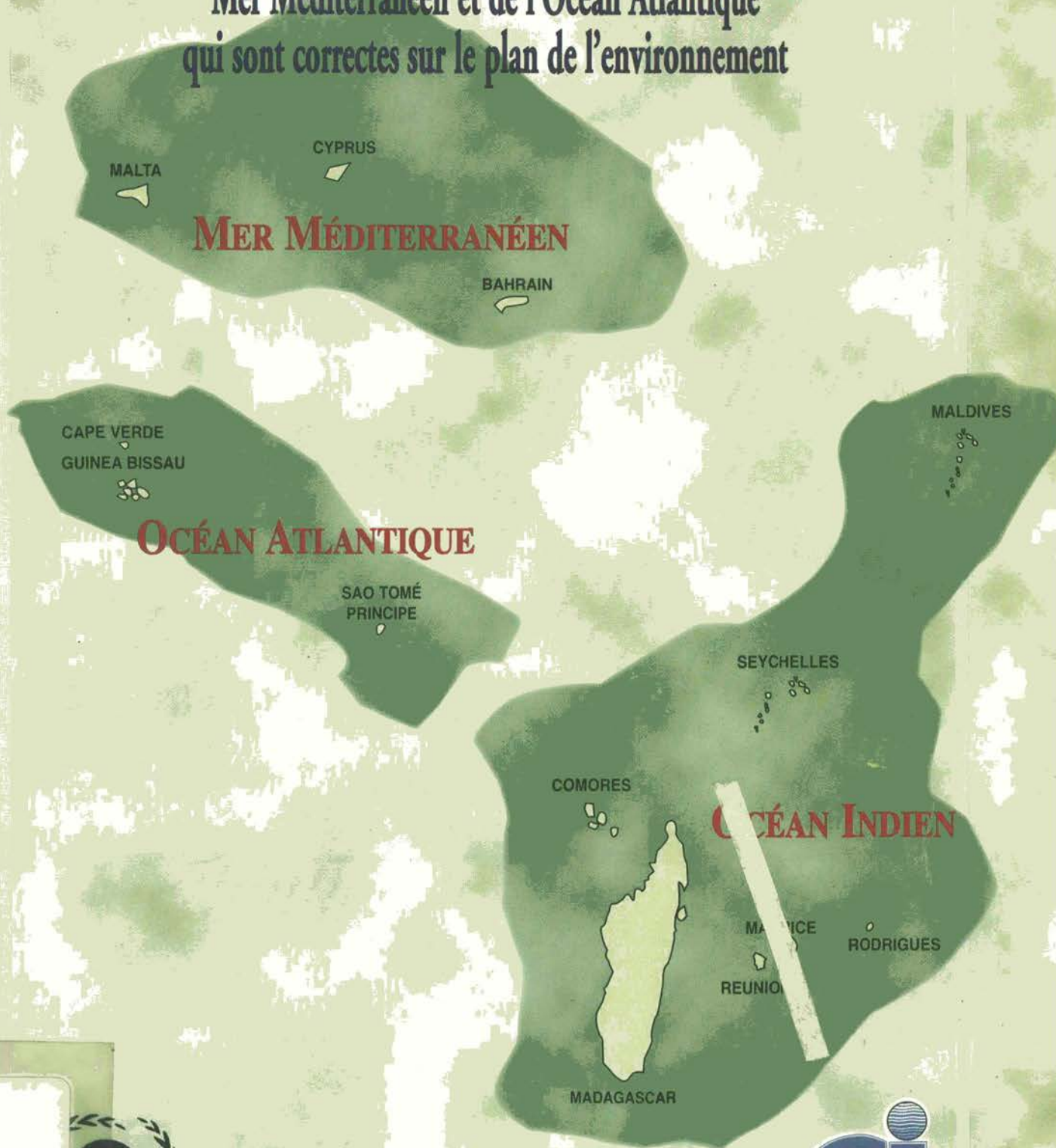


**Inventaire des technologies de gestion intégrée des déchets solides,
des déchets liquides et des déchets dangereux pour les petits états
en développement (PEID) des régions de l'Océan Indien,
Mer Méditerranéen et de l'Océan Atlantique
qui sont correctes sur le plan de l'environnement**



Disclaimer

Mention of technologies, processes, products, equipments, instruments or materials identified in this Directory of Environmentally Sound Technology for the Integrated Management of Solid, Liquid and Hazardous Waste for Small Island Developing States (SIDS) in the Indian Mediterranean and Atlantic SIDS Region does not imply recommendation or endorsement by the United Nations Environment Programme (UNEP) its Division of Environmental Policy Implementation (DEPI) or its International Environmental Technology Centre (IETC) nor does it imply that these are necessarily the best available for the purpose. The opinions and views expressed in the document do not necessarily state or represent those of UNEP.

**Inventaire des technologies de gestion intégrée
des déchets solides, des déchets liquides et des
déchets dangereux pour les petits états en
développement (PEID) des régions de l'océan
Indien, mer Méditerranéen et de l'océan
Atlantique qui sont correctes sur le plan de
l'environnement**

Rédigé par :

P. Kowlesser

Dr R. Mohee

R. H. Prayag

Dr T. Ramjeeawon

dans le cadre du projet sur la

«Gestion des déchets dans les petits états en développement»

parrainé par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE)

Décembre 1999

AVANT PROPOS

Comme le soulignent le Programme d'Action de la Barbade (1994) et l'Assemblée Générale des Nations Unies réunie en Session Spéciale en Septembre 1999, la gestion des déchets est un problème majeur qui préoccupe les Petits Etats Insulaires en voie de Développement (PEID), qui, à l'instar d'autres pays en voie de développement, connaissent des problèmes de même nature en matière de gestion de déchets. Toutefois de nombreux PEID font face à des contraintes additionnelles, telles que l'exécutivité de leur territoire, leur grande dépendance sur les importations et la forte densité de leur population, rendue encore plus aggravante par un taux élevé de touristes.

Le présent volume s'inscrit dans une série de publications sur la gestion des déchets dans les PEID émises par la "Division of Environmental Policy Implementation" du PNUE. Ces publications ont été préparées dans le cadre du projet du PNUE "Integrated Waste Management in SIDS in the Indian Ocean, Mediterranean and Atlantic (IMA) Regions" (Gestion Intégrée des déchets dans les PEID des Régions de l'Océan Indien, de la Méditerranée et de l'Atlantique (IMA)) qui a été mis en oeuvre par la Commission de l'Océan Indien (COI). Cette série comprend les publications suivantes (i) Directives stratégiques pour une Gestion Intégrée de Déchets dans les PEID (ii) Stratégie pour une gestion des Déchets IMA-PEID avec un accent particulier sur la Minimisation et la Récupération des Ressources (iii) un Répertoire des Technologies qui favorisent l'Environnement pour la Gestion Intégrée des Déchets solides, liquides et dangereux dans le Pacifique et (iv) un Répertoire des Technologies qui favorisent l'Environnement pour la Gestion Intégrée des Déchets solides, liquides et dangereux dans les IMA-PEID.

Les Directives Stratégiques pour une Gestion Intégrée des Déchets dans les PEID ont été élaborées du postulat que, si des améliorations systématiques sont apportées aux différentes étapes de la vie des déchets, le volume de ces déchets qui doit être géré à chacune des étapes suivantes diminue considérablement. Il a été suggéré qu'une coopération et une intégration adéquate et appropriée est nécessaire entre les différents partenaires et à chaque étapes de la gestion des déchets, si l'on veut atteindre éventuellement une situation de "zero déchet".

Ces directives ont été élaborées grâce à la contribution venant des régions des Caraïbes, du Pacifique et des IMA et elles ont été examinées subséquemment à la Réunion des Experts sur la Gestion des Déchets dans les PEID tenue à Londres en Novembre 1999 par le "Islands and Small States Institute" (Institut des Iles et des Petits Etats), en collaboration avec le Secrétariat du Commonwealth. Ces directives ont été approuvées lors de la Réunion des experts tenue à l'île Maurice du 22 au 24 novembre 1999 sous les auspices de la Commission de l'Océan Indien. Le deuxième document de cette série est la "Stratégie pour une Gestion des Déchets IMA-PEID avec un accent particulier sur la Minimisation et la récupération des Ressources". Tous les IMA-PEID quel que soit leur statut économique, connaissent des problèmes pour se débarrasser de leur déchets. Un environnement sain joue un rôle majeur dans les PEID compte tenu du fait que deux de leurs principales industries en dépendent, à savoir: le tourisme et la pêche. Une menace d'épidémie serait catastrophique pour le tourisme et une dégradation de la faune marine serait extrêmement dommageable pour leur économie.

Dans le contexte de son programme d'assistance aux IMA-PEID, l'UNEP (le PNUE) a prêté son concours à la région pour l'élaboration de cette stratégie comme suivi à la Déclaration de Valetta, adoptée à Malte en novembre 1998, et de la résolution de la réunion de l'UNEP (le PNUE) sur la "Gestion Intégrée des Déchets dans les PEID de l'Océan Indien et de l'Atlantique)", organisée par la Commission de l'Océan Indien (COI) en décembre 1997. Cette stratégie approuvée par la Réunion PNUE/COI reconnaît la nécessité d'adopter une démarche régionale en matière de minimisation de déchets comme une de ses priorités.

Les composantes de cette stratégies ont été définies lors de la Réunion des Experts Techniques IMA-SIDS sur la gestion Intégrée des Déchets et la minimisation des Déchets dans les PEID tenue à l'île Maurice du 22 au 25 novembre 1999. La Commission de L'Océan Indien a élaboré la stratégie qui fut examinée et approuvée à la réunion de haut niveau IMA-SIDS sur la gestion Intégrée des Déchets et la minimisation des Déchets dans les PEID tenue à l'île Maurice du 14 au 15 décembre 1999.

Le répertoire des Technologies favorisant l'environnement pour la gestion Intégrée des Déchets solides, liquides et dangereux dans le PEID dans la région du Pacifique a été préparé par l'UNEP International Environment Exchange Centre (IEEC).

Des technologies de gestion de déchets venant de grands pays plus avancés sont souvent appliquées dans les PEID, mais elles ne s'avèrent pas toujours efficaces. Un certain nombre de PEID ont mis au point des technologies valables qui ont donné de bons résultats. Mais malheureusement elles n'ont pas été mises à la disposition d'autres PEID des mêmes régions ou des régions différentes.

D'où la nécessité d'un répertoire qui dresse une liste des technologies applicables à tous les PEID. Ce répertoire n'est pas destiné à servir de manuel technique. Il ne constitue qu'une source d'informations. Il a été examiné à la réunion des experts du PNUE sur la gestion des déchets dans les PEID tenue à Londres du 2 au 5 novembre 1999.

Le répertoire pour les régions du Pacifique a été examiné et approuvé à la réunion des experts techniques sur la gestion intégrée des déchets et la minimisation des déchets dans les PEID, tenue à l'île Maurice du 22 au 25 novembre 1999. La Commission de l'Océan Indien a modifié le répertoire pour répondre aux conditions existant dans les PEID de la région IMA et a donc élaboré le quatrième document qui est le répertoire des technologies favorisant l'environnement pour une gestion intégrée des déchets solides, liquides et dangereux dans les PEID de la région Océan Indien, Méditerranée et Atlantique.

Nous souhaitons que ces ouvrages contribueront grandement à promouvoir la gestion intégrée des déchets dans les PEID, notamment ceux de la région IMA et serviront à mieux conscientiser les esprits sur les particularités des PEID, notamment sur les contraintes qui pèsent sur eux dans leur choix pour un développement durable. Ce répertoire sera aussi utile comme un ouvrage de référence au GPA dans le cadre de ces initiatives pour une conférence sur les eaux usées et pour son suivi quinquennal.

M. Donald Kaniaru
Directeur
Div. of Environmental Policy Implementation
United Nations Environment Programme (UNEP)
Nairobi, Kenya

Sommaires

	<i>Page</i>
1.0 Introduction	3
2.0 Stratégies et Technologies de gestion des déchets solides - effectuer le bon choix	4
2.1 Réduction des déchets	6
2.1.1 <i>Réduction du volume des déchets plastiques</i>	<i>9</i>
2.1.2 <i>Réduire le nombre de pneus usés</i>	<i>11</i>
2.2 Stockage, collecte et transfert des déchets	14
2.2.1 <i>Estimer les quantités et les caractéristiques des déchets</i>	<i>14</i>
2.2.2 <i>Bien concevoir et bien choisir les containers de déchets</i>	<i>15</i>
2.2.3 <i>Bien choisir les véhicules de collecte</i>	<i>16</i>
2.2.4 <i>Bonnes pratiques en matières de balayage de rues</i>	<i>22</i>
2.3 Production du compost	24
2.3.1 <i>Directives pour de bonnes pratiques en matière de compostage</i>	<i>24</i>
2.3.2 <i>Technologies correctes de fabrication de compost</i>	<i>25</i>
2.3.3 <i>Bien commercialiser le compost</i>	<i>39</i>
2.3.4 <i>Impact de la technologie de compostage sur l'environnement</i>	<i>39</i>
2.3.5 <i>Conclusion</i>	<i>39</i>
2.4 Incinération	40
2.4.1 <i>Bien choisir la technologie d'incinération</i>	<i>40</i>
2.4.2 <i>Effets sur l'environnement causés par les technologies d'incinération</i>	<i>48</i>
2.4.3 <i>Conclusion</i>	<i>48</i>
2.5 Décharges et d'autres méthodes d'élimination sur des espaces de terre	49
2.5.1 <i>Décharges ouvertes</i>	<i>49</i>
2.5.2 <i>Résumés des technologies de mise en décharge</i>	<i>50</i>
2.5.3 <i>Pratiques correctes en matières de mise en décharge</i>	<i>53</i>
3.0 Déchets dangereux	58
3.1 <i>Réduction des déchets dangereux</i>	<i>58</i>
3.1.1 <i>Faire une bonne économie domestique</i>	<i>59</i>
3.1.2 <i>Remplacer les matières employées</i>	<i>59</i>
3.1.3 <i>Modifier les processus industriels</i>	<i>59</i>
3.1.4 <i>Changer d'équipements</i>	<i>59</i>
3.1.5 <i>Réutiliser et recycler les déchets, récupérer les ressources</i>	<i>60</i>

3.2	<u>Traitement et élimination</u>	61
	3.2.1 <i>Procédés mécaniques de traitement des déchets dangereux</i>	61
	3.2.2 <i>Procédés physico-chimiques de traitement des déchets dangereux</i>	61
	3.2.3 <i>Traitement thermique</i>	62
3.3	Exportation des déchets dangereux	63
3.4	<u>Déchets médicaux</u>	63
	3.4.1 <i>Ségrégation et emballage des déchets médicaux</i>	64
	3.4.2 <i>Traitement et élimination des déchets médicaux</i>	65
3.5	Huiles usées	67
3.6	Batteries	67
4.0	Led technologies de traitement des eaux usées	68
4.1	Introduction	68
4.2	<u>Collecte et transfert des eaux usées</u>	69
	4.2.1 <i>Système de tout-à-l'égout</i>	72
4.3	Traitement sur site des eaux usées	78
4.4	<u>Traitement centralisé et traitement décentralisé des eaux usées</u>	89
	4.4.1 <i>Traitement préliminaire</i>	89
	4.4.2 <i>Traitement primaire</i>	89
	4.4.3 <i>Traitement secondaire</i>	89
	4.4.4 <i>Traitement tertiaire</i>	89
4.5	Réutilisation des eaux usées	112
4.6	Systèmes d'élimination des eaux usées	114
4.7	Systèmes de traitements des effluents industriels	120
4.8	Optimiser le traitement des eaux usées industriels	122
5.0	Références	123

1.0 Introduction

Dans le passé, avant qu'apparaissent les importations des biens de consommation et l'industrie de l'emballage, les déchets d'un petit état insulaire moyen étaient essentiellement d'origine organique, et se prêtaient sans problème à la biodégradation ou au compostage. De nos jours la majorité des petits états insulaires ont, à des degrés différents, évolué vers une société de consommation où l'argent règne en maître. Ce changement peut être attribué à plusieurs facteurs, tels que les influences occidentales, l'industrie touristiques, les importations des biens de consommation, et le style de vie des expatriés qui vivent dans ces petites îles.

A la suite de cette évolution, le volume des déchets non-biodégradables et nuisibles à l'environnement a augmenté à un niveau tel qu'il constitue à l'heure actuelle un problème majeur pour ces Petits Etat Insulaires en Développement (PEID). Dans la majorité des cas, ces PEID n'ont pas vu la nécessité, ou n'ont pas eu les moyens, de mettre en place des systèmes efficaces des gestion des déchets pour faire face à cette nouvelle situation.

Des technologies qui respectent l'environnement [Environmentally Sound Techonologies (ESTs)] sont donc requises dans les PEID de la région Océan Indien, Méditerranée, Atlantique (PEID/IMA).

En 1996 le "United Nations Environment Programme's (UNEP) International Environment Technology Centre (IETC)" a publié le "International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management" (Technical Publication Series No. 6). Ce répertoire contient des informations sur les différentes technologies de gestion de déchets municipaux couramment en usage dans différentes régions du monde sur celles qui sont économiquement praticables et sur les ESTs.

Reconnaître un EST n'est pas chose facile, et la tâche se complique du fait que ce qui constitue un EST dépend dans une grande mesure du milieu environnemental, économique, climatique et social dans lequel cette technologie est pratiquée.

Ce répertoire a été conçu dans le but d'identifier, et de décrire, les EST qui peuvent être appliquées dans le contexte environnemental, économique, climatique et social des PEID de la région Océan Indien, Méditerranée et Atlantique (PEID/IMA). Le répertoire comprend sept chapitres, à savoir :

- a. Réduction des Déchets
- b. Stockage, Collecte et Transfert
- c. Production de Compost
- d. Incinération
- e. Sites d'enfouissement
- f. Déchets dangereux
- g. Traitement des eaux usées

Il est utile de souligner à ce stade que pour être efficace, l'utilisation de telle ou telle technologie, comme nous le verrons plus loin, doit être intégrée à une stratégie globale de gestion de déchets.

Le “UNEP International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management” définit une pratique «correcte» comme une solution au problème de la gestion des déchets municipaux solides qui est techniquement et politiquement faisable, présente un bon rapport coût-efficacité, est bénéfique à l'environnement et répond aux attentes de la société.

Appliquée aux pays membres de PEID/IMA, une pratique correcte permet non seulement d'assurer la gestion des déchets municipaux solides, mais tient compte également des conditions particulières de la région sur les plans physique, environnemental, social, et politique. En ce qui concerne les PEID de la IMA, ces conditions fondamentales (qui tendent à rendre difficiles la gestion des déchets solides) comprennent notamment :

- la densité élevée de population et la rareté des terres ;
- la relative petite taille de leurs bassins hydrographiques et la situation précaire dans laquelle se trouve le système de fourniture d'eau fraîche ;
- la faiblesse des capacités des institutions et l'étroitesse du marché intérieur
- la faiblesse des volumes des produits exportés, ce qui entraîne des coûts élevés de fret et réduit ainsi la compétitivité des exportations
- le nombre élevé des touristes visitant le pays
- les carences au niveau de la planification
- le taux élevé d'analphabètes
- la fragilité de l'environnement.

2.0 Stratégies et technologie de gestion des déchets solides - effectuer le bon choix

Devant plusieurs choix de stratégie, on se posera les questions suivantes :

- a. Est-ce que l'option retenue permettra de parvenir au but dans les conditions dans lesquelles elle est utilisée ?
- b. Est-elle faisable et appropriée techniquement au regard aux ressources financières et humaines disponibles ?
- c. Sur le plan financier, présente-t-elle le meilleur rapport coût-efficacité ?
- d. Quels sont les bénéfices qu'elle peut procurer sur le plan environnemental et combien coûte-t-elle ?
Si son coût augmentait légèrement, se pourrait-il que les bénéfices qu'elle procure à l'environnement augmentent de manière significative ?

Inversement, serait-il possible d'en réduire le coût de manière significative sans pour autant que cela ne se répercute de manière négative sur l'environnement ?

- e. Sur le plan administratif, est-elle réaliste et rationnelle ?
- f. Est-elle faisable au regard du contexte social et culturel ?
- g. Comment certaines catégories sociales seraient-elles affectées par l'adoption de cette option ?
- h. Les effets qu'elle induit contribueront-ils à atteindre les objectifs généraux de la société ou vont-ils à leur rencontre ?

Lors du choix de la technologie à adopter, on suivra les directives suivantes :

- a. La technologie doit être adaptée aux conditions économiques et culturelles locales.
- b. Les machines employées seront souples d'utilisation et leur maintenance ne devrait pas poser de problèmes. La main-d'œuvre locale sera utilisée pour piloter ces machines.
- c. La technologie doit être simple et facilement comprise par la main-d'œuvre locale ; elle doit également être suffisamment flexible pour permettre d'éventuelles modifications et adaptations.
- d. Elle doit, autant que faire se peut, utiliser les matières et les sources d'énergie locales; si l'on doit utiliser des matières importées, il conviendra alors que ces dernières soient abordables et facilement disponibles
- e. Les installations doivent être, autant que faire se peut, sises dans des zones à forte concentration urbaine
- f. Elle ne doit pas directement ou indirectement contribuer à accroître la pollution et à la destruction de l'écosystème.
- g. Elle doit apporter des améliorations sur le plan de la santé et contribuer à améliorer le bien-être de la communauté sur le plan économique.

Conditions du milieu qui déterminent le choix d'une EST dans la région Océan Indien, Méditerranée, Atlantique (IMA).

Les pays membres de la liste des PEID/IMA

- Bahrain
- Comores
- Guinea Bissua
- Maldives
- Maurice
- Seychelles
- Cape Verde
- Cyprus
- Madagascar
- Malta
- Sao Tomé and Principe

Les éléments qui peuvent être pris en ligne de compte lorsqu'on examine les conditions de chaque pays sont les suivants :

Niveau de développement

- La situation sur le plan économique, les coûts relatifs du capital, de travail et d'autres ressources.
- Le niveau de développement technologique
- La valorisation des ressources humaines dans le domaine des déchets municipaux solides et dans la société en général

Conditions naturelles

- Les caractéristiques physiques telles que la topographie, les propriétés du sol, les types de points d'eau et leur proximité
- Le climat : la température, la pluviosité, les inversions des courants thermiques, le régime des vents
- Les problèmes particuliers auxquels l'environnement d'une région est particulièrement sensible

Conditions liées à des activités humaines

- Les caractéristiques des déchets : leur densité, leur taux d'humidité, leur capacité de combustion, le potentiel de recyclage qu'ils présentent, la présence de déchets dangereux dans les déchets municipaux solides
- Les caractéristiques de la population : le nombre d'habitants, la densité et le niveau du développement des infrastructures

Considérations socio-politiques

- Les contraintes qui affectent les prises de décision du fait de la prise en considération de facteurs politiques ; la nature de ces contraintes
- Le degré de participation communautaire (notamment des femmes et des personnes défavorisées) aux initiatives relatives à la gestion des déchets municipaux solides
- les coutumes et les traditions.

2.1 Réduction des déchets

Actuellement, très peu d'initiatives sont menées dans les pays membres de la PEID/IMA en faveur de la réduction des déchets. Ceci résulte du fait notamment que :

- leur superficie réduite et leur situation d'éloignement constituent un handicap entravant la mise en œuvre de plans de gestion des déchets qui soient judicieux sur le plan économique ;
- ils ne disposent que peu de ressources financières pour pouvoir subventionner les projets de recyclage, de compostage, ou autres ;
- le marché intérieur est trop étroit pour pouvoir absorber les articles issus du recyclage ;
- un grand nombre de produits sont importés, ce qui fait qu'il existe peu de possibilités d'influer sur la conception du produit ou de proposer d'autres types d'emballage, ceci afin de minimiser les déchets.

Il en résulte que les quantités de déchets générés par les produits importés et d'autres activités sont les mêmes que les quantités de déchets éliminés par combustion, par le dumping en mer ou par l'envoi à la décharge.

Les concepts clés de la réduction des déchets sont les suivants :

- réduire les déchets à la source
- séparer les déchets à la source
- récupérer les déchets et les matières pour les réutiliser
- recycler les matières rejetées comme déchets
- réduire l'utilisation des matières toxiques ou nocives.

La réduction des déchets constitue la première ligne d'attaque de la gestion des déchets solides. Elle permet de minimiser la quantité des déchets générés, réduisant ainsi les coûts de toutes les étapes successives, telles que la collecte, le transport et l'élimination. Par ailleurs, les sites d'élimination durent plus longtemps, les ressources sont utilisées plus efficacement, d'où une réduction des coûts.

Outils permettant d'identifier les technologies de gestion de déchets qui sont correctes sur le plan environnemental

Les actions susmentionnées constituent des voies identifiées dans l'International Source Book du PNUE comme étant des mesures correctes à prendre pour encourager la réduction des déchets et la récupération des matières. Il est fait pour chacune de ces mesures une évaluation afin de déterminer si elle constitue une pratique correcte au regard des conditions prévalant dans les pays de la PEID.

1. Promouvoir les campagnes d'éducation

Il est admis que l'éducation tant des autorités gouvernementales responsables de la gestion des déchets que du grand public constitue une des actions cruciales requises dans les PEID pour trouver des solutions aux problèmes soulevés par la gestion des déchets. Il est important que les autorités gouvernementales donnent le bon exemple, par exemple, en initiant dans le cadre du travail de bureau des mesures favorisant la réduction des déchets telles que la réutilisation des enveloppes.

Lors de ces campagnes, il faut informer le public des effets négatifs sur les plans environnemental, sanitaire et économique qu'induisent leurs comportements actuels en ce qui concerne la production des déchets et leur élimination. Ces campagnes sensibiliseront le public au fait que le problème de la gestion des déchets les concernent de près et les encourageront ainsi à apporter leur contribution à la gestion des déchets. Ils pourront mettre en pratique, que ce soit au foyer ou dans les villages, les leçons qu'ils auront reçues sur les méthodes de réduction des déchets, de recyclage et de réutilisation des matières. Mieux sensibilisé, le public peut mettre exercer une pression sur les importateurs en évitant d'acheter les produits qui ne sont pas biodégradables ou qui débouchent sur une forte quantité de déchets.

2. Analyser la quantité et la composition des déchets

Très peu d'informations ont été collectées sur les quantités et la composition des déchets dans les PEID. Pourtant elles sont cruciales si l'on veut mettre en place des systèmes de récupération et de recyclage, de créer un marché pour les produits recyclés et d'identifier les problèmes affectant la gestion des déchets municipaux solides. Lorsque cela s'avère approprié, il importe que les autorités municipales assument le rôle de facilitateur ou de régulateur.

3. *Promouvoir les petites entreprises et encourager les initiatives de partenariat entre les secteurs public et privé en amendant les règlements ou en introduisant de nouveaux*

Une réglementation qui entrera en vigueur bientôt à l'Île Maurice régira la vente des boissons gazeuses en bouteilles plastiques (Polymer-Polyethylene Terephthalate - PET). L'objectif de cette réglementation vise à responsabiliser les embouteilleurs de boissons gazeuses pour qu'ils consentent à participer à une gestion efficace des conteneurs en plastique après la vente de leurs produits. Il est prévu à cet effet l'introduction d'un système de dépôt - remboursement selon lequel une certaine somme sera réclamée à l'achat de chaque bouteille plastique de boisson gazeuse et la dite somme remboursée à l'acheteur au retour de la bouteille. Par ce moyen on espère encourager la collecte, la réexportation / le recyclage et l'élimination des déchets en plastique générés par cette industrie. Obligation sera faite aux embouteilleurs de mettre en place un mécanisme pour la collecte et l'élimination des bouteilles en plastique, y compris la réexportation, le recyclage (local si possible) et, en dernier lieu, l'élimination complète.

4. *Aider les fouilleurs d'ordures*

Généralement, il est rare que l'on fouille les ordures dans les PEID. Ainsi, il n'est peut-être pas tout à fait nécessaire que l'on aide les éventuels fouilleurs d'ordure. Toutefois, lorsque des particuliers ou des petites entreprises commencent à s'y adonner, il faudrait leur apporter une assistance en émettant des directives d'ordre général visant à minimiser les problèmes de santé et de sécurité liés à la fouille des ordures.

5. *Réduire les déchets par le biais d'instruments juridiques ou économiques*

La majorité des déchets non biodégradables qu'on retrouve dans les déchets collectés dans les PEID sont issus de l'emballage des produits importés. Il est possible de réduire les emballages en promulguant des lois qui visent à réduire les déchets générés par des types spécifiques d'emballage. La Région se situe au bout de la chaîne des déchets générés par les pays industrialisés. L'imposition de surcharges, de taxes ou de consignes peut se justifier en ce qui concerne les contenants en plastique, les boîtes de conserve ou les bouteilles. Avec les fonds ainsi obtenus, on peut faire en sorte que ces matières soient triées et retournées vers des destinations où elles pourraient être recyclées.

6. *Exporter les matières recyclables*

Les PEID ne pourront s'engager dans l'exportation des matières recyclables que si ces dernières ont une certaine valeur. C'est le cas notamment des boîtes de conserves en aluminium pressées.

7. *Promouvoir les innovations*

On encouragera ainsi le public à trouver de nouvelles utilisations aux objets et aux matières dont autrement on se serait débarrassé après leur usage initial.

Étant donné la relative faiblesse des coûts du travail dans les PEID, il est possible d'ajouter de la valeur aux matières récupérées en les transformant en de nouveaux produits. Ce genre d'initiative nécessitera la conduite d'études de marché et l'identification de débouchés et des clients potentiels (le marché local, les touristes, les marchés extérieurs).

8. *Réduire l'utilisation de substances qui génèrent des déchets toxiques ou dangereux*

À cet égard, il convient d'étudier le public en lui fournissant les renseignements nécessaires sur les produits toxiques ou dangereux, en les informant des produits de rechange qui ne le sont pas et en promulguant des lois interdisant l'importation des substances dangereuses et toxiques.

2.1.1 Réduction du volume des déchets plastiques

Les produits en plastique constituent de nos jours un enjeu considérable dans les petites îles. Il est estimé que dans les PEID/IMA les déchets plastiques représentent 3 à 10% des volumes des déchets solides enlevés par les autorités locales. Afin de réduire le volume des déchets plastiques on utilise les méthodes suivantes (les instruments) :

(a) Instruments à caractère juridique

Le recours aux instruments à caractère juridique mérite considération, mais il devra s'inscrire dans le cadre d'une politique de gestion intégrée des déchets. Les facteurs qui justifient une telle option sont :

- Les mesures institutionnelle qui prennent en compte des réalités logistiques des sites d'enfouissement. Les rites d'enfouissement se remplissent trop rapidement et les nouveaux sites ne sont pas faciles à trouver.
- La gestion des ordures.
- Les moyens qu'utilisent actuellement les entreprises et la population pour se débarrasser des déchets en plastique.
- Le niveau de sensibilisation de la population.
- L'expérience acquise à partir des projets volontaires sur la gestion des déchets. L'accord passé entre les pouvoirs publics et les entreprises visant à la ré-utilisation ou au recyclage des produits en plastique ne donne pas toujours les résultats escomptés. On a observé qu'en Europe également des projets qui reposent sur le volontariat montrent rapidement leurs faiblesses. Les partenaires volontaires hésitent à investir dans un projet pour la collecte, le transport, le recyclage et l'élimination des déchets sans la garantie d'un retour sur leurs investissements. Par ailleurs, les projets volontaires ne comportent que ce qui ne jouent pas le jeu, ce qui entrave l'extension de cette mesure.

L'option juridique offre l'avantage d'être simple et familier, et peut également être applicable.

Exemples de règlements

1. Règlement concernant le PET (éléments à inclure dans un règlement concernant les bouteilles en PET)

Un tel règlement peut avoir pour objectif d'imposer une "responsabilité pour le produit" sur ceux mettant des bouteilles faites en ces matières sur le marché. Il peut également imposer un système de consigne qui encouragera les utilisateurs à retourner les bouteilles en PET contenant des boissons non alcoolisées. Un tel système encouragera donc la collecte, la réexportation, le recyclage et l'élimination correcte des déchets faits en ces matières. Par ailleurs, le règlement obligera ceux mettant les bouteilles en PET sur le marché à mettre en place un système approprié de collecte et d'élimination des bouteilles plastiques (que ce soit par voie de réexportation, de recyclage au niveau local, et, en dernier recours, par une méthode correcte d'élimination).

2. Règlement encourageant le recours à des solutions de rechange et à la réutilisation des bouteilles

Un tel règlement pourrait stipuler que toute boisson gazeuse devra être commercialisée en bouteilles en verre réutilisables, et prévoir un système obligatoire de dépôt - remboursement pour les bouteilles. A Malte, en vertu d'une réglementation "Non-alcoholic Beverages (Legal Notice 183 of 1994 - Control of Containers) Regulations", toutes les boissons gazeuses dont la teneur en alcool ne dépasse pas 2% sont tenues d'être commercialisées en bouteilles en verre réutilisable, exception faite des essences ou des sirops (destinés à la fabrication de boisson gazeuses) de l'eau, des boissons remplacement l'électrolyte, du lait, du thé, du café, du chocolat, des jus de fruits, des nectars ou des concentrés de jus de fruits. Cette réglementation prescrit également un système obligatoire de dépôt - remboursement sur les bouteilles.

(b) Instruments économiques

Par cette initiative, on vise à modifier le comportement des différents acteurs du marché en intégrant le coût des dommages causés à l'environnement dans le coût du produit ou du service. Conformément aux principes du pollueur et de l'utilisateur payants, tous les générateurs de déchets doivent s'acquitter directement de la totalité des coûts de la collecte, de traitement et d'élimination des déchets qu'ils génèrent. S'ils sont mis en application de manière appropriée, ces instruments économiques encourageront les générateurs de déchets à réduire leurs volumes de déchets et renforceront la viabilité économique du recyclage des déchets.

Bien que comportant certains problèmes, ils procurent de nombreux avantages. Ainsi, ils :

- font appel au sens de l'économie des producteurs et des consommateurs qui réagissent de manière souple à cet appel
- encouragent les innovations
- génèrent des revenus qui, à leur tour, peuvent être préaffectés aux programmes de gestion des déchets ou être utilisés afin de compenser le manque à gagner causé par la réduction d'autres taxes.

Bien entendu, les instruments économiques comportent un certain nombre de difficultés, notamment lorsqu'on ne possède pas l'expérience pour les mettre en œuvre ou lorsque le public y est hostile.

Pourtant un certain nombre d'entre eux peuvent s'avérer efficaces pour minimiser les déchets plastiques, notamment :

1. Les redevances

De telles charges peuvent être introduites de manière graduelle comme redevance pour élimination des déchets (en prélevant ces charges aux décharges) et concerneront les déchets industriels solides. Elles peuvent encourager le secteur industriel à innover ou à mettre en place des plans d'échange de déchets.

2. Les subventions / les aides financières

Les activités de recyclage souvent ne sont pas viables si, strictement, le but recherché est de faire du profit. Il est possible alors qu'elles aient besoin d'un appui financier de la part des pouvoirs publics.

Les industries de recyclage opèrent généralement dans des vieux bâtiments à loyer peu élevé. Elles ne sont pas bien vues par les résidents du quartier en raison de l'aspect disgracieux des matières stockées, du bruit issu du compactage et de la mise en ballots, des odeurs provenant des déchets et du fait que les ordures se répandent dans les alentours. La situation de précarité dans laquelle évoluent les entreprises de recyclage et les fluctuations des prix que connaissent des produits dont la rentabilité n'est que marginale sont autant de facteurs qui découragent les entrepreneurs du recyclage à investir dans des technologies nouvelles et probablement moins nuisibles à l'environnement et pourraient freiner les activités de recyclage. Les mesures suivantes pourraient favoriser les initiatives prises en faveur du recyclage :

- louer à bail des sites convenables aux entreprises faisant du recyclage pour des périodes de courte durée appropriées (jusqu'à 5 ans) ;
- restaurer les sites des décharges et les utiliser aux fins de récupération et de recyclage ;
- informant le public de la disponibilité des locaux industriels ou de terres pouvant héberger des activités de recyclage.

3. Systèmes de consigne

Les systèmes de consigne sont à mi-chemin entre le système de taxation et celui des subventions. Les consommateurs ont droit à un remboursement après avoir déposé une consigne à l'achat.

2.1.2 Réduire le nombre de pneus usés

Bon nombre de pneus (partiellement) usés peuvent être réutilisés à leur fin originelle. Ils doivent avoir un minimum de profondeur de sculpture qui reste, et, lorsqu'on examine l'état de leur structure, il n'existe pas de signes indiquant que l'usure dont ils sont atteints les empêchera de fonctionner convenablement et en toute sécurité. Dans certains pays, le code de la route prescrit la profondeur minimale de chape (1,6 pour les voitures de tourisme) que doivent posséder les pneus partiellement usés.

Les pneus usés qui ne peuvent être réutilisés à leur fin originelle peuvent souvent être rechapés. Cette opération permet de réutiliser le pneu puisque 80% des matériaux employés de la fabrication originelle sont toujours disponibles. Le pneu est soumis à une opération qui transforme le pneu usé en pneu rechapé : une nouvelle bande de roulement (chape) est vulcanisée à la carcasse.

Les pneus usés qui ne peuvent être réutilisés à leur fin initiale et qui ne peuvent être rechapés, sont désormais inutilisables. On dira alors qu'ils ont atteint leur fin de vie.

