

LOW COST TECHNOLOGY OPTIONS FOR SANITATION

(SOLUTIONS DE TECHNOLOGIES ECONOMIQUES POUR L'ASSAINISSEMENT)

Point des connaissances et bibliographié commentée

AVANT PROPOS

Les eaux usées peuvent être considérées comme la plus grande source de maladies et de misères et ceci est devenu l'une des priorités mondiale des besoins de base.

L'Assemblée Générale des Nations Unies a proposé qu'en 1990 toutes les nations fournissent à leur population de l'eau saine et l'hygiène publique. Pour cette action la décade 1980-1990 a été choisie.

Il y a un risque de se contenter de fournir de l'eau saine et de négliger les besoins aussi urgents d'hygiène de base qui sont beaucoup plus coûteux à satisfaire car sans une hygiène de base et d'abord une éducation d'hygiène personnelle, les investissements peuvent se faire ils n'empêcheront pas les maladies.

De plus les méthodes conventionnelles occidentales des réseaux d'investissement sont hors de portée de la plupart des communautés. Ils sont très chers et nécessitent un débit d'eau parfois incompatible avec les ressources locales.

La résolution pour tous des problèmes d'hygiène de base par ces méthodes conventionnelles nécessiterait 200 Milliards de \$, ce qui est hors de portée.

Heureusement un large assortiment de techniques alternatives existent entre le cabinet à fosse malsain et les systèmes occidentaux de réseaux d'égoûts. Ces techniques beaucoup moins chères consomment généralement moins d'eau et beaucoup font un usage utile des déchets humains comme engrais, nourriture à poissons, biogaz, sans pour cela entraîner une contamination pathogène de la nourriture humaine ou de l'eau de boisson.

Mais ces alternatives sont, peu connues des responsables des programmes d'assainissement et d'hygiène, pour cela la Banque Mondiale a lancé une recherche dans le monde entier pour les identifier.

Le IDRC a collaboré à cette recherche et a constitué une synthèse connexe et instructive pour les concepteurs à laquelle est jointe une bibliographie des étendues.

Barbara Ward

PREFACE (Résumé) Président international institute
for environment and Development

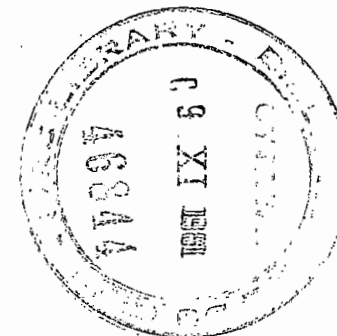
Cette synthèse et cette bibliographie décrivent des techniques alternatives de collecte - traitement - réutilisation et disposition des restes humains. Cette étude est destinée à décrire aux praticiens un large assortiment de traitement de déchets humains disponibles de nos jours.

Parmi 2.000 documents considérés, 1200 ont été étudiés et 531 ont été résumés et utilisés pour la bibliographie. On a insisté sur les solutions technologiques mais aussi sur les aspects institutionnels, coutumiers et les aspects hygiéniques de la réutilisation des excreta.

Les documents et les connaissances sur lesquels sont basés cette étude peuvent être obtenus du centre d'information qui joue le rôle de centre de collecte et d'échange.

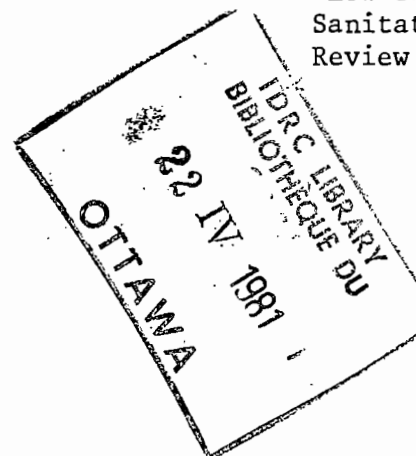
Par ailleurs, Richard FEACHEM du Ross Institute of Tropical Hygiene prépare une bibliographie parallèle sur les aspects sanitaires de l'élimination des déchets.

Witold Rybczynski
Chongrak Polprasert
and
Michael Me Garry



Traduction française d'après
"Low-Cost Technology Options for
Sanitation - A state of the Art
Review and Annotated Bibliography"

-IDRC-



ARCHIV
MCGARR
no. 7F

Avril 81 - Coopération et Aménagement - Paris -

Document de travail élaboré dans le cadre d'une recherche sur les techniques alternatives d'assainissement en zone urbaine.

PART I : Choix des technologies d'élimination des déchets -

Un ingénieur sanitaire américain décrivit en 1924 un état de la situation aux Etats Unis bien voisin de celui de bien des pays du 1/3 monde, actuellement. Or les réseaux d'égout avaient été introduits aux Etats Unis 75 ans auparavant il n'est donc pas surprenant que beaucoup de pays qui débutent leur processus de développement se trouvent face à ces problèmes sanitaires. Mais là s'arrête la comparaison car les conditions et le contexte économique des pays en développement du milieu du 19e siècle sont très différents de ceux des pays actuellement en voie de développement .

Les solutions disponibles au milieu du 19ème siècle pour les pays alors en voie de développement sont elles toujours la meilleure solution pour les pays qui commencent leur développement ?

Dans les pays européens et américains, au milieu du 19ème siècle, les systèmes hygiéniques traditionnels (fosses d'aisance, systèmes à seau, latrines à fosse, tranchée ouverte) furent bientôt inadaptes aux villes en extension rapide. Les premières difficultés apparurent dans l'approvisionnement en eau qui, dans la plupart des villes consistait en puits individuels; avec l'augmentation de la densité, les approvisionnements en eau commencèrent à se polluer et à s'épuiser et la plupart des villes furent obligées de construire des aqueducs. Cette fourniture d'eau par réseau entraîna une plus grande consommation et nécessita de traiter une plus grande quantité d'eau usée.

Au même moment la fourniture d'eau sous pression à domicile stimula l'adoption générale d'une invention récente : le cabinet, précurseur des toilettes à chasse d'eau aujourd'hui.

Ce moyen autonettoyant et étanche était considéré comme la solution idéale pour s'isoler des malodorantes fosses d'aisance et permit pour la première fois des toilettes intérieures hygiéniques.

Cependant cette massive introduction d'eaux usées dans les systèmes d'infiltration primitifs fut la goutte d'eau qui fit déborder le vase (1012,3240); il devint évident que les systèmes traditionnels ne pouvaient fonctionner avec d'aussi grandes quantités d'eau et des épidémies périodiques de choléra nécessitèrent une solution.

Certaines villes américaines essayèrent un système de vidange des fosses d'aisance à l'aide de citernes tractées par des chevaux, prédécesseurs des citernes à pompe de vidange. Mais ce fut un constat d'échec dû à l'incapacité d'organiser alors un service municipal effectif.

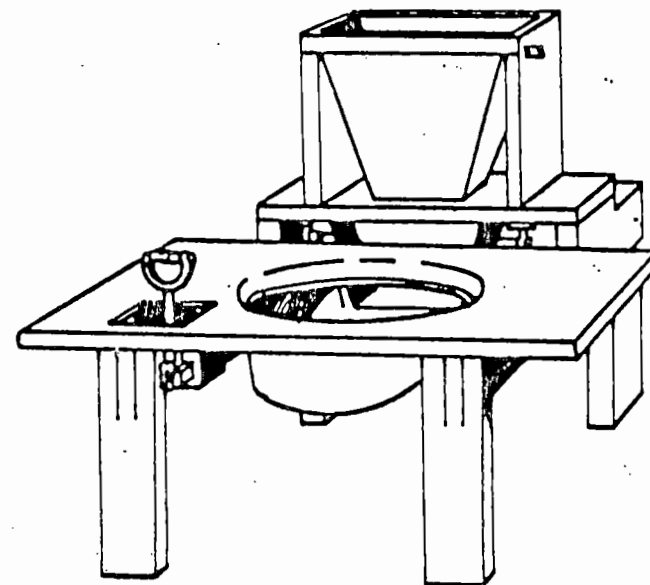
Néanmoins certaines villes d'Europe bien organisées comme Stockholm ou Copenhague réussirent au 20ème siècle à instaurer un système de collecte à seau.

La solution du traitement biologique partiel ou total pour les eaux usées, n'était pas vraiment disponible au milieu du 19ème siècle, quand le parti des égouts fut adopté.

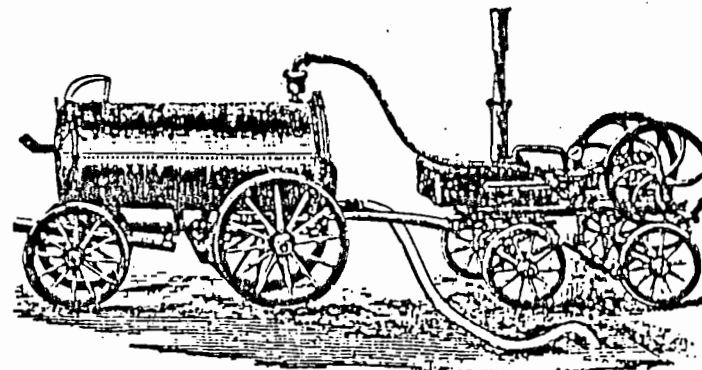
La fosse septique ne fut inventée qu'en 1897 par un anglais; une version simplifiée appelée "Septic closet" fut répandue aux Etats Unis en 1918 et fut largement utilisée dans le Sud rural.

Ceci fut plus tard adapté et utilisé en Afrique et en Asie sous le nom d'"Aqua privy" = cabinet à eau.

Au début du 19ème siècle, il y eut des essais de traitement à sec des excréments sous le nom de "earth closet" = cabinet à fosse. Mais leur succès fut limité par le peu de connaissances à l'époque du compostage scientifique.



Moule's earth closet, 1860.



Vacuum truck, 1880.

La technique du compostage ne fut ramenée de Chine qu'en 1909 aux Etats Unis, et cette recherche ne fut achevée qu'en 1930 (3407); mais ces faits arrivèrent trop tard pour influencer les événements et l'adoption quasi générale des "water closet" avait éliminé les systèmes à sec.

Le problème de l'élimination des eaux usées tel qu'il était alors compris, était essentiellement celui du transport des eaux usées hors des zones urbaines et les égouts souterrains le firent avec succès, bien qu'à coût élevé. Ce choix représentait la solution la plus facilement effective et la combinaison de l'ingénierie et de la médecine correspondait à la philosophie de cette période optimiste. Ce parti orienta le développement technologique pour le siècle à venir.

Les problèmes de la demande biologique en oxygène (DBO) du processus de contamination, du traitement tertiaire et d'élimination des boues suivirent ce premier choix.

Il est maintenant possible aux pays développés d'assumer quelques unes des implications des égouts qui n'étaient pas comme au milieu du 19ème siècle. L'environnement des risques et l'accroissement de la consommation en eau sont des faits bien connus maintenant, ce qui représente pour les pays en voie de développement un avantage certain sur les pays développés en 1850.

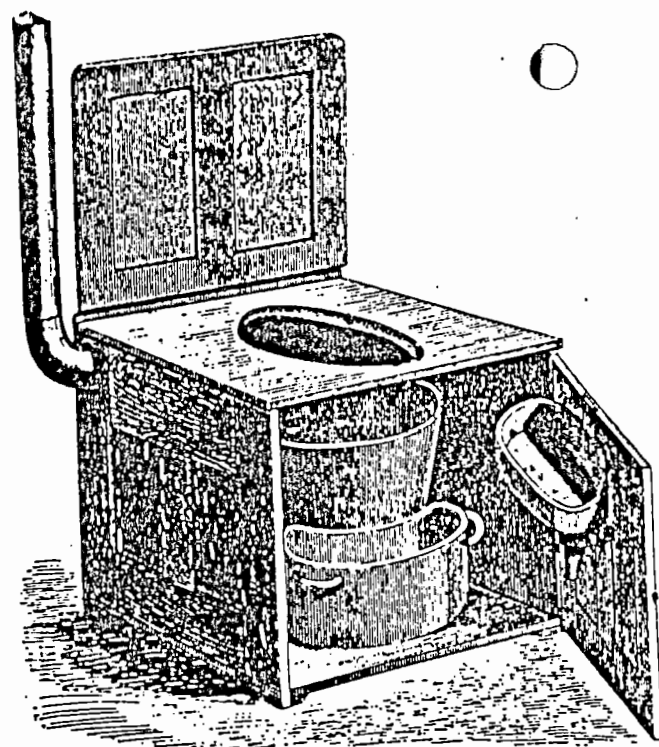
L'explosion démographique est un formidable obstacle au développement pour un grand nombre de pays en développement. Le rapport homme/terre, qui est beaucoup plus élevé qu'en Europe au moment de sa révolution industrielle et la très rapide expansion des zones urbaines le mettent en évidence.

