'est pas très bien formulé dans les politiques.

Il existe au Cap Vert deux villes principales, Praia et Mindelo, la première est la capitale avec une population de 70 000 habitants alors que la seconde a une population de 70 000 habitants. Il y a de plus plusieurs centres urbains secondaires, avec une population variant de quelques milliers à 25 000 habitants.

Le pays est confronté à une situation d'absence complète ou de très grand besoin d'infrastructures d'assainissement de base considérées indispensables à la qualité de vie des habitants. Ces besoins, à côté des conditions de développement normal des secteurs de la vie sociale et économique ont de sérieuses implications pour la santé publique.

Au point de vue de l'assainissement, la couverture globale du pays est de 25% qui sont distribués de la façon suivante : 8% de réseau d'égout, 5% d'égouts percés, 1% de latrines à trou et 11% d'autres. Le taux actuel de couverture du réseau d'égouts de la ville de Praia est de 9% et celui de Mindelo de 65%. Aucun des centres urbains secondaires n'est équipé de réseau d'égout, les égouts percés sont les seuls systèmes sanitaires qui existent dans ces centres. Les conditions de vie sont très critiques, seulement 20% des résidences ont des salles de bain et des installations sanitaires.

A Praia, en 1997 moins de dix pour cent de la population bénéficiait d'un système d'égouts, le réseau est cependant en expansion. On espère, d'ici la fin de 1999, amener ce chiffre à 20% et ce chiffre peut potentiellement être amené jusqu'à 27%. A présent, l'obstacle majeur pour être connecté au réseau d'égouts semble être le coût qui peut varier de 150 à 300 dollars américains en fonction de la valeur de l'habitation. Cette carence est à l'origine d'une sous utilisation du réseau d'égouts dont la capacité est conçue pour une prise en charge de 647 m<sup>3</sup>/h.

### **La station d'épuration de Praia**

La station d'épuration est de type élémentaire et située à Palmarejo, une vallée située quelques 15 mètres sous les zones résidentielles et est composée de la manière suivante :

Une structure d'arrivée est suivie par deux systèmes d'écran. Le premier est constitué de barres verticales avec une forme d'arc avec des espaces de 50 mm et le second a des espaces de 20 mm. Le premier système d'écran est nettoyé manuellement et l'autre est nettoyé mécaniquement. Ces systèmes éliminent les gros matériaux solides que l'on trouve dans les égouts. De plus le système a un appareil d'élimination aéré du sable de section carrée avec une capacité de 36,5 m<sup>3</sup>. Une écume mobile est encastrée dans une cuve de sédimentation de forme rectangulaire, qui par ses mouvements écume dans un sens la mousse et les autres composants gras des égouts, et dans la direction opposée écume les boues du fond de la cuve de sédimentation.

A la fin du système une cuve de rétention est utilisée pour la désinfection de l'effluent avant son évacuation en cas d'urgence, c'est à dire choléra, diarrhée etc. La désinfection est réalisée par une solution d'hypochlorite de sodium. Un émissaire souterrain situé à 700 mètres de la station évacue l'effluent dans la mer grâce à un diffuseur.

Le traitement des parties solides est assuré par une boue de digestion de travail de type anaérobie à température atmosphérique. L'appareil de digestion a une forme conique et est suivi par un filtre pressant, qui déshydrate et traite les boues après leur mélange avec une solution de poly électrolytes.

La station de Praia a été conçue avec les paramètres suivants :

Paramètres	Unités	1995	2005
Habitants desservis	Habitants	24794	121135
Habitants connectés	Habitants	15214	101124
Charge spécifique	l/cap/jour	85	120
Flux journalier moyen	m <sup>3</sup> /jour	647	8494
Flux moyen	m <sup>3</sup> /h	27	354
<b>DBO<sub>5</sub></b>			
Charge spécifique	g/cap/jour	30	40
Concentration moyenne	mg/l	705	475
Capacité limite totale	kg/jour	456	4044
<b>MATIERE SECHE</b>			
Charge spécifique	g/cap/jour	30	60
Concentration moyenne	mg/l	705	710
Capacité limite totale	kg/jour	456	6066

La dernière mesure disponible, en mars 1998, indiquait un arrivage moyen de 14 m<sup>3</sup>/h avec un maximum de 24 m<sup>3</sup>/h.

Les opérations de routine de la station sont les suivantes :

Pompage de la boue de la cuve de sédimentation vers l'appareil de digestion tous les matins pendant 10- à 15 minutes. La boue reste dans l'appareil de digestion pendant deux ou trois mois. Après cela elle est enlevée et déshydratée par le filtre compresseur et évacué et enfouie.

Pompage par air comprimé tous les matins et tous les après-midis pendant 3 heures pour fournir l'air pour l'appareil d'élimination du sable.

La station a été mise en service en septembre 1997 et fonctionne avec une équipe de six personnes.

Les eaux usées sont contrôlées analytiquement seulement en ce qui concerne les paramètres physiques – la température, le pH et la conductivité – et les solides en suspension. De nouvelles installations de laboratoire doivent être construites prochainement. On espère que lorsque le laboratoire sera rentré en fonction il sera possible de contrôler la chimie et la bactériologie des eaux usées.

Le cycle complet de traitement dure moins de 24 heures et varie en fonction de la charge c'est à dire qu'au plus la charge est petite au plus le temps de rétention est grand.

La station de Praia a été conçue pour s'adapter à une extension et être convertie en station d'épuration de traitement secondaire.

## Station d'épuration de Mindelo

Dans la ville de Mindelo, S. Vicente 65% de la population est connectée au réseau d'égout. Le volume d'eaux usées que la station peut traiter est d'environ 2 200 m<sup>3</sup>/jour, mais elle reçoit actuellement 1 700 m<sup>3</sup>/jour.

La station d'épuration est de type de traitement secondaire. Avant que l'effluent atteigne la station il subit un traitement primaire à quatre stations de pompage différentes situées à différents endroits de la ville. Ce traitement consiste en un filtrage dans un filtre à mailles. Les instruments de filtrages sont utilisés pour éliminer les matériaux grossiers comme les plastiques, les métaux, les lambeaux de tissu, les papiers et assimilés que l'on trouve dans les eaux usées. Le principal intérêt du filtrage est d'empêcher l'obturation des valves, des ajutages, des canalisations et autres accessoires.

Par exemple l'appareil de filtrage à Caisim (l'une des stations de pompage) est nettoyé manuellement deux fois par semaine. Les déchets solides enlevés des barreaux sont simplement jetés en dehors de la station de pompage près du rivage, la mer peut ainsi les évacuer au moment du changement des marées. Bien sûr cette pratique est une mauvaise solution, non seulement cette boue pose un problème pour la santé publique, mais elle représente également un danger pour l'environnement pour ne parler que du moindre.

En cas de mauvais fonctionnement des stations de pompage les eaux d'égouts brutes vont directement dans la mer.

L'effluent du traitement d'évacuation primaire contient des solides instables, des matières organiques et des agents pathogènes, c'est à dire des organismes porteurs de maladies qui doivent être éliminés avant que l'eau ne soit évacuée. Le traitement primaire est par conséquent suivi d'une étape de traitement biologique. Les unités de traitement biologique à Ribeira de Vinha consistent en un système de bassins de trois sortes : anaérobie, facultatif et aérobie également appelés bassins de maturation.

Les agents actifs dans le traitement biologique sont les microorganismes qui sont par nature présents dans les eaux d'égout. Parmi d'autres on trouve dans ce groupe des bactéries, des protozoaires et des algues, parmi ceux-ci les bactéries sont les organismes les plus importants.

L'étape de traitement doit être construite pour favoriser les microorganismes dans l'effluent étant donné qu'ils représentent une source de carbone organique. Si l'effluent issu de l'étape de traitement biologique est utilisé pour l'irrigation la quantité de carbone organique doit être diminuée ou les racines des cultures seront étouffées puisque l'oxygène de l'eau sera utilisé pour la consommation du carbone. Il est également important de diminuer la quantité d'éléments pathogènes car ceux-ci pourraient transmettre des maladies aux personnes travaillant dans les champs et aux consommateurs des produits des récoltes.

Pour atteindre la qualité d'eau et d'effluent mentionnée ci-dessus, le processus de traitement dans les bassins sont les mêmes que les processus de purification de l'eau dans la nature. Ceci s'effectue en dirigeant les eaux d'égout dans des bassins où les microorganismes purifient les eaux usées. L'eau y est maintenue jusqu'à ce qu'un traitement satisfaisant soit atteint. Un cycle complet dure 21 jours. En fonction de l'activité biologique principale ayant lieu dans le bassin, ces derniers sont nommés :

- Bassins anaérobies – l'oxygène dissous est absent ce qui est obtenu en augmentant la profondeur du bassin, les eaux usées sont anaérobies quand elles entrent dans la station d'épuration,

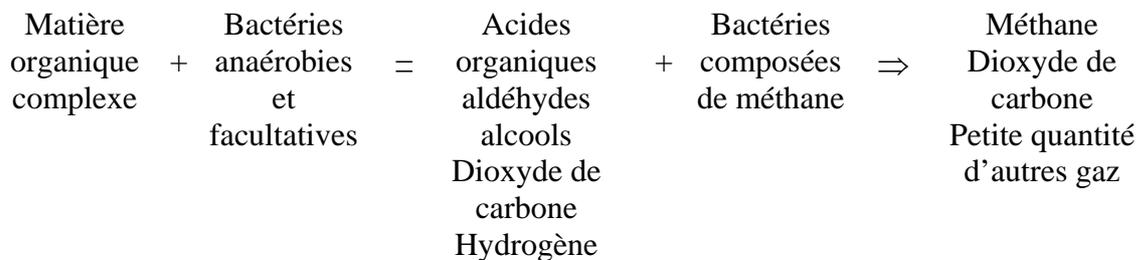
- Bassins facultatifs – dans le fond du bassin l’oxygène dissous est absent, ce qui crée des conditions anaérobies à la base des boues, dans les couches supérieures d’eau du bassin l’air peut se mélanger à l’eau créant une zone aérobie, les algues produisent également de l’oxygène quand elles donnent naissance à une nouvelle algue cellulaire,
- Bassins de maturation – l’oxygène dissous est présent à toutes les profondeurs, ceci est rendu possible en faisant des bassins très peu profonds et en concevant les zones environnantes de façon à faciliter le mélange d’eau et d’air, et comme mentionné ci-dessus les algues produisent de l’oxygène quand elles donnent naissance à une nouvelle algue cellulaire.

Le traitement des eaux d’égout dans les systèmes de bassins est une méthode de traitement des eaux usées simple, étant donné qu’elle ne nécessite pas d’appareils mécaniques compliqués et nécessite peu d’entretien comparativement aux autres types de traitement biologique des eaux usées. L’utilisation des systèmes de bassin est appropriée à la fois pour le traitement des eaux usées municipales et industrielles bien que cette dernière catégorie soit pour l’instant rare ou inexistante.

### **Bassins anaérobie**

Le principal processus de traitement dans un bassin anaérobie est la dégradation anaérobie et la minéralisation de la matière organique par des bactéries produisant du méthane, du dioxyde de carbone et du sulfate d’hydrogène.

Les bassins anaérobie réduisent la charge organique à un niveau convenable pour les traitements suivants dans les bassins facultatifs puis aérobie. Le principal avantage du traitement anaérobie, pour les eaux très chargées en matières organiques, c’est que la production de boues biologiques est faible dans les bassins anaérobies comparée à celle produite dans les bassins aérobie.



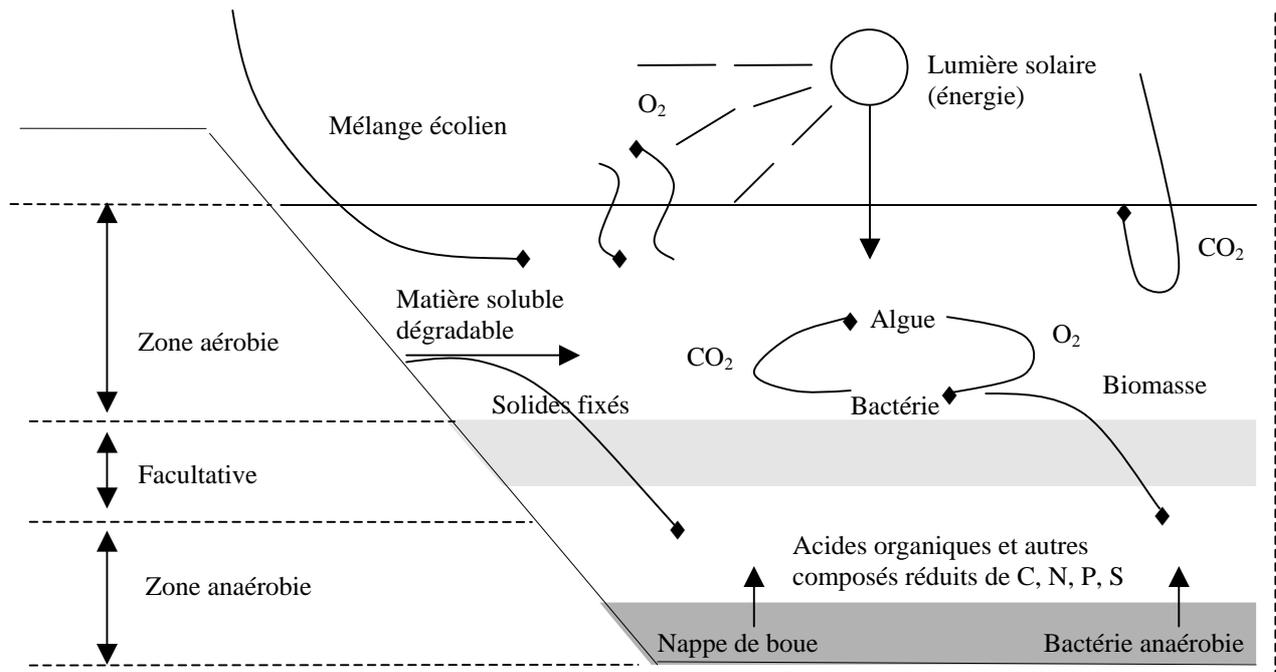
### **Réactions anaérobies de base – Bassins facultatifs**

Dans les bassins facultatifs les résultats du traitement le plus complet sont obtenus s’il s’agit de bassins isolés. Dans les systèmes de bassins qui incluent des bassins aérobie et des bassins anaérobie, un bassin facultatif est nécessaire entre eux pour éviter des conditions aérobie dans le bassin anaérobie. Les étapes de traitement de base dans un bassin facultatif sont :

- Séparation des boues par sédimentation,
- Dégradation anaérobie et minéralisation des boues par les bactéries en produisant du méthane, du dioxyde de carbone et du sulfate d’hydrogène,
- La dégradation aérobie de la matière organique par les microorganismes est principalement bactérienne,

- La croissance biologique des algues produisant l'oxygène nécessaire pour la dégradation biologique aérobie. Les algues seront alors ou dégradées par des microorganismes ou sédimentées entant que boue,

Les processus de traitement qui se mettent en place dans les bassins facultatifs sont de nature anaérobie, aérobie et facultative. La coopération entre ces processus biologiques est complexe mais peut être décrite de la façon suivante. La figure 1 illustre les activités biologiques principales dans un bassin facultatif.



**Figure 1.**

Les bactéries aérobies et les algues vivent dans la zone aérobie en symbiose comme un bassin aérobie, c'est à dire que les algues produisent l'oxygène dont les bactéries aérobies ont besoin pour dégrader la matière organique, les bactéries, à leur tour, libèrent le dioxyde de carbone que les algues utilisent conjointement à l'énergie solaire pour donner naissance à de nouvelles algues cellulaires.

Quand les algues meurent elles se déposent avec les autres solides déposés présents dans l'eau, pour former la base du bassin. Les bactéries anaérobies décomposent la boue puisqu'il n'y a pas d'oxygène dissous à la base du bassin. La décomposition anaérobie produit des nutriments inorganiques et des composés odorants comme le sulfate d'hydrogène et les acides organiques. Les composés odorants seront oxydés dans la zone aérobie du bassin afin d'empêcher leur émission dans l'atmosphère.

Dans la zone intermédiaire facultative les bactéries décomposent la matière organique. Les bactéries facultatives sont des bactéries qui s'adaptent à la quantité d'oxygène dissous dans leur environnement. Quand l'oxygène dissous est présent elles fonctionnent de façon aérobie sinon elles fonctionnent comme des bactéries anaérobies.

## Bassins de maturation (Bassins aérobie)

Les bassins de maturation contiennent des algues et des bactéries en suspension. Les bactéries cassent la matière organique en suspension et produisent du dioxyde de carbone. Les produits de la dégradation des bactéries, en particulier le dioxyde de carbone, et l'énergie solaire sont alors utilisés par les algues pour former de nouvelles algues cellulaires alors qu'elles libèrent de l'oxygène dans la solution, qui est alors utilisé par les bactéries. Les bactéries et les algues vivent en symbiose dans le bassin aérobie, figure 2. Le mélange d'air naturel fourni également de l'oxygène, mais pour maintenir les conditions aérobie à toutes les profondeurs l'oxygène dissous doit être rajouté par l'activité photosynthétique.

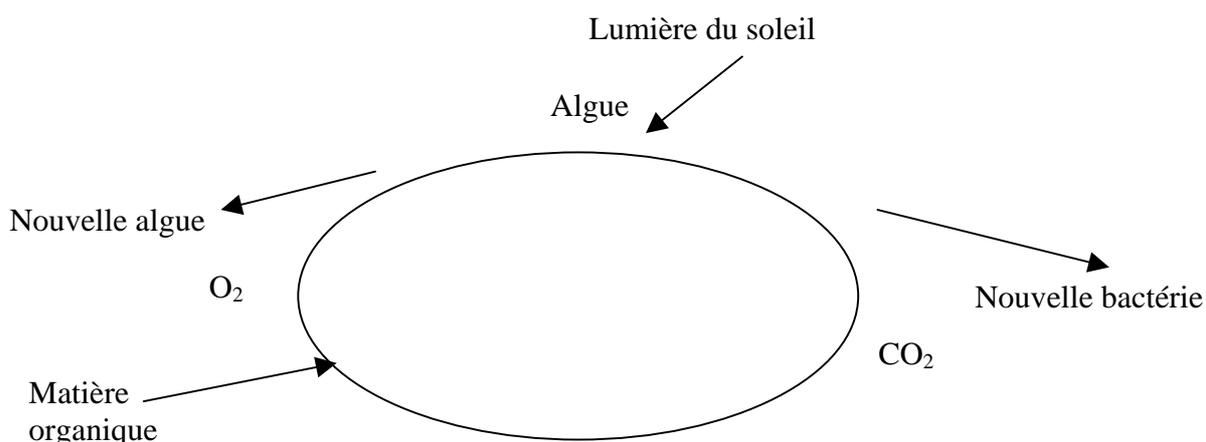


Figure 2.

## Paramètres de conception

La station d'épuration des eaux usées de Ribeira de Vinha est constituée de sept bassins. Voir l'Annexe 1. Deux bassins anaérobies tournent en parallèle ; un bassin facultatif et trois bassins de maturation qui peuvent tourner séparément, en série ou en parallèle, et un bassin à la fin pour le traitement biologique pour stocker l'eau traitée avant qu'elle soit transportée dans les réservoirs d'eau. Ce site est préparé pour l'addition d'un bassin anaérobie, d'un bassin facultatif et d'un bassin de maturation.

Tableau 1. Caractéristiques des bassins

BASSINS	PROFONDEUR [m]	SURFACE [m <sup>2</sup> ]	VOLUME [m <sup>3</sup> ]
A, B, C	2.5	1 000	2 500
1, 2, 3, 4	1.5	5 590	9 600
5	1.0	11 220	12 000
6	1.0	8 170	8 800
7	1.5	2 420	3 750

La surface donnée dans le Tableau 1 est la surface d'un bassin. Etant donné que les bassins ont des côtés en pente le volume est plus élevé que la surface multipliée par la profondeur.

## **Fonctionnement de la station d'épuration depuis sa construction jusqu'à aujourd'hui**

Quand la station d'épuration a été construite, la première tranche a été conçue pour un flux d'arrivée journalier maximum de 2 250 m<sup>3</sup>/jour, mais, vu que la diminution de la DCO de 80% dans les bassins facultatifs est souhaitable, la station d'épuration peut seulement faire face à 1900 m<sup>3</sup>/jour. Cependant, en 1992, la quantité d'eaux d'égout collectée n'a pas dépassée 400 m<sup>3</sup>/jour, le volume des bassins était beaucoup trop grand. Ceci a eu pour résultat un temps de rétention plus long que désiré et combiné à la grande surface des bassins à une très grande évaporation. A son tour, à cause de l'importante évaporation, la salinité a augmenté dans chaque bassin ce qui a perturbé les processus biologiques et rendu l'eau traitée moins adaptée à l'irrigation.

Afin d'essayer de trouver une solution aux problèmes, plusieurs actions correctives ont été mises en place depuis lors. Actuellement quelques 1 700 m<sup>3</sup>/jour atteignent la station d'épuration, et les bassins ont été installés pour fonctionner en parallèle et leur subdivision réduit également leur capacité.

Le réseau d'égout fonctionne normalement et l'équipe de maintenance a été capable de venir à bout des problèmes rencontrés. Un nettoyage est assuré de façon quotidienne à station de pompage et hebdomadaire sur le site. Un contrôle physique est effectué de manière hebdomadaire afin d'évaluer la qualité des eaux d'égout à l'arrivée pour pouvoir prendre les mesures préventives permettant d'éviter d'endommager le réseau tout entier.

D'autres part, quelques difficultés ont été rencontrées, il s'agit du manque de personnel de remplacement au jour à jour pour s'occuper des demandes qui surviennent, un maigre stock de pièces détachées, un manque de main d'œuvre formée, un comportement fâcheux des clients et un coût élevé des services fournis (connections au réseau).

### **Installations de laboratoire**

Un laboratoire neuf a récemment été construit et est adapté à l'équipement pour contrôler les paramètres chimiques, physiques et bactériologiques des eaux d'égout, du sol et des produits.

La station fonctionne avec une équipe de 33 personnes et est actuellement gérée par la municipalité de S. Vincent.

L'effluent traité est alors pompé vers six réservoirs d'eau situés à quelques 3 km du site de traitement où elle est supposée être utilisée pour le programme de reforestation et les projets d'irrigation agricole. D'ailleurs ces projets sont actuellement en attente à cause du manque de compréhension entre les autorités municipales et le gouvernement central.

### **Fosse septique**

Dans les centres urbains secondaires où il n'y a pas de réseau d'assainissement la majorité des maisons utilisent des fosses septiques à des fins sanitaires.

Le système consiste en deux fosses qui fonctionnent en série - une fosse de réception et une fosse absorbante. La première est faite d'une structure de béton, connectée par un siphon à la seconde qui est constituée de pierres séparées.

Le principe derrière le fonctionnement de ce système est que les eaux d'égout à l'entrée de la fosse de réception subissent un traitement biologique anaérobie et la phase liquide

obtenue s'écoule alors vers le compartiment absorbant pour s'infiltrer dans le sous-sol. Des camions spéciaux éliminent la boue qui s'accumule dans la fosse de réception en gros tous les quatre ans.

Les conditions anaérobies de la fosse de réception doivent être créées et maintenues. La deuxième fosse est aérobie et cette condition est obtenue en ventilant la fosse grâce un tuyau en cou de cygne ouvert sur l'extérieur et situé de préférence au point le plus haut de la maison.

Les précautions qui devraient être prises pour éviter la perturbation du processus, c'est à dire que le compartiment de réception soit étanche à l'air et éviter d'y rejeter directement l'eau savonneuse étant donné que ce genre d'eau d'égout peut avoir un effet d'affaiblissement des organismes vivants de ce compartiment.

Malheureusement le fonctionnement des fosses septiques pose plusieurs problèmes aux utilisateurs. Le premier de tous est que la conception du système ne suit pas exactement les recommandations techniques ; souvent la fosse de réception cesse de fonctionner en tant que fosse de rétention des eaux usées, dans ce cas, le nettoyage devient nécessaire plus fréquemment. Deuxièmement, la fosse absorbante est située à proximité des citernes d'eau courante causant une sérieuse menace pour la santé publique en cas de contamination par des organismes pathogènes et autres. Cette situation survient quand il y a une faible disponibilité dans la zone environnante et c'est la plupart du temps la conséquence de l'ignorance ou du manque d'application des règlements.

Par la suite, quelques maisons, en particulier celles construites sur les pentes ont conçu des systèmes au moyen desquels les eaux usées des douches et de lessive – appelées eaux savonneuses- sont séparées des autres sources d'eau domestiques et dirigées vers une unité de filtrage pour être re-utilisée pour l'irrigation des jardins locaux. Le système fonctionne en utilisant en tant qu'éléments filtrants du gravier, du sable, des pierres poreuses et une mousse. L'application de ce système est depuis encouragée et contribue à la diminution de la consommation d'eau courante et la rend par conséquent disponible pour plus de monde en générant une économie plus importante à côté de la création de quelques zones vertes.

En fait, les complexes hôteliers situés sur l'île de Sal situés à Santa Maria (cinq environ) possèdent des installations au moyen desquelles les eaux d'égouts peuvent être traitées localement et réutilisées par la suite pour l'irrigation des jardins.

## **Industries et eaux usées industrielles**

Le pays est pratiquement dépourvu d'industries, exception faite d'une brasserie (à Praia), d'une fabrique de savon (à S. Vincent) et de plusieurs petites unités comme des mises en conserve de poisson, mises en bouteille de soda et quelques fabriques de textiles. C'est en fait une bonne vision de la dimension du Cap Vert : l'exiguïté.

Par conséquent quand nous parlons des eaux usées industrielles il y a peu à dire. La brasserie est située à Praia, à environ 150 mètres du rivage et produit en moyenne 60 000 hl de bière par an. Etant le principal consommateur d'eau, il est inévitable que la brasserie soit également le principal producteur d'effluent. Malheureusement l'effluent produit dans cette fabrique est directement déchargé dans la mer sans aucune forme de traitement. La fabrique possède sa propre installation pour produire de l'eau douce et génère plus de 25 m<sup>3</sup> par jour d'eaux usées.

Etant donné que l'effluent de la brasserie est essentiellement riche en matière organique, son évacuation dans la mer a tendance à appauvrir en oxygène dissous les eaux environnantes mettant ainsi en danger la vie aquatique présente. Le pire est qu'aucune analyse préalable n'est entreprise pour estimer l'impact réel de cette

décharge. L'émissaire est situé dans une baie fermée où l'activité portuaire est très intense et l'on peut dire que cette zone est sacrifiée.

A cause de l'accroissement de la sensibilisation de la société aux questions écologiques, la direction est appelée à changer son attitude face à ces pratiques actuelles. Une des possibilités serait de se connecter au réseau principal d'égouts municipaux ou de traiter et recycler l'eau pour l'irrigation. A l'heure actuelle la principale préoccupation concernant la décharge de l'effluent est le problème des odeurs. Cette odeur insupportable est gérée en plaçant des filtres mécaniques sur le courant de la décharge pour retenir un peu le malt qui continuerait sinon son chemin vers la mer en continuant son processus de fermentation. Cependant le problème persiste encore actuellement.

La fabrique de savon située sur l'île de S. Vincente est une petite unité produisant 1 620 tonnes de savon en barre par an. La consommation journalière d'eau est d'environ de 15 m<sup>3</sup>, desquels seulement 2 à 3 m<sup>3</sup> sont des eaux usées. Ces déchets résiduels sont canalisés vers une fosse septique d'une capacité d'environ 40 m<sup>3</sup>. Il n'y a pas de traitement préalable à l'évacuation. Les préoccupations quant à la contamination du sous-sol n'ont jamais été prises en compte. Heureusement il n'existe pas de biens dans le voisinage de la fosse septique, et en fait l'île n'est pas du tout pourvue de nappe phréatique.

Les boues et les autres matériaux solides sont enlevés de la fosse septique tous les deux à trois ans par un camion spécial.

Les stations de dessalage de S. Vicente, Santiago, Boavista et Sal déchargent leur saumure directement dans la mer. La saumure a une température de 50°C et sa salinité est de 60 mg/l.

Finalement, une énorme quantité d'eau superficielle des précipitations s'écoule vers la mer à travers les drains de tempête et sous la forme d'inondation. Cependant, cette situation survient seulement quand il pleut, ce qui est rare.

## **Conclusion**

Il découle de ce qui est dit au-dessus que les pratiques de gestion des eaux usées au Cap Vert sont insuffisantes, désuètes et ont besoin d'être revues pour être cohérentes avec les nouvelles exigences d'une société qui se soucie de l'environnement.

Le point faible de la plupart des projets sur l'environnement et des programmes c'est qu'ils mettent en scène de nombreuses agences gouvernementales dont les responsabilités se chevauchent. Dénouer ce réseau complexe est très difficile, et demande un fort engagement politique.

Il y a un besoin urgent de réglementer ce secteur et de fournir des significations aux autorités centrales et locales pour renforcer et mettre en place une législation adaptée. Cette activité pourrait être considérée comme un défi où toutes les personnes impliquées dans la restauration d'un environnement sain vu que les effets cumulés d'une mauvaise gestion de l'environnement peut être la cause de dommages irréversibles sur nos rares ressources.

# **SYSTEMES MENAGERS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES**



# SYSTEMES MENAGERS DE TRAITEMENT DES EAUX USEES

**Goen E Ho et Kuruvilla Mathew**

Groupe de développement des zones éloignées, Institut des sciences environnementales, Université de Murdoch,  
Murdoch, Western Australia 6150

Professeur associé Goen Ho

Tél.: (61-8) 9360-2167, Fax: (61-8) 9310-4997, Email: [ho@essun1.murdoch.edu.au](mailto:ho@essun1.murdoch.edu.au)

Dr Kuruvilla Mathew

Tél.: (61-8) 9360-2896, Fax: (61-8) 9310-4997, Email: [mathew@essun1.murdoch.edu.au](mailto:mathew@essun1.murdoch.edu.au)

## Introduction

Les habitations isolées présentent leur propre problème d'évacuation des eaux d'égout. La fosse septique a été utilisée de façon conventionnelle pour traiter les eaux d'égout. Cela consiste généralement en une ou deux fosses pour le dépôt des solides avec évacuation du trop plein via la surface par percolation dans le sol. En fonction de la perméabilité du sol, un puits d'assainissement est utilisé dans les sols très perméables tandis qu'une tranchée est utilisée là où le sol est moins perméable pour une aire d'infiltration plus grande. Les solides déposés dans la (les) fosse(s) subissent une certaine décomposition anaérobie mais doivent être vidés régulièrement. Une fosse septique bien conçue peu se charger sans encombre, de manière satisfaisante des eaux usées d'une habitation. Elle peut cependant présenter des risques pour la santé dans les sols rocheux ou crayeux étant à l'origine de marre d'eaux d'égouts non traitées. De façon plus générale les fosses septiques contaminent les eaux souterraines avec des organismes pathogènes pour les hommes, des nutriments (azote et phosphore) et autres polluants évacués avec les eaux usées. Les problèmes sont accentués là où l'eau souterraine est proche de la surface ou puisée pour l'approvisionnement en eau de l'habitation isolée.

Il existe maintenant une variété d'options pour le traitement des eaux d'égout, l'évacuation et la réutilisation pour les habitations isolées. De tels systèmes peuvent produire un effluent de qualité égale ou meilleure qu'une station d'épuration conventionnelle. Elles peuvent également être plus attrayantes financièrement qu'un réseau d'assainissement réticulé dans des zones rurales ou semi-rurales à côté d'habitations isolées des zones éloignées en évitant les pompages et les longues canalisations. Il y a également une question de point de vue des collectivités locales en particulier dans les pays en développement à côté de la possibilité de choisir un système pour eux, comme le contrôle des technologies qui peuvent influencer la dynamique, la forme et l'autonomie de la communauté dans laquelle ils sont introduits. De plus, il existe maintenant une pression écologique et sociale croissante pour considérer la réutilisation des déchets et commencer à introduire des systèmes qui sont durables à long terme.

Cette section discutera des critères à considérer en général dans le processus de la sélection d'une technologie particulière pour les habitations isolées et décrire alors quelques technologies dont l'usage est approuvé en Australie pour illustrer les technologies qui peuvent être appliquées autre part dans le monde. L'utilisation des matériaux locaux, la conception modifiée pour convenir aux conditions locales et la préférence des communautés devraient être prise en compte lorsque l'on détermine ce qui est le mieux pour un cas particulier.

## **Critères de sélection**

Pendant le processus de sélection chaque option doit être considérée en terme de capacité à satisfaire les critères suivants. Mais on devrait également étendre ces considérations au traitement nécessaire, au type de sol ou aux exigences du site et du personnel et à l'attitude et aux préférences de la communauté.

## **Réutilisation des ressources**

Les eaux d'égout sont souvent considérées comme source de problèmes pour la santé publique à évacuer et non comme ressource. Le choix de l'évacuation et des systèmes de traitement est généralement gouvernemental, avec une stratégie d'évacuation. Les raisons pour la réutilisation et les options de cette réutilisation sont bien documentées (Odendaal, 1992, Mathew & Ho, 1993). Il est possible d'utiliser les eaux usées traitées et les boues résiduelles si une procédure de traitement correcte est adoptée satisfaisant en même temps les directives de réutilisation (NHMRC, 1987; ANZECC, 1992).

## **Protection de l'environnement**

La protection de la santé publique est l'une des raisons du traitement des eaux d'égout. La protection de l'environnement devrait également être considérée. Le système conventionnel d'évacuation sur site des eaux d'égout est la fosse septique et le système d'absorption par le sol. L'effluent de la fosse septique après traitement par le sol ne répond en général pas aux critères de maintenance de la qualité des eaux des nappes phréatiques d'où la nécessité d'un autre traitement (UWRRA/AWRC, 1992). L'élimination des nutriments peut devenir nécessaire dans de nombreuses situations où les nutriments peuvent être à l'origine de pollution ou directement comme par exemple, avec les nitrates dans les eaux d'égout traitées ou par eutrophisation des eaux reçues.

## **Simplicité de fonctionnement**

Un système sophistiqué dans cette technologie et contrôle peuvent tendre à compliquer le fonctionnement. Un service fréquent et une vérification régulière peuvent devenir inévitables dans le fonctionnement sur site d'une station d'épuration. Lorsqu'on recherche la performance maximale possible, un système avec un minimum de d'opérations d'entretien nécessaires relativement faciles et simples devraient être préféré.

## **Utilisation minimale des produits chimiques**

Les produits chimiques ont été utilisés pour l'élimination du phosphore et la désinfection. L'élimination biologique du phosphore est à préférer à un processus d'élimination chimique. La désinfection avec les radiations ultraviolettes devrait être considérée à la place de la chloration. Une irrigation de sub-surface par exemple, pourrait ne pas nécessiter de désinfection au niveau actuellement nécessaire.

D'autres aspects généraux comme les coûts d'installation, les dépenses d'entretien, les considérations esthétiques et la durabilité de l'équipement et la faible consommation d'énergie devraient également être considérés lors de la sélection du système.

## **Systèmes conçus pour un faible usage d'eau**

Les eaux d'égout domestiques sont généralement composées des déchets produits par les toilettes, les éviers de cuisines, les douches et les baignoires et les eaux de lessive. On se réfère généralement aux eaux de toilettes comme eaux noires, elles représentent 25 à 30% du flux total, alors que les autres déchets représentent 70 à 75% du flux et on

s'y réfère globalement comme eaux grises. La conception des systèmes pour un faible usage d'eau essaie de réduire la quantité d'eau, et l'eau noire peut, par exemple, être réduite de façon significative en ne produisant que des boues. Les eaux noires contiennent une portion importante de Demande biochimique en oxygène (DBO), de solides en suspension (SS), de bactéries et de nutriments. Ainsi si les eaux noires sont traitées séparément le traitement des eaux grises seules devient plus facile et moins complexe. Le potentiel de polluants à être transportés par les eaux dans les eaux noires est simultanément réduit car l'eau est généralement le moyen de transport pour les polluants.

### **Toilettes V.I.P.**

Les toilettes à «trous améliorés ventilés» (VIP) sont un produit du centre pour les technologies appropriées (Center for Appropriate Technology CAT), Alice Springs, Australie. Ce sont, malgré tout, des toilettes à trou, leur construction spéciale assure un minimum d'odeur et de nuisance due aux mouches (Figure 1). Il est possible pour une famille de cinq personnes d'utiliser la même unité pendant dix ans (Walker, 1985). En Australie, cette solution s'est trouvée satisfaisante pour les zones de camping dans les parcs nationaux, les aires de repos des principales autoroutes départementales et pour les communautés éloignées.

### **Toilettes à compost**

Les systèmes de compostage ne nécessitent pas de connections à l'eau, de pompage périodique de dosage chimique ou d'entretien. Il convertit les déchets avec les nutriments en compost de jardin. Il peut être installé pour une habitation particulière ou pour des sanitaires collectifs indépendamment du type de sol de la zone et ne devrait pas être à l'origine de pollution de l'environnement. Trois toilettes à compost agréées par le Département de la santé de l'Australie occidentale sont décrits ci-dessous.

#### *Clivus Multrum*

Le Clivus Multrum est composé d'une cuve de fibre de verre, inclinée qui a été divisé en une section supérieure pour le traitement des déchets frais et une section inférieure pour le traitement du compost mûr (Figure 2). Le siège des toilettes est placé sur le dessus de la cuve. Un conduit inséré avec un ventilateur pour évacuer le flux d'air vers l'extérieur des toilettes est connecté à la cuve pour garder la pièce sans odeurs. Il y a un drainage du liquide qui enlève les excès de liquide pour garder les déchets suffisamment secs pour le compostage. Il y a deux portes d'inspection pour permettre l'accès aux deux chambres. Ce système peut avoir de multiples toilettes et urinoirs avec une capacité de 40 à 120 personnes. Le tas devrait être inspecté toutes les semaines pour assurer un niveau d'humidité adéquat et rajouter des agents de renforcement si nécessaire. Il est suggéré d'élever le tas tous les trimestres et d'éliminer le compost des couches inférieures tous les ans (Clivus Multrum, 1990). Des tuyaux-filtres et des bandelettes de nuisibles qui peuvent être utilisées pour le contrôle des nuisibles avec la possibilité d'utiliser des pesticides biodégradables lors de circonstances extrêmes.

#### *Rota-Loo*

Rota-Loo est conçu pour être utilisé par 6 à 8 personnes et est par conséquent petit et compact. Il consiste en quatre chambres à compost séparées dans un conteneur circulaire (Figure #). Deux chambres peuvent être utilisées simultanément ce qui permet d'avoir deux toilettes en usage dans l'unité d'habitation. Un conduit d'air avec un ventilateur est connecté à la chambre principale pour assurer qu'une circulation d'air soit maintenue en continu. Il y a un élément chauffant à la base de la chambre qui maintient une température appropriée au compostage indépendamment de la température extérieure. Quand l'une des chambres est pleine, le conteneur est tourné afin de permettre la maturation du compost. Il est suggéré d'enlever le compost tous les

ans et d'ajuster son utilisation pour s'assurer du temps nécessaire pour le compostage (Rota-Loo, 1991).

### *Downmus*

Le siège des toilettes du système Downmus est connecté à une chambre à compost circulaire d'environ 4.3 m<sup>3</sup> qui représente un volume suffisant pour une famille de cinq personnes (Figure 4). Il a un conduit de ventilation avec un ventilateur pour évacuer l'air de la base de la fosse fournissant une circulation d'air dans le compost. Le compost peut être enlevé en utilisant une foreuse fournie au sommet de la fosse sur l'un des côtés. Au moment de l'installation le compost est partiellement rempli de compost actif inoculé d'organismes bénéfiques du sol ; en particulier de vers de compost tigrés et rouges (Downmus, 1993). Il n'y a pas d'élément chauffant et le système n'est pas supposé fonctionner au-dessus de 35°C, pour protéger les vers. Le processus dépend plus pour le compostage des organismes du sol et des vers que des microorganismes thermophylles. Il peut également traiter d'autres matières organiques ménagères si elles sont coupées en petits morceaux. Une famille de cinq personnes peut utiliser ce système pour quelques années sans avoir à enlever le compost.

### **Toilettes à vermi processus**

Les toilettes à vermi processus BERI (Bhawalkar Earthworm Research Institute, Institut de recherche Bhawalkar sur les vers de terre) : BVT ont été testées sur le terrain pendant 8 ans en Inde et ont démontré être de nouvelles toilettes utilisant peu d'eau avec un processus sûr pour les excréments humains sans problème d'odeur ou de mouches (Figure 5). La cuve des toilettes est directement connectée à une fosse de 1m x 1m x 1m qui possède une plaque mobile avec des trous de ventilation. Il peut être utilisé pour une famille pendant trois ans environ. Le BVT est amorcé en mettant 5 kg de déjection de vers dans le trou (Bhawalkar and Bhawalkar, 1991). Le fonctionnement des toilettes utilisant le trou est très simple et hygiénique puisque les excréments humains sont convertis en déjections de vers une ressource très demandée pour les sols.

### **Unités de traitement aérobie**

La pratique courante est de traiter ensemble les eaux noires et les eaux grises. Même quand les eaux noires sont traitées séparément les eaux grises doivent être traitées par un système qui satisfait aux critères de sélection décrits ci-dessus. Nombreux de ces systèmes sont maintenant disponibles et listés ci-dessous dans le tableau 1.

**TABLEAU 1: Unités de traitement ménager aérobie agréées dans plusieurs états d'Australie**

	NSW	SA	VIC	QLD	TAS	NT	WA
Envirocycle	•	•	•	•	•		•
Supertreat	•	•					
Biocycle	•	•	•	•			•
Clearwater	•	•	•	•			•
Biomax K	•						
Biotreat	•						
Garden Master	•						
Model D10	•						
Parco Beaver	•		•				
Aerotator			•	En attente			
Biorotor			•	•			
Turbojet			•	•			
Aquarius							•
Ecomax							•
Envirotech				•			

NSW = Nouvelles-Galles-du-Sud; SA = Australie-méridionale; VIC = Victoria; QLD = Queensland; TAS = Tasmanie, NT = Territoire-du-Nord; WA = Australie-occidentale.

Ces systèmes possèdent un module de pré-traitement similaire à une fosse septique qui consiste en une sédimentation primaire et une décomposition anaérobie. Le volume recommandé de trois jours de stockage pour une fosse septique (HCV, 1979) est suivi par la plupart des systèmes. Les systèmes domestiques sur site reçoivent généralement les eaux usées d'un coup plutôt qu'un flux constant. Ainsi le volume de la fosse septique devrait être suffisamment grand pour éviter le déplacement des solides déposés vers la prochaine chambre.

L'unité la plus significative est la chambre de traitement aérobie où le processus de traitement biologique prend place pour fournir une qualité de l'eau aux normes de l'effluent secondaire. A cause du flux par à-coups il est possible, dans les petites unités de traitement, que le flux d'entrée n'est pas de contact suffisant avec les bactéries de traitement. Ainsi, la plupart des systèmes fonctionnent avec des bactéries qui se développent dans un milieu fixe qui assure un contact prolongé et moins de chance pour que les bactéries soient expulsées, celles-ci fournissant une plus grande opportunité pour l'élimination des matières organiques du liquide. Dans un filtre goutte à goutte ou bio filtre, en particulier avec les nouveaux types de filtres le milieu des filtres a une grande disponibilité de l'oxygène, un taux élevé d'élimination est atteint en une courte période de temps. D'autre part dans le système des boues activées pour atteindre un niveau suffisant de traitement les déchets doivent rester dans la fosse pendant plusieurs heures. Les deux processus sont appliqués dans des unités de traitement aérobie différentes.

Une cuve de sédimentation secondaire élimine les matières en suspension produisant un effluent avec une qualité d'eau d'effluent secondaire. A ce stade, les eaux d'égout auront normalement plus d'une centaine de mille de coliformes bactériens pour 100 ml ce qui doit être réduit à 10 pour 10 ml. La plupart des unités de traitement aérobie utilisent la chloration pour désinfecter.

La boue produite dans la cuve de sédimentation secondaire est recyclée vers la fosse septique pour continuer le traitement et le stockage. Un appareil pour desembourber la cuve est nécessaire régulièrement ou par de petites quantités une fois par trimestre ou de façon plus importante tous les 3 à 4 ans.

L'élimination des nutriments est actuellement optionnelle pour les unités de traitement anaérobies. Il existe des unités disponibles qui éliminent les nutriments et de nombreuses organisations impliquées dans la recherche dans ce domaine en Australie.

Cinq systèmes de traitement agréés par le département de la santé de l'Australie-occidentale sont décrits ici comme systèmes disponibles représentatifs. Ces systèmes incorporent l'état de l'art des techniques de traitement actuellement disponibles.

## **Envirocycle**

Envirocycle est une unité de traitement aérobie pour traiter les eaux d'égout produites par un foyer de cinq personnes. Ce système possède de multiples chambres de traitement, il est basé sur le processus de boues activées (Envirocycle, 1993), Figure 6. C'est une unité circulaire avec deux chambres de sédimentation primaires, deux chambres aérobies, une chambre de clarification, une chambre pour la chloration et le stockage pour fournir un temps de contact suffisant et une chambre pour le stockage et le pompage pour l'élimination finale. L'effluent final après clarification secondaire est chloration est utilisé pour être vaporisé ou s'écouler au goutte à goutte pour l'irrigation.

## **Biocycle**

Biocycle est un système de traitement aérobique qui fournit un niveau secondaire de traitement pour produire un effluent qui atteint les 20 mg/l de DBO et 30 mg/l de SS des normes de qualité pour les effluents. Il est disponible en deux tailles. Le modèle ménager est conçu pour 10 personnes et le modèle commercial est fait pour les bureaux, les restaurants et les autres institutions publiques (Biocycle, 1990), Figure 7. Le système de traitement Biocycle consiste en une cuve circulaire qui est divisée en quatre compartiments, la chambre de sédimentation primaire et de digestion anaérobie (1), la chambre aérobique avec un milieu fixe et des installations de bulles d'aération (2), la chambre de sédimentation secondaire avec les boues déposées pompées vers la chambre septique (3) et les chambres de chloration et de stockage (4). La chloration se fait par une chloration en tablette et l'effluent final est pompé pour l'irrigation quand le volume a atteint le niveau de collecte. Le sol sur la surface irriguée peut être amendé avec des résidus de bauxite neutralisés pour éliminer le phosphate.

## **Le système Clearwater**

C'est un système de traitement aérobique qui a deux cuves séparées. La première est une cuve circulaire de 1.7 m de diamètre et de 1.6 m de hauteur qui fonctionne comme une fosse septique (Figure 8). La deuxième cuve est une cuve rectangulaire avec trois compartiments, une cuve d'aération de 3.5 m<sup>3</sup>, un clarificateur final de 1.0 m<sup>3</sup> et une cuve de chloration et de stockage de 1.7 m<sup>3</sup> (Clearwater, 1990). La cuve d'aération possède des panneaux pour fixer les bactéries qui se développent. Le système d'irrigation est très semblable aux autres systèmes comme Biocycle.