La gestion des tels pneus est fonction des conditions économiques et industrielles locales. Ils peuvent être :

- réutilisés directement ou indirectement (recyclage de matières) ;
- utilisés aux fins de récupération de l'énergie ;
- envoyés en décharge.

Réutilisation directe

Les pneus ayant atteint leur fin de vie, qu'ils soient encore entiers, découpés ou broyés, peuvent être utilisés dans des actions propices pour l'environnement. Ainsi ils peuvent être utilisés notamment :

- dans l'érection de barrières de protection du littoral ou de brise-vagues en haute mer ;
- dans des travaux de génie civil, comme barrières de sécurité sur les autoroutes ; dans la construction de murs, comme matière d'absorption du bruit ; dans les travaux portuaires, comme pare-chocs sur les murs des ports ;
- dans les travaux routiers, afin de consolider les pentes raides sur les côtés des routes ;
- dans les travaux agricoles ou dans les décharges comme matériaux de couverture.

Recyclage de matières

Les pneus en fin de vie peuvent être déchiquetés (première étape vers leur transformation en granulés), ce qui les rend faciles à transporter. Ils sont placés dans un déchiqueteur qui peut être fixe ou mobile. La plupart du temps, l'acier ou les fibres textiles ne sont pas enlevées lors du déchiquetage, mais des opérations de séparation des matières peuvent être effectuées par la suite. Ils pourront ensuite être transformés en granulés ou utilisés dans diverses applications.

Les régions qui autorisent la mise en décharge des pneus usés requièrent qu'ils soient broyés afin de minimiser les besoins en espace et de réduire les risques qu'ils ne resurgissent à la surface l'espace lorsque la décharge aura été recouverte. Les morceaux découpés de pneus peuvent être utilisés comme combustible d'appoint lors des incinérations ou comme couverture quotidienne des décharges.

Avec des pneus usés, il est possible de produire du caoutchouc emietté ou des granulés. Il existe deux méthodes majeures de granulation.

Broyage à température ambiante

Les pneus sont déchiquetés et ensuite envoyés vers une machine à broyer. Après broyage, des opérations de tri permettent de séparer les granulés de caoutchouc, l'acier et les matières textiles. Les granulés peuvent être passés au crible, ce qui permet d'obtenir des particules de taille différentes.

Broyage à très basse température (méthode cryogénique)

Le pneu usé (ou le caoutchouc découpé) est refroidi jusqu'à une température au-dessous de zéro et est ensuite broyé dans un concasseur. Ce procédé permet de trier rapidement les fibres, les métaux et le caoutchouc.

Le tableau suivant donne un aperçu général des procédés de granulation.

Tableau I : Aperçu général des traitements de granulation

Item	Traitement à température ambiante	Traitement cryogénique
Matières à traiter	Pneus, déchets industriel	
Capacité	± 20 000 tonnes/an	± 2 000 t/y
Energie	125 kWh/tonne	150 kWh/t + azote
Taille du produit	<0.5 -+ 25 mm	<0.5 -+ 5 mm
Rejets	Poussières: ± 0.2 kg/h SO _x = 0 NO _x = 0	Poussières: + 0.4 kg/h SO _x = 0 NO _x = 0
Maintenance	Lames	Azote
Coûts d'investissement*	2 - 3	4 - 5

* Coûts établis sur une échelle variant de 1 à 5, le chiffre 5 correspondant au procédé les plus coûteux en termes d'investissements initiaux. Ces procédés sont les suivants :

1. déchiquetage simple ;
2. granulation à température ambiante (opération unique) ;
3. granulation à température ambiante suivie d'opérations de tri supplémentaires ;
4. broyage cryogénique ;
5. broyage cryogénique suivi d'opérations supplémentaires.

Les granulés de caoutchouc, quelle que soit leur taille, peuvent être utilisés dans la fabrication de nombreux produits, notamment :

- matériaux de revêtement du sol pour les sports intérieurs ou en plein air (taille des granulés : 1,6 mm) ;
- matériaux de revêtement des toitures ;
- thibaudes (dessous de tapis) ;
- matériaux de revêtement routier (bitume modifié avec du caoutchouc) ;
- matériaux de composition dans l'industrie du caoutchouc à utiliser dans des applications diverses ;
- matériaux poreux de drains ;
- matériaux utilisés dans la construction des terrains de jeux pour enfants (taille des granulés : 1,6-2,5 mm) ;
- équipements routiers (barrières de sécurité ; carènes anti-choc, ...).

Récupération de l'énergie

Les pneus totalement usés fournissent la même quantité d'énergie que le charbon. La valeur calorifique nette d'un pneu se situe entre 32 et 34 MJ/kg. Une tonne de pneus donne l'équivalent en énergie d'une tonne de houille de bonne qualité ou de 0,7 tonnes de fioul.

Les pneus, entiers ou broyés, peuvent être utilisés comme combustible premier ou secondaire dans la production de vapeur, d'électricité, de ciment, de chaux ou dans l'incinération des déchets. Il est courant d'incinérer des petites quantités de pneus usés mélangés avec les déchets ménagers. Ce processus ne semble pas perturber le fonctionnement du fourneau à condition que les pneus

n'excèdent pas 10% du poids total du mélange. Pour l'essentiel, les pneus servent à compenser les pertes de chaleur lorsque la valeur calorifique nette du foyer chute.

Utilisation des pneus dans une décharge

Les pneus usés peuvent être utilisés de manière efficace dans les buts suivants : couvrir les décharges ; prévenir l'érosion sur les pentes situées à côté des décharges ; protéger le système de tuyauterie des drains ; permettre la percolation des fluides et des gaz. Leur utilisation dans les décharges comporte les avantages suivants : faibles coûts d'investissement et des coûts de fonctionnement ; facilité de gestion ; possibilité d'utiliser les pneus en fin de vie afin d'améliorer la gestion de la décharge.

2.2 Stockage, collecte et transfert des déchets

2.2.1 Estimer les quantités et les caractéristiques des déchets

L'exercice de détermination de la quantité et des caractéristiques des déchets vise à faire en sorte que les ressources appropriées soient mobilisées pour la collecte, le recyclage et l'élimination des déchets. Le service de ramassage doit pouvoir faire face aux variations quotidiennes et saisonnières. Aussi est-il important de mesurer les variations de chiffres. Il est possible de mesurer ponctuellement les quantités de déchets tout au long de leurs parcours, depuis leur production jusqu'à leur élimination finale.

Si l'on veut calculer de manière précise les quantités totales de déchets produits, il convient de mener des enquêtes concernant chaque type de déchet. Les données à obtenir devront être les suivantes : la quantité de déchets domestiques générés par une personne dans les différentes catégories de revenus, la quantité de déchets commerciaux générés par employé ou par superficie de magasin, la quantité de déchets hospitaliers par lit, la quantité de déchets industriels par employé ou quantité de production dans les différentes catégories manufacturières et la quantité de balayures de rue par kilomètre de route.

Il faudra par ailleurs délimiter les zones résidentielles selon les différents groupes socio-économiques (groupes à revenus faibles, à revenus moyens, à revenus élevés).

- Sélectionner environ 100 ménages par zone résidentielle identifiée et distribuer à chaque ménage des sacs en plastique pour le stockage de leurs déchets.
- Mener une petite enquête pour connaître le nombre de personnes vivant dans chaque ménage.
- Procéder à un ramassage journalier des déchets, pendant 8 jours successifs, ceci afin d'obtenir une large variété de déchets produits sur une semaine.
Ne pas tenir compte du ramassage effectué le premier jour, car il pourrait s'agir de déchets produits pendant plus d'un jour.
- Peser et noter le poids des sacs remplis.

*Pour calculer le taux moyen de production de déchets, on applique la formule suivante :
Poids total / nombre total de personnes / 7 (c'est-à-dire, kg / personne / jour)
Lors de l'estimation des quantités de déchets générés, il est nécessaire de multiplier le taux de déchets générés par tête par le nombre de personnes vivant dans la zone de collecte*

On sélectionnera ensuite de manière aléatoire environ 25 sacs plastiques parmi ceux collectés dans chacune des zones test. Le contenu des sacs est ensuite déversé dans un seau jusqu'à ce que ce dernier soit totalement rempli. Ce seau est ensuite vidé et le contenu répandu sur une feuille plastique.

On répète l'opération jusqu'à ce que tous sacs provenant de chacune de zones test soient vidés. On enregistre ensuite le nombre de seaux dévidés.

Les déchets répandus sur la feuille plastique sont triés et séparés par types (matières putrescibles/végétaux, os, papiers, textiles, plastiques, herbes/feuilles/bois, cuir/caoutchouc, métaux, verreries, céramiques, divers). Les déchets triés sont ensuite mis dans des seaux différents aux fins de pesage.

On mesure ensuite le poids de chaque type de déchet et on l'enregistre comme indiqué sur le tableau suivant :

	Poids total	Composition en %
Matières putrescibles végétaux	P 1	$P 1 / P \times 100$
Os	P 2	$P 2 / P \times 100$
Papiers	P 3	$P 3 / P \times 100$
Textiles	P 4	$P 4 / P \times 100$
Plastiques	P 5	$P 5 / P \times 100$
Herbes / feuilles / bois	P 6	$P 6 / P \times 100$
Cuir / caoutchouc	P 7	$P 7 / P \times 100$
Métaux	P 8	$P 8 / P \times 100$
Verreries / céramiques	P 9	$P 9 / P \times 100$
Divers	P10	$P10 / P \times 100$
Total	P	100

Cette enquête doit être répétée à une date ultérieure afin que l'on puisse évaluer les variations saisonnières.

2.2.2 Bien concevoir et bien choisir les containers de déchets

Dans la plupart des îles de la région, le stockage des déchets municipaux solides se fait dans containers installés à des points communaux. L'utilisation de tels containers peut permettre de réduire le coût de la collecte des déchets. Toutefois, il existe des problèmes inhérents à l'utilisation de tels containers comme indiqué ci-après :

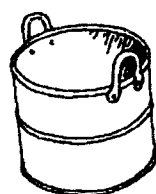
- L'enlèvement de ces déchets et leur transfert sur les véhicules de collecte peuvent s'avérer lents et difficiles.
- Lorsque le service d'enlèvement et de collecte est irrégulier, les gens peuvent mettre le feu aux ordures ou encore le point communal en question peut devenir un lieu de dumping illégal.

- Il est possible que des animaux coprophages aient accès aux déchets.
- Les collecteurs de déchets sont en contact direct avec les déchets.

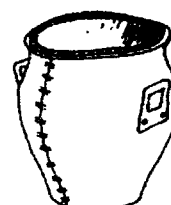
Pour toutes ces raisons, il convient d'être judicieux dans le choix ou dans la conception des containers à ordures.

Les principes suivants sont à observer lors du choix ou de la conception de tout nouveau type de containers à installer aux points communaux.

Choisissez des containers faits à partir de matériaux produits localement, de produits recyclables ou de produits aisément disponibles. Parmi les types de containers dont il est fait usage dans les PEID, on peut relever des barils de 200 litres coupés en deux, ou encore des modèles faits à partir de caoutchouc de pneus recyclés. Les containers doivent de préférence avoir un couvercle au sommet, être faciles à découvrir, être inaccessibles aux chiens, et être suffisamment grands et nombreux pour pouvoir contenir les quantités de déchets prévues sans que les déchets n'en débordent.



100 litres
half oil drum



30 to 80 litres
bin made from
truck tires

*Containers à disposer à l'extérieur fabriqués à partir de matériaux divers
(Source : UNCHS (Habitat)).*

- Optez pour des containers qui soient robustes et/ou faciles à réparer ou à remplacer.
- Identifiez les containers en y inscrivant les noms de ceux qui génèrent les déchets ainsi que leurs adresses. Une telle mesure responsabilise davantage ces derniers et les encourage à participer davantage au processus de collecte des déchets.
- Optez pour des containers qui répondent aux objectifs de la collecte.
- Lorsqu'on invite le public à séparer les déchets organiques ou les déchets recyclables, il est impératif de mettre à sa disposition plus d'un container. Les containers doivent alors être faciles à identifier, en étant, par exemple, de taille ou de couleur différentes.
- Optez pour des containers qui conviennent au type de terrain où ils sont installés. Ainsi, munissez-les de roues s'ils sont placés sur des rues bien pavées ; ils doivent être étanches dans les zones pluvieuses, et lourds et écrasés dans les zones venteuses.

2.2.3 Bien choisir les véhicules de collecte

Le choix des véhicules de collecte est fonction de bon nombre de facteurs, notamment la méthode de collecte des déchets solides adoptée, la nature et la densité des déchets, la topographie de l'île, le budget disponible et la distance à traverser pour parvenir au site d'élimination.

Le tableau suivant fournit des renseignements sur les différents types de véhicules disponibles actuellement :

Tableau II Différents types de véhicules de collecte disponibles dans la Région

Type de véhicule de collecte	Etendue/potentiel d'utilisation dans les PEID-IMA	Observations
Tombereau (dumper)	Utilisé couramment	- conçu sur le modèle d'une jeep ou d'un véhicule tout terrain - faible capacité
Véhicule à benne basculante longitudinale / à dispositif de compactage	En usage à Malta	- permet de transférer mécaniquement les déchets depuis les poubelles ; - permet également le compactage des déchets - ne convient pas à tous les PEID
Tracteur et remorque	Utilisé couramment	- peut être utilisé pour des travaux autres que la collecte des déchets
Camion ordinaire	Utilisé couramment	- peut être utilisé pour des travaux autres que la collecte des déchets
Camion à toit roulant	Utilisation peu probable	- peut difficilement être utilisé à des fins autres que la collecte des déchets - peut contenir plusieurs compartiments pour contenir les déchets séparés aux fins de recyclage ou de compostage
Camion à caisson ouvert à côtés élevés	Usage courant	- convient au transport de grandes quantités de déchets ; peut être utilisé conjointement avec des petits véhicules de collecte
Charrette à traction humaine, à traction animale ; charrette à pédale	Utilisées aux Comores	Ces types de véhicules destinés à la micro-collecte des déchets sont peu coûteux à construire et à maintenir et donc conviennent souvent davantage que les véhicules motorisés - il est probable qu'il sera difficile de convaincre les populations locales à les utiliser

Lors de tout choix de véhicule, il convient de procéder à une évaluation qui tienne en ligne de compte le coût de l'investissement, les apports en matière de main d'œuvre, les exigences sur le plan de la maintenance. Il convient également de vérifier si sont disponibles dans le pays, d'une part, les pièces détachées, d'autre part des personnes capables d'assurer les services d'entretien et de réparation.

Vu l'éloignement géographique de la plupart des états insulaires, il est recommandé que soit choisi un type de véhicule déjà utilisé dans l'île ou dans le pays.

Le tableau suivant compare les caractéristiques des principaux types de véhicule de collecte.

Type de véhicule	Poids net (kg)	Capacité (m³)	Portée d'utilisation (courte/moyenne/longue)	Vitesse de chargement (Faible/moyenne/Elevée)	Utilisation de main d'oeuvre	Coût en capital par volume de déchets collectés	Coût d'exploitation	Durée d'exploitation	Facilité d'utilisation	Possibilité de montage local
<i>Véhicules non motorisés</i>										
Charette à traction humaine	-	0.4	Courte	Elevée	Forte	Faible	Faible	Longue	Bonne	Oui
Tricycle à pédales	-	0.4	Moyenne	Elevée	Forte	Faible	Faible	Longue	Bonne	Oui
Charette à traction animale	-	2.0	Moyenne	Elevée	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne	Bonne	Oui
<i>Véhicules non munis d'un dispositif de compactage</i>										
Camion à caisson ouvert à côtés élevés	10 000	10	Longue	Faible	Elevé	Très élevé	Moyenne	Brève	Bonne	Oui
Camion à toit roulant à chargement latéral	6 000	6	Longue	Moyenne	Moyenne	Elevé	Moyenne	Brève	Mauvaise	Oui
Tracteur et remorque	6 000	6	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Elevé	Faible	Moyenne	Moyenne	Oui
Camion à chargement frontal	8 000	10	Longue	Faible	Moyenne	Elevé	Moyenne	Brève	Moyenne	Oui
Camion à bascule-longitudinal	8 000	10	Longue	Elevée	Faible	Moyenne	Faible	Brève	Moyenne	Oui
Poussette motorisée à 3 roues	2 000	3	Moyenne	Elevée	Moyenne	Faible	Faible	Brève	Bonne	Oui
Tombereau - dumper	2 500	3	Moyenne	Elevée	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne	Bonne	Oui

Type de véhicule	Poids net (kg)	Capacité (m ³)	Portée d'utilisation (courte/moyenne/longue)	Vitesse de chargement (Faible/moyenne/Elevée)	Utilisation de main d'oeuvre	Coût en capital par volume de déchets collectés	Coût d'exploitation	Durée d'exploitation	Facilité d'utilisation	Possibilité de montage local
<i>Véhicules munis de dispositifs de semi-compactage</i>										
Camion à benne basculante longitudinale	9 000	10	Longue	Elevée	Faible	Moyen	Moyen	Brève	Moyenne	Oui
Camion à barrière mobile et à chargement latéral	9 600	10	Longue	Lente	Moyenne	Moyen	Moyen	Brève	Moyenne	Oui
<i>Véhicules non munis de dispositif de compactage</i>										
Camion à chargement arrière	14 000	10	Longue	Elevée	Faible	Elevé	Elevé	Brève	Mauvaise	Non
Camion à chargement latéral avec compacteur hydraulique	14 000	10	Longue	Elevée	Faible	Elevé	Elevé	Brève	Mauvaise	Non
Compacteur rotatif hydraulique	10 000	10	Longue	Elevée	Faible	Elevé	Elevé	Brève	Mauvaise	Non

Source: Véhicules de collecte des ordures pour les pays en développement, NU (HABITAT)

Critères de sélection des véhicules de collecte

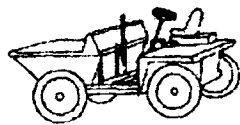
Lors du choix des véhicules de collecte, les PEID-IMA peuvent observer les règles suivantes :

- *Choisir des véhicules consommant un minimum d'énergie et d'une complexité technique minimale, qui, pour autant, sont capables de collecter les matières visées avec efficacité.* En effet, compte tenu des coûts élevés de l'énergie et de l'absence relative de support technique dans la plupart des PEID, il convient de trouver l'équilibre entre le coût en capital et le coût de la main d'œuvre nécessaire à leur exploitation.
- *Opter autant que possible pour des équipements fabriqués localement et pour des modèles de véhicule déjà utilisés dans le pays et faire appel à des compétences locales.* En effet, nombreux ont été les cas où les véhicules fournis par les bailleurs de fonds internationaux se sont révélés inaptes au service ; utilisés dans des conditions difficiles, ils sont attaqués par la rouille et ne peuvent être réparés par manque de pièces de rechange ou de mécaniciens compétents.
- *Sélectionnez des équipements dont la maintenance peut être assurée localement et dont les pièces de rechange sont disponibles.* En effet, il est important pour les PEID-IMA que leurs investissements en capital (les véhicules) ne restent pas immobilisés.
- *Dans les quartiers où il faut se frayer un chemin parmi la foule, dans les zones vallonnées ou dans les quartiers inaccessibles aux véhicules de grande taille, optez autant que possible pour des véhicules à traction humaine ou animale ou pour des véhicules motorisés légers.* Ces types de véhicule utilisent beaucoup moins de capital, sont faciles d'entretien, et ont un impact négatif minime sur l'environnement. Bien entendu, du fait qu'ils mobilisent davantage de main-d'œuvre, ils pourraient apparaître comme appartenant au passé.
- *Lorsque la population est dispersée ou lorsque les déchets sont déjà denses à la collecte, choisissez des véhicules non pourvus de système de compactage, qu'il s'agisse de camions, de wagons, de tracteurs ou de fourgons.* En effet, de tels types de véhicule sont plus légers et plus faciles d'entretien. Par ailleurs, leur coût d'investissement est relativement faible, bien qu'ils nécessitent davantage de main-d'œuvre. Dans la plupart des PEID-IMA, les déchets collectés sont suffisamment denses vu qu'ils contiennent un taux élevé de déchets organiques. De ce fait, il n'est pas nécessaire de les compacter.
- *Examinez s'il n'est pas plus avantageux d'utiliser des systèmes hybrides.* Lorsqu'il existe des différences majeures entre zones urbaines et zones rurales, voire à l'intérieur d'une même zone urbaine à forte densité de population, on peut adopter un système hybride comprenant l'emploi de deux ou de plusieurs types de véhicule de collecte. Ainsi on pourrait utiliser des petites charrettes pour collecter les ordures dans les rues et allées étroites et ensuite les transférer sur des camions ou wagons opérant sur les voies principales.
- *Optez pour des camions munis de systèmes de compactage dans les régions urbaines dont les routes sont goudronnées et où les déchets ne sont ni trop denses ni trop humides.* Le compactage est souvent perçu comme une méthode plus efficace. Pourtant, compte tenu du fait que dans les PEID les déchets ont une teneur élevée de matières organiques, d'où leur densité élevée, le compactage ne réduit pas le volume des déchets collectés de manière significative. Par ailleurs de tels camions nécessitent une maintenance plus régulière et consomment beaucoup de carburant.

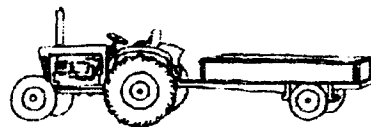
- Optez pour des véhicules à double compartiment permettant de collecter simultanément mais séparément les matières organiques et les matières recyclables. Lorsque la séparation des déchets constitue une priorité, cette méthode de collecte permet d'éviter de faire des aller-retour pour collecter des matières différentes séparées.
- Si la collecte des déchets ne se fait que durant un ou deux jours par semaine, optez pour un véhicule tel qu'un tracteur ou un tombereau pouvant être employé à d'autres fins durant le reste de la semaine.



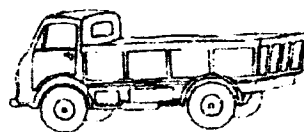
Three-wheeled autorickshaw



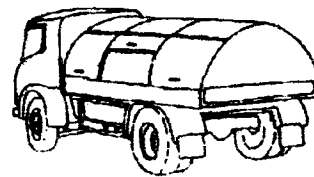
Dumper truck



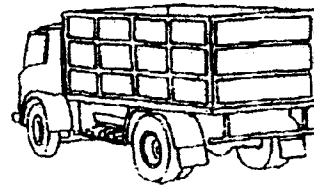
Tractor and trailer



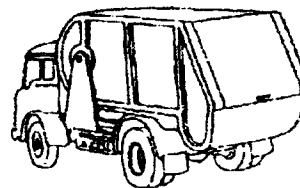
Conventional truck



"Roll-top" truck



High-sided open-top truck



Fore-and-aft tipper truck

(Credit: UNCHS (Habitat))

2.2.4 Bonnes pratiques en matières de balayage de rues

L'apparition de grandes quantités d'ordures dans les villes et cités des PEID-IMA est due au fait que:

- les opérations de nettoyage après les travaux publics sont mal effectuées
- les poubelles sont en nombre insuffisant et sont mal situées
- il n'existe pas de systèmes d'évacuation des eaux ou alors les canalisations sont inefficaces notamment pour évacuer les pluies torrentielles
- les déchets qui sont placés dans les containers ou les poubelles sont répandus sur le sol par les personnes fouillant les ordures ou les animaux
- les déchets collectés sont répandus sur le sol lors des opérations de transfert.

Dans un grand nombre des îles de la Région, une proportion importante des déchets des rues est générée en raison des carences affectant le système de collecte des déchets.

Les opérations de balayage des rues doivent avoir pour objectif de réduire les ordures jonchant les rues. Il est possible de parvenir à cet objectif en :

- mettant en place un système efficace de collecte, en instituant les règlements appropriés et menant des actions éducatives
- concevant et en utilisant des outils et des équipements efficaces.

Les méthodes manuelles de balayage des rues consiste à équiper plus ou moins le balayeur des équipements suivants :

- des balais
- des balais-brosses spécialement conçus ou improvisés
- d'autres équipements de nettoyage

L'International Source Book du PNUE recommande à quelques variantes près les méthodes manuelles suivantes de balayage :

- chaque balayeur ramasse ses propres balayures et les charge sur une charrette ; cette dernière va à la rencontre d'un véhicule de collecte à une heure convenue
- les balayeurs amènent leurs charrettes vers des petites stations de transfert situées à l'intersection de plusieurs voies de balayage
- les déchets sont déposés dans des containers, lesquels sont alignés en prévision du passage du camion de collecte
- les balayures sont mises en des tas alignés à la fin de la rue pour être collectés plus tard.

Le dispositif visant à maintenir les rues propres comprend principalement la mise à disposition de poubelles à ordures, le balayage manuel, le balayage mécanique et la mise en place de règlements appropriés.

Les endroits publics tels que les centres commerciaux, les plages et les petits points de restauration doivent être pourvus de poubelles à ordures. Il faut éduquer, encourager et, le cas échéant, contraindre le public à les utiliser. Ces poubelles doivent être dévidées régulièrement afin que les ordures ne débordent pas et se répandent sur le sol.

Le nettoyage mécanique des rues peut se faire notamment par les machines suivantes :

- des balayeuses de rue fonctionnant par aspiration
- des machines de lavage des rues
- des balais mécaniques rotatifs tractés
- des balayeuses de trottoirs.

Les appareils mécaniques de balayage ne doivent être utilisés que lorsqu'ils répondent aux besoins des zones où ils sont utilisés.

Dans la majorité des PEID, il est probable que préférence sera accordée au balayage manuel plutôt qu'au balayage mécanique. puisque les balayeuses mécaniques coûtent plus cher à l'achat, à l'utilisation et à la maintenance.



On peut améliorer l'efficacité du ramassage manuel et permettre aux balayeurs de travailler dans des conditions optimales de santé et de sécurité en leur fournissant de meilleurs équipements : vêtements de travail, balais, poubelles de collecte et gants.

(Source : Chris Furedy).

2.3 Production du compost

Dans bon nombre de PEID, l'espace est trop limité ou alors il est insuffisant pour la mise en exploitation de décharges. Par ailleurs, la terre est sablonneuse et pauvre. Pour ces îles, fabriquer du compost à partir de déchets organiques comporte un double avantage. Premièrement, il permet de réduire le volume des déchets à envoyer en décharge ; deuxièmement, le compost enrichit le sol en lui fournissant des nutriments.

Le compost résulte de la décomposition biologique de matières animales et végétales en leurs éléments constitutifs. Ce processus se déroule de façon optimale lorsque les conditions idéales sont réunies permettant aux bactéries et autres organismes de décomposer les matières contenues dans les déchets. Il peut être soit aérobique (avec oxygène) soit anaérobique (sans oxygène), le processus aérobique étant le plus courant.

Pour que les conditions idéales de compostage aérobique soient atteintes, il faut que les déchets soient réduits en particules minuscules. Pour ce faire, on utilise un broyeur. Les bactéries aérobiques requièrent un mélange comprenant approximativement un part d'azote et 30 à 70 parts de carbone sous forme alimentaire. Par ailleurs, elles ont besoin d'un milieu constitué de 40 à 60% d'eau ainsi que d'une grande quantité d'oxygène.

Dans de nombreux pays, c'est devenu une pratique courante que de séparer les matières organiques et de les transformer en compost afin de les utiliser comme conditionneur du sol, comme engrais ou comme adjuvant de croissance. Ces pratiques ont été menées à des échelles diverses et avec des taux de réussite variés. Certes certaines initiatives ont été couronnées de succès ; toutefois, il est alarmant de noter que des échecs ont également été enregistrés ou que des installations ne fonctionnent qu'à 30% de leur capacité. Il s'est souvent avéré dans de tels cas que les technologies de fabrication du compost ou les systèmes de gestion y relatifs ne convenaient pas aux régions concernées. Il est donc important de rechercher les raisons de ces échecs et de prendre les mesures nécessaires afin d'identifier les technologies et les systèmes de gestion adaptés à la production du compost dans les PEID-IMA.

2.3.1 Directives pour de bonnes pratiques en matière de compostage

Des leçons ont été tirées des expériences de production de compost menées dans le passé qui se sont soldées par des échecs, qu'ils aient été totaux ou partiels. Elles ont permis de mettre au point des directives pour l'adoption de pratiques correctes en matière de fabrication de compost comme détaillé ci-après :

- (a) *Les matières à transformer en compost doivent être compostables afin que le produit soit commercialisable.*
- Dans la plupart des PEID-IMA, les déchets sont à 50% composés de matières organiques et conviennent tout à fait au compostage.
 - Il est possible d'améliorer la fraction des déchets susceptibles d'être transformée en compost en mettant en place des dispositifs appropriés de collecte et de transfert, en faisant en sorte notamment qu'elle soit séparée des autres déchets.

(b) *Dans la plupart des cas, le pré-traitement mécanique des déchets solides mélangés ne fonctionne suffisamment pas correctement, d'où la nécessité de séparer à la source ou manuellement les déchets inorganiques.*

- Techniquement, lorsque les déchets sont à teneur élevée de matières compostables, le pré-traitement des déchets mélangés fonctionne au mieux dans les petites ou moyennes installations.
- Toutefois, l'inconvénient du traitement manuel est qu'il peut être désagréable ou dangereux pour les employés.

(c) *La viabilité du compostage sur le plan économique repose sur trois facteurs. Il suffit que l'un de ces facteurs présente des défaillances pour que tout le système cesse de fonctionner.*

1. Sauf lorsque le compostage constitue déjà une pratique habituelle, la mise en décharge doit être contrôlée et son coût doit être suffisamment élevé pour que le coût - modéré - de fabrication du compost, soit de 20 à 40 dollars US par tonne, soit compétitif par rapport au coût de la mise en décharge. Dans bon nombre de PEID, il faut également inclure dans de telles évaluations la valeur du terrain, le coût du transport des déchets vers les décharges centrales, voire le coût des dégradations environnementales causées par la mise en décharge. Aussi longtemps que de tels coûts ne sont pas pris en ligne de compte, il est peu probable que la production de compost soit en termes d'efficacité moins coûteux que la mise en décharge.
2. Il faut qu'il y ait un marché pour le compost ou des possibilités d'utilisation du type de compost produit. Si la commercialisation du compost ne génère pas de revenu net, le gouvernement ou les municipalités devraient être disposés à prendre en charge la différence.
3. La composition des déchets collectés influe fortement sur la qualité et le potentiel de vente du produit final. Il est donc nécessaire d'améliorer la qualité des déchets en procédant à une séparation à la source et en y enlevant les matières non-compostables.

(d) *La viabilité du compostage sur le plan technique repose sur trois facteurs.*

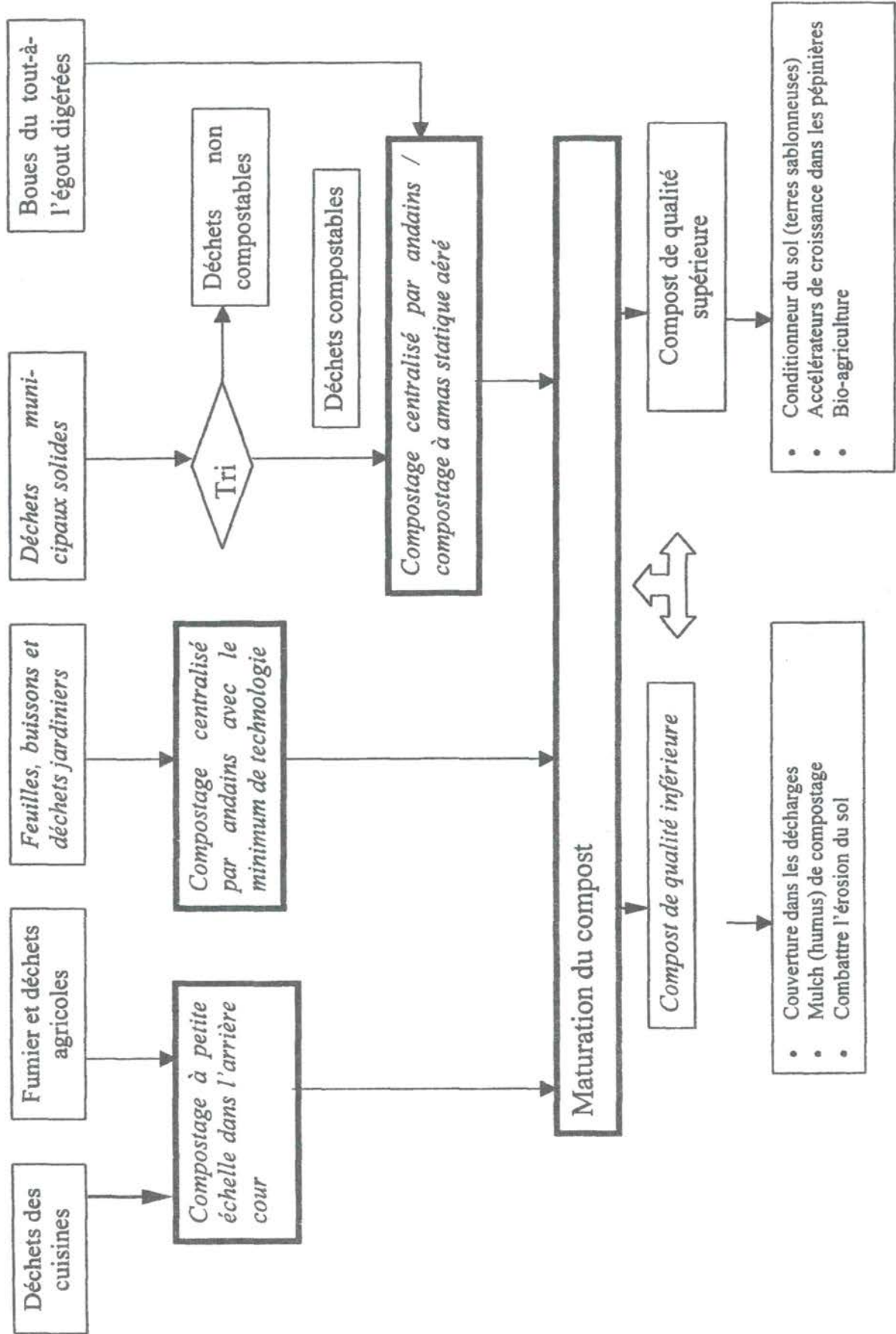
1. Il ne faut pas dépendre d'un pré-traitement mécanique vu que les machines tombent souvent en panne.
2. Il ne faut pas que les opérations de production du compost soient d'une envergure excessive.
3. Il faut concevoir un système qui soit intégré, depuis la séparation des déchets à la source jusqu'au leur criblage, et capable de recevoir les intrants appropriés et de délivrer un produit de haute qualité.

2.3.2 Technologies correctes de fabrication de compost

Les tableaux suivants présentent toute une variété de technologies disponibles de fabrication de compost, qu'elles soient utilisées pour produire le compost à petite échelle dans l'arrière-cour de la maison ou à grande échelle au niveau de la région. Un organigramme a été présenté concernant les choix à faire sur les processus de compostage. Sur le plan technologique, il importe de déterminer les caractéristiques et le type des déchets à transformer en compost. A cet égard, il convient de noter les points suivants et de les analyser de manière plus poussée lorsque cela s'avère pertinent :

- Il peut s'avérer nécessaire de broyer les déchets en morceaux ou de les réduire en morceaux afin de les rendre moins volumineux et d'accélérer ainsi le processus de compostage ;
- Les déchets provenant des cuisines peuvent avoir une teneur élevée en protéines du fait qu'ils contiennent des viandes, des produits laitiers ou certains légumes, d'où les odeurs désagréables qui peuvent surgir. Dans de tels cas, on peut améliorer leur capacité à être transformés en compost en les mélangeant avec des déchets à haute teneur en carbone (feuilles tombées des arbres, les morceaux de gazon résultant de la tonte des pelouses, etc.).
- Il faudrait prendre en ligne de compte le fait que dans bon nombre de PEID les déchets des cuisines sont utilisés comme aliments pour certains animaux d'élevage tels que les cochons, d'où la réduction des quantités des déchets disponibles pour la production du compost. Si une telle pratique permet une utilisation plus élevée des nutriments, par contre elle comporte des risques sanitaires, les animaux transmettant des agents pathogènes ou des maladies soit directement soit par le biais du système de fourniture d'eau.
- Les boues des eaux de vidanges peuvent être transformées en compost. Toutefois, elles ont une forte concentration d'azote et d'humidité. De ce fait, il faut leur associer des sources de carbone tels que des copeaux de bois, du papier et des agents qui les font augmenter de volume afin de permettre à l'oxygène d'être absorbée par le tas de compost. Il faudrait toutefois prendre des mesures de précaution sanitaires et de sécurité afin d'éviter les risques de maladie.
- La transformation du fumier et des excréments animaux en compost est généralement pratiquée dans les fermes. Elle constitue un élément important d'activités agricoles durables. De tels déchets peuvent facilement être intégrés dans les dispositifs collectifs ou à plus grande échelle de compostage.

ORGANIGRAMME DES PROCESSUS DE COMPOSTAGE



Technologie de compostage

Equipements de pré-traitement

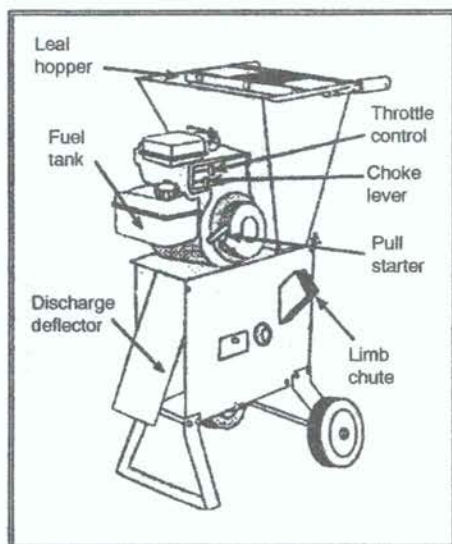


Figure 1. Diagram of a chipper-shredder.