Lors du choix des égouts souterrains, Londres n'avait que 2 millions d'habitants et toutes les autres cités qui l'avaient aussi adopté (Hambourg, Paris, New York) moins d'1 million d'habitants; or bien des villes en Asie ont plus de 5 millions d'habitants; il est clair que les problèmes d'élimination d'eaux usées ne sont pas dans les mêmes proportions et qu'aucun parallèle ne peut être fait.

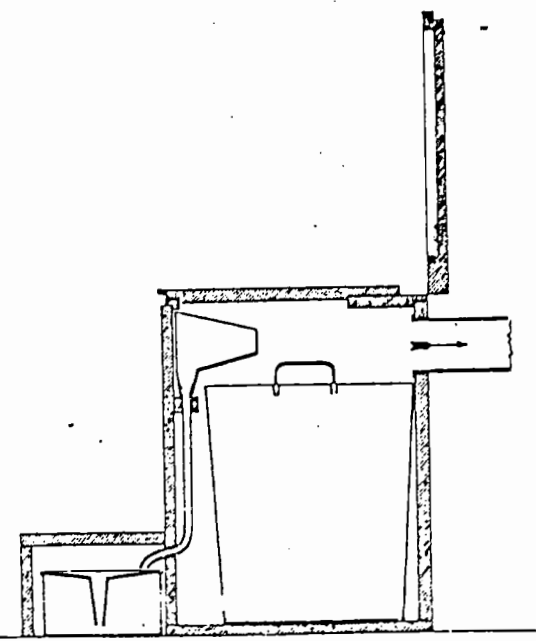
Les pays en voie de développement sont moins bien pourvus de ressources naturelles que ne l'étaient les pays actuellement développés et ceci particulièrement en eau : l'eau abondant dans les zones tempérées où se situent les pays développés, il est donc naturel qu'ils aient choisi l'eau pour le transport des déchets humains alors que dans les zones tropicales ou subtropicales il y a des pénuries cycliques ou permanentes d'eau qui affectent l'agriculture et les besoins domestiques. C'est une contrainte très forte à l'utilisation des systèmes d'égouts.

Le climat est l'une des plus importantes différences. Le nombre et la variété des maladies à transmission fécale est plus élevé en zone tropicale ou subtropicale. La chaleur et l'humidité créent des conditions idéales pour la survivance pathogène. En outre, la malnutrition endémique est un grand facteur du haut niveau d'infection; ainsi se développent larves de vers, diarrhées, entérites, choléra et typhoïde.

La destruction de ces pathogènes est la priorité première des techniques d'élimination des eaux usées. Bien des techniques issues des pays des zones tempérées s'attachent plus à la réduction DBO qu'à la destruction des germes pathogènes. L'augmentation de la quantité des eaux usées rendit leur collecte pour l'utilisation en engrais plus difficile et avec le développement des industries d'engrais, découragea les pratiques de réutilisation des eaux usées. Mais dans les pays en voie de développement, l'importance de (1012) l'agriculture et le coût élevé des engrais chimiques fait que les engrais compost et déchets humains ont gardé leur valeur fertilisante. Dans ces pays, les systèmes d'élimination ne peuvent être séparés du problème de leur rentabilisation.



The Marino Toilet, 1858, Copenhagen.



Chamber pot version of Marino's toilet.

L'adaptation des réseaux d'égoût dans les villes et des fosses septiques dans les zones rurales a occupé longtemps les pays développés. Les campagnes canadiennes n'ont achevé leur équipement en W.C. intérieurs il y a seulement 10 ans.

Les pressions démographiques et exigences d'hygiène exigent une action plus rapide que dans les pays développés et sur une plus grande échelle. Il est invraisemblable que les mêmes solutions résolvent les problèmes des pays en voie de développement, beaucoup plus pauvres et peuplés.

Une enquête de l'organisation mondiale de la santé a montré qu'en 1970, 27% de la population urbaine disposait de branchements d'égoût, mais en 1975 il n'y en avait plus que 25% où alors 25% de la population ne disposait d'aucun système.

On peut donc estimer qu'un bon nombre de pays en voie de développement ont atteint un niveau critique.

La question subsiste de savoir quelles sont les solutions couramment utilisables pour un pays en voie de développement.

Certains systèmes sont très bien étudiés (projets d'égoûts... par exemple des études approfondies ont été faites pour la réutilisation agricole des effluents des égoûts). Mais le système le plus répandu (latrine à fosse) est très peu étudié et, particulièrement dans les zones agricoles, est basé sur des méthodes empiriques et traditionnelles. Une compilation technologique et une classification scientifique de ce matériel pourraient induire en erreur.

Cette étude est basée sur un examen attentif de la littérature technique qui est présentée dans une bibliographie qui suit; elle veut aller plus loin qu'un résumé sévère ou un inventaire et voudrait se poser trois questions clefs qui permettent quelques discussions sur les techniques d'alimentation des eaux usées dans les pays en voie de développement.

- 1) quelles sont les solutions dans les climats chauds ?
- 2) quelles sont les techniques de réutilisation des déchets humains ?
- 3) quelles sont les combinaisons de chacune de ces 2 techniques qui sont utilisables dans les zones urbaines ?

SOLUTIONS POUR L'ELIMINATION DES EXCRETAS

SOUS LES CLIMATS CHAUDS

Il a déjà été mis en relief que l'une des plus grandes différences entre les conditions des pays en voie de développement d'aujourd'hui et celles des pays industriels du milieu du 19^{ème} siècle est le fait que, bien que les égoûts soient une solution au problème des eaux usées, 13% seulement de la population des pays en voie de développement est approvisionnée en eau par des branchements particuliers (3220). Cela signifie que, enfin pour le moment, le principal problème de la majorité de la population, qui n'est pas desservie par réseau d'eau, n'est pas l'élimination des eaux usées mais celle des excréta.

La distinction entre eaux usées et excréta est critique; on a très souvent mis l'accent sur "le traitement des eaux usées des pays en voie de développement", en dépit du fait que seulement 6,5% de la population des pays en voie de développement est branchée aux égoûts. Une recherche des solutions adaptées doit savoir que le gros de la population produit de très petites quantités d'eaux usées, ce qui n'est pas le cas dans les régions industrielles. Les solutions technologiques sont évidemment différentes.

(Pit latrine) - latrine à fosse -

Les latrines à fosse sont actuellement l'une des techniques d'élimination d'excréta sous les tropiques les plus largement utilisées, bien que, dans bien des pays en voie de développement, cette technique ne tiennet encore que la 2^{ème} place derrière la défécation sauvage dans les champs. Elle représente le premier échelon de la technique, mais en dépit de son apparente simplicité, l'adoption de cette technologie a donné des succès mitigés. Une étude tanzanienne (Muhonda 1009) montre que, bien que la répuance du paysan à construire et utiliser des latrines à fosse soit souvent considérée comme le résultat d'un manque d'éducation et de traditions restrictives, il y a aussi des raisons techniques à l'échec de bien des programmes de latrines rurales.

Les latrines à fosses sont souvent construites, sous les directives officielles, dans un sol pauvre, avec les effondrements qui en résultent. En conséquence bien des gens, particulièrement des enfants, furent découragés de l'usage des latrines dont ils négligèrent largement les avantages.

Dans l'ensemble il y avait en premier lieu peu de réticence à construire des latrines à fosse mais dans bien des cas, les latrines étaient abandonnées après le départ du village des responsables officiels du programme. Cela vient beaucoup de l'odeur, des mouches et de la malpropreté associées aux latrines à fosse. Le fait est que les latrines à fosse ouvertes, privées autant que communales sont souvent des endroits désagréables et inhygiéniques (Shelat et Mansuri 2122).

Il ne faut pas en conclure que les latrines à fosse sont une technique inadaptée condamnée à l'échec. Il ne fait pas de doute que les latrines à fosse restent l'une des quelques technologies à la portée des populations rurales.

Quoiqu'il en soit, bien des choses doivent être faites pour améliorer le fonctionnement de ce dispositif. Un projet au Botswana eut un succès considérable avec des latrines à fosse en zone urbaine, ceci résultant d'améliorations telles qu'une construction plus solide, un renforcement de la fosse de plus grandes dimensions, de plus d'importance, d'une conduite de ventilation et d'un obturateur (Blockmore et al. 2207).

Néanmoins la latrine à trou foré (borehole latrine), qui a un petit diamètre et peut être forée à la tarière à main, a eu une large diffusion du fait de son adaptabilité à une utilisation économique et de grande diffusion. Cependant, cela peut être une solution insatisfaisante dans les cas où les fosses assez profondes pourraient pénétrer dans la nappe (Wagner et Lanoix 2125).

Le fait que les fosses soient ouvertes entraîne, pour beaucoup d'entre elles, des problèmes esthétiques et de santé car cette ouverture permet l'accès des mouches et des moustiques, qui à leur tour peuvent transmettre des maladies sur une aire vraiment très grande et qui permettent aux odeurs d'accéder aux parties privées.

Comme c'est la seule barrière entre l'utilisateur et la matière décomposée, le projet et le choix des matériaux de la plaque de couverture requiert une attention particulière.

Une amélioration simple pour les pays en voie de développement qui peut améliorer considérablement l'environnement et les conditions d'hygiène de la fosse individuelle est la latrine à chasse économique. (Poor flush squatting plate) 1004: Un godet à la partie inférieure de la chute maintient une occlusion hydraulique et une petite quantité d'eau, habituellement 1 litre, est nécessaire pour chasser le contenu du godet dans la fosse. L'occlusion hydraulique arrête le passage à la fois des mouches et des odeurs.

Ce système est largement utilisé en Asie du Sud Est où il est connu comme plaque "à la turque" de Chiangmai (Chiangmai squatting plate) (Wagner et Lanoix 2125). On rapporte que le "Chiangmai" peut devenir détestable non seulement à cause d'une obstruction mais aussi parce que la simple nécessité de la chasse d'eau faite à la main peut être très souvent négligée, ce qui entraîne l'émergence de matières fécales exposées à l'air (Morgan 1008).

Les occlusions hydrauliques à faible chasse sont une récente amélioration qui a été développée en Rhodésie (Morgan 1008). Cela consiste en une chute et un godet, semblable au Chiangmai, excepté que le godet est articulé et contrebalancé. Le poids des excréments bascule le contenu du godet dans la fosse et une simple valve remplit le godet avec de l'eau d'un réservoir de chasse contigu.

La consommation d'eau indiquée est à peu près d'1 litre par visite et l'avantage de ce système est qu'il évite l'obstruction et qu'il est automatique; cependant le manque d'entretien de la valve peut causer des problèmes.

En Asie la forme des latrines à chasse économique est la plaque "à la turque" (squatting plate), basée sur la position indigène de défécation. Cependant il existe des exemples de type de latrine à chasse économique à siège dans d'autres civilisations. Un modèle colombien est spécialement prévu pour améliorer les latrines à fosse et la chasse, à la main, se fait avec 3 litres d'eau.

Un système de latrine qui essaye de surmonter quelques uns des inconvénients de la latrine à fosse, tout en maintenant l'avantage d'un bas prix est le (ROEC) (Reid's Odourless Earth closet), toilette au sol sans odeur ou latrine à fosse à chute dévotée, répandu en Amérique du Sud.

Il consiste en une très grande fosse (1 x 2 sur 3m de profondeur) couverte d'une dalle en béton. La plaque "à la turque", au lieu d'être incluse dans la dalle, est positionnée à côté d'elle et raccordée à la fosse par une chute inclinée. Un tuyau de ventilation traversant la dalle est situé de telle manière que l'air est aspiré à travers la chute des toilettes et rejeté par la conduite. Il est important que la construction soit étanche. On rapporte que le ROEC n'est pas seulement sans odeurs mais aussi sans mouches parce que le milieu obscur de la fosse décourage la reproduction (Blackmore et al. 2207).