## **Aquarius**

Aquarius possède cinq chambres (1) la chambre de sédimentation primaire et de digestion anaérobie (2) la chambre anoxique pour la dénitrification et l'élimination du phosphore chimique (3) la chambre d'oxydation biologique aérobique incluant une nitrification dans un bio-filtre de sub-surface et une dénitrification dans un filtre submergé (4) une chambre anoxique de clarification secondaire et de recyclage des boues (5) une chambre de chloration et de stockage pour l'irrigation (Figure 9). En plus des normes requises pour l'effluent Aquarius atteint une élimination de l'azote et du phosphate inférieure à 1mg/l. Aquarius est disponible dans diverses tailles en allant de l'unité domestique pour 10 personnes pour usage industriel ou pour de petites collectivités pour des populations allant jusqu'à un équivalent de 120 personnes (Aquarius, 1993).

## **Ecomax**

Ecomax consiste en une fosse septique conventionnelle et un filtre à double drain ou un puits d'assainissement modifié par l'addition d'un filtre en lit de sol amendé avec une couche plastique (Figure 10). Le filtre en lit contient des résidus de bauxite neutralisés qui ont la capacité d'absorber le phosphate, l'ammonium et les métaux lourds (Figure 10). Le filtre en lit est également un bon filtre bactérien. L'effluent traité peut être évacué par percolation dans le sol ou par irrigation de surface (Bowman and Bishaw, 1991). Le système est conçu pour desservir 4 à 6 personnes pendant environ 20 ans, après quoi le filtre en lit doit être remplacé. Il est possible d'augmenter la capacité du système pour desservir plus de personnes ou pour augmenter la durée de vie. C'est un système passif qui ne nécessite pas d'électricité, de produits chimiques ou de service périodique, hormis pour désembourber normalement la fosse septique de façon régulière.

## Comparaison des systèmes

Seuls les systèmes agréés par le Département de la santé de l'Australie-occidentale ont été comparés. Etant donné qu'ils répondent tous aux normes requises pour les effluents et la santé publique, seulement les accessoires particuliers seront discutés. Tous les systèmes utilisent une fosse septique ou un équivalent d'où la nécessité de désembourber. La fosse septique et les drains filtrants doivent être désembourbés en moyenne tous les trois ans environ. Si l'effluent final est utilisé pour l'irrigation les drains filtrants ne sont pas nécessaires et les désembourber non plus.. Le tableau 2 résume les similitudes et les différences parmi les systèmes, y compris les coûts initiaux et l'entretien requis.

## Conclusion

Les réseaux d'égout réticulés municipaux et les systèmes de traitement sont généralement les options de traitement les plus désirables à cause du degré de contrôle élevé qui peut être atteint et maintenu sur la qualité et l'évacuation de l'effluent traité et des boues. Mais quand la densité de la population n'est pas assez élevée et si l'évacuation sur site est possible ce sera meilleur marché et cela permettra de meilleures options de réutilisation. A l'heure actuelle de plus en plus de systèmes sur site disponibles offrent des installations similaires à celles des grands systèmes de traitement municipaux. Les systèmes de traitement sur site peuvent fournir un niveau élevé de protection pour l'environnement aquatique à cause de l'utilisation des techniques d'évacuation de la terre qui fournissent un niveau supplémentaire de traitement grâce à la percolation avant que les eaux usées traitées n'entrent dans le milieu aquifère naturel. L'irrigation sur site permet d'utiliser l'eau pour l'évaporation et l'évapotranspiration des plantes et ne devrait pas causer de pollution.

Pour les endroits éloignés et isolés les toilettes VIP seront idéales. Les toilettes à compost fournissent la réponse ultime pour la préservation de l'eau et la réutilisation complète des déchets des toilettes si elles sont entretenues correctement. La grande capacité de Clivius Multrum rend ce système plus convenable pour de grandes familles ou une application industrielles. Rota-Loo étant le plus petit et nécessitant moins d'entretien sera plus adéquat pour de petites familles. Dowmus produit un compost contenant des déjections de vers qui représentent un fertilisant de haute qualité. Il est meilleur marché à l'installation et pour le fonctionnement puisqu'il ne nécessite pas de chauffage.

La plupart des unités de traitement sont similaires et l'effluent produit est de qualité équivalente. Les systèmes Clearwater ont une fosse septique séparée et ils sont supposés devoir être désembourbés tous les 10 à 15 ans contre une période normale de 3 à 4 ans. Aquarius produit un effluent pauvre en nutriments mais son coût d'installation est supérieur; l'utilisation de produits chimiques et désembourber annuellement signifie également un coût de fonctionnement plus élevé. Mais il est disponible dans une grande variété de taille desservant jusqu'à 120 personnes. Ecomax est un système passif qui produit un effluent pauvre en nutriments mais le milieu des filtres doit être remplacé tous les 15 à 20 ans.

Là où les systèmes d'installation municipaux ne sont pas disponibles ou coûteux pour une faible densité de population les systèmes sur site fournissent une variété d'options. Un système de compostage pour les eaux noires et un système aérobie pour les eaux grises assureront une réutilisation complète, la préservation de l'eau, désembourber rarement et la réduction du potentiel de pollution des nutriments.

**TABEAU 2: Comparaison des systèmes agréés par le département de la santé de l'Australie-occidentale**

	Systèmes de traitement	Coût initial (\$ #)	Entretien nécessaire	Commentaires
1	Clivus Multrum	3000 - 5000 plus coûts pour le système de traitement des eaux grises	- Entretien par l'utilisateur - Coût de chauffage dans les régions froides - Coûts d'électricité pour le ventilateur	- Recycle les déchets de toilettes en compost - Un espace de 2,5 m de profondeur, de 1,5 m de large et de 2,7 m de long est nécessaire dans les environs des toilettes - Economise 30% d'eau utilisée
2	Rota-Loo	3000 plus coûts pour le système de traitement des eaux grises	- Entretien par l'utilisateur - Coût de chauffage dans les régions froides - Coûts d'électricité pour le ventilateur	- Recycle les eaux des toilettes en compost - Un espace de 1.5 x 1.5 x 1.5 m <sup>3</sup> est nécessaire dans les environs des toilettes - Economise 30% d'eau utilisée
3	Dowmus	2500 +plus coûts pour le système de traitement des eaux grises	- Entretien par l'utilisateur - Coûts d'électricité pour le ventilateur	- Recycle les eaux des toilettes en compost de vers - Aire circulaire de 1,7 m de diamètre avec une profondeur de 2 m est nécessaire dans les environs des toilettes - Economise 30% d'eau utilisée
4	Envirocycle	5000 + installation	- Inspection trimestrielle - Extraction de la boue tous les 3 à 4 ans - Coûts d'électricité pour les pompes et les aérateurs - Nécessité de tablettes de chloration	- Disponible en taille ménagère ou commerciale
5	Biocycle	5500 + installation	- Inspection trimestrielle - Extraction de la boue tous les 3 à 4 ans - Coûts d'électricité pour les pompes et les aérateurs - Nécessité de tablettes de chloration	- Disponible en béton et en fibre de verre dans en taille ménagère ou commerciale
6	Clearwater	5500 + installation	- Inspection trimestrielle - Extraction de la boue tous les 10 à 15 ans - Coûts d'électricité pour les pompes et les aérateurs - Nécessité de tablettes de chloration	- Disponible en béton
7	Aquarius	8000 + installation	- Inspection trimestrielle - Extraction de la boue toutes les années - Coûts d'électricité pour les pompes et les aérateurs - Nécessité de tablettes de chloration et de produits chimiques pour l'élimination du phosphore	- Disponible en fibre de verre et acier inoxydable dans de nombreuses tailles - Elimine les nutriments
8	Ecomax	5500	- Extraction de la boue tous les 3 à 4 ans - Remplacement du filtre à boue rouge tous les 15 à 20 ans	- Elimine les nutriments

# Les coûts figurent en dollars australiens de 1993; 1 dollar australien vaut environ 0,75dollar américain.  
L'utilisation de matériel local réduit les coûts

## Références

Aquarius (1993). *"The Aquarius Micro Purifyer 600 SA Series"*. Western Wastewater Treatments Pty. Ltd., 10 Rollings Crescent, Kwinana, WA 6167, Australia.

Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) (1992). *"Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters"* in National Water Quality Management Strategy, Melbourne, Victoria, Australia.

- Bhawalkar, V. and Bhawalkar U. (1991). *"Vermiculture Biotechnology for Environmental Protection, Sustainable Agriculture Wasteland Development"* Bhawalkar Earthworm Research Institute, A/3 Kalyani, Pune-satara Road, Pune, 411037, India.
- Biocycle (1990). The Biocycle Systems. *"General Information and Operation's Manual"*, Biocycle Pty. Ltd., Suite 1/231 Balcatta Road, Balcatta, WA 6021, Australia.
- Bowman, M. and Bishaw, M. (1991). *"Ecomax Septic System. Explanatory Information. Ecomax Waste Management Systems"*, Bowman, Bishaw Gorham Pty. Ltd., Subiaco, WA 6008, Australia.
- Clearwater (1990). *"Clearwater 90 The Ultimate in Reclaimed Water"* Clearwater Pty. Ltd., Unit 2/56 Carney Rd., Welshpool, WA 6106, Australia.
- Clivus Multrum (1990). *"Clivus Solution,through Waste Technology"* Handbook and Practical Manual, Clivus Multrum Pty. Ltd., 31 Mandalay St., Fig Tree Pocket QLD 4069, Australia.
- Dowmus (1993). *"Common Questions Regarding the Dowmus Composting Toilet"* Dowmus Pty. Ltd., PO Box 51, Mapleton, QLD 4560, Australia.
- Envirocycle (1993). *"Envirocycle,Wastewater Treatment System"* Envirocycle Pty. Ltd. 37 Tramore Place, Killarney Heights, NSW 2087, Australia.
- Health Commission of Victoria (HCV) (1979) *"Code of Practice Septic Tanks"* HCV, 555 Collins St, Melbourne, VIC 3000.
- Mathew, K. and Ho. G. E. (1993). *"Reuse of Wastewater at Aboriginal Communities"*. Remote Area Developments Group, Institute of Environmental Science, Murdoch University, Murdoch, WA 6150, Australia..
- National Health and Medical Research Council (NHMRC) and Australian Water Resources Council (AWRC) (1987). *"Guidelines for Use of Reclaimed Water in Australia"*. Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- Odendaal, P. E. (1992) *"Water Reuse International Trend"* Australian Water and Wastewater Association Victorian Branch Conference on Wastewater Reduction and Recycling, Deakin University, Geelong Victoria, Australia.
- Rota-Loo (1991). *"Rota-Loo the Waterless Composting Toilet"*. Environment Equipment Pty. Ltd., 1/32 Jarrah Drive, Braeside, VIC 3195, Australia.
- Urban Water Research Association of Australia and Australia Water Resources Council (UWRAA/AWRC, 1992). *"Affordable Water Supply and Sewerage for Small Communities Investigation"*, Design and Management Handbook (Draft report).
- Walker, B. (1985). *"The Introduction of VIP latrines to Aboriginal Communities in Central Australia"* Proceedings of Workshop on Science and Technology for Aboriginal Development. Alice Springs, Australia, October 1985, paper 3 - 1.8.

# **SYSTEMES DE TRAITEMENT SECONDAIRE POUR LA GESTION SUR SITE ET DECENTRALISEE DES EAUX USEES**

**Ted L. Loudon**

Département d'ingénierie agricole, Farrall Hall, Université de l'Etat du Michigan, Farrall Hall,  
E. Lansing, MI 48824, USA

Tél: (517) 353-3741, Fax: (517) 353-8982, Email: loudon@egr.msu.edu

Les processus de traitement des eaux usées sont généralement classés en tant que primaire, secondaire ou tertiaire. Les traitements primaires typiques impliquent sédimentation et flottaison. Les traitements secondaires impliquent une aération pour favoriser la croissance d'organismes aérobies et le traitement à travers les processus métaboliques de ces organismes aérobies. Les traitements tertiaires impliquent un nettoyage poussé comprenant une élimination plus complète des nutriments. Dans un système sur site conventionnel d'eaux usées la fosse septique sert de chambre de traitement primaire et on compte sur le système du sol pour accomplir les processus secondaires et tertiaires. Dans des sols de particules de petite taille et de faible perméabilité, les taux de transfert d'air sont limités et un traitement secondaire efficace peut être atteint très lentement.

L'introduction d'un accessoire de traitement secondaire entre la fosse septique et le système d'absorption du sol peut réduire de beaucoup la charge organique pour le sol et diminuer ainsi l'ampleur du traitement requise dans le système sol. De plus, les traitements secondaires donnent généralement un effluent qui est déjà quelque peu aérobie, diminuant la nécessité de transfert d'oxygène dans le système sol. Par conséquent, en ajoutant un traitement secondaire on permet l'utilisation des sols qui ne sont normalement pas acceptables pour un traitement sur site des eaux d'égout. Un traitement secondaire produira les résultats suivants :

1. Réduit ou élimine l'obstruction de la surface d'infiltration du sol
2. Réduit la quantité d'organismes pathogènes de l'effluent appliqué sur le sol
3. Réduit l'azote total compris dans l'effluent allant dans le sol
4. Prépare l'effluent pour les systèmes de traitement suivants
5. Fourni un effluent acceptable pour la décharge de surface après désinfection
6. Permet le recyclage et la réutilisation de l'effluent.

La capacité des systèmes de traitement secondaires d'atteindre les trois premiers résultats ci-dessus est généralement reconnue, mais la validité et l'importance des trois derniers doit encore être prouvée et largement acceptée. Dans des zones écologiquement sensibles c'est à dire avec un niveau d'eau souterraine élevé, proche de des eaux de surface, l'élimination du phosphore peut être nécessaire au-delà des niveaux atteints dans la plupart des systèmes de traitement secondaire. Les inquiétudes face à l'élimination du phosphore varient d'une région à l'autre. Cependant, alors que les systèmes de traitement secondaire ont éliminé la plupart du matériel organique de l'effluent, il est possible que l'effluent doive subir un processus d'absorption et/ou de précipitation pour réduire également la concentration en phosphore. La recherche est en cours pour tester les performances en laboratoire et in situ de méthodes de faible gestion conçue pour éliminer le phosphore par ces processus.

Quelques règlements de juridiction permettent la décharge en surface de l'effluent traité de façon aérobie après une désinfection où les propriétés des sols ne fourniraient

pas de performances satisfaisantes quant aux systèmes d'absorption des sols. L'effluent secondaire traité de quelques processus de traitement peut convenir pour l'irrigation et/ou le recyclage grâce à des canalisations de retour vers la maison pour les chasses d'eau. Avec en plus une filtration et une chloration il peut également convenir pour d'autres usages.

Plusieurs articles récents ont informé que le traitement secondaire réduisait suffisamment la charge organique sur les sols pour virtuellement éliminer l'obstruction des sols, permettant l'utilisation des sols qui sont beaucoup moins perméables et seraient alors acceptable comme effluent de fosse septique (Siegrist, 1987; Tyler and Converse, 1995; Loudon and Bernie, 1995). Il permet également des taux de charge très élevés et donc des petits systèmes d'absorptions des sols. Un traitement secondaire efficace augmentera considérablement la vie d'un système d'absorption par le sol. La théorie et les expériences accumulés au cours des 15 dernières années suggèrent que les systèmes d'absorption des sols puissent virtuellement durer indéfiniment avec une charge constante de haute qualité d'effluent secondaire (Converse and Tyler, 1994). Un autre avantage des systèmes de traitement qui sont utilisés pour les systèmes de traitement des eaux d'égout sur site et décentralisés est la variété des conceptions qui a été montrée pour fournir des taux d'élimination de l'azote élevés étant d'un ordre supérieur à 90 pour cent pour l'élimination de l'azote total.

Les systèmes de traitement sur site qui sont utilisés pour les petits systèmes de traitements des eaux d'égout décentralisés en Amérique du Nord comprennent les sables filtrants, les filtres à milieu artificiel, les filtres à mini goutte à goutte, les filtres à flux superficiels et les unités d'emballage de traitement aérobie. Les sables filtrants et les unités de traitement aérobie sont plus communs et d'usage plus répandu que les autres concepts et seront discutés plus en détails.

### **Filtres à sable**

Des filtres à sable de conceptions variées sont utilisés pour le traitement des eaux d'égouts depuis de nombreuses années. La recherche et le développement au cours des deux dernières décennies ont permis un accroissement de la compréhension des processus de traitement impliqués et ont permis l'amélioration des pompes, des contrôles, des systèmes de distribution et d'autre matériel lourd pour améliorer les performances et la fiabilité de la technologie.

Les filtres à sables peuvent être divisés en plusieurs catégories :

- Intermittents (étape unique)
- Stratifiés
- Sans fond (en tranchée)
- A re-circulation

**Filtres à sable à étape unique:** Les filtres à sable à étape unique sont de plus en plus utilisés, depuis 15 ans, pour des habitations avec une famille dans le nord ouest des Etats Unis. Le filtre à sable est un accessoire de traitement secondaire rajouté entre la fosse septique et le système d'absorption par le sol et nécessite une pompe pour uniformiser la distribution de l'effluent de la fosse septique sur toute la surface du filtre à sable. Une coupe typique pour un filtre à sable comprend une couche de 24 à 30'' de profondeur comme milieu pour les transformations physiques, chimiques et biologiques nécessaires pour atteindre le niveau de traitement désiré.

Les solides en suspension de l'effluent de fosse septique qui sont pompés vers le filtre à sable sont éliminés par filtration et sédimentation. Les bactéries qui vivent sur la surface des particules de sable décomposent les solides filtrés et, grâce à un processus connu en tant qu'auto filtration, renforcent l'élimination des solides filtrés. La

réduction de la  $DBO_5$  et la conversion de l'ammoniaque des nitrates a lieu dans des conditions aérobies grâce à l'action de micro-organismes dans la couche de sable. Certaines conversions de nitrate en azote gazeux (dénitrification) ont lieu de façon routinière et résultent en une perte de 50% de l'azote lors du processus. La dénitrification est probablement le résultat de la coexistence de bactéries anaérobies dans des micro environnements anaérobies du sable (Metcalf and Eddy, Inc, 1991).

Pour maintenir un niveau élevé de traitement, les conditions aérobies doivent constamment être maintenues dans la portion supérieure du sable. Ceci est obtenu en utilisant seulement des couvertures de sols sableux peu profonds en laissant la pierre de distribution ouverte sur l'atmosphère. La couche de gravier dans le fond du filtre à sable pour continuer d'aider à maintenir des conditions aérobies. Pomper fréquemment de petites doses d'effluent uniformément sur le sable est important pour éviter une saturation complète (c'est à dire que les pores ne soient jamais bouchés) et pour maintenir l'air à l'intérieur des pores pour supporter les organismes anaérobies.

La pratique typique des systèmes de distribution est un ensemble de conduits de petit diamètre ( $3/4'' - 1\ 1/4''$ ) contenant des orifices de  $1/8''$  espacés suivant une maille de  $2' \times 2'$  or  $2' \times 3'$ . Certaines conceptions incluent des conduits d'air adjacents aux conduits de distribution pour renforcer l'aération. D'autres couvrent les conduits de distributions avec une chambre et utilisent des plaques d'éclaboussement ou des jets de gouttelettes pour renforcer la distribution sur toute la surface et renforcer le transfert d'air dans l'effluent.

Vu que se sont des petits orifices qui sont utilisés dans les systèmes de distribution (généralement  $1/8''$ ) l'utilisation d'un filtre d'effluent dans la fosse septique précédent le filtre à sable est fortement recommandé. Le filtre aidera à prévenir les objets comme les cheveux et les matériaux particuliers de la fosse septique d'être emportés et aidera ainsi à protéger les orifices de l'obstruction.

Le choix du milieu du sable est crucial pour la performance du filtre à sable. Les sables sont typiquement spécifiés par une taille efficace et un coefficient d'uniformité. La taille efficace ( $D_{10}$ ) est la taille des grains dont moins de 10 pour cent des particules sont plus petites, et le coefficient d'uniformité est la proportion de la taille pour laquelle 60% sont plus petits que la taille pour laquelle 10% sont plus petits. Pour les filtres à sable à étape unique, la taille efficace est de l'ordre de 0,3 mm et le coefficient d'uniformité recommandé d'environ 4. Le tableau 1 montre un ordre de distribution de la taille de grain recommandée. Le milieu des filtres à sable doit être dépourvu de toutes particules fines de limon, des fines particules d'argile qui pourraient contribuer à une possible obstruction des pores du sable.

**Tableau 1. Distribution de la taille des grains recommandée pour les filtres à sable à étape unique.**

Taille du tamis ou nombre	Taille des grains (mm)	Finesse de la percolation
3/8"	9.5	100
#4	4.7	95-100
8	2.4	80-100
16	1.2	45-85
30	0.6	15-60
50	0.3	3-15
100	0.15	0-4

Les filtres à sable à étape unique sont dimensionnés sur la base d'un taux de charge prévu d'environ 1-1.25 gpd/sq ft. Ainsi, un filtre à sable d'environ 360 sq ft serait nécessaire pour une maison de trois à quatre pièces. Les dimensions de la figure 1 montrent que la profondeur totale du filtre à sable est de 3.5–4' en fonction de l'utilisation ou non d'une couverture de sol.

Les filtres à sable devraient être dosés fréquemment avec de petites quantités d'effluent pour fournir les conditions de traitement désirées. Des doses de moins de 1,9 l par orifice par cycle sont recommandées pour des filtres à sable à étape unique. Le fonctionnement du pompage des doses utilisant un chronomètre est préférable au fonctionnement d'une valve flottante ou basé sur la demande. Le système de chronomètre doit contrebalancer les différences pour faire fonctionner plus la pompe ou compenser les périodes de grande utilisation d'eau ou laisser tourner la pompe de façon périodique s'il y a peu ou pas d'utilisation d'eau.

Le tableau 2 illustre les performances attendues de filtres à sable comparées à la qualité de l'effluent de la fosse septique. Un filtre à sable correctement conçu et géré devrait permettre d'obtenir essentiellement un effluent d'eau claire comme indiqué par les données sur la DBO<sub>5</sub> et les solides en suspension. De plus une dénitrification pratiquement complète devrait être atteinte ayant pour résultat que pratiquement tout l'azote de l'effluent se retrouve sous forme de nitrate.

La pierre sur le sommet du filtre à sable autour des conduits de distribution est là pour fournir une matrice très poreuse afin que l'eau s'écoule rapidement des conduits de distribution. La pierre est typiquement dans local requis par un code dans les tranchées des égouts. La caractéristique la plus importante est d'être dépourvu de particules fines comme le limon et l'argile qui peuvent être emportées dans le sable et contribuer à l'obstruction du sable.

**Tableau 2. Eventail normaux des paramètres sélectionnés pour les effluents des fosses septiques et des filtres à sable pour les systèmes ménagers, en mg/l.**

	Fosse septique	ISF	RSF
DBO <sub>5</sub>	130-250	2-10	2-15
TSS	30-150	5-12	5-20
NO <sub>3</sub>	0-2	15-30	15-30
NH <sub>3</sub>	25-60	0-2	0-5
Total N	25-70	15-30	15-30
Total P <sup>2</sup>	5-15	2-15	2-15
Coliformes fécaux MPN/100ml	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	10-10 <sup>3</sup>	10-10 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Les valeurs plus faibles de l'échelle de DBO<sub>5</sub> et de TSS sont obtenues avec des fosses munies d'écrans pour les effluents.

<sup>2</sup> Les échelles sont calculées pour des endroits avec des lois sur les détergents pauvres en phosphates. Autrement les concentrations en P peuvent être de l'ordre de 30 mg/l.

La construction de filtres à sable peut impliquer des murs de contreplaqué pour soutenir les doublures étanches ou, dans le cas où le sol est suffisamment cohérent, pour servir de mur à peu près vertical, les doublures pouvant directement être installées dans une excavation de taille appropriée. Les murs en terre doivent être complètement préparés pour éviter que la doublure soit crevée par des racines ou des pierres. Une autre forme de construction recommande des couches de sable de 2 à 3 " sous la doublure pour protéger son intégrité.

**Entretien des filtres à sable:** Un entretien régulier est important pour assurer les performances à long terme des filtres à sable. Lors de la construction, des lucarnes d'observations doivent être installées afin que la surface d'infiltration de la base de la pierre ou le sommet de la couche de sable puissent être vues pour déterminer s'il y a formation d'une marre à ces niveaux. Il est recommandé qu'au moins une (si possible deux ou trois) lucarnes d'inspection de 4" soient localisées autour des filtres à sable, de préférence près d'orifices afin que la surface du sable puisse être vue périodiquement immédiatement suivi d'une dose d'eau d'égout. S'il n'existe pas de tendance de l'eau à former de marre à la surface du sable pour plus d'une minute ou deux, ou la dose est trop importante ou le sable est trop fin ou le sable commence à former des bouchons. Le fait que le sable forme des bouchons peut aussi indiquer que les eaux d'égout caractéristiques proviennent d'une charge organique excessive pour le filtre à sable.

Une inspection des lucarnes pourrait également être étendue à la base du filtre à sable près du coin extérieur, loin du drain. Si le niveau de l'eau sous forme de marre sur le coin extérieur du filtre à sable est de plus de 2 à 3", le drain commence à ralentir, certainement cause du bouchon à l'entrée du drain.

N'importe quelle indication de formation de bouchon que se soit à la surface du sable ou au niveau du drain indique la nécessité de l'entretien. Si le bouchon est organique il peut probablement être éliminé par décomposition grâce une aération pour renforcer l'activité biologique. Quand les filtres à sable sont artificiels, c'est une bonne idée de fournir un moyen pour introduire de l'air dans les couches basses du filtre, ou à travers le drain, ou par un conduit en boucle enterré, typiquement un tube d'irrigation goutte à goutte situé à la base du sable. Il a été trouvé que si un filtre à sable commençait à former des bouchons, quelques heures à quelques jours d'aération avec un petit

compresseur fournissait une activité bactérienne supplémentaire nécessaire à la décomposition du bouchon et ramenait le filtre à sable proche de ses performances d'origine. La formation de bouchons devrait toujours être investiguée pour déterminer les raisons de la formation du bouchon et les opérations qui pourraient être entreprises pour en éliminer la cause.

Des distributions latérales devraient être installées avec un accès à la fin de chaque côté afin que les côtés soient ouverts pour être vidangés. Les solides ont tendance à s'accumuler à la fin des lignes de distribution, et si on les laisse là pour de longues périodes de temps, l'accumulation de solide se formera à la fin du conduit et commencera éventuellement à boucher les orifices du système. Une vidange périodique tous les six mois à un an environ, prévient de cette éventualité. On prend normalement les dispositions pour faire une vidange des solides accumulés dans une pierre autour du système de distribution où ils sècheront et se décomposeront.

L'entretien devrait également inclure la collecte d'un échantillon de l'effluent du filtre à sable et son analyse pour la DBO<sub>5</sub>, les solides en suspension, l'ammoniacque, les nitrates et les autres constituants faisant l'objet de préoccupations dans la région particulière. La DBO<sub>5</sub> ou le niveau des solides en suspension supérieurs à 10 mg/l ou les niveaux d'ammoniacque supérieurs à 2 mg/l devraient être une indication de performances inférieures à la normale. Avec de l'expérience, la personne responsable de l'entretien peut souvent regarder et sentir l'échantillon pour déterminer si le filtre à sable est normalement performant. Par conséquent, avec l'expérience, il n'est pas toujours nécessaire d'analyser les échantillons dans un laboratoire après chaque visite d'inspection si tous les aspects du système semblent normaux.

Les inspections devraient également inclure un contrôle dans les extraits du courant des pompes, la performance des flotteurs et les chronomètres dans les systèmes de contrôle et les conditions de l'effluent filtré. L'entretien du filtre à sable devrait être effectué par quelqu'un de très familier avec les filtres à sable et leur fonctionnement. Ce sera normalement quelqu'un d'autre qu'une personne du département de la santé ou qu'un législateur local, et les habitants devraient envisager des provisions affectées à ce service comme faisant partie des coûts de fonctionnement pour les possesseurs d'un filtre à sable. La surface au-dessus du sommet du filtre à sable devrait toujours être laissée inoccupée et non passagère. On ne devrait normalement pas marcher au-dessus du filtre à sable et aucune utilisation de la surface au-dessus du filtre ne devrait être utilisée pour le stockage, la construction ou couverte ce qui permettra le passage libre de courants d'air dans le filtre à sable.

**Filtres à sable stratifié:** Les filtres à sable stratifiés sont généralement des filtres à sable à étape unique qui comprennent au moins deux couches de milieu de sable ayant des grains de différentes tailles caractéristiques. Une couche de sable grossier est généralement placée au-dessus d'une couche de sable fin. Avec cette configuration, quelque charge importante hydraulique ou organique que se soit est possible. Le sable grossier filtrera la plupart des solides et permettra une bonne pénétration de l'air pour la décomposition alors que le milieu du sable fin, comme celui typiquement utilisé dans les filtres à sable à étape unique, terminera le processus de traitement.

**Filtres à sable sans fond:** Un filtre à sable sans fond est une tranchée très profonde (et en général très large) qui est re-remplie avec une couche de sable avant de placer le conduit de distribution de pression dans une couche de pierre sous la surface du sol. Les filtres à sable sans fond ou les filtres à sable en tranchée sont utilisés sur des sols convenant pour l'évacuation des eaux d'égout gisent sous un sol perméable lent qui est considéré insatisfaisant pour l'évacuation des eaux d'égout.

**Filtres à sable à re-circulation:** Les filtres à sable à re-circulation (RSF) sont typiquement utilisés pour des flux d'eau d'égout plus importants qu'une résidence individuelle. Ils peuvent également être appliqués où l'espace limite la taille du filtre

qui peut être installé pour une habitation ou pour renforcer, si on le désire, l'élimination de l'azote.

Le nom de filtres à sable vient du fait que l'effluent des fosses septiques est mélangé avec l'eau qui est passée à travers le filtre à sable et qui est recyclée plusieurs fois avant d'être évacuée dans un système d'absorption par le sol ou après désinfection et évacuation en surface. Les filtres à sable à re-circulation nécessitent une cuve de re-circulation qui contient un mélange d'eau ayant traversé le filtre à sable et l'effluent. Dans la cuve à re-circulation il y a une pompe opérée par un chronomètre qui est réglé pour faire fonctionner chaque jour la pompe pendant un temps suffisant pour pomper plusieurs fois du filtre à sable la quantité d'eau d'égout qui a été générée. Ce qui est drainé du filtre à sable est alors divisé, une portion est dirigée vers la cuve de re-circulation et une portion vers l'évacuation finale. Plusieurs méthodes sont disponibles pour diviser ce qui est drainé des RSF. Premièrement une simple valve flottante peut être utilisée dans la cuve de re-circulation sur un conduit charriant le produit du drainage du filtre à sable. Si le niveau d'eau dans la cuve est élevé, la valve se ferme et tout le produit du drainage va directement dans le système d'absorption par le sol. Quand le niveau d'eau a été déversé dans la cuve à re-circulation, l'eau de drainage revenant du filtre à sable s'écoulera dans la cuve pour se mélanger avec l'effluent de la fosse septique. La proportion du mélange dans la cuve est contrôlée par le temps quotidien de fonctionnement de la pompe pour fournir l'eau sur le filtre à sable, la portion ainsi déterminée de temps pendant lequel la valve sera ouverte et le produit du drainage du filtre à sable recyclé. D'autres mécanismes de division peuvent être utilisés y compris une division du flux à la base du filtre à sable afin qu'une portion fixe de produit de drainage aille vers l'évacuation finale et une portion fixe vers la cuve de re-circulation. Des barrières de division de flux ou d'autres accessoires de division sont disponibles dans le commerce et peuvent également être utilisés.

Le milieu du sable recommandé pour les filtres à sable à re-circulation devrait avoir une taille efficace de 1,2 à 2,5 mm et un coefficient d'uniformité de 1,5 à 2,5. Les taux de charge recommandés sur une base de flux sont de 3 à 5 gpd/sq pour les effluents de force ménagère. D'habitude un filtre à sable à re-circulation pour une habitation de trois à quatre chambres devrait avoir une surface de 33 à 50 m<sup>2</sup>. Des filtres à sable à re-circulation plus petits ont été utilisés avec succès dans des champs très petits avec un choix minutieux du milieu et des techniques d'application des eaux d'égout (Pilak, 1994). A cause du taux de charge plus important les filtres à sable à re-circulation doivent être ouverts à l'atmosphère afin qu'une bonne pénétration de l'air dans le milieu puisse être atteinte pour assurer le traitement aérobic. Ils peuvent avoir une pierre de surface exposée avec un conduit de distribution enfoncé juste de quelques centimètres dans la pierre, être une couverture du conteneur avec une aération sous une couverture en bois ou être construit au-dessus de la grille.

Certaines conceptions incluent une plaque en pierre à la base du filtre à sable à re-circulation sous le milieu de traitement dans le voisinage du drain tout comme un filtre à étape unique. L'expérience de l'auteur fût avec le milieu grossier d'un RSF et un drain aéré, le milieu de traitement peut être étendu à la base du filtre à sable sans complication.

Le système de distribution des eaux d'égout pour les filtres à sables à re-circulation peut être le même que pour les filtres à sable à étape unique. Cependant vaporiser l'effluent dans une cavité ou une chambre afin que l'effluent soit mieux distribué sur toute la surface est une pratique recommandée, en particulier pour les taux de charge de 4 à 5 gpd/sq ft.

Le tableau 2 montre les performances habituelles attendues de filtres à sable à re-circulation pour une habitation d'une famille.

Les filtres à sable à re-circulation peuvent être modifiés pour renforcer l'élimination de l'azote. Une option de modification est présentée par Sandy, et al. (1987) où une cavité remplie de pierres est placée sous le filtre sable et sert à la fois de cuve de mélange et de réacteur anaérobie remplaçant la cuve de re-circulation. L'effluent de la fosse septique est conduit dans une fin vers cette zone sous le filtre à sable et se mélange avec l'eau qui vient de traverser le filtre à sable alors qu'il coule de l'autre côté où il est ou pompé pour retourner sur le filtre ou, périodiquement, vers l'évacuation finale. L'eau ayant traversé le filtre verra la plupart de son azote converti en nitrate ; et, lorsque les nitrates se mélangent à l'effluent de la fosse septique, une source de carbone adéquate est fournie pour aider à la dénitrification. Les taux d'élimination de l'azote total atteignent 90% selon Sandy, et al. (1987).

Une autre option pour renforcer l'élimination de l'azote est de simplement diriger une portion de l'affluent du filtre à sable nitrifié vers la fosse septique pour se mélanger avec une source organique pour favoriser la dénitrification. Une capacité adéquate doit être fournie dans la fosse septique pour éviter que le flux rajouté ne coule à travers la fosse en diminuant l'efficacité d'élimination de solides. C'est pour cela qu'un filtre d'effluent sur la fosse septique est fortement recommandé.

Une troisième option serait d'ajouter une cuve de dénitrification séparée où les eaux grises ou les sources de carbone séparées comme l'éthanol pourraient se mélanger avec l'effluent du filtre à sable nitrifié pour favoriser la dénitrification. Cependant, à moins que l'effluent dénitrifié passe alors à travers un autre filtre sable ou par un autre processus pour éliminer la  $DBO_5$  ajoutée par la source de carbone, il peut être la cause de plus d'obstruction du système d'absorption par le sol que l'effluent du RSF.

**Entretien des filtres à sable à re-circulation:** l'entretien des filtres à sable à re-circulation est environ la même que celle des filtres à sable à étape unique à part que la surface du sable et que les conduits de distribution du système sont plus accessibles au contrôle et à l'entretien. La distribution latérale de petit diamètre doit être vidangée pour éliminer les solides et éviter que les orifices ne se bouchent. Un contrôle des tubes doit être effectué pour vérifier l'obstruction à la surface du milieu de traitement du sable et pour vérifier l'augmentation possible de la profondeur de la zone de saturation à la base du filtre qui peut indiquer l'obstruction du drain. Il est recommandé de prévoir une aération de la base vers le haut. C'est seulement une précaution pour que l'air puisse être insuffler si le système commence parfois à s'obstruer ou à ralentir sa capacité hydraulique. Les feuilles et autres déchets doivent être évacués de la surface de la pierre pour que le sol ne commence pas à se former et fournissant une surface réceptive à la germination de graines. Une graine peut occasionnellement germer et commencer à germer et devrait être éliminer dès qu'elle est remarquée.

La surface de la pierre sur le filtre à sable à re-circulation peut être un avantage pour le paysage. Elle peut être la base d'objets décoratifs, des pots de fleur en bordure et des arbustes juste sur les bords extérieurs. Cependant la plupart de la surface doit être laissée suffisamment ouverte à la pénétration de l'air dans la zone de traitement.

## **Unités de traitement aérobie**

Les unités d'emballage de traitement aérobie sont utilisés depuis de nombreuses années pour renforcer le traitement et maîtriser les conditions environnementales et celles du sol pour lesquelles l'utilisation des systèmes conventionnels de fosses septiques n'est pas souhaitable. Ces unités continuent de s'améliorer, et de nombreux systèmes fiables sont disponibles. L'industrie des unités de traitement anaérobie a travaillé avec la Fondation sanitaire nationale à Ann Arbor, MI pour développer un protocole de test avec lequel les unités de traitement anaérobie peuvent être testées et assurer d'atteindre un certain niveau de performance. Le protocole du test, NSF Standard 40 (1996), requiert que, pour que l'unité soit certifiée NSF elle fonctionne et

soit contrôlée par NSF pour une période six mois dans une installation entretenue par NSF et doit répondre aux normes de traitement standards minimum établies.

Les unités de traitement aérobie incluent un pré traitement dans une chambre de sédimentation primaire qui est ou une partie de l'unité ou nécessite une cuve séparée. A la suite de la chambre de traitement primaire, les eaux d'égout s'écoulent dans la chambre de traitement principale où les organismes aérobies décomposent les substances organiques dissoutes et en suspension. L'objectif du matériel et de la géométrie de la cuve d'une Unité de traitement anaérobie est de créer un environnement où les micro-organismes qui sont naturellement présents dans les eaux d'égout se développeront et traiteront les eaux d'égout en consommant la matière organique. Cet environnement est créé par un processus qui rajoute de l'air en continu pour remplacer l'oxygène dissous des eaux d'égout alors qu'il est consommé par les organismes et mélangé pour fournir un contact entre les organismes et les substances contenues dans les eaux d'égout qui sont consommées. Les unités de traitement aérobies sont également conçues pour permettre le dépôt et l'élimination des solides restant après le processus de traitement aérobie. Ceci est obtenu soit dans un clarificateur séparé à la suite de la chambre d'aération ou comme partie de la géométrie spécifique de la chambre d'aération elle-même. Certaines incluent un filtre pour aider au processus d'élimination des solides.

Pour les propos de cet article, pendant les tests de normalisation de la Fondation sanitaire nationale des unités de traitement aérobie certifiées, les données obtenues sont présentées pour fournir une indication fiable des résultats du potentiel de traitement des eaux d'égout qui sont atteints quand les systèmes fonctionnent selon les spécifications fixées par les fabricants et avec un critère de chargement et une force des eaux d'égout standardisée. La Norme 40 de la Fondation sanitaire nationale sous laquelle les unités de traitement aérobies ont été testées requiert que l'affluent des eaux d'égouts de l'unité testée est une concentration carbonée de la DBO<sub>5</sub> comprise entre 100 et 300 mg/l et une concentration totale de solides en suspension entre 100 et 350 mg/l. Les unités de traitement aérobies ont été testées sur une période de 26 semaines consécutives. Pendant la période d'évaluation et de test, le système a fait l'objet de 16 semaines de charge standard suivies de 7,5 semaines de charge avec contrainte simulant quatre conditions de contraintes différentes. Puis une seconde phase de charge de standard de 2,5 semaines. Les conditions de contraintes simulées incluent la contrainte d'un jour de lavage, une contrainte de travail des parents, une contrainte de panne électrique ou de panne de l'équipement et une contrainte de congés. Le rythme de l'affluent pour les 16 semaines de charge standard nécessite 35% du taux journalier de la capacité hydraulique à ajouter au système entre 6 h et 9 h, environ 25% ajoutés entre 11 h et 14 h et restent à 40% ajoutés entre 17 h et 20 h pour simuler un chargement quotidien habituel pour les activités normales d'une famille active actuelle. Aucun service de routine ou d'entretien n'est permis sur le système pendant le temps de collecte des données. Des détails supplémentaires concernant le protocole de test sont disponibles auprès de NSF (1996).

Dix fabricants qui ont commercialisé des unités de traitement aérobie avec les normes NSF ont été contactés pour information sur les résultats de leurs tests NSF. Sept fabricants ont répondu et ont fourni les rapports des résultats de 40 tests standards. Les rapports fournissent des données détaillées sur les performances des systèmes sur la base du jour à jour sur une période de durée de test d'environ 28 semaines.

Le tableau 3 présente un résumé des valeurs moyennes obtenues pour la DBO<sub>5</sub>, les solides en suspension, la température, l'oxygène dissous et, ou disponible, les résultats de l'élimination de l'azote. Les données de huit unités différentes représentant sept fabricants différents sont incluses dans le tableau résumé. Quatre de ces unités sont des systèmes qui dépendent d'une importante aération et de processus de boues activées en tant que mécanisme de traitement. Chacune des quatre autres unités revues implique quelques processus différents. Ils sont respectivement décrits dans 1) aération étendue

des boues activées avec filtration, 2) mécanismes d'aération avec filtration, 3) croissance aérobie attachée et film fixe anaérobie, et 4) croissance attachée et suspendue.

Le test pour l'élimination de l'azote est une option extra. Aucune aération étendue de station d'épuration de boues activées n'est incluse dans les données d'élimination de l'azote dans le rapport. Parmi les quatre autres unités du tableau, trois ont été testées pour l'élimination de l'azote. Dans le processus de boues activées, les microorganismes éliminent les agents contaminateurs solubles des eaux d'égout en les utilisant comme source d'énergie pour la croissance et la production de nouveaux microbes. Dans la nature les organismes ont tendance à être flocculants et à former des tas qui peuvent se déposer et qui fixent également les matières organiques sous forme de particules. Les matières organiques sont attaquées par les enzymes extra-cellulaires qui solubilisent les solides pour les rendre disponibles aux microorganismes en tant que source de nourriture. La conversion des matières organiques de soluble à solide biologique permet pour l'élimination des matières organiques par sédimentation des cellules biologiques dans le processus de traitement (Grady and Lim, 1980).

L'aération étendue est une modification du processus des boues activées dans lequel on permet aux microorganismes de rester dans le processus de traitement pour de longues périodes. La grande quantité de solides biologiques dans le processus sert d'amortisseur pour les charges massives de matières organique. La longue période d'aération permet aux organismes du système de consommer eux-mêmes, en réduisant la quantité de solides produits par le processus de traitement (NSF, 1996). Le processus des boues activées fait référence à un système de croissance suspendue. L'interruption du processus d'aération pour une longue période peut avoir un impact sérieux sur le processus.

Certaines unités sont conçues pour fournir un milieu une dénitrification suivant le système de traitement aérobie. Ce processus nécessite que l'effluent aéré soit soumis à des conditions anaérobies contenant une source d'énergie (source de carbone) et des bactéries de dénitrification. Ces processus sont accomplis de différentes manières dans chacun des différents systèmes. Le tableau 3 montre que certains systèmes ont été capables d'atteindre un niveau élevé pour la diminution de l'azote total.

Les données journalières dans les rapports des tests montrent en général une performance régulière avec la  $DBO_5$  et les solides en suspension qui sont usuellement inférieurs à 10 mg/l dans l'effluent final et souvent inférieurs à 5 mg/l. Certaines unités ont même montré plus de réponse aux contraintes de charges que les autres en terme d'occurrence de la  $DBO_5$  élevée et de concentration de solides en suspension dans l'effluent. Pour qu'une station d'épuration atteigne la certification en tant que produit fournissant un effluent de classe 1, elle doit produire un effluent qui réponde aux directives EPA pour l'évacuation de l'effluent secondaire. Une concentration de  $DBO_5$  moyenne de 30 jours des échantillons de l'effluent doivent être inférieure à 25 mg/l. La moyenne de  $DBO_5$  carbonée de sept jours doit être inférieure à 40 mg/l. Le critère pour les totaux des solides en suspension sont que la moyenne de 30 jours doit être inférieure à 30 mg/l ; et que la moyenne à sept jours doit être inférieure à 45 mg/l. les données pour toutes les stations d'épuration révisées ont montré des résultats performants en dessous de ces critères maximums pour un état de classe 1.

**Tableau 3. Données des performances obtenues pendant les tests NSF pour les unités de traitement aérobies ; Les valeurs représentent des moyennes sur 28 semaines de tests (toutes les valeurs sont en mg/l sauf pour la température).**

Type de traitement	Etendu	Aération	Activé	Boue	Boue activée épandage à l'air avec filtre	Filtration et aération mécanique attaché	Film Annaer.	Croissance
<b>DBO<sub>5</sub></b>								
Affluent	173	184	148	176	146	143	159	144
Effluent	6	10	14 <sup>1</sup>	7	6	13	5	9
<b>Solides en susp.</b>								
Affluent	189	209	193	213	195	215	182	197
Effluent	7	9	48 <sup>1</sup>	14	6	17	5	7
<b>Temp. Moy. (°C)</b>								
Affluent	17	18	12	17	12		13	12
Chambre	16	17	10	18	13	16		
Effluent	16	17	10	14	11		11	11
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>								
Chambre	1.4	5.0	5.7	8.0		8.9		2.1
Effluent	3.1	2.2	3.0	7.1		6.4		3.7
<b>Azote ammoniacal</b>								
Affluent						22		
Effluent						1.8		
<b>Nitrate</b>								
Affluent						0.5		
Effluent						15		
<b>Total N</b>								
Affluent						33.5		
Effluent						19.9		

<sup>1</sup> De fortes valeurs de la DBO<sub>5</sub> et des S.S. ont été causées par 4 jours consécutifs de fortes valeurs de production. Ces 4 jours ont été omis, la moyenne de DBO<sub>5</sub> est de 6 mg/l et la moyenne des S.S. est de 87 mg/l.

Les données des tests montrent que la qualité de l'effluent ATU est du même ordre que celle des effluents des filtres à sable. Converse and Tyler (1994) ont montré que les effluents évacués par les ATU vers un système d'absorption par le sol septique défectueux ont la capacité de résulter en la rénovation de l'obstruction et représente par conséquent une performance fiable.