Source : University of Missouri.
Copyright 2000. University of Missouri.
Publié par : University Extension, University
of Missouri-Columbia.

Description de la technologie :

Il s'agit de réduire la taille des déchets organiques volumineux et de les mélanger afin de parvenir aux meilleures conditions de compostage.

Les équipements de pré-traitement comprennent des broyeurs et des déchiqueteurs mécaniques. Ces équipements coûtent souvent cher, sont intensifs sur le plan technique et sont sujets à des pannes.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- on dispose de quantités considérables d'écales de coco ou de feuilles de palmiers à composter. Toutefois, il ne faut pas trop en dépendre.

Etendue de l'utilisation de cette technologie:

- Cette technologie n'est employée dans aucun PEID-IMA

Opération et maintenance:

- Les coûts des opérations et de la maintenance sont élevés.

Avantages:

- Elle contribue à mettre en place des conditions idéales de compostage.
- Elle permet de produire du compost bien mélangé et pulvérisé.

Inconvénients / contraintes :

- Elle est coûteuse
- Elle requiert une maintenance intensive et les pannes peuvent surgir à tout moment.

Coût relatif :

- Au début des opérations, les dépenses d'investissement (les machines) sont élevées
- Durant la période d'exploitation, les coûts des opérations et de maintenance sont élevés.

Acceptabilité culturelle :

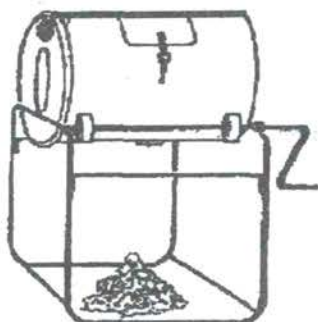
- Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque:

- les foyers peuvent à titre individuel tirer parti d'un broyeur ou d'un déchiqueteur mis à leur disposition par la municipalité dans le but de réduire les écales de coco et les branches de palmiers.

Technologie de compostage à petite échelle

Fabriquer du compost à petite échelle dans son arrière-cour sur le plan Régional



Credit : Reproduction autorisée par le site web sur les récipient de compostage (www.garden-aids.co.nz/tumblers.html)

Description de la technologie :

Il s'agit de la technologie de fabrication du compost se pratiquant à une échelle minimum. Fabriquer du compost dans son arrière-cour est tout simple : il suffit d'accumuler un tas de déchets compostables dans un vieux baril ou d'entourer ce tas par des briques ou des morceaux de bois.

Les déchets compostables tels que les rebuts de cuisine, le papier, le gazon tondu et les débris de jardin sont tous placés dans le container de compostage. Une fois ce container rempli, on utilise un second ou on transfère le contenu du premier afin de permettre aux déchets de se décomposer avec le temps pour se transformer en compost. Pendant que le premier tas de déchets se décompose, on remplit le second container de nouveau déchets. Il faut aérer le compost une fois par semaine en le retournant et y ajouter de l'eau si nécessaire afin de maintenir le niveau correct d'humidité.

Lorsque des initiatives sont prises au niveau régional pour encourager le compostage, les municipalités peuvent apporter leur concours en fournissant des containers de compostage standard et en diffusant des informations à caractère éducatif encourageant le public à fabriquer du compost dans l'arrière-cour, à débarrasser ce dernier des déchets qui s'y trouvent, et à réduire au minimum les problèmes éventuels.

Etendue d'utilisation actuelle :

- Technologie employée plus ou moins formellement dans les ONG
- Pratique encouragée dans certains pays et non dans d'autres.

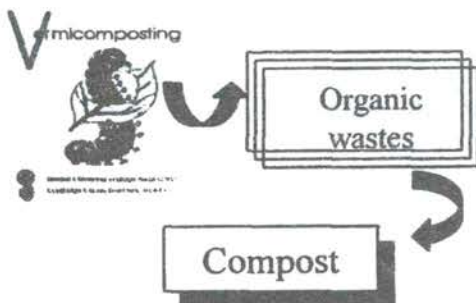
Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- un pourcentage important des foyers dispose de cours, qu'elles soient propriété personnelle ou propriété collective, suffisamment spacieuses.
- le compostage est familier culturellement.
- les déchets collectés contiennent davantage de matières végétales qu'animales.

<p>Opération et maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Un minimum de suivi est nécessaire : pour obtenir un compost de qualité, les personnes concernées n'ont qu'à surveiller le compost, y ajouter de l'eau et le retourner. 	
<p>Avantages de cette technologie :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aucun coût n'est induit par la collecte, le transfert et le marketing du produit final. ● Le coût de production est faible. ● Elle encourage la participation du public 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cette technologie peut causer des problèmes puisqu'elle favorise la multiplication des vermines. ● Elle dépend de la participation du public. ● Elle est soumise à moins de contrôle.
<p>Coût relatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Le coût relatif est très faible. ● Les coûts sont induits par la fourniture des containers et des actions éducatives visant à encourager le public à y participer. 	<p>Acceptabilité culturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.
<p>Cette technologie convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Lorsque la cour est suffisamment grande. ● Lorsque autrement les déchets organiques ne servent pas d'aliment aux animaux. ● Car elle peut être appliquée localement. 	

Technologie de compostage à petite échelle

Lombricompostage



Source : adapté du site web sur le lombricompostage (www.cuyahogaswd.org/verm.htm)

Description de la technologie :

Les matières organiques sont décomposées par des lombrics dans des containers appropriés tels que des poubelles plastiques ou dans des cageots en bois percés de trous sur les côtés et au sommet pour permettre la circulation de l'air.

Une litière constituée de sciure, de tourbe, de feuilles découpées et/ou de terre est nécessaire.

Au début du processus, il faut employer des types spéciaux de lombric tels que les vers rouges (*red wigglers*), vu que les vers ordinaires qu'on retrouve dans la terre ne conviennent pas à la décomposition des déchets organiques. Les lombrics se reproduisent durant le processus.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- les types de lombrics requis sont disponibles.
- les déchets contiennent essentiellement des matières végétales.

Etendue d'utilisation : Uniquement de manière informelle à Madagascar

Opération et Maintenance:

- Les personnes concernées doivent contrôler le processus afin d'assurer que les lombrics évoluent dans des conditions optimales.

Avantages:

- Le produit final (compost) est enrichi par les déjections des lombrics. Il contient donc plus de nutriments que le compost normal.
- Il n'est pas nécessaire de maintenir le compost à des températures élevées.

Inconvénients / contraintes :

- Il faut constamment surveiller le processus.
- Le processus est plus lent que le compostage normal.
- Il faut disposer des matières appropriées pour constituer la litière.
- Les lombrics peuvent s'échapper de l'amas de déchets.

Coût relatif :

- Le coût relatif est très faible.
- Les coûts sont induits par la fourniture des containers et des actions éducatives.

Acceptabilité culturelle :

- Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles

Cette technologie convient :

- aux foyers dont la cour est d'une superficie limitée.
- lorsque le compost n'est pas requis immédiatement.

Technologie de compostage

Compostage par andains

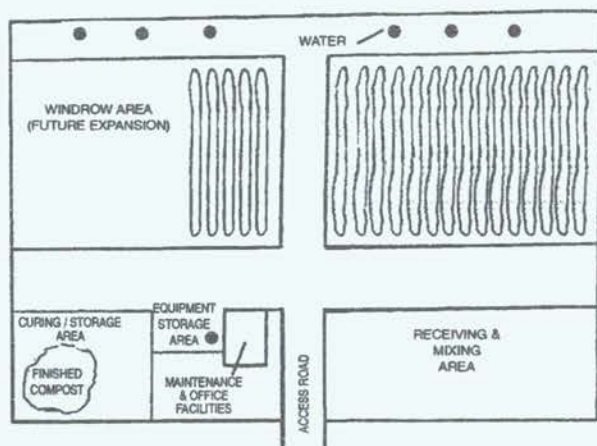


Schéma d'une installation de compostage par andains

Note : Le site décrit ci-dessus permet l'accès des machines au site ainsi qu'à leur mouvement à travers l'ensemble du site. Lorsque de grandes machines sont utilisées, cet accès n'est pas requis. (PNUE ; IETC Report 2)

Description de la technologie :

Il s'agit d'une forme courante de compostage qui consiste à stocker les déchets organiques en longues rangées (andains). Les andains constituent le milieu fondamental dans lequel les déchets se transforment en compost.

La taille des andains est principalement en fonction du climat et de la composition des déchets. Les autres facteurs comprennent le système d'aération adopté et les machines employées à cet effet.

Les andains peuvent être exposés à l'air libre ou recouverts dépendant du climat et du taux d'humidité contenu dans les déchets.

Avec le temps, les andains des déchets en décomposition sont aérés, retournés et mixés afin de maintenir les conditions idéales de compostage.

On assure l'aération en les retournant soit manuellement soit de manière mécanique.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- La maintenance des machines utilisées pour la manutention et l'aération du compost peuvent être assurée localement

Etendue d'utilisation :

- Elle est utilisée lorsque l'aération se fait de manière mécanique plutôt que statique.

Opération et Maintenance:

- Les opérations et la maintenance concernant les machines d'aération.

Avantages:

- Le coût en capital du retournement mécanique des déchets est peu élevé ; les machines ne sont pas spécialisées.
- L'aération statique nécessite un espace moins importants.

Inconvénients / contraintes

- Le retournement mécanique des déchets nécessite des espaces plus grands.
- Le coût en capital de l'aération statique est élevé.
- Les deux méthodes requièrent une maintenance intensive et sont sujettes à des pannes éventuelles.

Coût relatif : moyen

- Au début des opérations, les dépenses en capital concernent l'acquisition des machines.
- Au cours de son exploitation : les coûts concernent les opérations et la maintenance des machines

Acceptabilité culturelle :

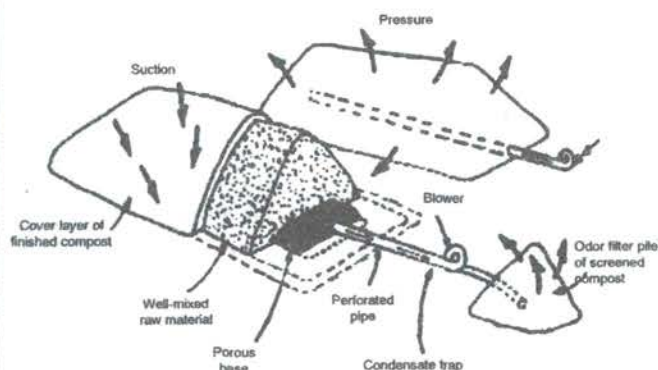
- Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles

Cette technologie convient :

- Surtout en ce qui concerne le retournement mécanique des déchets qui est plus approprié que le retournement manuel.

Technologie de compostage

Amas statique aéré



Note : Il existe deux méthodes d'aération : on souffle l'air pour le faire pénétrer le tas ou on l'aspire en dehors du tas. (Source : On-farm composting handbook, NRAES-54 Rynk)

Description de la technologie :

Le compostage par andains est une méthode courante de compostage qui consiste à stocker les déchets organiques dans des longues rangées. Les andains constituent le milieu fondamental dans lequel les déchets se transforment en compost. La taille des andains est principalement fonction de la composition des déchets.

Les autres facteurs comprennent le système d'aération adopté et les machines employées à cet effet.

De l'air est introduit à travers un réseau de tuyaux perforés traversant le tas de compost. L'air peut être soufflé vers l'intérieur ou aspiré à l'extérieur du tas.

Les andains peuvent être laissés à ciel ouvert ou couverts dépendant du climat et du taux d'humidité des déchets.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- des quantités importantes de compost sont requises rapidement.
- la superficie du site limitée
- il est difficile de disposer d'équipements mécaniques de retournement des déchets.
- du compost de qualité supérieure est requis.

Etendue d'utilisation :

- Le compostage par andains se fait le plus souvent quand le retournement mécanique des déchets se fait plutôt de manière mécanique que statique.

Opération et maintenance:

- Les machines d'aération doivent être opérées et maintenues.

Avantages:

- L'aération statique requiert une superficie de terre moins importante.
- Le produit fini s'obtient plus rapidement.

Inconvénients / contraintes :

- Le coût en capital de l'aération statique est élevé.
- Les deux méthodes requièrent une maintenance intensive et sont sujettes à des pannes éventuelles.

Coût relatif: très élevé

- Au début des opérations, les dépenses en capital concernant l'acquisition des machines
- Au cours de son exploitation, les coûts sont induits par les opérations et la maintenance des machines

Acceptabilité culturelle

- Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.

Cette technologie convient lorsque :

- Surtout en ce qui concerne le retournement mécanique des déchets qui convient davantage que le retournement manuel.

Système de compostage

Compostage centralisé des déchets verts à l'échelle municipale

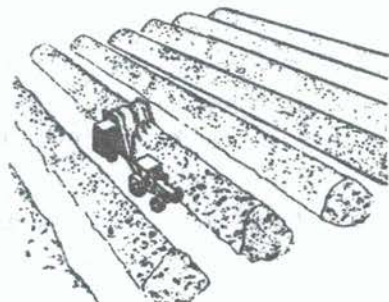


Figure 4.1
Windrow composting with an elevating face windrow turner



Bucket loader

Windrow-turning machines

Figure 4.2
Typical windrow shapes and dimensions

Source: Integrated Solid Waste Management par Tchobanoglous, Thielsen et Vigil (1998).
Mc Graw Hill

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

Quantité traitées : 10 à 200 tonnes par jour.

Cette technologie est d'une telle envergure qu'il est nécessaire de transporter les déchets des différentes sources se trouvant dans une cité ou dans les villes avoisinantes vers un site central plus important tel qu'une station de transfert.

On peut utiliser des andains. Les opérations doivent tomber sous la juridiction des municipalités, mais peuvent être assurées par des opérateurs privés. Le site doit être suffisamment grand pour permettre le mouvement des véhicules, les opérations de criblage, le retournement et le traitement des déchets, et le stockage du compost. Il faut y installer les panneaux de signalisation et les grillages appropriés indiquant où sont entreposés les déchets acceptables, la zone de mise en décharge et les zones interdites.

Cette technologie produit un compost de basse qualité difficilement commercialisable, mais convenant comme couverture de décharge ou pouvant être utilisé dans certaines activités agricoles ou dans des terres de réserve.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- il est procédé à un examen complet de toutes les questions techniques et environnementales, de sa fiabilité de conception et d'une évaluation complète de toutes les questions ayant une incidence sur les parties intéressées ;
- il existe des dispositifs de réparation ou de compensation permettant d'atténuer ou de minimiser les effets négatifs causés par le compostage à grande échelle ;
- il existe un système de collecte séparée et de pré-traitement des déchets végétaux grâce auquel on peut améliorer la qualité du compost.
- il existe un cadre formel d'utilisation et de commercialisation du compost.

Etendue d'utilisation :

- Cette technologie est utilisée de manière informelle et limitée uniquement aux Comores.

Opération et maintenance

- Cette technologie requiert des opérations et une maintenance intensives, les opérations de collecte et de transport étant nombreuses de même que les équipements nécessaires au traitement.
- Le niveau de maintenance est fonction de la technologie employée pour la collecte et le traitement.

Avantages:

- Les autorités municipales assurent un contrôle rapproché sur les opérations.
- Les sites sont appropriés, étant situés hors de la ville ou de la cité.
- Des économies d'échelle sont réalisées.
- Cette technologie ne mobilise que très peu les particuliers sauf en ce qui concerne la séparation des déchets compostables.
- Elle est appropriée pour les collectivités qui effectuent une collecte séparée des déchets végétaux.

Inconvénients / contraintes

- Les coûts de transport sont élevés.
- Cette technologie requiert de superficies importantes de terrain.
- Lorsque le site est important, des problèmes de bruit, d'odeurs ou de santé (du fait de la présence de vecteurs de maladies) peuvent surgir.

Coût relatif: moyen - élevé

- Au début des opérations, les coûts sont induits par la construction du site, l'acquisition des véhicules et les activités éducatives.
- Durant son exploitation, les coûts des opérations et de maintenance des machines sont élevés.

Acceptabilité culturelle :

- Des problèmes peuvent surgir concernant l'emploi des terres choisies pour implanter le site.

Cette technologie convient :

- lorsqu'elle est appliquée dans une ville ou cité importante. Ce qui fait que, dans les PEID, le potentiel n'existe que dans peu de cités.
- lorsque, dans une région particulière, il n'existe pas suffisamment d'espace pour adopter des systèmes d'échelle plus réduite.
- lorsqu'il est possible de mettre au point ou de maintenir au niveau local des dispositifs de collecte appropriés.
- lorsqu'il existe un marché potentiel pour le compost.

Système de compostage à grande échelle

Compostage de déchets mélangés dans les décharges



(credit: UNEP- IETC : Directory of EST for waste management in Pacific SIDS)

Description de la technologie :

Les quantités varient selon l'ampleur de la source. Il faut trier les déchets manuellement à la décharge afin de séparer les matières biodégradables. On peut y associer un dispositif de récupération des plastiques et des métaux.

Le compostage peut se faire de manière semi-informelle en accumulant les matières compostables sur un côté de la décharge et en utilisant la technologie par andains ou celle des amas statiques aérés.

L'usine de compostage sera implantée dans la décharge.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- Il n'est pas possible de pratiquer d'autres formes de compostage ou de mise en décharge à petite échelle en raison de leur coût élevé, de limites en termes de terre ou des dégâts que ces pratiques sont susceptibles de causer à l'environnement.
- Il existe un nombre limité de sites constituant des solutions de rechange.
- Il manque des appuis financiers ou les structures organisationnelles appropriées.

Etendue de l'utilisation de cette technologie :

- Cette technologie n'est utilisée dans aucun PEID-IMA, mais à l'avenir sera peut-être utilisée aux Seychelles.

Opération et maintenance:

- Cette technologie ne requiert pas des opérations et une maintenance intensives.
- Toutefois les opérations de collecte seront peut-être intensives.

Avantages:

- Elle nécessite des apports importants sur le plan financier tant qu'organisationnel.
- L'usine est implantée dans la décharge elle-même.

Inconvénients / contraintes :

- Le compost produit est de qualité inférieure.
- Les effets de cette technologie sur l'environnement sont moins contrôlés.
- Les coûts sont élevés.

Coût relatif : coût élevé

- Au début des opérations, des dépenses élevées sont requises pour la mise en route de l'installation et les actions éducatives
- Durant la période d'exploitation, les coûts de fonctionnement et de maintenance sont élevés.

Acceptabilité culturelle :

- Des problèmes peuvent surgir concernant l'emploi des terres choisies pour implanter le site.

Cette technologie convient :

- lorsqu'il n'existe pas de structures financières et organisationnelles susceptibles de favoriser l'emploi de technologies de compostage plus structurées.
- lorsqu'il y a un manque d'espace pour installer des usines qui soient éloignées des sites de décharge.

Le tableau suivant récapitule les différentes technologies utilisées pour fabriquer du compost :

Technologies de compostage	Potentiel d'utilisation dans les PEID	Description
Systèmes de compostage dans l'arrière-cour	Fort potentiel	Pour encourager le public à pratiquer le compostage, les municipalités peuvent acheter des appareils de compostage ou les subventionner au profit du public. Il faut toutefois que cette initiative soit intégrée dans un programme intensif d'éducation du public.
Pré-traitement des déchets	Minime	<ul style="list-style-type: none"> - Souvent coûteux et intense techniquement ; des pannes peuvent survenir ; - De bonnes pratiques peuvent minimiser la nécessité d'opérer des traitements de déchets. - Le but est d'enlever les déchets non compostables, de réduire la taille des déchets organiques et de mélanger ces derniers afin de mettre en place les conditions idéales de compostage.
Compostage en andains	Convient tout à fait	<p>Les andains de déchets constituent le milieu fondamental permettant aux déchets de se transformer en compost.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La taille des andains est principalement en fonction du climat et de la composition des déchets. Les autres facteurs comprennent le système d'aération adopté et les machines employées à cet effet. - Les andains peuvent être exposés à l'air libre ou recouverts dépendant du climat et du taux d'humidité contenu dans les déchets.
Système à amas activé	Peut convenir	<p>Les andains doivent être retournés manuellement ou mécaniquement aux fins d'aération des tas et de mélange des déchets et afin de prévenir une accumulation excessive de la chaleur.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forte utilisation de terres requise - Coût faible en capital, mais aucun besoin d'équipements spéciaux ou de compétences particulières. - Les machines conçues spécialement pour le retournement des andains sont coûteuses en termes d'achat et de maintenance.
Système à amas statiques	Utilisation limitée	<ul style="list-style-type: none"> - Système plus coûteux en capital que le système à tas activés - Les andains ne sont pas retournés, mais sont aérés par le biais d'un réseau de tuyaux perforés se trouvant sous le tas de compost. - Ce système requiert peu d'espace, mais nécessite un système de pompage mécanique
Système «en réceptacle» (In-vessel system)	Pas adaptée	<ul style="list-style-type: none"> - système cher à construire et à opérer. - technologie plus avancée ; par conséquent, risques de panne plus élevés.

Système de compostage en tour	Pas adaptée	Système plus cher que le compostage en andains ; toutefois, compostage plus rapide, d'où les besoins en surfaces de terre réduits.
Compostage dans les champs et utilisation de compost provenant des décharges	Potentiel intéressant	<ul style="list-style-type: none"> - système pratiqué de manière informelle : les agriculteurs enfouissent des déchets organiques et du compost provenant des décharges afin d'enrichir les terres agricoles. - système qui présente des risques sérieux pour la santé et la sécurité, du fait de la présence de verreries ou de contaminants dans les déchets.
Lombricompostage	Peut convenir à petite échelle	<ul style="list-style-type: none"> - processus aérobique de compostage opérant à température peu élevée au cours duquel des vers décomposent mécaniquement et bio-chimiquement les matières organiques en les mangeant et en les digérant. - système qui requiert un labeur intensif et un contrôle minutieux des conditions de compostage. - système pas éprouvé à grande échelle.
Digestion anaérobique	Pas adaptée	<ul style="list-style-type: none"> - système qui requiert des apports élevés sur les plans financier et technique et qui, donc, convient surtout aux pays industrialisés.

2.3.3 Bien commercialiser le compost

On compare souvent à tort les vertus du compost avec celles des engrais. S'il ne fait aucun doute que le compost comporte des nutriments, sa véritable valeur réside dans sa capacité à conditionner le sol. Ajouté à la terre ou à un sol sablonneux, il accroît considérablement la capacité de ces derniers à retenir l'humidité et les nutriments artificiels et naturels ; par ailleurs, il favorise la régulation de la température, prévient l'érosion et contribue même à réduire les effets de certaines maladies des plantes.

Par conséquent pour favoriser la vente du compost, il faut éduquer le public sur les avantages qu'offre ce produit. Les actions éducatives ou de marketing suivantes peuvent être menées :

- faire en sorte que le compost soit utilisé dans les travaux publics et les programmes financés par les fonds publics
- subventionner le prix à la vente du compost
- enlever ou baisser les subventions sur les engrais chimiques
- faire connaître au public ou aux milieux d'affaires les expériences où l'emploi du compost s'est révélé avantageux
- encourager la production de compost de haute qualité.

Dans les cas où il existe très peu de matériaux convenant à la couverture des déchets dans les décharges comme c'est le cas dans de nombreux atolls des PEID, le compost en excès ou de basse inférieure constitue un excellent matériau de couverture, capable de supporter la croissance de la végétation. Ceci constituerait donc une bonne pratique à appliquer dans les atolls où les ressources en terre sont rares.

2.3.4 Impact de la technologie du compostage sur l'environnement

Le compostage comporte également des effets négatifs, vu qu'il donne lieu notamment à des odeurs désagréables, à du dioxyde de carbone et à d'autres gaz à effet de serre. Par ailleurs, il contribue au rejet de gaz par les équipements mécaniques et à la production du lixiviat si le processus n'est pas contrôlé comme il le faut.

Le lixiviat contient un taux élevé de DBO et certains phénols. Il faut faire en sorte que les écoulements de surface s'infiltrant dans le sol sous-jacent et soient recueillis et traités à l'aide de sables filtrants avant d'être déversés sur la terre ou dans l'eau. Il est nécessaire de surveiller correctement le taux d'humidité des déchets afin de prévenir la production du lixiviat.

2.3.5 Conclusions

Le compostage peut se faire à toute une variété d'échelles et selon des méthodes tout à fait différentes. Malgré le nombre important d'échecs subis par les installations de compostage, on dispose actuellement de suffisamment d'informations pour pouvoir évaluer les données propres à chaque situation.

Avant de lancer un projet de compostage, il convient d'examiner les éléments suivants : choix du site, composition des déchets qui serviront d'intrants, choix de la technologie appropriée, l'échelle du projet, la commercialisation du produit et les pratiques courantes en matières de compostage.

Dans les PEID, le compostage ne fait pas partie de pratiques courantes. Toutefois, vu les pressions résultant de la réduction de l'espace dans les décharges, la non-disponibilité de matériaux de couverture, le fort pourcentage des substances biodégradables dans les déchets et les problèmes généraux de gestion des déchets, le compostage pourrait, grâce à des actions de marketing ou d'éducation efficaces menées par les municipalités, devenir une technologie appropriée de gestion des déchets dans la région de l'océan Indien.

2.4 Incinération

L'incinération ou la combustion des déchets municipaux solides peut offrir une solution de rechange aux autres formes d'élimination lorsque les terres convenant aux décharges sont rares. Elle permet de réduire considérablement le poids (jusqu'à 75%) et le volume (jusqu'à 90%) des déchets à envoyer à la décharge. De plus, elle peut fournir de l'électricité à des fins domestiques et détruit les bactéries et les virus.

Dans ces conditions, il est surprenant qu'elle ne soit pas pratiquée davantage. La raison est que les avantages qu'elle procure sont annihilés par les coûts en capital et les coûts opérationnels, les impacts négatifs qu'elle induit sur l'environnement. Par ailleurs, les incinérateurs présentent pas des difficultés techniques à l'utilisation.

C'est ainsi en particulier que la production de substances dangereuses telles que les dioxines par les incinérateurs et leur ventilation constitue un sujet de préoccupation majeur. Les dioxines affectent gravement la santé et l'environnement. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), elles sont générées lorsque l'incinération ne se fait pas à des températures supérieures à 850°C (*Fact sheet, 1999*).

2.4.1 Bien choisir la technologie d'incinération

Avant de déterminer si l'incinération convient comme technologie d'élimination des déchets, il faut savoir que :

- il existe peu de terrains disponibles pour la création de décharges, ce qui permet à l'incinération d'offrir un bon rapport coût-efficacité
- la création d'un incinérateur soit accompagnée de la mise en place des dispositifs nécessaires pour contrôler les effets de l'installation sur l'environnement
- la taille et la situation de l'installation soit compatible avec les autres composants du système de gestion de déchets municipaux
- la combustion des déchets soit complète et se réalise de manière propre, c'est-à-dire, en permettant aux déchets de contenir suffisamment d'énergie pour pouvoir parvenir à la température de combustion appropriée (Pour ce faire, on pourra ajouter par exemples des combustibles tels que des bois à huile ou du charbon)
- il existe un marché qui achètera l'énergie produite.

Les tableaux suivants décrivent quatre technologies différentes d'incinération. Il s'agit :

- des incinérateurs à masse en combustion
- des incinérateurs modulaires
- des incinérateurs à lit fluidisé
- de la technologie produisant des combustibles à partir des déchets (combustibles dérivés de déchets - CDD)

Outre ces incinérateurs spécialement conçus pour la combustion des déchets, il est possible de brûler une certaine quantité des déchets municipaux dans des générateurs à essence ou des générateurs électriques à carburants mélangés. Dans bon nombre de PEID, il existe des générateurs à essence qui peuvent traiter certains types de déchets tels que les déchets hospitaliers dangereux. Plus de détails sont fournis dans la section sur les déchets dangereux.

Technologie d'incinération

Incinérateurs à masse en ignition

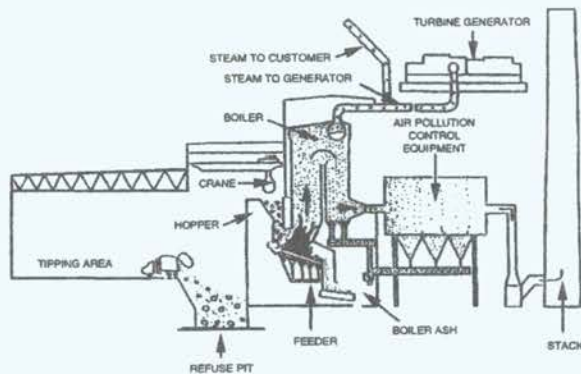


Schéma d'un incinérateur à masse en ignition typique (Source : PNUE, IETC Report 2)

Description de la technologie :

Il s'agit de la forme la plus courante d'incinération des déchets municipaux solides.

Les systèmes d'incinération à masse en ignition sont généralement constitués de soit deux soit trois unités d'incinération d'une capacité variant entre 50 et 1000 tonnes par jour (c'est-à-dire, une capacité totale quotidienne de 100 à 3 000 tonnes).

Ils peuvent accepter les déchets qui ont subi peu de pré-traitement si ce n'est l'enlèvement des objets volumineux.

Les déchets sont déposés sur le sol ou dans un trou afin d'être transportés continuellement pour alimenter un système à grille mobile qui brasse les déchets dans la chambre de combustion.

Bien que le système soit souple, il faut toutefois enlever les déchets ménagers dangereux (certains nettoyants et pesticides) afin de prévenir la pollution éventuelle de l'environnement ainsi que les métaux de rebut pour les recycler et les réutiliser.

Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- il existe peu de terres pour ouvrir de nouvelles décharges
- il est possible de mettre en place et de maintenir les systèmes permettant de contrôler ses effets sur l'environnement
- on recherche un système qui fasse appel à un niveau élevé de compétences, tant au niveau opérationnel qu'au niveau de la maintenance
- les températures sont maintenues au-dessus de 850°C

Etendue d'utilisation :

- Technologie pas utilisée dans les PEID-IMA.

Opération et maintenance :

- Un niveau élevé d'opération et de maintenance est requis. Si les systèmes de contrôle environnemental ne sont pas maintenus de manière régulière, la pollution de l'air qu'elle occasionne risque d'avoir des impacts négatifs considérables sur la santé humaine et l'environnement.

Avantages: (par rapport aux autres technologies d'incinération) :

- Les déchets requièrent peu d'opérations de pré-traitement.
- La technologie est appropriée et suffisamment flexible, permettant de traiter une grande variété de déchets.
- Elle est courante dans les pays développés.

Inconvénients / contraintes :

- Les coûts sont élevés.
- Elle requiert un niveau élevé d'opérations et de maintenance.
- Elle peut générer des impacts négatifs sur l'environnement.

Coût relatif :

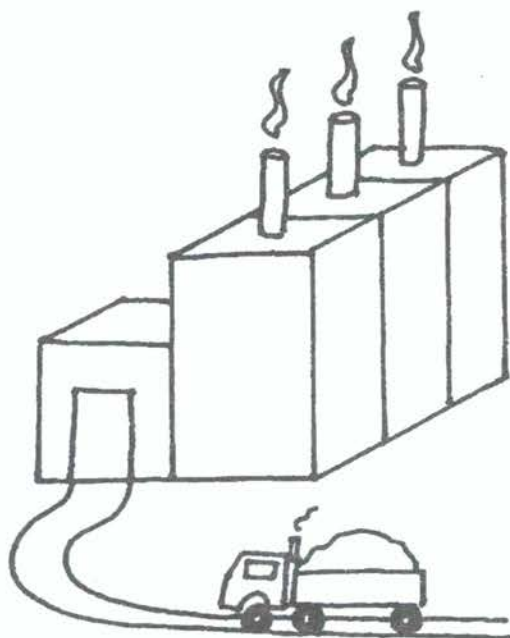
- Technologie coûteuse

Acceptabilité culturelle :

- Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.

Technologie qui convient :

- seulement lorsque les espaces nécessaires à l'ouverture de nouvelles décharges sont limitées ;
- lorsqu'on dispose des compétences techniques élevés pour assurer le fonctionnement et la maintenance de l'installation.

Technologie d'incinérations**Incinérateur modulaires**

(credit: UNEP- IETC : Directory of EST for waste management in Pacific SIDS)

Description :

Les incinérateurs modulaires sont généralement des unités préfabriquées, d'une capacité réduite (de 5 à 120 tonnes par jour). Généralement, un à quatre modules fonctionnent ensemble, atteignant ainsi une capacité totale de traitement de 400 tonnes, et fournissant de la vapeur pour le chauffage et l'électricité.

Les modules peuvent être opérés de manière continue ou de manière cyclique (par lots) dépendant des quantités de déchets à brûler.

Ils opèrent en utilisant deux chambres à combustion. Les gaz générés dans la première chambre s'écoulent vers une chambre de postcombustion, ce qui assure une combustion plus complète. Les déchets sont déposés sur le sol ou dans un trou avant d'alimenter continuellement un système à grille mobile qui brasse les déchets dans la chambre primaire de combustion.

Bien que le système soit souple, il faut toutefois enlever les déchets ménagers dangereux (certains nettoyants et pesticides) afin de prévenir la pollution éventuelle de l'environnement ainsi que les métaux de rebut pour les recycler et les réutiliser.

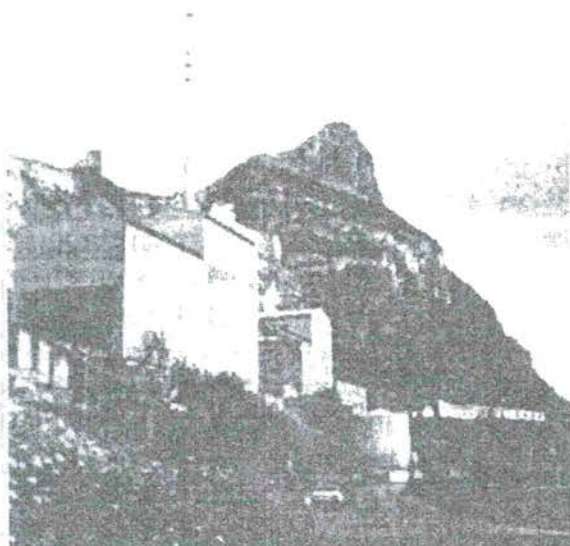
Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :

- il existe peu de terres pour ouvrir de nouvelles décharges
- il est possible de mettre en place et de maintenir les systèmes permettant de contrôler ses effets sur l'environnement
- on recherche un système qui fasse appel à un niveau élevé de compétences, tant au niveau opérationnel qu'au niveau de la maintenance
- les quantités à brûler sont moins importantes.

<p>Etendue d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie pas utilisée actuellement dans les PEID-IMA, mais peut servir des petites communautés. Peut convenir au traitement des déchets des aéroports. 	
<p>Opération et maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Un niveau élevé d'opération et de maintenance est requis. Si les systèmes de contrôle environnemental ne sont pas maintenus de manière régulière, la pollution de l'air qu'elle occasionne risque d'avoir des impacts négatifs considérables sur la santé humaine et l'environnement. 	
<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie idéale pour les petites communautés ● Elle répond à la demande du fait de son caractère modulaire ● Elle peut fonctionner de manière continue ou par lots. 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Les systèmes de contrôle de la pollution de l'air se sont parfois avérés inadéquats, et dans certains cas, peu fiables ● Technologie qui requiert des niveaux opérationnels et des niveaux de maintenance élevés
<p>Coût relatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie moins coûteuse que d'autres systèmes d'incinération des déchets municipaux solides 	<p>Acceptabilité culturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.
<p>Technologie qui convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● seulement lorsque les espaces nécessaires à l'ouverture de nouvelles décharges sont limitées ● lorsqu'on dispose des compétences techniques élevés pour assurer le fonctionnement et la maintenance de l'installation ● aux petites communautés ou aux petites îles. 	

Technologie d'incinération

Incinérateurs à lit fluidisé



Incinérateur à Gibraltar (Source : Warmer Bulletin)

Description :

Les incinérateurs à lit fluidisé sont utilisés de manière extensive au Japon où les installations traitent de 50 à 150 tonnes de déchets par jour.

Dans un système à lit fluidisé, la grille du chargeur est remplacée par un lit de pierres à chaux ou de sable qui se comporte comme un fluide lorsque l'air est pompé dans ce lit de sable à de hautes températures.

A la différence d'autres systèmes d'incinération des déchets municipaux solides, les systèmes à lit fluidisé requièrent en amont un pré-traitement des déchets (enlèvement des verres et des métaux et réduction de la taille des déchets).

Ils produisent de bons résultats, brûlant des déchets au taux d'humidité et de valeur calorifique divers. Par conséquent, les déchets à haute valeur énergétique tels que le papier et le bois peuvent être retirés des déchets aux fins de recyclage et de réutilisation. Ils sont donc davantage compatibles avec les systèmes de recyclage à taux élevé de récupération, dans lesquels les verres, les métaux, le papier et le bois sont enlevés avant l'incinération des déchets résiduels.

Cette technologies constitue une approche correcte lorsque :

- il existe peu de terres pour ouvrir de nouvelles décharges
- il est possible de mettre en place et de maintenir les systèmes permettant de contrôler ses effets sur l'environnement
- on recherche un système qui fasse appel à un niveau élevé de compétences, tant au niveau opérationnel qu'au niveau de la maintenance
- les quantités à brûler sont moins importantes.