L'un des facteurs qui peut expliquer le succès du ROEC est le grand volume de la fosse qui fournit une grande surface d'infiltration et ralonge la vie de la fosse (au delà de 20 ans).

Des expériences ont été récemment tentées en Tanzanie avec des fosses rendues étanches, en fait, toilettes à compost, qui devraient être vidées à longs intervalles (Eggelaar 2210) (Winblad 2232).

Le cabinet individuel à fosse sèche (dry pit privy) qui n'accepte que les feces et les urines peut devenir "humide" par l'adjonction d'eau utilisée pour le nettoyage anal ou les eaux de rinçage de la plaque pénétrant dans la fosse, ou parce que la fosse a été creusée jusque dans la nappe phréatique.

Les deux inconvénients majeurs des fosses humides sont - l'accroissement des mouches et moustiques engendré par l'eau en excès dans la fosse et la possibilité d'infiltration ou de contamination des eaux dans le sol environnant.

Les recherches sur les latrines à fosse montrèrent très tôt, aux Etats Unis (Calchvell 2108) que la présence de l'eau augmentait de manière sensible la distance que les organismes coliformes parcouraient, jusqu'à 10 m de la fosse. Par contre, à partir d'une fosse sèche en sol sableux, les coliformes ne contaminent que sur une distance de 30 cm autour de la fosse.

D'un autre côté l'augmentation de la moisissure dans les fosses humides active la décomposition des excréments. La digestion des solides est plus rapide et plus complète dans les fosses humides, ce qui accroît la durée de vie des cabinets à fosse par un coefficient 2 (Wagner et Lanoix 2125). (humide/sèche)

Lorsqu'on envisage des cabinets à fosse, on doit prendre en compte certains facteurs tels que les utilisations habituelles de l'eau, les caractéristiques du sous sol, les densités de population et la source d'eau pure la plus proche. On doit établir des relations entre la réduction du volume de stockage des fosses humides et leur potentiel de contamination des eaux souterraines. Les canalisations d'adduction d'eau peuvent aussi être contaminées par l'eau souterraine polluée près des cabinets à fosse lorsque la pression de l'eau qu'elles canalisent tombe au dessous de zéro, ce qui est fréquent dans les pays en voie de développement.

Cependant les travaux de Baars (2107) confirment les observations antérieures de Caldwell (2108) que le sol autour de la fosse finit par se saturer de fines particules fécales et d'agrégats de colloïdes et d'organismes, le flux est freiné à travers ce "filtre" et le taux de mortalité des organismes fécaux s'accroît. Cela conduit Wagner et Lanoix (2125) à écrire que "dans les sols homogènes le risque de pollution des eaux souterraines est virtuellement nul si le fond de la latrine est à plus de 1,5 mètres au dessus de la nappe phréatique".

Fosses étanches -

L'une des méthodes de prévention de la pollution du sol et des eaux souterraines consiste à doubler la fosse avec un matériau étanche, ce qui transforme la fosse en ("vault") fosse étanche. Il y a alors deux alternatives qui tournent, une fois encore, autour de la question humide contre sec. Si l'on ajoute pas d'eau à la fosse étanche, ou seulement assez pour le fonctionnement de l'occlusion étanche, son contenu peut être enlevé et utilisé ailleurs.

Quand le contenu est sec, il peut être retiré par cuiller à pot ou grand seau, quand il est fluide, par camion de vidange.

Ces méthodes sont décrites dans le chapitre de la collecte des produits de vidange et se rattachent à des techniques aussi diverses que les systèmes à grand ou petit seau, à conservation, ou à camion citerne et fosse étanche. Ils se qualifient clairement comme solutions à sec d'élimination des excréments.

La fosse septique -

La fosse septique qui a trouvé une très large application particulièrement aux Etats Unis, consiste en une fosse étanche compartimentée dans laquelle une décantation et une lixiviation partielle des solides auront lieu et où un drain souterrain ou un champ de filtration ont lieu; ceci constitue la part la plus importante du traitement biologique de l'effluent de la fosse septique.

Toutes les eaux usées de ménage vont dans la fosse, s'ajoutant aux excréments et à l'eau de chasse.

Le coût de l'installation d'une fosse septique aussi bien que les vidanges périodiques la rendent totalement inadaptée aux populations rurales des pays en voie de développement. Les grandes surfaces qu'exigent les aires de filtration, limitent sévèrement leur application aux zones urbaines (Mc Garry 3114).

Cabinets à eau (aqua privées)

Le cabinet à eau est une variante de la fosse septique; il fut d'abord construit par Griffin et William à Darjeeling en 1917, c'est une adaptation de la fosse septique cylindrique Américaine des débuts -Williams (4407).

Un tuyau de chute vertical va de la cuvette des toilettes ou du trou du siège "à la turque" jusqu'à plonger juste au dessous du niveau de l'eau dans la cuve.

La cuve est remplie d'eau jusqu'au trop plein, puis l'eau est ajoutée en quantité suffisante pour maintenir l'occlusion hydraulique.

Les eaux usées ménagères, eaux grises, ne sont généralement pas évacuées dans les cabinets à eau. Les matières solides se déposent au fond et l'effluent est conduit jusqu'à un champ d'épandage ou un puisard pour s'infiltrer dans le sol.

La cuve doit être vidangée périodiquement; si l'on n'ajoute pas assez d'eau dans le cabinet à eau, l'occlusion hydraulique ne se fait plus et les mouches et les odeurs entrent dans la maison (Wagner et Lanoix 2125).

Les succès du cabinet à eau sont mitigés. Certaines appréciations sont bonnes pour le Nigéria (Oluwande 2331) et pour les Indes britanniques de l'Est (Sébastien et Buchanan 2339), mais par contre le Bastwana a récemment proscrit les cabinets à eau, tellement ils étaient devenus malodorants (2301).

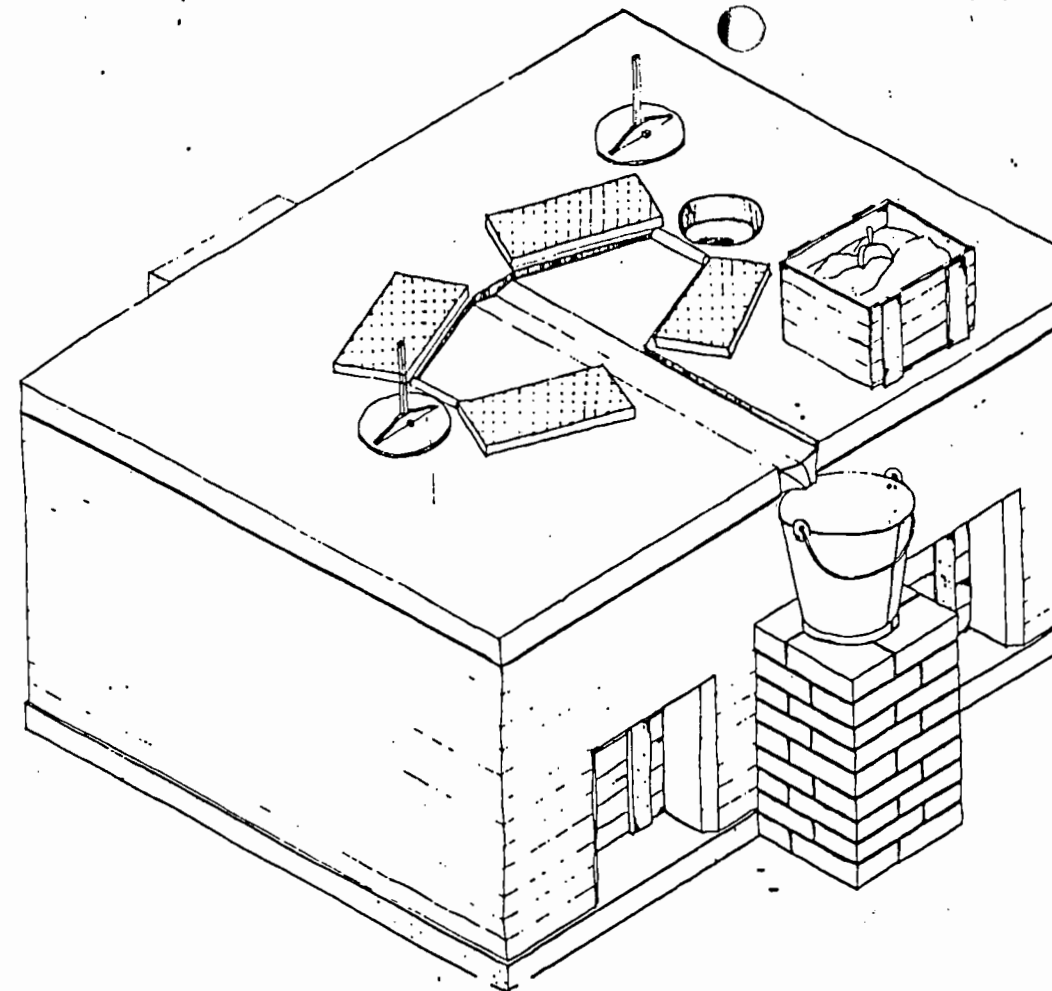
Ce système a beaucoup de limitations semblables à celles de la latrine à fosse telles que le respect de la fréquence d'utilisation et la nécessité d'une évacuation séparée des eaux usées des ménages. En outre il coûte beaucoup plus cher.

Cabinet à compost (Composting privies)

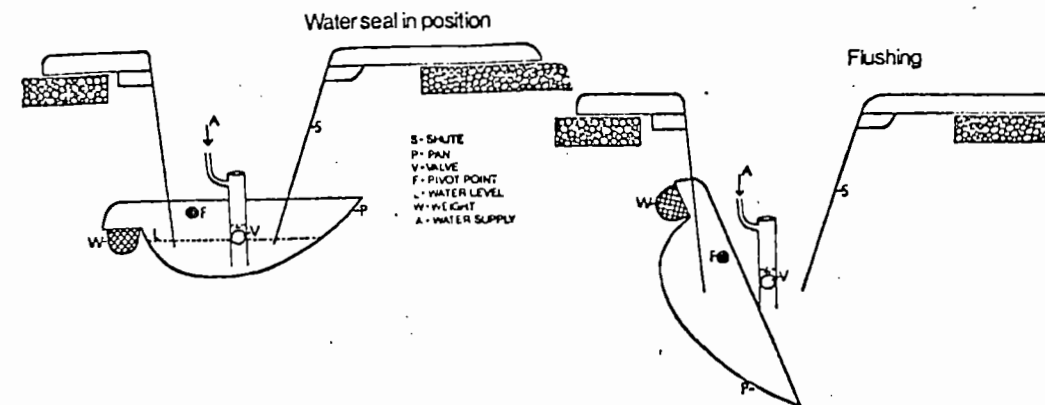
Le compostage a été défini comme un processus biologique pour la transformation de déchets solides organiques en un produit stable, semblable à l'humus dont l'usage essentiel est le conditionnement du sol (Golucke 3416). Le compostage a longtemps été une méthode traditionnelle de recyclage des déchets de ferme et a été utilisé plus récemment pour le traitement des produits de vidange et des boues des effluents d'égoûts (voir traitement des matières de vidange).

Le terme de "cabinet à compost" ("composting privies") se réfère à des systèmes individuels de compostage, qui peuvent être aérobies ou anaérobies, et qui sont quelquefois dénommés "toilettes productives" ("mouldering toilets") particulièrement dans la littérature scandinave. Le compostage est essentiellement un processus à sec et les cabinets à compost sont une variante des fosses étanches sèches.

L'un des premiers exemples de la fosse étanche sèche, la fosse étanche en béton à double compartiment (double compartment concrete vault) apparut aux Etats Unis dans un camp militaire en 1917 (Hardenbergh 2112).



The Vietnamese double vault.