**Entretien des unités de traitement aérobie:** comme les autres processus de traitement secondaire, le contrôle régulier et l'entretien des ATU est nécessaire pour s'assurer que les unités continuent de fournir un niveau élevé de traitement et un effluent de bonne qualité. La littérature des fabricants fournit des recommandations sur la fréquence des services et sur les composants à vérifier. Des recommandations sont fournies pour aider les utilisateurs à comprendre ce qui est et ce qui n'est pas approprié de vidanger dans le système. Les propriétaires sont priés d'être attentifs aux changements de bruit ou d'odeur du système ce qui peut constituer les prémices de la nécessité d'un service. Les intervalles des services sont spécifiés pour des vérifications par un distributeur de service qualifié.

## Biofiltres Waterloo

Jowett (1995), rapporte que le développement des Bio filtres Waterloo qui constituent un accessoire utilisant une cellule ouverte en mousse d'uréthane similaire au matériel utilisé dans les filtres goutte à goutte dans une configuration très proche des filtres à sable à re-circulation. Pour une habitation le système peut être hébergé au-dessus d'une structure grillagée d'environ 10 à 12 m<sup>2</sup> de surface au sol ou une grille sous la fosse septique. L'effluent de la fosse septique est pompé sur le milieu synthétique sous forme de petites bulles et l'effluent du milieu est partiellement renvoyé vers la fosse septique ou une chambre de pompage et partiellement évacué vers un système d'absorption par le sol ou vers un autre récepteur final de décharge. Une circulation mécanique de l'air dans le conteneur du bio-filtre est nécessaire afin d'atteindre des niveaux de nitrification similaires à ceux atteints avec les filtres à sable. Les Bio-filtres Waterloo sont des systèmes pour particuliers qui sont commercialisés en Ontario avec l'approbation du Ministère de l'Environnement de l'Ontario (Jowett, 1996).

**Autres systèmes:** de nombreux autres systèmes sont utilisés pour fournir des traitements secondaires dans de petites installations de traitement des eaux d'égout décentralisées ou sur site. La plupart n'ont pas encore fait l'objet d'informations détaillées publiées. Des technologies comme les filtres à flux de surface, les filtres à tourbe, les filtres géotextiles, les filtres à sable agrégé étendus et d'autres systèmes sont utilisés et on rapporte qu'ils fournissent des résultats de traitements comparables aux concepts de traitement secondaires discutés ici. Des technologies très prometteuses apparaissent également pour le futur.

## Attentes et besoins

Le potentiel pour l'utilisation renforcée des technologies de traitement secondaire existantes et le développement d'autres technologies similaires pour les systèmes de traitements secondaires dans de petites installations de traitement des eaux d'égout décentralisées ou sur site est prometteur. Avec un équipement fiable promptement disponible y compris les pompes, les contrôles, les valves automatiques et les diverses canalisations fabriquées facilement avec des tuyaux en plastique - les options sont nombreuses. Des processus de traitement secondaire à petite échelle ont prouvé que la qualité des effluents finaux rivalisait avec celle que les grandes stations d'épuration municipales peuvent atteindre. Ces systèmes permettent d'utiliser des sols faiblement perméables pour compléter le processus de traitement ou peuvent être approuvés pour une décharge en surface précédée d'une désinfection quand nécessaire. De nombreuses conditions de sol ne sont actuellement pas approuvées pour l'évacuation de l'effluent d'une fosse septique ont la capacité d'une élimination fiable des nutriments et d'un processus complémentaire d'élimination des agents pathogènes afin que la protection de la santé publique soit assurée et la dégradation de l'environnement virtuellement éliminée.

Une question reste à résoudre pour certains sites adjacents à des eaux terrestres sensibles où le phosphore constitue le sujet majeur d'inquiétude. Aucun de ces systèmes n'a montré une élimination fiable du phosphore pour les niveaux requis pour l'évacuation dans le voisinage de lacs et de cours d'eau intérieurs sensibles. Cependant ce problème est actuellement soumis aux chercheurs dans plusieurs régions du monde.

Des traitements secondaires fiables avec des programmes d'entretien réguliers fourniront une très bonne qualité continue à long terme et protégeront l'environnement sans avoir besoin d'étendre une collecte centrale chère et des installations de traitement. Une utilisation correcte de cette technologie peut également fournir un instrument pour les administrateurs du zonage local pour planifier et contrôler le développement plutôt que de le laisser s'éparpiller dans tous les coins du pays avec des sites autorisés au développement dictés seulement par les conditions de sol les plus

perméables. En utilisant le traitement secondaire pour éliminer le potentiel pour les eaux d'égout pour obstruer les sols fournit l'occasion d'utiliser les sols qui sont pendant longtemps passés comme non développables jusqu'à ce que le réseau d'égout n'arrive. Il est important pour les praticiens de tous les secteurs de la communauté de traitement des eaux d'égout de devenir familiers avec ces technologies et de des former à ce sujet. Il est impératif que les organisations d'entretien se développent pour prendre soin de ces systèmes afin qu'ils puissent fournir un traitement efficace, long-terme à ses propriétaires.

## Références

- Converse, J. C. and E. J. Tyler. 1994. Renovating failing septic tanks--soil absorption systems using aerated pretreated effluent. In: Onsite Wastewater Treatment Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Individual and Small Community Systems, pp 416-423. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph MI 49085.
- Grady, Jr., C. P. and H. C. Lim. 1980. Biological wastewater treatment: theory and applications. Marcel Decker publishers, New York.
- Jowett, E. C. and M. L. McMaster. 1995. Onsite wastewater treatment using unsaturated absorbent biofilters. *Journal of Environmental Quality*. 24:86-95.
- Jowett, E.C. 1996. Personal communication.
- Loudon, T. L. and G. L. Bernie. 1991. Performance of trenches receiving sand filter effluent in slowly permeable soils. In: Onsite Wastewater Treatment, Proceedings of the 6<sup>th</sup> National Symposium on Individual and Small Community Systems, pp 313-323. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, MI 49085.
- Metcalf and Eddy, Inc. 1991. Wastewater engineering: treatment disposal and reuse. Revised by G. Tchodanoglous and F. C. Burton, pp 1035-1037.
- NSF International Standards 40. 1996. Residential wastewater treatment systems. NSF International, Ann Arbor MI 48113.
- Sandy, A. T., W. A. Sack and S. P. Dix. 1987. Enhanced nitrogen removal using a modified recirculating sand filter (RSF<sup>2</sup>), In: Onsite Wastewater Treatment, Proceedings of the 5<sup>th</sup> National Symposium on Individual and Small Community Systems, pp 161-170. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph MI 49085.
- Siegrist, R. L. 1987. Soil clogging during soil surface wastewater infiltration as affected by effluent composition and loading rate. *Journal of Environment Quality*, 16: 181-87.
- Tyler, E. J. and J. C. Converse. 1995. Soil acceptance of wastewater affected by wastewater quality. In: 8<sup>th</sup> Northwest Onsite Wastewater Treatment short course, pp 96-109. Seattle.

Fabricants d'unités de traitement aérobie qui ont fourni des données :

Aquarobic International  
Bio-Microbics, Inc.  
Clearstream Wastewater Systems, Inc.  
Clearwater Ecological Systems, Inc.  
Delta Environmental Products, Inc.  
Hydro-Action, Inc.  
Norweco, Inc.

*<sup>1</sup>Professor and Extension Agricultural Engineer, Michigan State University; President-elect, National Onsite Wastewater Recycling Association (NOWRA)*

# SYSTEMES MENAGERS ABORDABLES POUR L'ASSAINISSEMENT COMMUNAUTAIRES

**Stephen Hodges**

Centre de développement et de ressource de construction, 11 Lady Musgrave Avenue, Kingston 10, Jamaïque  
Tél: (876) 978-4061, Fax: (876) 978-4062, Email: crdc@jol.com.jm

J'aimerais parler de mes expériences avec les assainissements communautaires dans deux sites d'amélioration de squat à Montego Bay, Roseheights et Norwood sur une période allant de 1995 jusqu'à la fin de l'année dernière. Avant cela, ni moi, ni le Centre de développement et de ressource de construction, l'ONG avec laquelle je travaillais, n'avions d'expérience particulière avec les assainissements communautaires et leurs attributs. Pratiquement trois ans plus tard, j'espère être capable d'indiquer vers quoi, étant donné nos conditions, nous pensons que nous pourrions nous diriger. Chemin faisant j'essaierai de souligner les problèmes liés aux systèmes ménagers que j'ai rencontrés, et quelques mesures de préférence des systèmes ménagers.

Le site était constitué de collines de calcaire, où plusieurs activités d'avant-projet avaient eu lieu. Les forages avaient été effectués, une évaluation de l'impact sur l'environnement des travaux d'amélioration proposés, en particulier l'installation de routes et de l'eau et une étude de tous les lots pour voir quel type d'installation d'évacuation existait et quelques mesures pour les préférences des ménages.

Un mélange de latrines et de solutions bourne d'eau étaient en place, beaucoup ne s'évacuant pas dans des endroits acceptables, et 19% n'avaient pas de solution sanitaire du tout. L'utilisation de « sacs Lada » comme technique d'évacuation devenait de moins en moins acceptable pour les voisins alors que la densité du lieu augmentait.

Il y eu également une tentative d'installation d'ouvrage standard pour le système sanitaire sur le site, qui a construit six unités VIDP de démonstration avec un système d'évacuation pour les eaux grises. La suite de cette tentative, le SSU a comme un de ses premiers devoirs fait courir la rumeur que les VIDP avaient été imposés à la communauté. La résistance aux VIDP était surprenante vu que les unités de démonstration avaient été bien reçues. Nous pouvons seulement supposer que cela était dû à un attribut particulier des VIDP en Jamaïque, vu qu'ils étaient gratuits. Nous ne savons pas si un VIDP avait été payé par un de ses utilisateurs et que celui l'ai plutôt mal posé comment ils auraient été acceptés. En fait, les communautés de toute l'île qui ont besoin d'aide sanitaire demandent maintenant des financements pour des VIDP, même où cela n'est pas la solution optimale. Le fait que le SSU n'offrait rien de gratuit, mais avait un programme de crédit pour permettre aux propriétaires d'acquérir une installation s'ils en avaient besoin, donnait, nous pensons, une mesure plus juste de l'acceptabilité du menu disponible.

Le SSU avait l'intention de développer un menu de solutions qui conviendrait aux conditions du site ainsi qu'à la capacité de remboursement des fonds disponibles. Cela comprenait des latrines ventilées individuelles, des toilettes à compost, des VIDP, des puits d'absorption ainsi que des fosses septiques et des champs de tuiles ou des puits d'assainissement, et des discussions ont eu lieu sur la possibilité de système de fosse septique en copropriété pour des groupes de maisons sur des sites difficiles.

La liste s'est rapidement résumée en un élément, le puits absorbant, fournis avec des toilettes à chasse d'eau (un ravitaillement à faible coût de WC à économiseur d'eau avait été arrangé par l'intermédiaire d'un magasin de matériel de construction). La communauté était évidemment surveillée, ils allaient probablement devenir propriétaire

du lot qu'ils habitaient après l'amélioration et ils savaient ce qu'ils voulaient. Il n'y a jamais eu de créneaux pour une technologie intermédiaire en Jamaïque, probablement parce que c'est trop facile d'installer des standards par des parents du nord, ou au moins des descendants. On ne peut certainement pas les blâmer, alors que l'eau arrivait dans la communauté et qu'un puits allait coûter environ la même chose qu'une VIDP.

D'une autre expérience, les VIDP présentent un second inconvénient pour la Jamaïque, du fait que c'est de la technologie nouvelle, et la coutume de vider les latrines n'existe pas. Trois ans après la construction d'un VIDP on doit enseigner au propriétaire ce qu'il doit avec les déchets, ce qui ne peut pas être montré effectivement quand ils sont neufs et vides.

Quelque peu pour la sauvegarde technique du Projet de santé de l'environnement ainsi que pour quelques cadres du Ministère de la Santé, nous avons trouvé les sols ou marneux ou de matériel à grains fins sur pratiquement tous les trous avec lesquels nous avons travaillé. Lorsque nous avons su que de nombreux puits d'enfouissement qui étaient en usage pour l'évacuation des égouts, nous avons supposé que nous ne puissions pas creuser un trou sans trouver de cave. En réalité, les trous, là où nous les avons trouvés, étaient évidents, et pouvaient être scellés. Inspecter les trous qui avaient été creusés pour rechercher une évidence de cave est alors devenue la tâche des techniciens du SSU. Les conseils techniques étaient perçus de la part de plusieurs agences gouvernementales pour installer des normes pour les puits, pour finir avec un simple règlement de la distance par rapport aux roches dures. Des tests de percolation ont été organisés dans les fonds des puits dans les nouvelles zones, pour respecter le règlement. En dépit d'une approche qui visait un accord d'une expertise technique et administrative de grande envergure, le SSU fût critiqué à partir de ce jour pour ne pas « sceller les puits », ce qui, dans un système d'arrivée d'eau intermittente n'aurait aidé personne.

Le reste de l'approche du SSU a entraîné moins de critiques, et en fait beaucoup de louanges. L'équipe a mis en place une unité de service d'orientation qui voyait quelque peu les ménages comme des clients, et chargeaient 7,5% de l'investissement pour toute une gamme de services, y compris l'inspection, la conception, l'installation, l'arrangement d'un contractant, les inspections du site le paiement des services de connections au prêt, l'acquisition d'une liste de matériaux lourds pour aider à compléter la structure des salles de bains et l'inspection finale par l'Inspecteur de la santé publique. De plus l'unité faisait fonctionner un programme d'éducation publique, travaillant avec la communauté sur leurs problèmes, formant et supportant les équipes d'animateurs de la communauté quand resteraient dans la communauté quand le SSU s'en irait et contrôlèrent plusieurs indicateurs significatifs pour la santé publique. A cause de certains problèmes d'évacuation, le SSU travaille maintenant sur les questions d'évacuation des eaux grises dans la communauté en essayant de produire du matériel de formation.

Ayant plus que surpasser ses nombreux objectifs, en terminant avec un recouvrement pratiquement total des frais et en mettant de côté des fonds utiles pour la durabilité, le CRDC a laissé le SSU ouvert pour superviser le travail d'assainissement dans la communauté.

Je devrais à ce stade faire un appel pour les crédits à libérer à des fins sanitaires. Le SSU a prouvé qu'une unité pouvait faire une bonne utilisation de ces crédits en faisant un travail sanitaire, et en particulier en parvenant à recouvrer les frais tout en produisant de nombreuses solutions acceptables substantielles.

Le CRDC espère intéresser certaines agences gouvernementales en assistant avec des crédits afin que la collaboration qui a été réalisée dans le projet de Montego Bay puissent s'étendre aux nombreuses autres communautés qui ont besoin d'aide. Nous avons entamé un projet, ACES (Advancing Cooperation in Environment and

Sanitation : Coopération avancée dans l'environnement et l'assainissement) pour aider pour la formation, l'information, les conceptions, les plaidoyers et les persuasions nécessaires pour rendre d'autres agences actives dans le domaine sanitaire, et de les amener dans certaines organisations qui devraient être actives.

Cela me laisse travailler avec quelques questions techniques laissées en suspend. Est-ce que quelqu'un peut jauger la charge de nutriments provenant des VIDP quand ils sont vidés et vaporisés sur les plantes, par rapport aux puits d'absorption et aux fosses septiques. Est-ce que c'est la seule solution de collecte et de traitement, mis à part si personne n'habite sur le terrain ? Nous nous sentons particulièrement exposés d'avoir fait des compromis, pris des décisions avec la communauté en tant que partenaire, avec peu de données pour nous secourir. Est-il vraiment impossible d'avoir de l'eau courante et d'être écologiquement rationnels ?

## **DEUXIEME PARTIE**

### **RAPPORTS DES PAYS**

# ATELIER REGIONAL SUR L'APPLICATION DES TECHNOLOGIES ECOLOGIQUES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES

David A. Matthey DPH, CPA, BSc (UWA)

Inspecteur général de la Santé publique, Ministère de la santé et des affaires publiques, Antigua, 1998

## Introduction

L'évacuation des eaux d'égout brutes dans l'eau les cours d'eau et l'environnement marin mettrait inévitablement en danger la santé publique de n'importe quel pays. L'élévation du niveau de vie et l'augmentation de l'industrialisation, y compris le tourisme, a résulté en une quantité d'eaux usées à évacuer de plus en plus importante. Cependant plusieurs types de systèmes individuels sont utilisés. Notamment le **systèmes des seaux** (systèmes de vidange nocturne) **puits individuels**, **les fosses septiques** et **les puits d'assainissement** et les nouvelles **stations d'épuration d'empaquetage**.

Les états insulaires jumeaux de Antigua et Barbuda souffrent de sécheresses sévères. Au cours des dix dernières années les précipitations annuelles n'étaient que de 91 à 107 cm par an. Avec un tourisme florissant et une industrie touristique en expansion et un taux de consommation journalière de 14,38 millions de litre d'eau par jour.

## Sources de pollution

**Systèmes des seaux** – Le Bureau central de la Santé, une division du Ministère de la Santé fait actuellement fonctionner ce système pour un très faible pourcentage de la population. Les excréments humains sont stockés dans des seaux et collectés auprès des résidents entre 22 h et 5 h. Les déchets sont transportés vers un site de pompage où ils sont enterrés dans des tranchées de 60 cm de profondeur. Deux cent vingt résidents utilisent ce système qui, de temps en temps, éprouve des difficultés quant à sa gestion quotidienne et son efficacité.

**Fosses septiques** – Ce système est utilisé dans le pays par environ 65% des résidents et du secteur commercial. Dans la ville de St John la structure prédominante du sol est l'argile et la surface de terrain disponible pour les constructions (résidentielles et commerciales) est très limitée. Cette situation a eu pour résultat que les fosses septiques moyennes sont sous dimensionnées par rapport au nombre de chambres et de salles de bain. Peu d'attention est également accordée à la perméabilité du sol.

**Station d'épuration d'empaquetage** – Les résultats d'une enquête de l'Institut de l'environnement des Caraïbes (CEHI) et de l'Organisation panaméricaine de la Santé (PAHO) en 1992 a révélé que 88% des stations d'épuration d'empaquetage fonctionnaient en dessous de leurs normes. De plus, les résultats ont montré que 12% des stations fonctionnaient bien, 35% fonctionnaient modérément, 24% fonctionnaient mal et que les 24% des stations restantes n'étaient pas opérationnelles.

L'effluent de 12 des stations d'épuration était chloré avant évacuation. Dans quelques stations les tablettes de chlore étaient placées dans le flux de surface du clarificateur, ce qui est un moyen très inefficace de désinfection. L'effluent de ces stations était évacué

directement dans le milieu marin, les lagunes salées et dans des drains des couloirs de drainages. Dans quelques cas il était recyclé pour l'irrigation.

### **Implications pour la santé publique**

Il existe plusieurs maladies contagieuses bactériennes, virales, de rachitisme et des helminthes qui sont transmissibles par des agents et des vecteurs de l'environnement qui ont la capacité de s'installer dans les humains par des agents pathogènes qui vivent dans les excréments des personnes infectées et poursuivent leur chemin dans l'eau, la nourriture ou les sols jusqu'à un autre organisme humain. « Par la suite, le manque de traitement des excréments humains entretient ces maladies ». Le système de fosse septique a le potentiel d'atteindre des objectifs d'hygiène admirables et il est plus facile à maintenir propre et inodore qu'un trou de jardin. La controverse avec le système des fosses septiques à Antigua et Barbuda n'est pas leur déficience hygiénique mais leur déficience au niveau du processus d'évacuation, pressé entre deux petits lots dans un sol à la perméabilité limitée.

À St John les effluents des fosses septiques sont déchargés directement ou grâce à une fuite dans les caniveaux ou autre drainage ouvert. Ces effluents, au mieux, ont simplement reçu un traitement primaire. Les eaux grises du bain, de la lessive, de l'évier etc., sont généralement pompées directement vers les caniveaux et les drainages ouverts vers la baie.

La typhoïde et les gastro-entérites infantiles sont deux maladies indicatrices de problèmes d'évacuations des excréments et des égouts. Selon le rapport de l'atelier du PAHO de 1985, 60% des cas annuels de gastro-entérites rapportés proviennent de St John où le système d'égouts se trouve être insalubre.

### **Cadre institutionnel**

Le Bureau central de la Santé (CBH) en collaboration avec l'Autorité de contrôle du développement (DCA) a examiné toutes les stations d'épuration en vue de nouveaux développements dans l'île. Au cours des cinq dernières années un total de 4 194 stations a été examiné et approuvé. Les taux de percolation suivants (tableau 1) sont utilisés ayant comme base le type de sol.

**Tableau 1. Taux de percolation pour Antigua et Barbuda**

Type de sol	Taux par mn/cm
Argileux	Plus de 23,6 mn/cm
Volcanique	9,8 mn/cm
Sol superficiel	7,9 mn/cm
Marneux	7 mn/cm
Limoneux	5,5 mn/cm
Calcaire	5,2 mn/cm
Sol superficiel / argileux	13,8 mn/cm
Sol superficiel / limoneux	13,8 mn/cm
Sol superficiel / marneux	3,9 mn/cm

La taille des fosses septiques est calculée en se basant sur le nombre de chambres et une moyenne de consommation d'eau de 113,5 l/jour/personne, quand seules les eaux usées des toilettes vont dans la fosse septique. Quand toutes les eaux usées doivent être évacuées dans la fosse septique le critère est alors calculé avec un usage minimum de 227 l/personne/jour. (Tableau 2).

**Tableau 2**

**Eau de toilette  
seulement  
114  
l/personne/jour**

**Toutes les eaux usées combinées  
228 l/personne/jour**

Nombre de chambre	Vol. l	Liq. Profondeur	Ext. Longueur	Ext. Largeur	Vol. l	Liq. Profondeur	Ext. Longueur	Ext. Largeur
*2	2 727	4'	10'-0"	3'-10"	2 727	4'	10'-0"	3'-10"
*3	2 727	4'	10'-0"	3'-10"	4 091	4'-6"	12'-0"	4'-0"
*4	2 727	4'	10'-0"	3'-10"	5 454	5'-0"	12'-3"	4'-6"
5	3 409	4'	11'-0"	4'-2"	6 818	5'-0"	13'-6"	5'-0"
6	4 091	4'-6"	12'-0"	4'-0"	8 181	5'-0"	14'-7"	5'-4"
7	4 773	4'-6"	12'-6"	4'-6"	9 545	5'-0"	15'-8"	5'-8"
8	5 454	5'-0"	12'-3"	4'-6"	10 909	5'-0"	16'-7"	6'-0"

\*la capacité minimum de n'importe quelle fosse septique de Antigua et Barbuda est de 2 727 l.

### Surveillance de l'environnement

Le département CBH du ministère de la Santé surveille l'environnement proche du rivage pour garantir son état depuis 1989 en collaboration avec l'Institut de la Santé de l'environnement des Caraïbes. Les taux de coliformes fécaux, de streptocoques fécaux sont utilisés comme indicateurs du niveau de pollution. Quatre catégories ont été utilisées ;

- (1) FC:FS>4 - Pollution provenant de déchets humains
- (2) FC:FS<0.7 - Pollution provenant du bétail et des volailles
- (3) FC:FS 2 à 4 - Pollution de diverses origines mais principalement humaine
- (4) FC:FS 0.7 à 1 - Pollution de diverses origines mais principalement due au bétail et à la volaille

Les échantillons tombent en général dans la catégorie 2 ce qui montre que les pollutions actuelles sont liées au bétail et à la volaille. Les zones principalement contrôlées sont des plages de loisirs.

La majorité des hôtels et quelques centres d'affaires utilisent des stations d'épuration d'emballage sur les îles, il y en a 34 à l'heure actuelle. En 1994 une étude du PHAO a révélé que 88% de ces stations ne fonctionnaient pas correctement en se basant sur un effluent avec 30 mg/l de DOB et un TSS de 30 mg/l.

### **Technologies écologiquement rationnelles**

Quand on se concentre sur une nouvelle technologie et que l'on essaie de déterminer si cette technologie est ou n'est pas approprié ou écologiquement rationnelle pour la situation, de nombreuses variables doivent être prises en considération comme;

La fonctionnalité et le processus de performance

La durabilité

Le coût et son accessibilité

La fonctionnalité et le processus de performance sont relatifs à la capacité de la technologie d'améliorer la santé publique et les conditions écologiques dans les conditions existantes. La technologie doit avoir la capacité d'éliminer les polluants présents et d'assurer une évacuation sûre des rejets liquides et solides. Le critère de durabilité d'une technologie nouvelle doit s'assurer qu'il existe pour l'installation un potentiel de fonctionnement continu pour le futur.

Le dernier point que je veux mentionner ici est la notion de coût et de son accessibilité, avant la mise en œuvre de n'importe quelle technologie nouvelle nous devons nous assurer de savoir si les coûts en valent la peine lorsqu'on les compare avec d'autres technologies.

### **Références**

Caribbean Conservation Association

The Island Resources Foundation, Environmental Agenda for the 1990's, Sept. 1991.

Antigua and Barbuda Environmental Profile, April 1991.

*CIBA-GEIGY Corporation*

Caribbean Desalination, A technical operational seminar, Aruba 1991

CEHI/PAHO

Assessment of Operational Status of WasteWater Treatment plants in the Caribbean, December 1992

Chanlett, Emil T., Environmental Protection, McGraw-Hill Book Company, 2<sup>nd</sup> edition, 1979

Chemistry and Food Technology

Dunbar Scientifica, Ministry of Agriculture, Fisheries, Lands and Housing., Dunbars, Antigua, Vol 2, No 1, 1991.

Davis, Mackenzie L./David A. Cornwell, Introduction to Environmental Engineering, McGraw-Hill series, 2<sup>nd</sup> edition, 1991

1. Freedman, Ben., Sanitarian Handbook, Theory and Administrative Practice for Environmental Health, Peerless Publishing Co., 4<sup>th</sup> edition, 1977.
2. PAHO/WHO, Workshop on the Operation and Maintenance Waste Water Treatment Plants, Antigua., Aerobic Biological Systems, 15-18 November 1994.
3. Salvato, Joseph A., Environmental Engineering and Sanitation, Wiley-Interscience Publication, 1982.
4. Wagner, E.G. and J.N. Lanoix, Exreta Disposal for Rural Areas and Small Communities, WHO Geneva, 1958.



# **UNE APPROCHE GLOBALE DE LA GESTION DES EAUX USEES EST UNE NECESSITE PLUS QU'UN CHOIX POUR LES PETITES ILES**

## **(POINT DE VUE D'UN RESPONSABLE POLITIQUE)**

**Dr. Ing. Elton L. Lioe-A-Tjam**

Directorat de VROM, Gouvernement de Aruba, Wayaca 31-C, Oranjestad, ARUBA  
Tél: 297-832345, Fax: 297-832342, Email: vromaua.dir@setarnet.aw

Article préparé pour l'UCR /CAR du PNUE atelier sur  
Adopter, appliquer et faire fonctionner des technologies écologiquement rationnelles pour le traitement des eaux usées domestiques et industrielles, novembre 1998, Montego Bay, Jamaïque.

Drs. Ing. Elton L. Lioe-A-Tjam  
Directeur du directeurat de VROM,  
Ministère de la Justice et des Affaires Publiques  
Professeur adjoint de MAPTS,  
Université d'Anchorage, Alaska.

### **Introduction**

Les inquiétudes relatives aux eaux usées non traitées datent de l'empire romain où les canalisations d'égout étaient dans une certaine mesure séparées de l'eau potable. Beaucoup plus tard à Paris, le résultat de l'urbanisation fit sévèrement ressentir le besoin de canalisations d'égout. Paris dû réaliser le premier réseau d'égout « moderne » du monde. Beaucoup d'autres villes ont suivi. La réalisation de canalisations d'égout signifiait la solution directe de l'aspect hygiénique dans le proche environnement des villes mais n'a pas résolu le problème des eaux usées qui étaient déversées « à l'autre bout des canalisations ». Le déversement des eaux brutes n'est en fait pas un problème si l'entité aquifère receptrice est « capable » d'assimiler suffisamment cette décharge. Ceci signifie que la capacité de purification biologique (capacité de tampon) est capable de traiter « des substances étrangères qui ont été déposées dans la masse d'eau ».

Le traitement des eaux usées s'est développé en trois étapes.

Etape 1: Aspects hygiéniques. Lors de cette phase l'accent a été mis sur l'élimination et le traitement des matières fécales brutes flottantes qui constituaient un danger pour la santé humaine. Les stations d'épuration étaient conçues pour traiter les eaux brutes;

Étape 2: Aspects environnementaux. Dans cette phase les préoccupations environnementales ont été jointes. Les mesures de réduction de la nitrification résultant du déversement des effluents des stations d'épuration dans les entités aquifères sont un exemple de ce souci environnemental;

Étape 3: Aspects des effets. Lors de cette étape l'accent s'est déplacé vers la toxicité des décharges de l'effluent (enrichi ou non avec les précipitations chimiques) sur les organismes.

L'objectif de cet article n'est pas de discuter des aspects techniques du traitement des eaux usées mais de traiter des aspects de la gestion qui sont souvent considérés comme un processus distinct. Cet article traitera des problèmes que les petites îles rencontrent dans la gestion des eaux usées et de la nécessité d'une approche intégrée.

## **Urbanisation**

Les deux dernières décennies ont vu la croissance économique de la plupart des îles des Caraïbes principalement à cause du changement ou de l'introduction du tourisme. Ceci n'a cependant pas modifié la structure économique globale. La plupart des îles continuent d'avoir une économie de « pilier économique isolé » avec peu de diversification. Cette structure économique simple a conféré à beaucoup de ces îles un niveau de vie plus élevé.

La croissance économique est également accompagnée de :

- Une augmentation de la population;
- Une augmentation de visiteurs étrangers;
- Une augmentation des terrains utilisés;
- Une augmentation des déchets (solides et liquides).

Les développements économiques des îles des Caraïbes peuvent être divisés en:

1 'classique';

2 'moderne'.

*Ad 1. Ces types de développement ont un cadre historique c'est à dire que des « villes » se sont formées autour d'un centre économique.*

*Ad 2. Ces types de développement ont été établis de façon « éparpillée » dans tout le pays par exemple les développements touristiques.*

Ces développements ont une fonction de « facteur d'attraction », ce qui signifie que des installations (résidentielles et /ou commerciales se développeront dans le voisinage de ces développements). Le résultat est la formation d'une surface plus grande du réseau des installations. A côté de cet « effet de réseau », les développements induisent également une stratification des apports plus importante. Cette stratification se transforme en une « dispersion urbaine ».

## **Eau**

La majorité des îles des Caraïbes utilisent les eaux souterraines ou de surface comme source d'eau potable. Les eaux de surface ont aussi une autre fonction dans les zones rurales comme la lessive dans les rivières et les transports sur les cours d'eau. Le remplissage de ces masses d'eau dépend uniquement des précipitations.

Un nombre toujours croissant d'utilisateurs (résidents ou étrangers) signifie:

- une revendication plus importante des terrains;
- des utilisations conflictuelle;
- une utilisation de l'eau plus importante;
- épuisement des entités aquifères.

Nombreux de ces nouveaux développements peuvent être situés au-dessus d'un aquifère ou le long d'un cours d'eau ou au bord d'une étendue d'eau, avec la possibilité que la masse d'eau soit contaminée ou s'épuise.

L'utilisation de l'eau aura finalement pour résultat le déversement d'eaux brutes. Ce déversement peut se faire par un ruissellement de surface, par infiltration ou être directement déversé dans la masse d'eau. L'eau recherchera toujours le niveau d'énergie le plus bas et s'y accumulera. Si les eaux brutes sont déversées des deux premières façons, la durée du transport et la filtration par ces moyens diminuera la « charge » reçue par la masse d'eau. Cependant ces types de décharge ont des implications hygiéniques dépendant de la charge et de la méthode utilisée. La durée, la capacité de purification et la « charge » déterminent la fonction de la masse d'eau.

Sur certaines îles de nombreuses masses d'eau ont de multiples fonctions. La gestion des eaux est nécessaire.

### **Infrastructure**

Le traitement des eaux usées est une affaire très coûteuse étant donné que les canalisations d'égout et les stations d'épuration ont été installées pour diminuer les problèmes environnementaux. Les coûts varient en fonction :

- du type, de la méthode et de la longueur des canalisations;
- du concept de la station d'épuration.

L'étalement urbain et la planification dispersée ont conduit à l'occupation de grandes surfaces où les canalisations d'égout et les stations d'épuration doivent se développer. Cet aspect est l'un des facteurs principaux du coût de la mise en œuvre des politiques de gestion des déchets.

De plus, suivant la politique d'utilisation des sols, le terrain nécessaire souvent, n'appartient pas au gouvernement, ce qui conduit à des coûts encore plus élevés.

L'aspect du concept de la station d'épuration est crucial. Le concept de la station d'épuration ne détermine pas seulement la surface de terrain requis mais aussi la maintenance et la qualification de la main d'œuvre. Une station d'épuration complexe nécessite une maintenance importante et une main d'œuvre qualifiée pour faire fonctionner la station. L'insuffisance de l'un de ces composants conduirait finalement à un fonctionnement de la station qui ne serait pas optimal (gestion de la technologie).

## Etude de cas: Traitement des eaux usées à Aruba



### *Description de l'île*

- Population: environ 93.000 habitants.;
- Visiteurs: environ 750.000/an;
- Foyers: environ. 26.000;
- Chambres d'hôtel: environ. 7000
- Superficie: 181 km<sup>2</sup>.

### *Situation actuelle des eaux usées*

- L'eau dessalée est utilisée pour tous les usages comme la lessive etc. La consommation d'eau est de 170 l par personne et par jour ;
- La plus grande partie des eaux usées produites est déversée dans des fosses septiques (collecte décentralisée. Une partie est utilisée à des fins d'irrigation, le reste s'infiltré dans le sol;
- 26% est collecté et transporté à des stations d'épuration;
- 6% des eaux usées des ménages sont déversées directement, sans traitement, dans la mer;
- lors des fortes pluies le surplus se déverse dans la mer;
- les eaux des processus de refroidissement thermique sont déversées quotidiennement dans la mer par les compagnies de service général (36.000 m<sup>3</sup>) et les raffineries de pétrole (60.000 m<sup>3</sup>);
- deux stations d'épuration (35.000 équivalent personne. et 15.000 équivalent personne.). Les stations sont de type boue activée avec traitement aux U.V. et système de compaction.

### *Goulet d'étranglement actuel*

- la majorité des canalisations d'égout existantes ont dépassées leur longévité technique. On peut supposer que toutes ces canalisations doivent être remplacées.
- Insuffisance de la capacité de pompage;
- Sous-sol limoneux;
- Système mélangé des canalisations d'égout c'est à dire que les eaux de pluies et les eaux usées brutes sont dans les mes canalisations d'égout.

### *Activités initiées*

- Inventaire su système actuel;
- Conception du schéma directeur « Afvalwaterstructuurplan Aruba 1997-2010 »;

- Ebauche de la législation nécessaire;
- Intégration des divers plans de politique comme le Plan national de politique environnementale 2000-2005 (projet);
- Conception de systèmes et de paramètres de contrôle automatiques.

### Normes proposées pour la qualité des effluents

Paramètres	Unité	Site naturel	Site d' irrigation	Mer
DBO	Mg/l	<20	<20	<20
N <sub>tot</sub>	Mg/l	10	--	--
P <sub>tot</sub>	Mg/l	<3,0	--	--
TSS	Mg/l	15	<50	<15
E.coli	n/100 ml	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>5</sup>	<10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>5</sup>

### Approche globale

La réalisation d'une politique de gestion des eaux usées implique une « gestion complète de la chaîne ». Ceci entend de considérer les problèmes à la source et à l'embouchure, en intégrant les autres disciplines plutôt que de se pencher seulement sur l'aspect technique. Les autres disciplines qui sont directement reliées à la gestion des eaux usées sont par exemple :

1. la planification;
2. la législation;
3. le domaine social.

*Ad 1. la localisation des stations dépuración dépend de l'utilisation des terrains, des fonctions de zonage et des réglementations et des installations existantes comme les sites d'enfouissement des déchets. C'est ici que la planification physique joue un rôle crucial.*

*Ad 2. une législation claire et adéquate est nécessaire pour fournir le cadre légal requis.*

*Ad 3. l'implication de la communauté est essentielle pour se prévenir des « mythes » et de la stimulation des autres programmes associés aux installations de traitement comme les programmes de réduction de la consommation d'eau.*

Fondamentalement les procédures à suivre dans la mise en œuvre du système de gestion intégré sont:

1. caractérisation des sources c'est à dire diffuses ou ponctuelles;
2. politiques de conception c'est à dire schéma directeur;
3. rédaction de la législation;
4. développement d'outils de décisions d'aides;
5. mise en œuvre et contrôle.

### Conclusions

- La plupart des îles dépendent du tourisme. Le dilemme est constitué par le fait que de nombreux problèmes sont relatifs au développement de l'industrie sur les îles, mais le

résultat est qu'une gestion mauvaise ou erronée des eaux usées marquera également la fin de cette activité économique

- L'implication des différents groupes d'intérêts est essentielle vu que les coûts sont très élevés et doivent être partagés, d'autant que les gouvernements n'ont pas les ressources nécessaires.
- L'intégration de la planification physique est cruciale et doit être synchronisée.

# TRAITEMENT ET EVACUATION DES EAUX USEES AUX BAHAMAS

**Christal Francis**

Organisme pour les eaux et des égouts, P.O. Box N-3905, Nassau, BAHAMAS

Tél: 242-323-7474 ext. 5738, Fax: 242-322-5080

## Introduction

L'Organisme pour les eaux et des égouts est une organisation pratiquement gouvernementale établie selon l'Acte de l'Organisme pour les eaux et les égouts (1976) avec la responsabilité de la réserve en eau et des services d'égout aux Bahamas. L'étendue actuelle de ses activités comprend le service des eaux et des égouts de New Providence et le service des eaux dans plusieurs des îles les plus peuplées de Family Islands.

La principale méthode de collecte des eaux usées et de système d'évacuation à travers le pays est constituée par les fosses septiques et les systèmes de latrines à fosse (90%) et les 10% restant sont reliés à des systèmes centralisés de collecte des eaux usées, qui incluent les îles de Grand Bahama et de Abaco.

A New Providence environ soixante cinq pour-cent (65%) de la population totale réside sur l'île et seulement 15% des ménages sont reliés à un système centralisé de collecte des eaux usées et continuent d'utiliser les fosses septiques et les latrines à fosse. Le tableau ci-dessous donne un résumé du nombre de connections en service et du taux de croissance dans ce secteur.

DESCRIPTION	COMPARAISON ANNUELLE DU TOTAL DE CONNECTIONS A L'EAU ET AUX EGOUTS POUR LES ANNES CLE A NEW PROVIDENCE					
	Unités	1977	1980	1985	1990	1996
Connections aux égouts	no.	2,720	2,842	3,131	5,008	n.a.
Connections à l'eau	no.	22,300	23,188	26,430	28,645	n.a.

En général, les installations d'égout sont des conduits d'égouts conventionnels fonctionnant avec la pesanteur enfouies dans des tranchées qui parcourent le centre des routes avec des bouches d'égout à intervalles réguliers n'excédant pas 120 mètres. Les canalisations d'égout sont construites en béton, en argile vitrifiée et tuyaux en PVC d'une taille allant de 4" à 21" de diamètre. Tous les pompages ou les stations d'élevage sont standardisées avec des pompes et un équipement submersible Flygt

## Fonctionnement de la station

Il y a six zones de drainage indépendantes avec des processus de traitement allant du traitement primaire au traitement secondaire. Les six zones et le type de traitement sont listées ci-dessous.

<b>Malcom Park</b>	-	Traitement primaire
<b>Yellow Elder Gardens</b>	-	Secondaire
<b>Eastern District – Fox Hill</b>	-	Secondaire
<b>Pinewood Gardens</b>	-	Secondaire mais pas opérationnel
<b>Flamingo Gardens</b>	-	Secondaire mais pas opérationnel
<b>Nassau International Airport</b>	-	Secondaire mais appartenant à un particulier

Toutes les eaux d'égout collectées de manière centralisée sont essentiellement de nature domestique avec une moyenne de concentration de l'effluent de DBO<sup>5</sup> et de solides en suspension de 200 mg/l. L'efficacité du processus de traitement est conforme aux normes nationales de 35 mg/l DBO<sup>5</sup> et de 30 mg/l de solides en suspension pour l'évacuation. L'effluent final doit également être chloré avec un minimum de 0.5 ppm. L'évacuation de l'effluent final comprend l'injection assez profonde dans des puits encaissés dans l'eau de mer (d'une profondeur de l'ordre de 75 à 222 mètres), ou contrôlé via la décharge et le recyclage par des techniques de champs de drains, de lagunes ou de filtres à sable. Alors que la pratique d'évacuation des eaux usées dans les eaux de surface n'existe pas, les dispositions pour l'utilisation d'un traitement tertiaire contre toute contamination est permise dans ce cas et basé sur la certification des performances et de la conception des installations.

Toute la boue du processus de traitement est séchée via des couches de séchage de boue et par la suite épandue sur la terre. Il existe un site de réception central des captages avec des lagunes anaérobies et facultatives desquelles l'effluent est déchargé dans un puits d'évacuation à une profondeur de 75 mètres. Le système de lagunes est assez nouveau aux Bahamas et a été mis en service en juin 1996. Depuis lors les lagunes n'ont pas encore été désembourbées.

Avec la perspective du sort des eaux usées et des ultimes implications environnementales, le Département pour les services de santé de l'Environnement (DEHS : Department of Environmental Health Services) est la principale agence de réglementation gouvernant les prévisions et les performances des installations de traitement dans le pays. Le Département a la responsabilité et l'autorité de contrôler spontanément toutes les installations et d'agir en tant qu'agent de renforcement de la Corporation des eaux et des eaux usées.

## **Développement du réseau national d'assainissement**

Pour accomplir efficacement sa tâche de développement du réseau d'assainissement, la politique du gouvernement pour le développement de l'infrastructure est énoncé dans un manifeste qui défend la protection et la préservation de l'environnement grâce à la gestion adéquate des eaux usées, y compris l'expansion du réseau d'assainissement de collecte et des installations de traitement. Les requêtes spécifiques qui gouvernent les besoins pour la collecte des égouts et les installations de traitement sont soulignées dans le Code de construction des Bahamas (Bahamas Building Code) et les règlements qui en émanent pour les subdivisions. Le Code de construction demande l'installation d'une station de traitement dans les développements qui ont un flux d'eaux usées supérieur à 600 gallons américains (2 268 litres) par jour ce qui pousse le règlement de la subdivision de 24 lots demandé aux promoteurs pour installer une collecte d'égouts et un système de station d'épuration.

Tous les schémas d'ingénierie des systèmes, y compris les stations de relevage et la sélection du matériel, doivent être approuvés par la Corporation pour les eaux et les eaux usées. Tous les schémas sont en partie basés sur une moyenne journalière de 50 gallons/personne/jour (189 l/pers./j). La subdivision et la réglementation sur la

conception servent à forcer et faciliter les dispositions quant à l'eau et les installations pour les eaux usées pour les nouvelles subdivisions et les développements privés, qui seront aux normes et compatibles avec la collecte, le traitement et le système d'action publics actuels et futur.

Quand un promoteur privé complète une infrastructure, la Corporation pour les Eaux et les eaux d'égout s'assure que les eaux usées sont testées à la lumière pour s'assurer de l'alignement et de l'infiltration afin de confirmer l'existence d'un gradient correct et du joint des tuyaux pour toutes les connections des propriétés individuelles en pente. On devrait également noter que là où il existe un système de collecte, les nouvelles constructions dans un périmètre de 1 800 mètres autour du système sont légalement reliées pour se connecter au système.

On attend des pratiques et des exigences mentionnées ci-dessus d'assurer alors que le taux de développement progresse, qu'il y aura une diminution significative des fosses septiques qui ferait également diminuer le taux de pollution des eaux souterraines.

### **Traitement des égouts et gestion des résidus**

En dépit de la méthode de traitement des égouts utilisée, la gestion de ces résidus est de la plus grande importance. La méthode de traitement la plus communément employée dans le pays est le traitement secondaire utilisant le processus d'aération étendue avec le traitement des boues via des couches d'assèchement des boues. Les boues séchées ont de nombreux usages utiles, cependant, l'absence d'un marché viable continue de dissiper l'orientation du public, la promotion et l'acceptabilité.

Malcom Park est la plus ancienne et la plus vaste zone de drainage qui englobe la zone commerciale du centre ville avec environ 2 500 à 3 000 propriétés contribuables. La plupart des canalisations d'égout ont été remplacées avec de l'argile vitrifiée et des tuyaux en PVC. Le point final de la collecte est l'installation de traitement primaire de Malcom Park qui a été renforcé et mis en service en août 1993. Les égouts sont filtrés avant d'être élevés vers les cuves de sédimentation primaires et la boue est retirée et transportée vers un lieu de réception de septage, l'effluent est déchargé dans un profond puits d'évacuation à une profondeur de 222 mètres. La station reçoit une moyenne de 3 millions de gallons impériaux par jour (MIGD).

Les égouts originels de Yellow Elder Gardens et la zone de Oakes Fields faisait partie du Complexe d'habitation de la Royal Air Force (1940). Ce système ne pouvait malheureusement pas être utilisé complètement après la subdivision et le re-développement des propriétés car la plupart des systèmes de connections appartiennent maintenant à des propriétés privés et l'accès y a été limité. Pour accommoder un projet gouvernemental d'habitation à faible coût, un système par le vide a été mis en œuvre en 1960 et a plus tard été converti en égout conventionnel à effet de gravité en 1989. Cette zone englobe environ 10 miles d'égout avec un site de collecte finale constitué par les Installations de traitement de Yellow Elder Gardens. La station d'épuration reçoit environ 0,45 MIGD.

Le district sud-est comprend plusieurs développements de subdivisions particulières avec environ 10 miles de d'égouts. Ils ont tous été construits au cours des douze dernières années, mais le système n'est pas complètement utilisé à cause du taux modéré du développement. Le point de collecte finale du flux est l'Installation de traitement de Fox Hill avec une moyenne d'environ 0.4 MIGD.

Les zones de drainage de Pinewood et de Flamingo Gardens comprennent environ 5 miles d'égout chacune. Les eaux usées collectées sont évacuées dans des puits profonds sans traitement en attendant l'achèvement des installations de traitement des eaux usées. Les capacités de traitement des installations sont toutes les deux de 0.5 MIGD.

## **Plans nationaux pour les œuvres d'assainissement**

On planifie au niveau national, que la subdivision du développement aidera à propager, l'élimination des systèmes de fosse septique. Cette orientation se manifeste par les pratiques en cours lors des installations de fosses septiques sur les propriétés en bordure de route pour préparer à l'accommodation à la connexion future au système d'assainissement centralisé quand celui-ci sera disponible.