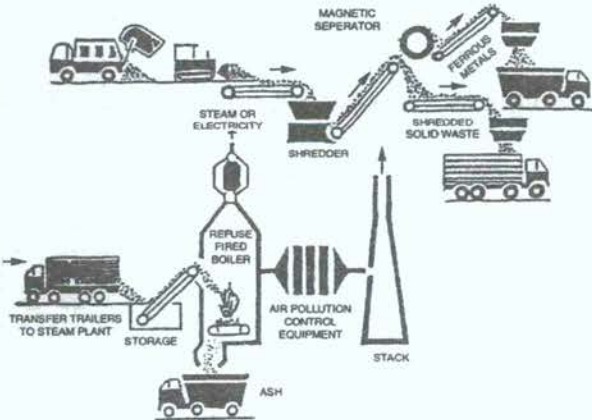
Etendue d'utilisation :

- Technologie pas utilisée actuellement dans les PEID-IMA ; utilisée au Japon et dans certains pays européens.

Opérations et maintenance :

- Un niveau élevé d'opération et de maintenance est requis. Si les systèmes de contrôle environnemental ne sont pas maintenus de manière régulière, la pollution de l'air qu'elle occasionne risque d'avoir des impacts négatifs considérables sur la santé humaine et l'environnement.

<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie plus efficace que les incinérateurs à masse en combustion à échelle réduite. ● Elle permet un contrôle plus efficace réduisant la pollution causée par les résidus de cendre. ● Elle est plus compatible avec la politique de récupération ou de recyclage. 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie relativement récente. Doit encore faire ses preuves. ● Les déchets doivent être soumis à un plus grand nombre d'opérations de traitement.
<p>Coût relatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie coûteuse : il n'est pas certain qu'elle soit plus économique que d'autres systèmes d'incinération. 	<p>Acceptabilité culturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.
<p>Technologie qui convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● seulement lorsque les espaces nécessaires à l'ouverture de nouvelles décharges sont limitées ; ● lorsqu'on dispose des compétences techniques élevés pour assurer le fonctionnement et la maintenance de l'installation. 	

<p>Technologie d'incinération</p> <p>Incinération par combustible dérivé des déchets (CDD)</p>  <p>Le schéma illustre le processus de CDD. À l'entrée, des camions déversent des déchets sur un tapis roulant. Les déchets passent par un séparateur magnétique qui extrait les métaux ferreux. Ensuite, ils sont broyés dans un broyeur. Les résidus solides broyés sont transportés vers une plateforme de stockage. Les déchets sont ensuite chargés sur des remorques pour être transportés vers une centrale à vapeur. Dans la centrale, les déchets sont brûlés dans une chaudière à déchets. Les gaz de combustion passent par un équipement de contrôle de la pollution de l'air avant d'être évacués par une cheminée. Les résidus solides sont évacués par un camion à benne basculante.</p>	<p>Description :</p> <p>L'expression s'emploie de manière large pour désigner toute forme de déchet utilisé comme combustible.</p> <p>Toutefois, elle désigne plus souvent les déchets qui ont été pré-traités de manière mécanique et transformés en combustible plus homogène et facile à stocker et à transporter.</p> <p>Il faut distinguer entre les composants de production et les composants d'incinération.</p> <p>La complexité des opérations de pré-traitement rend les systèmes d'incinération par CDD plus coûteux que les incinérateurs à masse en ignition.</p> <p>Lors du pré-traitement par CDD, les déchets sont déversés sur un parquet basculant et sont acheminés sur des tapis roulants. Selon les types de déchets et selon l'utilisation qui en sera faite finalement, ils sont triés, passés au crible, déchiquetés, broyés et palletisés.</p>
<p>Schéma d'une installation de CDD indiquant le pré-traitement, l'incinération et le contrôle de la pollution de l'air (Source : PNUE, IETC Report 2)</p>	<p>Cette technologie constitue une approche correcte lorsque :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● il existe peu de terres pour ouvrir de nouvelles décharges

	<ul style="list-style-type: none"> ● il est possible de mettre en place et de maintenir les systèmes permettant de contrôler ses effets sur l'environnement ● on recherche un système qui fasse appel à un niveau élevé de compétences, tant au niveau opérationnel qu'au niveau de la maintenance.
<p>Etendue d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie pas utilisée actuellement dans les PEID-IMA ; peut se révéler appropriée pour l'incinération des déchets municipaux et servir de combustible en remplacement du bagasse durant la période d'inter-coupe dans la pays producteurs de sucre de canne. 	
<p>Opération et maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Un niveau élevé d'opération et de maintenance est requis. Si les systèmes de contrôle environnemental ne sont pas maintenus de manière régulière, la pollution de l'air qu'elle occasionne risque d'avoir des impacts négatifs considérables sur la santé humaine et l'environnement. 	
<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie cadrant davantage avec la politique de récupération et de recyclage des déchets. ● Elle permet un enlèvement efficace des matières recyclables et des contaminants. ● Le CCD peut être utilisé dans toute une gamme d'opérations de combustion. 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie à forte dépendance à l'égard de la mécanique.
<p>Coût relatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie plus coûteuse du fait de la nécessité de pré-traiter soigneusement les déchets. ● Il est probable que les coûts de pré-traitement seront élevés. 	<p>Acceptabilité culturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aucun cas connu de non-acceptation pour des raisons culturelles.
<p>Technologie qui convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● seulement lorsque les espaces nécessaires à l'ouverture de nouvelles décharges sont limitées ; ● lorsqu'on dispose des compétences techniques élevés pour assurer le fonctionnement et la maintenance de l'installation. 	

2.4.2 Effets sur l'environnement causés par les technologies d'incinération

Les technologies d'incinération constituent des sources majeures de pollution puisqu'elles génèrent deux sous-produits : des rejets de gaz et des résidus de cendre qui, s'ils ne sont pas contrôlés convenablement, peuvent nuire considérablement à l'environnement.

Les résidus de cendre proviennent de l'incinérateur (dépôts de cendre) et des particules provenant des gaz d'échappement. Ils contiennent de fortes quantités d'éléments contaminants et doivent donc être manipulés avec soin lorsqu'ils sont mis en décharge afin d'empêcher ces contaminants de suinter et ainsi, de polluer les eaux souterraines ou les eaux de surface. Les cendres sont mises en décharge dans des cellules séparées installées à l'intérieur des décharges communes ou sont placées dans des décharges aménagées spécialement à côté du site d'incinération pour accueillir des cendres.

Les rejets de gaz contiennent une quantité importante de contaminants tels que les dioxines. Ces dernières sont des composés susceptibles d'affecter le système endocrinien car elles irritent les hormones endocriniennes. Elles affectent les personnes par inhalation directe, par ingestion d'aliments contaminés, ou par contact avec la peau. On peut réduire considérablement les quantités de contaminants dans les rejets de gaz en utilisant les «laveurs d'air» (épurateurs) appropriés. Toutefois, ces derniers doivent être constamment surveillés au niveau du fonctionnement et entretenus afin qu'ils puissent maintenir toute leur efficacité.

L'entretien de ces instruments ne peut être assuré que par des techniciens hautement qualifiés. Par ailleurs, il doit s'insérer dans un cadre de politique générale de gestion des déchets, qui - sans nul doute - provoquera les dépenses en capital nécessaires.

D'autres éléments qui entrent ligne de compte sont la proximité de l'incinérateur par rapport aux zones habitées, les conditions météorologiques et la situation géographique.

Ces facteurs seront ceux dont il faudra impérativement prendre en considération lorsqu'on envisagera d'avoir recours à l'incinération pour éliminer des déchets.

2.4.3 Conclusion

Globalement, pour que la mise sur pied d'installations d'incinération, leur exploitation et leur maintenance se fassent dans des conditions qui soient propices à l'environnement, il faut disposer de compétences techniques élevées. A ce jour, la majorité des technologies correctes d'incinération n'ont été utilisées que dans les pays développés, lesquels disposent suffisamment de compétences techniques et de ressources financières. Bien que, dans bon nombre de PEID, il soit nécessaire que des solutions de rechange soient trouvées pour remplacer la mise en décharge, il n'est pas certain pour l'instant que l'incinération soit une solution qui convienne compte tenu du manque de compétences techniques et de l'absence de soutien financier nécessaires à la mise en place de telles installations.

2.5 Décharges et autres méthodes d'élimination sur des espaces de terre

Si l'on veut établir un programme valable de gestion des déchets municipaux, il convient d'examiner toutes les possibilités de gestion avant d'opter pour l'élimination sur des terres (l'enfouissement). Il est regrettable que dans bon nombre de cas, l'on ait recours qu'à cette solution particulièrement si l'on considère que des sites d'élimination existent déjà.

L'élimination sur des déchets se fait sur trois types de décharge :

- (a) les décharges ouvertes
- (b) les décharges contrôlées
- (c) les décharges sanitaires.

Bien que ces trois types de décharge puissent être considérés comme faisant partie d'un continuum, il existe des différences le long de ce continuum.

2.5.1 Décharges ouvertes

Les décharges ouvertes sont très courantes dans les PEID-IMA, pays où la mise en décharge des déchets s'est développée sans planification réelle alors que dans le même temps, il est devenu de plus en plus nécessaire de trouver des moyens de se débarrasser des déchets non biodégradables.

Les décharges possèdent généralement les caractéristiques suivantes :

- elles sont mal situées
- leur capacité est inconnue
- il n'existe pas de planification quant aux différentes cellules qui la constitueront
- peu de travaux, voire aucun travail préalable d'aménagement n'ont été entrepris
- il n'existe pas de système de gestion du lixiviat
- il n'existe pas de système de gestion des gaz générés sur le site
- le site n'est recouvert qu'occasionnellement
- les déchets ne sont pas compactés
- le site n'est pas clôturé
- les opérations ne sont pas enregistrées
- les fouilleurs d'ordures ont accès au site, récupèrent des objets et s'adonnent à des activités de commercialisation.

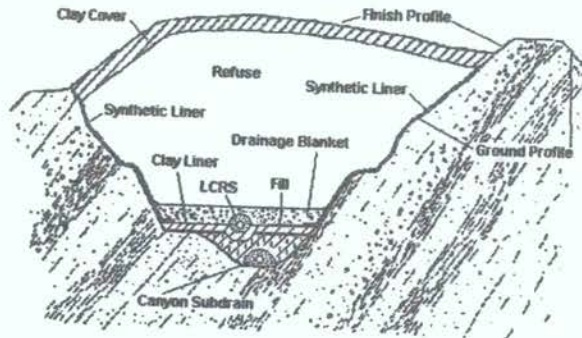
Dans de nombreux cas, il n'a pas été malheureusement possible, en raison du manque de terres et de matériaux de couverture et en raison des contraintes financières, de développer autre chose qu'une décharge ouverte. A cela s'ajoute le manque d'éducation du public à propos de l'élimination des déchets, le manque de planification et l'absence de cadres législatif ou administratif susceptibles de favoriser l'utilisation de technologies plus appropriées de gestion des déchets municipaux solides.

Bien que courante dans les PEID, l'élimination des déchets dans des décharges ouvertes ne devrait pas être considérée comme une méthode appropriée, particulièrement eu égard aux écosystèmes fragiles des PEID.

C'est pour cette raison que cette option ne sera plus examinée dans le présent inventaire. Toutefois, on pourra tenir compte des questions qui ont été discutées plus haut lorsqu'on voudra améliorer la gestion des sites ouverts existants.

2.5.2 Résumés des technologies de mise en décharge

Technologies de mise en décharge : Décharge contrôlée



Coupe transversale d'une décharge contrôlée.

Source : www.lalc.k12.ca.us/uclasp/issues/landfills

<p>Description:</p> <p>Une décharge contrôlée présente généralement les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● conditions hydro-géologiques prises en ligne de compte lors de l'aménagement du site ● capacité prévue ● absence de planification des cellules ● travaux de nivellement effectués et mise en place d'un système d'écoulement des eaux lors de son aménagement ● Gestion partielle du lixiviat 	<ul style="list-style-type: none"> ● Absence de gestion des gaz (ou alors gestion partielle) ● Couverture régulière du site ● Compactage dans certains cas ● Site clôturé ● Système rudimentaire d'enregistrement des opérations ● Contrôle sur la fouille d'ordures et les activités de commercialisation des objets récupérés
<p>Etendue d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Utilisation limitée 	
<p>Avantages: (par rapport à d'autres technologies de mise en décharge)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● réduction des risques de contamination de l'environnement ● planification à long terme ● meilleur écoulement des eaux de pluie ● durée de vie étendue ● contrôle sur les accès et sur son utilisation ● bon système d'enregistrement des données ● autorisation accordée aux fouilleurs d'ordures de récupérer des matières 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● limitation éventuelle des possibilités d'accès au site ● décomposition plus lente dû à la réduction de l'humidité ● accroissement des coûts et maintenance intensive ● réduction des matières récupérées vu le contrôle accru sur les fouilleurs d'ordures

Coût relatif :

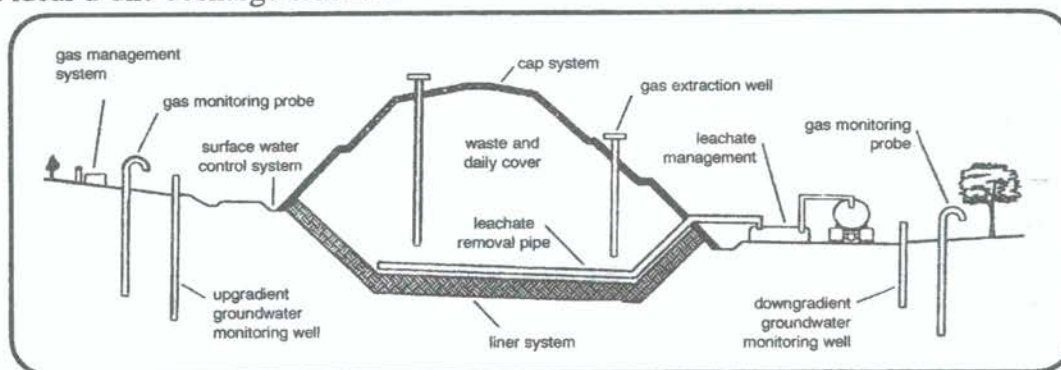
- Technologie plus coûteuse que le mise en décharge ouvert dû à l'accroissement des mesures prises en vue de protéger l'environnement
- Coûts opérationnels plus élevés dû aux opérations de compactage, de couverture, etc., sus-mentionnées.

Technologie qui convient :

- Lorsque des nouveaux sites sont mis en opération et lorsqu'on peut mettre les décharges existantes à niveau
- Lorsque des sites appropriés sont disponibles

Technologies de mise en décharge : Décharge sanitaire

Schéma idéal d'une décharge sanitaire



(credit: Paul C. Rizzo Associates)

Description :

Une décharge sanitaire présente généralement les caractéristiques suivantes :

- site choisi après évaluation des risques possibles pour l'environnement
- capacité planifiée
- aménagement des différentes cellules préparé avec beaucoup de soin
- gestion complète du lixiviat
- gestion complète des gaz
- site recouvert quotidiennement et ce jusqu'à la fin
- compactage
- site clôturé et muni de barrières
- enregistrement des données sur les quantités, types et sources de déchets
- aucune activité de fouille d'ordures ou de commercialisation d'objets récupérés.

Etendue d'utilisation :

- Maurice, les Seychelles, la Réunion

Opération et maintenance ;

- nécessite un opérateur ayant des compétences précises dans la gestion de ce genre de sites.

<p>Avantages (par rapport aux autres types de décharge) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● risques minimum de pollution de l'environnement ● permet la planification à long terme ● meilleur écoulement des eaux de pluie ● durée de vie étendue ● accès et utilisation sécurisés ● réduction des risques liés aux gaz et au lixiviat ● bon système d'enregistrement des données ● suppression des risques pesant sur les fouilleurs d'ordures 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● site plus difficile d'accès et allongement du processus d'identification du site ● décomposition plus lente des déchets dû à l'humidité moindre ● accroissement des coûts des opérations et de maintenance ● possibilité de réduction des matières récupérées dû à l'interdiction d'accès pesant sur les fouilleurs d'ordures ● déplacement des fouilleurs d'ordures
<p>Coût relatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technologie plus coûteuse que le mise en décharge ouvert dû à l'accroissement des mesures prises en vue de protéger l'environnement ● Coûts opérationnels plus élevés dû aux opérations de compactage, de couverture, etc., sus-mentionnées. 	
<p>Technologie qui convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Lorsque des nouveaux sites sont mis en opération et lorsqu'on peut mettre les décharges existantes à niveau ● Lorsque des sites appropriés sont disponibles 	

2.5.3 Pratiques correctes en matière de mise en décharge

Lorsqu'on envisage de créer une nouvelle décharge, il convient d'adopter des pratiques correctes comme indiqué ci-après. Ces pratiques sont également à utiliser comme jauge d'évaluation des décharges existantes.

- (a) identifier un site approprié
- (b) mettre en place des dispositifs de gestion du lixiviat et minimiser les effets induits par ce dernier sur l'environnement
- (c) mettre en place des dispositifs de gestion des gaz afin de réduire les risques y relatifs
- (d) sécuriser l'accès à la décharge
- (e) compacter les déchets et recouvrir le site
- (f) mettre en place un système de documentation des procédures opérationnelles, former les employés et mettre en place des programmes de sécurité
- (g) établir et entretenir de bonnes relations avec la communauté locale
- (h) planifier la fermeture et l'après-fermeture du site.

a) Identifier un site approprié

La première étape - et la plus difficile - consiste à identifier un site approprié. A cet égard, les éléments suivants sont à prendre en considération :

- la capacité de la décharge, qui sera fonction des quantités de déchets prévues et de sa durée de vie souhaitée (idéalement de 10 à 20 ans)
- la participation du public (ce qui assurera que tous les problèmes touchant le public et tous les sujets d'inquiétude seront abordés ou prises en considération)
- les conditions hydro-géologiques (un type de sol approprié ou des rocs imperméables réduiront au minimum le risque que le lixiviat atteigne les nappes phréatiques)
- l'emploi de matériels de couverture appropriés qui doivent être en quantité et en qualité suffisantes
- l'accessibilité du site (ce dernier doit être suffisamment proche d'une source d'eau afin que soient minimisés les coûts de transport) ; toutefois, les effets sur l'environnement priment sur toute autre considération dans l'exercice d'identification du site. Il est approprié de mettre sur pied des stations de transfert lorsque les décharges sont trop éloignées des sources de déchets
- la distance du site par rapport aux aéroports (il doit en être le plus éloigné possible pour éviter les accidents avec les oiseaux).

Outre les facteurs susmentionnés, la décharge ne doit pas être située dans une zone exposée aux vents, près des installations assurant des services tels de la fourniture d'eau potable, qu'il s'agisse de l'eau de source ou de l'eau de surface, des réseaux du tout-à-l'égout, du gaz ou d'électricité ou près des zones résidentielles, des lieux fortement fréquentés, des écoles, etc.

b) Mettre en place des dispositifs de gestion du lixiviat

Il s'agit d'un facteur à prendre impérativement en considération dans la conception et l'exploitation d'un site sécurisé. Le lixiviat se forme lorsque l'eau de pluie s'infiltré dans les déchets en décomposition. Elle s'écoule jusqu'au fond de la décharge, portant avec elle des contaminants sous forme soluble potentiellement toxiques. Afin de minimiser le risque que le lixiviat ne s'échappe jusqu'aux zones de surface environnantes ou n'atteignent les eaux souterraines, on adopte les technologies suivantes :

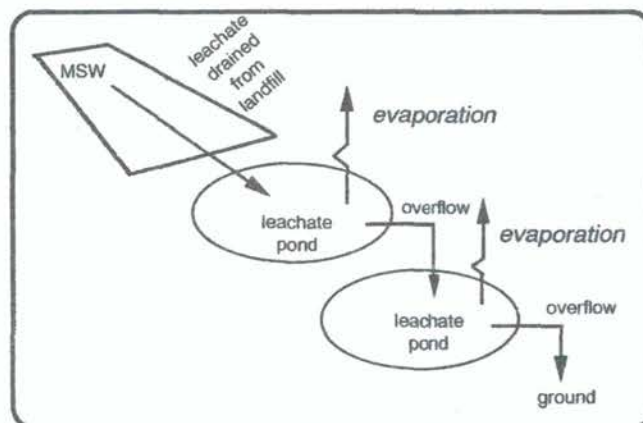
- **Placement d'une chemise (garniture) imperméable sous les déchets.** Il peut s'agir soit d'une paroi naturelle composée de matières insitu d'argile de roche de fond d'une perméabilité suffisamment basse (normalement $< 1 \times 10^{-9}$ m/s), soit d'une paroi fabriquée en argile ou en matières synthétiques. De nos jours les types de paroi utilisés sont fait de matières naturelles du sol mélangées à des matières synthétiques, constituant ainsi une paroi composite qui possède les qualités de deux types de matière qui la composent. Les parois en argile sont plus épaisses (généralement 600-900 mm) et donc plus résistantes aux dégâts que peuvent occasionner les matières pointues contenues dans les déchets. L'argile absorbe aussi les contaminants qui se trouvent dans le lixiviat. Les parois en plastique (par exemple 1-2 mm HDPE) sont très imperméables mais elles peuvent être plus facilement endommagées en raison de leur merceur.

Là où il n'existe pas de sols contenant de l'argile (par exemple les atolls ou les pays volcaniques), on peut utiliser une G.C.L. (Geosynthetic Clay Liner). Une G.C.L est une paroi fabriquée avec de la poudre de bentonite mélangée à des géofabriques pour obtenir une couche mince et très imperméable. Une paroi en GCL de 10-12 mm aura un taux de suintement égal à une paroi en argile de 600 mm, sans pour autant avoir la même capacité d'absorption.

Tous les systèmes de parois doivent être protégés par du sable ou des géofabriques pour éviter des dégâts par les égoûts ou les déchets qui se trouvent au dessus. Il sera nécessaire de bien concevoir le système d'écoulement du lixiviat et le captage afin de réduire au minimum la quantité de lixiviat au dessus des parois et, ce faisant, minimiser toute possibilité de fuites.

- **Minimisation des volumes d'eau pluvial entrant dans le stock de déchets.** Pour ce faire, on recouvre les déchets dans des cellules contrôlées et on place une chemise recouvrante finale lorsque la décharge est complétée. On peut également réduire les infiltrations d'eau de pluie en nivelant la décharge de telle sorte que l'eau s'écoule en surface. Dans ce cas, on recueille les eaux d'orages dans un bassin et on les laisse se déposer avant de les évacuer.
- **Collecte du lixiviat.** Le lixiviat qui se dépose sur une chemise s'accumule ; il existe des possibilités qu'il s'échappe s'il n'est pas collecté et enlevé. Pour ce faire, on peut soit mettre en place un puisard au point le plus bas de la chemise ou en nivelant la base de la décharge afin de permettre au lixiviat de s'écouler par gravité hors de la décharge. Pour accroître l'efficacité du système de drainage, on place des tuyaux perforés et/ou une couche de graviers rugueux au-dessus de la chemise imperméable. Le lixiviat ainsi collecté est alors transféré vers un système de traitement des eaux usées ou vers des bassins en vue d'un traitement futur. Le drainage par gravité constitue la méthode la plus appropriée car il permet d'éviter d'avoir recours à des systèmes de pompage qui seraient coûteux du fait de la nature corrosive du lixiviat.

- **Traitement du lixiviat.** Le lixiviat contient généralement des quantités importantes de DBO et de DCO et ne doit pas être évacué vers un cours d'eau. Pour supprimer les risques liés à son élimination, il convient de le faire subir des traitements biologiques et/ou physiques.
- **Remise du lixiviat en circulation.** Il s'agit de refaire circuler le lixiviat dans les déchets se trouvant dans les décharges. Il a été montré que cette technique accroît la production de méthane, ce qui constitue un avantage lorsque ce dernier est récupéré aux fins de production d'énergie. Elle accélère également la décomposition des déchets. Cette technologie, bien que récemment mise au point, se présente comme prometteuse dans le cas où les décharges sont dotées de chemises appropriées et de systèmes de récupération des gaz aux fins de production d'énergie. Toutefois, elle accroît les risques que le lixiviat ne transperce la chemise, obstrue le système de drainage et accroît les odeurs désagréables.
- **Nivellement de la base de la décharge.** Lorsqu'il n'est pas possible de sécher les déchets au préalable et qu'il n'existe pas de terres ou de rochers appropriés pour supporter les chemises, il faut davantage niveler la base de la décharge et y installer un système bien réparti de collecte du lixiviat, ce qui réduira la quantité du lixiviat s'échappant du site pour atteindre les nappes phréatiques. Le coût de la décharge s'en trouvera augmenté, mais cette technique peut se révéler plus économique que si on importait des argiles pour installer une chemise.
- **Collecte par gravité et évaporation.** Selon cette technique, le lixiviat s'écoule par gravité vers un bassin se situant en aval et doté d'une chemise étanche où on le laisse s'évaporer. On peut utiliser plusieurs bassins comme détaillé dans le dessin afin de permettre l'évaporation et le traitement biologique naturel. La taille de ces bassins doit être calculée en fonction de l'équilibre hydraulique du lixiviat et des paramètres concernant l'évaporation et de la pluviosité.



(Credit: UNEP; IETC TPS 6)

c) **Mettre en place des dispositifs de gestion des gaz afin de réduire les risques y relatifs**

Les gaz produits dans les décharges sont un mélange de méthane et d'oxyde de carbone résultant de la décomposition des matières organiques contenues dans les déchets. Les gaz émis dans les décharges sont hautement inflammables. Ils sont plus denses que l'air et ont donc tendance à se concentrer dans les lieux creux et les cavités ainsi que les soubassements, constituant ainsi des risques certains d'explosion et de suffocation.

Dans les PEID, la production de gaz méthane dans les décharges ouverts sera probablement minimale. De plus, tous les gaz qui sont produits sont susceptibles de s'échapper en dehors de la décharge et d'être dispersés par les brises de mer.

Lorsque les gaz des décharges soulèvent des problèmes, une solution passive à faible coût consiste à installer sous la décharge un certain nombre de tuyaux verticaux perforés. Sous l'effet de la pression naturelle, les gaz produits par les déchets s'échappent par les tuyaux et se répandent ou brûlent à la surface.

Une autre solution, plus active, à adopter dans une décharge dotée pleinement de chemises, consiste à collecter les gaz en utilisant un réseau de tuyaux et de pompes et de les traiter en vue de les utiliser pour le chauffage ou la production d'électricité. Cette technique comporte plus de risques et, plus exigeante sur le plan technique, est plus coûteuse que le système passif.

d) Sécuriser l'accès à la décharge et enregistrer les volumes et les types de déchets apportés à la décharge

L'installation de clôtures autour de la décharge a pour but d'interdire les animaux nuisibles d'y pénétrer. Par ailleurs, il faut l'entourer soit par une haie soit par des arbres afin de le masquer des regards et de réduire les effets des vents.

Un point de contrôle devrait être installé à l'entrée. Y sera posté un préposé chargé d'enregistrer les volumes et les types de déchets apportés à la décharge.

e) Compacter et couvrir le site quotidiennement

Le compactage des déchets permet l'entreposage d'une quantité maximale de déchets à l'intérieur du site, ce qui permet d'étendre la durée de vie de cette dernière. Toutefois, il faudra alors employer des compacteurs mécaniques lourds, d'où des coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance élevés. Ainsi, lorsqu'on ne dispose pas des ressources financières et techniques nécessaires, il n'est pas judicieux d'avoir recours à compacteurs spécialisés. Toutefois, on peut effectuer le compactage jusqu'à un certain point en employant des véhicules de collecte (tracteurs, remorques, bulldozers, etc.).



(Credit: SPREP 1998)

La couverture quotidienne des déchets vise à empêcher ces derniers d'être emportés par le vent et d'attirer les oiseaux, les mouches et les rongeurs et de produire des odeurs désagréables. Elle facilite également l'écoulement des eaux en surface durant la pluie. Elle est généralement considérée comme une pratique correcte. Toutefois, lorsqu'il n'est pas possible d'y avoir recours, et dans les cas où les déchets n'attirent pas les mouches et les oiseaux, il n'est pas tout à fait nécessaire d'utiliser des matériels de couverture.

f) Mettre en place un système de documentation des procédures opérationnelles, former les employés et mettre en place des programmes de sécurité.

Pour faire en sorte que la décharge soit opérée et gérée de manière rationnelle et appropriée durant toute sa vie (soit entre 5 et 25 ans, voire plus), il importe de mettre en place un système de documentation des procédures opérationnelles qui soit transparent. De plus, la formation des employés et le déroulement de programmes de sécurité contribueront à assurer que la décharge est opérée d'une manière propice à l'environnement et sans présenter de risques pour la sécurité de l'homme.

g) Etablir et maintenir de bonnes relations avec la communauté

Les premières personnes affectées par les opérations se déroulant dans les décharges sont les voisins immédiats et la communauté locale. Il est donc nécessaire d'établir de bonnes relations avec ces groupes. Ceci permet de bien comprendre les problèmes auxquels ils sont confrontés et ainsi d'y trouver des remèdes au fur et à mesure qu'ils surgissent. Souvent, le bon fonctionnement des décharges et, de manière plus générale, la stratégie globale de la gestion des déchets solides, est fonction du degré de participation du public.

h) Planifier la fermeture et l'après-fermeture du site

Une fois la décharge remplie jusqu'à sa pleine capacité, il est nécessaire de la recouvrir d'une couche finale afin de la sceller et effectuer les dernières touches. On effectuera ces dernières opérations en prenant en ligne de compte l'usage qui sera fait du site après la fermeture de la décharge. Ainsi, une surface finale en pente raide minimisera l'infiltration des eaux de pluie et, partant, les quantités de lixiviat produites. Toutefois, il est possible que ce soit une surface plane qui soit requise (parking, centre de loisirs, terrain de sport, etc.).

3.0 Déchets dangereux

Les déchets dangereux sont des déchets constituant un risque immédiat ou à long terme aux humains ou à l'environnement d'une manière générale. Ils peuvent être toxiques, corrosifs, inflammables, infectieux ou explosifs. Ils doivent de ce fait faire l'objet d'une attention spéciale aux niveaux de la manipulation, du traitement, et de l'élimination.

Les déchets dangereux doivent, comme tout autre type de déchet, gérés selon la hiérarchie appliquée dans le système de gestion intégrée, à savoir dans l'ordre : minimisation des déchets, récupération des ressources, recyclage, traitement, élimination finale.

La liste suivante indique les différents types de déchets dangereux présents dans les PEID-IMA :

- (a) les déchets médicaux (générés par les hôpitaux, les cliniques, et les laboratoires),
- (b) les boues issues du système du tout-à-l'égout,
- (c) les déchets industriels,
- (d) les solvants usés générés par des laboratoires,
- (e) les déchets dangereux résultant d'activités ménagères ou agricoles (peintures à l'huile, solvants pour peinture, produits de conservation du bois, herbicides, pesticides, nettoyants ménagers, huiles de vidange, antigel, batteries, etc.),
- (f) les huiles usées,
- (g) les batteries,
- (h) l'amiante.

Pour bien gérer de tels déchets, il importe de bien comprendre les risques qu'ils constituent tant pour la santé de l'homme que pour l'environnement. Une fois que les risques auront été compris, il sera alors possible de mettre en place les dispositifs convenant à la manipulation et à l'élimination de tels déchets.

3.1 Réduction des déchets dangereux

Les déchets dangereux sont générés par toute une série d'activités industrielles, commerciales, agricoles, voire ménagères. Ils peuvent prendre la forme de gaz, d'effluents, de liquides, de boues ou de solides. Leur prévention dépend fortement des processus menant à leur production et à la nature de chaque activité. La première mesure à prendre pour les prévenir consiste à réduire à la source les quantités de déchets générés ainsi que les dangers qui leur sont intrinsèques.

Les moyens à employer pour réduire les déchets à la source sont donc étroitement liés aux processus industriels qui les génèrent.

Pour réduire les déchets à la source, on peut prendre entre autres les mesures suivantes :

- faire une bonne économie domestique,
- remplacer les matières employées,
- modifier les processus industriels,
- changer d'équipements,
- réutiliser et recycler les déchets, et récupérer les ressources.

On s'accorde généralement à dire qu'il faudra de nombreuses années pour mettre en oeuvre certaines de ces mesures dans les îles. Toutefois, d'autres sont peu coûteuses et peuvent être prises dans un délai très bref.

3.1.1 Faire une bonne économie domestique

Pour éviter d'accumuler des stocks de matières dangereuses dans les foyers, il convient de bien gérer les stocks de produits et n'acheter que les quantités exactes de produits chimiques et autres matières dangereuses requis. Il faut également bien prendre note de tous les produits chimiques achetés et de maintenir les quantités à un niveau minimum. On peut chercher des moyens d'éviter de les répandre ou de les gaspiller en procédant à des évaluations "environnementales" internes. On prendra particulièrement soin de prévenir le risque de contamination en s'assurant que les matières, produits ou déchets ne se répandent pas ou ne s'échappent pas accidentellement durant leur stockage ou leur transfert. Toute matière qui s'est répandue ou échappée doit être collectée aux fins de réutilisation.

3.1.2 Remplacer les matières employées

Lors de processus industriels, on peut réduire les déchets à la source en remplaçant les matières dangereuses par des substituts qui le sont moins. Ceci comporte des risques de coûts additionnels vu que les produits de substitution coûtent plus cher.

Ainsi, on peut remplacer les encres à base de solvants, les teintures et les peintures par leurs équivalents à l'eau. De même, les produits contenant des métaux lourds tels que le cadmium, le cuivre, le chrome, le nickel, et le plomb peuvent être remplacés par des produits où de tels métaux sont absents.

On peut supprimer l'emploi des biphényles polychlorés comme transformateurs de fluides d'électriques.

3.1.3 Modifier les processus industriels

Afin de réduire les déchets générés par les processus industriels appliquées à tout processus industriel, il convient notamment de :

- s'assurer que la question de la réduction des déchets soit prise en ligne de compte lors des étapes initiales de tout nouveau projet et soit intégrée dans l'ensemble du processus ;
- améliorer l'efficacité des processus de production en utilisant de nouveaux paramètres ou en modifiant les équipements de façon à les rendre plus efficaces sur le plan opérationnel;
- saisir les occasions pour recycler les matières, et pour récupérer les déchets et les réutiliser comme ressources ou comme source alternative d'énergie ;
- avoir recours à un système de pré-traitement afin de réduire les coûts de l'élimination des déchets et d'en augmenter la sécurité.

3.1.4 Changer d'équipements

Il convient souvent de changer d'équipements. Ainsi, adopter un système de filtration à pression automatique moderne peut procurer entre autres avantages :

- accroissement de l'efficacité du système de filtration ;
- amélioration de la pureté du filtrat ;

- réduction des produits chimiques lavables dans la croûte déposée au fond du filtre ;
- réduction de l'eau de lavage générée, généralement de 1 à 3 fois la masse de la croûte.

3.1.5 Réutiliser et recycler les déchets, récupérer les ressources

La réutilisation et le recyclage des déchets ainsi que la récupération des ressources peuvent constituer des solutions de rechange présentant un bon rapport coût-efficacité au traitement et à l'élimination de certains déchets et des ressources. Les obstacles à ces opérations sont précisés comme suit :

- l'efficacité de tels processus est trop souvent fonction de la "pureté" des déchets ;
- lorsqu'on ne trie pas les déchets convenant à la réutilisation, au recyclage et à la récupération, on rate des opportunités de récupération ou de recyclage.

Tableau IV -Déchets convenant à la réutilisation, au recyclage et à la récupération

Déchets	Comment les réutiliser ou les récupérer
Acides et alcalins	Les réemployer dans des usages qui requièrent un degré plus faible de pureté
Solvants	Les réemployer dans des usages qui requièrent un degré plus faible de pureté Récupérer le solvant (par exemple les résidus de peintures en utilisant des évaporateurs à surface lisse) Les récupérer (par exemple, en utilisant des évaporateurs à surface lisse) Les distiller Distiller par fractionnement les mélanges contenant des solvants
Hydrocarbures	Les réemployer dans des usages qui requièrent un degré plus faible de pureté Les raffiner à nouveau Les utiliser comme carburant de qualité inférieure
Métaux lourds	Les récupérer par précipitation à partir des solutions et les raffiner à nouveau Récupération par électrolyse à partir de solutions contenant les métaux (par exemple des solutions d'électrodéposition)
Métaux précieux	Les récupérer par précipitation à partir des solutions et les raffiner à nouveau Récupération par électrolyse à partir de solutions contenant les métaux (par exemple des solutions d'électrodéposition)
Eaux-fortes	Récupérer les métaux lourds (par exemple, du cuivre à partir d'agents de gravure cuivrés).

3.2 Traitement et élimination

Les procédés de traitement des déchets dangereux peuvent être rangés en quatre groupes :

- procédés mécaniques
- procédés physico-chimiques
- procédés thermiques
- mise en décharge.

3.2.1 Procédés mécaniques de traitement des déchets dangereux

Le traitement mécanique des déchets sert souvent de traitement primaire : il s'agit de préparer les déchets en vue de traitements ultérieurs tels que le traitement physico-chimique ou le traitement thermal.

Ainsi, on peut réduire des déchets de cyanures en petits morceaux avant de les dissoudre en vue d'un traitement chimique. De même, les déchets organiques solides doivent être broyés, macérés dans des solutions et finalement mélangés avec d'autres matières organiques avant d'être incinérés.