Il consiste en deux compartiments étanches assez grands pour assurer le stockage des déchets d'une famille moyenne durant 6 mois. Quand l'un des compartiments était plein il était fermé, et l'autre entré en usage. On pensait qu'après un séjour à sec de six mois, on obtenait un produit sans odeur et débarrassé des bactéries pathogènes. Malheureusement les principes de compostage furent établis une décennie plus tard. Un compostage efficace nécessite une proportion adéquate de carbone et d'azote (C/N).

Les excréta humains n'ont pas naturellement cette proportion favorable de C/N et contiennent un excès d'azote. Pour rétablir l'équilibre, un surplus de carbone doit être ajouté ou l'azote doit être réduit. La première solution implique une addition de matières celluloseuses comme des feuilles ou de l'herbe, la deuxième une réduction de l'introduction des urines. Comme aucune de ces choses n'était faite dans le cas des fosses étanches à double compartiment de béton, les excréta s'aseptisèrent et se liquéfièrent en produisant de mauvaises odeurs et en rendant difficile le maniement du contenu. Ce système ne fut pas un succès.

La latrine à double fosse étanche (double vault latrine) décrite par Wagner et Lanoix (2125) est aussi une variante de cabinet à compost. Il est semblable en apparence à la précédente version américaine; mais on procède différemment, c'est une adaptation du processus de Bangalore inventé par Haward en 1930 (Gray et al. 3407). Les compartiments sont plus larges et l'on ajoute aux excréta humains de l'herbe fauchée, des restes de nourriture, des feuilles et des déchets animaux.

On prétend que ce mélange subit un compostage aérobie de courte durée suivi par une décomposition anaérobie de quelques mois.

Bien que le cabinet à compost soit décrit dans un grand nombre de monographies classiques sur l'assainissement rural (Wagner et Lanoix 2125) on ne rapporte pas d'application sur une grande échelle avant 1956. A cette époque la République démocratique du Vietnam mit en oeuvre un plan quinquennal d'hygiène rural au cours duquel un très grand nombre de cabinets individuels à compost furent construits.

Le cabinet vietnamien à double compartiment étanche pourvoit sur place au compostage des excréta. Il a 2 cuves étanches servant alternativement de réceptacle pour la défécation puis de compostage.

Un trou est fait sur la face supérieure de chacune d'elles, accompagné d'une rigole pour conduire les urines dans un récipient indépendant. Des ouvertures sont faites sur la face arrière pour la collecte des déchets après compostage. Souvent constitués de pavés, ils sont construits suffisamment au dessus du sol pour ne pas être inondés par les eaux de pluie.

Avant usage d'un compartiment, la surface du contenu doit être recouverte de terre fine. Après usage du cabinet, les fecès doivent être recouverts de cendres de cuisine qui absorbent l'humidité et désodorisent. Puis le trou est recouvert d'un couvercle habituellement fixé au bout d'un long manche. Quand la fosse est aux 2/3 remplie, son contenu est nivelé avec un bâton avant qu'il ne soit rempli à ras-bord par de la terre fine et sèche. Puis toutes les ouvertures sont fermées hermétiquement pour créer un espace anaérobie.

Le compost anaérobie a été pratiqué depuis quelques années au lieu du procédé aérobie (Mc Michael 2216). Il est utilisé pour améliorer l'utilisation directe des excréta comme engrais. On obtient un meilleur fertilisant et on diminue les mauvaises odeurs. En outre l'addition des cendres neutralise les mauvaises odeurs et détruit les oeufs de vers intestinaux : après deux mois de compostage, 85% des oeufs sont détruits (2202), de plus, l'azote organique est converti en composés plus rapidement assimilables par les plantes.

On rapporte qu'au Vietnam (2216), il y a un tel cabinet pour 1,4 habitation. Cette opération illustre le succès d'une combinaison d'opération hygiène rurale avec un système de réutilisation des déchets.

Il reste à savoir si ce procédé a des implications dans les zones urbaines, bien qu'on le dise utilisé dans la banlieue de Hanoi (2202).

Les avantages du compostage anaérobie sont :

- le rapport C/N maintenu à 20/30 par élimination des urines qui sont utilisées diluées comme fertilisants.
- on n'y ajoute pas d'autres matières organiques.
- les dimensions sont faibles 1,7 x 1,2 sur 0,7 m de hauteur pour une famille de 5 à 10 personnes.
- la condition essentielle de sécheresse signifie que des matériaux indigènes variés peuvent être utilisés pour sa construction : terre, mortier de chaux, argile, brique, bambou, béton ou brique cuite suivant les conditions locales (2202).

Nimpuno double vault : Cette variante du système vietnamien (2219) accepte les urines. Le rapport C/N est maintenu par adjonction de déchets organiques et la sécheresse par un fond perforé.

Au dessus, on place une couche de sable grossier recouvert par du charbon, de la poudre de calcaire, des cendres et des feuilles; le sable sert de filtre en neutralisant l'acidité des urines qui passent dans un puits d'infiltration plein de gravier, sous les fosses.

L'odeur est réduite par un tuyau de ventilation, la décomposition anaérobie dure plusieurs mois durant lesquels la fosse contigue est utilisée. Il n'y a pas eu de statistiques sur ce système.

Compostage aérobie : Le trait principal du compostage aérobie par opposition à l'anaérobie est que l'introduction d'oxygène provoque une rapide décomposition et génère une température élevée de plus de 50° C pendant un temps suffisamment long pour détruire les germes pathogènes.

La méthode la plus commode pour introduire de l'air est de retourner le tas de déchets. Comme cela conduirait à exposer les excréta, ce n'est pas considéré comme une méthode à suivre pour le compostage des restes humains.

Multrum : le système individuel de compostage aérobie est souvent dénommé multrum. Il fut commercialisé en 1964 (2213). Il est composé d'un container étanche avec un fond incliné, les excréta humains sont introduits en partie supérieure du container et mélangés aux déchets organiques de cuisine et de jardin qui sont introduits plus bas. Des conduites d'air et des tuyaux de ventilation sont prévus pour l'aération et les matières décomposées descendent lentement vers l'extrémité basse du container d'où elles sont périodiquement retirées.

La période de décomposition est de plus de 4 ans et le container assez large : 3 x 1 sur 1 m de haut.

Les innovations principales sont les systèmes d'aération qui permettent l'évaporation d'une grande partie de l'humidité et, comme le ROEC, éliminent les odeurs et le plancher incliné qui permet l'usage continu d'un unique container.

Il y a plusieurs versions de cabinet à compost sur le marché commercial, principalement en Suède (2205), et plus récemment au Canada et aux Etats Unis. Les possibilités d'adaptation de cette technologie, qui a été étudiée à l'usage de sociétés riches des pays tempérés, aux besoins des démunis des pays en voie de développement, particulièrement dans les zones urbaines, fut primitivement proposée par des architectes Danois (Winblad 2232) en 1970, et plus tard améliorée par Winblad (2231) et Rybczinski et Ortega (2222).

Bien que n'ayant pas encore été expérimentées sur une grande échelle, ces versions offrent des avantages assez tangibles pour mériter des études sérieuses. Ces toilettes acceptent toutes les urines et, étanches, peuvent être construites dans des zones ayant à la fois une population dense et une nappe phréatique haute.

Le maniement est très simple puisqu'il n'y a qu'un container et qu'il n'y a pas de manutention des excréta frais.

Des expériences rurales et urbaines en Tanzanie ont montré qu'avec une éducation appropriée, "la majorité des usagers semble s'adapter aisément à des prescriptions simples mais essentielles, telles que l'usage limité d'eau de nettoyage, adjonction de balayures et d'herbes pour le processus de compostage et de cendres pour neutraliser l'acidité (Eyglaas 2210).

On rapporte d'autres expériences à Manille (Rybczinski 2224) où de nombreux multrum ont été construits dans une zone urbaine dense. Elles permettent d'établir les coûts et les modalités de construction.

Collecte des matières de vidange.

La collecte et le transport des matières de vidange ont été pratiqués depuis (2312) des siècles, particulièrement dans les zones où elles sont réutilisées en agriculture; la plus rudimentaire des versions est celle des latrines à seau.

Les excréta qui peuvent ou non recevoir l'urine sont déposées directement dans un réservoir qui est périodiquement déplacé pour utilisation.

Ce système est largement pratiqué dans beaucoup de (3104,3107) villes d'Afrique et d'Asie et a l'avantage d'une dépense minimum de la part de l'utilisateur et de la collectivité.

Cependant comme on le pratique habituellement dans les pays en voie de développement, c'est un procédé malsain et désagréable qui est nuisible à la fois aux conditions de santé et d'environnement.

Avec une technologie plus évoluée, citons particulièrement les seaux et les camions citernes, ce système peut être relativement inoffensif et hygiénique comme les usages qui en sont fait à Sydney et Oslo le démontrent.

Cependant ces améliorations augmentent sensiblement le coût de l'opération, et il semble que d'autres systèmes comme le camion citerne ou la fosse étanche soient plus économiques. (3114)

Les inconvénients des latrines à seau comportent les fréquentes collectes nécessaires pour vider le petit réservoir de matière de vidange autant que les difficultés de restreindre le passage des mouches et des odeurs.

Ces problèmes ont été surmontés dans les "cuves étanches avec camions de vidange" (vault and vacuum truck system) par l'usage de grandes cuves étanches individuelles dans lesquelles l'excréta est pompé toutes les 2 ou 4 semaines ou plus par un camion citerne.

De plus petits fourgons de vidange sont utilisés avec des pompes à main. (4140) "Les cuves étanches avec camion de vidange" sont largement utilisées à Taiwan (3120) et au Japon où plusieurs villes en sont équipées en majorité.

Il y a beaucoup de points à améliorer dans ces systèmes qui se sont répandus spontanément sur une longue période de temps et n'ont pas toujours de système d'occlusion à eau ou de cuves spécialement construites contre les insectes et les rongeurs.

La collecte des eaux vannes a beaucoup d'avantages. Le coût est faible (environ le 1/3 de celui des égouts). La collecte fonctionne toujours à plein ou presque. C'est un travail intensif et quand il est fait proprement il démontre un haut niveau de service.

Des études (3113) basées sur des situations existantes ont été faites sur les conséquences économiques à long terme de la collecte par camion.

Une comparaison économique a été faite entre le transport des matières de vidange et l'usage d'égouts drainant des effluents ayant subi un traitement secondaire.

Taiwan estime que le coût par personne, estimé sur un an de la collecte des matières de vidange est de 1,75 \$ US (1972) en prenant en compte les coûts de stérilisation aussi bien que la valeur marchande des matières traitées.

Le coût d'un égout, calculé sur une base annuelle (8% d'intérêt et un remboursement sur 15 ans) et comprenant le traitement des effluents par bassins d'oxydation serait de 9,1 \$ US.

Traitement des matières de vidange

Après que les matières de vidange aient été collectées par seau fourgon ou camion citerne, on doit en disposer avec hygiène. Cela implique habituellement quelques sortes de traitements biologiques. La plus rudimentaire et la moins satisfaisante des techniques est l'enfouissement dans le sol, ce qui n'est pas seulement désagréable mais aussi expose les excréta frais aux mouches et aux vers. (3104)

Il y a deux alternatives pratiquées au Japon (3012) en Corée et à Taiwan (3006) de traitement expansif par bennes activées des matières de vidange qui sont plus appropriées aux pays développés; les bassins de stabilisation et le compostage.

Les bassins de stabilisation d'eaux usées sont des étangs rectangulaires et peu profonds dans lesquels les effluents bruts ou filtrés sont traités par des processus naturels basés sur l'activité des algues et bactéries. C'est sans doute la plus importante des méthodes efficaces pour la destruction des bactéries pathogènes et des oeufs de parasites intestinaux. La technologie des bassins de stabilisation est bien connue (3313), et cette méthode de traitement des effluents a été largement utilisée aux Etats Unis aussi bien qu'en Amérique Latine (3348), en Afrique (3347) et en Asie (3314).

Bien que les bassins de stabilisation aient été traditionnellement utilisés pour le traitement des effluents d'égout, il n'y a pas de raison pour qu'ils ne puissent être utilisés aussi pour le traitement des produits de vidange collectés par camion citerne. Il n'y a pas beaucoup de travaux sur cette question mais SHAW (3343) rapporte que le traitement effectif des produits de vidange se fait dans des bassins de stabilisation en utilisant une charge similaire aux bassins à effluents et en additionnant suffisamment d'eau pour maintenir la profondeur du bassin à 1,20 m.