## **Conclusion**

Aux Bahamas, le fonctionnement adéquat et la maintenance de stations de traitement secondaire joue un rôle intégral pour l'efficacité de la collecte des eaux usées, du traitement et de l'évacuation. En tant que pays en développement, l'intérêt et la tendance vont vers une technologie plus appropriée au climat et à l'environnement, et qui devrait spécialement protéger les ressources en eaux souterraines. Grâce à l'application d'une technologie plus appropriée, le pays s'engage à protéger et à encourager un environnement pur si vital pour la santé du peuple et l'économie de la collectivité.

# TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES A BARBADE

**Anthony S. Headley**

Deputy Chief en ingénierie environnementale (ag), Division d'ingénierie environnementale  
Ministère de la Santé et de l'Environnement, Culloden Farm, Culloden Road, St. Michael, Barbados  
Tél: 246-436-4820/6, Fax: 246-228-7103, Email: [msquared@surf.com](mailto:msquared@surf.com)

## 1.0 Introduction

A l'heure actuelle Barbade peut être définie comme un petit état insulaire dont l'économie est en transition. Le pays a soutenu la croissance économique au cours des quatre dernières années, l'espérance de vie de la population augmente alors que réciproquement plus de maladies chroniques sont traitées par le système de santé. Dans le domaine de la gestion de l'environnement, de récentes études indiquent que les ressources en eau souterraine montrent des signes de détresse de la part des activités humaines en terme de qualité et de quantité. La qualité de l'eau de mer se détériore ce qui entraîne une diminution de la diversité et de l'abondance des systèmes de récifs coralliens et des ressources de pêche. De façon générale, Barbade fait face à des problèmes associés au développement du commerce, de l'habitation, de l'économie et de la politique qui sont les miroirs dans lesquels le développement en question a tendance à se refléter dans le monde développé d'aujourd'hui.

Depuis 1992, les responsables politiques sont engagés dans de constantes discussions sur le développement durable avec une approche contrôlée systématique pour la mise en œuvre d'une politique de développement durable. *L'une des principales questions posées lors de ces discussions, qui concerne tous les groupes d'intérêts et les habitants de la Barbade, est : comment préserver la qualité de notre environnement pour notre satisfaction et celui des générations à venir ?*

Jusqu'alors vous devez probablement vous demander ce que tout cela a avoir avec le traitement des eaux usées domestiques et industrielles. Cependant, avant de pouvoir mesurer l'état et l'urgence du traitement des eaux usées et de la gestion des systèmes de traitement on doit apprécier les relations historiques, actuelles et futures entre les tendances sociales et économiques et les impacts de ces activités sur la qualité de l'environnement. Ma présentation fournira une vue générale sur le traitement des eaux usées domestiques et industrielles à la Barbade et tentera de le connecter au concept de développement durable soutenu.

## 2.0 Méthodes actuelles de traitement des eaux usées

### 2.1 Historique du traitement des eaux usées

Barbade est une merveille géologique unique des Caraïbes. Quatre-vingt-cinq pourcent (85%) de la masse terrestre est constituée de calcaire corallien Pléistocène sus-jacent à des argiles océaniques ou imperméables. Les autres quinze pourcent (15%) sont principalement composés d'argile, de schistes et sont situés dans une zone connue sous le nom de District d'Ecosse sur la côte nord-est des cantons de St Andrew et de St Joseph. Lorsqu'on évalue les options d'évacuation, les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques des sols sont un facteur clé pour la détermination de la (des) méthode(s) appropriée(s) pour l'évacuation finale des eaux usées. Neufs classifications de sols ont été identifiées et sont présentées Figure 1.

Comme la plupart des pays les latrines à fosse sont utilisées depuis des siècles de façon correcte pour l'évacuation finale des fèces humaines, des eaux grises (cuisine et bains) et des eaux pluviales. A la fin des années 50 et début des années 60, des études menées par Senn et Tullstorm ont conduit à certaines recommandations, qui sont encore en usage jusqu'à aujourd'hui.

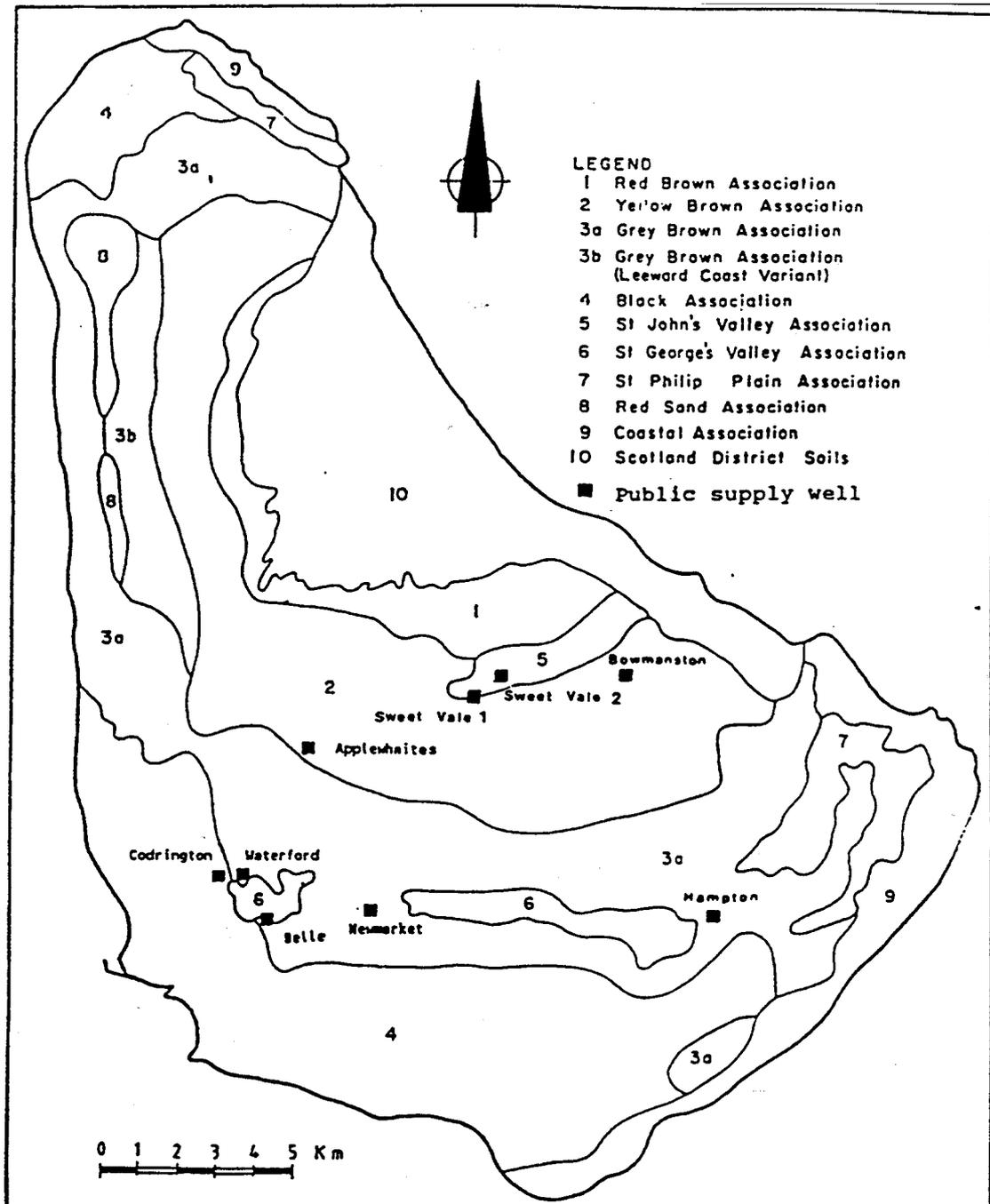


Figure 1: Associations de sols à Barbade

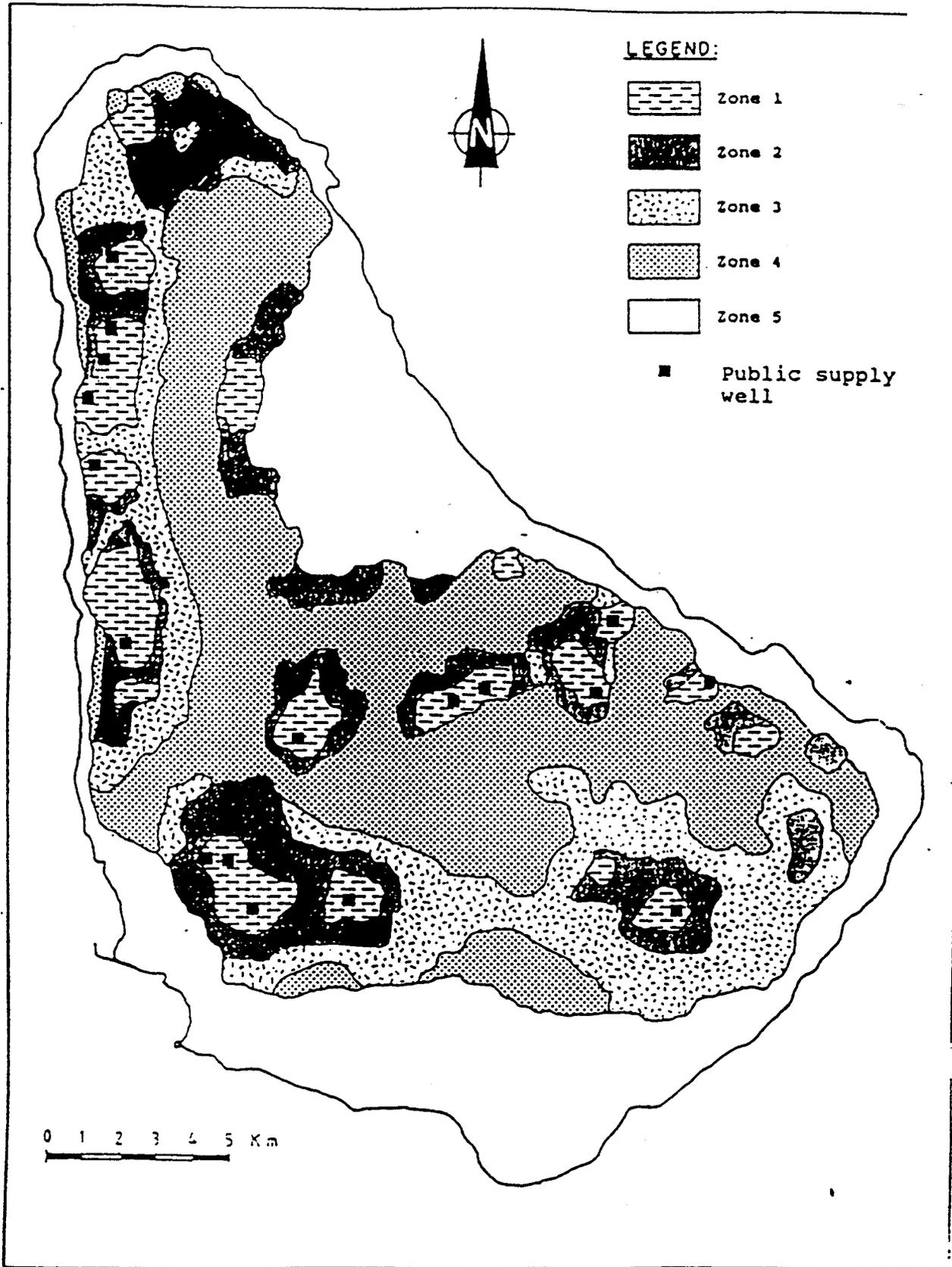


Figure 2: Zones de contrôle du développement et sources d'eau souterraine

Le résultat de ces études fût une politique de zonage national pour la protection des réserves d'eau souterraines de l'île et le contrôle des eaux usées domestiques et industrielles qui a été institué en 1963. Le *Tableau 1: Principales caractéristiques des zones de contrôle du développement* fourni les restrictions du développement pour le contrôle des eaux usées domestiques et industrielles. La figure 2: fourni une représentation graphique de ces zones contrôlées. Comme vous pouvez le constater, toute la bande côtière est considérée comme zone de contrôle 5 et ironiquement, la plupart des développements et activités touristiques ont lieu dans cette zone.

**Tableau 1: Principales caractéristiques des zones de contrôle du développement**

ZONE	DEFINITION DES LIMITES	PROFONDEUR MAXIMALE	CONTROLE DOMESTIQUE	CONTROLE INDUSTRIEL
1	300 jours de déplacement	Rien n'est permis	Pas de nouvelle résidence ou de connections à l'eau Pas de changement pour les évacuations d'eaux usées existantes sauf quand les autorités en matière d'eau recommandent des améliorations	Pas de nouveau développement industriel
2	600 jours de déplacement	6.5 m	Les fosses septiques dont la conception a été approuvée, évacuent dans les puits d'assainissement Des puits d'assainissement séparés pour l'effluent des toilettes et autres eaux usées domestiques	Tous les déchets industriels liquides doivent être traités suivant les spécifications de l'Autorité des Eaux
3	5-6 ans de déplacement	13 m	Les nouveaux permis ou altérations nouvelles des systèmes existants doivent être certifiés par la Division de l'ingénierie environnementale (Ministère de la Santé et de l'Environnement)	
4	Etendue à toutes les hautes terres			
5	Côte	Pas de limitation	Pas de ruissellement pluvial vers les puits d'assainissement Pas de nouvelle cuve à pétrole ou à fuel	Trou de puits d'assainissement maximum pour les déchets domestiques
		Pas de limitation	Evacuation des eaux usées domestiques comme ci-dessus Cuves à pétrole ou à fuel de conception approuvée à preuve des fuites Pas de restriction pour l'évacuation des eaux usées domestiques  Cuves à pétrole ou à fuel de conception approuvée à preuve des fuites Pas de restriction pour l'évacuation des eaux usées domestiques  Installation de nouvelles cuves de stockage du fuel; sujetes à approbation de la part de l'Autorité des eaux	

## 2.2 Installations de traitement global

La Division de l'ingénierie de la Santé publique (maintenant Division de l'ingénierie de l'environnement) a originellement approuvé la plupart des installations privées de traitement des eaux usées il y a environ vingt ans, dans les années 1970. Ces installations étaient traditionnellement installées dans des établissements dédiés au tourisme (hôtels). Aujourd'hui, vingt établissements dédiés au tourisme ont des systèmes de traitement global des eaux usées, alors que seulement un établissement agricole et industriel connu a installé un système pour améliorer la qualité de leurs eaux usées avant leur évacuation en sub-surface.

Le Tableau 2 indique également que basé sur des efforts de contrôle limités (échantillons quatre fois par an) par le EED, l'effluent déchargé est constamment de mauvaise qualité moyenne. Peu d'installations de traitement atteignent leur DBO5 spécifique de conception, qui va de 20 mg/l à 30 mg/l ou sont conforme avec la norme de 25 mg/l de DBO5 adoptée par l'EED. Parmi les vingt-trois stations d'épuration en fonctionnement, 8,7% produisent un effluent de bonne qualité contre 43,5% et 26,1% qui déchargent leurs effluents dans l'environnement avec une qualité mauvaise ou moyenne. L'effluent de 21,7% des stations en fonctionnement n'est pas contrôlé. Ces stations seront incluses dans l'échantillonnage prévu pour 1999.

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles la qualité de l'effluent n'est pas conforme aux spécifications de conception requises et aux normes de décharge adoptées par le Ministère. Les principales raisons comprennent :

5. la probabilité pour que les opérateurs ne soient pas complètement formés pour faire fonctionner les systèmes de traitement est importante ;
6. les opérateurs ne sont pas totalement informés des directives de décharge et des exigences quant aux décharges proposées;
7. le traitement des eaux usées n'est pas perçu comme une priorité par la plupart des hôteliers ce qui relègue la maintenance dans la plupart des stations à un rang secondaire ;  
et
8. la rotation du personnel est suspectée être un facteur aggravant. Les personnes originellement formées pour faire fonctionner la station ne sont plus employées par l'établissement après qu'elle a été installée.

## 2.3 Projet global de traitement

Actuellement, Barbade construit 44 km de réseau d'assainissement pour endiguer le flux des eaux usées (11 300m<sup>3</sup>/jour) à l'intérieur des 6 m autour de la côte sud pour le traitement pour la station d'épuration de traitement primaire de Graeme Hall récemment terminée. Le Schéma directeur pour les installations de traitement des égouts pour la côte Ouest a été présenté au gouvernement en 1998 pour une révision finale et les commentaires préalables à sa soumission à la Banque inter-américaine de développement pour financement. Le système d'égout de Bridgetown est en fonction depuis 1982 et dessert la capitale Bridgetown. Les canalisations d'égout s'étendent de Bridgetown Port Autorisé à Lowe Bray Tension, cependant, certaines connections n'ayant pas été mandatées, certaines communautés de Bridgetown ne sont pas connectées au système. Ce système décharge environ 7,57 millions par jour de litres d'eaux usées traitées dans le milieu marin grâce une longue canalisation de déjection dans l'océan.

## 2.4 Réutilisation des eaux usées

Le recyclage des eaux usées est une pratique qui devient de plus en plus populaire parmi les hôteliers. L'eau est principalement utilisée pour l'irrigation dans des systèmes d'irrigation au goutte à goutte pour les cours de golf et les parcs floraux. Aucune norme n'a été adoptée pour la réutilisation des eaux usées mais des normes ont été élaborées et proposées pour le Projet de traitement des égouts de la côte ouest.

## 3.0 Problèmes écologiques

Plusieurs problèmes peuvent résulter du manque ou du traitement inadéquat des eaux usées domestiques et industrielles. Le souci principal est la détérioration de la qualité de l'eau à des fins de loisirs. Les répercussions typiques qui ont été observées sont : le décès occasionnel des poissons qui flottent à divers endroits autour de l'île, des floraisons d'algues, diminution des systèmes de récifs coralliens et de leur diversité et diminution de la sécurité des eaux de mer à des fins de loisirs. Des plans pour entreprendre des études pour continuer d'évaluer les facteurs de risque associés aux eaux récréatives sont mis en œuvre.

Lorsque l'on considère la pratique de réutilisation des eaux usées, ce qui vient l'esprit c'est l'augmentation du potentiel de la transmission des maladies et des infections provenant de l'eau. Les conséquences sont sanitaires et touchent l'économie étroitement liée à la durabilité du secteur du tourisme. Il devrait être reconnu que la réutilisation des eaux usées augmente les potentialités d'exposition au contact humain des agents infectieux et des micros organismes. Si cela n'est pas géré correctement, ça représente un danger pour le secteur du tourisme et l'architecture de l'économie de Barbade.

## 4.0 Législation

« *Barbados Water Authority Act (Acte pour l'autorité des eaux de Barbade)* » est l'un des instruments législatifs qui régie le traitement des eaux usées, les installations de traitement et l'évacuation des effluents, il a été élaboré en pensant que l'agence d'application serait Barbados Water Authority (BWA : Autorité pour les eaux de Barbade). Cependant, la Division de l'ingénierie de l'environnement a adopté le rôle de d'autorité légale pour les systèmes de traitements des eaux usées du secteur public et privé.

La Division fonctionne sur la base d'une autorité législative limitée qui incarne l'Acte du Service de santé de 1969. Il existe deux principaux instruments législatifs, l'Evacuation des matériaux offensifs, 1969, et le règlement sur les nuisances, 1969, qui sont généralement utilisés par l'EED pour réglementer les installations de traitement publiques et particulières des eaux usées.

« *The Marine Pollution Control Act* » L'acte pour le contrôle de la pollution marine a été établi, c'est un instrument de législation plus ciblé qui prend des dispositions pour l'établissement des normes et des directives.

## 5.0 Plans pour les stations de traitement des eaux usées

Ceci comprend:

1. établissement de la Facture de la pollution marine (Marine Pollution Bill);
2. formation d'un Comité dévaluation et de révision des normes sur l'environnement (ESRAC);
3. développement de directives écologiques et de normes pour le contrôle de la pollution des eaux ;

4. l'opérateur devra effectuer sur la station d'épuration les analyses requises sur les indicateurs clés des performances et de les rapporter au Ministère de la Santé et de l'Environnement
5. l'opérateur devra justifier d'une certification de la part d'une institution académique reconnue accréditée par le Ministère de la Santé et de l'Environnement pour faire fonctionner la station de traitement des eaux usées.

**Tableau 3: valeurs maximales recommandées pour l'effluent des eaux d'égout traitées**

Paramètres	Valeur maximale
DBO – 5	25 mg/l
SS	30 mg/l
Coliformes fécaux	400/ 100 ml au point de décharge
Chlore résiduel	0.2 mg/l

**Tableau 4: Critères proposés pour la réutilisation des eaux usées**

Paramètres	Valeur
<b>Cannes à sucre et pâturages</b>	
Critères de traitement (mg/l)	Secondaire, <20 DBO5, <20 TSS
Critère désinfection (Coliformes fécaux/100 ml)	<2,500
Taux d'application (mm/an)	<800
Localisation	En dehors de la Zone 1
<b>Cours de golf</b>	
Critères de traitement (mg/l)	Tertiaire < 10 DBO5, <10 TSS + élimination de N
Critère désinfection (Coliformes fécaux/100 ml)	<2
Taux d'application (mm/an)	<800
<b>Fort taux d'irrigation</b>	
Critères de traitement (mg/l)	Tertiaire <10 DBO5, <10 TSS, <5 T N, <5 TP
Critère désinfection (Coliformes fécaux/100 ml)	<2
Taux d'application (mm/an)	<2 to 3
<b>Produits de récolte</b>	Tertiaire <10 DBO5, <10 TSS + élimination de N

**Tableau 5: Critères proposés pour la réutilisation des eaux usées**

Paramètres	Valeurs
<b>Puits d'absorption d'un aquifère non potable</b>	
Critères de traitement (mg/l)	Secondaire, <20 DBO5, <20 TSS + élimination de N
Critère désinfection (Coliformes fécaux/100 ml)	<2,500
Taux d'application (mm/an)	80
<b>Bassin d'irrigation</b>	
Critères de traitement (mg/l)	Secondaire, <20 DBO5, <20 TSS
Critère désinfection (Coliformes fécaux/100 ml)	<2,500
Taux d'application (mm/an)	20 to 300
Configuration du puits d'absorption (l: L: p)	2:2:10

Projet d'égouts de la côte ouest  
Mémoire technique No. 11 Critères et paramètres de conception  
par Stanley International Group Ince.  
en association avec Klohn-Crippen Consultants Ltd.  
et Consulting Engineers Partnership

## 6.0 Conclusion

Le traitement des eaux usées a un rôle complet à jouer dans la protection et la conservation des ressources de l'environnement et pour la santé générale de la population. Nous devons accomplir notre part pour assurer un environnement sûr pour notre génération et les générations à venir. Cependant ce rôle ne s'arrête pas à l'installation de systèmes de traitement des eaux usées. Les propriétaires, les opérateurs et les agences du gouvernement responsables doivent reconnaître que c'est seulement le premier pas d'un processus d'amélioration continu. L'élaboration du cycle de planification pour l'installation et le fonctionnement des systèmes de traitement des eaux usées doit faire des recommandations pour inclure le fonctionnement à long terme, les coûts d'entretien et les coûts pour former et retenir les opérateurs des stations d'épuration. Quand ces éléments vitaux sont négligés pour de grandes stations d'épuration, elles deviennent des sources de pollution significatives. Une station de traitement qui fonctionne mal et est mal entretenue est aussi inefficace que pas de station du tout.

## Références

*Barbados Water Resources Study Vol. I 1978*

*Bridgetown Sewage Re-use*

Standley Associates Engineering Ltd.

Consulting Engineering Partnership Ltd.

*Barbados Water Resources Study Vol. II 1978*

*Introduction, Summary and Master Plan*

Standley Associates Engineering Ltd.

Consulting Engineering Partnership Ltd.

Feasibility Studies on Coastal Conservation

Nearshore Benthic Communities of the West and South Coast of Barbados:  
Importance, Impacts, Present Status and Management Recommendations

Delcan 1993

*Feasibility Studies on Coastal Conservation*

*Terrestrial Water Quality Report*

Delcan 1995

*Providing A Sustainable Water Supply for Barbados*

Barbados Water Authority

*Groundwater Pollution Risk Assessment for the Belle Public Water Supply Catchment,  
Barbados*

Ministry of Health-Environmental Engineering Division, Bridgetown, Barbados

PAHO/WHO, Office of the Caribbean Program Coordinator (CPC), Bridgetown, Barbados

PAHO/WHO, Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences  
(CEPIS), Lima, Peru, British Geological Survey, Hydrogeological Group (BGS),  
Wallingford, Great Britain

June, 1989

*Groundwater Pollution Risk Assessment for the Hampton Catchment, Barbados*  
Ministry of Health-Environmental Engineering Division, Bridgetown, Barbados  
British Geological Survey, Hydrogeology Group (BGS), Wallingford, U.K.  
Caribbean Environmental Institute (CEHI), Castries, St. Lucia  
May 1991

*Groundwater Pollution Risk Assessment for the Hampton Catchment, Barbados*  
*Results of Monitoring in the Belle and Hampton catchment, 1987-1991*  
Ministry of Health-Environmental Engineering Division, Bridgetown, Barbados  
British Geological Survey, Hydrogeology Group (BGS), Wallingford, U.K.

*West Coast Sewerage Project Master Plan Report*  
Government of Barbados, Ministry of Public Works, Transport and Housing  
Standley International Group Inc.  
Klohn-Crippen Consultants Ltd.  
Consulting Engineers Partnership Ltd.  
May 1998



## TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES A BELIZE

**Jose Mendoza**

Environmental Officer, Ministère des ressources naturelles et de l'Environnement, Department de l'Environnement

10/12 Ambergris Avenue, Gelmopan, Cayo District, BELIZE

Tél: 501-8 22816/22542, Fax: 501-8 22862, Email: [envirodept@btl.net](mailto:envirodept@btl.net)

### Description générale et vue d'ensemble

La masse terrestre de Belize occupe 23 000 km<sup>2</sup> (8 867 miles<sup>2</sup>), elle se situe en Amérique Centrale et bordé au Nord par le Mexique, à l'ouest et au sud par le Guatemala et à l'est par la mer des Caraïbes. La masse terrestre de Belize comprend 450 petites îles connues comme bancs de sable, totalisant environ 690 km<sup>2</sup> (266 miles<sup>2</sup>). Belize possède la deuxième barrière de corail la plus longue de tout le monde, qui s'étend sur 200 km (132 miles), et la plus longue de l'hémisphère Ouest. Belize a une population totale d'environ 240 000 personnes d'origine ethniques variées desquelles une grande proportion vie sur la zone côtière. L'économie de Belize dépend très fortement des industries basées sur les ressources de l'environnement : tourisme, agriculture et pêche.

Environ 57% du territoire de Belize est encore recouvert par une épaisse forêt et quelques 38% sont régis par une forme de statut de protection. La plupart des ressources en eau, à l'exception de quelques habitats marins importants et des zones de frai comme les habitats des mangroves, demeurent des conditions assez vierges. La condition relativement bonne de notre environnement peut être attribuée à plusieurs raisons : il peut être que ceci est dû à la densité relativement faible de population et cependant pour réduire la pression de l'exploitation de nos reswssources et le fait que le pays ait poursuivi une politique agressive de gestion des ressources de l'environnement.

En dépit de tous nos efforts le pays ait cependant face à une menace concernant ses ressources en eau, celles ci comprennent : *i.* un problème d'augmentation des déchets (liquides et solides) ; *ii.* Des sources ponctuelles et non ponctuelles de pollution marine d'origine terrestre et de mouvement transfrontaliers des déchets qui dégradent la zone côtière ; *iii.* Le développement de pressions sur les zones côtières et les bancs de sable dus à des demandes touristiques et autres activités de loisir.

## **Sources de contamination:**

Les corps aqueux sont les principaux récepteurs pour l'évacuation des déchets liquides. La pollution d'origine domestique, industrielle et agricole des cours d'eau est de loin la plus grande source de polluants de l'environnement marin. Avec l'augmentation du tourisme, le problème associé à l'évacuation des eaux usées s'accroît. Les écosystèmes fragiles, en particulier les petites îles sont exposées à une forte pollution de déchets d'égouts. En considérant le fait que la plupart des communautés dépendent pour l'eau potable de l'eau de surface, la pollution des eaux est le principal problème auquel Belize doit faire face. Les écosystèmes fragiles, en particulier les petites îles, sont plus vulnérables à la pollution des eaux usées. La ville de Belize, San Pedro et jusqu'à une capitale moins étendue, Belmopan, sont les seules zones urbaines qui sont entièrement desservies par un réseau d'assainissement. En plus de ces systèmes d'assainissement municipaux plusieurs industries ont leur propre installation de traitement des eaux usées.

En Belize, les principaux produits agricoles exportés sont le sucre, le citron, les bananes et l'aquaculture. Ces produits agricoles nécessitent tous un apport en produits agrochimiques et contribuent ainsi la principale source de pollution non ponctuelle. Cependant, cet article traitera seulement des sources de pollution ponctuelles domestiques et industrielles.

### ***1. Sources domestiques:***

Les sources de pollution domestiques sont une combinaison des déchets des zones résidentielles, des hôtels et des établissements commerciaux. Ces déchets incluent : les eaux de lessive, de cuisine, des salles de bain, etc. Dans le cas de la ville de Belize, environ 40% des résidents sont desservis par le réseau d'égout avec des lagunes facultatives pour le traitement et l'évacuation finale avant la décharge de l'effluent traité dans la mer. La mangrove tampon entre la mer et les lagunes facultatives sert de traitement supplémentaire pour les eaux.

Les autres ménages et les autres secteurs qui ne sont pas desservis par le réseau d'égout utilisent des fosses septiques individuelles avec des puits d'assainissement ou des champs d'épandage pour le traitement de leurs eaux usées. De nombreuses personnes vivent le long d'une plaine inondable et pendant la saison des pluies plusieurs cours d'eau débordent et les systèmes de fosse septique ou les latrines à fosse sont inondées et les déchets s'écoulent dans les cours d'eau causant de sérieux problèmes de contamination affectant la santé publique et l'environnement.

### ***2. Effluents industriels:***

Les effluents industriels sont principalement générés par les industries agroalimentaire étant donné que Belize ne possède pas d'industrie lourde. Le principal problème au sujet de ces industries sont ceux associés à la charge organique. Ces industries comprennent entre autres des industries de sodas, des brasseries, des distilleries, de l'aquaculture, des produits laitiers et des usines de traitement du citron, de la viande, des volailles et de la canne à sucre.

Les effluents de ces industries ont contribué à la contamination de certains de nos corps aqueux étant donné qu'ils y évacuent leur effluent de façon similaire, directement ou indirectement dans les cours d'eau après un traitement faible ou inexistant. Quelques petites usines utilisent des fosses septiques de conception spéciale avec des filtres remplis pour y évacuer leurs effluents. Un nombre peu important de grandes usines comme entre autre celles de cannes à sucre et de traitement des crevettes utilisent des lagunes facultatives pour le traitement primaire et secondaire de leur effluent. Plusieurs autres industries en sont actuellement au stade de conception et de

construction d'installations de traitement adéquates pour atteindre les Normes de limitation des effluents depuis la mise en œuvre du programme de standardisation des décharges d'effluent du Département de l'Environnement. L'établissement de nouvelles industries ou usines est traité par le processus d'Estimation de l'impact sur l'environnement (Environment Impact Assessment: EIA) où la plus grande considération est donnée à l'assurance que des technologies des propres sont mises en œuvre pour la transformation de leurs produits et le traitement de leur effluent.

## **Systèmes actuels pour l'eau et les égouts:**

### ***1. Systèmes de fosses septiques:***

Le système d'évacuation en sub-surface le plus commun inclus un système de fosse septique une fosse de déperdition ou champs de filtrage. Les fosses servent à stocker les solides sédimentés et flottants et les champs de filtrage servent à répartir l'effluent afin de permettre leur percolation dans le sol. La décomposition des matières organiques a lieu dans des conditions anaérobies. Une fosse septique enterrée est utilisée pour fournir le traitement primaire nécessaire, ainsi que pour agir comme cuve de stockage des boues. Pour assurer un fonctionnement correct et une longue durée de vie, la fosse septique devrait être pompée de façon régulière tous les trois à quatre ans. Seules les fosses septiques scellées pour prévenir des fuites sont actuellement approuvées. L'utilisation des fosses septiques est principalement recommandée pour les zones en dehors du système du service d'égout et où la perméabilité des sols permet un fonctionnement correct des fosses et des champs de filtrage. On requiert de plus, de la part des projets d'habitation d'installer des toilettes à économiseur d'eau pour minimiser le volume d'eau.

### ***2. Lagunes facultatives:***

Le *Système des eaux de la ville de Belize* comprend actuellement une station de traitement des eaux de 11,3 millions de l par jour sur le cours d'eau Belize. Le système d'assainissement de la ville de Belize dessert environ 40% de la population de cette ville. Il consiste en des égouts conventionnels par effet de gravité dans 15 zones où les égouts sont collectés à une station centrale de pompage et pompés vers une zone voisine pour les travaux de traitement. Le traitement est fourni par deux lagunes facultatives à deux cellules situées en bordure sud de la ville de Belize. Les cellules des lagunes fonctionnent en parallèle et chacune est conçue pour fournir 10 jours de durée de rétention hydraulique. L'effluent traité est déchargé dans Sibun Bight grâce à un canal qui coule à travers la mangrove inondée dans lequel sont situées les lagunes. Le système de traitement des égouts de San Pedro Ambergris Caye consiste en trois lagunes facultatives avec un fond et des couches imperméables (comme le système de la ville de Belize). Il a une capacité de 2,3 millions de l par jour. Après traitement, l'effluent non chloré est déchargé dans la mangrove environnante pour améliorer sa qualité avant son entrée dans les eaux environnantes. Il existe des stations d'épuration pour étendre la zone de service et la capacité de traitement dans un futur proche dans des zones qui ne sont desservies par le système d'égouts.

### ***3. Biogaz:***

La technologie actuellement défendue pour la gestion des eaux d'égout pour les petites îles est constituée par les toilettes qui vont avec le compostage ou les cuves bio gaz. Il y a une expérience considérable avec les cuves bio gaz qui ont été testées et encouragées par l'Unité bio gaz du Ministère de l'Agriculture. En 1993, une cuve à digestion pour les déchets humains de 5 m<sup>3</sup> a été construite dans le complexe de la Ferme centrale. Les résultats obtenus ont été très prometteurs comme l'ont démontré les tests d'eau conduit par le Département de la santé au Laboratoire de la ville de Belize. Les résultats ont montré que les stations Bio gaz fonctionnaient mieux que les

fosses septiques pour prévenir de la contamination. Les coûts de construction étaient également inférieurs pour les stations bio gaz que pour les fosses septiques. Les stations bio gaz ont également été utilisés avec succès en Belize pour traiter le fumier de porc et de bovins. Les avantages observés avec l'utilisation de ces stations pour le traitement des déchets humains comparés aux latrines sont :

- la construction peut se faire dans n'importe quel type de sol argileux ou sableux;
- cette station peut même être construite dans des zones où l'eau est rare étant donné qu'elle n'a pas besoin de beaucoup d'eau;
- l'amélioration du contrôle sanitaire, comparé aux latrines à fosse, et le fait qu'elles puissent être construites pour des collectivités aussi bien que pour des particuliers prévient des décharges illicites dans la mer ou les cours d'eau voisins;
- le produit final peut être utilisé pour fertiliser les arbres d'ornements ou fruitiers;
- un puits d'assainissement ou une fosse de fertilisation peut être construit pour le reflux;
- le bio gaz peut être utilisé à la place des gaz comprimés dans les zones reculées;
- ce fertilisant organique peu coûteux pourrait être utilisé dans les terres environnantes pour prévenir de l'érosion;
- le processus anaérobie tue et/ou contrôle les agents pathogènes par la fermentation à l'intérieur de la cuve à digestion.

Il y a actuellement en Belize un total de 31 stations bio gaz. Cependant ces stations ont toutes été construites sur la terre principale où le niveau d'eau est élevé. Le succès n'a pas encore été testé sur les îles. Il existe cependant, sur les îles, des tests d'efficacité des stations pour prévenir de la pollution. Le permis a été accordé, grâce au processus EIA, d'établir un système bio gaz pour être utilisé dans le complexe touristique de Nicholas Caye, une petite île du sud de Belize.

### **Réacteur à re-circulation intermittente alternée (Système AIRR):**

*Le système AIRR est une alternative innovatrice pour les champs de drainage conventionnels.* Il est conçu pour traiter les effluents dans les zones où la percolation est limitée ou inexistante afin que la terre puisse encore être utilisée pour l'habitation et les affaires. Son processus biologique utilise un moyen naturel pour nettoyer les eaux usées. Ce système crée des colonies de différents types de bactéries, elles sont de natures cannibales et se mangent ou se détruisent les unes les autres, le résultat étant une eau propre. Cette eau propre est prête à être réutilisée dans des décharges d'irrigation des sols dans des cours d'eau ou des drains souterrains.

Ce système est actuellement utilisé à Hunting Caye, le plus grand des six îles-bancs de sable de Sapodilla Caye situé dans le sud et couvrant une zone d'environ six hectares. Ce système est également recommandé pour d'autres îles, en particulier celles qui ont un fort potentiel touristique.

### **Fosses septiques en fibre de verre:**

En dehors des fosses septiques traditionnelles en béton à deux ou trois chambres, l'utilisation des fosses en fibre de verre est devenue d'usage plus répandu dans le pays. Les fosses septiques en fibre de verre consistent en des couches multiples de matériaux en fibre de verre qui ont été saturés avec une résine résistante à la corrosion. Le résultat est une lame de fibre de verre qui est beaucoup plus solide et plus rigide que les plastiques non laminés. La résistance, kilo pour kilo, est même supérieure à celle de l'acier. On pense qu'elle est 100% imperméable à l'eau très résistante à la corrosion, légère et excellente pour applications les régions à niveau d'eau souterraine élevé. On encourage actuellement l'utilisation de ces cuves dans les zones à karst comme dans les

régions nord et les zones de basse altitude de Belize où le niveau d'eau souterrain est élevé.

### **Systemes de terres inondées:**

Seulement un complexe touristique dans la zone littorale méridionale de Belize utilise une installation de traitement des eaux usées par terres inondées. Ce système est considéré comme étant un système écologique de traitement des eaux usées. On pense que c'est un système à 100% écologique, avec les deux composantes : aérobies et anaérobies ;

1. une cuve étanche souterraine, pour la sédimentation des solides et l'amorce de la décomposition microbienne (anaérobie), et
2. une surface d'écoulement bordée de ciment, créant un terrain inondé avec de la végétation flottante et émergente (racines fixées) de terre inondée.

Le principe de base est le mécanisme biologique d'élimination des agents de contamination, comprenant;

- La sédimentation physique: processus anaérobie dans la fosse septique. Elle élimine les coliformes, les nitrates, les phosphates organiques, les bactéries et les virus.
- La filtration: les particules sont filtrées quand elles traversent les substrats d'eau et les racines des plantes. Elle élimine : les solides sédimentés et les solides colloïdaux.
- L'absorption: l'absorption de ces substrats, des racines des plantes et par conséquent des particules. Elle élimine les solides colloïdaux, les phosphates, les métaux lourds, l'azote et les organismes réfractaires.
- La précipitation chimique: la formation et la co-précipitation de produits avec des composants insolubles. Elle élimine les phosphates et les métaux lourds.

#### ***Parmi les avantages de l'utilisation de ce système on trouve:***

- faible coût, processus nécessitant peu ou pas d'énergie et un minimum d'attention quant à la maintenance ;
- traitement sûr et le plus rentable ;
- efficacité de traitement et élimination des agents de contamination de haut niveau ;
- absence d'odeur, de moustiques et autres insectes vecteurs ;
- coût minimal e fonctionnement et du système de maintenance ;
- fonction ornementale en rajoutant des fleurs, des plantes et des espaces verts et en l'intégrant dans le paysage.

Actuellement les systèmes de traitement des eaux usées mentionnés ci-dessus sont en ce moment même utilisés en Belize pour le traitement de divers effluents domestiques, commercial et industriels. Avec la promulgation de l'Acte de protection de l'environnement (EPA) et les règles qui en découlent – Régulation de la limitation des effluents et les réglementations de l'EIA, toutes les industries nouvelles et préexistantes doivent employer des systèmes écologiquement rationnels pour traiter leurs eaux usées afin de protéger la santé publique et d'assurer un environnement plus salubre, plus propre et plus sain.

Un bon traitement et évacuation des eaux usées et des égouts sont important pour la protection de l'environnement, pour encourager une bonne santé publique et pour protéger l'industrie du tourisme elle-même. Quel que soit le système qu'utilise une habitation, une communauté ou une industrie il doit être conçu et maintenu correctement pour s'assurer qu'il fonctionne de la façon dont il est supposé fonctionner et entretenu dans son intégralité pour assurer la protection de l'environnement et de la

santé publique. Au fur et à mesure que le temps avance, de nouveaux systèmes et des systèmes améliorés écologiquement sains doivent être développés et encouragés à des **prix raisonnables** pour tous les secteurs.

**Références:**

Alterating Intermittent Recirculating Reactor (AIRR System). SPEC Industries, Inc.

Arthur B. Archer, Consultant, Land-based Sources of Marine Pollution Inventories. UNEP Regional Coordinating Unit. Countries: Belize, Cayman Islands. May 1994

Cross E. William. Environmental Assessment of the Proposed Water & Sewerage Expansion, Belize City, Belize. June 1995

Ecological Subsurface Flow Constructed Wetlands Systems for Wastewater Treatment. Planetary Coral Reef Foundation.

Fiberglass Tanks for Water and Waste Water Collection and Process Systems, Submittal Documentation. Fiberglass Solutions International.

Health and Environment, A National Plan for Health and Environment in Sustainable Human Development. Belize, August 1997

# **ADOPTER, APPLIQUER ET FAIRE FONCTIONNER DES TECHNOLOGIES ECOLOGIQUEMENT SAINES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES DANS LES ILES VIERGES BRITANNIQUES**

**Mr Mukesh Ganesh**

Ingénieur, Department des eaux et des égouts, Ministère des communications et du travail

P.O. Box 130, Roadtown, Tortola, BRITISH VIRGIN ISLANDS

Tél: 284-494-3416/7 ext. 5797, Fax: 284-494-6746, Email: [water@caribsurf.com](mailto:water@caribsurf.com)

## **1 Introduction**

Les Iles Vierges britanniques (BVI) sont constituées d'environ cinquante petites îles situées dans les petites Antilles, dans la mer des Caraïbes. La plus grande île, Tortola, a une superficie de seulement 44,5 km<sup>2</sup> avec sa capitale Road Town. Les autres îles qui ont une population significative sont Virgin Gorda, Jost Van Dyke et Anegada. L'approvisionnement public en eau est seulement disponible à Tortola et Virgin Gorda et il existe deux réseaux d'assainissement séparés à Tortola. La population actuelle des Iles Vierges britanniques s'élève à 19 482.

L'évacuation des égouts dans les Iles Vierges britanniques était classiquement ou la décharge directe dans la mer ou l'utilisation de fosses septiques, de puits d'assainissement ou d'épandages. La décharge directe des égouts bruts dans l'océan est pratiqué aux Iles Vierges britanniques par les résidents et les entreprises du rivage et par les yachts encrés dans les nombreux ports et baies. Dans ces zones ou la baignade, la plongée sous-marine et en apnée sont des loisirs touristiques, la décharge directe des égouts bruts dans la mer n'est pas vraiment appropriée. Dans la capitale, Road Town, les égouts sont collectés par des canalisations à effet de pesanteur et canalisés vers des puits où ils sont pompés vers l'océan. La désinfection intermittente des puits est assurée.

Dans de nombreux autres endroits il y a constamment des réclamations sur les flux des effluents des fosses septiques sur les voies publiques et dans les propriétés voisines. Dans les Iles Vierges britanniques, il y a peu voire pas d'endroit où la simple évacuation des égouts sur un terrain soit possible, cela est dû en partie à la faible profondeur du toit du sol des îles. Récemment la première station de traitement d'égout a été commandée avec une capacité de traitement de 205 000 l par jour pour desservir Cane Garden Bay à Tortola. Cette station est une séquence de batterie de réacteur (SBR) avec trois cuves parallèles. A Anegada les latrines à fosse sont utilisées en sus des installations de waters closet et celles –ci sont en train de contaminer le peu de puits d'eau que les résidents utilisent pour s'approvisionner en eau douce. Anegada est une île plate constituée de calcaire corallien et il est difficile d'y construire des fosses septiques et des fosses pour les latrines.

Les eaux usées générées dans les Iles Vierges britanniques sont de nature essentiellement domestique. Les blanchisseries produisent la plupart des déchets industriels. Il n'y a pas de grande industrie de fabrication sur le territoire.

## 2 Options de technologies disponibles

Les eaux usées peuvent être traitées sur des étendues variées et de diverse façon avant d'être éliminées. Cette gamme va d'un manque total de traitement à traitement entièrement biologique avec un traitement tertiaire pour la désinfection. Certaines options des technologies disponibles sont: -

- l'évacuation des égouts non traités,
- la fosse septique et l'évacuation sur place,
- la chloration et l'évacuation des égouts,
- traitement primaire principalement par sédimentation dans des clarificateurs ou des bassins de sédimentation,
- traitement secondaire. Certains des plus courant utilisant des processus biologiques sont : -
  - les processus de boues activées incluant une séquence de batterie de réacteur,
  - des processus à croissance biologique attachée (ex. : discontacteurs biologiques et filtres goutte à goutte),
  - lagunes aérées,
  - bassins de stabilisation et d'oxydation.
  - traitement tertiaire,
  - combinaison des options ci-dessus, c'est à dire primaire plus tertiaire.

D'autres systèmes haute technologie pour compléter le traitement des eaux usées et des boues pourraient être disponibles mais ne sont pas abordables dans les circonstances actuelles.

## 3 Traitement proposé

L'économie des Iles Vierges britanniques est très dépendante du tourisme et il est du devoir du Gouvernement de s'assurer que l'environnement reste propre afin que plus de touristes soient attirés.

Dans les Iles Vierges britanniques les eaux d'égouts vont être traitées d'une certaine façon pour s'assurer que l'action des effluents dans les eaux de surface ou l'océan n'affecte pas négativement l'écosystème. Les terrains souhaitables disponibles étant limités, les traitements proposés devront donc éliminer les processus comme les bassins de stabilisation, qui occupent une surface relativement importante.