3.2.2 Procédés physico-chimiques et traitement des déchets dangereux

Il s'agit de la solution la plus courante de traitement des déchets dangereux inorganiques. Certains procédés figurent au tableau suivant :

Tableau V : Procédés physico-chimiques courants de traitement des déchets dangereux

Procédé	Description du procédé et déchets traités
Distillation	Séparer les liquides dans le but de régénérer les solvants organiques.
Evaporation	Utilisé dans l'industrie de transformation : on concentre les solutions aqueuses afin de récupérer les substances chimiques. Procédé qui constitue une solution plus économique de traitement des déchets organiques liquides dans les cas où l'incinération s'avère trop coûteuse.
Sédimentation	Hydrater les boues sales, particulièrement lorsqu'il est difficile d'avoir recours à la filtration.
Oxydation / réduction	Oxydation des déchets contenant des cyanures à l'aide de chlore ou du sodium. Réduction des déchets à base de chrome hexavalent à l'aide de déchets ferreux ou des sulfites / métabisulfites de sodium.
Neutralisation / précipitation	Précipitation des métaux lourds tels que les hydroxydes ou des sulfures à partir de solutions.
Hydrolyse	Hydrolyse alcaline des pesticides organo-phosporiques.
Flocculation, coagulation et filtration	Il s'agit d'hydrater les boues partiellement traitées.
Electrolyse, électro-récupération, etc.	Procédé utilisé dans le but de récupérer les métaux lourds et les métaux précieux à partir de solutions (par exemple, des solutions d'électrodéposition de l'or).
Stabilisation / solidification	Procédé utilisé pour les composés tant organiques qu'inorganiques.

Les procédés physico-chimiques de traitement sont simples et relativement peu coûteux. Ils peuvent constituer des solutions à la source ou des étapes finales d'élimination.

Exemple d'un procédé de traitement / d'élimination physique : évaporation de déchets organiques liquides.

Ce traitement se réalise sur un bloc plane de béton de 4 m² environ doté d'une bordure de 5 cm. On recouvre le bloc d'une fine couche de graviers ou de scories. Des bouchons de vidange doivent être installés sur la bordure pour permettre l'évacuation de l'eau de pluie. L'élimination des déchets doit être effectuée par une personne compétente avec toute la précaution voulue et dans de bonnes conditions météorologiques. Le premier lot de déchets liquides doit s'évaporer avant que le prochain subisse un traitement.

La personne appliquant le solvant doit se trouver côté au vent et porter des vêtements, des chaussures et des gants de protection. Il sera interdit de fumer dans la zone. Le site doit être clôturé et être aménagé sous le vent par rapport à tout bâtiment.

La stabilisation est perçue comme un procédé majeur, particulièrement dans les états insulaires où il existe peu de dispositifs de contrôle des décharges et des dépotoirs. Les boues sales contiennent souvent des oxydes et des hydroxydes de métaux lourds. Dans un environnement légèrement alcalin ou acide, ces composés peuvent infiltrer le sol. Toutefois, ils ne pourront le faire s'ils sont stabilisés.

Tableau VI- Exemples de matières inorganiques stabilisées

Déchets	Procédé à employer	Matières additionnelles
Boues à base de Cr(OH) ₃ provenant des tanneries	Hydrater ces boues, les solidifier dans un mélangeur en béton	Poly-électrolyte, cendres de charbon, ciment
Concentré complexe à base de Cu ²⁺ provenant d'un processus d'électrodéposition	Si aucune cyanure n'est présente, précipiter le CuS avec du Na ₂ S et solidifier dans un mélangeur en béton	Na ₂ S, FeCl ₃ , cendres de charbon, ciment
Concentré complexe à base de Cd ²⁺ ou précipité à base de Cd(OH) ₂ provenant d'un processus d'électrodéposition	Précipiter le CuS avec du Na ₂ S et solidifier dans un mélangeur en béton	Na ₂ S, FeCl ₃ , cendres de charbon, ciment

3.2.3 Traitement thermique

Les déchets organiques dangereux peuvent soit être traités dans des incinérateurs conçus spécialement à cet effet soit être détruits lors de processus industriels se déroulant à haute température. L'exemple le plus courant est l'utilisation des fours à ciment rotatifs de cimenterie, procédé qui permet de détruire les déchets organiques dangereux.

- température très élevée, pouvant atteindre 2000°C
 - durée de traitement 4-6 secondes à 1800°C
 - bon mélange des déchets
 - environnement alcalin.
-

Une unité de traitement thermique et les équipements requis sont très coûteux tant sur le plan de l'investissement que celui du fonctionnement. Il en découle que les îles qui ne disposent que de ressources limitées ne peuvent se doter de telles installations. Pourtant, les fours à ciment contribueraient fortement à éliminer les déchets dangereux dans ces îles.

3.3 Exportation des déchets dangereux

Lorsqu'il n'est pas possible d'éliminer les déchets dangereux dans les îles de manière appropriée, il faut les stocker convenablement jusqu'à ce qu'il soit possible de les transporter vers un autre pays qui possède les installations nécessaires à leur élimination ou jusqu'à ce que soient mises en place les installations de récupération, de traitement ou d'élimination appropriées.

Pour qu'elles puissent fonctionner convenablement, les installations de stockage doivent être :

- protégées contre tout accès interdit ;
- capables de supporter tous types de condition météo, ce qui permettra de maintenir les déchets au sec ou d'empêcher qu'ils ne remontent à la surface ou ne s'infiltrent dans la terre pour atteindre les nappes phréatiques ;
- endiguées, ce qui constituera un deuxième niveau de protection au cas où les déchets ne se répandraient ou s'échappent du lieu de stockage.

3.4 Déchets médicaux

Lorsqu'on envisage d'exporter les déchets dangereux, il convient d'agir conformément aux dispositions contenues dans la Convention de Bâle de mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et de leur élimination. Cette convention fournit une liste détaillée des déchets considérés comme dangereux. Elle fournit également un cadre général pour la gestion correcte des déchets dangereux, notamment en ce qu'il s'agit du contrôle et de la minimisation des mouvements de ces déchets entre différents états ou à travers les frontières.

Par «déchets médicaux», on entend généralement :

- les déchets de l'anatomie humaine : tissus humains, organes et parties du corps
- les déchets générés par les laboratoires de microbiologie : cultures, stocks ou échantillons de micro-organismes
- les déchets contenant du sang humain et des fluides corporels : objets trempés de sang, fluides corporels contaminés avec du sang, fluides corporels prélevés aux fins de diagnostic lors d'opérations chirurgicales
- les déchets coupants ou piquants pouvant occasionner des blessures : aiguilles, seringues, verreries employées dans les laboratoires
- les déchets pharmaceutiques
- les déchets liquides et chimiques.

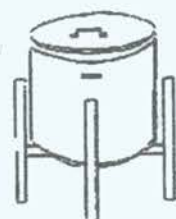
Ces déchets représentent une petite portion (généralement de 10 à 15% du volume total) des déchets générés par les établissements médicaux.

3.4.1 Ségrégation et emballage des déchets médicaux

Les déchets médicaux doivent être séparés des déchets courants. Ils sont à enlever au point même où ils sont générés. Ils doivent alors être manipulés et emballés dans des conditions de sécurité jusqu'à leur élimination. L'emballage doit demeurer intact tout au long des opérations de manipulation, de stockage, de transport et de traitement.

■ Tri des déchets dans les hôpitaux

- a) séparer les déchets non-dangereux (tels que papiers, cartons, restes de nourriture). Ceux-ci pourraient être ré-utilisés ou recyclés.
- b) les déchets infectieux ou dangereux seront éventuellement détruits. Mais ils doivent être préalablement triés et collectés dans des récipients spéciaux qui portent un code en couleur et qui sont différents des autres récipients. On veillera à ce que les récipients ne soient pas endommagés pendant la manipulation, le stockage, le transport et la destruction des déchets.



CYLINDER-TYPE
WASTE CONTAINER
HALF-CUT OIL DRUM



CYLINDER-TYPE
PLASTIC WASTE CONTAINER

Source: WHO Webpage

Les containers pour les déchets coupants ou piquants

- Les déchets coupants ou piquants doivent être placés dans des containers anti-perforation sur lesquels figureront les indications «Déchets coupants et piquants» ou «Bio-risque» ainsi que le symbole international correspondant à cette dernière.
- Les containers seront maintenus dans une position horizontale et ne doivent pas être remplis à l'excès.

Sacs plastiques

Les déchets médicaux doivent être mis dans des sacs plastiques afin d'empêcher que le personnel de l'établissement de santé ne soit exposé à des matières contenant des agents infectieux et afin de prévenir les risques de contamination. Un seul sac suffira s'il est solide et étanche et si les déchets peuvent y être mis sans que l'extérieur du sac ne soit contaminé. Dans le cas contraire, il faudra doubler le sac.

Tableau VII- Containers pour déchets médicaux

Type de déchets	Couleur du contenant	Type du contenant
Déchets infectieux	rouge	Sac plastique solide et étanche; containers capables de supporter le traitement à l'autoclave
Autres déchets infectieux, déchets des malades et organes et parties du corps	jaune	Sac plastique ou container
Objets coupants et piquants	jaune ou rouge	Container anti-perforation
Déchets chimiques et pharmaceutiques	marron	Container

3.4.2 Traitement et élimination des déchets médicaux

Il est nécessaire, autant que possible, que les déchets médicaux soient rendus inactifs ou qu'ils ne présentent aucun risque avant qu'ils ne soient éliminés ou envoyés à la décharge. La décision de les traiter et la méthode de traitement choisi seront fonction des éléments suivants :

- le type et la nature des déchets ;
- les risques que présentent les organismes présents dans les déchets et leur visibilité ;
- l'efficacité de la méthode de traitement envisagée.

Les principaux procédés chimiques et physiques employés pour le traitement ou l'inactivation des déchets comprennent notamment :

- la stérilisation par la vapeur ;
- la désinfection ou la stérilisation chimique ;
- la stérilisation par la chaleur sèche ;
- l'irradiation (par les micro-ondes, les rayons gamma ou ultraviolet, etc.).

Tableau VIII.- Exemples des méthodes de traitement des déchets médicaux

Type de déchets / Traitement	Liquide	Solide
Thermique	Recommandé	Recommandé
Chimique	Approprié	Approprié
Irradiation	Possible	Possible
Incinération	Possible	Recommandé
Filtrage	Possible	Non applicable

Les avantages et les inconvénients majeurs de certaines de ces méthodes de traitement sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau IX ; Avantages et inconvénients de certaines des méthodes de traitement et d'élimination

Méthode de traitement ou d'élimination	Avantages	Inconvénients
Désinfection chimique	<ul style="list-style-type: none"> ● Procédé hautement efficace de désinfection. ● Conditions d'opérations convenables. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coûteux si le prix des désinfectants est élevé. ● Requier des techniciens qualifiés. ● Nécessité de mettre en place des dispositifs complets de sécurité du fait de l'emploi de produits chimiques dangereux. ● Ne convient pas au traitement des déchets pharmaceutiques, chimiques, et certains types de déchets contenant des agents infectieux.
Irradiation par micro-ondes	<ul style="list-style-type: none"> ● Efficacité dans la désinfection lorsque les conditions opérationnelles sont appropriées 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coûts d'investissement et coûts opérationnels élevés. ● Problèmes éventuels au niveau des opérations et de la maintenance.
Traitement thermique à vapeur	<ul style="list-style-type: none"> ● Coûts d'investissement et coûts opérationnels relativement peu élevés. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Les appareils sont sujets à de nombreuses pannes et à des anomalies de fonctionnement. ● Nécessité de disposer de techniciens qualifiés pour assurer les opérations. ● Ne convient pas à l'élimination des déchets anatomiques et des déchets pharmaceutiques et chimiques.
Incinération dans des barils ou des fourneaux	<ul style="list-style-type: none"> ● Réduction considérable du poids et du volume des déchets. ● Coûts d'investissement et coûts opérationnels très faibles. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Destruction à 99% seulement des micro-organismes. ● Bon nombre de produits chimiques ou pharmaceutiques ne sont pas détruits. ● Rejets importants de fumées noires, de particules de cendres dans l'air, et de gaz toxiques.
Incinération dans des chambres uniques	<ul style="list-style-type: none"> ● Efficacité dans la désinfection. ● Réduction considérable du poids et du volume des déchets. ● Possibilité de mise en décharge des résidus. Aucune nécessité de disposer d'opérateurs hautement qualifiés. ● Coûts d'investissement et coûts opérationnels relativement peu élevés. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Rejets importants de polluants atmosphériques. ● Ne peut détruire les produits chimiques et les médicaments résistants à la chaleur tels que les cytotoxiques.
Incinération pyrolytique	<ul style="list-style-type: none"> ● Très forte efficacité dans la désinfection. ● Convient à tous les déchets infectieux, et à la plupart des déchets pharmaceutiques et chimiques. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coûts d'investissement et coûts opérationnels relativement élevés.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) met à disposition des volumes importants d'informations sur la manipulation et le traitement des déchets médicaux. On peut consulter leur site web (adresse : <http://www.who.org>) ou leur adresser un courrier électronique (adresse : publications@who.ch).

3.5 Huiles usées

Les huiles usées terminent souvent leur parcours dans le système de tout-à-l'égout. Sinon, on s'en débarrasse avec des déchets solides et elles finissent par causer des dégâts à l'environnement.

Outre les huiles de vidange automobile, des volumes importants d'huiles usées sont produits par les générateurs électriques. Ainsi, à Nieu, l'unité de production d'énergie électrique produit chaque mois 200 litres d'huiles usées (Habitat, juillet 1998). Or, il ne s'agit là que d'un des générateurs électriques à essence utilisés dans les PEID.

Les transformateurs électriques constituent également une source importante d'huiles usées qui contiendraient des biphényles polychlorés toxiques (SREP, Solid Waste Management).

- **Les fournisseurs d'huile, tels que les garages et les boutiques, doivent mettre à disposition des barils de stockage** dans lesquels les usagers pourront gratuitement retourner les huiles usées. Ces barils seront ensuite enlevés et les huiles réutilisées ou éliminées de manière appropriée.
- **Procéder à un nouveau raffinage afin de transformer l'huile en lubrifiants.** Les résidus issus de la nouvelle opération de raffinage doivent être éliminés de manière appropriée par combustion interne, brûlés dans un four à ciment ou envoyés en décharge à l'intérieur d'un container scellé de manière permanente.
- **Utiliser les huiles usées comme carburant d'incinérateur, de générateur électrique ou de chaudière.** Il y a un risque que les métaux lourds contenus dans l'huile ne soient rejetés dans l'environnement. La solution la plus valable consiste à brûler les huiles dans un four à ciment où les métaux seront absorbés par la gaine en ciment.

3.6 Batteries

Les batteries usées, qu'elles proviennent des voitures, des camions ou d'autres sources, contiennent deux matières dangereuses, l'acide et le plomb. Les pratiques suivantes sont à recommander en matière de traitement ou d'élimination des batteries :

- **Les recycler dans des conditions contrôlées.** Recycler les batteries à petite échelle et dans des conditions non contrôlées peut s'avérer fortement polluant et très dangereux.
- **Neutraliser les acides après les avoir drainés.**
- **Faire fondre le plomb dans des fonderies pour fabriquer des éviers.** Toutefois, cette pratique peut être considérée comme incorrecte, voire dangereuse du fait des fumées toxiques générées par le processus.
- **Exporter les batteries pour qu'elles soient recyclées** (lieu de stockage requis).

Les petites batteries contiennent du nickel et du lithium. Elles doivent faire l'objet d'une collecte séparée et transférées vers d'autres pays dotés de capacités de traitement appropriées.

4 Les technologies de traitement des eaux usées

4.1 Introduction

Les opérations de traitement des eaux ont pour but de réduire les propriétés nocives des eaux. Ces dernières pourront alors être réutilisées (dans des activités agricoles par exemple) ou transférées en toute sécurité dans les systèmes de rétention d'eau. De nombreuses technologies de traitement et d'élimination des eaux usées sont employées à travers le monde. Bon nombre d'entre elles ont été adoptées dans la Région IMA sans pour autant déboucher sur des résultats escomptés. Les raisons expliquant ces échecs comprennent notamment :

1. Une mauvaise conception du projet et le recours à une technologie non appropriée, dû peut-être au recrutement d'un mauvais consultant ou d'une mauvaise appréciation des conditions locales.
2. Le manque de ressources matérielles et - plus important - humaines, ce qui entraîne des difficultés au niveau de la maintenance.
3. Les faiblesses au niveau de la réglementation, les normes inadéquates, les insuffisances en matière de législation et l'incapacité à faire respecter les lois.
4. Le manque d'enthousiasme à maintenir l'installation des de bonnes conditions d'exploitation, résultant du fait que les installations de traitement des eaux usées sont considérées comme des sources d'épuisement de ressources vu qu'elles ne génèrent pas de revenus.

La présente section mettra l'accent sur les technologies de traitement des eaux usées qui ont été éprouvées sur le plan environnemental ainsi que celles employées actuellement dans la Région. Elles sont regroupées sous les rubriques suivantes :

- Collecte et transfert des eaux usées
- Traitement sur site des eaux usées
- Traitement des eaux usées sur des sites centralisés et sur des sites décentralisés
- Réutilisation des eaux usées
- Systèmes d'élimination des eaux usées
- Systèmes de traitement des eaux usées industriels
- Optimisation du traitement des eaux usées

La documentation sur les technologies de traitement et d'élimination des eaux usées est bien fournie. une bonne quantité des informations qui suivent est tirée de sources bien connues portant sur la région IMA.

4.2 Collecte et transfert des eaux usées

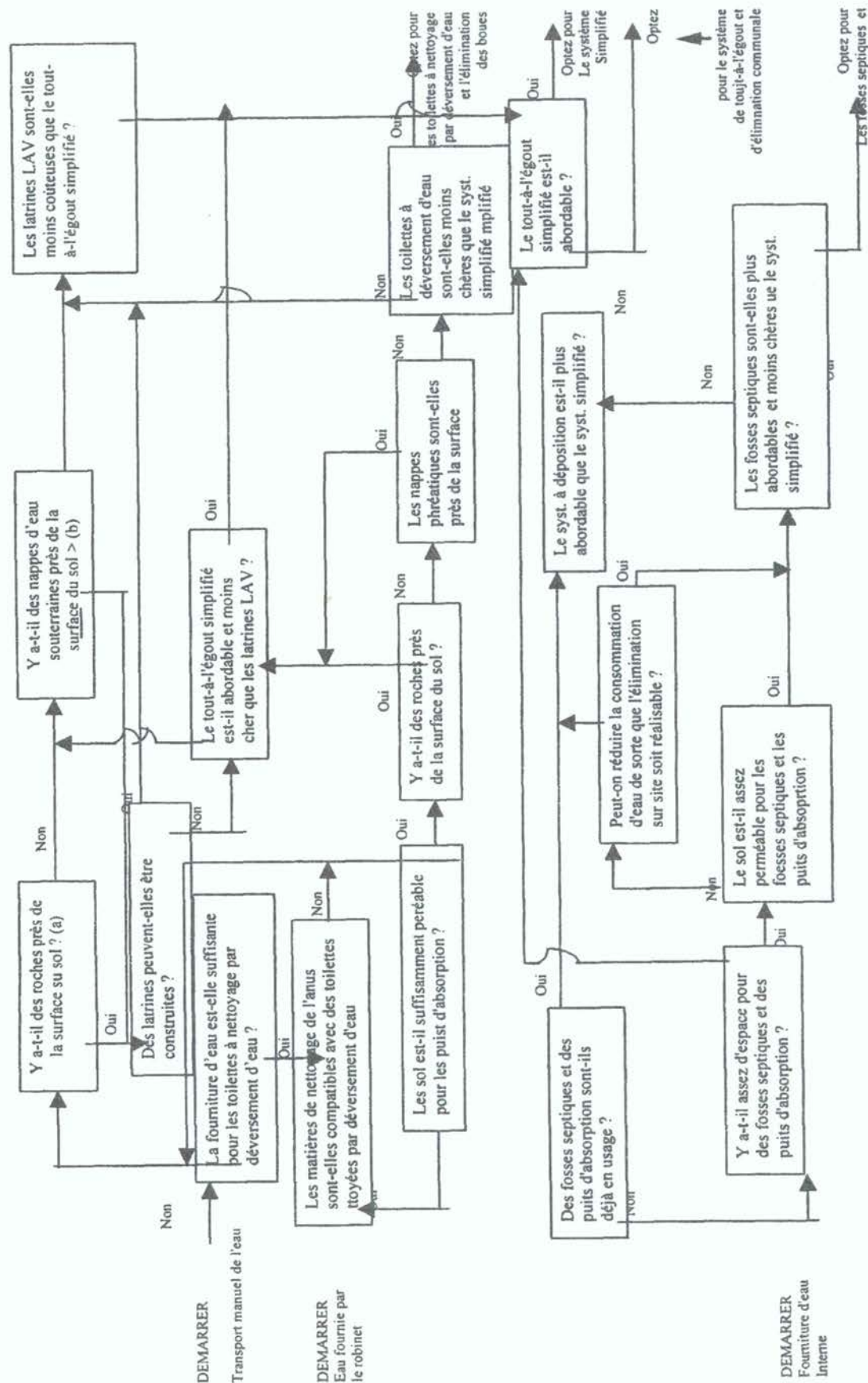
Dans bon nombre de cas, la collecte et le transfert sur site consistent tout simplement à jeter directement les déchets dans des latrines ou des trous creusés dans la terre sans utiliser de l'eau pour les chasser. Certaines latrines disposent de joints hydrauliques, ce qui permet de contrôler les insectes et les odeurs. Les fosses septiques et d'autres types de latrines requièrent quelque installation de tuyauterie afin de recevoir les déchets ou une alimentation en eau, lorsque des réservoirs de chasse d'eau sont utilisés. Il est important que les travaux de plomberie soient bien exécutés afin que le dispositif fonctionne convenablement et afin qu'il n'y ait pas de fuite. Les gouvernements doivent s'assurer que des normes de plomberie sont instituées et observées, notamment en les intégrant dans les règlements régissant la construction et en vérifiant que le nécessaire a été fait avant d'octroyer les permis de construction des habitations.

Dans presque tous les systèmes d'élimination sur site des eaux usées, l'eau est nécessaire pour transporter les déchets tout au long du système de traitement. C'est pourquoi, avant d'opter pour ce type de système d'élimination des eaux usées, il convient au préalable de vérifier qu'on dispose d'une fourniture d'eau adéquate.

Les systèmes centralisés et décentralisés requièrent une fourniture adéquate en eau ainsi que des réseaux permettant de collecter les eaux usées et de les transporter vers les installations de traitement et d'élimination finale. Souvent il est nécessaire d'équiper ces réseaux de matériels de pompage afin de permettre aux eaux usées d'être transportés dans tout le réseau. Il va sans dire qu'il est nécessaire que les travaux de plomberie aient été correctement effectués dans les habitations et que les réseaux et les stations de pompage aient été mis en place correctement afin de minimiser les éventuels problèmes de fonctionnement et de maintenance.

Un schéma algorithmique de la technologie des systèmes d'épuration est fourni dans le dessin no. 1. Le dessin no. 2 fournit un plan d'amélioration des systèmes d'épuration.

Diagramme 1 : SCHEMA DE SÉLECTION POUR UNE TECHNOLOGIE SANITAIRE



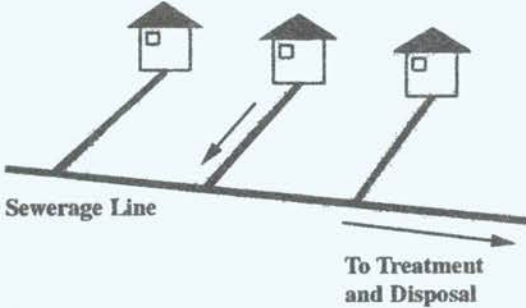
**Diagramme 2 : PLANIFICATION DES SEQUENCES
D'AMELIORATION DES SYSTEMES D'EPURATION**
(D'après Mara D., 1998)

Système d'épuration	SYSTEME DE FOURNITURE D'EAU		
	Transport manuel	Robinet dans la cour	Fourniture interne
Latrines LAV	● →	● ↓	❄
Toilettes à nettoyage par déversement d'eau	[●] →	● ←	● →
Tout-à l'égout à déposition de déchets	❄	❄	● ↓

[●] Réalisable si la quantité d'eau apporté au foyer est suffisante

❄ Combinaison improbable

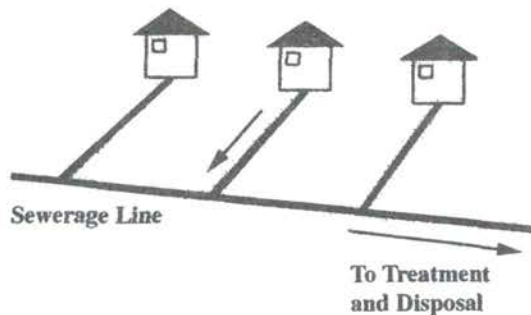
4.2.1 Système de tout-à-l'égout

<p>Système de collecte et de transfert</p> <p>Tout-à-l'égout conventionnel</p>	<p>Description:</p> <p>Les vidanges provenant des foyers sont collectées par un système de tuyauterie souterraine et acheminées vers les installations de traitement ou directement vers des eaux d'accueil afin d'être utilisées dans des applications terriennes.</p>
	<p>Le tout-à-l'égout conventionnel est constitué de connexions reliant une maison à un système de tuyaux constituant un réseau. Les systèmes de réseaux comprennent généralement toute une série de stations de pompage qui acheminent les vidanges à travers tout le système particulièrement dans les atolls et les zones côtières en raison du caractère plat de la topographie et des quantités élevées d'eau souterraine. Des bouches d'accès doivent être aménagées dans le système afin que soient assurées la maintenance et la propreté du réseau.</p>
<p>Source: T. Loetscher (1998)</p>	<p>Etendue d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Utilisé dans la plupart des zones urbaines importantes de la Région
<p>Opération et maintenance:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● nécessite des opérations et une maintenance intensive particulièrement en ce qui concerne le pompage ● requiert du personnel qualifié 	
<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● utilisateurs libérés de tout souci ● fournit un service convenant aux foyers ● favorise de bonnes pratiques en matière d'hygiène. 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● coûts d'investissement, coûts opérationnels et coûts de maintenance élevés. ● technologie complexe nécessitant des ingénieurs des entrepreneurs de travaux et des opérateurs qualifiés. ● nécessite une fourniture abondante d'eau ainsi qu'un réseau fiable de tuyauterie. ● nécessite des installations adéquates de traitement et/ou d'élimination lorsque les quantités de déchets déversés dans le système sont importants.
<p>Coût relatif :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Coût élevé 	<p>Acceptabilité culturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● généralement accepté dans la Région
<p>Technologie qui convient :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● aux municipalités qui disposent de ressources suffisantes pour mettre en place, opérer et maintenir le système ainsi que les installations adéquates d'élimination afin de prévenir la pollution au lieu de déversement final. 	

Système de collecte et de transfert :

Tout-à-l'égout simplifié

(tuyaux de diamètre réduit par rapport aux tuyaux employés dans le système conventionnel)



Source: T. Loetscher (1998)

Description:

Le système est semblable au système du tout-à-l'égout conventionnel : les vidanges provenant des foyers sont collectées par un réseau de tuyaux souterrains et acheminées vers les installations de traitement ou directement dans des eaux d'accueil pour être utilisés dans des applications terrestres. Toutefois, les critères de conception sont moins «traditionnels», ce qui réduit au minimum les besoins en eau. Des économies sont ainsi faites pour les raisons suivantes :

- diamètre réduit des tuyaux
- déclivité plus faible des tuyaux
- situation de profondeur peu élevée dans laquelle se trouvent les tuyaux
- nombre réduit des bouches d'accès
- pompes de plus faible capacité.

A noter que ce type de système de collecte convient mieux au système du tout-à-l'égout à déposition des déchets où la plupart des déchets solides se déposent dans une fosse septique sur site d'où ils sont enlevés avant qu'ils ne pénètrent les tuyaux à diamètre réduit.

Etendue d'utilisation :

- peu courant dans la Région

Operation et maintenance:

- nécessité des opérations et une maintenance intensive particulièrement en ce qui concerne le pompage
- requiert du personnel qualifié
- risques plus grands d'obstruction du réseau que dans le tout-à-l'égout traditionnel

Aantages:

- coûts d'investissement moins élevés que dans le système conventionnel
- utilisateurs libérés de tout souci
- fournit un service convenant aux foyers
- favorise de bonnes pratiques en matière d'hygiène.

Inconvénients / constraints:

- risques importants d'obstruction de tuyaux du fait de leur diamètre réduit, entraînant des opérations de maintenance plus nombreuses
- technologie complexe nécessitant des ingénieurs, des entrepreneurs de travaux et des opérateurs qualifiés
- nécessite une fourniture abondante d'eau ainsi qu'un réseau fiable de tuyauterie.
- nécessite des installations adéquates de traitement et/ou d'élimination lorsque les quantités de déchets déversées dans le système sont importantes.

Coût relatif :

- coût élevé, inférieur toutefois à celui du tout-à-l'égout conventionnel

Acceptabilité culturelle:

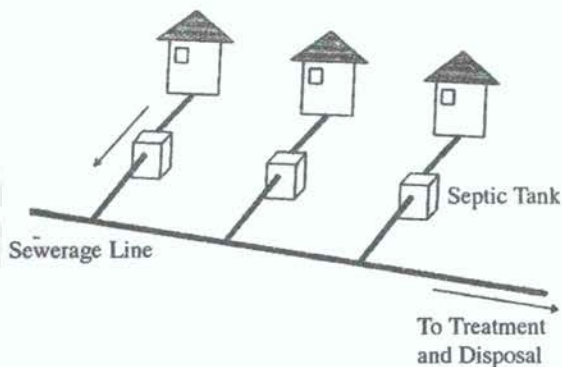
- devrait être accepté dans la Région

Technologie qui convient :

- aux municipalités qui disposent de ressources suffisantes pour mettre en place, opérer et maintenir le système ainsi que les installations adéquates d'élimination afin de prévenir la pollution au lieu de déversement final.

Système de collecte et de transfert :

Tout-à-l'égout à système de déposition des déchets



Source: T. Loetscher (1998)

Description:

Le système est semblable au système du tout-à-l'égout conventionnel : les vidanges provenant des foyers sont collectées par un réseau de tuyaux souterrains et acheminées vers les installations de traitement ou directement dans des eaux d'accueil pour être utilisés dans des applications terrestres. Toutefois, avant que les vidanges pénètrent le réseau, elles sont collectées dans une fosse septique où la plupart des déchets pouvant se déposer sont enlevés. Ainsi seulement les effluents liquides sont acheminés le long du réseau.

Ainsi les effluents qui en résultent sont de «meilleure» qualité que si les fosses septiques n'étaient pas en place. Ces dernières devront toutefois être maintenues et nettoyées.

En principe, la conception de ce système est le même que celle des systèmes conventionnels. Toutefois, vu que les déchets solides sont enlevés, il est possible d'avoir recours à des tuyaux à diamètre réduit, semblables à ceux employés dans le système simplifié.

Etendue d'utilisation :

- peu courant dans la Région

Opération et maintenance:

- nécessite des opérations et une maintenance intensive particulièrement en ce qui concerne le pompage
- requiert du personnel qualifié
- nécessité de maintenir et de nettoyer les fosses septiques.

Avantages:

- utilisateurs libérés de tout souci sauf en ce qui concerne la maintenance et le nettoyage des fosses septiques
- fournit un service convenant aux foyers
- favorise de bonnes pratiques en matière d'hygiène.

Inconvénients / contraintes :

- coûts d'investissement, coûts opérationnels et coûts de maintenance élevés
- technologie complexe nécessitant des ingénieurs, des entrepreneurs de travaux et des opérateurs qualifiés
- nécessite une fourniture abondante d'eau ainsi qu'un réseau faible de tuyauterie
- nécessite des installations adéquates de traitement et/ou d'élimination lorsque les quantités de déchets déversés dans le système sont importantes.

Coût relatif:

- coût élevé, inférieur toutefois à celui du tout-à-l'égout conventionnel

Acceptabilité culturelle :

- devrait généralement être accepté dans la Région

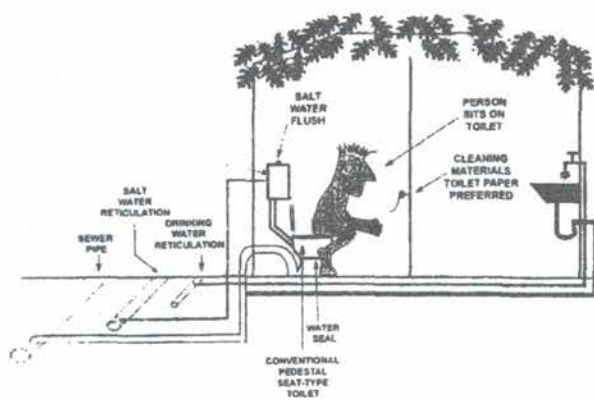
Technologie qui convient :

- aux municipalités qui disposent de ressources suffisantes pour mettre en place, opérer et maintenir le système ainsi que les installations adéquates d'élimination afin de prévenir la pollution au lieu de déversement final.

Système de collecte et de transfert

Utilisation d'un réservoir à chasse d'eau de mer:

(Système dual de distribution)



Description:

Dans le système dual, l'eau utilisée provient de deux sources différentes et est acheminée par deux réseaux séparés de distribution. L'eau potable destinée à la consommation domestique est distribuée par un réseau ; un deuxième réseau achemine de l'eau non potable (par exemple, de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre) qui sera utilisée pour vidanger les toilettes ainsi que les eaux usées provenant des foyers vers les installations de traitement et/ou d'élimination. Cette technologie permet de préserver les ressources limitées en eau douce. Elle est à utiliser généralement dans les zones côtières, endroits où l'eau de mer ou l'eau saumâtre est abondante. Les matériaux sont à sélectionner avec soin vu la nature corrosive de l'eau de mer. Les tuyaux doivent pouvoir être identifiés, par exemple par une couleur-code : on pourra ainsi le distinguer des tuyaux acheminant de l'eau douce et éviter ainsi de les connecter par mégarde à ces derniers.

Etendue d'utilisation :

- technologie peu courante dans la Région actuellement, mais offrant quelques perspectives dans les hôtels se trouvant près des côtes

Opération et maintenance:

- opérations et maintenance semblables à celles relatives aux systèmes d'acheminement de l'eau douce
- nécessite des opérations et une maintenance intensive particulièrement en ce qui concerne le pompage
- problèmes de corrosion possibles qui alourdiront les exigences en termes de maintenance

Avantages:

- préservation des ressources limitées en eau douce du fait de l'utilisation d'eaux non potables

Inconvénients / contraintes :

- coûts d'investissement, coûts opérationnels et coûts de maintenance élevés
- technologie complexe nécessitant des ingénieurs, des entrepreneurs de travaux et des opérateurs qualifiés
- risques de pollution des nappes phréatiques du fait des failles dans les tuyaux
- risques de connexions croisées avec les tuyaux acheminant de l'eau douce

Coût relatif :

- coût élevé, vu que les réseaux d'eau doublonnent et que les matériaux employés doivent être anti-corrosifs

Acceptabilité culturelle :

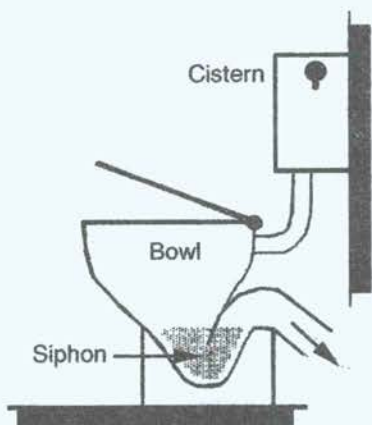
- n'est généralement pas bien acceptée dans la Région

Technologie qui convient :

- dans les zones côtières dont les ressources en eau douce sont limitées

Système de collecte et de transfert :

Toilettes munies d'un réservoir à chasse d'eau



Source: T. Loetscher (1998)

Description :

La cuvette des toilettes contient un siphon qui constitue un joint hydraulique bloquant les odeurs désagréables provenant du tuyau par lequel s'échappent les effluents. Les excréments sont chassés par de l'eau contenue dans un réservoir (dont la contenance varie selon le type de 5 à 20 litres).

Il existe des systèmes de chasse d'eau duals qui utilisent moins d'eau pour chasser les urines.

Les toilettes munies d'un réservoir à chasse d'eau fournissent les plus de confort aux utilisateurs et offrent une allure de propreté et d'hygiène.

Elles n'effectuent cependant aucun traitement des déchets.

Elles consomment de grandes quantités d'eau, soit une centaine de litres d'eau par personne quotidiennement.

Compte tenu de la complexité du mécanisme de chasse, elles sont davantage sujettes à des anomalies de fonctionnement que les toilettes à nettoyage par déversement d'eau.