Les bassins de stabilisation pour le traitement des produits de vidange peuvent aussi traiter les effluents, ou peuvent être spécialement prévus pour traiter les produits de vidange et les boues des fosses d'aisance et des cabinets à eau, avec la possibilité d'une future extension ou conversion au traitement des effluents. Le principal inconvénient des bassins de stabilisation est qu'une relativement grande surface est nécessaire, surtout quand ils sont utilisés en zones urbaines; cela implique un coût élevé.

Le compostage systématique des produits de vidange fut introduit en Chine en 1930 (4411) et de récents rapports sur la province de Shantung (3402) indiquent que cette pratique est l'une des composantes des programmes de santé rurale. Feces et urines sont immédiatement séparés de la dalle de latrine par utilisation d'une rigole à urine, et collectés séparément, souvent dans des pots d'argile dont le contenu est collecté et transporté sur le site de compostage, point de regroupement, en périphérie du village.

La séparation des feces et de l'urine évite la formation d'une transformation septique; 2 types de compostage sont utilisés. Le compostage en fosse où l'air est canalisé à travers des tranchées au fond de la fosse et des compostages en tas où l'air est introduit par les trous faits à l'aide de baguettes.

Les composants du compost sont, à égalité de poids, excréments humains, feces d'animaux, déchets organiques, et terre. L'humidité est comprise entre 30 et 50% suivant l'époque de l'année; le tas est recouvert d'un mélange de terre et de boue et abandonné pour 20 ou 30 jours.

Cette couverture ne sert pas seulement à supprimer les odeurs et les mouches mais aussi évite une perte de chaleur; le produit du compost est utilisé en agriculture.

Le compostage anaérobie est pratiqué au niveau communal en Inde où il est connu sous le nom de procédé de Bangalore (3406).

Les ordures de la ville sont mélangées avec les matières de vidange et on cite le haut niveau de destruction pathogène (3403). Le compost aérobie des ordures d'une ville mélangées aux produits de vidange furent expérimentées par Haward en Inde et formèrent la base d'installation en Afrique du Sud (4412) et en Chine (4411).

Le compost à la fois des boues d'effluents et des effluents bruts est cité aux Etats Unis (3415). Les méthodes utilisées sont soit le procédé ancien ou la méthode d'aération forcée. Le procédé ancien consistait à retourner le tas à intervalles réguliers, habituellement c'était fait par des machines spécialement adaptées.

La méthode d'aération forcée se base sur une induction mécanique de courants d'air à travers le tas, et à quelques traits communs avec la méthode chinoise. Des matériaux secs, déchets organiques, sciure de bois et copeaux de bois sont habituellement ajoutés aux effluents pour aérer le matériau et empêcher l'étouffement durant le processus d'aération.

La troisième technique moins répandue de traitement des matières de vidange qui a été citée en Chine (2303) (2309) consiste en une digestion anaérobie de produits de vidange avec de petites quantités d'eau.

Une implantation individuelle dénommée : "two partition three tank", système à 3 réservoirs à double compartiments, est une variante de la fosse septique, mis à part que le traitement biologique a lieu à l'intérieur des 3 réservoirs qui ont une durée de rétention de 10 et 30 jours respectivement.

2 litres d'eau par usager sont ajoutés journellement; on cite une disparition totale des oeufs d'ascaris; il n'y a pas de filtre ou de lit filtrant et l'effluent liquide est utilisé comme fertilisant.

Eaux grises (Grey Water)

Les systèmes d'élimination à sec des excréta, que ce soit les latrines à fosse, les fosses étanches à camion de vidange, ou même les systèmes comme les fosses à eau, n'acceptent pas les eaux usées ménagères, appelées "Sullage" ou "Grey Water", eaux grises.

Dans les zones rurales, les eaux grises sont simplement répandues autour de la maison et s'infiltrent dans le sol. Dans les zones urbaines types, les eaux grises sont jetées dans les caniveaux ou les égouts d'eaux usées. La pratique habituelle à Tokyo où les fosses étanches sont utilisées est de jeter les eaux grises dans des égouts EP (3101); à Djakarta, les eaux grises sont canalisées dans des caniveaux pavés qui sont périodiquement nettoyés par une équipe de nettoyage (2103). Des pratiques similaires d'élimination des eaux usées existent dans les pays en voie de développement.

Il est clair qu'une relation doit être faite entre les effets bénéfiques d'une amélioration des systèmes d'élimination d'excréta par un grand nombre de gens, et l'effet contraire de l'utilisation des réseaux d'eaux pluviales, surface du sol, pour transporter les eaux de cuisine et de lavage.

Des études en Suède (5011) et aux Etats Unis (5013) montrent que le taux de phosphore dans les eaux usées est fort et qu'il est dû principalement aux machines à laver la vaisselle et à laver le linge. Mais il n'y a pas d'études comparables sur les caractéristiques des eaux usées des pays en voie de développement. Il y a des bases de comparaison sur les détergents "durs" (4210 - 3233 - 4110 - 5011) qui peuvent atteindre 10 fois les taux des pays développés.

Un autre facteur qui peut être pris en compte est la quantité d'eaux usées produites; les eaux usées dans les pays développés varient de 60 l (5011) à 120 l (5013)h/J. On a estimé que la consommation d'eaux usées dans les pays en voie de développement varie de 20 à 50 l/hab/J, ce qui dépend du mode de fourniture de l'eau : par réseau ou branchement individuel. En comptant les pertes, cela fait une production d'eaux grises de 15 à 40 l par personne et par jour.

Des études américaines et suédoises ont montré que la présence de coliformes fécaux dans les eaux grises, bien que beaucoup moins élevées que dans les eaux vannes, étaient néanmoins suffisamment fortes pour justifier d'autres recherches. La source la plus importante de bactéries coliformes a été trouvée dans les machines à laver le linge (5013). Aucune autre étude n'a été faite pour essayer d'identifier d'autres virus spécifiques dans les eaux grises.

Les bases de connaissance sur les eaux grises sont légères. Néanmoins un soin particulier doit être pris dans l'application, pour un pays en voie de développement, des résultats des recherches dans un pays industrialisé.

TECHNIQUES DE REUTILISATION DES DECHETS HUMAINS

Le comité, sur l'hygiène de l'environnement, des experts de l'organisation mondiale de la santé, à sa 3ème session en 1954, a déclaré que : " le comité reconnaît l'utilisation très largement répandue dans bien des parties du Monde, des excréta humains comme engrais... avec l'extension de la population terrestre et l'extension limitée des ressources mondiales, tous les efforts pour utiliser hygiéniquement ces produits et les recycler dans le sol, devraient être encouragés. La nécessité du contrôle de ces activités de telle manière que l'on réduise à un minimum absolu leurs risques inhérents à la santé publique, ne saurait être assez mise en relief".

Recyclage ou réutilisation des ressources est largement pratiqué dans les pays en voie de développement. Ce n'est pas fait pour des raisons de contrôle de l'environnement, comme dans l'Ouest, mais dans le cadre d'une implacable nécessité. L'accent a toujours été mis sur le fait qu'un pays en voie de développement est dans la plupart des cas moins bien doté en ressources naturelles que ne l'étaient les pays actuellement développés quand ils commencèrent leur développement.

Quand on ajoute à cela les pressions de l'explosion démographique, il apparaît que les pays en voie de développement sont confrontés à une situation où de maigres ressources doivent suffire durant un très long temps. Nulle part cela n'est plus vrai qu'en agriculture où la terre qui, dans bien des cas, a été travaillée depuis des siècles, doit produire un rendement toujours plus haut, et cela en dépit de condition climatique extrêmement défavorable comme la sécheresse ou l'inondation.

La différence dans l'usage de la réutilisation des déchets humains est particulièrement sensible en Asie, où depuis longtemps une grande partie de la population s'est suffie à elle-même sur d'assez petites surfaces de terres arables.

2 exemples montrent que les excréta humains ne sont pas seulement considérés comme une ressource, mais comme une ressource précieuse.

On rapporte qu'en Chine, pendant la campagne "de collecte d'engrais" qui débuta durant les années cinquante, la possession de matières de vidange devint un grand point de controverse. L'article, objet de controverse et de nature particulièrement privée qu'était les matières de vidange, étaient parfois expropriées à un prix anormalement bas, payable à une date ultérieure par l'organisation collective. Les fermiers avaient tendance à refuser les matières de vidange qu'ils produisaient pour les utiliser sur leurs propres parcelles privées. Au sommet de la campagne d'engrais, les incitations étaient telles qu'elles provoquèrent des exemples extrêmes de maisons arrachées pour récupérer la valeur fertilisante de la terre de soubassement" (Me Garry 4402). A aucun moment, le problème des matières de vidange ne permit un relâchement des règlements et une décentralisation de l'autorité.

Le pourtour de la ville de Tainan à Taiwan, est bien connu pour ses poissons qui sont élevés sur plus de 6000 hectares de bassins à poissons. Les matières de vidange sont utilisées pour fertiliser les bassins, et la municipalité de Tainan qui gère un système de conservation, vend les matières de vidange aux pisciculteurs de cette zone, parfois à plus de 40 km.

La demande pour cet usage est telle, qu'en fait, on dit qu'un marché noir de matières de vidange existe.

C'est l'un des soucis de la municipalité qui compte sur la vente des matières de vidange pour compenser le coût de la collecte (Me Garry 4140).

Un programme de réutilisation de matières de vidange présuppose une offre et une demande d'engrais.

Il semble que les changements dans le style de vie aient affecté le marché des matières de vidange au Japon et à Taiwan (Julius 4409), et un programme de récupération de matières de vidange peut nécessiter des encouragements et une information des usagers pour réussir.

Le problème de la réutilisation des déchets humains est exposé dans les chapitres suivants :

- fertilisation avec ou sans traitement des matières de vidange.
- irrigation avec les eaux vannes et bassins de stabilisation pour les effluents.
- fertilisation des bassins à poissons avec les matières de vidange et production de poissons dans les bassins de stabilisation.
- production d'algues dans des bassins à haut rendement.
- traitement par des plantes aquatiques et production de Biogas par l'usage de la digestion anaérobie.

FERTILISATION

Il est souvent dit que les excréta humains contiennent 90 à 95% d'eau, mais c'est ici le restant qui nous intéresse le plus.

Les matières de vidange contiennent les 3 principaux agents nutritifs, azote (0,6%), phosphore (0,2%), et potassium (0,3%) (Mc Garry 4402) pour la réutilisation la plus large des déchets humains maintenant comme avant et la fertilisation directe des cultures avec les matières de vidange non traitées (Williams 4407).

Cette technique est pratiquée par des fermiers de l'Asie du Sud Est mais particulièrement en Corée, Chine et Taiwan et dans une marge plus petite par le Japon, la Thaïlande, les Philippines, l'Indonésie et la Malaisie.

L'utilisation des matières de vidange comme aliment des porcs, habituellement fait de manière insalubre, est également traditionnelle dans les pays d'Asie du Sud, d'Afrique et d'Amérique Centrale.

Il est reconnu que l'utilisation des matières de vidange non traitées est indésirable sur le plan de l'hygiène. Cependant quelques améliorations dans la situation présente doivent mettre en évidence le rôle vital de la réutilisation des matières de vidange dans l'économie rurale de beaucoup de pays en voie de développement.

Il existe quelques rapports sur le traitement des matières de vidange avant réutilisation; principalement en Chine, une pratique qui a déjà été mentionnée est le compostage des matières de vidange mélangées avec du fumier animal, des ordures organiques et de la terre (3402).

Une autre forme de traitement est le dépôt et la digestion dans une fosse septique modifiée, qui est dite achever la destruction complète des vers et des oeufs d'anquilostomes (2303).

On rapporte que le compostage anaérobie est pratiqué en Inde (Bhaskaran et al. 3403), dans la République socialiste du Vietnam (2202), et dans ce dernier cas semble l'être sur une grande échelle.