## 4 Contrôle

La bactérie fécale colifor, qui est un indicateur de la pollution causée par la présence des déchets humains, a été contrôlée. Le Département de la Conservation et de la Pêche contrôle actuellement les eaux côtières des Iles Vierges britanniques. En 1988, un rapport de Dillon Consulting Engineers du Canada fait référence à un programme de surveillance qui identifie Road Town et Cane Garden Bay comme étant les zones les plus polluées du territoire. Le Gouvernement a depuis installé la station de traitement de Cane Garden Bay élabore des projets pour traiter les égouts de la zone de Road Town. Depuis l'installation des séquences de batteries de réacteur à Cane Garden Bay, aucun résultat n'est paru sur la zone.

A l'heure actuelle, les yachts, dans les Iles Vierges britanniques ne sont pas tenus de garder leur cuve de déchets sanitaires. La pratique qui a toujours été suivie est de permettre la décharge directe des égouts des yachts qu'ils soient ancrés ou en pleine mer. A Cane Garden Bay une pompe pour yacht a été construite et nécessite un contrôle constant pour son fonctionnement efficace.

## 5 Direction future

Le gouvernement des Iles Vierges britanniques a un plan global pour améliorer la collecte des égouts et l'évacuation dans le territoire. A coté des nouveaux systèmes de traitement qui ont été commandés à Cane Garden Bay en août 1998, les nouveaux travaux suivants ont été prévus: -

- conception et construction d'un nouveau système de collecte et de traitement des égouts pour l'extrémité orientale de Tortola. Ici l'effluent traité sera disponible pour l'irrigation dans la proche Agricultural Station, qui utilise actuellement une eau potable coûteuse. La station de traitement aidera également à éliminer les contaminations évidentes provenant des eaux usées déchargées dans l'océan sur toute la longueur de l'installation de East End. Les eaux d'égout générées par l'expansion prévue de l'aéroport de Beef Island seront traitées à cette station d'épuration.
- envisager la construction d'une nouvelle station d'épuration dans le voisinage de Road Town pour traiter les eaux d'égout avant l'évacuation de l'effluent dans la mer.
- planifier et construire un nouveau système de collecte et de traitement des eaux usées pour Valley, à Virgin Gorda.

Quel que soit le système qui sera envisagé pour fonctionner dans les Iles Vierges britanniques, il devra prendre en considération le fait que les îles sont situées sur un couloir d'ouragan. Une expérience récente a montré que les SBR de Cane Garden Bay ont bien fonctionné pendant l'ouragan Georges.

## 6 Conclusions

Les points suivants ont été considérés pour adopter, appliquer et faire fonctionner des technologies écologiquement rationnelles pour le traitement des eaux usées domestiques et industrielles aux Iles Vierges britanniques.

- le souci principal est de produire un effluent qui n'affecte pas de façon négative l'environnement, en particulier par la contamination de nombreuses plages et ports tout autour du territoire. La technologie sélectionnée pourrait nécessiter de recourir à un traitement tertiaire, afin d'obtenir un effluent de bonne qualité.
- de l'eau dessalée est fournie pour l'usage public, elle est assez coûteuse et avec un traitement tertiaire de l'effluent il serait possible de recycler l'eau pour la consommation ou au moins l'utiliser à des fins d'irrigation.
- l'évacuation des boues est également un paramètre important et le Gouvernement effectue les préparatifs initiaux pour avoir une surface destinée à la construction d'une couche de séchage. Les boues des fosses septiques et les boues des stations de traitement des eaux usées devraient être séchées et utilisées comme fertilisant des sols agricoles.
- les fosses septiques avec des puits d'assainissement ne constituent pas moyen efficace de traiter et évacuer les eaux usées aux Iles Vierges britanniques cause du toit du sol qui est trop mince pour la décomposition biologique efficace de l'effluent.
- l'importance de la surveillance ne peut pas être exagérée. Plus de tests détaillés pour les coliformes et les nutriments devraient être entrepris dans plus d'endroits. Le Ministère

des Ressources naturelles et du Travail, le Département de la Conservation et de la Pêche effectuent ces tests.

- une législation devrait être promulguée pour contraindre les yachts à s'adapter avec leur cuve à rétention de déchets qu'ils devraient décharger dans les endroits approuvés où les égouts peuvent être transportés vers une station de traitement des eaux usées. De plus, des mesures devraient être prises immédiatement pour limiter le mouillage de nuit des yachts qui ont des cuves rétention.

# **TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES EN COLOMBIE**

**Dr Cruz Fierro**

Direccion Tecnica de Desarrollo Sostenible. Ministerio del Medio Ambiente, Calle 37 No. 8-40  
Santafe de Bogota, COLOMBIA

Tel: 47-1 338-4900 ext. 430-429, Fax: 47-1 288-9725, Email: cruzser@hotmail.com

## **Introduction**

Ce document présente une vision partielle de l'état du traitement des eaux résiduelles en Colombie. Cet article s'intéressera au traitement des eaux usées municipales, à cause essentiellement du fait que les informations concernant les systèmes de traitement utilisés par l'industrie sont dispersées dans différentes entités régionales (34 autorités écologiques régionales – CARYs) qui ont la compétence et la responsabilité de déterminer les caractéristiques des eaux usées qui peuvent être évacuées et le type de technologie de traitement qui doit être installé par l'industrie, ceci est décidé en fonction des caractéristiques environnementales de chaque zone de localisation et de chaque type d'industrie.

A l'opposé des informations concernant les systèmes de traitement utilisés par l'industrie, les informations sur le traitement des eaux usées domestiques sont plus compactes et centralisées puisque le traitement de ces eaux est à la charge des Systèmes de travaux de traitements proprement privés ou public (POTWS) sous le contrôle de l'Entité gouvernementale.

## **Etat du traitement des eaux**

La promulgation du décret 1594 en 1984 requiert de la part de toutes les compagnies qui évacuent n'importe quel effluent dans n'importe quel corps aqueux que se soit, doivent traiter ces eaux pour qu'elles répondent à certaines exigences légales de qualité écologique avant d'être évacuées.

Cette législation commande aux compagnies industrielles de mettre en œuvre un type de traitement des eaux usées, ce qui a conduit jusqu'alors à ce que la majorité des industries formelles du pays aient des systèmes de traitement. En ce qui concerne le type de technologie installée viol existe une grande variété qui dépend fondamentalement d'aspects comme le type d'industrie, sa taille et les obligations imposées par le CAR.

Pour les centres urbains, le décret ci-dessus requiert que leurs eaux usées soient traitées, ce qui n'a pas été accompli et aujourd'hui, la plupart des méthodes utilisées pour l'évacuation des eaux usées municipales dans les cours d'eau ne comprennent aucun traitement préalable.

C'est seulement depuis les cinq dernières années que les quatre centres urbains les plus importants du pays (avec plus d'un million d'habitants) ont commencé à construire des systèmes de traitement des eaux usées. La ville de Bogota, par exemple, avec environ 6 millions d'habitants possèdera fin 1999 un système de traitement primaire des eaux usées qui traitent les eaux générées par environ deux millions de personnes et on prévoit un traitement des eaux pour toute la population en 2020, bien qu'il existe des incertitudes quant au financement de ce projet. .

La situation actuelle de la Colombie en ce qui concerne le traitement de ses eaux usées domestiques est la suivante : 10% des municipalités pratiquent un type de traitement sur leurs eaux usées ce qui s'étend à 16% de la population du pays. Il existe maintenant une série de projets en cours pour fournir des stations d'épuration aux 112 autres municipalités afin que 3,5 millions de personnes puissent bénéficier de ce service. On espère Avec cela que 20% des municipalités auront leur propre système de traitement.

La plupart de ces municipalités ont adopté un type de traitement appelé bassin de stabilisation, et dans une proportion moindre des filtres goutte à goutte et des boues activées.

Bien que le pays ait installé il y a longtemps des technologies comme UASB (Bucaramanga), le modèle d'économie ouverte établi dans le pays dans les années 90, a permis l'existence dans le marché d'une grande variété d'offres technologiques qui couvre la plupart des options technologiques offerte dans le monde

La tendance du marché indique que les options technologiques sont les suivantes :

Pour le segment des centres urbains avec une population allant jusqu'à 20 000 habitants, on propose des stations compactes généralement basées sur un système de type aérobie.

Pour les villes avec plus d'habitants on propose la construction de systèmes utilisant généralement des technologies comme les filtres goutte à goutte ou des boues activées, en utilisant des bassins de stabilisation comme traitement final.

Le problème de la façon de fournir ce type de technologie, qui nécessite des coûts élevés de fonctionnement et d'entretien, c'est que les petites villes qui les ont acquises ou peuvent les acquérir ont des budgets limités ce qui a pour conséquence que les stations ne fonctionnent qu'avec de faible niveau d'efficacité et dans certains cas ne fonctionnent pas ou sont abandonnées.

En ce qui concerne les technologies de traitement des eaux usées domestiques et industrielles, c'est une règle de la part du Ministère de l'Environnement de ne recommander aucun traitement technologique, vu qu'il considère que c'est leur responsabilité d'établir les paramètres de qualité des corps aqueux et les caractéristiques auxquelles doivent répondre les eaux usées pour être évacuées et pour renforcer leur conformité, de cette façon chaque compagnie est libre de choisir entre les technologies existantes, dont la plupart correspondent à leur nécessité, et le travail des autorités environnementales qui est de vérifier que l'option technologique acquise répond aux exigences de la loi pour la disposition et le contrôle de sa conformité.

Pour ce qui est du futur du traitement des eaux usées en Colombie il présente deux caractéristiques:

En ce qui concerne les eaux usées industrielles, le gouvernement a publié un règlement de production plus propre dans lequel il est établi entre autres objectifs, que la prévention et la minimisation de la génération des charges polluantes, de ce point de vue, s'exerce du lieu du traitement jusqu'à la canalisation et au contrôle de la source, parce que l'on considère qu'avec cette stratégie on peut atteindre d'une meilleure façon de diminuer les objectifs de pollution générés par l'industrie et réduire les dangers des substances évacuées.

En ce qui concerne les eaux usées domestiques des centres urbains, qui représentent en de nombreux endroits la plus grande source de pollution des cours d'eau, le gouvernement a conçu un plan qui comprend : a) des zones prioritaires pour la construction de systèmes de traitement ; b) une évaluation de l'efficacité des systèmes

existants ; c) la création d'un fond de financement régional pour la construction de ces systèmes.

De plus, avec la mise en œuvre des taxes de pollution, en tant qu'instrument économique pour améliorer la prise de conscience pour investir dans le contrôle de la pollution, on espère que le CAR jouera un rôle important pour l'assistance technique et financière dans la construction des stations de traitement pour les villes.

# **INVENTAIRE MIS A JOUR DES SOURCES DE POLLUTION LOCALISEES ET NON LOCALISEES, COMPRENANT LES DEVELOPPEMENTS INDUSTRIELS, DOMESTIQUES ET HUMAINS ET LES DECHETS DES PORTS, FOURNISSANT DES ALTERNATIVES SPECIFIQUES SUR LA MANIERE DE LES TRAITER.**

**José Miguel Ramírez Corrales**  
Costa Rica

## **Introduction**

Dans le cadre du Projet régional GEF RLA/93/G41, l'étude actuelle qui comprend « Inventaire mis à jour des sources de pollution localisées et non localisées, comprenant les développements industriels, domestiques et humains, en fournissant les alternatives spécifiques sur la façon de les traiter » est celle qui constitue comme partie intégrante pour le court, moyen et long terme et c'est sur ce sujet que cet article a été élaboré.

Au Costa Rica, le milieu marin de Port Limon et sa côte voisine a été affecté par des mécanismes de pollution naturelle et d'origine humaine. Par exemple, la déforestation et les désastres naturels ont été la cause d'une forte érosion et le lessivage par les courants de grandes quantités de sédiments se sont déposées sur les rivages caribéen. De plus, une mauvaise évacuation des déchets solides, la décharge d'eaux usées non traitées en provenance des villes, ainsi que les eaux usées industrielles et les poubelles provenant des bateaux, sont tous des facteurs qui affectent l'écosystème marin et détériore la beauté naturelle de la côte. La pollution sur cette côte a augmenté à cause de la faiblesse des mécanismes de renforcement et des systèmes administratifs relatifs à la planification urbaine, la croissance industrielle et l'utilisation correcte des sols (capacité d'utilisation des sols).

L'objectif spécifique de cette étude était de réaliser un inventaire mis à jour des sources de pollution localisées et diffuses du milieu marin côtier de Port Limon au Costa Rica, et des zones environnantes, y compris les décharges industrielles et agricoles, les embouchures d'eaux usées domestiques, les déchets des développements portuaires et urbains, avec des alternatives spécifiques quant à la manière de les traiter à court, moyen et long terme. L'étude présentée met l'accent sur la zone située entre Moin et l'aéroport de Limon. C'est dans cette zone que la pollution et les différentes activités humaines sont le plus concentrées de toute la côte caribéenne du Costa Rica qui s'étend sur 212 km de long. La zone d'influence de cet inventaire comprend le centre de Limon qui a 84 125 habitants (en 1988). La superficie totale de la province est de 9 188 km<sup>2</sup>. La zone concernée par l'inventaire est de 1 766 km<sup>2</sup>.

Les principales sources de pollution suivantes ont été identifiées qui s'additionnent aux effets négatifs que subit l'environnement des eaux marines de Port Limon :

- Les eaux usées domestiques des zones urbaines qui sont directement déversées sans traitement préalable sur le rivage ou par l'intermédiaire de cours d'eau dans la zone.

- Les déchets solides des zones urbaines et de l'hôpital .
- Seulement la moitié des poubelles est collecté pour être livré dans la décharge municipale, à cause du manque de capacité des autorités municipales et portuaires à renforcer les lois existantes.
- Les produits agrochimiques (fertilisants et pesticides) provenant de la zone agricole sont trouvés dans le Nord de la zone étudiée.
- Les hydrocarbures provenant de la raffinerie nationale de pétrole, RECOPE, des bateaux de pêche et des navires de marchandises
- La charge des polluants provenant des bassins moyens et supérieurs des bassins des cours d'eau qui s'écoule dans l'océan, le long de ce rivage, ainsi que les sédiments des zones agricoles et urbaines.
- Les décharges et les égouts industriels.
- Les installations portuaires et leurs activités.

## Principaux résultats

Il a été possible avec cette expertise, d'août 1996 à juin 1997, d'identifier et de définir les priorités comme les principaux problèmes de pollution que l'on trouve dans la région d'étude, en se basant sur une révision des informations existantes au sujet de l'inventaire des sources de pollution localisées et les sources de pollution non localisées, qui sont ici détaillées.

Le manque de site d'enfouissement adéquat et de gestion propre des différents types de déchets solides, ainsi que le besoin pressant d'un système d'évacuation efficace pour les déchets de l'hôpital, constituent les principaux problèmes écologiques de la région, une solution à court terme doit être fournie.

Tant que les eaux d'égouts non traitées sont déversées sur le rivage, I.C.A.A. (National Institute of Aqueducts and Sewage Systems : L'Institut national des aqueducs et du réseau d'égouts) a entrepris le réaménagement de 40% du réseau d'égouts. De plus des études initiales ont été entreprises pour l'installation d'une embouchure de déversement sous-marine pour les eaux usées domestiques à 700 m des côtes. Le principal déversement d'égouts du principal réseau d'égouts, Vargas Park, montre des niveaux typiques d'eaux brutes avec des DBO supérieures à 200 mg/l, 306 mg/l d'huile et de graisses, 2,7 mg/l de phosphore et un azote total de 25 mg/l.

Le déversement, décelé par l'étude, des eaux d'égout non traitées sur le rivage a obligé à déclarer certaines plages interdites à l'usage public, comme par exemple la zone municipale de baignade de Port Limon, qui montrait un niveau de 35 100 bactéries pour 100 ml.

Dans la zone des bassins inférieurs de la rivière de Limoncito, il y a des compagnies industrielles comme ENVACO (Industrial Packagings of Costa Rica) et DECAR (Cardboard Dept. of Standard Fruit Co.) qui ont des systèmes de traitement des déchets peu efficaces et qui ne sont pas capable de fournir un effluent final de qualité propre à leur déversement, ainsi, par exemple, l'embouchure 2 d'ENVACO a montré lors de la première campagne de contrôle un pH de 9,47, une DBO 4 980 mg/l et une DCO de 12 680 mg/l. Dans un second temps les niveaux de contrôle étaient de 10,45 pour le pH, de 51 000 mg/l de DBO et de 76 400 mg/l de DCO.

L'embouchure 2 de la décharge d'ENVACO représente la production d'une station d'épuration et montre un pH de 10,1 et 10.45 lors des deux campagnes de contrôle. Dans le cas de DECAR, l'effluent traité déversé a un pH de 5,45, un niveau de DBO entre 588 et 690 mg/l et un niveau de DCO compris entre 918 et 1 129 mg/l. Ces niveaux ne correspondent pas aux normes de qualité requises par la législation locale.

D'autres compagnies industrielles comme Coca Cola déversent leurs eaux usées directement dans l'environnement dans les cours d'eau récepteurs, qui montrent des pH de 11,7 et 11,85, des DBO entre 1 707 et 8 770 mg/l pour l'embouchure 1 entre 590 et 3 055mg/l à l'embouchure 2 ainsi que des niveaux de DCO de 3 640 à 12 850 mg/l pour l'embouchure 1 et 1 055 à 4 500 mg/l à l'embouchure 2.

La culture de banane fournit principalement des déchets solides comme le pinzote (cageots de bananes), les fruits qui ont été éliminés du marché et les sacs en plastique utilisés pour envelopper les régimes de banane. Jusqu'à un certain point cette activité se rajoute également à la sédimentation produite à la base des courants en causant un certain système de drainage qui ne considère pas le sol – mesures de protection. Malgré cela, certaines plantations comme celle de DOLE's La Paz, qui est montré comme exemples pour sa gestion des cageots de banane, de sacs en plastique et de restes de bananes. La station de traitement des eaux usées de DOLE's La Paz montre des niveaux de DBO de 18 à 22 mg/l et 40 à 82 mg/l de DCO.

La concentration en hydrocarbures des eaux côtières montre des niveaux de pollution très faibles, de 1,00 à 1.85 ug/l dans trois échantillons qui ont été analysés, ce qui est inférieur aux normes de l'UNESCO de 10 ug/l de crisene. Ceci reflète les excellentes conditions de traitement des installations de RECOPE (National Petroleum Refinery : raffinerie de pétrole nationale).

La pollution diffuse ou non localisée, liée aux activités portuaires les cargos et les petits bateaux le long de la côte est principalement causée par les seconds, étant donné que les cargos suivent les recommandations de l'Organisation maritime internationale de décharge au-delà de 10 miles nautiques de la côte.

Le lessivage des sédiments causé par la déforestation et les autres phénomènes naturels, est la principale source de pollution des eaux côtières sur le récif corallien. On pense qu'avec les sédiments les pesticides utilisés pour les activités agricoles de la région, sont également lessivés.

D'un point de vue hydrographique et océanographique, l'information étudiée comme la dispersion des polluants sur l'environnement côtier est isolée, incomplète et n'est pas à jour, elle ne permet donc pas une réelle analyse quantitative ou qualitative sur les moyens possibles sur le rivage de Limon et les zones adjacentes, ni sur la direction qu'ils suivront probablement une fois qu'ils auront quitté le port.

Il est important de montrer qu'à côté des problèmes de pollution mentionnés ci-dessus, la région de Limon a été affectée en 1991 par un tremblement de terre (7,4 sur l'échelle de Richter) qui a détruit les systèmes de drainage de la ville qui existaient auparavant, affectant de plus le niveau du fond de la mer (qui est monté de 1,5 m), ce qui a nécessité de draguer la zone des installations portuaires. Le tremblement de terre d'avril 1991 qui a causé la surélévation du plancher sous-marin, a laissé les récifs coralliens et les embouchures des eaux usées domestiques totalement exposés. Ceci a fait disparaître la plage de Portete et la mort de 5% des rifs coralliens de la région.

### **Principales priorités de contrôle et de minimisation de la pollution**

Cette étude identifie les priorités suivantes pour le contrôle et la minimisation de la pollution des eaux du rivage à court et moyen terme:

- Le besoin d'entreprendre des études techniques et économiques pour le placement et le fonctionnement de sites d'enfouissement corrects pour les déchets domestiques et hospitaliers.
- La mise en œuvre de sites d'accumulation pour le recyclage et la réutilisation des matériaux usagers, y compris les huiles lubrifiantes.

- Initier des études hydrographiques et océanographiques qui devraient aider à trouver un site sous-marin de décharge des embouchures adéquat . Les études nécessaires pour ce propos devraient être : a) la mesure des courants maritimes avec l'aide du réseau de mécanisme de mesure des courants. La mise à jour de la climatologie de la rion. L'établissement de la carte bathymétrique de la zone côtière au 1:2000, en particulier pour la zone proposée pour l'installation de l'embouchure de la décharge des eaux usées.
- Entreprendre des études techniques et économiques concernant la possibilité de construire une station de traitement commune des eaux usées industrielles qui s'occuperait des besoins des compagnies industrielles qui se trouvent dans le bassin inférieur du fleuve Limoncito.
- Proposer la réalisation d'une évaluation écologique comme les dangers pour la santé des employés des plantations de bananes.
- L'information sur les pesticides dans l'eau suggère que les études à venir devraient se concentrer sur les sédiments lessivés par les courants et leurs effets sur les organismes vivants et pas nécessairement sur l'eau elle-même.
- Accélérer les études d'impact sur l'environnement, concevoir et construire une embouchure pour le déversement des eaux usées, afin de diminuer la pollution fécale des eaux des plages .
- Informer les baigneurs potentiels du danger qu'ils encourent en se baignant sur les plages municipales de Piuta.

Il est crucial pour les ressources marines et côtières d'être durables afin que la biodiversité de la région et la santé humaine soient protégées tout en renforçant le développement économique. Au niveau régional ;a partie à mettre en pratique avec ce travail, en même temps que le reste des sections principales d'études et des zones sélectionnées, contribue à protéger les eaux océaniques internationales et permettra de minimiser les cas d'impact sur l'environnement à venir qui affecteraient le deloppement et les activités économiques, grâce au renforcement des institutions et de la coopération internationale.

# **CUBA: TECHNOLOGIES POUR LE TRAITEMENT ET L'ÉVACUATION DES EAUX USEES – ETAT ACTUEL ET PERFORMANCES**

**Eng. Carmen C. Terry Berro**

Spécialiste senior, Agence de l'Environnement, Ministère des Sciences, de la Technologie et de l'Environnement

Calle 20 Esquina 18A, No. 4110, Playa, Ciudad de la Habana, CUBA

Tél: 537-229351/296014, Fax: 537-249031, Email: cterry@cigea.unepnet.inf.cu

## **Introduction**

Parmi les plus fortes priorités établies par la Stratégie écologique de Cuba, l'application des technologies rationnellement écologiques pour le traitement et l'évacuation des eaux usées bénéficie d'une attention particulière, en prenant en considération le fait que la gestion inadéquate des déchets liquides a été identifiée comme étant le point faible le plus significatif du pays en matière de travail écologique pendant la dernière décennie.

L'inventaire national des sources ponctuelles révèle que 42% des sources identifiées sont des habitations humaines et des installations sociales, alors que 33% et 25% sont respectivement des industries et des installations d'élevage. Seulement 54% de ces sources polluantes possèdent des systèmes de traitement des eaux usées ; le pourcentage restant verse ses eaux usées non traitées dans les eaux de rivières ou marines.

Pour atteindre l'objectif d'une diminution graduelle des charges polluantes déversées dans l'environnement, un diagnostic de la situation du traitement des eaux usées et leur évacuation, y compris l'information de base sur l'état actuel des technologies utilisées à ce propos et les perspectives pour l'amélioration de leur choix, de leur application et de leurs performances.

## **Traitement des eaux usées municipales et systèmes d'évacuation**

En 1997, 90,4% de la population cubaine eu accès aux services sanitaires, fournis par le réseau d'égout (34,2%), et les fosses septiques et les latrines (56,2%). On a estimé que seulement 17% des eaux usées collectées par le réseau d'égout urbain recevait un traitement quelconque l'année dernière.

Une faible gamme de technologie est utilisée dans notre pays pour traiter les eaux usées domestiques et évacuer les effluents. Ces technologies peuvent se regrouper de la façon suivante:

- Cinq stations à filtre goutte à goutte conventionnels (filtres remplis de pierres) dans une situation critique à cause des pannes de l'équipement, du manque de maintenance et des problèmes de pièces détachées et de fonctionnement. Une seule fonctionne, fournissant un traitement primaire. Les stations restantes sont hors service.
- Environ 1 250 bassins de stabilisation distribués sur tout le territoire national. La plupart du système consiste en une cellule facultative. Bien que ce type de technologie soit considéré comme une option appropriée pour les conditions du pays, de nombreux

systèmes existant ne fonctionnent pas efficacement à cause des problèmes de conception, hydrauliques, de surcharge organique, de problèmes de démarrage et du manque d'entretien.

- Les systèmes d'évacuation et de traitement sur site des petites collectivités, des habitations individuelles et d'autres installations. Le système le plus typique consiste en une cuve d'interception de graisse en tant que pré-traitement avec une fosse septique suivie d'un champs d'absorption par le sol pour le traitement final et l'évacuation. Quand l'évacuation par le sol ne peut pas être utilisée, l'alternative la plus commune est la fosse septique en conjonction avec des filtre à grains moyens ( de type flux vers le haut ou vers le bas) et déversement de l'effluent dans les eaux de surface.
- Une conception impropre et la capacité limité des compagnies opératrices pour se conformer au programme de nettoyage des fosses septiques, sont des facteurs qui contribue à une mauvaise performance de ces technologies. Dans de nombreuses habitations, le suintement des latrines s'infiltrer dans le sol et atteint les eaux souterraines utilisées pour la consommation humaine.
- Quelques stations d'épuration d'emballage dans les zones touristiques basées sur des processus de boues activées, fournissent le traitement des eaux usées pour les hôtels. Certaines de ces stations traitent les eaux usées jusqu'à un niveau tertiaire pour réutiliser les effluents pour l'irrigation des pelouses et des jardins. Elles ont été construites récemment et, en général, leurs performances sont satisfaisantes.

### **Traitement et évacuation des eaux usées industrielles et d'élevage**

Les industries situées dans les villes desservies par le réseau d'assainissement, déversent généralement leurs déchets liquides dans le système de collecte municipal sans traitement préalable. D'autre fournissent seulement un traitement partiel avant le déversement dans les eaux réceptrices.

Des bassins facultatifs et anaérobies avec des cellules aérobies comme processus final pour nettoyer l'effluent avant sa décharge, sont largement utilisés pour traiter les eaux usées des élevages de bétail, ainsi que les eaux usées industrielles dans les quelles les matières organiques prédominent. Environ 500 bassins ont été construit pour ce propos à Cuba.

Notre principale activité économique, l'industrie de la canne à sucre, demande une attention spéciale à cause de l'ampleur des dommages que son installation puisse causer sur l'environnement. Actuellement les eaux usées provenant des manufactures de sucre sont utilisées pour l'irrigation fertilisante des champs de canne à sucre. Un grand effort est en cours pour étendre cette pratique à la totalité des plantations qui possèdent les conditions adéquates pour assimiler cette technologie.

Des résultats positifs ont été atteints en utilisant cette méthode, de plus, grâce à la mitigation substantielle de la pollution de l'environnement et à la diminution des coûts des installations de traitement des eaux usées, les champs agricoles et la production de sucre ont augmenté en terme de surface irriguée.

Pour éviter d'affecter les sols à long terme, des mesures ont été prises quant au processus de production, principalement pour ce qui est de la ségrégation, de la collecte et de la réutilisation des produits acides et alcalins utilisés pour le nettoyage de l'équipement technique et des dérivés du pétrole déversés.

Les technologies de traitement des eaux usées les plus communément utilisées dans les principales activités de production sont résumées dans le tableau suivant.

SECTEUR	TECHNOLOGIES LES PLUS COMMUNES
Industrie de sucre	Cuves d'interception des graisses et des huiles Bassins de stabilisation en série Irrigation fertilisante
Fabriques de conserves	Bassins de stabilisation en série
Pêche industrielle	Processus de fossés d'oxydation
Industrie alimentaire et des boissons	Bassins de stabilisation en série
Biotechnologie	Digestion anaérobie et stérilisation Bassins de stabilisation
Production de café	Bassins de stabilisation
Industrie chimique et métallo génique	Processus physiques et chimiques (équilibrage, neutralisation, précipitation, floculation, sédimentation, etc.).
Production de pétrole	Séparation huile-eau Injection dans des puits profonds
Fabriques de pesticides	Lagunes d'évaporation
Élevage de bétail	Digestion anaérobie Bassins de stabilisation en série

En général, la situation des systèmes de traitement des eaux usées industrielles et des élevages de bétail, en ce qui concerne les conditions techniques, le fonctionnement, l'entretien et les performances, est similaire à celle des installations de traitement des eaux usées domestiques.

### Directions futures

Si l'on tient compte des particularités du pays et de la situation économique, les caractéristiques des sources majeures de pollution et l'état actuel de la technologie d'évacuation et de traitement des eaux usées, l'accent doit être mis sur les actions suivantes:

- Adopter une technologie qui convient aux habitants et aux conditions locales, en particulier les technologies faibles coût.
- L'introduction de technologies qui fournissent des effluents qui correspondent aux exigences de qualité pour la réutilisation en irrigation, la production de protéines unicellulaires, l'aquaculture et autres utilisations de l'eau non-potable, en particulier l'industrie sucrière et le secteur de l'élevage du bétail.
- L'introduction de méthode de collecte sèche des déchets solides et semi-solides pour les élevages de bétails et quelques autres industries, pour éviter ou diminuer leur présence dans les déversements d'eaux usées.
- L'introduction de technologies de traitement anaérobie suivies par un processus de nettoyage final pour quelques types d'industrie et le secteur de l'élevage du bétail, en tant que moyen approprié pour atteindre une efficacité d'élimination des polluants et obtenir des gaz biologiques pour générer de l'énergie.
- L'introduction progressive de terres inondées artificielles et de systèmes de traitement par les plantes aquatiques pour les petites communautés, pour évaluer leurs performances dans les conditions de Cuba.

- Parvenir à un fonctionnement et un entretien plus efficace des installations de traitement d'eaux usées et réhabiliter progressivement celles qui montrent des déficiences techniques et au niveau de leur condition physique.
- Contrôle systématique du fonctionnement et de l'entretien des installations.
- Formation du personnel chargé du fonctionnement et de l'entretien des installations.

## **Conclusions**

L'application des technologies rationnellement écologiques pour l'évacuation et le traitement des eaux usées est essentielle pour stopper et renverser les effets de la pollution de l'environnement causés par la gestion inappropriée des eaux usées domestiques, industrielles et des élevages de bétail.

A l'heure actuelle, l'économie cubaine ne peut pas faire face elle-même à la demande de matériel et de ressources financières pour maintenir et réparer l'infrastructure existante et augmenter la couverture de traitement des eaux usées de manière significative. Le pays demande par conséquent une coopération internationale.

Bien que notre pays ait la capacité technique potentielle et l'infrastructure sociale pour générer et recevoir des technologies écologiquement rationnelles pour le traitement et l'évacuation des eaux usées, des efforts d'organisation et de gestion doivent être faits pour dépasser les défauts actuels en matière de gestion des déchets, y compris la mise en œuvre effective d'instruments comme la législation et la normalisation, l'évaluation de l'impact sur l'environnement est un outil qui évalue les technologies à utiliser dans les nouveaux projets de développement, le Processus d'autorisation écologique, l'Inspection de l'état de l'environnement et l'Innovation scientifique et technologique.

## **Références**

- Ministry of Science, Technology and Environment. National Environmental Strategy, 1997.
- PHO/WHO. Sectoral Analysis in Water Supply and Sanitation in Cuba. Sectoral Analysis Series No. 3, 1994.
- Center for Environmental Information, Management and Education. National Inventory of Point Sources of Pollution, 1998.
- Acosta R. Clean Technologies: Cuban Experiences. Industry and Environment/UNEP, Vol. 12, No.1, 1989.

# **ADOPTER, APPLIQUER ET FAIRE FONCTIONNER DES TECHNOLOGIES ECOLOGIQUEMENT RATIONELLES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES**

## **EVACUATION DES EAUX USEES EN HAÏTI**

**Prof. Carlo Lafond**

Directeur Général, Ministère de L'Environnement, 181 Haut Turgeau, P-AU-P, HAITI

Tél: 509-45 0645/45 7585/45 7572, Fax: 509-45 7360/45 1022,

Email: [deg.mde@rehred.haiti.net](mailto:deg.mde@rehred.haiti.net), Email: [deg.mde@palaishaiti.net](mailto:deg.mde@palaishaiti.net)

Afin d'introduire le thème de l'évacuation des eaux usées en Haïti, nous devrions insister sur le fait que, pour choisir un système approprié pour un pays comme Haïti, des considérations techniques et sociales autant qu'économiques et politiques doivent être faites:

- Les considérations concernant la santé publiques doivent être prises en compte non seulement pour les systèmes individuels des maisons particulières, mais aussi pour les lieux publics comme les marchés et les écoles.
- La participation publique à toutes les phases du projet, la conception de la construction et l'entretien. Une fois que la contribution collective d'une communauté est garantie, les arrangements institutionnels doivent être mis en place pour la durabilité du projet.
- Les critères de qualité environnementale, en prenant en considération la viabilité et tous les impacts possibles du projet sur les eaux souterraines et sur l'air.
- En Haïti, les considérations économiques impliquent une faible dépendance de produits importés comme les éviers, les cuves des toilettes et même les outils d'entretien des camions de nettoyage équipés avec les pompes aspirantes.

### **Systemes d'évacuation des eaux usées en Haïti**

Principalement deux possibilités d'évacuation des eaux usées existent en Haïti:

- Ou une évacuation collective grâce à de petits réseaux d'égouts comprenant une station de traitement primaire.
- Ou un système d'évacuation privé grâce à des cuves de rétention individuelles, des fosses d'aisance et des fosses septiques.
- Techniquement parlant, le système de réseau d'égout fonctionne par effet de pesanteur ou sous pression ce qui représenterait la meilleure technologie disponible pour Haïti, et un

tel système pourrait être utilisé dans les toutes nouvelles communautés des riches banlieues..

Deux cas historiques viennent à l'esprit:

- i. En 1972, un système de réseau d'égouts sanitaires, séparés des égouts pluviaux, a été conçu par une firme américaine appelée Engineering Science Inc., mais, finalement, l'idée de séparer les deux systèmes d'égout a été abandonnée.
- ii. Et, en fait, une récente communauté de classe moyenne à haute nommée BELVIL, ce qui signifie BELLE VILLE –a originellement été conçue avec un réseau d'égout séparé et une petite station de traitement primaire. Les troubles politiques de 1991-1994 ont bien sûr contraint à un changement et toutes les maisons ont finalement été construites avec des fosses septiques.

Mais, jusqu'à présent, aucun réseau d'égout n'a été construit dans le pays à cause d'un approvisionnement en eau peu fiable ou un problème pratique de coûts d'entretien, des habitudes socioculturelles d'une population qui aurait besoin d'un programme éducatif sur l'environnement approprié, des coûts d'investissement relatifs à la construction de réseau d'assainissement et de systèmes de traitement. Le pays a une consommation d'eau très faible.

Etant donné que l'approvisionnement en eau courante n'est pas disponible ou inappropriée en Haïti, les systèmes de collecte des eaux usées des habitations sont des pratiques communes : ce qui est conforme à la Décisions trois du PNUE- CREP pour la collecte appropriée des égouts.

Cependant, en fin de compte, des systèmes d'égouts pour des sanitaires privés ou des petits systèmes publics pourraient être construits.

## **Systèmes d'évacuation individuels des eaux usées en Haïti**

### **Latrines à fosse**

La construction de latrines à cloisons sèches ont été les plus utilisées en Haïti. Même dans les maisons individuelles les plus riches, il y a des latrines dans l'arrière cours pour les domestiques. La technologie locale est bien établie. Le processus d'entretien est également bien établi. IL y a une bonne ventilation toute l'année. La durée de vie de telles cuves de rétention est de plus de cinq ans pour une famille de dix personnes.

### **Ces latrines peuvent avoir les formes suivantes :**

- La plus simple est une cuve de rétention qui est une structure temporaire et qui peut être ventilée ou non. Il s'agit d'une couverture en préfabriqué avec un bout de tuyau pour la ventilation. Une fois qu'elle est pleine aux deux tiers (2/3), elle est généralement remplie et recouverte. Le La plaque est alors enlevée et transférée à un autre endroit.
- Le type le plus perfectionné est une double cuve, bien ventilée. Elle ne demande pas vraiment d'entretien Elle évite les problèmes de contamination et est vraiment abordable pour la population. L'inconvénient majeur de ce système consiste à obtenir la taille correcte de la cuve.
- Un programme régulier d'entretien est nécessaire pour une décharge correcte des déchets solides.

## **« Aqua privy » ou latrines à fosse à murs imperméables**

En Haïti, les latrines à fosse sont utilisées quand les eaux souterraines sont relativement hautes : c'est de qui est appelé en anglais les « eaux-privées » (aqua-privy).

Bien qu'elles fonctionnent comme des latrines, elle ne dépend de l'infiltration dans le sol des liquides des eaux usées.

Les « eaux-privées » ont une performance inférieure à celle des fosses septiques, mais peuvent être intégrées par la suite dans un système d'égouts.

## **Fosses septiques**

En Haïti, les fosses septiques représentent en ville l'équivalent des latrines pour les zones rurales. Les éviers, les toilettes et les W.C. sont connectés à la fosse septique. La cuve, avec un ou deux compartiments, sépare les eaux usées des boues,. Le compartiment des boues peut être nettoyé tous les deux ans. Le liquide est dirigé vers u puits d'infiltration,et peut également être éventuellement connecté à un autre système pour l'infiltration dans les sols environnants.

En Haïti, de nombreuses institutions ont développé leur propre système de fosse septique. Il y a un effort de fait de la part d'une entreprise publique pour traiter avec les habitations sociales. LE système adopté a bien été testé jusqu'ici. Développé en modules appelés « blocs sanitaires », ils ont été utilisés par les projets d'habitations des quartiers pauvres haïtiens. Les problèmes rencontrés par ce système sont relatifs à l'éducation sanitaire, l'ignorance et les coûts d'entretien pour la communauté.

## **Construction d'installations sanitaires communautaires**

- Des toilettes publiques ont été construites à certains endroits comme des places publiques, des marchés, des hôpitaux et des églises.
- Les installations sanitaires publiques sont nécessaires en Haïti, dans les voisinages à fortes densités de population comme les quartiers pauvres des grandes villes.
- Dans deux quartiers pauvres de Port-au-Prince, appelés Cité Soleil et Drouillard, des douches publiques ont été rajoutées aux installations des toilettes publiques .

## **Considérations sur les eaux usées industrielles**

En Haïti, où le secteur industriel n'est pas très important, et principalement concentré à Port-au –Prince, nous avons essentiellement à faire à des manufactures et des entreprises concentrées dans des parcs industriels.

Cependant, quelques industries, comme les fabriques de savon et les industries pharmaceutiques, utilisent leur propre processus de traitement pour neutraliser leurs déchets avant de les déverser dans les couloirs pour d'eau de pluies.

## **Rôle du Ministère de l'Environnement (MOE)**

- Le Ministère de l'Environnement n'est pas encore engagé dans le contrôle du traitement des eaux usées sanitaires, de source individuelle ou industrielle.
- Le MOE considère l'introduction et l'usage commune de W.C. à économiseur d'eau utilisant seulement 1,5 gallons (5,7 l) d'eau au lieu des classiques 5 gallons (18,9 l).
- Le MOE travaille sur des normes spécifiques pour le pré-traitement et le traitement des eaux usées pour les communautés domestiques et industrielles.
- Les Impacts sur l'environnement des projets d'habitations collectives ainsi que les projets industriels doivent être étudiés, en particulier en ce qui concerne la pollution des eaux souterraines par leurs déchets liquides.

## **Perspectives générales**

1. Des cuves de dépôt ou de sédimentation similaires aux cuves Imhoff pourraient être utilisées tôt ou tard en Haïti.
2. De petits réseaux sanitaires séparés avec des installations pourraient être essayés dans les zones de sub-urbaines avec un bon approvisionnement en eau et des installations de toilettes modernes comme les water-closets (W.C.).
3. A Port-au-Prince, des toilettes portables ont été introduites pour les moments de grande concentration à l'occasion d'évènements spéciaux, comme le Carnaval annuel, ou un concert public ou un événement religieux.
4. Dans quelques zones rurales, des lagunes aérées pourraient être essayées.
5. En ce qui concerne les déchets industriels ils devraient être considérés au cas par cas.
6. N'importe quel nouveau parc industriel devra prendre en compte des installations sanitaires pour les travailleurs ainsi que l'évacuation des déchets industriels.
7. Le rôle du Ministère de l'Environnement sera important en tant qu'institution officielle traitant du contrôle et de l'établissement des normes pour la prévention de la pollution des eaux souterraines.
8. Le MOE devrait faire pression pour la ratification future des conventions internationales ayant à faire avec les eaux usées industrielles ou n'importe quel produit persistant ou non bio-dégradable.
9. Dans la bataille contre la pollution par les eaux usées en Haïti, le MOE étudie une interconnexions ou une symbiose entre les conventions ratifiées par Haïti. Et, comme correspondant, nous nous considérons comme une interface entre ces conventions et leurs relations avec l'évacuation et le traitement des eaux usées.
  - La pollution des ressources en eau, par l'intermédiaire de la pollution des eaux souterraines qui représente une cible pour la CCD ou Convention de la riposte à la désertification.
  - La pollution côtière de la mer, des récifs coralliens et des espèces marines (Convention sur la biodiversité)
  - La pollution par les déchets dangereux (couverte par la Convention de Bâle)
  - Etant donné la situation précaire de l'Evacuation et de la gestion des eaux en Haïti, le Ministère de l'Environnement travaille à la signature officielle et à la ratification de

la Convention de Carthagène. En même temps, le MOE participera aux futurs débats de la région des Caraïbes sur ce sujet. Le MOE montre également un grand intérêt pour le Protocole sur la pollution marine des sources et des activités terrestres (ou Protocole LBS). Suite au Rapport technique #40 du PEC nous nous sommes améliorés sur les tableaux 2-3 du rapport.

## **Conclusion**

Pour conclure cette présentation, j'aimerais insister sur le fait que l'évacuation et le traitement des eaux usées en Haïti, fait partie des cibles générales du Ministère de l'Environnement, qui prépare en ce moment un Plan d'action national sur l'Environnement, ou NEAP pour Haïti.

En fait, l'un des sujets a déjà été traité par un consultant concernant cette matière.

Enfin, un service spécial du MOE, le Service de la gestion des déchets et du contrôle de la pollution ébauchera les critères et les normes de l'état des impacts pour prévenir et se battre contre la pollution des déchets industriels et domestiques.

Merci beaucoup pour votre patience et votre compréhension pour mon fort accent français.

Dieu vous bénisse.

## **Références**

USAID: "Manuel Pratique de l'Équipement Rural" (III) INSTALLATIONS SANITAIRES, Serie Techniques Américaines #104 Centre Régional d'Éditions Techniques (CRET).

"Assainissement des villes de Province : Cap-Haïtien, Gonaïves, Saint-Marc

Rapport B: Faisabilité", MSPPP, GWK Consult, Juillet 1990.

Appropriate Technology Sourcebook, Ken Dumond Danaman, 1993, Volunteers in Asia.

Parc Industriel SONAPI, Intermarketing Union Inc., Ig., N.Y., 1996.

MPCE, "Conférence Environnement et Développement dans la Caraïbe Francophone", 1990. Texte présenté par le MSPP.

"Appropriate Technology for Sewage Pollution Control in the Wider Caribbean Region, CEP Technical #40, 1998, UNEP.

Projet de Loi Organique, Ministère de l'Environnement (MDE), 1998.

"Preliminary Design Study of Sewerage and Stormwater Drainage, for Port-au-Prince and its environs" Engineering-Science, Inc., October 1972.

"Modules Sanitaires" Entreprise Publique de Promotion des Logements Sociaux, EPPLS, 1998.

Appropriate Technology for Portable Disposable Waste System, Firme JEDCO, Port-au-Prince, 1998.

# GESTION DES EAUX USEES EN JAMAÏQUE

**Mme Ianthe Smith**

Directeur Senior, Control de la pollution, Autorité pour la conservation des ressources naturelles  
53<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Molynes Road, Kingston 10, JAMAÏQUE  
Tél: 876-923 5125, Fax: 876-923 5070

## 1.0 Introduction

Cet article s'intéressera aux systèmes de gestion des eaux usées en Jamaïque, un cadre législatif, à l'état actuel des installations de traitement et aux zones où des améliorations sont nécessaires..

Dans cet article, lorsque l'on parlera d'eaux usées nous nous référerons aux égout et aux eaux usées issues des activités industrielles. On se référera également à ces dernières en tant qu'effluent commercial.

## 2.0 Principaux opérateurs des installations de traitement des eaux usées

Il y a de nombreuses entités qui font fonctionner les installations de traitement en Jamaïque. Les installations de traitement des égouts comprennent le large réseau des installations de traitement des eaux usées sur l'île. Le tableau suivant montre une liste des principaux propriétaires et opérateurs des stations de traitement des égouts. The National Water Commission (NWC : la Commission nationale pour l'eau) fait fonctionner le plus grand nombre de stations et possède un réseau assez large de système d'égouts dans les principales cités et villes.

Tableau 2.1

Propriétaire/Opérateur	Pourcentage possédé
Commission National de l'Eau	36
Ministère de Logement	14
Ministère de l'Education	4
Promoteurs privés	5
Hôtels et lieu de vacances	16
Industries	8
Propriétaires variés	17

Source des données : Environmental Control Division Annual Report 1997

Environ 20% de la population de toute l'île est connectée à une installation de traitement des égouts. Les principaux centres urbains comme Kingston et St. Andrew, St James et Ste Catherine représentent environ 90% des déchets traités par NWC.

La NWC commandera bientôt trois nouvelles stations de traitement des égouts à Ocho Rios, Montego Bay et Negril. Ceux-ci sont des lieux touristiques qui ont vu une croissance rapide de la population résultant en une migration vers ces zones. L'infrastructure a par conséquent besoin d'être amplifiée.

Le Ministère de l'Environnement et du Logement opère généralement les stations de traitement des égouts associés au projets de logement gouvernementaux mais remet finalement ces stations entre les mains de la NWC. De plus en plus, la NWC a indiqué

qu'ils doivent agréer les installations de traitement d'égouts qu'ils s'attendaient en fin de compte à reprendre. La NWC a également indiqué qu'ils étaient découragés par l'utilisation des stations d'emballage et qu'ils encourageaient l'utilisation des bassins de traitement là où ils étaient applicables. Il y a une préférence pour les installations de basse technologie parce que les coûts d'entretien peuvent être réduits.