Etendue d'utilisation :

- utilisation extensive dans toute la Région

Opération et maintenance:

- possibilité d'anomalie de fonctionnement de la chasse d'eau

Avantages :

- facile à utiliser et propre
- hygiénique

Inconvénients / contraintes

- coûts élevés
- maintenance intensive
- utilisation abondante de l'eau

Coût relatif :

- coût élevé

Acceptabilité culturelle

- ne pose aucun problème d'ordre culturel

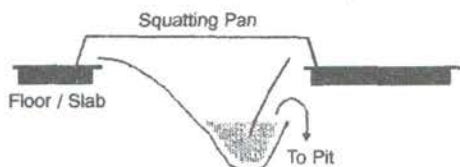
Technologie qui convient

- si la fourniture d'eau est faible et si elle est abordable pour d'utilisateur

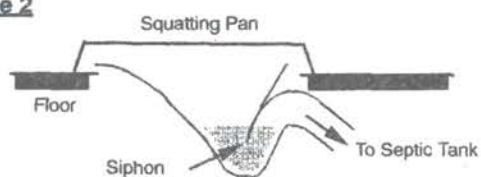
Système de collecte et de transfert

Toilettes à nettoyage par déversement d'eau

Type 1



Type 2



Note: Les toilettes à nettoyage par déversement d'eau peuvent être munies de marches sur lesquelles l'utilisateur pourra s'asseoir ce qui lui évitera de rester en position accroupie sur la plaque représentée sur le dessin.

Source: T. Loetscher (1998)

Description:

La cuvette des toilettes est constituée d'un siphon qui constitue un joint hydraulique obstruant les odeurs désagréables provenant des tuyaux évacuant les effluents. Les excréments sont évacués par de l'eau versée manuellement dans la cuvette à l'aide d'une écope. Il faut entre 2 et 3 litres d'eau requise pour vidanger ce type de toilettes.

Ces toilettes fournissent un niveau de confort très élevé et offrent une allure de propreté et d'hygiène. Toutefois, elles n'effectuent aucun traitement.

Elles peuvent également être dotées de marches sur lesquelles l'utilisateur pourra s'asseoir au lieu de rester en position accroupie.

Etendue d'utilisation:

- usage modéré dans la Région

Opération et maintenance:

- facile à opérer et à maintenir

Avantages:

- facile à utiliser et à nettoyer
- hygiénique
- consommation réduite d'eau par rapport aux toilettes à chasse d'eau

Inconvénients / contraintes:

- obstructions possibles de système

Coût relatif:

- faible

Acceptabilité culturelle:

- ne pose aucun problème d'ordre culturel

Technologie qui convient:

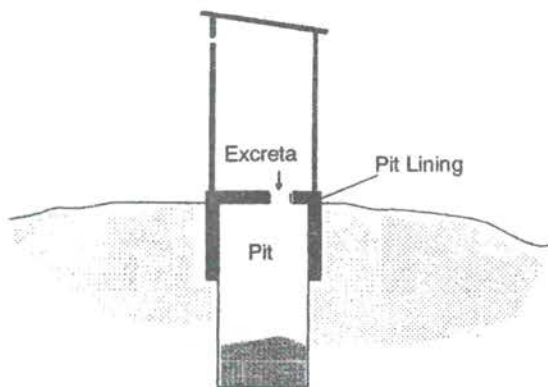
- dans les zones rurales où les ressources en eau sont limitées
- dans les endroits où l'approvisionnement en eau est régulier ; toutefois de l'eau de mer ou de l'eau de pluie peuvent être utilisées.

4.3 Traitement (sur-site) des eaux usées

Les systèmes d'élimination sur-site des eaux usées permettent de traiter ou d'éliminer les déchets domestiques que les déchets soient évacués par voie d'eau ou non et les opérations se déroulent généralement sur le lieu de résidence. L'élimination se fait sous la surface par absorption par la terre et assimilation. Ils sont corrects sur le plan environnemental lorsqu'il y a suffisamment d'espace pour éliminer les déchets sans pour autant polluer les eaux douces et les eaux du littoral. Les différents types de latrines et de fosses septiques sont des exemples typiques de traitement sur site dans la Région. A noter qu'une quantité importante des informations qui figurent ci-après est extraite de *Sanitation Expert Systems* par T. Loetscher (1988).

Système de traitement sur site des eaux usées

Latrines



Source: T. Loetscher (1998)

Description:

Les latrines sont destinées à l'élimination sur site des excréments humains. Elles sont constituées d'une plaque, sur lequel l'utilisateur se met en position accroupie ou qui est munie d'une marche. Cette plaque est placée sur une fosse creusée dans la terre. Elles sont conçues pour durer de 15 à 30 ans. Si la durée de vie prévue est de 10 ans, il convient plutôt d'utiliser des latrines de compostage à double voûte.

Le diamètre se situe entre 1 et 1,5 mètres et la profondeur est au minimum de 2 m, mais dépasse 3 m en général. Il faut toujours consolider le sommet à une épaisseur de 0,5 m. Lorsque le sol est meuble, il est nécessaire de renforcer la fosse entière en la revêtant de parois solides afin de l'empêcher de s'effondrer. Une unité peut être utilisée par plusieurs ménages.

Lorsqu'elles sont bien construites, les latrines procurent des avantages sanitaires certains.

On peut employer tout type de matériaux pour le nettoyage de l'anus. Puisque le système de ventilation est rudimentaire, les latrines peuvent dégager des odeurs pestilentielles et attirer les insectes. Les excréments sont visibles par le trou se trouvant dans la plaque.

On peut faire évoluer les latrines en les transformant en latrines avec voûte ou en latrines à nettoyage par déversement d'eau.

Etendue d'utilisation:

- système très courant dans la région

Opération et maintenance:

- système facile à opérer et à maintenir

Avantages:

- faible coût
- système qui encourage la contribution du public
- ne nécessite pas d'eau pour évacuer les excréments; simple à construire.
- encourage le public à se prendre en charge lui-même

Inconvénients / contraintes

- système qui ne peut utiliser les effluents issus des activités domestiques
- risque de contamination des nappes phréatiques par suite de l'absorption des déchets par le sol
- odeurs désagréables et nuisance causées par les insectes.

Coût relatif:

- faible

Acceptabilité culturelle:

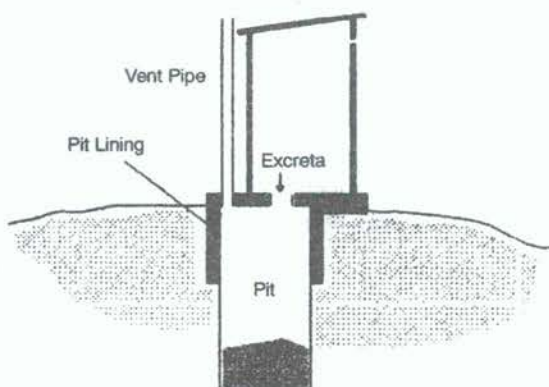
- système accepté par la communauté

Technologie qui convient:

- car peu coûteuse ; toutefois, problème de contamination éventuelle des nappes phréatiques.

Système de traitement sur site des eaux usées

Latrines à ventilation améliorée (LVA)



Source: T. Loetscher (1998)

Description:

Ce système vise à éliminer sur site les excréments humains. Sa construction est semblable à celle des latrines ordinaires si l'on excepte quelques améliorations apportées à sa conception (par exemple, l'ajout d'un tuyau de ventilation).

Les LVA ne nécessitent pas d'eau pour chasser les excréments. Ils reposent sur le principe de l'absorption des déchets par le sol et sont faciles à construire. Lorsqu'elles sont bien construites, elles procurent des avantages sanitaires certains.

Tous les types de matières peuvent être utilisés pour le nettoyage de l'anus. Les excréments sont visibles par le trou se trouvant dans la plaque. On peut améliorer une LVA en la transformant en latrines avec voûte ou en latrines à déversement d'eau.

Etendue d'utilisation :

- relativement rare dans la Région

Opération et maintenance:

- système facile à opérer et à maintenir

Avantages:

- plusieurs foyers servis par une même unité
- aucune nécessité d'eau
- encourage le public à se prendre en charge lui-même
- bonne ventilation ; odeurs pestilentielles et nuisances causées par les insectes rares

Inconvénients / containtes

- système qui ne peut recevoir les eaux provenant des activités ménagères
- risque de contamination des nappes phréatiques par suite de l'absorption des déchets par le sol

Coût relatif:

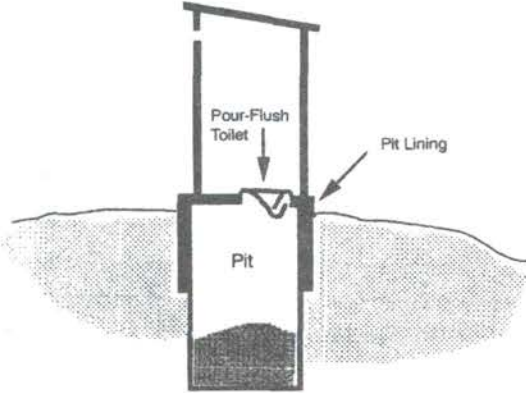
- faible

Acceptabilité culturelle:

- système accepté par la communauté

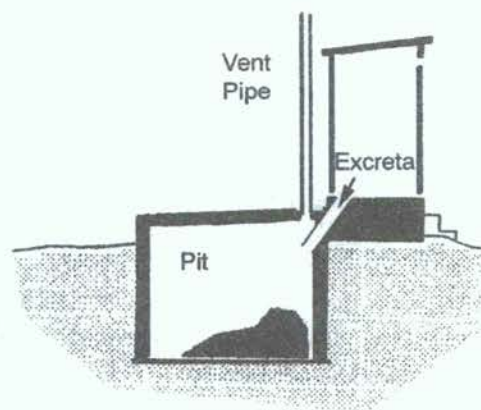
Technologie qui convient:

- car peu coûteuse ; toutefois, problème de contamination éventuelle des nappes phréatiques.

<p>Traitement sur site des eaux usées</p> <p>Latrines à nettoyage par déversement d'eau</p>  <p>Source: T. Loetscher (1998)</p>	<p>Description:</p> <p>Ce système vise à éliminer sur site les excréments humains. Sa construction est semblable à celle des latrines ordinaires sauf qu'il comprend une cuvette sur lequel on pourra verser de l'eau pour chasser les excréments au lieu de la plaque simple des latrines percé d'un trou au milieu.</p> <p>Une unité peut servir plusieurs foyers.</p> <p>Lorsqu'elles sont bien construites, elles procurent des avantages sanitaires certains.</p> <p>Le joint hydraulique se trouvant dans la cuvette constitue une barrière efficace contre les odeurs pestilentielles et les insectes et rendent les excréments invisibles une fois évacués.</p> <p>On peut améliorer ce type de latrines en y ajoutant une voûte.</p> <p>Etendue d'utilisation:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système courant dans la Région
<p>Opération et maintenance:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système facile à opérer et à maintenir 	
<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système qui requiert de petites quantités d'eau pour chasser les excréments ● simple à construire, il encourage le public à se prendre en charge lui-même. 	<p>Inconvénients / contraintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système qui ne peut recevoir les eaux résultant des activités ménagères ● risque de contamination des nappes phréatiques par suite de l'absorption des déchets par le sol
<p>Coût relatif:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● faible 	<p>Acceptabilité culturelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système accepté par la communauté
<p>Technologie qui convient:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● car peu coûteuse ; toutefois, problème de contamination éventuelle des nappes phréatiques. 	

Traitement sur site des eaux usées

Cabinets Reed (cabinets sans odeur)



Source: T. Loetscher (1998)

Description:

Ce système vise à éliminer sur site les excréments humains. A partir de la plaque de béton ou des marches, une goulotte ou un conduit incliné mène vers une fosse complètement décalée. Le système de ventilation est semblable à celui des LAV. La durée de vie se situe entre 15 et 30 ans. Si la durée prévue d'utilisation est inférieure à 10 ans, il vaudrait mieux avoir recours à des latrines de compostage à double voûte.

Vu qu'elle est en position décalée par rapport à la plaque de béton, la fosse peut être agrandie par rapport aux latrines conventionnelles. Lorsque le sol n'est pas suffisamment ferme, il faut renforcer les parois de la fosse afin d'empêcher l'effondrement de l'ensemble.

Les cabinets Reed ne requièrent pas d'eau pour chasser les excréments et sont simples à construire. Lorsqu'elles sont bien construites, ils procurent des avantages sanitaires certains.

Tous les types de matières conviennent au nettoyage de l'anus. Vu que la pente est inclinée, les excréments dans la fosse ne sont pas visibles à travers le trou. Vu que les cabinets Reed fonctionnent par absorption des déchets par le sol, il y a des risques de contamination des nappes phréatiques.

On peut améliorer des cabinets Reed en les transformant en latrines avec voûte ou en latrines à nettoyage par déversement d'eau.

Current Extent of Use:

- relativement rare dans la Région

Opération et maintenance:

- système facile à opérer et à maintenir
- la goulotte inclinée ne doit pas être obstruée

Avantages:

- plusieurs foyers servis par une même unité aucune nécessité d'eau
- encourage le public à se prendre en charge lui-même
- le bon système de ventilation prévient les odeurs pestilentielles et les nuisances causées par les insectes

Inconvénients / contraintes

- système qui ne peut recevoir les eaux résultant des activités ménagères
- des dégâts causés au conduit causent souvent un problème
- risque de contamination des nappes phréatiques par suite de l'absorption des déchets par le sol

Coût relatif:

- faible

Acceptabilité culturelle:

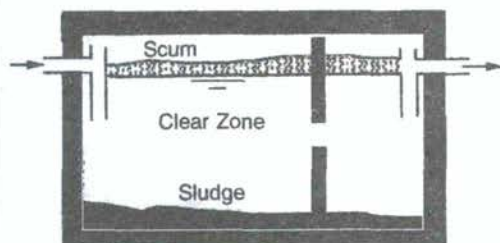
- système bien accepté par la communauté

Technologie qui convient:

- dans les zones où les ressources en eau sont rares ; toutefois, problème de contamination éventuelle des nappes phréatiques.

Traitement des eaux usées sur site

Fosse septique



Note: Les effluents provenant de la fosse septique sont éliminés dans les champs de drainage, dans des puits d'infiltration ou par le système du tout-à-l'égout.

Source: T. Loetscher (1998)

Les effluents provenant des fosses septiques demeurent contaminés par des agents pathogènes. Leur élimination se fait par conséquent soit par absorption par le sol soit par le tout-à-l'égout. Ceci ne concerne toutefois pas les fosses septiques destinées au restockage des excréments.

On peut améliorer les fosses septiques qui éliminent les excréments par absorption de ces derniers par le sol en les faisant évoluer en tout-à-l'égout à déposition des déchets.

Technology Description:

Les fosses septiques sont destinées au traitement sur site des vidanges domestiques. Le réservoir est situé sous terre et comprend généralement deux compartiments, le premier environ deux fois plus grand que le second. Il est possible de construire une fosse septique constituée d'un seul compartiment. Toutefois, les opérations de traitement seront moins efficaces. Par ailleurs, les éventuelles économies réalisées sont minimales.

Deux types de traitement sont effectués :

Les contaminants sont enlevés des vidanges soit par élimination des boues qui se trouvent au fond du réservoir, résultat de la déposition des particules lourdes, soit par élimination de la couche d'écumes qui est formé par flottaison des matières moins denses que l'eau (huiles et graisses).

Ensuite les matières organiques se trouvant dans les boues et la couche d'écumes sont digérées par des bactéries. Ce processus produit des gaz qui s'échappent par une ouverture de ventilation dont est doté le réservoir. Le processus de digestion est crucial car il prévient une accumulation excessive de boues.

Les fosses septiques peuvent réduire la DBO des vidanges brutes jusqu'à 40% et les matières en suspension de 65%. Les effluents qu'elles contiennent sont ainsi plus facilement absorbés par le sol que les vidanges brutes. Il faut donc des petites installations reposant sur la technique d'absorption par le sol (par exemple, des puits d'infiltration ou des champs de drainage).

La qualité des effluents peut encore être améliorée grâce à l'installation des filtres à la sortie de la fosse septique, ce qui empêche les matières solides d'être déversées dans les champs d'absorption.

Puisqu'elle ne convient qu'aux déchets liquides, la fosse septique doit être connectée à une toilette à chasse d'eau. C'est pourquoi elle n'est pas appropriée lorsque les ressources en eau sont rares et la fourniture d'eau irrégulière.

Etendue d'utilisation:

- utilisation extensive dans tous les pays de la Région

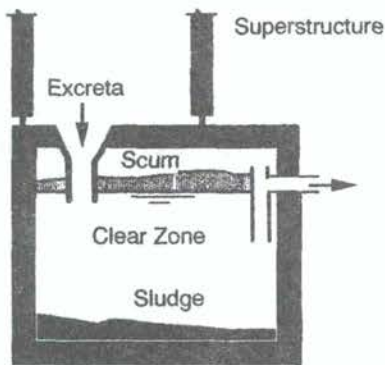
Opération et maintenance:

- selon la façon dont la fosse est conçue, il faut effectuer des contrôles de routine sur les quantités de boue et d'écumes et les enlever tous les un ou trois ans

<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● les effluents issus des activités domestiques peuvent être traités en même temps que les déchets provenant des toilettes 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● la construction de la fosse ne peut se faire que par des ouvriers qualifiés lorsque la maintenance est négligée, la fosse septique produit des effluents de mauvaise qualité et peut ainsi contaminer l'environnement et présenter des risques pour la santé
<p>Coût relatif:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● coût élevé 	<p>Acceptabilité culturelle</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système bien accepté par la communauté
<p>Technologie qui convient:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● si la fosse est bien conçue, bien construite et bonne maintenance, et utilisée avec un système de drainage par tranchées 	

Traitement sur site des eaux usées

Aquaprivy



Note: Les effluents doivent toujours être éliminés par un champ de drainage ou par un puits d'absorption.

Source: T. Loetscher (1998)

Description:

L'aquaprivy est conçu pour la collecte sur site et le traitement des vidanges domestiques. Les excréments tombent dans une goulotte submergée dans un tank étanche situé sous terre. Le liquide contenu dans la fosse fournit une protection aquatique contre les odeurs désagréables et les insectes.

Deux types de traitement sont effectués :

Les contaminants sont enlevés des vidanges soit par enlèvement des boues qui se trouvent au fond du réservoir, résultat de la déposition des particules lourdes, soit par enlèvement de la couche d'écumes qui est formé par flottaison des matières moins denses que l'eau (huiles et graisses).

Ensuite les matières organiques se trouvant dans les boues et la couche d'écumes sont digérées par des bactéries. Ce processus produit des gaz qui s'échappent par une ouverture de ventilation dont est doté le réservoir. Le processus de digestion est crucial car il prévient une accumulation excessive de boues.

Les eaux résultant des activités ménagères doivent être collectées et éliminées séparément.

Etendue d'utilisation:

- système pas très courant

Opération et maintenance:

- encourage le public à compter sur lui-même
- il est possible d'améliorer l'aquaprivy en le transformant en fosses septiques et en tout-à-l'égout à déposition des déchets

Avantages:

- encourage le public à compter sur lui-même
- il est possible d'améliorer l'aquaprivy en le transformant en fosses septiques et en tout-à-l'égout à déposition des déchets

Inconvénients / contraintes

- en cas de mauvaise construction, les réservoirs ne sont pas étanches. Par conséquent, il est difficile de maintenir le niveau du liquide et ainsi la barrière aquatique d'où les odeurs pestilentielles et le risque de contamination des nappes phréatiques

Coût relatif:

- coût élevé

Acceptabilité culturelle:

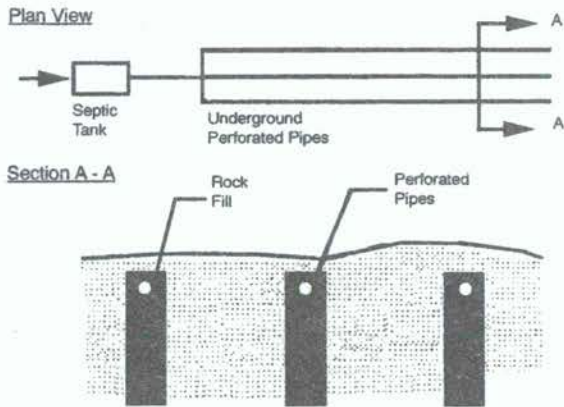
- système bien accepté par la communauté

Technologie qui convient:

- s'il existe des problèmes d'espace ; autrement les fosses septiques constituent une meilleure option

Traitement des eaux usées sur site

Champ de drainage



Source: T. Loetscher (1998)

Description:

Le champ de drainage est destiné à l'élimination sur site des vidanges. Il s'agit d'un espace de terre dans lequel sont creusées plusieurs longues tranchées. Les vidanges sont déversées dans ces tranchées par des tuyaux perforés installés sous terre. Les vidanges s'infiltrent par percolation dans le sol et y sont décomposées par des bactéries.

Généralement, un champ de drainage reçoit les effluents provenant d'une fosse septique ou d'un aquaprivy.

Si sa superficie est importante, un champ de drainage peut également traiter les eaux issues des activités domestiques

L'étendue du champ et son coût d'exploitation sont fonction de la capacité d'absorption du sol.

On peut allonger la durée de vie d'un champ de drains en plaçant des filtres à solides à la sortie de la fosse septique afin d'empêcher les matières solides de pénétrer le champ et de l'embourber.

Etendue d'utilisation :

- technique utilisée rarement vu que les puits d'absorption sont plus faciles et moins cher à construire

Opération et maintenance:

- bien construit, le système ne nécessite aucune maintenance
- lorsqu'il est embourbé, il faut remplacer les tranchées au plus tôt
- les opérations et la maintenance sont réduites lorsque la fosse septique ou les autres systèmes qui déversent les déchets dans le champ de drains sont bien entretenus

Avantages:

- la construction d'un champ de drains est simple, le public pouvant le réaliser de lui-même
- le champ de drains est un meilleur système d'élimination que le puits d'absorption

Inconvénients / contraintes:

- ce système requiert des superficies importantes de terre
- vu qu'il repose sur l'absorption des déchets par le sol, il existe des risques de contamination des nappes phréatiques

Coût relatif:

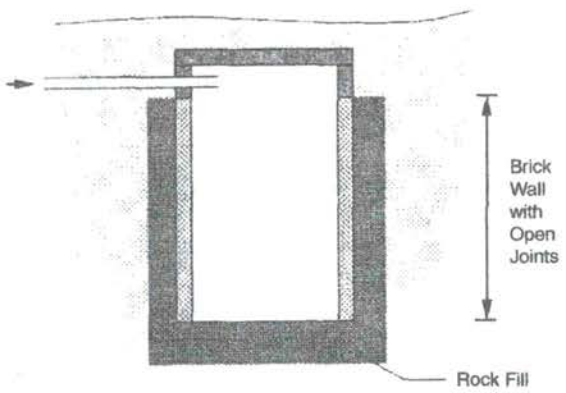
- coût élevé

Acceptabilité culturelle:

- système bien accepté par la communauté

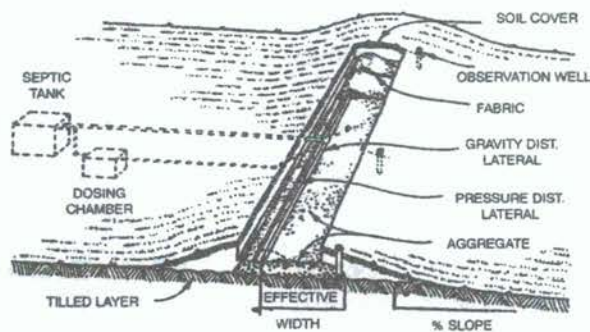
Technologie qui convient:

- très bien à l'élimination des effluents provenant des fosses septiques lorsque les terres sont disponibles, et lorsque le sol a une capacité moyenne d'absorption (cette dernière ne doit évidemment pas être trop faible ; trop forte, il y a des risques de contamination des nappes phréatiques)

<p>Traitement sur site des eaux usées</p> <p>Puits d'absorption</p>  <p>Note: In the region often seepage pits consist of a dug pit back filled with rocks or coral blocks</p> <p>Source: T. Loetscher (1998)</p>	<p>Description:</p> <p>Le puits d'absorption est destinée à l'élimination sur site des effluents. Il s'agit d'une fosse souterraine dont les parois sont renforcées par des briques. Par percolation, les effluents passent à travers les joints se trouvant dans les briques pour s'infiltrer dans le sol où ils sont décomposés par les micro-organismes.</p> <p>Si elle est suffisamment grande, un puits d'absorption peut également accepter les eaux issues des activités domestiques</p> <p>La taille et donc le coût du puits d'absorption est fonction de la capacité d'absorption du sol.</p>
<p>Etendue d'utilisation:</p> <ul style="list-style-type: none"> les fosses sont utilisées de manière extensive dans la région ; toutefois elles ne sont pas construites selon le modèle standard proposé en illustration 	
<p>Opération et maintenance:</p> <ul style="list-style-type: none"> construite correctement, le puits d'absorption ne nécessite qu'un minimum de maintenance opérations et maintenance réduites si la fosse septique ou le système utilisant les tranchées sont bien maintenus 	
<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> sa construction est simple, le public pouvant le réaliser de lui-même 	<p>Inconvénients:</p> <ul style="list-style-type: none"> reposant sur la capacité du sol à absorber les déchets, ce système présente davantage de risques de contamination des nappes phréatiques que les tranchées de drainage, vu que les effluents sont concentrés en un point plutôt que d'être répartis sur une surface plus grande
<p>Coût relatif:</p> <ul style="list-style-type: none"> coût modéré 	<p>Acceptabilité culturelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> système accepté par la communauté
<p>Technologie qui convient:</p> <ul style="list-style-type: none"> pour éliminer les effluents provenant des fosses septiques lorsque les risques de contamination des nappes phréatiques ne se posent pas 	

Traitement sur site des eaux usées

Remblai Wisconsin (lit surélevé)



Source: Tyler & Peterson

Note: on peut allonger la durée de vie d'un remblai Wisconsin en installant un filtre de matières solides à la sortie de la fosse septique afin d'empêcher les solides de pénétrer le remblai et de l'embourber.

Description:

Les remblais Wisconsin sont utilisés dans des conditions de sol et de site qui rendent les tranchées d'élimination conventionnelles non appropriées du fait que le sol recouvrant les rochers est peu profond ou que les nappes phréatiques se situent haut dans des sols perméables. Grâce au remblai, les effluents se répartissent sur une couche de sable d'une profondeur suffisante (environ 600 m), ce qui leur permet de se "nettoyer" de manière satisfaisante avant de pénétrer le sol naturel et d'atteindre la nappe phréatique. Le remblai est construit directement sur la surface naturelle du sol qui est labouré et cultivé au préalable.

Le nettoyage des eaux usées se fait dans la partie sableuse du remblai, ce qui permet à ce type de construction d'être établi sur des sous-sols perméables. Le remblai peut même être utilisé dans des zones qui ont été comblées.

Si sa taille est suffisamment grande, le remblai Wisconsin peut également traiter les eaux issues des activités domestiques

La taille et le coût des remblais sont fonction de la capacité d'absorption du sol.

Etendue d'utilisation:

- utilisation rare vu que les puits d'absorption sont plus faciles et moins chers à construire.

Opération et maintenance:

- minimum de maintenance requise si le remblai est bien construit
- opérations et maintenance réduites si la fosse septique ou le système de drains sont bien entretenus.

Avantages:

- simple à construire ; encourage le public à compter sur lui-même
- système d'élimination plus efficace que les puits d'absorption accroît le taux d'évapo-transpiration

Inconvénients / contraintes:

- requiert de grands espaces de terre
- risque de contamination des nappes phréatiques vu que le système repose sur l'absorption des déchets par le sol
- plus coûteux que le champ de drainage

Coût relatif:

- coût moyen à élevé

Acceptabilité culturelle:

- système bien accepté par la communauté

Technologie qui convient:

- pour éliminer les effluents provenant des fosses septiques lorsque les risques de contamination des nappes phréatiques ne se posent pas

4.4 Traitement des eaux usées (centralisé et décentralisé)

Généralement, la différence majeure entre les systèmes centralisés et les systèmes décentralisés de traitement se situe au niveau du public qui bénéficie de leurs services, les systèmes centralisés desservant des zones urbaines plus importantes. Tous ces systèmes de traitement requièrent des apports en eau tout au long du processus pour chasser, transporter et éliminer les déchets et les eaux usées. Les différents processus sont rangés en différentes catégories selon la qualité des effluents générés par le processus. Ces catégories sont les suivantes :

4.4.1 Traitement préliminaire

Le but des traitements préliminaires est d'assurer le bon fonctionnement des processus principaux qui auront lieu après l'élimination des solides et des grès qui peuvent obstruer ou user les systèmes de tuyauterie, les valves, les pompes et les autres matériels. Le traitement primaire consiste à passer les déchets au crible, à enlever les grès et les graisses et, dans une moindre mesure, à broyer les déchets. A Maurice, le traitement préliminaire constitue la seule forme de traitement avant que les eaux usées ne soient déversées en mer.

4.4.2 Traitement primaire

Généralement, la sédimentation est le processus majeur opéré lors d'un traitement primaire. Elle permet d'enlever des eaux usées toutes les matières qui ont tendance à se déposer, ce qui contribue à réduire les solides en suspension (SS) et des concentrations de demandes biochimiques en oxygène (DBO). Les huiles et graisses flottent à la surface et forment une écume qui peut être enlevée. Cette méthode habituelle de traitement peut être considérée comme satisfaisant pour l'élimination des effluents dans les océans, à condition que la bouche de décharge soit conçue et construite correctement.

Les opérations de sédimentation se déroulent dans différents types de fosses de sédimentation ou clarificateurs : fosses septiques, fosses Imhoff, des clarificateurs par digestion bactérienne, fosses rectangulaires et circulaires, etc.

4.4.3 Traitement secondaire

Le traitement secondaire consiste pour l'essentiel à opérer un traitement biologique sur les déchets. L'objectif est d'enlever la plupart des fines matières organiques en suspension ou dissoutes qui demeurent après le traitement primaire, de sorte que les effluents peuvent aisément être évacués. Pour ce faire, on a recours généralement à un traitement biologique par aérobie. Les outils auxquels on a recours la plupart du temps pour le traitement des eaux usées municipales sont les filtres à percolation, les filtres biologiques rotatifs, les boues activées et les bassins à oxydation. Par ailleurs, pour traiter les eaux usées municipales ainsi que les effluents industriels on utilise également des lagons aérés.

4.4.4 Traitement tertiaire

Le traitement tertiaire s'effectue lorsque les effluents sont de qualité supérieure à ceux obtenus suite à un traitement secondaire. L'objectif principal est généralement le «polissage» des effluents (élimination des fines particules solides). Vu que ces dernières sont surtout de nature organique, leur élimination aura pour résultat la réduction de la DBO des effluents. Il est possible de séparer les matières en suspension des effluents en employant un simple procédé physique ou des procédés plus complexes mettant en jeu des

processus bio-physiques. Les instruments de séparation physique comprennent différents types de filtres (micro-filtres, filtres à sable lent ou rapide, systèmes duals, etc.). Les procédés mettant en jeu des processus biologiques comprennent entre autres des bassins tertiaires, le filtrage par herbes, le filtrage par le sol, les marécages.

Parmi les autres procédés de plus en plus utilisés dans le traitement tertiaire, on peut relever l'ozonisation, l'irradiation par rayons UV, qui réduisent les quantités d'agents pathogènes dans les effluents.

La plupart des usines «clé en main» permettent un traitement secondaire. Toutefois, lorsqu'elles sont utilisées avec d'autres techniques de traitement secondaire, elles peuvent servir à des traitements tertiaires.

La plupart des informations sur les technologies de traitement fournies ci-après sont extraites de rapport SOPAC intitulé : Report on Project Criteria, Guidelines and Technologies (H. Scholzel et R. Bower, 1999).

Les eaux usées municipales, pour l'essentiel d'origine domestique, constituent le type le plus courant d'effluents. Pour cette raison, leur traitement est relativement normalisé et est d'une importance particulière en ce qui concerne la gestion de la pollution de l'eau. Le tableau X fournit des données quantitatives concernant l'efficacité prévue de certains procédés de traitement secondaire et tertiaire couramment utilisés. Le tableau XI fournit des informations générales sur les procédés employés dans le traitement des eaux usées. Finalement les tableaux XII et XIII fournissent des indications sur les coûts et la fiabilité des systèmes de traitement secondaire (biologique).

**Table X: EFFICACITÉ DES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT
D'EAUX USÉES MUNICIPALES**
(Evaluation de l'OMS (1993) Sources de pollution aérienne,
maritime et terrestre 2ème partie)

	Elimination de la DBO (%)	Elimination de SS (%)	Elimination de l'azote (%)	Elimination du phosphore (%)	Elimination de bactéries (%)	Elimination de virus (%)
Traitement primaire						
Criblage	5 - 10	2 - 20			10 - 20	
Chambre à grès	10 - 20	20 - 40			10 - 20	
Ecumage	20 - 30	20 - 40			10 - 20	
Sédimentation	30 - 35	60 - 65	7.5	10	25 - 75	0 - 1
Traitement secondaire						
Coagulation chimique	50 - 85	70 - 90	25	85	40 - 80	0 - 1
Filtre à taux élevé de percolation	65 - 95	65 - 92			80 - 95	0 - 1
Filtre à taux faible de percolation	90 - 95	70 - 92			90 - 95	0 - 1
Boues activées	85 - 93	85 - 90	30 - 40	30 - 45	60 - 90	0 - 1
Aération étendue	95 - 98	85 - 90	15 - 30	10 - 20	60 - 90	0 - 1
Lagon aéré	70 - 90				60 - 96	1 - 3
Stabilisation des déchets	70 - 90		40 - 50	20 - 60	60 - 99 9+	1 - 4
Traitement tertiaire						
Désinfection					99 - 99 9+	0 - 4

Table XI: QUELQUES SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES SUR LES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES (Evaluation de l'OMS (1993) Sources de pollution aérienne, maritime et terrestre, 2ème partie)

Procédé	Efficacité	Données chiffrées
<p>Sédimentation simple (traitement primaire)</p> <p>Bassin ou lagon facultatif (traitement partiellement aérobique et partiellement anaérobique) ne requiert probablement pas de traitement primaire)</p>	<p>Elimination à 60% des solides en suspension (SS). Elimination à 35% de la DBO.</p> <p>Les effluents contiennent : ≤ 30 mg/l de SS ≤ 30 mg/l de DBO</p>	<p>Rétention des eaux usées durant 2 -3 h. Profondeur de la fosse : 3 - 4 m. Dispositif d'élimination des boues.</p> <p>Profondeur : 1 - 2 m Superficie requise : 37² terre /superficie/m³/jour D'écoulement pour 11 - 110 kg/ha/jour d'élimination de la DBO. Utilisé généralement pour les villes de <10,000 habitants.</p>
Filtre à percolation (comprend généralement un clarificateur primaire et un clarificateur secondaire)	<p>Elimination à 85% des SS et de la DBO.</p> <p>Les effluents contiennent : Approx. 30mg/1 de la DBO et Approx. 30mg/1 de SS</p>	<p>Ne requiert pas d'ajout de l'air. Lit de roches d'une profondeur de 1 - 3 m. Roches de 3 -12 cm de diamètre. Les effluents primaires sont répartis sur le lit de roches. Chargement de roches sur une superficie de 1m² / m³ jour de volume d'eaux écoulées Peut être amélioré avec des supports en bois rouge ou en plastique. Occupe une capacité d'environ 80 - 320 gm³.</p>
<p>Boues activées</p> <p>De l'air est introduit dans les vidanges en suspensions; s'ensuit la sédimentation - généralement les vidanges ou les eaux usées ont d'abord été clarifiées.</p>	<p>Les effluents contiennent : ≤ 30 mg/l SS ≤ 30 mg/l DBO.</p> <p>Elimination à 90% de la DBO.</p>	<p>Durée de rétention de 4-8h. Profondeur de la fosse : 3 - 6 m. Largeur : <9m Chargement de matières organiques: 1.6 - 3.2 kg DBO/j/m³ Air diffusé : 56 - 69 m³ kg de DBO</p>
Note : Cas particulier d'une extension du processus d'aération (24 h. d'aération)		
Traitement terrain		
Taux lent (irrigation)	<p>DBO : < SS : < 1</p> <p>FC/100 ml : 0</p>	<p>Appliquer 1 6 m/an Requiert 540 - 7000 m² superficie/superficie/m³ jour</p>
Infiltration rapide	<p>5 mg/l BOD 2 mg/l SS 10 FC/100ml</p>	<p>Appliquer 6 -125 m/an Requiert 64 - 750 m² area/m³ jour</p>

Table XII : COMPARAISON DES PARAMÈTRES DES COÛTS DES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE (Evaluation de l'OMS (1993) Sources de pollution aérienne, maritime et terrestre, 2ème partie)

Besoins fonciers :			
Elevé ↓	Bassin de stabilisation des déchets		
	Superficie, m ² /capita	: 2 - 4 (chaud) 4 - 12 (tempérée)	
	Lagons à aération facultative		
	Superficie, m ² /capita	: 0.15 - 0.45 (chaud) & 0.45 - 1.00 (tempérée)	
	Systèmes à aération étendue		
Faible	Superficie, m ² /capita	: 0.25 - 0.35 (chaud) & 0.35 - 0.65 (tempérée)	
	Traitement à boues activées		
	Superficie, m ² /capita	: 0.16 - 0.20 (chaud) & 0.20 - 0.40 (tempérée)	
	Filtres à percolation		
	Superficie, m ² /capita	: 0.16 - 0.20 (chaud) & 0.20 - 0.40 (tempérée)	
Coût de construction (coût foncier non compris)			
Elevé ↓	Systèmes à aération étendue		
	Equipement	: Aérateurs, pompes de recyclage, racleurs de boue	
	Economie d'échelle	: Considérable	
	Traitement à boues activées		
	Equipement	: Aérateurs, pompes de recyclage, racleurs, épaisseurs, appareil pour la digestion, séchoirs	
	Economies d'échelle	: Minimales	
	Filtres à percolation		
	Equipements	: Distributeurs d'effluents	
	Economies d'échelle	: Minimales	
	Lagons à aération facultative		
Faible	Equipements	: Aérateurs uniquement	
	Economies d'échelle	: Très minimales	
	Bassins à stabilisation des déchets		
	Equipements	: Nul	
Economies d'échelle*	: Très minimales		
Coûts opérationnels:			
Elevé ↓	Traitement à boues activées		
	Opérations	: Opérateurs qualifiés / contrôle léger	
	Traitement des boues	: Lits d'assèchement ou déshydratation mécanique	
	Besoins en énergie	: 12 - 17 kWh/personne/an	
	Extended Aeration Systems		
	Opérations	: Opérateurs qualifiés	
	Traitement des boues	: Digesteurs + lits d'assèchement / filtres	
	Besoins en énergie	: Faible	
	Filtres à percolation		
	Opérations	: Relativement simple	
	Traitement des boues	: Digesteurs + lits d'assèchement / filtres	
	Besoins en énergie	: Faible	
	Lagons à aération facultative		
	Opérations	: Très simple	
	Traitement des boues	: Enlèvement manuel des boues tous les 5 - 10 ans	
	Besoins en énergie	: 12 - 15 kWh/personne/an	
	Bassins à stabilisation des déchets		
	Opérations	: Les plus simples (Opérateur à temps partiel pour les petites unités)	
	Faible	Traitement des boues	: Enlèvement manuel des boues tous les 5 - 10 ans
		Besoins en énergie	: 0 kWh/personne/an

* Le coût unitaire (coût de construction *per capita*) varie selon la taille de la population desservie

Table XIII : COMPARAISON DE LA FIABILITÉ DES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE (Evaluation de l'OMS (1993) Sources de pollution aérienne, maritime et terrestre, 2ème partie)

Adaptation aux déversements imprévisibles de déchets organiques et de déchets toxiques

Très bonne	Bassins à stabilisation des déchets
↓	Lagons à aération facultative
	Filtres à percolation
	Systèmes à aération étendue
Mauvaise	Traitement à boues activées

Capacité à subir des opérations intermittentes:

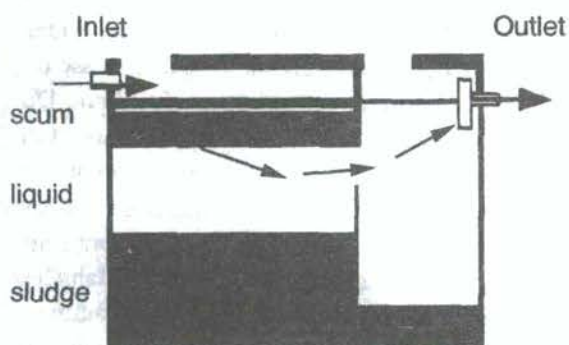
Très bonne	Bassins à stabilisation des déchets
↓	Lagons à aération facultative
	Filtres à percolation, Biodisques
	Systèmes à aération étendue
Mauvaise	Traitement à boues activées

Autonomie par rapport à la formation des opérateurs:

Elevé	Bassins à stabilisation des déchets
↓	Lagons à aération facultative
	Filtres à percolation, Biodisques
	Systèmes à aération étendue
Faible	Traitement à boues activées

Traitement primaire

Fosse septique



Principe d'écoulement de la fosse septique (Ludwig, S. 1998)

Description:

Les fosses septiques sont destinées principalement au traitement sur site des vidanges domestiques. Ce sont des petites constructions rectangulaires situées juste au-dessous niveau du sol qui retiennent les vidanges durant 1 à 3 jours. Elles sont généralement constituées de 2 compartiments, l'un plus grand que l'autre. Les matières solides se déposent au fond de la fosse et y sont digérées par voie anaérobie. Une épaisse couche d'écumes se forme à la surface, permettant de maintenir des conditions d'anaérobie. Il est nécessaire d'enlever la quantité de boue qui s'accumule au fond de la fosse. La décomposition de ces boues produit du biogaz qui monte à la surface sous forme de bulles. Il s'accumule en surface au-dessus du liquide. Il convient alors de le laisser s'échapper à l'air libre. On laisse ensuite les effluents de la fosse septique s'écouler dans des puits d'infiltration

Il s'agit d'un traitement brut primaire précédant les traitements secondaire et tertiaire qui donne les résultats suivant:

- élimination de la DCO de 25 à 50%
- réduction de la DBO des vidanges brutes de 40%
- réduction de 65% des matières solides en suspension
- maintien toutefois des bactéries pathogènes, des larves ou d'oeufs d'insecte.