La valeur d'humus des matières de vidange est aussi importante que leurs qualités nutritives, si bien que, en Corée et au Japon, où les fertilisants chimiques ont largement supplanté les matières de vidange fertilisantes, des quantités de ces dernières sont toujours utilisées pour améliorer la qualité des sols.

L'IRRIGATION

Toute réflexion sur l'irrigation avec des eaux ménagères dans les pays en voie de développement doit être précédée par une importante réserve : bien qu'une masse de documents existe sur l'irrigation par eaux d'égouts, traitées ou non, et effluents de bassins de stabilisation, le fait demeure encore que seulement 6,5% de la population des pays en voie de développement a accès au système d'égout (3220).

Désormais la réutilisation des eaux d'égouts, bien qu'elle puisse avoir d'importantes implications, s'écarte inévitablement de l'issue principale. Le fait que beaucoup de travaux scientifiques aient été faits sur l'irrigation des eaux ménagères dans beaucoup de pays en voie de développement, est plus le reflet d'une éducation en ingénierie influencée par l'ouest qu'un réel besoin.

Néanmoins les bassins de stabilisation peuvent être utilisés pour traiter des matières de vidange et pour le centre des grandes villes, la mise en place d'égouts reste l'une des rares solutions efficaces.

Parce que la solution des égouts a déjà été choisie par un grand nombre de villes, une irrigation par les eaux ménagères peut être encore utilisée.

L'utilisation la plus large des égouts pour l'irrigation dans les pays en voie de développement se fait en Inde où les eaux d'égouts non traitées sont directement utilisées sur le sol; on rapporte que presque un tiers des eaux d'égouts produites par environ 35 millions de gens (7% de la population totale) sont utilisées pour l'irrigation (Shende 4149).

Des études ont été faites sur les caractéristiques des eaux ménagères (Bajaj et al 4110) et les résultats montrent qu'en général la DBO et la proportion de solides sont plus élevées que dans les eaux d'égouts occidentales, ce qui est dû principalement à la quantité plus faible d'eau utilisée par habitant (Siddigi 3233).

La valeur nutritive des eaux ménagères aussi bien que des matières de vidange est considérable; la proportion d'azote varie de 25 à 70 mg par litre, le phosphate de 7 à 20 mg par litre et le potassium de 12 à 30 mg/litre. En tout les matières organiques putrescibles varient de 300 à 1000 mg/litre et décomposées, constituent un humus précieux pour le sol. (Shende 4149)

On rapporte que les eaux d'égouts diluées, non traitées, sont utilisées pour irriguer les fourrages, les pâturages, les prairies et la canne à sucre (Sivanappan 4153), mais les légumes en terre et les légumes à feuilles basses ne sont pas recommandés pour la culture avec des effluents crus (4102).

La culture avec des eaux d'égouts comme elle est pratiquée en Inde, est généralement pratiquée dans un cadre organisé et dans un alignement spécifique des cultures pour réduire les risques de maladie tant pour les travailleurs que pour les consommateurs dans le cas de légumes comestibles (Kotia 4133).

Il y a trois risques associés à l'utilisation directe en irrigation des eaux d'égouts non traitées, le danger de transmission des maladies dans la chaîne alimentaire, les risques de maladies dues à la manipulation des eaux d'égouts non traitées dans le processus d'irrigation, et les dommages éventuels pour le sol par le développement alcalin et salin.

Quelques travaux préliminaires en Israël sur l'irrigation au goutte à goutte de légumes feuillus avec des eaux d'égouts non traitées ont donné des résultats surprenants (Goldberg 4130) qui indiquent que des recherches plus approfondies doivent être faites.

Dans un cas, des concombres avaient poussé dans un sol désinfecté par fumigation et protégé des eaux d'égouts par un paillis de plastique, et dans un autre cas, ils étaient en contact direct avec les eaux d'égouts non traitées; le résultat inattendu fut qu'il n'y avait pas de différence dans le contenu de virus et de bactéries qui était relativement bas.

Dans une seconde expérience, on introduisit des pathogènes dans les eaux d'égouts et dans ce cas, les concombres protégés par le paillis de plastique donnèrent une récolte saine. Une fois encore comme avec la réutilisation des produits de vidange, des recherches doivent être faites sur les techniques et types de culture qui sont appropriés à l'irrigation avec les eaux d'égouts non traitées.

L'utilisation des eaux d'égouts traitées, ou effluents, en irrigation est bien connue dans les pays de l'ouest, mais beaucoup moins pratiquée dans les pays en voie de développement; à cause du coût considérable des égouts auquel on doit rajouter le coût non négligeable du traitement des eaux usées.

Pour le propos de ce chapitre, on peut considérer que lorsque les eaux d'égouts traitées sont utilisées pour l'irrigation dans les pays en voie de développement, ce seront des effluents de bassins de stabilisation.

Les bassins de stabilisation sont généralement considérés comme la plus appropriée des méthodes de traitement des eaux usées sous les climats tropicaux, et sont bien décrits par (Gloyna 3313) et Mara (3325).

L'utilisation des effluents bassins de stabilisation a des avantages, agricoles, hygiéniques, et d'environnement et un travail considérable a été fait dans de nombreux pays à ce sujet sur l'irrigation avec des effluents eaux d'égouts (Law 4139). L'une des questions clefs qui a été le sujet de nombreuses recherches a été la survie pathogène et virale dans les effluents d'égouts et leur effet sur les cultures qu'ils irriguent, il est maintenant généralement admis que les effluents des bassins de stabilisation contiennent un nombre réduit de pathogènes mais vivants.

Le nombre de coliformes peut être réduit par chloration (shuval 4151, Kott 4135) bien que les virus entériques semblent être un problème plus sévère (Larkin et al. 4138) et qu'une lourde et longue chloration pour atteindre le même degré de désinfection pour les virus de polio que ce qui est exigé pour les coliformes (Shuval 4151).

Dans un article sur le sujet, Shuval (4406) conclut que le procédé de traitement le plus conventionnel, comme les bassins de stabilisation, ne peut complètement détruire les pathogènes, que c'est une évidence que les pathogènes peuvent survivre assez longtemps dans les champs pour contaminer le consommateur potentiel de ces cultures de légumes mangés crus; et si une destruction complète est possible avec un traitement poussé, ce n'est malheureusement que les pays en développement les plus avancés qui pourront technologiquement et économiquement les mener à bien.

Cependant "une approche équilibrée combinant de peu coûteuses méthodes de traitement des déchets capables d'une efficacité raisonnable, bien que non complète, réduction des niveaux pathogènes avec restriction des cultures à celles qui présentent un faible niveau de risque pour la santé publique, apparaît être la politique la plus prudente pour atteindre le bénéfice social maximum dans la réutilisation des eaux usées". (Shuval 4406)

Une possibilité intéressante pour l'irrigation avec des effluents des bassins de stabilisation et la culture des plantes non comestibles éliminent entièrement les risques pour la santé.

On rapporte que les plants de canne à sucre, de tabac, de coton et d'oléagineux sont irrigués avec des effluents (Kotia 4133).

Des plantations d'arbres ont aussi été irriguées avec des effluents d'égouts aux Etats Unis (Satherland et al. 4155) et au Canada. (Bagnan 4126) et l'irrigation de cotiers avec des effluents de bassins de stabilisation à Madras.

Pratiquement toutes les méthodes d'irrigation avec de l'eau peuvent être adaptées à l'usage de l'eau usée traitée ou non. L'une des plus communes en Asie du Sud est la méthode du sillon dans laquelle les eaux usées sont canalisées dans des canaux à côté des surfaces de cultures (Sivanappan 4153).

- Les inondations sauvages d'étendues de terre sont souvent pratiquées, où de grandes quantités d'eaux usées sont à disposition, bien que des études en Inde aient montré un haut niveau d'infection "helminthée" parmi les agriculteurs utilisant de telles pratiques (Sastri 4404).

- L'irrigation par aspergeur tournant est plus en faveur aux Etats Unis, bien qu'il semble que cette dispersion en bruine de bactéries entériques puisse être considérable (Katzenelson and Telth 4132), (Shtarkas and Krasil shikov 4150). En tout cas le haut coût en capital en fait une technique inadaptée à la plupart des pays en voie de développement.

L'irrigation souterraine, particulièrement au goutte à goutte a beaucoup d'avantages, avec l'usage d'une faible quantité d'eau qui en augmente le rendement, application directe des systèmes par racine, et de plus faible possibilité de contamination (Romanenko 4145) bien que ces avantages pourraient être mis en balance avec le coût plus élevé en capital et la plus grande dextérité requise.

Des travaux ont été faits récemment aux Etats Unis sur l'accumulation de métaux lourds dans les sols et de cultures à partir d'irrigation extensive d'eaux usées (Sidle et al. 4152) (Dowdy and Larson 4119, Giardano et al. 4129); Cadmium, cuivre, zinc et plomb sont probablement présents dans les eaux usées venant de villes industrielles.

Cadmium, nickel et zinc sont potentiellement les plus dangereux pour les cultures (Trout et al. 4157); le danger des métaux lourds est un facteur particulier au ré-pandage au sol de boues stabilisées ou digérées, si il n'a pas été fait assez de recherches pour déterminer les cultures spécifiques et les sols types.

La question de l'accumulation de la salinité dans le sol, particulièrement pour le sodium et le bore, dépend grandement du type du sol, de la culture, du niveau de la nappe phréatique, du climat, et comme l'accumulation d'azote, peut seulement être déterminée au cas par cas.

Ce sont les applications des eaux usées traitées ou non.

l'élevage des poissons est une ressource considérable de protéines animales en Chine, au Japon, à Taiwan, en Indonésie, aux Philippines, à Hong Kong et en Malaisie; cet élevage se pratique aussi en Inde, au Sri Lanka, en Thaïlande, au Bangladesh et au Pakistan.

La méthode la plus courante de fertilisation de ces mares à poissons est d'utiliser des engrais organiques (Prowse 4217) qui comportent des déchets humains aussi bien qu'animaux. Il existe principalement deux techniques de réutilisation des déchets humains en aquaculture soit - par fertilisation des bassins à poissons avec des matières de vidange fraîches - soit en élevant les poissons dans des bassins de stabilisation d'eaux usées.

La plus importante recherche scientifique s'est intéressée à cette dernière et a largement laissé de côté la pratique populaire de fertilisation des bassins à poissons avec des matières de vidange.

A travers l'Asie du Sud Est où des matières de vidange sont déversées dans les bassins à poissons, l'accent est mis plus sur la production de poissons que sur le traitement des déchets : 6000 ha de bassins à poissons sont fertilisés avec des matières de vidange collectées dans la ville de Tainan (Mc Garry 4140). A Calcutta, les eaux d'égoûts sont déversées dans les mares à poissons (Prowse 4217) et dans beaucoup d'installations domestiques, les latrines sont réellement construites au dessus des bassins (Prowse 4217). On estime à environ 425 000 ha la surface de bassins dans cette région (Tapiador 4222).

Les bassins à poissons fertilisés avec les matières de vidange mettent en évidence le cycle de réutilisation. Le consommateur produit des matières de vidange qui sont introduites dans les bassins à poissons et fournit la principale source de nourriture pour la croissance des bactéries. Les produits dérivés de ce procédé sont la nourriture élémentaire des algues, qui à leur tour sont les aliments de base des poissons qui eux-mêmes servent de nourriture aux consommateurs.

La seconde technique pour combiner l'utilisation des déchets humains et de l'aquaculture est d'introduire les poissons dans des bassins secondaires dans un ensemble de bassins de stabilisation d'eaux usées. L'accent est ici mis sur le traitement des eaux usées. La présence de poissons améliore le fonctionnement de la mare sous l'aspect de l'élimination des algues, de la réduction des solides en suspension, aussi bien que de l'élimination des coliformes fécaux dans l'effluent résiduel (Carpenter et al. 4207).

Ceci a conduit à faire des recherches sur l'intégration de l'aquaculture et de l'agriculture (Hepher and Shroeder 4210) par introduction de poissons dans les bassins de stabilisation et en utilisant ensuite les effluents pour l'irrigation.

L'intégration d'activités diverses, dans ce cas de traitement des eaux usées : élevage de poissons et irrigation, a d'importantes implications dans la faisabilité économique globale et en fait, multiplie sur une grande échelle ce que beaucoup de paysans dans les pays en voie de développement pratiquent déjà.