Le Ministère de la santé opère les stations de traitement des eaux usées associées à ses hôpitaux et ses instituts de santé.

La Coopération pour le développement urbain (Urban Development Corporation : UDC) opère de nombreuses petites stations de traitement dans l'île. Les zones desservies par les stations de Négril et d'Ocho Rios doivent être couvertes par les nouvelles installations de traitement d'égouts qui sont construites par la NWC.

Les hôtels et les complexes touristiques possèdent souvent leur propre station de traitement des eaux usées mais on s'attend à ce que beaucoup soient connectées aux nouvelles stations de la NWC situées à Negri, Ocho Rios et Montego Bay.

### 3.0 Le cadre législatif

L'Autorité pour la conservation des ressources naturelles (NRCA) est en charge de la gestion de l'environnement en Jamaïque. L'Acte 1991, Section 12, de la NRCA indique qu'un permis est nécessaire pour déverser des eaux usées dans l'environnement et pour la modification, la reconstruction et la construction d'installations de traitement d'eaux usées.

Effectif depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1997, les règlements des Permis et Autorisations ont été promulgués et nécessitent que le Permis soit obtenu de la part de la NRCA pour la construction et le fonctionnement de nouvelles installations de traitement des eaux usées et qu'une autorisation soit obtenue pour le déversement des effluents d'égouts et commerciaux.

La NRCA s'occupe de l'application des permis pour les nouvelles installations de traitement des eaux usées et l'application des autorisations pour les déversements d'effluents. Le tableau suivant donne les détails du nombre de permis octroyés pour les installations de traitement des eaux usées industrielles et d'égouts et du nombre d'autorisations accordées pour le déversement d'effluents d'égouts et commerciaux depuis le début du système de permis et d'autorisations en janvier 1997.

Tableau 3.1

Type de permis/licence accordée	Nombre
Usine de traitement des eaux usées – permis	3
Usine de traitement des égouts – permis	12
Licence commerciale d'effluent	9
Licence d'effluent d'égouts	14

La NRCA a établi des normes pour la qualité des effluents d'égouts et commerciaux et correspondre aux normes est une condition pour toutes les autorisations octroyées. (Voir Appendice 1 pour les normes des effluents d'égouts et commerciaux). Il faut remarquer qu'il existe deux normes pour les effluents d'égouts, les normes pour les installations existantes et celles pour les nouvelles installations. Les permis et les autorisations sont octroyées actuellement seulement aux nouvelles installations, les installations existantes sont définies comme étant celles qui avaient déjà leur approbation statutaire en place avant janvier 1997.

Les conditions de l'autorisation nécessitent généralement un auto-contrôle avec une fréquence spécifique pour s'assurer que les normes sont atteintes. Un Plan de gestion et un Contrôle écologique est généralement demandé à l'entité qui sollicite l'autorisation. La NRCA effectue un post-contrôle d'approbation de conformité pour s'assurer que les conditions sont remplies. Des échantillons de l'effluent sont également analysés par le laboratoire de la NRCA.

Les conditions standard incluses dans les permis et les autorisations des installations de traitement des égouts comprennent la nécessité de générateurs et de pompes de remplacement quand les stations sont mécaniques. Dans le cas de mauvais fonctionnement des stations, des stations éventuelles doivent également être signalées auprès de la NRCA.

La réglementation pour les normes des effluents des égouts et commerciaux sont actuellement en préparation et on espère qu'elle sera prête en mars 1999. La NRCA sera alors en position d'autoriser les installations de traitement d'eaux usées existantes. Il y aura également une réglementation des frais de décharge des déchets, qui nécessiteront en principe que l'entité qui déverse l'effluent paie une cotisation fixe pour le déversement une fois que l'effluent est aux normes de la NRCA. Cependant, si l'effluent n'est pas conforme, des frais de pénalités additionnels seront imposés et augmenteront géométriquement pour chaque jour pendant lesquels l'effluent n'est pas conforme. L'objectif est d'encourager le pollueur à résoudre le problème plutôt que de payer une pénalité.

#### **4.0 Etat actuel des installations de traitement des eaux usées**

##### **4.1 Section 17 du programme**

La NRCA a déjà travaillé avec certains des principaux générateurs d'affluents existants grâce à la section 17 du programme. Le programme vise initialement les entités qui déversent les eaux usées dans le port de Kingston mais s'est depuis étendue pour inclure toutes les fabriques de sucre et les distilleries, les stations de bauxite et d'aluminium, les pulperies de café ainsi que les autres établissements connus pour générer des effluents commerciaux et des égouts.

Grâce au programme NRCA obtient des informations par l'intermédiaire d'un questionnaire, tous les quatre mois sur le contrôle de la pollution et les pratiques de gestion des déchets des entités. La qualité de l'effluent est l'un des sujets du rapport. La vérification du contrôle est effectuée par la NRCA pour s'assurer que les données fournies sont vraiment exactes. On espère que ces entités seront finalement incorporées dans le système d'autorisations des entités existantes qui débutera, espère t-on dans l'année fiscale 1999/2000.

Depuis le commencement de la section 17 du programme en 1993, la NRCA a publié 213 notes aux industries et a conduit des visites de vérification des contrôles dans environ 70% des industries. En se basant sur les rapports remis et les visites effectuées, il est clair qu'il y a encore beaucoup de travail. Plus de 90% des entités déversent un effluent qui ne correspond pas aux normes de façon constante. Il y a eu des améliorations dans la qualité de l'effluent et environ 30% font de sérieux efforts pour atteindre la conformité.

##### **4.2 Qualité des effluents d'égouts et commerciaux**

La qualité des effluents d'égouts des installations de traitement d'égout de la NWC n'est pas consistante et plus de 85% des 48 stations ne correspondent pas aux normes des effluents d'eaux usées. La NWC doit encore présenter un plan de stratégie à la

NRCA sur la façon dont ils entendent amener les stations existantes aux normes de conformité.

La NWC est sur le point de mettre en service trois nouvelles stations de traitement à Négril, Ocho Rios et Montego Bay. Ces stations ont été le siège de nombreux problèmes durant leur phase de construction ce qui a ralenti les délais. On s'attend à ce que ces stations soient mises en service en décembre 1999.

Cependant, il existe encore des problèmes d'interconnexions avec le système du réseau d'assainissement par les entités qui génèrent les eaux usées. Ceci représente un défi pour la NWC étant donné qu'il n'y a pas de législation liant les générateurs d'eaux usées pour leur interconnexions au système du réseau d'assainissement. Les stations de traitement d'égout ne parviendront pas à leurs fins si les connexions au système d'assainissement sont insuffisantes.

Les installations de traitement des eaux usées industrielles dans le secteur agroalimentaire sont accablées par la mauvaise qualité des effluents commerciaux déversés. Ceci est particulièrement préoccupant pour l'industrie du sucre, l'industrie du café, les distilleries et les abattoirs. Les eaux usées commerciales qui ont une Demande biochimique en oxygène (DBO) et un Total de solides en suspension et dissous élevés. Les options de traitement à l'embouchure des canalisations tendent à être regardées comme la première solution aux problèmes, cependant, la NRCA encourage les générateurs de déchets à regarder la minimisation des déchets et une production plus propre comme des solutions alternatives qui finissent en général par faire économiser les maigres ressources financières grâce à la réduction de la consommation d'eau et d'énergie.

L'industrie de la bauxite est connue pour avoir des problèmes avec les effluents commerciaux qui ont une forte teneur en sodium. Le secteur de la production d'électricité a des problèmes avec la température de l'effluent déversé et la gestion de leurs déchets huileux.

On s'attend à ce que de nombreuses de ces industries attendent jusqu'à ce que la législation sur l'autorisation de déversement des effluents des entités existantes soit en place pour « mettre de l'ordre dans leur maison ». Celles qui ont répondu aux conseils de la NRCA d'entamer un plan pour atteindre les normes de conformité auront de l'avance dans la partie.

Quand il existe des cas sérieux de difficultés à la mise aux normes, la NRCA les traitera au cas par cas. Nous avons conscience que les modifications ne peuvent pas se faire d'un jour sur l'autre mais nous espérons qu'un plan d'actions soit soumis à la NRCA afin que nous puissions contrôler les progrès effectués.

### **4.3 Le projet CWIP**

Il existe le Projet d'amélioration de la qualité des eaux côtières (Coastal Water Quality Improvement Project (CWIP)), un projet financé par USAID, entrepris en collaboration avec la NRCA qui travaille avec la NWC pour les aider à définir leurs plans sur la façon de traiter les questions de Fonctionnement et d'entretien de leurs stations de traitement des eaux usées.

Le projet CWIP aide la NWC à explorer les options de partenariat public et privé pour le fonctionnement des stations et à mener une estimation des besoins de formation pour les opérateurs des stations. On s'attend à ce que l'aide fournie par ce projet aide la NWC à s'attaquer aux problèmes de longue date associés au fonctionnement et à l'entretien de leurs stations.

## **5.0 Le futur**

La NRCA continuera de travailler avec les générateurs de déchets pour résoudre le problème de la mauvaise qualité des effluents déversés afin que les cours d'eau, l'environnement marin et terrestre ne soient pas dégradés. Ceci ne sera possible que grâce à un partenariat entre les générateurs de déchets et la NRCA.

Le système d'autorisations pour les entités nouvelles et existantes et les taxes sur les déchets déversés constitueront le régime réglementaire pour la gestion des eaux usées. La NRCA est consciente qu'une incitation existe également dans le sens d'une récompense et pas seulement de pénalités.

# LE MEXIQUE

**Dr Felipe Arreguin Cortes**

Tratamiento y Calidad de Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

Paseo Cuauhuahuac 8532, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550, MEXICO

Tel: 52-73-194381, Tel: 52-73-194000 ext. 543, Fax: 52-73-194381, Email: arreguin@tlaloc.imta.mx

## 1.0 L'eau au Mexique

Pratiquement les deux millions de kilomètres carrés occupés par le Mexique ont une moyenne de précipitations annuelles de 777 millimètres, équivalents à 1 522 kilomètres cubes. Cependant, la distribution spatiale est assez irrégulière. Environ 42% du pays, en particulier dans le Nord, reçoit des précipitations annuelles inférieures à 500 millimètres et dans certains cas, près du Colorado, moins de 50 millimètres. A l'opposé, 7% de la nation bénéficie d'une moyenne de précipitations annuelles supérieure à 5 000 millimètres de pluies qui atteignent le sol. En général, 80% des pluies ont lieu pendant les mois d'été.

De l'eau qui tombe sur le Mexique, 27% se transforme en ruissellement de surface, ce qui représente 410 kilomètres cube et se concentre dans 314 bassins. La distribution est ici encore irrégulière. La moitié du ruissellement est localisé dans le sud est, zone qui représente 20% de la géographie du pays, alors que seulement 4% se trouve dans la région septentrionale, qui représente environ 30% de l'étendue du territoire.

La capacité de stockage des lacs et des lagunes mexicains, quelques 14 kilomètres cubes, et les canaux, environ 189 kilomètres cubes, représentent 47% de la moyenne annuelle du ruissellement.

De la pluie qui s'infiltré, 48 kilomètres cubes renouvellent les nappes phréatiques. Dans les zones irriguées, les nappes phréatiques bénéficient d'une recharge artificielle de 15 kilomètres cubes supplémentaires. On estime finalement que 110 kilomètres cubes d'eau des nappes phréatiques peuvent être utilisés à la fois.

La disponibilité de l'eau par personne est également très variable dans le pays. Dans certaines régions, 200 mètres cubes sont disponibles pour chacun, dans d'autres 33 000. En moyenne, chaque habitant peut utiliser 5 200 mètres cubes par an.

## 2.0 Utilisation de l'eau

En 1997, la population du Mexique a atteint 94,3 millions desquels 13,4 millions n'ont pas d'eau potable chez eux et 26 millions n'ont pas accès à un service d'assainissement. Cette déficience est plus marquée dans les zones rurales. On a estimé que 8,5 kilomètres cubes d'eau sont extraits pour couvrir la demande domestique. Quelques 95% de l'approvisionnement en eau des communautés sont désinfectés et 2,2 kilomètres cubes par an est rendu potable.

Les Mexicains cultivent 20 millions d'hectares, desquels 6,2 sont irrigués. Les autres utilisent la culture sèches ou des techniques d'amélioration. En 1994, 61,2 kilomètres cubes d'eau ont été extraits à ces fins : 41,1 des sites de surface et 20,1 des sources d'eau souterraines.

Les industries situées dans les zones suburbaines et rurales utilisent 2,5 kilomètres cubes d'eau, alors que les stations thermoélectriques et hydroélectriques nécessitaient 113,5 en 1997.

### **3.0 La pollution des eaux au Mexique**

En se basant sur les études d'estimation de la qualité entreprises sur 218 bassins qui desservent 77% du pays et représentent 93% de la population, 72% de la production industrielle et 98% des terres irriguées, 20 de ces bassins sont responsables de 89% de la charge polluante totale, comme mesuré par la Demande biochimique en oxygène (DBO). Quatre bassins reçoivent 50% de toutes les eaux usées déversées.

Les nappes phréatiques les plus polluées se situent sous les grandes villes et les zones agricoles. Ces dernières sont affectées par l'infiltration des produits agrochimiques en usage.

La déforestation contribue également à la dégradation de la qualité de l'eau dans les bassins du pays.

Des 315 stations municipales de traitement d'eau potable, 260 traitent en tout 74 423 lps. A partir de l'eau affluant et des activités de la collectivité, 184 000 lps d'eaux usées sont générées. La capacité en place pour le traitement de ces eaux usées municipales 61 653 lps sont déversées dans 821 stations ; En fait, seulement 639 (77%) des stations sont opérationnelles et traitent 39 389 lps. Les industries du pays génèrent 82 000 lps d'eaux usées de composition et de caractéristiques variées. La plupart de ces déchets sont très polluants s'ils ne sont pas traités. La plus grande source d'eaux usées se trouve dans les zones de raffinerie de sucre, d'industrie chimique, de cellulose, de papier, de pétrole, de boissons non-alcoolisées, de textiles, de fonderies et de préparation de nourriture.

### **4.0 La Commission nationale pour l'eau**

La Commission nationale pour l'eau (CNA), est l'autorité en charge de l'eau au Mexique, elle a été créée en 1989. En tant que promoteur des changements la CNA doit s'engager complètement dans l'évolution d'une administration capable de répondre aux demandes faites grâce à la décentralisation du processus de routine, aux délégations de l'autorité et à la responsabilité des fonctionnaires locaux, à la création d'une échelle de taux réaliste pour les services des eaux et au développement d'un règlement et d'une nouvelle culture de l'eau.

Au Mexique, pour relever ces défis, la CNA a développé son Programme hydraulique pour 1995-2000, afin de réduire le sous-développement et les limitations d'eau disponible, l'avancement de l'assèchement total des bassins, en assurant l'égalité d'utilisation devant la loi, en contribuant au développement durable du pays et en rendant la participation de la société dans la planification et dans l'utilisation de l'eau. Dans le Programme hydraulique mexicain ce qui est remarquable, c'est le plan de modernisation de la gestion conçu pour fournir une technologie de pointe au secteur de l'eau.

### **5.0 L'Institut mexicain de la technologie de l'eau (IMTA)**

L'Institut a été créé en 1986, et sa mission est :

"Entreprendre des recherches, développer, adapter et transférer la technologie, prêter des services techniques et préparer des ressources humaines qualifiées pour administrer, conserver et réhabiliter l'eau pour contribuer au développement durable du pays."

## **5.1 Qualité et traitement de l'eau**

L'IMTA possède six divisions, l'une d'entre elles est la division de la qualité et du traitement de l'eau. Cette division comprend quatre domaines qui sont spécialisés dans la conservation de la qualité de l'eau, l'estimation de l'impact sur l'environnement, le traitement de l'eau potable elle traitement des eaux usées et le recyclage avec des recherches en chimie analytique, en microbiologie, en impact sur l'environnement, en hydrobiologie, en traitement des eaux usées industrielles, en traitement des eaux usées municipales en traitement de l'au potable et en contrôle de qualité.

## **5.2 Mission**

Mener des recherches pour adapter, développer et transférer la technologie pour l'amélioration et la conservation de la qualité de l'eau et des ressources naturelles qui y sont liées, pour accéder à un développement durable.

Cette division comprend quatre domaines que nous allons décrire:

### **Domaine du traitement de l'eau potable :**

Il étudie les caractéristiques des sources d'eau potable au Mexique et la faisabilité, les conditions de fonctionnement et l'efficacité de la technologie appliquée aux stations de traitement de l'eau potable. Les projets sont proposés en accord avec les besoins du pays. La plupart des recherches sont centrées sur l'application des méthodes faisables et économiques pour traiter l'eau des sources naturelles.

### **Domaine de la qualité de l'eau**

Il diagnostique, évalue et propose des solutions aux problèmes relatifs à l'eau dans le domaine de la chimie analytique, de la microbiologie environnementale et de l'hydrogéochimie.

### **Domaine de l'hydrobiologie et de l'évaluation environnementale**

Il étudie l'écologie aquatique des poissons, des invertébrés, des plantes et des mauvaises herbes dans les ruisseaux et les lacs. Ces ruisseaux sont également utilisés pour évaluer l'impact des déversements industriels et des pesticides, et les effets des barrages et des modifications des régimes des flux naturels sur les invertébrés et les poissons. La réponse biologique est également utilisée pour estimer l'impact de la contrainte écologique sur la biologie des cours d'eau. Ces études sont menées par des équipes multidisciplinaires d'hydrogéologues, de chimistes, de botanistes et de zoologistes.

### **Domaine du traitement des eaux usées**

Ce domaine développe des programmes informatiques pour la conception des stations de traitement des eaux usées et de réseaux d'assainissement. La modélisation mathématique des systèmes de traitement et les simulations d'unités de processus. Des tests conventionnels à l'échelle du laboratoire et de traitement avancé et des sédimentations à grande échelle, en pot, l'oxydation chimique, l'absorption, l'adaptation des microorganismes, le comportement biochimique et les tests de résistance spécifique des boues. L'évaluation de l'efficacité des processus unitaires dans l'élimination des polluants des eaux usées et d'autres méthodes spécifiques. La définition de séquences de traitement adéquates et les paramètres de conception,

dépendant de la qualité requise de l'effluent pour la réutilisation ou le déversement dans le milieu receveur.

## **6.0 Technologie de pointe et technologie adéquate**

Les méthodes de traitement de base et les technologies peuvent être divisées en deux groupes : simple ou appropriées et innovatrice ou sophistiquée. Le terme de simple n'implique pas une faible efficacité mais il peut s'agir d'une station avec une consommation réduite d'énergie et une technologie peu compliquée pour la construction et le fonctionnement, et peut utiliser des systèmes basés sur des transformations naturelles, comme les bassins de stabilisation et les systèmes d'infiltration dans le sol, ou, finalement, l'utilisation de plantes et de systèmes aquatiques connus comme terres inondées.

Le concept d'innovation est opposé à ceci dans le sens où les systèmes de traitement sont compliqués, les matériaux de construction nécessaires, l'équipement utilisé et les besoins de contrôle et plus encore sont coûteux. Il existe plusieurs classes de concepts de technologie innovatrice basée sur des schémas mécaniques, biologiques et chimiques. Les systèmes nécessitent généralement des opérateurs et des investissements importants pour le fonctionnement et la construction.

Le concept de Meilleure technologie disponible économiquement disponible (BATEA) devrait être adoptée dans nos pays. C'est une technologie faite sur mesure qui satisfait les besoins de chaque cas, chaque site et chaque type d'eaux usées.

La conception de BATEA signifie:

- Se prémunir de la décharge dans l'environnement des polluants prioritaires ou quand cela n'a pas été possible, réduire leur décharge à un minimum et les transformer en composés inoffensifs.
- Transformer les polluants qui peuvent être nocifs quand ils sont déchargés dans l'environnement, comme les produits qui consomment de l'oxygène, en d'autres produits non toxiques.
- Réduire la pollution de l'environnement comme un tout, en adoptant la meilleure technologie disponible économiquement disponible pour les substances à décharger.
- Éliminer quand c'est possible les polluants prioritaires grâce à la sélection des matériaux bruts, de modification dans le processus ou l'utilisation et l'adoption d'une technologie propre.
- La prévention de la dilution des décharges polluantes.
- Une mesure et un contrôle constant des effluents et des polluants.
- La séparation des décharges contenant des polluants prioritaires pour un traitement individuel.
- La récupération des matériaux pour leur réutilisation quand c'est possible.

## **7.0 Considérations finales**

Le développement durable est compris comme l'administration et la conservation des ressources naturelles et se concentre sur les changements technologiques et industriels pour s'assurer qu'ils continuent de satisfaire les besoins de l'humanité pour les générations actuelles et futures. Ce développement durable conserve les terres, l'eau, les plantes et les réserves génétiques animales, ne dégrade pas l'environnement et est techniquement approprié, économiquement faisable et socialement acceptable (FAO).

Dans ce contexte, les êtres humains et la capacité des écosystèmes de maintenir la vie sont le centre. Dans le domaine du développement écologiquement durable, l'existence

d'une extrême pauvreté et la dégradation et la pollution des écosystèmes sont la base des problèmes que l'on devrait surmonter. Pour la plupart des industries, la production, le contrôle et l'évacuation des eaux usées devient une partie intégrante de la stratégie et des coûts de production. Alors que le traitement et l'évacuation des déchets augmentent, des traitements plus sophistiqués deviennent faisables. Cependant, les méthodes simples, de base, ne doivent pas être oubliées – des règlements pour minimiser la génération d'eaux usées, réduire la consommation d'eau et diminuer la nécessité de processus de traitement. La minimisation devrait être une considération majeure dans n'importe quelle stratégie de contrôle et philosophie de traitement.

Tous les êtres humains, les institutions, les organisations et les pays qui aspirent à vivre en harmonie avec leur environnement devraient avoir comme objectifs environnementaux et écologiques :

- Réduire et dans l'idéal éliminer la pollution à sa source,
- prévenir de l'accumulation des substances toxiques non biodégradables,
- réutiliser l'eau et les autres matériaux,
- prévenir le transport des polluants,
- éviter l'épuisement des ressources naturelles,
- administrer la consommation d'énergie,
- développer et utiliser des sources d'énergie non polluantes,
- minimiser la désertification, et
- prévenir les maladies transmissibles par l'eau.

Les débuts de perspectives écologiques avec une vision et une compréhension globale de comment les différents composants de la nature (y compris les êtres humains) interagissent à travers des modèles qui tendent vers un équilibre et qui persiste dans le temps. Le besoin d'avancer dans le développement durable demande un changement du paradigme général vers une cible écologique, une éducation sur l'environnement dynamique basée sur ces concepts, et un support durable des activités de recherche, fondamentale et appliquée, qui donnera de la force aux activités de développement technologiques dont l'humanité a besoin.

# COLLECTE DES EAUX USEES ET TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT AUX ANTILLES NEERLANDAISES

Rodriguez, Arthur A. B.Sc., Ing. Oleana, Patricio D., Département des travaux publics  
Curaçao, Néerlandais Antilles

Département des travaux publics (DOW), Subdivision ingénierie sanitaire, Head Process Engineering  
Landhuis Parera, PO 3227, CURACAO, N. A.

Tel/Fax: (599-9) 868-6866, Tel: (599-9) 433-4444 (Head Office)  
Fax: (599-9) 461-7969 (Head Office), Email: curzuiv@cura.net

Les Antilles Néerlandaises font partie de royaume de Hollande et consistent en cinq îles:

	<b>Ile</b>	<b>Population (habitants)</b>
<b>Iles du vent</b>	Saba	1 300
	Saint Eustache	2 300
	Saint Martin	35 000
<b>Ile sous le vent</b>	Bonaire	15 000
	Curaçao	150 000

## **Saba et Saint Eustache**

A cause de leur dimension la gestion des eaux usées n'est pas encore un problème.

## **Saint Martin**

L'infrastructure ne suit pas l'augmentation rapide de la population et du tourisme. A Saint Martin un petit « filtre goutte à goutte » rempli de matériel synthétique, une cuve de sédimentation primaire et une cuve de dépôt sont en usage. Une expansion du réseau d'assainissement et une amélioration et une expansion de la station de traitement sont maintenant planifiées.

## **Bonaire**

Les principaux revenus de Bonaire dérivent du tourisme lié à la plongée sous-marine. La pollution en nutriments originaire du déversement direct ou indirect des égouts constitue le danger principal pour les ressources naturelles. Bonaire possède un environnement marin attractif, en particulier pour les plongeurs sous-marins. Ils supportent certains des meilleurs récifs coralliens restant dans les Caraïbes. Les récifs reçoivent des éloges internationaux pour leur remarquable beauté naturelle et leur grande diversité ainsi que pour la richesse des poissons et autres espèces qui vivent près des récifs. Bonaire est actuellement au stade de développer un plan de collecte de transport et de traitement des égouts. La première étape du projet, les zones côtières ont la priorité majeure. L'effluent sera réutilisé pour l'agriculture, l'horticulture et pour le paysage. L'Union Européenne et les Pays Bas financeront le projet.

## **Curaçao**

A Curaçao le Département de travaux publics (DOW) est chargé de la gestion des eaux usées. Le système de gestion de l'environnement est en accord avec les normes internationales. Le DOW est chargé de la planification en développant des plans à moyen et long terme, ainsi que des recommandations de plan d'investissement et de requêtes financières. Un Schéma directeur des eaux usées a été développé.

L'objectif de la politique des eaux usées est:

Afin de prévenir les nuisances, les risques pour la santé et l'environnement, la collecte des égouts et le traitement sont recommandés, en prenant en compte les limitations sociales, économiques et financières. Les effluents des stations d'épuration devraient être qualitativement adéquats pour leur réutilisation en agriculture, en horticulture et dans le paysage.

Les aspects techniques, légaux, institutionnels et financiers de la gestion des eaux usées ont été mis en lumière dans ce document. La période de planification est de 1990 à 2005.

### **Egouts:**

Le réseau d'égout est une combinaison d'égouts par effet de pesanteur (263km – 82%) et pressurisés (54km – 18%) et de stations de pompage.

Le réseau d'égouts a été construit à l'intérieur de la ville, les zones d'habitations publiques, zones très peuplées et les zones avec un niveau d'eaux souterraines élevé.

Le Département des travaux publics travaille maintenant à la normalisation des égouts, et (sous la terre), aux stations de pompage afin de préserver un entretien simple et un stock limité de pièces de rechanges.

### **Composants:**

- Une valve de contrôle (pour un contrôle automatique d'une gestion bidirectionnelle des égouts)
- Un stock tampon (pour éviter que la calamité des décharges)
- Une barre écran de 10 cm
- Un mélangeur (pour homogénéiser les eaux usées, ce qui évite la sédimentation et les matériaux flottants)
- Deux pompes submersibles humides
- Une disposition sèche des parties mobiles (valve de contrôle, valve, jauge de pression, de pH et de EC)
- Un filtre compost (pour éviter les odeurs désagréables)
- Départ et arrêt lent (afin d'éviter de casser les canalisations en augmentant soudainement la pression)
- Système télémétrique (la station de pompage peut ainsi également être gérée par télécommande et fournir des informations de gestion à tout moment)
- Communications téléphoniques

## Quatre stations de traitement d'égouts (STP):

A Curaçao nous avons quatre stations de traitement.

### STP – Tera Cora (1984):

C'est une petite STP dans une zone urbaine; avec une capacité de charge équivalente à une population de 4000 personnes (p.e.) et un flux journalier de 300 m<sup>3</sup>/d; un filtre goutte à goutte rempli de matériaux synthétiques, est associé à une cuve Imhoff et des bassins de maturation.

### La station Slaughterhouse (1988):

La capacité de charge est de 2700 p.e. et le flux de 65 m<sup>3</sup>/d; le filtre goutte à goutte avec un courant descendant sous pression d'air, est combiné avec une cuve Imhoff et une cuve de sédimentation ; Le déversement a lieu dans la baie.

Les principales stations de traitement de Curaçao sont Klein Hofje et Klein Kwartier. Les affluents de Klein Hofje et de Klein Kwartier consiste en égouts domestiques et quelque peu industriels et les eaux pluviales de la ville. Les égouts d'habitations qui ont été collectés par les camions (fosses septiques ou puits d'assainissement) peuvent être déchargés aux stations, à conditions que le pH et la conductivité (EC) soit dans les limites. En général les déchets industriels ne sont pas acceptés, à cause de la présence possible de composés toxiques. Des exceptions sont possibles.

Le contrôle de la qualité de l'eau et des boues est effectué dans un laboratoire.

L'effluent doit être d'une certaine qualité afin d'éviter les risques pour la santé ou les dommages sur les cultures et le paysage. La réutilisation de l'effluent est restreinte.

### La station – Klein Hofje (1986):

Type: filtre goutte à goutte 950m<sup>3</sup> matériel synthétique et 3000m<sup>3</sup>/h de courant d'air sous pression.

Paramètres de conception:

Charges de pollutions	(p.e.)	40.000	
Taux du flux journalier	(m <sup>3</sup> /j)	2.300	(3500)
Flux du pic hydraulique	(m <sup>3</sup> /h)	230	
Flux du pic maximum	(m <sup>3</sup> /h)	350	
DBO	(g/p.e./j)	50	(7)
TKN	(g N/p.e./j)	10	
Solides en suspension	(g/p.e./j)	60	
Charge de DBO	(kg/j)	200	
Charge TKN	(kg/j)	400	
Solides en suspension	(kg/j)	2400	

Le filtre goutte à goutte à été conçu pour un flux hydraulique de 2300 m<sup>3</sup>/j et une charge de pollution de 50g DBO/p.e./j. La proportion entre la charge et le flux n'est pas voulue ainsi. Les stations reçoivent une pollution de seulement 7g DBO/p.e./j. Une partie de la pollution reste dans les égouts ou est pompée dans les maisons. L'efficacité hygiénique des bassins de maturation est un facteur limitant, alors que le flux hydraulique peut être augmenté jusqu'à 3 500 m<sup>3</sup>/j sans autre extension.

## Composants:

Parcours de l'eau: Fossés de décharges de vidange des rigoles  
Grille (grille à nettoyage automatique) 15 mm  
Presse filtre  
Station de pompage d'affluent (2 x 200 m<sup>3</sup>/h)  
Dortmundtank, Sédimentation primaire, (4 x 12.5 m<sup>3</sup>/h)  
Filtre goutte à goutte (matériel synthétique)  
Pression d'air (ventilateur extracteur, 3000 m<sup>3</sup>/h)  
Cuve de sédimentation, Miedertank (2 x 20 m<sup>3</sup>/h)  
Mesure de la quantité d'effluent, ultra sons  
Bassins de maturation (7 x pc. – 19.000m<sup>2</sup> & 28.500m<sup>3</sup>)  
Station de pompage en combinaison avec une capacité tampon (2 x 250 m<sup>3</sup>/h)  
Filtre de reflux d'effluent complètement automatique, bougies type fentes, porosité 75µm  
Cuve de stockage de l'effluent (4071m<sup>3</sup>)  
Système de distribution de l'effluent (station de pompage – 3 to 4 bars)

## Parcours de la boue : Chambre à gravier et lavage (10 – 20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h)

Epaississeur de boue par pesantier (20 m<sup>3</sup>/h)  
Digestion anaérobie des boues (1040 m<sup>3</sup> – 32°C – circulation par pompage 20m<sup>3</sup>/h)  
Elément de chauffage électrique (10 x 1.8 kW) à l'huile thermique  
Gaz compresseur (220 m<sup>3</sup>/h pour le mélange des composés de l'appareil de digestion)  
Gaz retenu (100 m<sup>3</sup>)  
Epaississeur final des boues (20 m<sup>3</sup>/h)  
Couches de séchage avec système de drain (1600 m<sup>2</sup>)  
Stockage des boues (280 m<sup>2</sup>)  
Engin à gaz et générateur (électricité 80kW – 900 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/j)

## Résultats des traitements:

		Effluent	Efficacité
DBO	(mg/l)	31	80% Après affinement
DCO	(mg/l)	117	68
DCO/DBO		2.19	
NH <sub>4</sub>	(mg/l)	19	
TKN	(mg/l)	28	56
P <sub>tot</sub>	(mg/l)	32	11
NO <sub>2</sub>	(mg/l)	2.6	
NO <sub>3</sub>	(mg/l)	4.3	
Solides en suspension	(kg/d)	n.d.	
Coliformes fécaux	(cfu/100ml)	1012	

## Station – Klein Kwartier (1983):

Type: boues activées dans fossés d'oxydation (un petit fossé d'oxydation, 4000 p.e./160 m<sup>3</sup>/j, est étendu à 31.000 p.e.; c'est la première phase d'extension).

## Paramètres de conception:

Charge de pollution	(p.e.)	31.000
Flux journaliers	(m <sup>3</sup> /j)	2.500
Flux hydrauliques	(m <sup>3</sup> /h)	250
DBO	(g/p.e./j)	35
Charge de boue	(kg BOD/ kg SS/J)	0.07
Concentration des boues	(kg SS/m <sup>3</sup> )	4
OC et charge	(kg O <sub>2</sub> /kg DBO)	3.0
Index du volume des boues	(ml/g)	100
Demande en Oxygène	(kg O <sub>2</sub> /h)	136

## Composants:

Parcours de l'eau: Fossés de décharges de vidange des rigoles (qui est contrôlé automatiquement)

Ecran de mesure (automatique au niveau de contrôle de 340 m<sup>3</sup>/h) 5mm

Presse de filtrage (contrôlée automatiquement)

Chambre à graviers (349 m<sup>3</sup>/h)

Laveur de graviers (15 m<sup>3</sup>/h)

Séparateur de graisse (17 m<sup>3</sup> – t+5 min.)

Boues activées avec fossés d'oxydation (3875 m<sup>3</sup> – 390 m<sup>3</sup>/h)

Aérateur mécanique (type axe horizontal) 4 x (5.5 \* Ø0.87m) 34 kg O<sub>2</sub>/h

Cuve de dépôt (418 m<sup>3</sup> – 209 m<sup>3</sup>/h)

Retour de la boue 105 m<sup>3</sup>/h

Mesure de la quantité d'effluent (ultra sons – max. 334 m<sup>3</sup>/h)

Infiltration dans le sol (3 x bassins d'infiltration – 265 m<sup>3</sup>/h)

Distribution de l'effluent (pompe dans des puits profonds 5 x 10 m<sup>3</sup>/h – effluent 50 m<sup>3</sup>/h)

Parcours de la boue: Epaisseur de boue (20 m<sup>3</sup>/h)

Champs de séchage/système de drainage (1600 m<sup>2</sup>)

## Gestion :

Les aspects suivants font partie de la gestion :

Plans de développement –développement institutionnel – systèmes d'assurance de la qualité – recherche et inspection.

Tout notre personnel devrait avoir une expérience en électricité, maniques et processus de contrôle (EMP-man). Pour atteindre cet objectif ils seront formés aux Pays Bas.

- La station de traitement Klein Kwartier sera complètement automatisée et peut être gérée à distance. En cas de problème une route alternative d'égouts ou de déversement sont activées automatiquement.
- La gestion quotidienne sera basée sur : les Solides en suspension (ss= 4 gl) – le volume des boues – Index du volume des boues (SV1 = 100 ml/g) – Charge de DBO (kg BOD/m<sup>3</sup>j) – Charge hydraulique (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>j) – Temps à l'air (V/Q<sub>d</sub> = 2.5/3 j) – Concentration en Oxygène (mg/l) – Age des boues (20/30 j) – Dénitrification – Qualité de l'effluent (10 mg DBO/l – Coliformes fécaux)

## Problèmes et solutions

*Vous êtes les bienvenus pour partager toute alternative ou solution supplémentaire que vous pourriez suggérer.*

### 1 Egouts à effet de pesanteur et pressurisés:

- A cause d'un paysage très montagneux, le bris de canalisations pressurisées arrive fréquemment à cause de l'à-coup.

*Pour résoudre ce problème nous avons décidé d'introduire un départ lent avec une option lente pour arrêter les stations de pompage.*

- Le résultat de l'entretien retardé des égouts par effet de pesanteur, les canalisations sont surchargées de sédimentations.

*Nous avons acquis un nettoyeur d'égouts, vidangeur de rigoles pour faire l'entretien préventif. Pour les égouts sous pressurisés nous gardons la vitesse de conception 1.6 m/sec.*

- La sensibilisation du public est très importante pour déposer leurs poubelles dans les égouts ou les puits .

*Le gouvernement travaille à un plan structurel de sensibilisation.*

### 2 Stations de pompage (36) Avec des pompes mouillées submersibles:

- Différents compartiments trempés des stations de pompage sont fortement corrodés par les fortes concentrations en H<sub>2</sub>S produites par la putréfaction.

*La première action est d'empêcher la sédimentation, ce qui signifie élimination du processus anaérobie.*

*Les canalisations sont couvertes de fibre de verre, et toutes les parties mobiles sont rangées dans un compartiment sec.*

*Pour empêcher la sédimentation nous avons installé un mélangeur (pompe submersible sans pompe-maison) pour homogénéiser les égouts avant le transport.*

- Pour empêcher les odeurs désagréables dans les zones très peuplées toutes les stations de pompage sont fournies avec

*Un filtre de compost qui travaille avec de l'air soufflé.*

### 3 Stations de traitement des égouts:

L'efficacité de la station de traitement de -Klein Hofje est insuffisante à cause de:

- Le total des solides en suspension (TSS) de l'effluent est trop faible;
- Il y a une croissance d'algues dans les bassins de maturation e qui signifie une augmentation de la DBO;
- Il y a une absorption limitée des radiations UV (algae), qui a un effet négatif sur la qualité hygiénique.
- Pour avoir une charge de pollution plus élevée à Klein Hofje, toutes les stations de pompage devraient être munies d'un mélangeur.
- Les enzymes seront dosés dans les filtres goutte à goutte pour avoir une meilleure efficacité de purification.
- Des aérateurs à hélice pour réduire ou éliminer la croissance d'algue dans les bassins de maturation seront installés.

- La qualité bactérienne est insuffisante, à cause du temps de rétention dans les bassins de maturation qui est trop court. L'utilisation des filtres de carbone activé et les UV désinfectant comme traitement tertiaire sont actuellement étudiés.
- Pour éliminer (par stripping) la production de H<sub>2</sub>S dans l'appareil de digestion anaérobie, FeCl<sub>3</sub> est dosé dans l'appareil de digestion des boues.
- Nous utilisons un système de maintenance informatisé, qui nous donne des informations mensuelles.
- Toutes les pièces doivent être importées, la gestion du stock est donc importante.

# GESTION DES EAUX USEES – ST KITTS

**Errol A Rawlins**

Deputy Chief Environmental Health Officer

St Kitts est une île relativement petite d'environ 164 kilomètres carrés avec une population estimée à 33 500 habitants en juin 1997.

L'île s'étend sur environ 37km de long et 5km de large à son point le plus large et est dominée par un e chaîne de montagne avec une forêt tropicale. Les vallées fertiles cultivées proche de la côte supportent la production agricole.

Le ravitaillement en eau de St Kitts est constitué par les eaux de surface, de sub-surface et souterraines.

En dépit de sa taille et de sa population relativement réduite, l'île possède une relativement grande diversité et quantité d'activités industrielles comme celle du sucre, la distillerie, la brasserie, le textile, l'électronique et la fabrication et la transformation d'aliments pour n'en nommer que quelques-unes.

Comme pour les autres pays des Caraïbes l'augmentation de l'approvisionnement en eau potable, l'élévation du niveau de vie et l'augmentation de l'industrialisation y compris le tourisme ont résulté en une augmentation des eaux usées à évacuer.

Le système d'évacuation d'égouts le plus largement utilisé est la fosse septique et les puits d'assainissement. L'île ne possède pas de collecte centralisée des égouts, d'installations de traitement et d'évacuation.

Il y a au moins six (6) stations de traitement d'empaquetage sur l'île. Il y a trois (3) Stations d'aération étendue, un (1) Contacteur biologique rotatif, un (1) système de champs de filtrage et un (1) processus de boue activé.

Deux des stations d'aération étendues sont situées dans des hôtels alors qu'une est située dans le principal hôpital. Le contacteur biologique rotatif est situé dans un projet d'habitation dans la capitale.

Environ quatre-vingt-deux (82) pourcent des endroits occupés utilisent des fosses septiques et des systèmes de puits d'assainissement. La fosse privée est également utilisée par une partie de la population.

Les eaux usées sont de source : domestique, industrielle et commerciale.

Les eaux usées domestiques sont évacuées dans les fosses septiques, dans les puits d'assainissement ou canalisées vers les drains publics qui se terminent sur la côte maritime.

Les déchets liquides produits par certaines industries entrent dans des puits d'assainissement ou dans les drains qui vont sur la côte.

Les aux usées qui arrivent sur la côte maritime sont probablement la cause d'un impact sur l'écosystème marin.

L'état opérationnel de la plupart des stations de traitement d'emballage est questionnable à cause du manque d'entretien et de formation du personnel. L'effluent de certaines de ces stations se déverse dans le milieu marin.

Les eaux côtières de Basseterre Harbour, Lime Kiln Bay et Frigate Bay sont contrôlées mensuellement pour les coliformes fécaux et d'autres paramètres physiques. Il existe huit (8) points d'échantillonnage à Basseterre Harbour, deux (2) à Lime Kiln Bay et cinq (5) à Frigate Bay.

L'installation d'un système de collecte d'égout centralisé pour Basseterre est la seule solution pratique pour les problèmes de déchets liquides rencontrés.

La connexion entre les mauvaises pratiques d'évacuation des déchets liquides et les effets néfastes sur la santé est bien connue, mais il y a un manque de données spécifiques à St Kitts qui relient les impacts actuels sur la santé publique.

Le Département de la santé de l'Environnement continue de collecter des données pour le programme de contrôle de la pollution côtière.

L'Acte #20 de 1969 de la Santé publique donne au Ministère de la Santé l'autorité pour légiférer en matière d'usages et de leur évacuation.

L'Acte #5 de 1987 de la Conservation nationale et de la Protection de l'Environnement, fournit certaines mesures de protection pour le milieu marin.

# **GESTION DES EAUX USEES A ST. VINCENT ET LES GRENADINES**

**Brian George**  
Central Water and Sewerage Authority

## **Introduction**

St. Vincent et les Grenadines (SVG) a une population actuelle de 120 000 personnes avec la capitale, Kingstown, qui a une population résidente d'environ 15 000 à 16 000 personnes. Les problèmes environnementaux qui affectent la santé et prenant des dégradations futures de l'environnement sont devenues de centre d'attention, comme illustré par l'élaboration du projet sur les déchets solides OECS, et les études pour le projet de traitement des eaux d'égout.

De façon prédominante, à St. Vincent et aux Grenadines, le traitement des égouts consiste en des fosses septiques pour ce qui est de la collecte et du traitement et en systèmes de puits d'assainissement pour ce qui est de l'évacuation de l'effluent. Ceci s'applique aux résidences domestiques et commerciales comme les hôtels, etc. EN soi, les zones d'égouts sont en fait les zones centrales de Kingstown et une petite zone à Arnos Vale, pas très éloignée de la capitale.

Les deux principales zones d'attention de SVG pour le traitement des égouts sont la zone centrale de Kingstown et ses environs, et la zone de la côte sud de l'île qui est une zone extrêmement dense en population avec plusieurs hôtels et plages dans la même localité. La seconde zone constitue une grande préoccupation à cause de la poussée politique et économique pour un développement plus important du tourisme. La zone de Kingstown a une quantité de déchets générés par les nombreux restaurants et les autres établissements de restauration comme on peut s'y attendre dans n'importe quelle capitale, cependant, la majorité sont des égouts domestiques. C'est pour cela que les déchets industriels ne sont pas préoccupants éliminant le danger des métaux lourds.

Ayant ces données en tête, l'Autorité centrale des eaux et des égouts de SVG a entrepris de créer un projet pour aborder la question des eaux usées. Le résultat, de larges études de faisabilité ont été menées et se sont concentrées sur les questions clé du projet. La justification du projet dérivait du fait que l'on peut réduire la pollution et améliorer les conditions de santé par la mise en place d'un projet de traitement des eaux d'égout. En même temps que l'on protège de façon interne la santé, les effets extérieurs de la pollution sur le tourisme sont éliminés ce qui aide au développement économique du pays.

Cet article vise les systèmes d'égout et de traitement de Kingstown et des zones de la Côte Sud, les technologies actuellement mises en œuvre et proposées pour le développement futur et les implications environnementales et rationnelles sont derrière certaines décisions.

## **Méthodes actuelles de traitement et d'évacuation des eaux usées**

### **Kingstown**

Comme discuté au préalable, seule la zone centrale de Kingstown est au tout à l'égout. Le système consiste en 5.8 km d'égouts en PVC d'une taille allant de 150 mm (6") à 600 mm (24"). Le système a été construit au début de 1970 en prévoyant une extension future pour desservir une zone plus étendue et d'autres parties à une date ultérieure.

Toutes les canalisations d'égouts alimentent une cuve de collecte sur le front de mer, avec une capacité de 54 000 gallons (205 000 l). Les installations de collecte sont dans des conditions assez mauvaises et nécessitent une restauration intensive.

Les égouts collectés sont évacués via la mer, les eaux d'égouts sont pompées vers une embouchure à travers une canalisation en PVC de 400 m. Cette embouchure est longue d'environ 1500 m (4800ft) et est supposée évacuer les eaux usées en dehors de la baie de Kingstown et dans les courants marins où elles ne constituent pas de danger pour la vie marine côtière et les hommes. Cependant l'embouchure est dans de très mauvaises conditions et plusieurs fissures et ruptures sont présentes sur toute la longueur. C'est pourquoi les égouts sont pompés vers la mer beaucoup plus près de la côte que ce qui était prévu initialement, à seulement 300 m (100ft) de la baie la plus proche.

À part la collecte et l'évacuation, les égouts collectés ne sont traités en aucune façon. Même le **comminuteur** situé à la prise d'entrée de la cuve de collecte n'a pas fonctionné depuis longtemps maintenant et la disposition du circuit d'évitement doit être utilisée en permanence. Ceci consiste en une grande grille qui est difficile à nettoyer et se bloque régulièrement.

Des études récentes ont montré qu'à cause de la profondeur de l'embouchure sur le lieu de la cassure et la quantité et la durée du régime de pompage des eaux d'égout, les impacts sur l'environnement jusqu'à présent avaient été minimes. Ceci est principalement dû au facteur de dilution élevé qui est atteint au niveau du déversement des eaux d'égout, et que la distance de la cassure par rapport à la côte est heureusement adéquate. Les signes usuels d'impact négatif sur l'environnement sont minimaux, par exemple il y a très peu de signes de déchets non biodégradables à la plage de Edinboro (la plus près de la côte) et les normes des eaux de baignade sont très peu acceptables comparées aux normes européennes et à celles de EPA. La vie marine paraît également se développer dans cette zone.