Les effluents issus des activités ménagères aussi bien que les effluents provenant des toilettes peuvent être traités par ce système. Vu que ce dernier n'accepte que les déchets liquides, il doit être connecté à des toilettes à chasse d'eau.

Etendue d'utilisation:

- système largement utilisé dans la Région

Opération et maintenance:

- peu d'opérations de maintenance requises ; toutefois, il faut régulièrement enlever les boues

Avantages:

- requiert peu en terme d'espace de terre
- ne requiert pas d'électricité
- requiert peu d'opérations et de maintenance
- matériaux de construction disponibles localement

Inconvénients / contraintes:

- mauvaise qualité des effluents
- forte contamination par les agents pathogènes, les larves et les oeufs d'insectes
- main-d'oeuvre qualifiée requise pour la construction de la fosse

Coût relatif:

- coût faible

Acceptabilité culturelle:

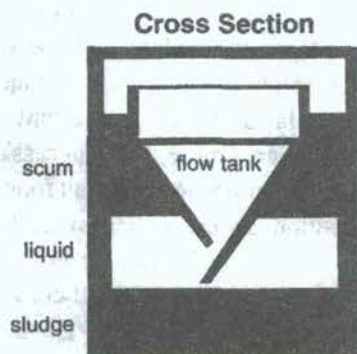
- généralement accepté dans la Région

Technologie qui ne convient pas

- lorsque les ressources en eaux sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable

Traitement primaire

Fosse Imhoff



Principe d'écoulement de la fosse Imhoff (Ludwig S., 1998)

Description:

Les fosses Imhoff sont utilisées pour le traitement des vidanges domestiques ou des vidanges mixtes lorsque les effluents feront l'objet d'autres traitements à la surface du sol.

La fosse Imhoff comporte un compartiment supérieur et une fosse inférieure. Dans le premier, les matières solides se déposent et forment un sédiment. Les boues tombent ensuite par une ouverture au fond de la fosse où elles sont digérées selon un processus anaérobique. Du gaz méthane est produit durant ce processus. On empêche ce gaz de perturber le processus de dépôt des matières solides en le déviant par des chicanes vers des conduits d'échappement des gaz. Les effluents sont sans odeurs vu que les solides suspendus ou dissous dans les effluents n'entrent pas en contact avec les boues actives, ce qui occasionnerait alors les mauvaises odeurs. Lorsque les boues sont enlevées, elles doivent subir des traitements ultérieurs dans des lits d'assèchement par exemple afin d'éliminer les agents pathogènes.

L'efficacité de ce type de traitement est équivalente à celui d'un traitement primaire. Il permet une réduction de 40% de la DBO et une réduction de 65% des matières solides en suspension. Toutefois, il ne permet pas l'élimination des agents pathogènes.

Puisqu'elle n'accepte que des déchets liquides, la fosse Imhoff doit être connectée à une toilette munie d'une chasse d'eau. Le système peut traiter les effluents issus des activités domestiques que les effluents provenant des toilettes.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région

Opération et maintenance:

- nécessité d'enlever les écumes et les boues à intervalles réguliers
- aucune autre opération de maintenance significative requise.

Avantages:

- requiert peu en terme d'espace de terre
- ne requiert pas d'électricité
- requiert peu d'opérations et de maintenance
- matériaux de construction disponibles localement

Inconvénients / containtes:

- les effluents restent contaminés par les agents pathogènes
- main-d'oeuvre qualifiée requise pour la construction de la fosse
- entrepreneurs de travaux qualifiés requis pour la construction mauvaise qualité des effluents

Coût relatif:

- coût faible

Acceptabilité culturelle:

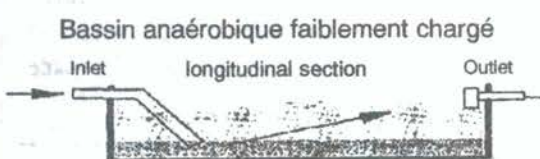
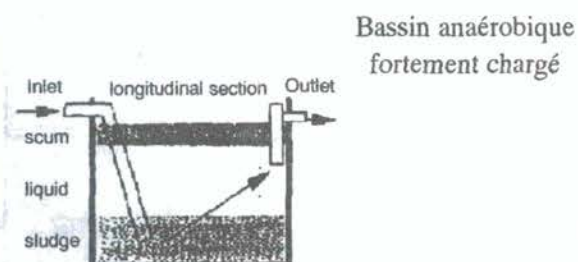
- accepté généralement dans la Région

Technologie qui ne convient pas:

- lorsque les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable

Traitement primaire

Bassins / fosses anaérobiques



Principe d'écoulement du bassin anaérobique (Ludwig S., 1998)

Description:

Les bassins anaérobiques utilisent le même processus biologique et le même principe de chargement que les fosses septiques, sur une échelle plus grande toutefois. Comme l'indique leurs noms, les bassins anaérobiques opèrent en l'absence de l'air. Par conséquent, les fosses profondes ayant une superficie réduite fonctionnent plus efficacement que les bassins peu profonds. Avant usage, les bassins doivent être toutefois remplis d'eau afin de prévenir les conditions malsaines. Après l'ajout de vidanges brutes, les boues s'accumulent au fond du bassin et après une semaine environ, une croûte se forme à la surface qui constitue une barrière contre les odeurs. Le type des eaux usées et la méthode de post-traitement soulignent le rôle des bassins anaérobiques. Ces derniers sont conçus pour des durées de rétention hydraulique de 1 à 30 jours dépendant du type des eaux usées et du processus de traitement souhaité. Les eaux de pluie peuvent causer une augmentation inattendue des volumes des liquides, ce qui pourrait affecter l'efficacité du traitement. Il faut donc prendre ce facteur en considération lors des étapes initiales de conception et de construction des bassins.

Le traitement permet d'obtenir les résultats suivants:

- petits bassins traitant les eaux usées domestiques: élimination à 50-70% de la DBO
- bassins à longue durée de rétention hydraulique fortement chargés : élimination à 70-95% de la DBO, élimination à 65-95% de la DCO
- bassins à durée courte (72 heures) de rétention hydraulique faiblement chargés : élimination à 57% de la DBO, élimination à 53 % de la DCO
- bassins à durée longue (480 heures) de rétention hydraulique faiblement chargés : élimination à 98% de la DBO, élimination à 96% de la DCO.

Le système peut utiliser tout aussi bien les effluents des activités domestiques que les effluents provenant des toilettes.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région

Opération et maintenance:

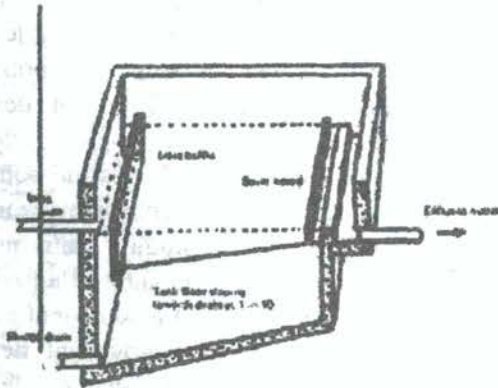
- aucune opération significative requise si ce n'est le remplissage du bassin avec de l'eau avant son utilisation
- nécessité d'enlever régulièrement les boues qui s'accumulent progressivement

<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ne requiert pas d'électricité ● requiert peu d'opérations et de maintenance ● matériaux de construction disponibles localement ● haute qualité des effluents en ce qui concerne les bassins à longue durée de rétention hydraulique faiblement chargés 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● mauvaise qualité des effluents en ce qui concerne les bassins à courte durée de rétention hydraulique faiblement chargés ou chargés d'effluents domestiques ● mauvaise qualité des effluents provenant des petits bassins traitant les effluents domestiques
<p>Coût relatif:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● coût modérés 	<p>Acceptabilité culturelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● n'est généralement pas bien acceptée dans la Région
<p>Technologie qui convient:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● car les exigences en termes d'espace de terres, qu'il s'agisse des bassins à longue ou à courte durée de rétention hydraulique, sont modérées par rapport à d'autres technologies présentées dans le présent rapport ; toutefois, les bassins à longue durée de rétention requièrent davantage plus d'espace en terres que ceux à durée de rétention courte. 	

Traitement primaire

Bassins / fosses

Fosses de sédimentation



Source: Horizontal Flow Type (Mann, H.T., Williamson, D., 1982)

Description:

Les vidanges brutes contiennent une quantité importante de matières en suspension qu'on peut amener à se déposer dans des fosses de sédimentation bien conçues. Ces fosses sont de deux types : la fosse à écoulement vertical et celui à écoulement horizontal. La fosse est dotée d'un parquet en pente qui facilite l'enlèvement des boues. Ce dernier se réalise par gravité grâce à une valve située au point le plus bas de la fosse. Les particules insolubles en suspension se déposent à ce point. Une fosse de sédimentation bien conçue peut enlever environ la moitié de ces matières polluantes. Les effluents qui en sortent peuvent subir d'autres traitements dans des bassins de stabilisation, des filtres à percolation, etc.

Le traitement permet d'obtenir les résultats suivants:

- petite fosse à courte durée de rétention hydraulique faiblement chargée : élimination à 57% de la DBO, élimination à 53% de la DCO
- bassins à longue durée de rétention hydraulique faiblement chargée : élimination à 98% de la DBO, élimination à 96% de la DCO

Les effluents provenant des activités domestiques ainsi que ceux provenant des toilettes peuvent être traités par ce système. Vu que ce dernier n'accepte que les déchets liquides, il doit être connecté à des toilettes munies d'une chasse d'eau.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région

Opération et maintenance:

- nécessité d'enlever les boues à intervalles réguliers
- aucune opération significative requise sauf les opérations susmentionnées

Avantages:

- ne requiert pas d'électricité
- requiert peu d'opérations et de maintenance
- matériaux de construction disponibles localement
- bonne qualité des effluents en ce qui concerne les fosses à longue durée de rétention hydraulique faiblement chargées

Inconvénients / contraintes

- mauvaise qualité des effluents en ce qui concerne les bassins à courte durée de rétention hydraulique faiblement chargés

Coût relatif:

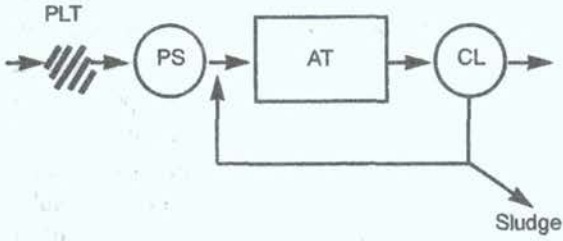
- coûts modérés

Acceptabilité culturelle:

- généralement accepté dans la Région

Technologie qui convient:

- Car les exigences en termes d'espace de terres, qu'il s'agisse des bassins à longue ou à courte durée de rétention hydraulique, sont modérées par rapport à d'autres technologies présentées dans le présent rapport ; toutefois, les bassins à longue durée de rétention requièrent davantage plus d'espace en terres que ceux à durée de rétention courte.
- mais ne convient pas lorsque les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable car des quantités importantes d'eau doivent être transportées vers le site de traitement

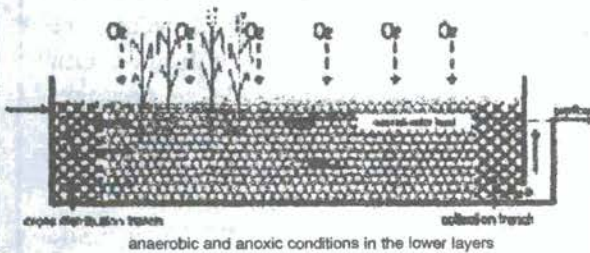
<p>Traitement secondaire</p> <p>Traitement à boues activées</p>  <p>PLT = Preliminary Treatment PS = Primary Settling At = Aeration Tank CL = Clarifier</p> <p>Source: After Loetscher T., 1998</p>	<p>Description:</p> <p>Le traitement à boues activées comprend toute une série de processus destinés à traiter les eaux usées collectées par un réseau d'égouts. Le traitement préliminaire enlève les solides bruts et les graisses. Une première sédimentation permet une autre élimination des solides. Dans la fosse d'aération, les micro-organismes utilisent l'oxygène pour décomposer les polluants organiques. Il se forme des flocons qui se déposent dans un appareil de clarification formant une couche de boues qui sont ensuite éliminés dans des lits d'assèchement à un site d'élimination des boues. Le liquide clair qui demeure dans le clarificateur peut subir d'autres traitements ou être déversé. Le système convient au traitement à la fois des effluents provenant des activités domestiques que ceux provenant des toilettes.</p> <p>Le traitement permet l'élimination à 95% de la DBO et à 90% des solides en suspension.</p> <p>Vu que le système n'accepte que les déchets liquides, il doit être connecté à des toilettes munies d'une chasse d'eau.</p>
<p>Etendue d'utilisation:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Utilisation modérée dans la Région. Système employé particulièrement pour le traitement des effluents provenant des hôtels. 	
<p>Opération et maintenance:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système qui requiert une main-d'oeuvre et des entrepreneurs de travaux qualifiés ● système qui requiert du personnel qualifié pour assurer les opérations et la maintenance ● système qui nécessite une surveillance constante des opérations 	
<p>Avantages:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● exigences limitées en termes d'espace de terres ● haute qualité des effluents 	<p>Inconvénients / contraintes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● système dont la construction requiert des entrepreneurs qualifiés ● nécessité d'importer certains matériaux de construction ● système qui requiert des opérateurs qualifiés ● nécessité d'être pourvu en électricité ● opérations et maintenance intensives
<p>Coût relatif:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● coûts élevés 	<p>Acceptabilité culturelle:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● généralement accepté dans la Région
<p>Technologie qui ne convient pas :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● lorsque les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable car des quantités importantes d'eau doivent être transportées vers le site de traitement 	

Traitement secondaire

Marécages / bassins

Système à lit de roseaux / Ecoulement sous-surface / Marécages / Installations de traitement des zones de racines / Filtre horizontal à graviers

Principle of horizontal filter process
continuous oxygen supply to the upper layers only
major role of plants: provide favourable environment for bacteria diversity



Principe du filtre horizontal (Ludwig S. , 1998)

Description:

Les systèmes de marécages conviennent au traitement des eaux usées domestiques et industriels qui ont subi un pré-traitement et dont la teneur en DBO est inférieure à 500 mg/l. Le système à lit de roseau comprend un bassin d'une profondeur d'un mètre dont le fond est recouvert d'une couche étanche d'argile ou d'une autre matière de garniture afin de prévenir les effluents d'infiltrer le sol par percolation et ensuite atteindre les nappes phréatiques. Le bassin est ensuite rempli de terre et planté de roseaux. L'oxygène est transporté à travers les pores des plantes jusqu'aux racines et, une fois libéré, accroît l'activité biologique de la terre. Lorsque les eaux usées traversent la terre se trouvant autour des racines, les composés organiques et d'autres impuretés sont éliminées par les micro-organismes se trouvant dans la terre.

Le processus permet d'éliminer jusqu'à 84% de la DCO et jusqu'à 86% de la DBO.

Etendue d'utilisation:

- Utilisation limitée modérée dans la Région.

Opération et maintenance:

- système qui requiert peu d'opérations et de maintenance ; toutefois il faut soigner les roseaux ou les plantes des marécages et éliminer les mauvaises herbes afin de maintenir la bonne croissance des premiers
- système qui requiert la maintenance régulière des tranchées anti-érosion

Avantages:

- requiert peu d'opérations et de maintenance
- ne requiert pas d'électricité
- matériaux de construction disponibles localement
- haute qualité des effluents

Inconvénients / contraintes

- système qui requiert beaucoup d'espace
- favorise la prolifération d'insectes

Coût relatif:

- coût modéré

Acceptabilité culturelle:

- devrait être acceptée dans la Région

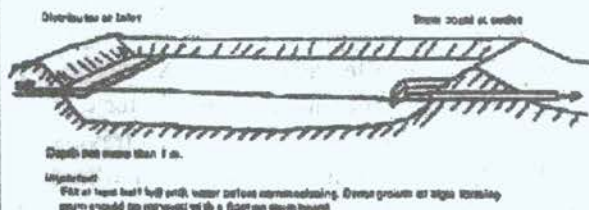
Technologie qui ne convient pas :

- dans les endroits où ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car des quantités importantes d'eau doivent être transportées vers le site de traitement

Traitement secondaire

Bassins

Bassins à stabilisation aérobie / bassins d'algues / bassins d'oxydation



Source : Maan H.T. , Williamson D., 1982

Description:

Dans les bassins à stabilisation aérobie, les matières organiques causant la pollution sont consommées par des organismes biologiques qui requièrent une quantité d'oxygène proportionnelle à la quantité de matières organiques éliminées. L'oxygène est fourni aux bassins par les algues qui dépendent de la photosynthèse. Lorsque la quantité d'oxygène fournie aux micro-organismes qui consomment les matières organiques n'est pas suffisante, ceux-ci ne sont pas actifs. Par contre les organismes anaérobies se mettent eux en activité causant des odeurs pestilentielles et polluant les effluents. Les bassins aérobie doivent être remplis à moitié d'eau avant leur utilisation afin d'empêcher de telles conditions de se produire. L'efficacité du traitement s'accroît avec des durées de rétention plus longues.

Le traitement permet d'éliminer la DBO à hauteur de 82% dans les bassins simples, mais jusqu'à 97% dans les systèmes à bassins multiples, 78% de la DCO et 95% d'agents pathogènes.

Etendue d'utilisation

- Utilisation limitée modérée dans la Région.

Opération et maintenance:

- des dispositions spéciales doivent être prises au début des opérations ; par la suite il est nécessaire d'enlever les boues à intervalles réguliers bien définis

Avantages:

- requiert peu d'opérations et de maintenance
- ne requiert pas d'électricité
- matériaux de construction disponibles localement
- haute qualité des effluents

Inconvénients / contraintes

- système qui requiert beaucoup d'espace
- favorise la prolifération d'insectes

Coût relatif:

- coût modéré

Acceptabilité culturelle:

- n'est pas bien accepté en raison des besoins en terre

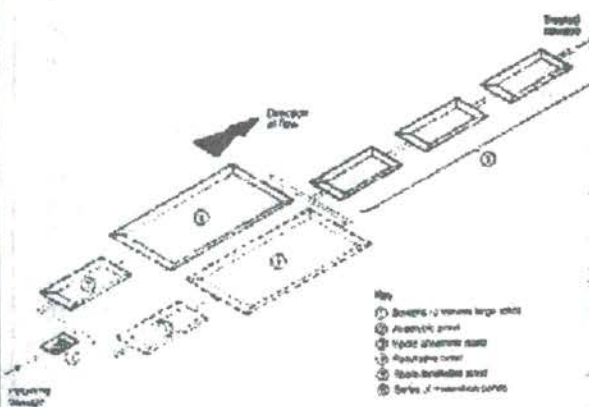
Technologie qui ne convient pas :

- dans les endroits où ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car des quantités importantes d'eau doivent être transportées vers le site de traitement
- mais elle convient quand les besoins en terres sont moindres, même si ces besoins sont modérés lorsqu'un système d'aération les besoins en terre deviennent moins pressants

Traitement secondaire

Bassins

Bassins à stabilisation des déchets



Source: After Pickford, J., 1991

Description:

Le système comprend 3 grands lacs ou bassins artificiels (ou plus) peu profonds disposés en une séquence telle qu'elle permet le traitement des eaux usées provenant d'un système de tout-à-l'égout, d'un égout creusé dans le sol, etc. Les vidanges qui ont été filtrées afin que soient enlevées les grands morceaux de matières solides sont acheminées vers un système de bassins, le premier étant un bassin anaérobique qui reçoit les vidanges brutes. Une partie des déchets flotte à la surface sous forme d'écumes qui empêchent ainsi le bassin d'être aéré par le vent et de lancer un processus aérobique. Le reste des déchets coule jusqu'au fond du bassin sous forme de boues et y est digéré par les bactéries anaérobiques. Les effluents pénètrent ensuite un bassin facultatif qui est doté d'une zone aérobique proche de la surface du bassin et une zone anaérobique se situant plus en profondeur. L'élimination des agents pathogènes se déroule dans le dernier bassin, celui de la maturation, qui est un bassin aérobique où l'oxygène est transféré dans l'eau par le vent et les algues. Le traitement des déchets s'accélère sous les températures chaudes.

Le traitement permet d'éliminer 95% de la DBO et 90% des matières solides en suspension. Il produit des effluents très clairs équivalents à ceux produits par le traitement à activation des boues.

Etendue d'utilisation:

- utilisation modérée dans la Région.

Opération et maintenance:

- nécessité de tailler régulièrement les herbes autour des bassins
- nécessité d'enlever régulièrement les boues

Avantages:

- requiert peu d'opérations et de maintenance
- ne requiert pas d'électricité
- matériaux de construction disponibles localement
- haute qualité des effluents

Inconvénients / convientes :

- système qui requiert beaucoup d'espace

Coût relatif:

- coût modéré

Acceptabilité culturelle:

- processus de traitement qui n'est généralement pas bien accepté dans la Région

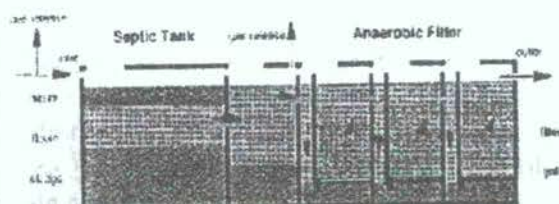
Technologie qui ne convient pas :

- dans les endroits où les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car des quantités importantes d'eau doivent être transportées vers le site de traitement

Traitement secondaire

Filtres

Filtres aérobiques / réacteur à lit fixe / réacteur à pellicule fixe



Principe d'écoulement d'un filtre anaérobie à remontée des effluents (Ludwig S., 1998)

Description:

Le filtre anaérobie convient au traitement des eaux usées domestiques et de toutes les eaux usées industrielles qui contiennent peu de matières en suspension. Les filtres aérobiques permettent le traitement des matières ne pouvant se déposer et des matières dissoutes en les mettant en contact proche avec des masses de bactéries actives en excédent. Les matières organiques dispersées ou dissoutes sont digérées par les bactéries après des durées de rétention très brèves. Les bactéries se fixent sur des matériaux de filtrage tels que le gravier, les roches, les cendres et se mettent en activité lorsqu'elles sont en contact avec les eaux usées. Il est peut-être nécessaire de faire un traitement préliminaire afin d'enlever les matières solides de grande taille.

Le traitement dans un filtre anaérobie bien opéré permet d'obtenir des effluents de qualité moyenne débarrassée de 70-90% de la DBO.

Ce filtre peut traiter tout aussi bien les effluents issus des activités domestiques que ceux provenant des toilettes.

Etendue d'utilisation:

- système pas utilisé actuellement dans la Région.

Opération et maintenance:

- opérations et maintenance intensive
- nécessité d'enlever régulièrement les boues
- nécessité de nettoyer les matériels de filtrage

Avantages:

- système qui nécessite peu d'espace de terre

Inconvénients / contraintes

- opérations et maintenance intensive
- système qui fonctionne à l'électricité

Coût relatif:

- coût élevé

Acceptabilité culturelle:

- système qui devrait être accepté dans la Région

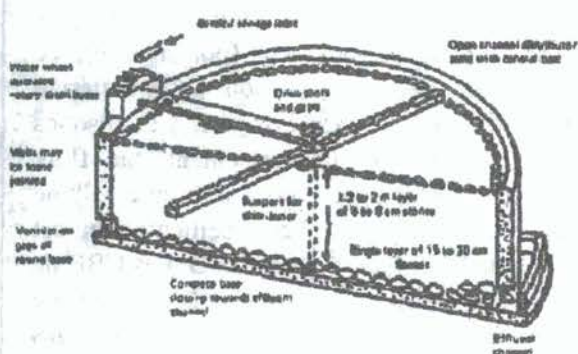
Technologie qui ne convient pas :

- dans les endroits où les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides

Traitement secondaire

Filtres

Filtres opérant par goutte à goutte / filtres à percolation



Source: After Mann, H. T., Williamson, D., 1982

Description:

Les filtres opérant par percolation fonctionnent selon le même principe que le filtre anaérobique vu qu'il fournit une grande surface permettant aux bactéries de se déposer. Toutefois, il s'agit d'un processus aérobique. Le filtre est constitué soit de roches soit de graviers. Les polluants organiques présents dans les déchets sont consommés par les organismes vivant dans une mince pellicule biologique recouvrant les roches ou les graviers. L'oxygène est diffusé directement à partir de l'air pour pénétrer dans la pellicule biologique. Il faut d'abord que les vidanges se déposent au préalable ; elles sont ensuite dosées selon un procédé mécanique et réparties sur la surface des filtres. Pour faire en sorte que les bactéries aient accès égal à l'air et aux eaux usées, ces dernières sont dosées par intervalles, ce qui leur donne ainsi qu'à l'air suffisamment de temps pour entrer dans le réacteur. Par ailleurs, les eaux usées doivent être réparties également sur toute la surface afin d'utiliser pleinement les roches ou graviers constituant le filtre.

Le traitement permet d'obtenir des effluents débarrassés à 80% de la DBO lorsque les matières organiques sont chargées au taux de 1kg/DBO/m³ xj.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région.

Opération et maintenance:

- la pellicule bactérienne doit régulièrement être vidangée afin de prévenir les obstructions du système et afin d'enlever les boues mortes

Avantages:

- on obtient des effluents de haute qualité

Inconvénients / contraintes:

- opérations et maintenance intensive
- système qui fonctionne à l'électricité

Coût relatif:

- coût élevé

Acceptabilité culturelle:

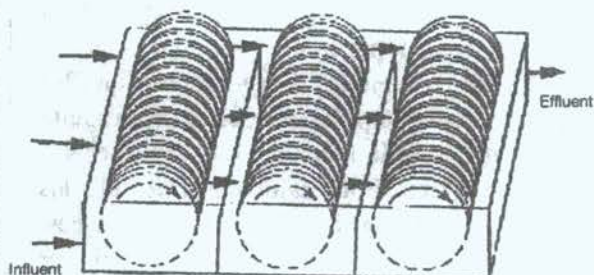
- processus de traitement qui n'est généralement pas bien accepté dans la Région

Technologie qui ne convient pas :

- dans les endroits où les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car elle requiert de grandes quantités d'eau

Traitement secondaire

Contacteur biologique rotatif (CBR)



Description:

Un contacteur biologique rotatif (appelé souvent biodisque) opère selon le même principe que celui du filtre opérant par goutte à goutte. Toutefois, il est doté d'un lit de bactéries qui lui est attachée. Ce lit est immergé dans une fosse d'eaux usées. La rotation expose la surface du disque à l'air libre favorisant ainsi son aération et le replonge sous les eaux usées. Le lit est constitué d'un nombre de disques circulaires faits de styromousse (polystyrène), de plastique à haute densité ou de tout autre matériau léger et montés sur un arbre rotatif. Les disques rapidement favorise le développement une flore microbienne constituant une pellicule d'une épaisseur de 3 mm. C'est cette pellicule qui est responsable de l'élimination de la DBO. Les CBR de taille complète peuvent être dotés de disques de diamètre pouvant atteindre 7 m et montés sur des arbres longs de 7 m. Les vitesses de rotation se situent généralement entre 1 et 2 rpm. La puissance requise pour faire tourner l'arbre varie de 2 à 4 kW par arbre.

Il est recommandé d'effectuer des chargements au taux partant de 0,8-1,2 kg de DBO₅/100m²/j soluble.

Etendue d'utilisation:

- système commercialisé pour de petites communautés telles que les hôtels

Opération et maintenance:

- Système facile à opérer ; ne nécessite que peu d'espace

Avantages:

- Coûts d'électricité et de maintenance réduite
- système qui fait preuve de stabilité en cas de chargement brutal d'eau
- capacité à éliminer la DBO carbonée et azotée à un taux élevé

Inconvénients / contraintes:

- processus relativement nouveau et n'ayant pas encore fait ses preuves
- les disques et l'arbre peuvent se briser ou s'abîmer, d'où des risques de non-fonctionnement du système
- absence de contrôle opérationnel

Coût relatif:

- coûts inférieurs à ceux des systèmes à activation de boues

Acceptabilité culturelle:

- généralement acceptée dans la Région

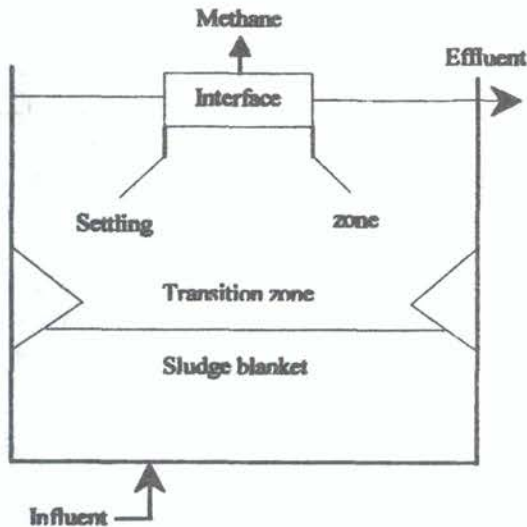
Technologie qui ne convient:

- aux pays en voie de développement

Traitement secondaire

Processus de traitement anaérobie à taux élevé

Procédé de lit de boues expansées



Description:

Ce processus convient au traitement de tous les types d'eaux usées, y compris les effluents domestiques. L'UASB maintient une couche de boues anaérobiques actives suspendues dans la partie inférieure de l'appareil à digestion. La vitesse de la remontée des eaux maintient le manteau de boues en place. La caractéristique majeure de ce système est que le dispositif comprend un système de séparation des matières solides qui maintient une proportion importante des solides dans le réacteur, permettant ainsi des taux de chargement plus importants et des durées de rétention plus courtes que celles qui caractérisent généralement les systèmes anaérobiques. Après des semaines d'acclimatation et de maturation, il se forme des boues (souvent de nature granuleuse) qui améliorent la stabilité du manteau et permettent d'appliquer des taux élevés de chargement. Il n'est pas inhabituel pour les UASB d'opérer selon des durées de rétention aussi bas que 6 heures durant lesquelles les déchets sont traités avec une DBO supérieure à 5000 mg/l.

Pour le traitement des vidanges, des durées de rétention de 10 à 12 heures sont couramment appliquées débouchant sur l'élimination à 70-80% de la DBO.

Etendue d'utilisation:

- système pas utilisé actuellement dans la Région.

Opération et maintenance:

- système relativement simple à opérer et à maintenir

Avantages:

- coûts peu élevés
- peu d'exigences en terme de terres
- peu d'opérations et maintenance aisée
- récupération du biogaz qui peut être utilisé comme carburant

Inconvénient / contraintes:

- il faut du temps pour cultiver un bon manteau de boues
- nécessité d'avoir une fourniture adéquate d'eau dans la Région

Coût relatif:

- coût faible à modéré

Acceptabilité culturelle:

- devrait être accepté dans la Région

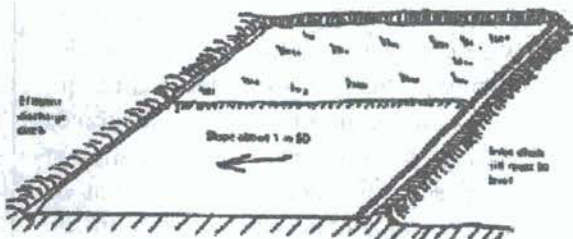
Technologie qui ne convient pas:

- lorsque la fourniture d'eau est adéquate et fiable

Traitement tertiaire

Lagons / parcelles de terrain plantées d'herbes

Terrain planté d'herbes



Source: Mann, H. T., Williamson, D., 1982

Description:

Les parcelles de terrain plantées d'herbes sont simple à aménager. Elles permettent un fort taux d'élimination. Elles doivent être aplanies et inclinées vers les zones de collecte. Fondamentalement, les effluents doivent traverser au travers d'un "réseau" formé par les brins d'herbe qui filtrent alors les matières solides dans un milieu bien aéré. Il ne faut pas oublier la possibilité d'une contamination éventuelle des nappes phréatiques vu qu'une partie des effluents peut s'infiltrer dans le sol poreux. Des herbes naturelles ordinaires conviennent tout à fait. Les herbes en excédent ainsi que les celles qui ont été coupées doivent être éliminées car elles risquent de causer davantage de pollution en se décomposant.

Le traitement effectué sur des effluents ayant subi un traitement secondaire permet d'éliminer la DBO à 50%, les matières solides en suspension à 70%, et les bacilles E. Coli à 90%.