Il est important de mettre en évidence que la productivité des bassins à poissons utilisant les eaux usées est constatée plus importante que celle des bassins fertilisés par un mode inorganique (Allen et Hepher 4204).

A Madras, un bassin d'oxidation contenant des carpes a une productivité annuelle de 7700 kg/ha (Mathuswamy et al. 4216).

La réduction par le zooplancton et les bactéries réduit les niveaux de dioxyde de carbone, ce qui à son tour relève le p.h. dans les bassins de stabilisation contenant des poissons (Hepher and Schroeder 4210). De cela, joint au haut niveau d'oxygénation, résulte une surprenante absence de germes de maladie dans le milieu des bassins. Il a été démontré que les poissons ne sont pas contaminés par les bactéries entériques qui sont causes de maladies chez les hommes et les animaux, et lorsque des germes pathogènes humains ont été identifiés, ils ont été isolés dans le "gut" qui peut être épuré (Allen and Hepher 4204).

On peut aussi combiner les effluents d'eaux usées avec les cultures marines Ryther (4219) décrit un projet intégré aux Etats Unis où les effluents d'égoûts, après avoir subis un traitement secondaire, sont mélangés à de l'eau de mer et servent d'aliment pour la croissance des algues marines unicellulaires, qui sont à leur tour mangées par des fruits de mer.

Le phytoplancton tire sa nourriture des effluents d'égoûts et le filtre consommateur que constituent les fruits de mer, extrait le phytoplancton de l'eau. Les déchets solides produits par les fruits de mer servent de nourriture pour un élevage commercial dérivé d'animaux marins comme les langoustes ou les "flounder".

Il y a des possibilités d'adaptation comme la système d'établissement côtier dans les régions tropicales, où l'abondance d'énergie solaire et la température élevée de l'eau pourraient promouvoir les productions de nourriture marine.

PRODUCTION D'ALGUES

Les algues jouent un rôle important dans le processus de photosynthèse ou d'éventuels bassins de stabilisation. Les bassins peuvent être conçus spécialement pour une production maximale d'algues, en réduisant la profondeur du bassin à 20 ou 40 cm, pour améliorer la disponibilité de la lumière solaire qui le traverse.

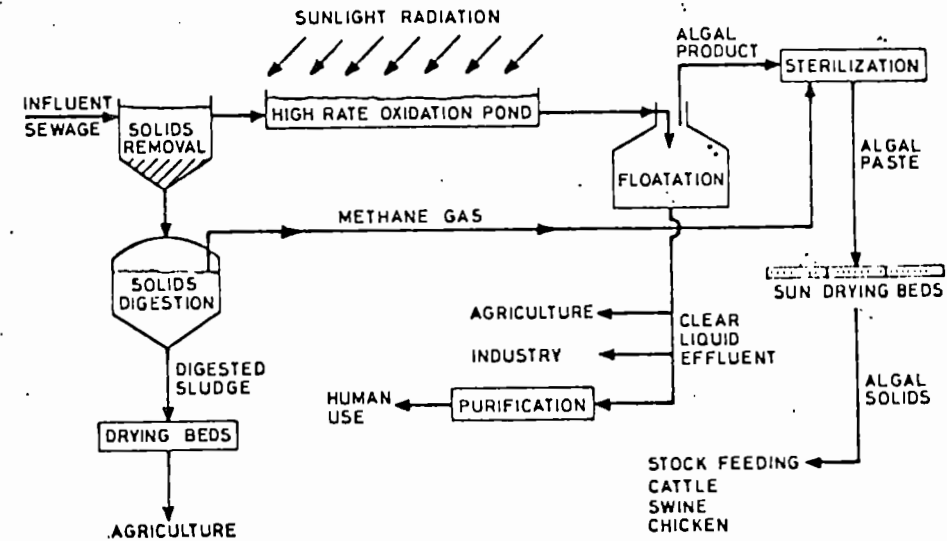
La transformation des aliments, provenant d'effluents en algues, est extrêmement rapide sous certaines conditions, 3 ou 4 jours, et le bassin correspondant est généralement dénommé "bassin à haut rendement", ou quelquefois bassin à algues. Le fonctionnement de ces bassins à haut rendement est décrit par Oswald (4315).

L'une des principales raisons de l'intérêt des algues est le fait qu'elles contiennent habituellement 50% de protéine et que la production annuelle d'algues au kilo à l'hectare est nettement plus élevée que les cultures conventionnelles comme celles du riz, du blé ou du soja.

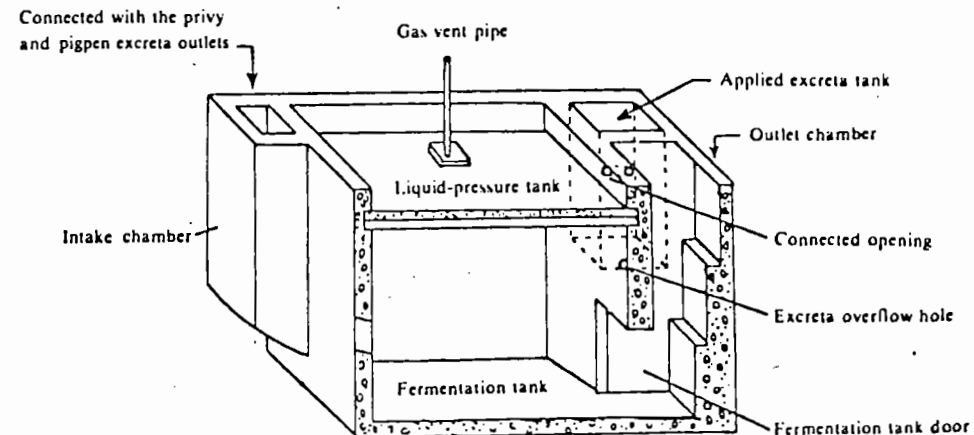
Dans ces conditions d'exploitation, 150 kg de protéines à l'hectare par jour peuvent être produites (Mc Garry 4310).

L'importance pour algues comme aliment de substitut pour animaux, réservant ainsi les grains pour la consommation humaine, peut être bénéfique pour les régions pauvres (Grisanti and Oswald 4307).

Les algues ont besoin de nourriture pour croître. La plupart des eaux naturelles ne contiennent pas tout l'azote, le phosphore ou le potassium requis. Les déchets humains et animaux, d'un autre côté, contiennent ces trois éléments, donc les algues peuvent être cultivées dans des effluents d'égoûts sans autres ingrédients (Grisanti and Oswald 4307), et véritablement les bassins à haut rendement fournissent des conditions presque optimales pour la production d'algues.



Mass algal culture and processing flow diagram (from 4312).



La nutritive des algues comme aliment a été étudiée de manière étendue (4302). En fait, l'un des problèmes rencontrés avec les algues comme nourriture animale, est la lente digestion des composants non protéiques : la paroi cellulaire (Hintz et al 4308).

Une intéressante proposition d'utilisation des algues comme aliment pour poisson (Wash et al. 4321) est basée sur le fait que les algues constituent leur nourriture naturelle, et leur système digestif y est mieux adapté. La production des algues dans les bassins de haut rendement et l'usage de la nourriture à poisson qui en découle, manifestent la souplesse de l'usage des algues comme aliment des animaux.

La qualité de l'eau provenant de bassins à haut rendement est considérablement améliorée (Oswald 4315) et peut jouer un rôle d'irrigation important en agriculture (Mc Garry 4310). Intéressant pour les établissements urbains, bien des eaux industrielles peuvent être utilisées pour la production d'algues, bien qu'il faille dans certains cas rajouter des aliments spécifiques. (Grisanti et Oswald 4307)

Les bassins à haut rendement ont été seulement réalisés à une échelle expérimentale. La principale difficulté a été le développement d'une technologie de récolte satisfaisante (Golueke et Oswald 4305).

La récolte des algues requiert trois étapes : concentration initiale, essorage, et séchage final (Golueke et Oswald 4305). Deux processus pour la concentration initiale ont été développés à une échelle expérimentale : floculation chimique et filtration. La production conventionnelle d'algues est couramment pratiquée à une échelle témoin à Mexico, au Japon et à Formose. La production des algues en bassins à haut rendement est à l'étude en Israël, Allemagne de l'Ouest et Singapour (Grisanti et Oswald 4307).

PLANTES AQUATIQUES

Une autre forme d'aquaculture, en plus des poissons et des algues, est la plante aquatique. Un procédé a été développé en Allemagne (Seidel 3508). Les effluents sont purifiés à l'aide de roseaux et de jonc des marais. Les matières dissoutes, organiques ou non, sont absorbées par les roseaux, l'oxygène est drainé à travers les racines et dans les boues déposées au fond du bassin qui est ainsi aéré.

Un deuxième bassin planté de joncs purifie d'avantage les eaux usées. Une adaptation de ce système fonctionne bien aux Pays Bas (De Jong 3505).

Les jacinthes d'eau sont utilisées aux Etats Unis pour le traitement des eaux d'égoûts où elles sont récoltées pour la nourriture des animaux et un projet récent a prévu la conversion des jacinthes d'eau en fuel en utilisant les procédés biogaz (Wolverton et al. 3513).

L'aspect intéressant de ce projet est que les jacinthes d'eau peuvent être utilisées pour produire du biogaz sans adjonction de matières supplémentaires.

Les plantes aquatiques poussent dans les mares dans lesquelles sont déversés les déchets animaux et les matières de vidange, et les plantes aquatiques récoltées sont utilisées pour la nourriture des animaux en République socialiste du Vietnam et en Asie du Sud Est (3501).

Les plantes aquatiques poussent normalement dans des mares peu profondes, l'utilisation des plantes aquatiques pour le traitement des eaux usées n'est encore qu'expérimental et toutes les implications sur la santé ne sont pas encore connues.

Comme la plupart des recherches scientifiques sur les plantes aquatiques ont été faites en Amérique et en Europe, il serait prudent d'adapter cette technologie aux conditions tropicales. L'un des aspects des bassins de plantes aquatiques qui n'a pas été relevé comme problème dans les installations en climat tempéré est la prolifération des moustiques.

Depuis que ce problème est associé aux bassins d'oxydation en climat tropical, on y remédie habituellement en arrachant toutes les herbes, particulièrement celles des rives des bassins (Yan 3354). Cela devrait être pris en compte pour les bassins à plantes aquatiques.

BIOGAS

La décomposition anaérobie, ou fermentation, des excréments, produit un gaz combustible. Ce gaz, nommé méthane est aussi connu sous les dénominations de : swamp gas = gaz des marais, gobar gas = gaz; dung gas = gaz de fumier, ou biogaz.

Tous les processus anaérobie produisent ce gaz (un mélange d'environ 2 tiers de méthane et 1 tiers de dioxyde de carbone). Mais des installations spécifiques ont été conçues pour en améliorer la production. Elles sont connues comme "digesteurs à méthane" ou "installations à biogaz" (biogas plants).

Les installations à biogaz ont trouvé, sur une grande échelle rurale, des applications dans un grand nombre de pays d'Asie depuis que leur développement commença en Inde en 1938 (Subramanian 4526).

On rapporte qu'à présent il y a 80.000 installations en Chine (Mc Garry 3114), 36.000 en Inde, 27.000 en Corée (Subramanian 4526), 7.000 à Taiwan (Mc Garry 3114), et un plus petit nombre aux Philippines, en Thaïlande, Indonésie et au Japon.

La plupart de ces installations sont nettement petites, 1 à 6 m³, et sont propriété individuelle de fermiers, bien qu'on cite de grandes installations pour communautés (30 m³) dans des plantations, avec des écoles et des coopératives (Subramanian 4526).

Divers projets d'installations de biogaz sont décrits, alignement d'un lot de digesteurs (Frey 4507) pour familles au sens large, et installation à la taille d'une ferme (Singh 4520).

L'usage le plus courant du gaz est la cuisine et l'éclairage domestique (4504), bien qu'on l'utilise aussi dans la combustion pour moteurs de puissance (Fry 4507). On a estimé que pour faire fonctionner une pompe à eau de 1 CV pendant 8 heures, il faudrait environ 3,5 m³ de gaz, ce qui pourrait être fourni par six ou sept vaches de taille moyenne (Mc Garry 3114).