### **La Côte sud**

La Côte sud est séparée de la capitale Kingstown par les hautes terres de Cane Garden, qui s'élèvent à 110 mètres (330 pieds) environ. Le long de cette côte, il y a de nombreuses plages limitées par des hôtels, la zone également dense en population. Nombreux de ces hôtels font des tentatives pour avoir une fosse septique ou de système de puits d'assainissement mais c'est problématique à cause de la proximité de la côte et du niveau élevé de la ligne d'eau résultant de cette condition. Il arrive par exemple que les eaux d'égout du système soit directement déversés dans la mer, et, dans tous les cas, les eaux grises des cuisines et des salles de bain sont directement déversées dans la mer par l'intermédiaire des drains des eaux pluviales. Le résultat est un environnement très sous de très fortes pressions dans cette zone. Pratiquement tous les coraux sont morts et les normes des eaux de baignades sont très inquiétantes. On devrait également se souvenir que l'absence des coraux empêche par nature la capacité de régénération de ses plages avec le sable, ce qui est inquiétant lorsque l'on pense au tourisme.

### **Options de technologies et propositions de conception**

Il est clairement évident que l'état actuel des affaires doit être corrigé. À Kingstown il est impératif que les eaux d'égout collectées subissent une forme de traitement avant d'être déversées étant donné que l'évacuation dans le milieu marin est encore considéré comme l'option de pratique la plus faisable, que les besoins de réutilisation sont limités et que la procédure pour la réutilisation est un problème.

Le site actuel de Kingstown combiné avec les terres sollicitées immédiatement adjacentes constitue encore une parcelle de terrains relativement petite. L'espace est par conséquent un problème, les nuisances causées par les mauvaises odeurs du

traitement sont également une question clé si le site est central, dans une zone très commerciale. IL est également évident que la Côte sud doit être assainie, résultant du besoin de traiter les eaux d'égout qui sont collectées dans cette zone.

Les résultats d'une étude récente recommandent qu'actuellement et pour plusieurs années à venir, seul un traitement préliminaire sera nécessaire pour le traitement des eaux d'égout. La logique suivie par une telle recommandation provient, à la base, du fait que de nombreux processus de traitement ont été développés pour déverser des effluents sains dans les rivières et les cours d'eau fermée. On considère également comme une pratique saine de faire subir peu ou pas de traitement pour les déversements qui se font en mer ouverte.

Tant que les déversements ne sont pas excessivement importants, la mer est considérée comme ayant une capacité d'auto purification en particulier quand cela est combiné avec des courants marins favorables. Le second fait a été prouvé par des investigations récentes étendues comme la recherche de drogues et des tests de dépistage. Cependant, à cause de la sensibilisation du public et pour des raisons politiques, cette idée a changée ces dernières années et la législation pour minimiser les déversements d'ours dans la mer sans traitement minimal a augmenté se justifiant ou non sur des bases scientifiques et biologiques.

Il a été décidé d'adopter seulement un traitement primaire pour les dix prochaines années et à une date ultérieure si nécessaire par la possible mise en place d'une législation et de s conditions de l'environnement un traitement plus poussé sera construit. Cependant, vu les terrains disponibles limités, il est difficile d'incorporer et de tenir un traitement secondaire sur le site de Kingstown. Comme alternative, il existe une parcelle de terrain sur la Côte sud à Arnos Vale qui est actuellement un site de décharge mais il doit bientôt être fermé. C'est pourquoi on propose d'y construire une station de traitement à cet endroit. Ce n'est pas seulement la question du terrain disponible, il y a plus (?) de terrains disponibles mais les odeurs causeraient de telles nuisances!

Ayant ces facteurs en tête, il est proposé de faire des provisions pour un traitement préliminaire pour les flux de Kingstown et de la Côte sud pour la période des dix années à venir. Avec ce scénario un conduit majeur serait installé pour récupérer les flux de la Côte sud à travers l'île en passant par Cane Garden jusqu'à Kingstown. La proposition est de rénover les installations de collecte d'égout de Kingstown en installant des écrans auto nettoyants avec des provisions que laver les écrans sierra au transport. Les installations devraient être enfermées pour contrôler les odeurs en utilisant un filtre biologique constitué de fibres de noix de coco locales.

Dans le futur, quand un traitement plus poussé sera nécessaire, il est proposé de construire une station de traitement sur les terrains de Arnos Vale. Dans cette éventualité tous les égouts seront pompés vers Arnos Vale. Le processus de traitement recommandé devrait alors être un processus d'aération étendue qui demande peu de capitaux, robuste, facile à entretenir et à faire fonctionner, sans odeurs et produit des boues bien oxydées et stables comparées à celles produites par les autres processus. Il est important de noter qu'à cause du manque d'espace disponible à Kingstown, des lamelles de séparation plates seront nécessaires, ce qui représente des coûts d'investissement et de fonctionnement élevé et nécessite un entretien important, ce qui constituera un problème pour St. Vincent.

Il y a également une proposition de produire un gâteau de boues par déshydratation mécanique et les déposer sur les champs et les terres pour améliorer la fertilité. Avec cette proposition une nouvelle embouchure pour Arnos Vale devra être construite.

## **Direction future**

Il est proposé d'avoir une phase d'approche pour la mise en œuvre du projet. Pendant la phase 1 plusieurs étapes devraient être franchies.

- i) Nouvelles connections pour les locaux qui ne sont pas encore connectés au système existant.
- ii) Inclusion et changements nécessaires pour avoir les eaux grises déversées dans les canalisations d'égout.
- iii) Extension du captage d'égouts de Kingstown pour inclure les zones voisines de Kingstown
- iv) Rénovation de l'installation de collecte des égouts c'est à dire construction d'écrans, fermeture de l'installation
- v) Construction d'une nouvelle embouchure à Kingstown.
- vi) Constructions d'un réseau d'égouts ans la zone de la côte sud.
- vii) Construction de stations de pompage et de conduits majeurs pour transporter les égouts à Kingstown.

Le coût approximatif de cette phase est estimé à EC\$23 000 000.

La phase 2 devrait en fait consister à la construction de la station d'épuration à Arnos Vale, et à la construction d'une nouvelle embouchure à Arnos Vale. Ceci, cependant, ne devrait pas avoir lieu avant au moins les dix prochaines années. Cette phase aura un coût additionnel de EC\$17 000 000.

## **Conclusions**

Tout en développant le projet des recherches et des idées doivent être investies dans le type de traitement adopté, et s'assurer que le processus adopté fonctionne dans les conditions locales. Le travail doit encore être fait sur les coûts et la conception de l'embouchure de Arnos Vale. Cependant, il existe maintenant une bonne connaissance de ce qui est nécessaire pour aborder les besoins en traitement des eaux d'égouts à SVG.

## **Liste des références**

Howard Humphreys & Partners Ltd

Study to review the treatment and disposal of Kingstown's Sewerage, St. Vincent, 1997.

Metcalf & Eddy

Wastewater Engineering – Treatment, Disposal & Reuse, 3<sup>rd</sup> Edition, McGraw Hill.

Persons Consulted

Brian DaSilva – Engineering Manager, CWSA, St. Vincent and the Grenadines.

# **ATELIER REGIONAL POUR LA REGION DES CARAÏBES SUR L'ADOPTION, L'APPLICATION ET LE FONCTIONNEMENT DE TECHNOLOGIES ECOLOGIQUEMENT RATIONELLES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES**

**Khansham Kanhai**

Conseiller technique du Ministre des Services publics, Gouvernement de la République de Trinité et Tobago

## **Introduction**

Dans le moderne le développement de tout pays peut être mesuré en se basant sur l'infrastructure, les installations et les conditions sanitaires qui y règnent. Le niveau de vie d'un p-ays peut être jugé par les conditions d'hygiène qui y règnent, qui, à leur tour son estimées à partir du nouveau et de la qualité de l'approvisionnement et de la collecte des eaux, du traitement et de l'évacuation des déchets liquides et solides.

**A Trinité et Tobago, selon l'Acte sur les eaux et les égouts de 1965, l'Autorité des eaux et des égouts (WASA) est responsable de l'approvisionnement en eau et des systèmes publics d'assainissement.** De 1965 à nos jours, l'objectif, comme le montre les données suivantes, était essentiellement d'étendre le système d'approvisionnement en eau potable pour répondre à la demande croissante des consommateurs domestiques et industriels, **95% du pays a accès l'approvisionnement en eau potable, mais moins de 25% du pays a accès à un système d'égouts centralisé.**

## **Initiatives pour le développement du secteur de l'eau**

Par opposition au secteur des égouts, de nombreux progrès ont été faits récemment dans le développement des systèmes d'approvisionnement en eau poile. L'importante base industrielle à Trinité et Tobago a constamment sollicite de façon dévorante les ressources en eau existantes, et, avec les récentes initiatives du gouvernement pour encourager plus l'expansion de la base industrielle du pays, en particulier à Point Lisas Industrial Estate, la situation de l'approvisionnement en eau est attendue d'atteindre des proportions critiques en l'an 2000.

En fait, il existe actuellement un déficit d'approvisionnement en eau d'environ 18 mgd à Trinité et Tobago, et, de même pour les cinq années à venir, on estime que le déficit augmentera jusqu'environ 39 mgd si aucune source supplémentaire n'est développée. C'est ce scénario que le gouvernement, en considérant les limites de financement disponibles a entrepris avec un certain nombre de projets prioritaires pour se concentrer sur l'approvisionnement en eau plutôt que sur le secteur des eaux d'égouts. Certains de ces projets comprennent 20 mgd supplémentaires d'eau potable dans les systèmes de transmission et de distribution avec l'installation d'une station de dessalage à Point Lisas Inidustrial Estate destinée à la consommation des industries qui sont actuellement taxées plus que les autres consommateurs. Toutes ces initiatives ont pour but d'être achevées pendant l'année 2000.

On a cependant reconnu que l'approvisionnement en eau génère la production d'égouts. Ayant cela à l'esprit, le gouvernement a également activement préparé pour la prochaine étape dans le développement du secteur de l'eau et des égouts de traiter les questions relatives à l'entretien et à l'expansion des systèmes d'assainissement existants, à la construction et au développement de nouvelles œuvres d'assainissement, d'adopter et de rationaliser les systèmes d'assainissement individuels, et d'établir un cadre légal pour contrôler et surveiller dans le futur tous les systèmes d'eaux usées. L'Autorité pour la gestion de l'Environnement (EMA) a été désignée par le gouvernement pour établir et mettre en œuvre un Programme de surveillance et de contrôle de la pollution pour s'assurer de la conformité de la part de tous les possesseurs et les opérateurs d'installations de traitement des eaux usées.

### **Histoire du secteur des eaux usées**

Le premier système d'égouts a été construit à Trinité en 1861 à Port of Spain, et s'est progressivement étendu, jusqu'en 1937, pour desservir les zones immédiatement à l'ouest de la capitale, c'est à dire, Mucurapo et ses environs. En 1965, cependant, le gouvernement de Trinité et Tobago a entrepris le plus grand projet d'égouts unique de l'histoire du pays quand le système de Port of Spain a augmenté et s'est étendu pour desservir jusqu'à Point Cumana l'ouest et San Juan à l'est. Ce projet comprenait également la construction de systèmes d'égouts centralisés dans ce qui était alors Boroughs of San Fernando et Arima.

Au cours des trente dernières années, le développement du secteur des égouts est resté virtuellement stable. En dehors des provisions pour les services d'égouts, la ville de Scarborough, à Tobago, aucun développement majeur n'a vu le jour dans le secteur des égouts depuis 1965. La situation a généré de grandes inquiétudes de la part du gouvernement actuel et La Force du devoir a été désignée pour développer une Politique nationale pour le Développement du secteur des eaux usées.

### **Systèmes publics existants**

Depuis que l'Autorité a été incorporée en 1965, la croissance dans le secteur public des eaux usées a principalement été réalisée grâce à l'adoption de sept petits systèmes individuels. **Actuellement, l'Autorité possède et opère 12 systèmes d'eaux usées – comprenant 12 stations de traitement et 22 stations de pompage. Ces systèmes desservent une population environs 250 000 personnes.**

**Les quatre centres urbains de Port of Spain, San Fernando, Arima et Scarborough comptent la majorité (95%) des eaux usées générées dans le système public,** Alors que les huit systèmes plus petits restants comptent seulement pour 5% du total des eaux usées traitées.

Au cours des années les systèmes de collecte, les stations de pompage et les stations de traitement se sont détériorées à un niveau tel que **un travail de rénovation majeur est nécessaire pour rétablir des performances et une fiabilité satisfaisantes de ces systèmes.** Les allocations actuelles du budget ne supportent pas les travaux d'amélioration dans le secteur des égouts depuis que la concentration des efforts se fait traditionnellement sur la production d'eau potable pour répondre aux demandes des consommateurs.

### **Systèmes individuels existants**

Un développement considérable de l'habitat et de l'industrie a pris place au cours des deux dernières décennies et se poursuit dans de nombreuses parties du pays sans tenir compte du fait que l'expansion du réseau existant du système d'égouts centralisé n'a pas avancé à la même vitesse que le développement. C'est pourquoi on a demandé aux

développeurs de construire, d'opérer et d'entretenir leur propre système individuel d'eaux usées ce qui a eu pour résultat la prolifération de nombreux petits systèmes individuels d'eaux usées dans tout le pays. Ceci est clairement démontré par le fait que les **quelques 150 systèmes individuels estimés** (y compris ceux opérés par des agences du gouvernement comme l'Autorité nationale du logement) **desservent seulement 10%** du pays.

Le fonctionnement et l'entretien de ces systèmes individuels sont resté sous la responsabilité des propriétaires respectifs et l'Etude de la stratégie d'adoption récemment conclue, commanditée par le gouvernement et menée de concert par une équipe GORTT/WASA/TTWS, a pour objectif la rationalisation, l'adoption, l'entretien et l'expansion de ces systèmes.

Jusqu'à ce que cette Stratégie soit mise en place, les propriétaires/opérateurs privés restent responsables du fonctionnement et de l'entretien des systèmes individuels d'eaux usées en conformité avec l'Ordonnance sur la santé publique, l'Acte sur les Eaux et les eaux d'égout, l'Acte sur la gestion de l'environnement et les autres législations concernées.

### Aspects légaux

Il est à noter que :

- i. Dans la section 62** de l'Acte sur les Eaux et les Eaux d'égout, Chapitre 54:40, WASA est responsable de :
  - a) Entretien et développer le système d'eaux d'égout existant et tous les ouvrages d'égout qui y sont liés,
  - b) Construire et développer davantage les ouvrages d'assainissement qui sont considérés comme nécessaires ou indiqués, et,
  - c) Administrer les services d'assainissement, et de façon établir et fournir à Trinité et Tobago les installations d'assainissement.
- ii. Dans la section 65** du même acte, l'Autorité des Eaux et des Eaux usées, par décret devrait diviser Trinité et Tobago en zones d'assainissement, pour, en autre :
  - Investir eux-même dans les ouvrages d'assainissement construits dans ces zones ainsi que les systèmes d'égouts existants
- iii. Par la note légale No. 97 de 1987**, l'ensemble de Trinité et Tobago doit être divisé en cinq zones d'assainissement distinctes:
  - La zone d'assainissement de Port of Spain
  - La zone d'assainissement de San Fernando
  - La zone d'assainissement de Arima
  - La zone d'assainissement de Trincity
  - La zone d'assainissement de l'ensemble de Trinité et Tobago en dehors des zones d'assainissement de Port of Spain, San Fernando, Arima et Trincity

## Déversement des effluents commerciaux

Le déversement de déchets « forts » dans les égouts publics fait l'objet d'inquiétudes de la part du gouvernement et par ce qui s'occupent du développement des procédures législatives appropriées, le prix des eaux usées, ainsi que la surveillance et le contrôle des systèmes pour gérer cet aspect des fonctions de l'Autorité.

## Prix des eaux usées

Le prix des eaux d'égouts est très bas à Trinité et Tobago de façon absolue et comparativement aux charges d'approvisionnement en eau. Les taxes appliquées aux services d'égouts reflètent mal les coûts générés par ces services.

**En Angleterre et au Pays de Galles, le prix reflète le coût des provisions des services d'égouts et la moyenne du prix des égouts (US\$1.78/m) est plus important que le prix de l'approvisionnement en eau (US\$1.54/m). A Trinité et Tobago, c'est l'inverse qui se produit, le prix des égouts représente seulement 50% ou – du prix de l'approvisionnement en eau.**

Les fonds nécessaires seront fournis pour financer le développement du Secteur des égouts.

Un tel financement sera constitué de deux éléments distincts, soit: -

- ◆ Les coûts initiaux pour fournir l'infrastructure des nouveaux systèmes d'égouts ou étendre et améliorer les systèmes d'égout et les stations de traitement existant
- ◆ Continuer à financer (revenus) pour le fonctionnement et l'entretien des divers systèmes d'assainissement.

Ceci nécessite la préparation d'**un nouveau et large tarif des eaux usées directement lié aux coûts réels des égouts et des services d'évacuation des égouts..**

Une récente étude du gouvernement, ayant engagé les services d'une société internationale, London Economics, a fourni plusieurs recommandations pour les augmentations des tarifs, qui sont actuellement révisées avant leur mise en oeuvre.

## Projets et études actuelles

De nombreuses initiatives sont actuellement en cours de la part de l'Autorité pour essayer d'améliorer la performance du système, comme brièvement discuté ci-dessous.

- **Projets de réhabilitation des égouts et de l'approvisionnement en eau (WSSRP)**

Les ouvrages financés conjointement avec la Banque mondiale (WB) et la Banque européenne d'investissements (EIB) pour un total de 2,3 millions de dollars ont été proposés dans le cadre de ce programme pour terminer la rénovation de 9 stations de traitement et de 21 stations de pompage opérées par l'Autorité. Le travail de construction actuel sur ce projet devrait commencer dur 1999, selon les dates actuellement prévues.

-

## **Etude du système d'égouts de la grande Port of Spain (GPOSSSS)**

Une étude financée par la Banque pour le développement des Caraïbes d'une valeur de 7 millions de dollars pour évaluer le système d'égouts de la grande Port of Spain s'est achevée en septembre 1998 et est aussi actuellement revue avant sa mise en application. A cause du manque de financement et de considération du besoin urgent d'améliorer la qualité des effluents déversés par la principale station de traitement desservant la zone, le gouvernement étudie actuellement sur la possibilité d'encourager la participation du secteur privé pour le développement du secteur de la zone de la grande Port of Spain.

### • **Etudes et projets mineurs**

- ❖ Une étude financée par l'assemblée de Tobago House et évaluée à 0,5 millions de dollars, visant à développer les propositions pour l'intégration du système d'égout de Signal Hill dans le système d'égout existant de Scarborough, est actuellement en cours.
- ❖ Des propositions pour améliorer les systèmes d'eaux d'égouts existants dans la région sud-ouest de Tobago ont été soumises au service des eaux de Trinité et Tobago (TTWS) de la part de WASA. **La préservation de l'environnement côtier de Tobago est lié et est affecté par les loisirs et l'écologie marine en particulier avec le récif de Buccoo qui renforce le besoin urgent de la mise en oeuvre de ce projet.**
- ❖ **Des travaux urgents** ont été planifiés et les financements sollicités pour les composants du système suivant à **Beetham**:
  - 1) Conduit majeur: réparer les canalisations de 48" très endommagées,
  - 2) Station de pompage: améliorer l'équipement mécanique, technique et l'instrumentation.

### • **Adoption des systèmes individuels**

Comme mentionné auparavant, une stratégie pour l'adoption de systèmes d'eaux usées appartenant à des particuliers a été préparé par le service des eaux de Trinité et Tobago de la part du Gouvernement de Trinité et Tobago et de l'Autorité des Eaux et des Eaux usées, et reçoit actuellement l'attention du gouvernement.

## **Questions clés**

1. **Besoin d'une politique nationale pour les eaux usées.**
2. **Renforcement institutionnel du Secteur des égouts de WASA.**
3. **Développement d'un schéma directeur pour les eaux usées de Trinité et Tobago.**
4. **Règlement sur les systèmes individuels d'eaux usées e Trinité et Tobago**
  - **Pour les systèmes existants**
  - **Pour les nouveaux systèmes**

5. **Développement de réglementation et de mécanismes de surveillance pour contrôler le déversement des effluents commerciaux dans les égouts publics.**
6. **Mise en oeuvre d'un tarif approprié pour les eaux usées et les égouts publics (WASA) et les systèmes d'eaux usées individuels.**
7. **Provision de systèmes d'égouts centralisés dans tous les centres urbains et les zones industrielles.**
8. **Stratégie pour intégrer les systèmes plus petits d'eaux usées.**
9. **Financement.**

### **Cadre de la réglementation majeure pour résoudre les questions clés**

Les actions suivantes ont récemment été instituées par le gouvernement pour résoudre les questions clés discutées dans la section précédente:

- 1) Désignation d'une force du devoir en mai 1998 pour développer une politique nationale pour le développement du secteur des eaux usées (égouts).
- 2) Renforcement institutionnel du secteur des égouts, financé par ceux qui l'effectuent avec la Banque mondiale et la EIB.
- 3) Schéma directeur des eaux usées de Trinité et Tobago basé sur les recommandations de la Force du devoir du gouvernement.
- 4) Une révision des tarifs des eaux usées et des égouts à un niveau approprié pour:
  - ◆ Les déversement d'eaux usées domestiques (les tarifs devraient être au moins égaux à ceux de l'eau), et
  - ◆ Les déversements d'effluents commerciaux.
- 5) Le développement d'une procédure de règlement et de système de surveillance des déversements d'effluents commerciaux dans les systèmes d'égouts publics est effectué par EMA. L'EMA établie et met en œuvre un Programme de surveillance et de Contrôle de la pollution pour s'assurer de la conformité des systèmes d'eaux usées des développeurs et des propriétaires particuliers jusqu'à ce qu'ils soient adoptés par l'Autorité des Eaux et des Eaux usées basé sur leur viabilité technique et économique.
- 6) Etablir une équipe de groupe d'intérêt d'objectifs communs pour développer et agréer le plan d'action basé sur le rapport final de TTWS sur l'adoption des ouvrages individuels de traitement d'eaux d'égouts (novembre 1997) sur l'adoption des systèmes individuels de traitement d'eaux d'égouts.
- 7) Des provisions provisoires pour les propriétaires privés de systèmes de traitement des eaux usées s'reornt prises quantaux taxes sur les égouts des résidents et des utilisateurs de ces installations tant que le propriétaire fait fonctionner efficacement et entretien le système d'eaux usées et que l'effluent correspond aux

conditions fixées par EMA. Cette mesure doit être de nature temporaire et après une période définie, l'autorité des eaux et des égouts doit accepter l'éventuelle responsabilité du fonctionnement et de la maintenance de ces systèmes. La période fixée sera déterminée par :

- la stratégie d'adoption de WASA et le plan d'action, et
- les conseils d'EMA basés sur la conformité des conditions permises pour le déversement sur une certaine période.

## **L'image du futur**

L'image du futur du secteur des eaux usées Trinidad et Tobago est d'avoir des systèmes d'égouts centralisés dans tous les centres urbains, les zones industrielles, les développements suburbains et les communautés de villages (ce qui représente environ 90% d'une population de 1.3 millions d'habitants), que ces systèmes fonctionnent de façon efficace, soit gérées et entretenues pour satisfaire aux normes de déversement écologiquement rationnel des effluents, qu'ils soient supportés financièrement par un niveau de tarification durable.

Les obstacles pour parvenir à cette image ont été identifiés comme étant principalement le manque de financement et le besoin urgent de suivi de la surveillance législative et des mécanismes de contrôle.

Cependant de nombreuses initiatives actuellement entreprises par le gouvernement sont destinées à surmonter ces obstacles pour parvenir à cette image, et d'impliquer de façon plus sûre l'adoption et l'application des technologies écologiquement rationnelles pour le traitement des eaux usées.

## **Remerciements**

1. Policy Paper for Wastewater/Sewerage Sector Development (May 1998) - M. Kerof
2. Status Report on Sewerage Sector in Trinidad and Tobago (June 1989) - D. Sharma, M. Kerof, A.S. Tota.
3. WASA Tariff Study Report (March 1998) - London Economics/Castalia
4. Adoption of Private Sewerage Treatment Works (1997) - GORTT/WASA/TTWS
5. Greater Port of Spain Sewerage System Study Report (September 1998) - Reid Crowther/Alpha Engineering.

# TRAITEMENT DES DEVERSEMENTS D'EAUX USEES DANS LA ZONE DES CARAIBES

Louis Salguero  
ETATS UNIS D'AMERIQUE

Améliorer la qualité de l'eau dans la zone des Caraïbes est une idée qui peut devenir réalité grâce à la coopération. Les communautés de la région des Caraïbes sont physiquement connectées les unes aux autres par l'intermédiaire de l'eau. Ce liquide qu'est l'eau est une source de bénéfices économiques, écologiques et spirituels pour tous les hommes. Le Golfe du Mexique qui embrasse la mer des Caraïbes est bordé par cinq états nord américains (Floride, Alabama, Mississippi, Louisiane et Texas). Les habitants et les écosystèmes tout au long de la côte américaine sont variés et il est crucial de les aider à entretenir l'abondance de la faune marine du golfe. Les eaux douces des Etats Unis s'écoulent dans le golfe en apportant des nutriments et des sédiments pour aider à nourrir ces activités. Le fleuve Mississippi apporte à lui seul dans le golfe 1,06 trillions de mètres cubes d'eau douce. La boucle de circulation des eaux dans le golfe commence dans le détroit du Yucatan et se poursuit jusque dans les détroits de Floride. Pour protéger cet environnement fragile, le gouvernement fédéral, en 1988, les Etats du Golfe, le milieu des affaires, les industries, les organisations sans but lucratif, les institutions éducatives et d'autres groupes d'intérêts ont joint leur force pour créer le Programme du Golfe du Mexique. Ce programme élève la protection de l'environnement un niveau nouveau de participation et de coopération dans les Etats Unis. Les membres de la communauté des Caraïbes des Etats Unis veulent également participer en rendant l'idée de l'amélioration de la qualité des eaux dans la mer des Caraïbes une réalité.

Le premier pas pour protéger ces eaux a été rendu possible grâce aux percées technologiques en communication. Et cette étape est la sensibilisation. La sensibilisation au fait que l'environnement est une entité globale vivante qui peut seulement être protégée grâce à la coopération de tous les peuples et les gouvernements. De grandes quantités d'informations sur l'environnement sont maintenant accessibles par l'Internet pour conduire cette sensibilisation.

J'aimerais parler des problèmes d'eaux usées dans la région de l'Amérique Centrale et des technologies appropriées pour les eaux usées dont on a besoin pour résoudre ces problèmes. Grâce à un accord inter agence, US-AID et US-EPA fournissent une assistance technique aux pays d'Amérique Centrale pour résoudre leurs problèmes écologiques. J'ai voyagé dans plusieurs pays d'Amérique Centrale pour voir les problèmes d'eaux usées de la région. Les problèmes d'eau usés rencontrés par des pays sont importants mais pas insurmontables. Les pays en développement ont trouvé pour la plupart des solutions qui sont peu coûteuses et qui utilisent des technologies qui sont simple de fonctionnement. Des coûts peu élevés non seulement pour l'installation initiale mais aussi pour le fonctionnement. Les stations de traitement des eaux usées par les boues activées sont de grands consommateurs d'énergie et ceux-ci ont donc un coût énergétique élevé. Il existe peut être des situations où le système des boues activées sont nécessaires mais d'autres systèmes de traitement des eaux usées alternatifs devraient être évalués.

Actuellement, les eaux usées de la plupart des industries et des municipalités de la région ne reçoivent pas de traitement d'eaux usées. Les déversements municipaux qui reçoivent les courants ont des taux de DBO, TSS, de coliformes fécaux et de nutriments élevés. L'arrivée de ces courants s'écoule ou vers le Pacifique ou dans la mer des Caraïbes. IL existe de plus des déversements directs des villes portuaires dans la mer

des Caraïbes. Puerto Barrios au Guatemala est l'une de ces villes avec laquelle je travaille.

### **Débuts de la présentation des diapositives:**

Les habitants de Puerto Barrios ont demandé de l'aide pour résoudre leurs problèmes d'eaux usées. Les problèmes sont les déversements septiques dans les rivières qui s'écoulent à travers la ville dans le Golfe du Honduras. Il n'y a pas de système de collecte des égouts dans la ville et des caniveaux ouverts sont utilisés pour collecter les eaux usées. Les caniveaux sont seulement vidangés lors des orages. Pour compliquer la situation le niveau des eaux souterraines est dans quelques cas à seulement quelques centimètres sous le niveau du sol. Les systèmes de collecte traditionnels seraient très cher à installer.

Un projet pilote est proposé là où un système de collecte de petit diamètre sera utilisé pour transporter le filtrat des fosses septiques dans une zone bloquée pour une cuve de collecte principale pour être pompée. Les eaux usées pompées seront traitées dans des filtres à sable à re-circulation. L'effluent traité par les filtres à sable sera alors déversé dans le Rio Escondido.

### **Diapositives sur les technologies appropriées:**

Je voudrai maintenant montrer des diapositives de quelques technologies appropriées pour les pays en développement :

- Système de lagune riche
- Filtres à sable
- Système de collecte alternative
- Filtres à sable utilisé dans l'état du Tennessee
- Fosses septiques imperméables
- Filtres goutte à goutte à taux faible

# **ATELIER REGIONAL POUR LA REGION DES CARAÏBES SUR L'ADAPTACION, L'APPLICATION ET L'OPERATION DES TECHNOLOGIES EGOLOGIQUEMENT RATIONNELLES POUR LES EAUX USEES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES,**

**Fanny Rodríguez**  
VENEZUELA

## **Introduction**

Le Ministère de l'environnement et des ressources naturelles renouvelables est en charge des règles concernant la défense, la conservation et l'amélioration des zones qui comprennent le bassin de Lake Valencia, d'exécuter les recherches, les études et les projets et de construire les infrastructures sanitaires nécessaires pour donner une solution aux problèmes de l'environnement dans ce bassin, l'une des zones les plus peuplées du pays.

L'augmentation de la population jusqu'à 2.5 millions d'habitants (13% de tout le pays) ajoutée à l'expansion rapide de l'industrie (30% de tout le pays) et l'agriculture ont provoqué une très grande dégradation dans ce bassin et c'est pour cette raison que le gouvernement vénézuélien, conscient de ce problème, travaille depuis les dernières années, grâce au Ministère de l'environnement et des Ressources naturelles renouvelables, à diverses études sur Lake Valencia afin d'identifier les problèmes du bassin de Lake, pour obtenir ; a connaissance nécessaire qui apportera ds informations concrètes pour formuler des politiques d'action pour corriger ou contrôler les situations de pollution qui apparaissent dans cette importante réserve d'eau et son bassin, empêchant toute sorte d'usage.

Le résultat de ce travail est l'objectif de base suivant : obtenir un assainissement de Lake Valencia ainsi que de ses affluents, avec la construction actuelle des systèmes de traitement des eaux usées suivants:

La Mariposa et Los Guayos sur le Valencia - Zone de Guacara.  
Taiguaiguay sur la Zone de Maracay.

Lake Valencia est l'un des plus grands masse d'eau de l'Amérique du Sud, il couvre environ 350 kilomètres carrés et reçoit les eaux de plusieurs cours d'eau.

Les niveaux de pollution les plus importants existent dans les zones d'influence directe des cours d'eau qui drainent les principaux centres urbains et zones industrielles.

Les sources et types de pollution sont les suivants:

Les effluents d'eaux usées peuvent être caractérisés en fonction de leur source:

- Effluents domestiques
- Effluents industriels
- Activités liées à l'élevage
- Activités agricoles

## **Industries dans les zones de captage**

Industrie primaire: canne à sucre, fruits, légumes, élevages bovins.

Industrie secondaire: métallurgie, pétrole et dérivés, papier et cellulose, chimie et agrochimie, boissons nutritives, alcooliques et non alcooliques.

Industrie tertiaire: activités financières, activités gouvernementales, et activités commerciales

Pour réglementer ces activités le Décret N° 883 a été établi. Ce décret définit les normes. Pour le contrôle de la qualité des masses d'eau et des liquides déversés, il a été publié au Journal officiel N° 5021, de 1985.

## **Projet du système de traitement pour les eaux résiduelles du bassin de Lake Valencia**

Inquiet avec un problème environnemental tel que celui de Lake, le gouvernement a entrepris une série d'investissements, d'études et de projets liés à l'amélioration de la qualité de l'eau, le contrôle des crues et le transfert et l'approvisionnement en eau dans le Programme intégral pour l'amélioration de l'environnement du bassin de Lake Valencia. Par-dessus tout, le système d'égouts du bassin du lac avec les stations de traitement des eaux usées est développé, supporté financièrement par la BID (Banque Interaméricaine de développement). On espère que ce système d'égouts fonctionnera d'ici quelques années et contribuera à améliorer la qualité de l'eau du lac en éliminant plus de 90% des polluants organiques qui s'écoulent dans le lac.

### **Conceptualisation du projet**

L'exécution du projet éliminera 90% de la contamination des eaux du lac causée par :

- L'industrialisation intensité dans le bassin.
- Les flux des rivières dans une vallée fermée.
- Un transport des déchets par drainage naturel qui se termine dans le lac.
- La résurgence de 6,7 m<sup>3</sup>/s d'eaux municipales non traitées déversées directement dans le lac.
- Le lac se comporte comme un réacteur biologique, où les résidus biodégradables sont consommés et les non biodégradables sont transformés dans des solutions ou les sédiments.

Le programme envisage des projets spécifiques lors des étapes suivantes:

- Projet Approvisionnement en eau potable pour les populations du bassin.
- Projet Systèmes de traitement pour desservir les eaux usées d'origine domestique et industrielle.
- Projet Contrôle du niveau du lac et de la concentration du drainage pluvial et études de financement spécifiques.

Activités complémentaires:

- Le programme pour contrôler les effluents industriels, Ordonnances 883 et Loi pénale sur l'environnement.
- Etudes et méthodes Fare de contrôle des effluents industriels.

- Programme de formation pour le personnel professionnel pour l'entretien et le fonctionnement des stations de traitement.
- Etude de projet pour la troisième étape, qui permettra de déterminer la faisabilité et la facilité pour faire ce travail et le contrôler comme :
  - a- Etude de faisabilité et de conception du système de traitement des eaux résiduelles pour les villes de Victoria et Guigue.
  - b- Etude de faisabilité et conception des travaux pour le développement intensif de la zone Cienaga del Paito.
  - c- Une étude sur la contamination diffuse des activités agricoles.
  - d- Etude de contamination et sur exploitation des eaux souterraines du bassin..

#### Gains supplémentaires:

- Le travail de re-collecte et la proposition de traitement réduira les volumes d'eau déversés dans le lac, en réutilisant 3.8m<sup>3</sup>/s pour l'irrigation sur le côté est et 2.4 m<sup>3</sup>/s pour l'irrigation sur le côté ouest.
- Le projet contribuera à diminuer la moyenne d'élévation du lac de 43 cm à 11 cm par an et la récupération progressive des aquifères qui sont actuellement sur utilisés.
- En ce qui concerne l'irrigation, on estime la zone de Taiguaiguay à 5400 has. Elle serait irriguée par des eaux traitées venant des villes de la zone de Maracay et de Valencia pour environ 1300 has plus à El Paito.
- En fonction du niveau de récupération de Lake Valencia, nous espérons être capables d'utiliser l'eau comme une source de consommation humaine venant de la Région Centrale et de la zone métropolitaine de Caracas.

#### Justification socioéconomique du projet:

- Le projet fourni des collecteurs primaires et des stations de traitement pour les systèmes d'égouts locaux actuels pour les zones urbaines des villes de Maracay et de Valencia.
- Le projet permet l'utilisation des effluents traités pour l'irrigation.
- Il contribuera à diminuer le taux de remontée du niveau du lac.
- La solution recommandée et présentée dans cette proposition est **COUTS ECONOMIQUES MINIMUMS TECHNIQUEMENT POSSIBLE.**

#### Bénéfices supplémentaires:

- Réduction de l'utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation du bassin.
- Réduction des possibilités de la perte d'infrastructure à cause de la subsistance des terres, et de la surexploitation des aquifères.
- Le lac pourrait être utilisé, mélangé à d'autres sources pour un approvisionnement urbain.
- Possibilité d'introduire un élevage piscicole comercial.
- L'utilisation des eaux usées traitées, qui sont riches en phosphore et en azote, fera économiser des fertilisants .

#### Capacité de paiement:

Seulement 1% des familles vivant dans la zone seront compromettront 3% de leur bénéfices, pour le paiement du système combiné d'eau potable et d'égouts.

## **Systeme Maracay**

Près de Maracay, il y a un réservoir qui alimente un système d'irrigation extensive qui est sous son niveau d'utilisation à cause de manque d'eau. Pour remédier au manque d'eau, la ville intercepte les égouts qui finiraient à une station de pompage de laquelle les égouts filtrés et pompés à travers un conduit de 1.80 sur 17 Km vers un système de lagune avec une étape 1 qui signifie un flux de conception de 5 m<sup>3</sup>/s construit sur les terrains publics du coin Nord du réservoir.

Les égouts des villes de Cagua et de Turmero rejoindront le canal d'arrivée dans le système de lagune.

Le système de lagune consistera en quatre réacteurs anaérobies d'un jour de rétention suivi par une lagune facultative de 5 jours de détention avant décharge dans le réservoir d'irrigation. Le réservoir stockera l'effluent pendant la saison des pluies pour le libérer pour l'irrigation pendant la saison sèche (décembre en mai). De cette manière, le déversement de l'effluent de la zone de Maracay sera pratiquement réduit à zéro dans le lac jusqu'à ce que l'aquifère périphérique soit récupéré. Le recyclage des lagunes facultatives sera utiliser pour augmenter le pH et réduire les odeurs des réacteurs anaérobies.

## **Systeme Valencia**

Les égouts de l'est, à prédominance industrielle, zones de Valencia seront transportés dans et système de lagunes de Los Guayos, décrits précédemment 2m<sup>3</sup>/s signifie un flux de conception et l'utilisation pour l'irrigation pendant la saison sèche. Pendant la saison humide, l'effluent se déversera dans le lac.

Les égouts du Centre et de l'Ouest, essentiellement des zones domestiques et commerciales de Valencia seront acheminés à las station de traitement de Mariposa et utilisé pour l'irrigation pendant la saison sèche. Pendant la saison humide, l'effluent des déversera dans le système du cours d'eau de Pao comme planifié pour une réutilisation indirecte. Le barrage de Pao est eutrophique à cause des sources diffuses de nutriments provenant de l'agriculture et du recyclage incontrôlé des égouts. Ceci rend les eaux odorantes et difficiles à traiter pour une utilisation potable à cause du grand nombre de Naviculas qui diminuent le fonctionnement du filtre qui tourne seulement sur 6 heures chaque fois.

La station de la Mariposa devra par conséquent être plus avancé que les autres systèmes de traitement et emploiera une élimination biologique des nutriments, une filtration tertiaire et pour parfaire le nettoyage passera dans une terre inondée naturelle.

La station consistera en quatre modules de traitement chacun équivalent à 200 000 et chacun un flux de conception signifiant 600 l/s, basé sur la modification du processus des boues activées, suivi par une filtration rapide par effet de pesanteur pour éliminer les résidus solides liés au phosphore et pour également agir comme barrière pour les helminthes et les cistes protozoaires. Les boues déchets seront épaissies sous effet de la pesanteur et séchées dans des lagunes, stockées pour un an et celles susceptibles de contenir des métaux lourds, seront utilisées en agriculture.

Une désinfection artificielle comme la chloration n'a pas été envisagée afin de permettre un maximum de biodégradation biologique et d'élimination des organismes pathogènes dans les 20 km de marécages et de cours d'eau naturels entre l'embouchure de la station et le barrage de Pao.

De nombreux détails de la centrale ont été simplifiés afin de faire prévaloir les limitations en ressources humaines. Le filtre sera ratissé manuellement, l'aérateur sera

conduit directement à grande vitesse montée sur un pont et le système de contrôle sophistiqué sera maintenu à son minimum. Les filtres seront au taux de déclin, le niveau diminuant du type de d'auto remous, réduisant le nombre de valve à seulement deux par filtre.

### **Education écologique**

Dans la nécessité du développement propre du bassin de Lake Valencia des efforts concertés ont été entrepris par le gouvernement et les citoyens. Il est par conséquent très important d'éduquer les citoyens sur les problèmes écologiques de Lake.

Lake Valencia bénéficie d'une grande beauté naturelle, mais il n'est pas très connu. La mise en oeuvre de programmes éducatifs écologiques dans l'éducation formelle est nécessaire, car Lake Valencia est encore considéré par la plupart de la communauté comme un énorme égout ouvert.

L'importance de la diffusion à la télévision régionale est très grande, ainsi que les campagnes sur la protection de l'environnement de concert avec l'éducation, la participation et les relations avec les gestionnaires usagers du bassin de Lake Valencia.

### **Conclusion et recommandations**

Le gros problème de la région du centre du pays est l'eutrophisation du bassin de Lake Valencia, par la pollution des eaux qui y affluent.

Le Projet du système pour le traitement des eaux résiduelles du bassin de Lake Valencia est la clé pour améliorer la qualité de l'eau du lac mais c'est seulement le début, par conséquent, conformément à l'état actuel du lac, il est nécessaire de mener une étude plus exhaustive pour ce qui est ci-dessous recommandé :

- Poursuivre les études sur les paramètres physiques et chimiques de l'eau du lac sous une forme complète et systématique.
- Entreprendre une étude sur les poissons, en ce qui concerne les modifications de la diversité et l'accumulation des substances.
- Déterminer la concentration et la distribution des substances toxiques et des métaux lourds dans l'eau et les sédiments.
- Entreprendre des mesures de vitesse et de direction de mouvement (courants) des eaux, pour comprendre les processus de diffusion qui affectent les substances polluantes dans le lac.
- Poursuivre les études d'identification du phytoplancton et du zooplancton.
- Poursuivre les études sur les organismes benthiques dans les sédiments du lac, vu qu'ils sont des indicateurs de la qualité de l'eau.
- Mener une étude sur les sources ponctuelles et diffuses du bassin qui se déversent dans le lac et n'ont pas été étudiées.
- Déterminer la concentration de polluants atmosphériques dans les eaux de pluies et leur influence dans le lac.

- Nous devons considérer que lorsque le projet sera terminé, les eaux de Lake Valenciaseront seulement utilisés pour l'irrigation et sujettes à s'améliorer au cours des années. Un contrôle constant de la qualité des eaux, des sédiments et de l'écologie sera entreprise pour estimer quand il sera utilisable pour l'usage domestique. Ceci peut prendre 10, 20 ou 30 ans.

# **TROISIEME PARTIE**

## **DISCUSSION DE GROUPE**

## **DISCUSSION DE GROUPE: PROBLEMES, TECHNOLOGIES EXISTANTES ET OPTIONS FUTURES POSSIBLES**

La session finale était une discussion de groupe pour développer les plans d'action pour le futur. Quatre groupes ont séparément passé en revue les problèmes, les technologies existantes et les options possibles pour le futur dans leur pays. On a donné à chaque groupe trois (3) autocollants pour trois catégories. Chaque groupe a alors classé chaque entrée pour sa priorité ou prévalence en plaçant trois autocollants sur les entrées choisies. Le nombre après chaque item de ligne représente la somme du groupe (c'est à dire qu'au plus le nombre est élevé, au plus la priorité ou prévalence est grande). Les tableaux suivants documentent les résultats de ces discussions de groupe.