Etendue d'utilisation:

- système utilisé de façon limitée dans la Région

Opération et maintenance:

- nécessité d'enlever les matières solides, toutefois uniquement lorsqu'elles empêchent l'écoulement
- nécessité d'enlever les herbes en excédent

Avantages:

- facile à construire
- opérations et maintenance minimales
- matériaux de construction disponibles localement
- ne nécessite pas d'électricité
- bonne qualité des effluents

Inconvénients / contraintes:

- beaucoup de terres requises
- possibilité de contamination des eaux d'écoulement
- de grandes quantités d'eau requises

Coût relatif:

- coût modéré

Acceptabilité culturelle:

- n'est généralement pas acceptée dans la Région

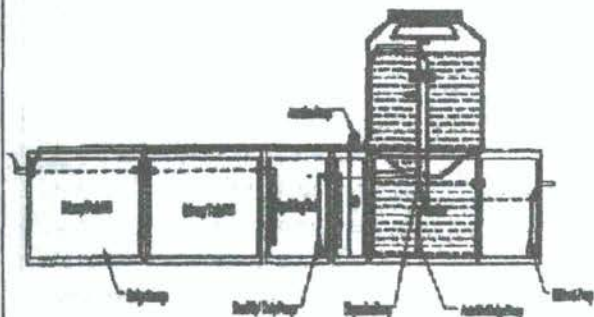
Technologie qui ne convient pas:

- dans les endroits où ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides

Installations livrées clés-en-main

Type d'installation

Usine de traitement par biofiltre Enviroflow



Source : Brochure intitulée "Enviroflow Wastewater Treatment" (Traitement des eaux usées Enviroflow)

Description:

Les installations Enviroflow traitent à la fois les effluents domestiques que ceux provenant des toilettes grâce à un processus de digestion bactérienne en deux étapes suivi d'opérations de clarification et de désinfection. Pour l'essentiel, les eaux usées provenant des cuisines, des toilettes, etc., traversent deux étapes de traitement avec d'être clarifiées et désinfectées. La première étape se déroule dans un bassin primaire où sont actives des bactéries aérobiques et des bactéries anaérobiques. Les matières solides sont digérées par les bactéries et les liquides contenant des matières organiques solides traversent alors une deuxième étape de traitement lors duquel on utilise un filtre biologique permettant le passage au goutte à goutte des effluents. Dans ce filtre biologique des bactéries préalablement sélectionnées se développent sur un support où les déchets s'écoulent en étant en contact avec l'air. Toute matière bactérienne qui est séparée lors de cette étape est maintenue dans le flot des effluents, mais elle se déposera dans le compartiment de clarification. Ensuite les effluents qui seront alors clarifiés sont désinfectés par le chlore. De telles installations sont capables de servir des communautés de 10 à 20 000 personnes, puisqu'il est possible de les modifier selon la taille de la communauté.

Après traitement, les effluents contiennent un taux de DBO5 inférieur à 200 mg/l ; la quantité de solides en suspension est inférieure à 30 mg/l.

Etendue d'utilisation:

- système non utilisé actuellement dans la Région

Opération et maintenance:

- un manuel d'opération et de maintenance est fourni
- un petit kit comprenant des appareils de contrôle est fourni pour surveiller la qualité des effluents

Avantages:

- système qui requiert peu d'espace de terres
- haute qualité des effluents

Inconvénients / contraintes

- de grandes quantités d'eau requises
- opérations et maintenance intensives
- nécessite une fourniture d'électricité

Coût relatif:

- coût élevé

Acceptabilité culturelle:

- devrait généralement être bien accepté dans la Région

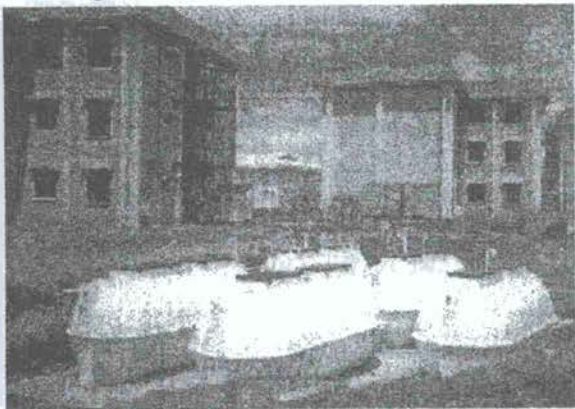
Technologie qui ne convient pas:

- dans les endroits où les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides

Installations livrées clés-en-main

Type d'installation

Réacteurs à lots séquentiels : Réacteur Cromaglass



Source: After Cromaglass Wastewater Treatment System

Description:

Les systèmes Cromaglass sont pour l'essentiel des réacteurs à lots séquentiels : le traitement se fait par séquences minutées dans un seul réservoir. Une unité comprend 3 sections, chacune réalisant une tâche différente. Dans la première section (A) se déroule un processus d'aération (rétention des solides). Cette section est séparée du reste de l'unité par une barrière non corrosive qui retient les solides inorganiques. Ces derniers sont décomposés en morceaux par la turbulence causée par une pompe d'aération submersible qui mélange les liquides et les fait passer à travers la barrière. Dans la deuxième section (B), le processus d'aération se poursuit, l'air étant fourni par des pompes qui assurent également les opérations de mélange. On peut facultativement opérer une opération de dénitrification en créant des conditions anoxiques : pour ce faire en arrêtant l'apport de l'air aux pompes aspirantes ; on arrête ainsi le processus d'aération, mais les opérations de mélange se poursuivent. Le liquide est ensuite transféré vers la troisième section (C) où se déroule le processus de clarification. Lorsque cette section est trop remplie, l'excédent liquide qui déborde est refoulé vers la section d'aération. A la fin, le clarificateur est isolé, les solides se déposent et sont enlevés, les effluents sont déversés hors du clarificateur par pompage, les boues sont enlevées et transportées vers une unité de traitement des boues.

Le traitement permet de réduire la DBO et les matières solides en suspension de 90-95%. Les effluents qui en résultent contiennent une DBO à hauteur de 30 mg/l et des matières solides en suspension à hauteur de 30 mg/l.

Etendue d'utilisation

- système non utilisé actuellement dans la Région

Opération et maintenance:

- opération et maintenance intensives
- système de haute technologie

Avantages:

- système qui requiert peu d'espace en terres
- bonne qualité des effluents

Inconvénients / contraintes

- opération et maintenance intensives
- nécessite une fourniture d'électricité
- opérations et maintenance pointues du fait de la haute technicité du système, d'où la nécessité de disposer de personnes compétentes et hautement qualifiées.

Coût relatif:

- coûts élevés

Acceptabilité culturelle:

- système qui devrait être accepté dans la Région

Technologie qui ne convient pas:

- dans les endroits où ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides

4.5 Réutilisation des eaux usées

La réutilisation des eaux usées dans l'agriculture et l'aquaculture présentent des perspectives intéressantes et est pratiquée à travers le monde. Ces eaux peuvent servir notamment aux fins d'irrigation des cultures, ce qui permettra d'économiser les ressources d'eau douce. Elles peuvent également constituer une source de nutriments dans les secteurs horticole et sylvicole. L'aquaculture est de plus en plus pratiquée : elle offre des perspectives économiques intéressantes pour les pays en voie de développement. Les nutriments présents dans les effluents qui, généralement, polluent l'environnement, sont bénéfiques lorsque ces derniers sont utilisés aux fins d'irrigation et dans les opérations aquacoles. Pourtant, la réutilisation des eaux usées est une pratique peu répandue dans la région. Vu que bon nombre de pays de la Région ont des ressources en eau limitées, une telle pratique procurerait des avantages puisqu'elle permettrait d'économiser les ressources d'eau douce et de réduire les risques de pollution pouvant affecter les ressources d'eau marine et des eaux de surface. Les pays qui cherchent à se procurer des installations d'épuration appropriées et abordables devraient explorer toutes les possibilités de réutilisation des eaux usées.

Dans bon nombre de pays, du fait des croyances et des traditions, il existe de forts tabous contre la réutilisation des eaux usées. C'est pourquoi il faudra mener de vastes campagnes d'information et de persuasion afin d'introduire ce concept. Avant toute chose, il conviendra de discuter avec les usagers éventuels afin de trouver la technologie qui pourrait être adoptée sans heurter les croyances des populations.

Vu que les eaux usées constituent une ressource valable, il convient d'encourager leur réutilisation dans les applications horticoles, sylvicoles et aquacoles, ce qui devrait permettre de réduire la pollution de l'environnement et d'accroître la production. Toutefois, il convient de mettre en place les protections sanitaires adéquates en ce qui concerne les opérations de traitement des eaux usées, les types de cultures, les méthodes d'application et l'exposition des personnes à des risques de contamination. Le guide de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) intitulé *Health Guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture (1998)* doit être consulté afin d'assurer que les eaux usées ne présentent aucun risque à ceux qui les réutilisent ou qui consomment des produits agricoles ou animaux ayant été contaminés par des eaux usées.

Des renseignements supplémentaires peuvent être obtenus sur le site du réseau *Integrated Bio-System Network* (adresse : <http://www.ias.unu.edu/proceedings/icibs/ibsnet/>). Il s'agit d'un réseau de personnes reliées par Internet promouvant la constitution d'un forum de coopération dans la mise en place des bio-systèmes intégrés dans les domaines de l'agronomie, de l'industrie, de la sylviculture et de l'habitat.

<p>Réutilisation des eaux usées</p> <p>Description:</p> <p>La technologie de réutilisation des eaux usées est une combinaison des technologies existantes de traitement des eaux usées et de celles de traitement de fourniture d'eau. Les procédés qu'on regroupe sous la rubrique générale de technologies de réutilisation des eaux usées varient du plus sophistiqué et du plus compliqué sur le plan technique au plus simple et naturel. On peut trouver des renseignements détaillés sur les livres traitant de manière générale du traitement des eaux usées, mais en ce qui concerne leur réutilisation, il faut tenir compte, dans l'appréciation, d'autres facteurs tels que le type d'eaux usées, le potentiel de leur réutilisation (potable ou non potable), les coûts d'investissement et les coûts opérationnels, la disponibilité des compétences local capable d'assurer le fonctionnement des installations ainsi que leur maintenance).</p>		<p>Efficacité:</p> <p>Cette technologie peut produire de grandes quantités d'eau de basse qualité qui peuvent être utilisées dans des activités à forte consommation d'eau telles que l'irrigation. Ceci permet d'économiser les ressources d'eau douce qui peuvent ainsi être utilisées à des fins essentielles telles que l'utilisation domestique. A petite échelle, il est possible d'utiliser les effluents résultant d'activités ménagères et les effluents des fosses septiques pour irriguer les pelouses et les jardins à un coût minime.</p>
		<p>Etendue d'utilisation:</p> <p>pratique peu étendue dans la Région</p>
<p>Degré de participation:</p> <p>Cette technologie nécessite des ingénieurs pour diriger la construction des installations et des opérateurs hautement qualifiés pour assurer les opérations sur le site.</p>		
<p>Opération et maintenance</p> <p>Les installations de traitement des eaux usées nécessitent des opérations et une maintenance intensives. Il est également nécessaire de surveiller étroitement la qualité des effluents déversés afin de minimiser les risques que peut comporter la réutilisation des eaux usées pour la santé et l'environnement.</p>		
<p>Avantages</p> <p>La réutilisation des eaux usées permet de préserver les ressources en eau douce, puisque de grandes quantités d'eau de qualité inférieure sont utilisées aux fins d'irrigation et autres.</p>	<p>Inconvénients:</p> <p>Les eaux usées comportent des risques pour la santé publique lorsqu'elles sont réutilisées directement comme eau potable ou comme eau d'irrigation des cultures qui sont consommées crues (certains légumes, tomates, etc.). Par ailleurs, les consommateurs peuvent également être réticents à employer les eaux usées à des fins domestiques ou agricoles. Comme les eaux usées varient en terme de composition, la qualité des eaux traitées et destinées à des fins d'irrigation variera également. Finalement, il est nécessaire que le personnel soit formé afin qu'il puisse suivre étroitement les processus de traitement.</p>	
<p>Coûts:</p> <p>coûts élevés</p>	<p>Acceptabilité culturelle:</p> <p>certaines communautés seront réticentes à utiliser les eaux usées pour irriguer les cultures</p>	
<p>Potentiel:</p> <p>Le potentiel de réutilisation des eaux usées dans les petits états insulaires peut être limité par un certain nombre de facteurs. Dans les très petites îles, l'espace est insuffisante pour mener des activités agricoles ou industrielles, ce qui limite les quantités des eaux usées éventuels ainsi que le potentiel de réutilisation de ces eaux ; il est possible que certains petits états insulaires ne soient pas pourvus de sources d'eau adéquates ; si de l'eau de mer est utilisée comme eau de vidange les toilettes, ceci dans le but d'économiser les eaux douces, les eaux usées qui en résultent ne peuvent faire l'objet d'aucune réutilisation. Toutefois, il est possible d'utiliser les eaux usées à petite échelle, notamment dans les résidences touristiques où on peut les traiter dans des installations livrées clés-en-main afin d'irriguer les jardins et les pelouses. (UNESCO, 1991).</p>		

4.6 Systèmes d'élimination des eaux usées

Les eaux usées s'éliminent soit dans les systèmes d'eau naturels en passant à travers un déchargeoir soit directement dans la terre. Dans la plupart des pays de la Région, la mer constitue le point principal d'élimination finale des eaux usées, qu'elle se fasse par directement par des tuyaux ou indirectement par les déversements des eaux souterraines. Dans l'un ou l'autre cas, il est préférable que les eaux usées soient traitées au préalable afin d'enlever au moins les matières solides et les sables et gravillons qui peuvent obstruer le système, alourdissant les opérations et la maintenance, et provoquant la pollution visible des systèmes d'eau qui les accueille.

Déchargeoirs

Il est possible de minimiser les effets néfastes causés à l'environnement par le déversement des vidanges. Idéalement les déchargeoirs doivent être situés au-delà des récifs, dans les zones à circulation intense et au-dessous de la thermocline. Si certains systèmes répondent à certains de ces critères, dans la Région, par contre, aucun déchargeoir de la Région n'en répond à la totalité. Trop souvent, ce ne sont pas des critères de nature environnementale (par exemple, des critères de sécurité) qui président au choix du lieu d'implantation des déchargeoirs, mais plutôt des critères tels que l'emplacement de l'installation de traitement ou de la station de pompage. Par conséquent, pour éviter les problèmes que rencontrent actuellement bon nombre de pays, il convient de bien choisir ses critères de sélection avant de se lancer dans la mise en place d'une installation.

Il se peut qu'un déchargeoir soit attractif du point de vue économique, mais s'il n'est pas implanté dans un lieu approprié et s'il n'est pas construit comme il se doit, il peut causer une pollution importante aux zones côtières, ce qui risque d'avoir des répercussions graves sur les plans sanitaire, social et économique.

On devrait interdire les déchargeoirs débouchant sur les rivières sauf si au préalable les effluents ont été épurés, mélangés ou dilués.

Elimination par le sol

Les méthodes d'élimination par le sol comprennent notamment l'infiltration rapide des eaux dans le sol, l'infiltration lente et l'écoulement des eaux sur la surface du sol. Dans toutes ces méthodes, les eaux usées sont déversées sur le sol. L'épuration de ces eaux se fait alors par percolation, par évaporation et par transpiration. Les tableaux suivants permettent de comparer les caractéristiques de chacune des méthodes d'élimination terrienne :

Tableau XIV : Méthodes d'élimination par le sol

Méthode	Infiltration lente	Infiltration rapide	Écoulement en surface
Technique	Arrosage en surface	Généralement en surface	Arrosage en surface
Taux annuel de chargement	0.5 - 6	6 - 125	3 - 20
Superficie requise pour le champ (ha)	23 - 280	3 - 23	6.5 - 44
Taux de chargement hebdomadaire m ³	1.3 - 10	10 - 240	6 - 40
Prétraitement minimum recommandé aux USA	Sédimentation primaire	Sédimentation primaire	Enlèvement et fragmentation des grès
Comment les eaux usées sont enlevées du sol	Évapotranspiration et Percolation	Principalement percolation	Écoulement en surface et évapotranspiration ainsi qu'un taux de percolation
Efficacité du traitement	Excellente	Très bonne	Satisfaisante
Besoin en végétation	Requis	Facultatif	Requis
Types de sol appropriés			

- a Inclut les buttes, sillons et les bordures
- b Superficie en hectares, non compris la zone tampon, le tracé des tranchées pour un écoulement quotidien de 3 785m³
- c Y compris les eaux usées brutes pour le traitement secondaire, des taux plus élevés pour des niveaux plus élevés de prétraitement
- d Avec restriction d'accès au public ; cultures impropres à la consommation humaine
- e Avec restriction d'accès au public

Tableau XV : Comparaison de la qualité des effluents après application des méthodes d'élimination par le sol

Traitement	Demande biologique en oxygène - DBO (mg/l)	Matières solides en suspension (mg/l)	Quantité totale d'azote (mg/l)	Phosphore (mg/l)
Infiltration rapide	<5	<5	10	2
Écoulement en surface	5	10 - 20	30	4
Infiltration lente	1	1	5	<1

Les différentes techniques de traitement sont les suivantes :

Écoulement en surface : on déverse les eaux usées à une extrémité de la superficie de terre et on les laisse s'écouler par gravité vers l'autre extrémité. La difficulté sera de contrôler l'écoulement des eaux.

Répartition par arroseur : les eaux usées sont déversées par le sol par des arroseurs placés sur le sol qui peuvent être fixes ou mobiles. Généralement, il est nécessaire de pomper les eaux, d'où la formation possible d'aérosols (suspensions de liquides dans l'air).

Irrigation en sous-surface et irrigation localisée : Il s'agit notamment de l'irrigation par goutte-à-goutte qui requiert des effluents de bonne qualité pour éviter l'encrassement des appareils. Ces techniques pourraient entraîner une contamination microbienne des cultures.

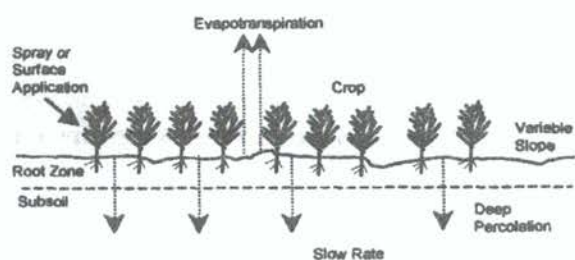
Le tableau suivant fournit des conseils sur le choix d'une technique appropriée pour l'élimination des eaux usées par le sol.

Méthode d'irrigation	Critères présidant au choix de la méthode	Mesure spéciales à prendre
Irrigation (inondation) par bordures	méthode la moins coûteuse; ne requiert pas l'égalisation parfaite du terrain	protection totale pour les personnes employées dans les champs, ceux qui manipulent les récoltes et les consommateurs
		Certaines cultures, particulièrement les arbres fruitiers ne devraient pas être cultivés. Le champ devrait se situer à une distance minimale de 50-100m des habitations et des routes. Les déchets anaérobiques ne devraient pas être utilisés en raison des désagréments causés par les odeurs.
Irrigation par sillons	Faible coût ; travaux de nivellement éventuellement nécessaire	
Irrigation par arroseur à tourniquet	Efficacité moyenne quant à l'utilisation de l'eau ; ne requiert pas de travaux de nivellement	
Irrigation sous-surface et irrigation localisée	Coût élevé ; grande efficacité quant à l'utilisation de l'eau ; rendements plus élevés	

Elimination par le sol

Traitement par le sol

Taitement par infiltration lente



Description:

Le traitement par le sol repose surtout sur la perméabilité du site de traitement. Avant que ne soit effectué le traitement par le sol, il convient de faire subir aux eaux usées un traitement préliminaire par criblage, enlèvement des grès et sédimentation primaire afin d'empêcher l'engorgement du terrain afin de prévenir des conditions de nuisance de surgir. Le processus d'infiltration à rythme lent requiert un sol dont la perméabilité est de 5 à 50 mm/h. Par ailleurs, les nappes phréatiques doivent se situer à une profondeur d'un mètre au minimum. Le site de traitement doit être implanté un lieu contenant du terreau argileux ou du terreau sableux et ayant une déclivité inférieure à 15% s'il s'agit d'une terre cultivée et inférieure à 40% s'il s'agit d'un terrain forestier. Les effluents sont éliminés par évapotranspiration et par percolation. Il est nécessaire que le site soit doté d'une végétation.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région

Opération et maintenance:

-

Avantages:

- opérations et maintenance limitées
- ne requiert pas d'électricité
- matériaux de constructions disponibles localement

Inconvénients / contraintes:

- Requiert une superficie importante de terre

Coût relatif:

- modéré

Acceptabilité culturelle:

- généralement accepté dans la Région

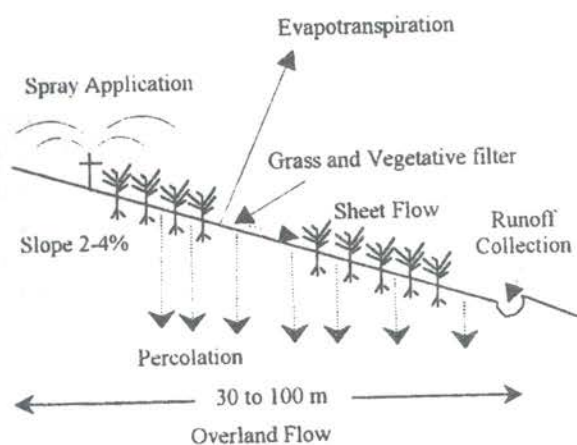
Technologie qui ne convient pas:

- dans les endroits où ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car il faut transporter des grandes quantités d'eau vers le site de traitement

Elimination par le sol

Traitement par le sol

Traitement par l'écoulement sur le sol



Description:

Il s'agit d'une autre forme de traitement par le sol qui requiert un traitement primaire (criblage des grès, par exemple). La perméabilité du sol doit être inférieure à 50 mm/h. La profondeur des nappes phréatiques n'est pas un facteur crucial, mais le sol doit être de nature argileuse ou vaseuse ou alors il doit être doté de barrières imperméables.

Le site doit avoir une déclivité se situant entre 1 et 8%. L'élimination des effluents se fait par écoulement en surface, par évaporation et dans une certaine mesure par percolation. Il est nécessaire que le site soit doté d'une végétation.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région

Opération et maintenance:

-

Avantages:

- opérations et maintenance limitées
- ne requiert pas d'électricité
- matériaux de constructions disponibles localement

Inconvénients / contraintes:

- requiert une superficie importante de terre

Coût relatif:

- modéré

Acceptabilité culturelle:

- peut ne pas être accepté dans la Région

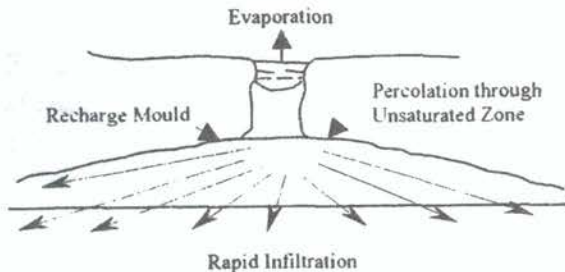
Technologie qui ne convient pas :

- dans les endroits où les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car il faut transporter des grandes quantités d'eau vers le site de traitement

Elimination par le sol

Traitement par le sol

Traitement par infiltration rapide



Description:

Ce traitement doit également être précédé d'un traitement préliminaire visant à réduire l'embourbement du terrain et à prévenir les conditions de nuisance de surgir. Il peut s'appliquer sur des sols dont la perméabilité est supérieure à 50mm/h. Le type de sol requis sera du terreau ou du terreau sableux. Les nappes phréatiques doivent se situer à une profondeur supérieure à 3 mètres. Les effluents sont éliminés principalement par percolation.

Le traitement permet d'éliminer 86-100% de la DBO, 100% des matières solides en suspension dépendant de plusieurs facteurs, notamment les alternances entre cycles de repos et épuration, 93% d'azote et 29-99% de phosphore.

Etendue d'utilisation:

- utilisation limitée dans la Région

Opération et maintenance:

-

Avantages:

- opérations et maintenance limitées
- ne requiert pas d'électricité
- matériaux de constructions disponibles localement
- effluents de bonne qualité

Inconvénients / contraintes:

- requiert une superficie importante de terre

Coût relatif:

- modéré

Acceptabilité culturelle:

- peut ne pas être accepté dans la Région

Technologie qui ne convient pas:

- dans les endroits où les ressources en eau sont rares ou lorsque la fourniture d'eau n'est pas fiable vu qu'elle n'accepte que les déchets liquides
- car il faut transporter des grandes quantités d'eau vers le site de traitement

4.7 Systèmes de traitement des eaux usées industrielles

Les industries sont généralement confrontées à deux alternatives : déverser les eaux usées soit directement vers les systèmes d'eaux de surface soit vers le tout-à-l'égout, s'il est disponible. Les normes régissant l'élimination des eaux usées s'appliquent dans les deux cas. Les règlements relatifs à l'utilisation du tout-à-l'égout imposent de faire subir aux effluents un prétraitement qui éliminera les substances toxiques, mais les effluents qui peuvent être traités par les installations municipales seront acceptés, moyennant certains frais.

En raison des économies d'échelle que comporte le traitement par les installations municipales, il sera souvent moins coûteux de déverser les vidanges industrielles telles que la DBO dans les réseaux municipaux plutôt que de les traiter sur site. Toutefois, des problèmes surgissent souvent dû à la capacité limitée de traitement des installations municipales ou à la difficulté à trouver la bonne formule de taxation.

Les effluents industriels varient grandement tant en ce qui concerne leurs volumes et les matières qu'ils contiennent. Par ailleurs, rares sont les usines qui génèrent des effluents semblables. Avec l'âge, les usines tendent à générer des eaux usées de plus en plus polluées vu l'obsolescence des machines. Ces dernières consomment progressivement de plus en plus d'eau et d'énergie, évacuent leurs rejets vers le système de drainage et sont sujets à des modifications. Leurs eaux usées deviennent de plus en plus coûteuses à traiter. Si on ajoute à ces difficultés le fait que les gérants de tels établissements considèrent que les équipements de contrôle de la pollution sont «non-productifs», il en découle que les effluents industriels seront de mauvaise qualité. Ce n'est qu'en adoptant une approche intégrée, c'est-à-dire, en associant étroitement processus de production et contrôle de la pollution que l'on peut optimiser les effluents déversés par les industries.

Le Diagramme no. 3 indique un schéma type de traitement des eaux usées industriels. Tout système de traitement doit comporter un système biologique de traitement. Eckenferd et al. (1989) ont produit un algorithme de sélection de méthode de traitement biologique qui repose toutefois sur les propriétés des eaux usées et des objectifs du traitement (Diagramme no. 4).

Séquence typique des processus de traitement des effluents industriels

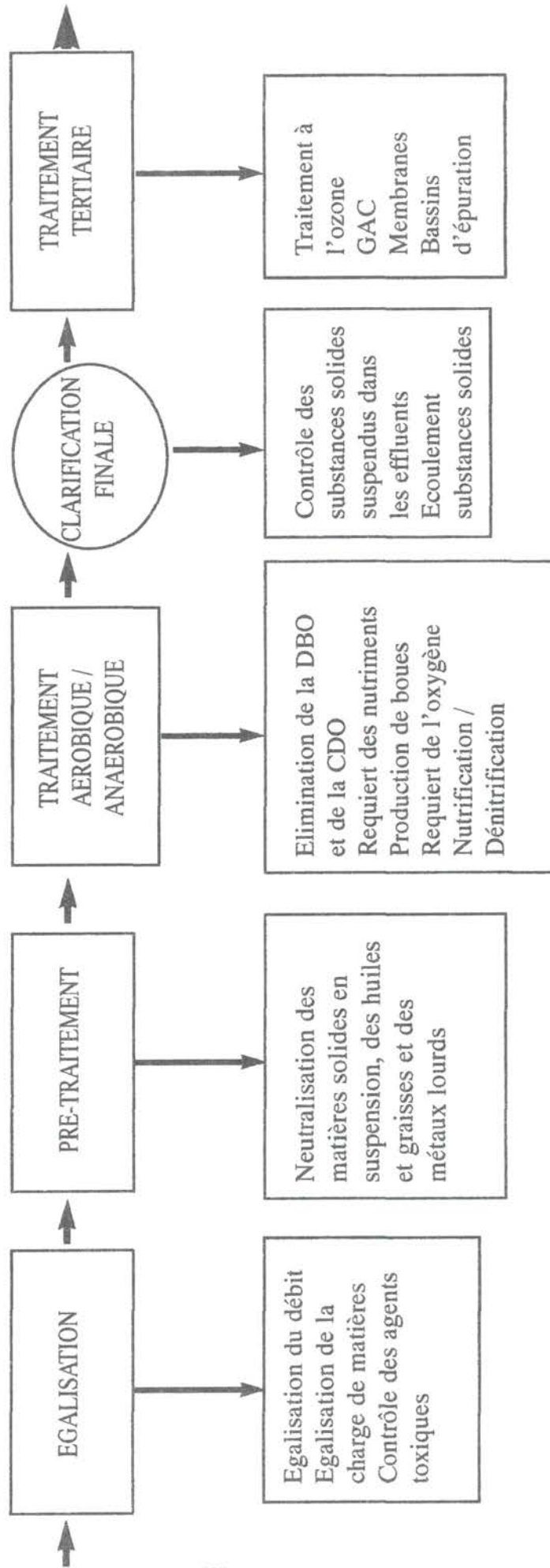
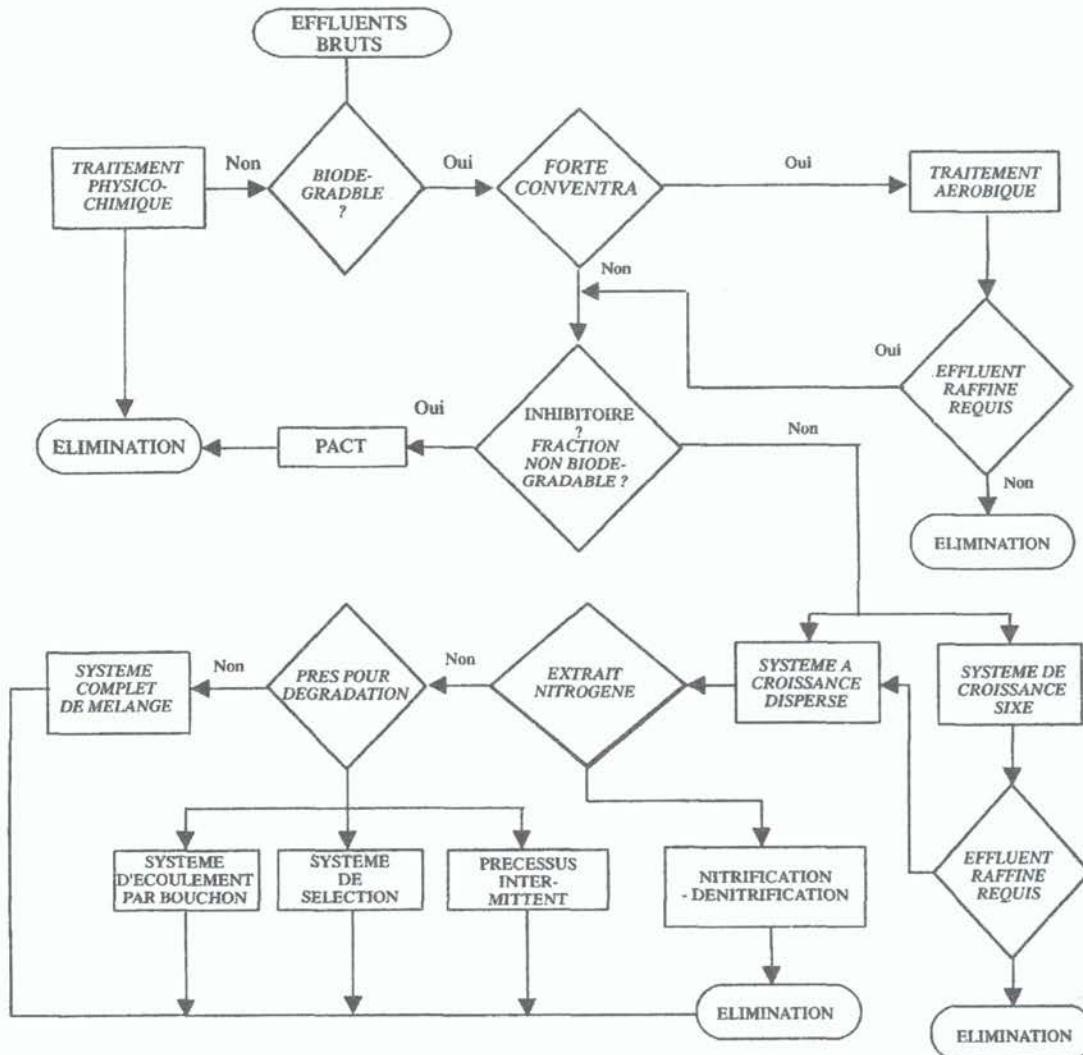


Diagramme 4: UN SCHÉMA CONDUCTEUR POUR LA SÉLECTION DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE

(from Eckenfelder et al., 1989)



4.8 Optimiser le traitement des eaux usées

Les composants principaux d'un projet de gestion des eaux usées qui généralement peuvent appuyer la demande de fonds d'investissement sont les suivants :

- Mise à niveau des systèmes de tout-à-l'égout dans les zones urbaines
- Mise à niveau des systèmes de traitement municipaux
- Introduction d'un dispositif permettant d'identifier et de réguler les effluents industriels
- Réduction des matières polluantes que contiennent les effluents industriels par le biais du recyclage, de l'amélioration de la gestion des déchets, du traitement sur site, et de connexions au tout-à-l'égout
- Elaboration de programmes visant à quantifier les sources de pollution et à les résoudre y compris des débordements du tout à l'égout.

Lors de l'exercice de l'évaluation des coûts, il convient de prendre en ligne de compte le coût global ainsi que la ventilation des coûts individuels. C'est ainsi qu'il sera possible d'identifier l'option d'investissement présentant le meilleur rapport coût-efficacité si l'on veut parvenir aux objectifs fixés.

5.0 Références

1. Opus International Consultants -UNEP-IETC (1999) *A Directory of Environmentally Sound Technologies for the Integrated Management of Solid, Liquid, and Hazardous Waste for Small Island Developing States (SIDS) in the Pacific Region -Draft*
2. European Commission (1997) *Codes of Practice for Waste Management on Islands, Edited by M.E Almeida- Teixeira, M.Onida .*
3. Loetecher, T (1998): *SANEX Sanitation Expert Systems*
4. UNEP-IETC (1996) *International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management (Technical Publication Series No.6),*
5. Marie Briguglio et al (November 1999) *Waste Management In the Maltese Islands - National Report*
6. United Nations Commission on Sustainable Development, *Progress in the implementation of the programme of action for the sustainable development of small island developing States; Management of Wastes in small island developing States (available on www.unep.ch/islands.html) Report E/CN/1998/7*
7. SPERP/ UNEP.(June 1999) *Guidelines for Municipal Solid Waste Management Planning in Small Island Developing States in Small Island Developing States in the Pacific Region*
8. Department of Environment Affairs (1992) *Hazardous Waste in South Africa Volume 2 : Technologies. Edited by R. G. Noble. CSIR : Pretoria*
9. European Tyre Recycling Association (1998). *Introduction to Tyre Recycling. Edited by Valerie L. Shulman , ETRA Belgium*
10. Tchobanoglous, Vigil, thielsen, Mc Graw Hill. (19980) *Integrated Solid Waste Management.*
11. The Composting Council. 114, South pitt St, Alexandria, VA 22314. *Composting Council Fact Sheet.*
12. UNEP-IETC (1998): *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Small Island Developing States. SOPAC*
13. Canadian Standards Association (1992) : *Guidelines for the Management of Biomedical Waste in Canada*
14. UN (HABITAT) *Refuse Collection Vehicles for Developing Countries*
15. World Bank /SDC (1998) *Planning Guide for Strategic Municipal Solid Waste Management in Major Cities in Low -income Countries*
16. Opus International Consultants (1998): *Principles and Trends -Wastewater Treatment. Environmental Training Centre.*
17. Mann, H. T., Williamson, D (1982): *Water Treatment and Sanitation. International Technology Publications*

18. Sasse, Ludwig (1999): *DEWAT - Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries*. BORDA
19. SPREP (1993): *Land-based Pollutants Inventory of the South Pacific*. Nancy Convard
20. SPREP (1998): *Solid Waste Management Plan Funafuti, Tuvalu* SOPAC Joint Contribution Report 113, Opus International Consultants Peter Askey
21. SOPAC (1997): *Sanitation for small islands; Guidelines for Selection and Development*. Derrick Depledge (compiler) SOPAC Miscellaneous Report 250
22. SOPAC (1999): *Small Scale Wastewater Treatment Plant Project; Report on Project criteria, Guidelines and Technologies*. R Bower and H Scholzel, SOPAC Technical Report 288
23. SOPAC (1999): *Small Scale Wastewater Treatment Plant Project; Report on Project Inception*. R Bower and H Scholzel, SOPAC Preliminary Report
24. Sustainable Strategies (1996): *The Soltran II Non-polluting Biological Toilet and Washwater Garden*. David Del Porto
25. Eckenfelder, W.W; Argaman, Y. and Miller, E.(1989). Process selection criteria for the biological treatment of industrial wastewaters. *Environmental Progress*, 8(1).
26. Mara.D(1996). *Low Cost Urban Sanitation*. John Wiley & Sons
- 27.

Sites Internet

- Vermicomposting : <http://www.cuyahogawsd.org/vermin.html>
- Backyard composting: Spokane Solid Waste Composting, <http://www.solidwaste.org/combins.htm>
- Landfill technologies : UCLA web site : <http://www.lalc.k12.ca.us/uclasp/issues/landfills>
- Composting factsheets. Cornell Composting , <http://www.cfe.cornell.edu/>