## GROUPE 1

### PARTICIPANTS:

Anguilla:	<i>M Stephenson Rogers</i>	St Kitts & Nevis:	<i>M Errol Rawlins</i>
Antigua et Barbuda:	<i>M David Mattery</i>	St Lucia:	<i>Melle Francine Clouden</i>
Barbados:	<i>M Anthony S Headley</i>	St Lucia:	<i>M Errol Frederick</i>
France:	<i>M Eric Muller</i>	Trinité et Tobago:	<i>M Kansham Kanhai</i>

**ASSISTANT: Assoc. Prof. Goen Ho, Australie**

<b>PROBLÈMES</b>	<i>TECHNOLOGIES EXISTANTES</i>	<i>FUTUR</i>
Pollution marine (7) Manque de législation et de normes (4) Formation du personnel (4) Manque d'entretien (3) Carence au niveau de l'application et de la gestion (3) Manque de financement (2) Manque d'éducation (public) (2) Niveau élevé de nitrates (aquifères) (1) Gestion des décharges illicites (1) Carences au niveau du cadre institutionnel Terrains limités Niveau d'eau souterraine élevé structure tam-f appropriée Manque de contrôle et de données Evacuation inadéquate de l'effluent (st) Gestion des égouts en dehors des zones assainies Manque de réglementation régionale Accréditation des laboratoires Rareté de l'eau et irrégularité de l'approvisionnement	<u>COLLECTE</u> Latrines à fosse (6) Décharges illicites (1)	<u>COLLECTE</u> Plus d'égouts centralisés (avec traitement) (6) Formation et éducation du public (4) Rationalisation des systèmes existants (2) Réseau d'égout avec peu de contrainte (1)
	<u>TRAITEMENT</u> Fosse septique (10) Station de traitement d'empaquetage (6) Boues activées (2) Piège à graisse (1) Bassins (1) Couche filtrante	<u>TRAITEMENT</u> Amélioration des systèmes sur site (9)
	<u>EVACUATION</u> Aquatique Sans traitement Embouchure marine (sans traitement)	<u>EVACUATION</u> Réutilisation et recyclage (5)

## GROUPE 2

### PARTICIPANTS:

Aruba	<i>M Elton Lioe-A-Tjam</i>	Jamaïque	<i>M Donald McDowell</i>
Bahamas	<i>Mme Christal Francis</i>	Jamaïque	<i>M Errol Motley</i>
Iles Vierges britanniques	<i>M Mukesh Ganesh</i>	Jamaïque	<i>M David Steen</i>
Haïti	<i>Pierre Carlo Lafond</i>	Antilles Néerlandaises	<i>M Patricio D Oleana</i>
Jamaïque	<i>M Bruce Excell</i>	Antilles Néerlandaises	<i>M Arthur Rodriguez</i>
Jamaïque	<i>Mme Stephanie Fletcher</i>	Trinité et Tobago	<i>M Kansham Kanhai</i>

**Assistant: Dr Kuruvilla Mathew, Australie**

PROBLÈMES	TECHNOLOGIES EXISTANTES	FUTUR
Entretien (5) Application de la législation (5) Finance (5) Extension et amélioration(5) Planification pour le futur (4) Pollution des eaux côtières (3) Manque de ressources (1) Intégration des règles de gestion (1) Terrain disponible (1) Formation des opérateurs Forte consommation d'eau (conservation)	<u>COLLECTE</u> Latrines à fosse(2) Latrines à fosse communautaire (1) Toilettes privées	<u>COLLECTE</u> Système d'égout(4) Système de petit diamètre avec réclamation de l'effluent (2) Latrines à fosse (sanitaire VIDP) (1)
	<u>TRAITEMENT</u> Fosses septiques (8) Lagunes (5) Fossés d'oxydation (4) Système de boues activées (4) Filtre goutte à goutte (2) Station d'empaquetage (2) Digestion des boues Filtres à sable Botanique (aquatique)	<u>TRAITEMENT</u> boues activées (8) Fosses septiques (5) Terres inondables (4) Désinfection aux UV (3) Lagunes (3) Fossés d'oxydation
	<u>EVACUATION</u> Embouchure dans la mer (1) Méthode d'évacuation par sac (1) Infiltration dans le sol	<u>EVACUATION</u> Système de petit diamètre avec réclamation de l'effluent (2)

OBJECTIFS	ACTION
1 On doit décourager l'usage des latrines à fosse	Fixer les objectifs pour l'amélioration des systèmes et des zones à couvrir dans le laps de temps défini. Sensibilisation des communautés – incorporer des activités sociales et culturelles. Associé à NOWRA Formation et éducation: - usagers bienveillants; communication des propriétaires; devraient être capable d'adopter leur propre système. - maESTro – à encourager Programme de coordination régionale
2 Réhabilitation	
3 Sensibilisation –éducation des responsables politiques et des preneurs de décision	
4 Approche sectorielle – schéma directeur	
5 Objectifs réalisables – limites de temps	
6 Contrôle	
7 Application des traités internationaux: - des installations doivent être en place pour les déversements des bateaux dans les ports Les navires devraient avoir des cuves de rétention	

## GROUPE 3

### PARTICIPANTS:

Cap Vert	<i>M Antonio Barbosa</i>	Jamaïque	<i>M Matthew Krachon</i>
Canada	<i>M Jean-Pierre Dube</i>	Jamaïque	<i>M Cliff Reynolds</i>
Canada	<i>M John A McKee</i>	Jamaïque	<i>M Roger Surtees</i>
Canada	<i>Mme Christiane Roy</i>	EUA	<i>M Ted Loudon</i>
Jamaïque	<i>M Peter Collins</i>	EUA	<i>M David Pask</i>
Jamaïque	<i>Mme Ining Hsu</i>		

**Assistant: Mme Christiane Roy, Canada**

<b>PROBLÈMES</b>	<i>TECHNOLOGIES EXISTANTES</i>	<i>FUTUR</i>
Volonté politique (10) Education (5) Argent – Capital (4) - O & M (4) Valeurs culturelles (4) Cadre légal (3) Gestion (2) Santé publique (2) Formation (1) Motivation (1) Application (1) Normes Contrôle Perceptions des technologies Sensibilisation du public Ressources naturelles Subdivision des pratiques Problèmes sociaux Accessibilité	<u>COLLECTE</u> Pas du tout (6) Effluent des fosses septiques (3) Egouts municipaux à effet de pesanteur Septaux haulind Caniveaux et surface Par pesanteur	<u>COLLECTE</u> Réhabilitation (3) Facilement augmentable (3) STEP et STEG (3) Assistance en connections (2) Ségrégation de l'eau (1) Sur site Pas de creusement Groupe Extension des systèmes existants Normes de la pesanteur
	<u>TRAITEMENT</u> Lagunes (4) Aucun et sacs de miel (3) St & puits d'absorption (1) VIDP VIP Station d'empaquetage Boues activées Lits de roseaux Filtres à sable Filtres à re-circulation	<u>TRAITEMENT</u> Basse technologie (RSF, ISF, lits de roseaux, lagunes) (8) Amélioration (1) VIDP et autres (1) Tertiaire (N.P. Désinfection) (1) Standardisation Communauté Entretien Réhabilitation Sur site
	<u>EVACUATION</u> Embouchure marine (8) Réutilisation (3) Fossés d'assainissement (2) Injection en puits profonds Cours d'eau terrestre Evacuation de surface	<u>EVACUATION</u> Réutilisation de l'eau(7) Irrigation (1) Evacuation au large (1) Réutilisation des boues Recharge des eaux souterraines Conditionnement des sols

	<b>PHASE D'EDUCATION</b>	<b>PHASE DE PLANIFICATION</b>
<b><u>OBJECTIFS</u></b>	<p>Implique rapidement le secteur privé Engagement du secteur académique dans les R.B.A. et dans l'éducation continue</p> <p>Argent:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- peut être des financements privés/commerciaux (faire des affaires)</li> <li>- financement créatif</li> </ul> <p>Insister sur les valeurs et les problèmes culturels.</p> <p>Actions simultanées à des niveaux politiques et communautaires</p> <p>Projet de gestion du début à la fin</p> <p>Accent sur les actions pratiques (qui peuvent être fournies)</p> <p>Pas de prospectus – Système contrôlé par les personnes</p>	<p>Doit continuellement estimer l'efficacité de la phase d'éducation</p> <p>La partie technique de la phase de planification doit suivre la phase d'éducation et utiliser ses résultats</p> <p>Plan pour O &amp; M – formation – financement</p> <p>Responsabilité financement créatif</p>
<b><u>ACTION</u></b>	<p>Estimation basée sur les risques</p> <p>Etude initiale (personne par personne)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- situation actuelle (1)</li> <li>- opinion publique(3)</li> </ul> <p>Développement d'une stratégie d'éducation (basée sur l'étude)</p> <p>Ateliers techniques:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gouvernement</li> <li>- Professionnels</li> <li>- Consultants</li> <li>- Travaux sociaux</li> <li>- Industrie</li> <li>- NHO's</li> </ul> <p>Education du public – Action politique</p>	<p>Certaines estimations de R.B.A solutions initiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- élimine les solutions infaisables</li> <li>- élaboration d'une direction</li> <li>- Dirigeants d la communauté (et donc feedback continu)</li> </ul> <p>Augmentation des ateliers de travail:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- objectifs</li> <li>- priorités</li> <li>- significations</li> <li>- action</li> </ul> <p>Diagramme du chemin critique</p>

## GROUPE 4

### PARTICIPANTS:

Belize	<i>M Jose Medoza</i>	Mexique	<i>Dr Felipe Cortes</i>
Colombie	<i>Dr Serigo Cruz Fierro</i>	EUA	<i>M Louis Salguero</i>
Cuba	<i>Mme Carmen C Berro</i>	Venezuela	<i>Mme Fanny Rodriguez</i>
Guatemala	<i>M Adan Collazos</i>		

**Assistant: Dr Martin Anda, Australie**

PROBLÈMES	TECHNOLOGIES EXISTANTES	FUTUR
Gestion du fonctionnement (4) Manque de ressources financières (8) Formation des capacités (3) Volonté politique (3) Manque de plan (développement) (2) Technologie inappropriée (1) Multi-sectoralisme Formation Ecosystème sensible	<u>COLLECTE</u> Latrines (2) Toilettes sèches	<u>COLLECTE</u> Systèmes de collecte simplifiés (1) Systèmes de collecte avec un minimum de fuites (1) Canalisations de petit diamètre
	<u>TRAITEMENT</u> Bassin de stabilisation (10) Filtres goutte à goutte (4) Fosses septiques (3) Cuves Imhoff (1) Traitement tertiaire (1) Terres inondables UASB – Unité de couverture de boue anaérobie Bassins aérobies/anaérobie	<u>TRAITEMENT</u> Systèmes écologiquement rationnels à coût raisonnables dans tous les secteurs (4) Législation appropriée – contrôle et application (4) Technologie pour éliminer les polluants industriels (pré-traitements) (3) Recherche et développement d'options technologiques possibles (2) Réhabilitation des systèmes existants(1)
	<u>EVACUATION</u> Embouchure dan l'océan	<u>EVACUATION</u> Recyclage et réutilisation des déchets (5)

	OBJECTIFS	ACTIONS
<u>PROBLÈMES</u> Manque de ressources financières  Fonctionnement et gestion  Formation des capacités Volonté politique	Obtention de ressources financières  Instituer un Plan d'action pour un propre système de gestion et de fonctionnement qui puisse être mis en œuvre Renforcement des institutions Sensibilisation du public	Allègement de la dette pour la protection de l'environnement. Taxer les consommateurs pour les eaux usées: - Formation - Réseau des autres institutions de formation Réunions et conférences pour les politiciens
<u>SYSTEMES EXISTANTS</u> Bassins de stabilisation Systèmes goutte à goutte Fosse septique	Amélioration des systèmes existants	- Réhabilitation et contrôle - Projets Pilotes
<u>FUTUR</u>	Augmentation du nombre et de la qualité d'approvisionnement en eau Développement de lois appropriées et de règlements pour protéger les masses d'eau Réseau avec les autres organisations d'acquisition des technologies appropriées	Education du Public et coûts  Protection des bassins hydrographiques  Ateliers et séminaires avec les organisations concernées, etc.

# **APPENDICE 1**

## **PROGRAMME**

# PROGRAMME

## Lundi 16 novembre

8:30	<b>Inscription</b>
9:00	<b>Bienvenue</b> <i>PNUE-UCR/CAR</i>  <b>Introduction</b> <i>M Vicente Santiago Fandino, IETC et Tim Kasten, UCR/CAR</i> <b>Présentation des participants et des présentateurs</b>
10:30	<b>Pause café</b>
11:00	<i>Session 1:</i> <b>Choix des technologies et développement durable</b> <i>M Martin Anda, Murdoch University</i>
12:00	<i>Session 2:</i> <b>Elaboration d'un protocole pour contrôler la pollution marine de source terrestre</b> <i>M Tim Kasten, UCR/CAR</i>
12:30	<b>Déjeuner</b>
13:30	<i>Session 3:</i> <b>Principes de traitement des eaux usées</b> <i>Professeur Associé Goen Ho, Murdoch University</i>
14:30	<b>Pause café</b>
15:00	<i>Session 4:</i> <b>Sortie sur le terrain au système de collecte et de traitement des eaux usées de Montego Bay</b>
17:00	<b>Retour à l'hôtel et fin de séance</b>
19:00	<b>Cocktail réception à l'hôtel</b>

## Mardi 17 novembre

9:00	<i>Session 5.1:</i> <b>Présentation des pays par les délégués</b> Examineur: <i>Murdoch University</i>  <b>Etat des besoins en traitement des eaux usées et technologies existantes pour les grandes communautés : barrières des technologies et recommandations</b>  <i>Résumé des technologies existantes et des options futures</i> <i>Dr Arreguin Cortes, Mexique</i> <i>M Louis Salguero, EUA</i> <i>M Carlo Lafond, Haïti</i>
10:30	<b>Pause café</b>
11:00	<i>Session 5.2:</i> <b>Présentation des pays par les délégués</b> Examineur : <i>Murdoch University</i>  <b>Etat des besoins en traitement des eaux usées et technologies existantes pour les grandes communautés : barrières des technologies et recommandations</b>  <i>Résumé des technologies existantes et des options futures</i> <i>Mme Ianthe Smith, Jamaïque</i> <i>M Kancham Kanhai, Trinité et Tobago</i> <i>M Brian George, St Vincent et les Grenadines</i>
12:30	<b>Déjeuner</b>
13:30	<i>Session 6:</i> <b>Impacts des déchets organiques sur le milieu marin</b> <i>Mme Christine Gault, National Estuarine Research Reserve, Waquoit Bay, Massachusetts, EUA</i>
15:00	<b>Pause café</b>

15:30	<b>Session 7:</b> <b>Collecte des eaux usées et systèmes de traitement pour les grandes communautés de la région des Caraïbes</b> <i>M Mark Lansdell, Mark Lansdell &amp; Associates, Caracas</i> <i>M Adan Pocasangre Collazos, CONAMA, Guatemala</i>
17:00	<b>Fin de séance</b>

### Mercredi 18 novembre

9:00	<b>Session 8:</b> <b>Présentation des pays par les délégués</b> Examineur : <i>Murdoch University</i> <b>Etat des besoins en traitement des eaux usées et technologies existantes pour les communautés petites et moyennes : barrières des technologies et recommandations</b> <i>Résumé des technologies existantes et des options futures</i> <i>Mme Carmen Terry Berro, Cuba</i> <i>M Christal Francis, Bahamas</i> <i>M Arthur Rodriguez &amp; M Patricio Oleana, Antilles Néerlandaises</i>
10:30	<b>Pause café</b>
11:00	<b>Session 9:</b> <b>Systèmes de traitement des eaux usées pour les petites communautés</b> <i>Mme Christiane Roy, Options Environment Inc., Montréal, Canada</i> <i>Mes Francine Clouden, Caribbean Inst. of Environmental Health, Ste Lucie</i>
12:30	<b>Déjeuner</b>
13:30	<b>Session 10:</b> <b>Logiciel de prise de décision et système d'information</b> <b>“maESTro”</b> <i>M Vicente Santiago Fandino, IETC</i> <b>“WAWTARR”</b> <i>M Chris McGahey, Vermont, EUA</i>
15:00	<b>Pause café</b>
15:30	<b>Session 11:</b> <b>Sortie sur le terrain – Système sur-site de traitement des eaux usées</b>
17:00	<b>Retour à l'hôtel et fin de séance</b>

### Jeudi 19 novembre

9:00	<b>Session 12:</b> <b>Traitement des déchets organiques des installations industrielles</b> <i>Mme Julia Brown, Integrated Waste Water, Kingston, Jamaïque</i> <i>M John A McKee, OMM Trow Consulting Engineers, Ontario, Canada</i>
10:30	<b>Pause café</b>
11:00	<b>Session 13:</b> <b>Présentation des pays par les délégués</b> Examineur : <i>Murdoch University</i> <b>Etat des besoins en traitement des eaux usées et technologies existantes pour les systèmes sur site et ménagers : barrières des technologies et recommandations</b> <i>Résumé des technologies existantes et des options futures</i> <i>M Errol Frederick, Ste Lucie</i> <i>M Mukesh Ganesh, îles vierges Britanniques</i> <i>M Anthony Headley, Barbados</i>
12:30	<b>Déjeuner</b>
13:30	<b>Session 14:</b> <b>Systèmes sur site</b> <i>M David Pask, Small Flows Clearinghouse, EUA</i> <i>M Antonio de Cassia Sousa Babosa, Director of Ports and Marinas, Cap Vert</i>
15:00	<b>Pause café</b>
15:30	<b>Session 15:</b> <b>Systèmes ménagers pour le traitement des eaux usées</b> <i>Dr Kuruvilla Mathew, Murdoch University</i> <i>Professeur Ted Loudon, Michigan State University, EUA</i> <i>M. Stephen Hodges, Construction Resource and Development Centre, Jamaïque</i>
17:00	<b>Fin de séance</b>

## Vendredi 20 novembre

<b>9:00</b>	<i>Session 16:</i> <b>Discussion de groupe sur les technologies écologiquement rationnelles</b> <i>Examineur : Murdoch University et UCR/CAR</i>
<b>10:30</b>	<b>Pause café</b>
<b>11:00</b>	<i>Session 17:</i> <b>Evaluation, feedback, et direction pour le futur</b> <i>Examineur : ITEC, UCR/CAR et Murdoch University</i>
<b>12:30</b>	<b>Déjeuner de groupe</b> <i>Remise des Certificats</i> <i>Remarques de clôture IETC et UCR/CAR</i>
<b>14:00</b>	<b>Fin de l'atelier</b>

## **APPENDICE 2**

### **LISTE DE L'ÉQUIPE RESSOURCE**

## AUSTRALIE

M Martin Anda  
Murdoch University  
Environmental Science  
Murdoch WA 6150  
Australie

Tél: (61-8) 9360-6123  
Fax: (61-8) 9310-4997  
Email: [anda@essun1.murdoch.edu.au](mailto:anda@essun1.murdoch.edu.au)

M Goen Ho  
Murdoch University  
Murdoch WA 6150  
Australie

Tél: (61-8) 9360-2167  
Fax: (61-8) 9310-4997  
E-mail: [ho@essun1.murdoch.edu.au](mailto:ho@essun1.murdoch.edu.au)

Dr Kuruvilla Mathew  
Environmental Science  
Murdoch University  
Murdoch WA 6150  
Australie

Tél: (61-8) 9360-2896  
Fax: (61-8) 9310 4997  
Email: [mathew@essun1.murdoch.edu.au](mailto:mathew@essun1.murdoch.edu.au)

## CAP VERT

Antunio de Cassia Sousa Barbosa  
Director  
Directorate General of Marine Affairs  
P.O. Box 7  
S. Vicente  
Cap Vert

Tél: (238) 324-342  
Fax: (238) 324-343  
Email: [dgmp@milton.cvtelecom.cv](mailto:dgmp@milton.cvtelecom.cv)

## CANADA

Mr John A McKee  
Oliver, Mangione McCalla  
154 Colonmade Road South  
Nepean, Ontario  
Canada K2E7J5

Tél: (613) 225-9940 ext. 241  
Fax: (613) 225-7337  
Email: [omm@trow.com](mailto:omm@trow.com)

Ms Christiane Roy  
Option Environment Inc  
2360 Avenue de La Salle  
Bureau 202  
Montreal, Quebec H1V 2L1  
Canada

Tél: (514) 257-6380  
Fax: (514) 257-6382  
Email: [croy@opt-env.qc.ca](mailto:croy@opt-env.qc.ca)

## GUATEMALA

Adan Ernesto Pocasangre Collazos  
Executive Director of the Liquid and Solid  
Wastes Council  
Conama  
7a Ave. 7-13 Zona 13  
Guatemala, Guatemala

Tél: (502) 440-7916/17  
Fax: (502) 440-7938  
Home Tel/Fax: (502) 474-3601

## JAMAÏQUE

Ms Julia Brown  
Integrated Wastewater  
Management Project  
Scientific Research Council  
Hope Gardens  
P.O. Box 350  
Kingston 6, Jamaïque

Tél: (876) 927-1771 to 4 ext. 3102  
Fax: (876) 977-2194  
Email: [icomppm@cwjamaica.com](mailto:icomppm@cwjamaica.com)

M Stephen Hodges  
Construction Resource and Development  
Centre  
11 Lady Musgrave Avenue  
Kingston 10  
JAMAÏQUE

Tél: (876) 978-4061  
Fax: (876) 978-4062  
Email: [crdc@jol.com.jm](mailto:crdc@jol.com.jm)

M Tim Kasten  
Programme Officer  
UNEP-CAR/RCU  
14-20 Port Royal Street  
Kingston  
Jamaïque

Tél: (876) 922-9267-9  
Fax: (876) 922-9292  
Email: [tjk.uneprcuja@cwjamaica.com](mailto:tjk.uneprcuja@cwjamaica.com)

## JAPON

Vicente Santiago Fandino  
Programme Officer  
Shiga Office  
1091 Oroshimo-cho, Kusatsu City  
Shiga 525-0001  
Japon

Tél: (81-77) 568-4585  
Fax: (81-77) 568-4587  
Email: [vstiago@unep.or.jp](mailto:vstiago@unep.or.jp)

## STE LUCIE

M Francine Clouden  
Caribbean Environmental Health Institute  
(CEHI)  
P.O. Box 1111  
The Morne  
Castries  
St Lucia

Tel: (758) 452-2501  
Fax: (758) 453-2721  
Email: [fclouden.cehi@candw.lc](mailto:fclouden.cehi@candw.lc)

## ETATS UNIS D'AMERIQUE

Mme Christine Gault  
Waquoit Bay National Estuarine  
Research Reserve  
P.O. Box 3092  
Waquoit, MA 02536

Tél: (508) 457-0495 ext. 101  
Fax: (617) 727-5537  
Email: [cgault@capecod.net](mailto:cgault@capecod.net)

M Ted Loudon  
Agricultural Engineering Department  
Farrall Hall  
Michigan State University  
Farrall Hall  
E. Lansing, MI 48824  
EUA

Tél: (517) 353-3741  
Fax: (517) 353-8982  
Email: [loudon@egr.msu.edu](mailto:loudon@egr.msu.edu)

M Chris McGahey  
Associates in Rural development Burlington,  
Vermont  
EUA

Fax: 802-658-3890  
Fax: 802-658-4247  
Email: [cmgahey@ardinc.com](mailto:cmgahey@ardinc.com)

ET

USAID CWIP  
5 Oxford Park Avenue  
Kingston  
Jamaïque

Tél: (876) 754-3910/2

M David Pask  
National Small Flows Clearing House  
P.O. Box 6064  
West Virginia State University  
Morgantown, WV 26506-6064  
EUA

Tél: (304) 293 4191 ext. 5516  
Fax: (304) 293 3161  
Email: [dpask@wvu.edu](mailto:dpask@wvu.edu)

## **FIELD TRIP/TOUR GUIDES**

Session 4  
Mr Andrew JJ Burrow  
DHV International

Tél: (876) 940-3423/4447  
Fax: (876) 940-2619  
Email: [burrow@cwjamaica.com](mailto:burrow@cwjamaica.com)

Session 11  
Mme Heather McFarlane  
Construction Resource and Development  
Centre

Tel: (876) 940-2933-4  
Fax: (876) 940-2935  
Email: [crde@jol.com.jm](mailto:crde@jol.com.jm)

Session 11  
Mme Karen Michell  
Sanitation Support Unit  
Paradise Norwood  
P.O. Box 417  
Montego Bay  
St James

Tél: (876) 940-2933-4  
Fax: (876) 940-2935  
Email: [crde@jol.com.jm](mailto:crde@jol.com.jm)

## **APPENDICE 3**

### **LISTE DES REPRESENTANTS DES PAYS**



**ARUBA**

Dr Ing. Elton L. Lioe-A-Tjam  
Director  
Directorate VROM  
Government of Aruba  
Wayaca 31-C  
Oranjestad  
Aruba

Tél: 297-832345  
Fax: 297-832342  
Email: [vromaua.dir@setarnet.aw](mailto:vromaua.dir@setarnet.aw)

**BAHAMAS**

Mme Christal Francis  
Water & Sewerage Corporation  
P.O. Box N-3905  
Nassau  
Bahamas

Tél: 242-323-7474 ext. 5738  
Fax: 242-322-5080

**BARBADE**

M Anthony S. Headley  
Acting Deputy Chief  
Environmental Engineer  
Environmental Engineering Division  
Ministry of Health & Environment  
Culloden Farm, Culloden Road  
St Michael  
Barbade

Tél: 246-436-4820/6  
Fax: 246-228-7103  
E-mail: [msquared@surf.com](mailto:msquared@surf.com)

**BELIZE**

Mr Jose Mendoza  
Environmental Officer  
Ministry of Natural Resources and the  
Environment  
Department of the Environment  
10/12 Ambergis Avenue  
Belmopan, Cayo District  
Belize

Tél: 501-8 22816/22542  
Fax: 242-322-5080  
Email: [envirodept@btl.net](mailto:envirodept@btl.net)

**ILES VIERGES BRITANNIQUES**

M Mukesh Ganesh  
Engineer  
Water & Sewage Department  
Min. of Communications & Works  
P.O. Box 130  
Roadtown, Tortola  
Iles Vierges Britanniques

Tél: 284-494-3416/7 ext. 5797  
Fax: 284-494-6746  
Email: [water@caribsurf.com](mailto:water@caribsurf.com)

**COLOMBIE**

Dr Serigo Alberto Cruz Fierro  
Funcionario  
Direccion Tecnica de Desarrollo Sostenible  
Ministerio del Medio Ambiente  
Calle 37 No. 8-40  
Santafe de Bogota  
Colombie

Tél: 57-1 338-3900 ext. 430-429  
Fax: 57-1 288-9725  
Email: [cruzser@hotmail.com](mailto:cruzser@hotmail.com)

## **CUBA**

Mme Carmen C Terry Berro  
Specialist  
Environmental Agency  
Ministry of Science, Technology and  
Environment  
Calle 20 Esquina 18A  
No. 4110, Playa  
Ciudad de la Habana  
Cuba

Tél: 537-229351/296014  
Fax: 537-249031  
Email: [cterry@cigea.unepnet.inf.cu](mailto:cterry@cigea.unepnet.inf.cu)

## **HAÏTI**

Pierre Daniel Carlo Lafond  
Directeur General  
Ministere de L'Environnement  
181 Haut Turgeau  
P-AU-P  
Haïti

Tél: 509-45 0635/45 7585/45 7572  
Fax: 509-45 7360/45 1022  
Email: [dg.mde@rehred.haiti.net](mailto:dg.mde@rehred.haiti.net)  
Email: [dg.mde@palaishaiti.net](mailto:dg.mde@palaishaiti.net)

## **JAMAÏQUE**

Mrs Ianthe Smith  
Senior Director  
Pollution Control  
Natural Resources Conservation Authority  
53<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Molynes Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: 876-923 5125  
Fax: 876-923 5070

## **MEXIQUE**

Dr Felipe Arreguin Cortes  
Coordinador  
Tratamiento y Calidad de Agua  
Instituto mexicano de Tecnologia del Agua  
(IMTA)  
Paseo Cuauhuahuac 8532  
Jiutepec, Morelos, C.P. 62550  
Mexique

Tél: 52-73-194381  
Tél: 52-73-194000 ext. 543  
Fax: 52-73-194381  
Email: [areguin@tlaloc.imta.mx](mailto:areguin@tlaloc.imta.mx)

## **ANTILLES NEERLANDAISES**

M Patricio D Oleana  
Department of Public Works (DOW)  
Subdivision Sanitary Engineering  
Head Mechanical and Electrical Engineering  
Punta Mateo K3 Jankock  
Curacao  
Antilles Néerlandaises

Tél: (599-9) 868-6866  
Fax: (599-9) 868-6866  
Email: [curzuiv@cura.net](mailto:curzuiv@cura.net)

M Arthur Rodriguez  
Depart. of Public Works (DOW)  
Subdivision Sanitary Engineering  
Head Process Engineering  
Landhuis Parera  
PO 3227  
Curacao, A.N.

Tél /Fax: (599-9) 868 6866  
Tél: (599-9) 433-4444 (Head Office)  
Fax: (599-9) 461-7969 (Head Office)  
Email: [curzuiv@cura.net](mailto:curzuiv@cura.net)

## **ST KITTS ET NEVIS**

M Errol Rawlins  
Deputy Chief Environmental Health Officer  
Ministry of Health  
Environmental Health Department  
Church Street  
Basseterre  
St Kitts

Tél: (869) 465-2521 ext. 1271  
Fax: (869) 465-1316

## **STE LUCIE**

M Errol Frederick  
Sewerage Operations Manager  
Water and Sewerage Authority  
Lanse Road  
Castries  
Ste Lucie

Tél: 758-452-5344 ext. 102  
Fax: 758-452-6844

## **ST VINCENT ET LES GRENADINES**

M Brian George  
Engineer  
Central Water and Sewerage Authority  
New Montrose  
P.O. Box 363  
Kingston  
St Vincent et les Grenadines

Tél: 784-4562946 ext. 212  
Fax: 784-4562552  
Email: [cwsa@caribsurf.com](mailto:cwsa@caribsurf.com)

## **TRINITE ET TOBAGO**

M Khansham Kanhai  
Technical Advisor  
Ministry of Public Utilities  
Government of Trinidad & Tobago  
16-18 Sackville Street  
Port-of-Spain  
Trinité

Tél: (868) 624-9068  
Fax: (868) 625-7003  
Email: [kkanhai@tstt.net.tt](mailto:kkanhai@tstt.net.tt)  
Email: [kappa@cariblink.net](mailto:kappa@cariblink.net)

## **ETATS UNIS D'AMERIQUE**

M Louis Salguero  
United States Environmental Protection Agency  
(U.S. EPA)  
980 College Station Road  
Athens  
Georgia 30605

Tél: (706) 355-8732  
Fax: (706) 355-8744  
Email: [salguero.louis@email.epa.gov](mailto:salguero.louis@email.epa.gov)

## **VENEZUELA**

Ing. Fanny Rodriguez  
Jefe, Division de Calidad Ambiental  
Ministerio del Ambiente  
Av. Carlos Sanda c/c Delicias  
Edif. Capri Apto. 501  
Valencia, Venezuela

Tél: 5841-315748  
Fax: 5841-674376  
Email: [Lansdell@telcel.net.ve](mailto:Lansdell@telcel.net.ve)

## **APPENDICE 4**

### **LISTE DES AUTRES PARTICIPANTS**

## **ANGUILLA**

M Stephenson Roger  
Principal Environmental Health Officer  
Primary Health Care Department  
Ministry of Health  
The Valley  
Anguilla

Tél: 264-497-2631/3763

Fax: 264-467-5486

## **ANTIGUA et BARBUDA**

M David Matthery  
Senior Public Health Inspector  
Central Board of Health  
C/- Ministry of health  
All Saits Road, St John's  
Antigua & Barbuda

Tél: (268) 462-2936/1891

Fax: (268) 460-5992

## **CANADA**

M Jean-Pierre Dube  
Option Environment  
2360 Ave. Lasalle, bwuau 202  
Montreal (Quebec) H1V 2A1  
Canada

Tél: (514) 257-6380

Fax: (514) 257-6382

Email: [jpdube@opt.env.qc.ca](mailto:jpdube@opt.env.qc.ca)

## **COMMISSION DE L'UNION EUROPEENNE**

M Peter Collins  
Water Expert  
European Commission  
EC Delegation  
8 Oliver Road  
P.O. Box 463  
Kingston 8  
Jamaïque

Tél: (876) 924-6333

Fax: (876) 924-6339

Email: [eudeljam@wtjam.net](mailto:eudeljam@wtjam.net)

## **FRANCE (GUADELOUPE)**

M Eric Muller  
Direction Régionale de l'Environnement de  
Guadeloupe  
Allée des Lauriers, Circunvallation  
P.O. Box 105  
97100 Basse-Terre  
Guadeloupe

Tél: (590) 99 35 60

Fax: (590) 99 35 65

Email: [diren971@outremer.com](mailto:diren971@outremer.com)

## **JAMAÏQUE**

M Howard Batson  
U.S. AID  
2 Haining Road  
Kingston 5  
Jamaïque

Tél: (876) 926-3781

Fax: (876) 929-9944

M Bruce Excell  
Waste Technology  
1 Riverbay Road  
Montego Bay  
Jamaïque

Tél: (876) 979-5756

Fax: (876) 940-4265

Mme Stephanie M Fletcher  
Ministry of Health  
St Mary Health Department  
Port Maria P.O.  
St Mary

Tél: (876) 994-2358

Fax: (876) 994-2643

Mme Grace Foster-Reid  
Alcan Jamaica Company  
Kirkvine PO  
Manchester  
Jamaïque

Tél: (876) 961-7144  
Fax: (876) 961-7822  
Email: [grace@cwjamaica.com](mailto:grace@cwjamaica.com)  
Email: [grace-foster-reid@alcan.com](mailto:grace-foster-reid@alcan.com)

Mme Ining Hsu  
St Mary health Dept/U.S. Peace Corps  
1A Holborn Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: (876) 929-0495 (Peace Corps)  
Tél: (876) 994-2358 (Office)  
Fax: (876) 994-2643 (Office)

M Maurice Jones  
Fluid Systems Engineering Ltd  
27 Harbour Street  
Kingston  
Jamaïque

Tél: (876) 922-6670  
Fax: (876) 922-7512  
Email: [mojoe@cwjamaica](mailto:mojoe@cwjamaica)

M Matthew Krachon  
St Thomas Health Dept/U.S. Peace Corps  
1A Holborn Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: (876) 982-1619  
M Desmond Malcolm  
National Water Commission  
4 Marescaux Road  
Kingston 5  
Jamaïque

Tél: (876) 906-9020  
Fax: (876) 906-9019

M Donald D McDowell  
Ministry of Environment and Housing  
2 Hagley Park Road  
Kingston  
Jamaïque

Jamaïque: (876) 926-1590-9 ext. 2126  
Fax: (876) 926-8535

M Rinav Mehta  
Environmental Control Division – MOH &  
U.S. Peace Corps  
1A Holborn Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: (876) 967-1100-7 ext. 2220  
Fax: (876) 967-1280  
Email: [reendog@kasnet.com](mailto:reendog@kasnet.com)

M Malden Miller  
Montego Bay Marine Park Trust  
Pier 1, Howard Cooke Blvd.  
Montego Bay PO #1  
St James  
Jamaïque

Tél: (876) 952-5619  
Fax: (876) 940-0659  
Email: [mbmp@n5.com.jm](mailto:mbmp@n5.com.jm)

M Errol Mortley  
Urban Development Corporation  
17 Ocean Boulevard  
Kingston Mall  
Kingston  
Jamaïque

Tél: (876) 922-8310-4 ext. 2937  
Fax: (876) 929-9944  
Email: [hsaddler@usaid.gov](mailto:hsaddler@usaid.gov)

M Cliff Reynolds  
Negril Chamber of Commerce  
Box 31 Negril P.O.  
Westmoreland  
Jamaïque W.I.

Tél: (876) 957-4067  
Fax: (876) 957-4591  
Email: [negrilchamber@cw.jamaica.com](mailto:negrilchamber@cw.jamaica.com)

M Herrol Sadler  
U.S. AID  
2 Haining Road  
Kingston 5

Tél: (876) 926-3645-9  
Fax: (876) 929-9944  
Email: [hsaddler@usaid.gov](mailto:hsaddler@usaid.gov)

M Gangolf Schmidt  
GTZ  
C/- SRC  
P.O. Box 350  
Kingston 6  
Jamaïque

Tél: (876) 919-4117/927-1771  
Fax: (876) 977-2194  
Email: [srcgtz@cwjamaica.com](mailto:srcgtz@cwjamaica.com)

M David Steen  
U.S. Peace Corps  
1A Holburn Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: (876) 978-4061  
Fax: (876) 978-4062  
Email: [crdc@jol.com.jm](mailto:crdc@jol.com.jm)

Mme Heather Storrud  
Ministry of Health/ECD and U.S. Peace Corps  
1A Holborn Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: (876) 967-1100 ext. 2229  
Email: [ecd@epi.org.jm](mailto:ecd@epi.org.jm)

Roger Surtees  
International Consultant  
Thames Water Int. Consultancy  
NWC Bogue Ind. Estate  
Montego Bay  
Jamaïque

Tél: (876) 952-1640  
Fax: (876) 971-6204

M Winston Thomas  
Pan American Health Organization (PAHO)  
Oceana Building  
2-4 King Street  
Kingston  
Jamaïque

Tél: (876) 967-4626/4691  
Fax: (876) 967-4187  
Email: [wthomas@jam.paho.org](mailto:wthomas@jam.paho.org)

M Brad Walker  
U.S. Peace Corps  
1A Holburn Road  
Kingston 10  
Jamaïque

Tél: (876) 906-4186  
Email: [bawalker@ns.com.jm](mailto:bawalker@ns.com.jm)

M Dean S Williamson  
National Water Commission  
P.O. Box 474  
Bodue Industrial Estate  
Montego Bay  
St James  
Jamaïque

Tél: (876) 952-1640/952-8344  
Fax: (876) 979-6090  
Email: [dwillnson@nwc.com.jm](mailto:dwillnson@nwc.com.jm)



## **APPENDICE 5**

# **PROFILS DES INSTITUTIONS**



## **PROGRAMME POUR L'ENVIRONNEMENT DES CARAÏBES**

Etabli par les pays et territoires de la région des Caraïbes en 1981, le Programme pour l'environnement des Caraïbes (PEC) encourage la coopération régionale en matière de protection du milieu marin et côtier. Le PEC fait partie intégrante du Programme régional des mers du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), et il est administré par son Unité de coordination régionale à Kingston en Jamaïque.

Le cadre légal du PEC est constitué par la Convention de Carthagène qui a été adoptée en 1983. Cette convention, le seul traité régional sur l'environnement, est le cadre d'accords qui jettent les fondations politiques et légales pour les actions écologiques à développer. Ces actions sont guidées par une série de Protocoles fonctionnels, concernant les déversements d'hydrocarbures, les zones et la vie sauvage protégées (Protocole SPAW), et les activités basées à terre qui sont source de pollution marine (Protocole LBSMP).

Le PEC aide à protéger le milieu marin et côtier de la Région des Caraïbes grâce à son rôle de catalyseur et de facilitateur. Ceci a lieu grâce à des programmes de renforcement des institutions nationales et sub-régionales, une stimulation de la coopération technique parmi les pays et la création de réseau d'information et de personnes. Les diverses activités du PNUE UCR/CAR aident les pays de la région des Caraïbes à suivre la voie du développement durable et des pratiques écologiquement rationnelles. Le PEC contribue à la coordination de l'Année internationale des océans comme et a établi une collaboration avec les accords mondiaux comme la Convention sur la diversité biologique.

Le Programme coordonne la collecte, la production, la révision et la diffusion des études, publications et résultats des travaux effectués sous sa tutelle. Des rapports techniques aux journaux, des matériaux éducatifs et d'éveil de la sensibilisation du public, aux protocoles et aux accords techniques, le PEC organise et accueille de nombreux séminaires et ateliers. Ces événements rassemblent des organisations non-gouvernementales, des spécialistes de l'environnement, des scientifiques, des responsables politiques et autres, y compris des représentants des gouvernements membres du PEC.

Les activités du PEC ont été développées pour aider à la mise en œuvre de la Convention de Carthagène et de ses protocoles. C'est de sa responsabilité de coordonner les activités ayant un rapport avec la préservation et la gestion des espèces menacées d'extinction et les habitats sujets à une inquiétude régionale, l'établissement et la gestion des zones protégées, et l'évaluation, la gestion et le contrôle des sources de pollution marine basés à terre. Le programme élabore des directives pour les meilleures technologies et pratiques disponibles pour l'assainissement et la gestion des déchets agricoles, ainsi que les plans pour les éventuels déversements d'hydrocarbures. Une aide systématique est également fournie pour la gestion intégrée des côtes grâce à la promotion et l'application des directives régionales. Parmi les autres activités importantes citons la promotion des meilleures pratiques de gestion de l'environnement dans l'industrie vitale du tourisme dans la région des Caraïbes et la création d'un réseau de zones marines protégées.

Le PEC aide également au développement du réseau régional d'information et de données marines et côtière grâce à l'Internet. Les bases de données sur les contrats régionaux et gouvernementaux, les experts et les projets sont entretenus. De plus le programme développe des bases de données géographiques sur les sujets pertinents, comme les zones marines protégées et les espèces menacées d'extinction.

Le public est informé des activités écologiques dans la région des Caraïbes grâce à la publication du bulletin du PEC, CEPnews et une page Web dynamique. Le programme est un instrument important pour accroître la sensibilisation du public, l'éducation écologique, et le renforcement des capacités grâce à la formation et à la publication de documents et de matériel.

Les membres du PEC sont constitués par les pays et territoires qui bordent la mer des Caraïbes, le Golfe du Mexique et les parties adjacentes de l'Océan Atlantique, au sud du 30<sup>ième</sup> 0 de latitude Nord et dans les 200 miles nautiques de la côte Atlantique. Cette zone connue sous le nom de région des Caraïbes, comprend toutes les îles des Caraïbes, les pays d'Amérique du Nord et d'Amérique Centrale qui bordent le Golfe du Mexique et la mer des Caraïbes et les pays d'Amérique du Sud jusqu'à l'est à la Guyane française. Cette région est un mélange complexe de peuples, de langues et de sociétés dans l'une des zones du monde les plus riches en diversité culturelle et écologique.

Le CEP, travaille également étroitement avec de nombreuses organisations pour la protection du milieu marin et côtier de la région des Caraïbes. LE Programme est principalement financé par les gouvernements de la région grâce au Fonds de financement des Caraïbes. Des financements supplémentaires sont fournis par d'autres gouvernements, des agences de donation et le PNUE.

En tant que bureau du PNUE, l'UCR/CAR collabore au Programme pour les mers régionales et d'autres initiatives du PNUE, ainsi qu'à de nombreuses organisations des Nations Unies. Des organisations non gouvernementales internationales, régionales et locales ainsi que des institutions de recherche et académiques participent aux nombreux projets du PEC et aide à leur mise en œuvre.

Des informations plus accessibles et extensives sont disponibles sur la page Web, <http://www.cep.unep.org/>. Ce site fourni des informations plus détaillées sur les activités du PEC, son bureau et son équipe. Plus important, le site permet au monde d'accéder à notre bibliothèque de rapports techniques, notre journal trimestriel, les mises à jour des projets, les données et les annuaires sur l'environnement et les liens avec nos autres sources Internet.

# **LE CENTRE DES TECHNOLOGIES ENVIRONNEMENTALES DE MURDOCH UNIVERSITY EN AUSTRALIE OCCIDENTALE**

Le Centre de technologies environnementales (ETC) de Murdoch University a été fondé en 1992, et inauguré officiellement en 1994 au cours de la Conférence nationale sur le transfert de technologies dans les communautés éloignées. L'ETC a été fondé par le Groupe de développement des communautés éloignées de l'Institut des Sciences environnementales de Murdoch. L'objectif de l'ETC est de rechercher, de développer et de divulguer les technologies écologiques, diriger l'éducation et la formation, fournir des services de consultant à l'industrie, et accroître la sensibilisation des communautés par rapport aux technologies écologiques. Ses installations sont ouvertes aux industries locales qui souhaitent tester et contrôler des produits au sein de l'infrastructure de l'université.

L'ETC occupe un site de 1.7 hectares sur le campus de Murdoch University auquel trente-deux technologies écologiques ont été combinées pour former un système de démonstration intégré en fonction. Les technologies utilisées et objets de recherche sur le site incluent des bâtiments appropriés au climat, des systèmes d'énergie renouvelable pour l'approvisionnement en électricité et le pompage de l'eau, des systèmes d'aquaculture, la gestion des déchets organiques et la permaculture. L'Approche intégrée permet à la recherche d'être entreprise sur les interactions importantes entre les différentes technologies, plutôt que sur le simple effet d'une seule technologie. Ceci donne à l'ETC un avantage considérable sur les autres institutions de recherche ciblées sur une seule technologie de façon relativement isolée. L'ETC est capable d'offrir des solutions holistiques et flexibles aux besoins humains.

La cible de l'ETC est constituée par les technologies écologiques de petite échelle, qui sont bon marché à la production et à l'installation, robustes, efficaces et faciles à faire fonctionner et à entretenir. L'objectif étant de maximiser les opportunités pour les collectivités utilisatrices de « posséder » leur propre technologie, résultant en une technologie qui sera plus vite comprise et plus durable, un niveau plus élevé de sensibilisation et d'implication des communautés pour parvenir à un meilleur fonctionnement. Cette approche a réussi dans les zones éloignées en Australie, et est tout à fait applicable aux communautés des pays en développement, ainsi qu'aux communautés urbaines de part le monde, en particulier lorsqu'elles sont appliquées en collaboration avec l'industrie et le gouvernement.

L'ETC a une longue liste de recherche en collaboration et de travaux de consultants avec l'industrie et les organisations gouvernementales. Il a également établi des connections avec la communauté internationale de recherche sur l'environnement grâce à son association avec le Programme des Nations Unies pour l'Environnement. La croissance et le développement de l'ETC, et la valeur croissante qu'il peut offrir à l'industrie locale dépend de la consolidation et de l'extension de ces liens internationaux.

L'ETC de Murdoch University est affilié au PNUE-IETC en tant que centre international pour la région Asie-Pacifique.

### ***Groupe de développement des régions éloignées (RADG)***

Le RADG a été fondé par l'Institut des Sciences de l'environnement de Murdoch University en 1985. Ses objectifs sont d'investiguer les problèmes des petites communautés dans les zones éloignées d'Australie, et de développer les technologies appropriées pour résoudre ces problèmes et améliorer les conditions de vie des personnes de ces communautés. Certaines zones clé de recherche et de développement incluent les technologies appropriées pour l'approvisionnement en eau et les installations sanitaires, le reboisement, les aliments du bush et les communications. Le Comité consultatif du RADG est constitué de représentants de l'industrie et des communautés.

Le RADG a fondé l'ETC afin de fournir un lieu de recherche et d'enseignement pour les technologies écologiques intégrées et éduquer et informer le public les problèmes écologiques rencontrés par les communautés éloignées d'Australie. Les activités de l'ETC se sont étendues depuis son établissement pour inclure la recherche dans l'application des technologies écologiques dans les pays en développement et dans les communautés urbaines ainsi que dans les zones éloignées. Le RADG est le groupe de recherche spécifique associé à l'ETC, mais le centre développe et travaille également sur des projets qui ne sont pas directement liés au RADG.

### ***L'Institut pour les Sciences de l'Environnement***

Le RADG et l'ETC sont les composantes clés de l'Institut des Sciences de l'Environnement basé à Murdoch University. L'Institut mis en place en 1977 pour entretenir les liens entre la recherche universitaire et l'industrie. L'Institut est basé dans la Division des Sciences de Murdoch University avec l'Ecole des Sciences de l'Environnement, l'une des rares écoles nationales qui spécialisée sur l'enseignement et la recherche des sciences de l'environnement. L'objectif de l'Institut est de mêler le personnel de l'école à l'industrie centrée sur la recherche. Ses compétences sur les milieux marins, les études basées à terre et la pollution de l'air sont utilisées pour résoudre les problèmes écologiques de l'industrie et pour fournir aux agences du gouvernement et de l'industrie des spécialistes formés.

### ***Le Centre australien de développement durable***

L'ETC fera partie du nouveau Centre australien de développement durable proposé (ASDC) qui s'installera sur le campus de Murdoch University. Cette nouvelle initiative reliera une grande gamme d'institutions en Australie Occidentale qui ont des intérêts complémentaires en développement durable, y compris pour les applications en énergie renouvelable, en énergie efficace, en systèmes d'eau et d'eaux usées, en santé écologique, en environnement intérieur, en recyclage des déchets solides, en transport, en urbanisme, attention des terres et les aspects sociaux de la durabilité. Les participants à l'ASDC comprendront:

- le Centre de technologies environnementales (ETC), à travers le Groupe de développement des zones éloignées (RADG);
- Gestion des déchets;
- le Centre coopératif australien de recherche pour l'énergie renouvelable (ACRE);
- l'Institut pour la réglementation des sciences et de la technologie (ISTP);
- le Centre international pour l'application de l'énergie solaire (CASE); et
- l'Institut de recherche sur l'énergie de Murdoch University (MUERI).

En intégrant et en agissant comme vitrine de ces organisations, l'ASDC permettra d'accroître la recherche, l'enseignement, la formation et les consultations, avec comme

objectif le marché international et les régions de l'Australie Occidentale, et de toute l'Australie. Il est également perçu comme un incubateur pour la co-installation d'industries à Murdoch. L'ETC apportera une valeur considérable à l'ASDC grâce à ses liens avec le PNUE et les contacts établis avec la recherche sur la technologie environnementale intégrée. A son tour, il bénéficiera de la synergie fournie par l'interaction de cette gamme d'institutions engagées dans la recherche sur l'environnement et le développement.