Il y a une marge considérable en ce que l'on pense être le minimum requis du nombre d'animaux ou de gaz utilisé pour un simple ménage, bien que des rapports indiquent que, dans la pratique, la consommation peut être aussi faible que 0,2 m³ par pers. pour la cuisine, et l'on a trouvé des digesteurs fonctionnant avec une vache et les matières de vidange d'une famille (Subramanian 4526).

Il est important de mettre en avant que l'adjonction de matières de vidange, à haute teneur en azote, fournit une plus grande quantité de gaz, bien que le faible volume de matières de vidange nécessite inévitablement, pour une production convenable de gaz, un rajout de déchets animaux. Les boues du digesteur contiennent environ 2% d'azote, lorsqu'elles sont sèches et sont un engrais très riche.

La pratique normale est de sécher les boues, et par conséquent de l'étaler sur le sol.

Les installations plus importantes les boues peuvent être pompées hors du digesteur et étalées immédiatement sur le sol à l'aide de camions citernes.

On a cité des études en Chine sur l'efficacité de destruction des pathogènes (4504). Les résultats indiquent qu'il y avait 93,6% de destruction de vers, ascaris, et oeufs d'anchilostomes. Les oeufs d'anchilostomes étaient complètement détruits, et très peu d'oeufs de vers épargnés, mais la survivance des oeufs d'ascaris était encore forte.

Ceci est principalement dû à la période de rétention dans le digesteur relativement courte, généralement environ 2 mois. Ceci implique un traitement additionnel des boues, ou une modification des digesteurs pour accroître le temps de rétention et l'augmentation de la destruction des ascaris.

Il existe des zones pour des essais techniques de prototypes de digesteurs et de matériels, prolongeant particulièrement la vie des enveloppes d'acier des réservoirs et bien sûr l'abaissement des coûts (Pyle 4516).

On cite dans ce sens un important et nouveau progrès en Chine (4504). Cela implique l'utilisation d'un réservoir fixe de gaz, différent des réservoirs mobiles utilisés en Inde. La pression est maintenue par une couche de boues liquides, qui est déplacée, par le gaz nouvellement produit, dans un deuxième réservoir mobile.

Cela permet à la construction d'être entièrement faite en béton, matériau considérablement moins cher que l'acier. Des expériences antérieures avec des réservoirs mobiles en béton n'ont pas eu un grand succès à cause d'éventuelles fissurations et fuites (Subramanian 4526).

De toute manière, l'importante discussion concernant la plus large utilisation du Biogas dans les pays en voie de développement, semble tourner à l'avantage des bénéfices sociaux et économiques de cette technologie. Le coût en capital est plus haut que ce qui peut être supporté par les pauvres paysans (4505).

L'usage du Biogas dans de nombreux pays d'Asie, montre qu'il a une place dans l'économie rurale. La diversité, à la fois des projets et des bénéfices prévus et réels dans les différentes versions, fait qu'il est extrêmement difficile de tirer une conclusion simple sur le sujet (Subramanian 4526).

La plupart des applications du Biogas doivent se situer dans les zones rurales, où le fumier animal est fourni, où l'engrais peut être nécessaire, et où l'électricité est habituellement absente.

Néanmoins Subramanian (4526) cite que plusieurs installations urbaines et recherches d'implantations de Biogas sont en oeuvre à Manille.

La possibilité d'une croissance des plantes aquatiques dans les bassins de traitement urbains, puis leur utilisation par des installations de biogas (Walverton et al. 3513) pourraient sembler avoir une application particulière dans les zones urbaines où les déchets animaux peuvent être peu abondants.

Bien qu'il soit possible de produire du Biogas en utilisant uniquement des excréta humains (Subramanian 4526), la plupart de la littérature est relative au traitement de boues d'effluents d'égoûts, stabilisées par digestion anaérobie dans des installations de traitement à grande échelle.

ELIMINATION DES DECHETS, SOLUTION DE REUTILISATION POUR VILLES ET AGGLOMERATIONS

Le coeur de ce problème se situe évidemment en zone urbaine. Cela ne veut pas dire que l'hygiène rurale soit moins critique; en fait, l'hygiène proprement rurale est numériquement le plus grand problème puisque la plupart de la population des pays en voie de développement est rurale. On dit souvent que "l'hygiène rurale n'est pas un problème technique".

Beaucoup des études citées par cette revue technologique ont élevé de sérieux doutes sur la véracité de cette opinion. Il est évident que dans les campagnes, comme dans bien d'autres cas les solutions du 19ème siècle ne sont pas toujours valables pour les problèmes du 20ème siècle. Une bonne part de la technologie coloniale de l'hygiène, qui est encore utilisée, constitue "l'amélioration idéale" ("top down") que souvent représentent (pour le paysan) les valeurs étrangères, et ce qui n'est pas surprenant, est confrontée au refus (Muhonda 1009).

Sous cet éclairage, les techniques de réutilisation indiquées sont particulièrement intéressantes. Pour peu qu'il y ait place pour l'amélioration, elles semblent en rapport plus étroit avec les ressources et les besoins des villageois.

Les différences entre les conditions auxquelles font face les pays qui commencent maintenant leur développement et celles avec lesquelles les pays actuellement développés ont commencé leur développement industriel au milieu du 18ème siècle, ont déjà été mises en relief. Les ressources physiques souvent maigres, la croissance rapide de la population, les conditions climatiques particulières et la pauvreté croissante existent à la fois dans les zones urbaines et rurales mais dans les grandes agglomérations, ce phénomène prend des proportions sans précédent; c'est pourquoi l'hygiène urbaine est étudiée séparément dans ce chapitre, non parce qu'elle est nécessairement le problème le plus important, mais parce qu'elle semble être le plus difficile à résoudre.

Un pays en voie de développement qui tente de résoudre ses problèmes d'élimination des eaux usées, doit choisir un sens d'action. Le propos de cette revue est de suggérer que plusieurs options doivent être envisagées, et bien que les égoûts sanitaires restent la dernière solution pour beaucoup, ce ne peut être réalisé immédiatement.

Dans cette situation, d'autres options technologiques peuvent présenter la possibilité d'une amélioration par étape.

Les solutions peuvent être regroupées en trois catégories : solutions des égoûts, solution du transport et solution "in situ"; la question inévitable surgit : pour quelles raisons devrait-on choisir un système plutôt qu'un autre ?

Bien que cette question tombe en dehors de la portée de cette revue, une revue de cette sorte pourrait être incomplète si elle n'en parlait pas, même brièvement, avec quelques unes des conséquences d'un changement d'attitude, passant d'une solution simple et conventionnelle à l'approche d'une solution multiple. C'est pourquoi une telle discussion constitue la dernière partie de ce chapitre.

LES SOLUTIONS DES RESEAUX D'EGOUTS

Cette étude a échoué dans l'identification d'autres solutions que celle des égoûts, qui puisse s'appliquer à de fortes densités, des bâtiments en hauteur et des zones commerciales.

Il semble qu'enfin pour le moment, les égouts souterrains soient la seule solution pour le quartier d'affaires ou pour celles des zones où les habitations sont en hauteur, bien qu'il y ait des propositions alternatives pour ces dernières (Nesbitt et Seldman 2217) qui aient existé dans un contexte spéculatif et de pays industriel.

Lorsque les égouts sont utilisés dans des zones à constructions élevées, le contexte de forte densité peut minimiser deux des difficultés habituellement associées à l'assainissement par égouts.

D'abord l'eau courante nécessaire est généralement fournie dans ces bâtiments, et ensuite la concentration de la population réduit de manière significative le coût unitaire des installations d'égouts.

En général, le coût en capital des réseaux d'égouts est réduit proportionnellement à la densité de la population desservie.

Cependant, avec les exceptions notables que sont Hong Kong et Singapour, très peu de grandes agglomérations avaient leurs logements contenus dans des bâtiments de grande hauteur. Ce n'est pas seulement au coût économique de cette sorte de construction mais aussi au coût financier, comme l'a démontré le fiasco des "Superbloques" au Venezuela en 1950. La plupart des logements dans les grandes villes des pays en voie de développement sont encore communément situés dans des bâtiments de 1 ou 2 étages.

L'un des problèmes techniques que l'on cite avec les réseaux d'égouts dans les zones de faible densité sous climat tropical, est la tendance au colmatage à cause de l'insuffisance de l'utilisation de l'eau (2205). Ceci est particulièrement vrai dans des conditions de sécheresse, ou lorsque seulement une faible partie de la population a les moyens de se brancher sur le réseau.

Une alternative au réseau d'égouts appelée "Aqua privy sewerage system" (système de cabinet à eau branché sur les égouts) a été proposée pour surmonter cette difficulté (Vincent et al. 3235); ce système comprend des cabinets à eau classiques, branchés sur des canalisations d'égouts.

Le bac agit comme un réservoir de stockage pour tous les solides, et seulement l'effluent liquide en excès passe dans le réseau d'égouts. On prétend que le plus petit diamètre des conduites et leur pente plus faible réduiront le coût de l'ouvrage d'égouts, et que la plus faible quantité d'eau réduira le coût du traitement.

On rapporte qu'en Zambie, où l'on a mis en place ce système, le colmatage est souvent dû au mauvais usage du système, et qu'on a eu des difficultés avec la vidange des fosses. Ce dernier point étant le résultat de la forte densité de construction qui gêne l'accès des camions de vidange et ceci étant plus la conséquence d'un urbanisme pauvre qu'une faille inhérente au système.

On ne dit pas si ce système est plus économique que les égouts conventionnels (Mc Garry 3113) et à N'Djamena où les égouts furent estimés nécessaires, cela assura au total une opération plus facile (3204).

Cependant l'économie est marginale et le coût en capital des canalisations, camions et citernes est véritablement élevé.

Là où les égouts sont toujours en service, ou bien là où ils représentent la seule solution valable, deux points doivent être pris en compte : la réutilisation potentielle des eaux usées, et la quantité d'eau consommée.

La réutilisation potentielle des eaux usées a toujours été mise en avant. Il existe là une possibilité de récupérer globalement une partie du coût en capital du système d'égout, par le développement des bassins de production d'algues ou de poissons et ensuite par l'utilisation des effluents pour l'irrigation.

L'une des contraintes du système d'égouts proposé au Yemen était que l'eau devait être pompée dans l'aquifère.

Cette ressource importante était à prendre en compte (3003).

La plupart des projets d'égouts urbains consommèrent totalement les fonds en canalisations souterraines et dans d'inévitables systèmes d'approche du site et des procédés de plus faible coût à court terme.

Cela conduit au traitement primaire et à la disposition d'une rivière, comme à Raugoon (Smgh 3234), au lieu de saisir l'avantage des bénéfices à long terme de la réutilisation.

ECONOMIE D'EAU

La quantité d'eau consommée augmente considérablement quand on peut fournir un branchement individuel d'eau pressurisée, et l'eau usée résultante devient un problème majeur. Pris dans l'ensemble, même si 1/4 de la population est desservie par un branchement particulier, il pourrait consommer plus d'eau que le reste de la population urbaine qui est desservie par des bornes fontaines ou des vendeurs d'eau.

Ainsi, bien qu'il puisse apparaître que l'économie d'eau soit une question d'intérêt secondaire dans les pays où moins de la moitié de la population urbaine a accès au réseau d'eau, une distribution inéquitable de cette ressource souvent rare réclame que l'on porte attention à ce que l'on paye non seulement la distribution mais aussi la quantité consommée.

Le résultat des systèmes d'économie d'eau comporte de nombreuses et importantes implications. Une diminution de l'utilisation, particulièrement par cette portion de la population urbaine desservie par le réseau d'eau, aura un effet sur l'approvisionnement en eau aussi bien que sur le coût du traitement.

Dans le cas de ceux qui sont desservis par le réseau d'eau, mais qui manquent d'un système convenable de drainage d'eaux ménagères, la réduction de la quantité d'eaux usées pourrait avoir des avantages notables sur la santé (Morse 6022).

Un troisième avantage concernera ceux qui achètent l'eau à des marchands ambulants, souvent à prix supérieur à celui que paye ceux qui possèdent un branchement particulier.

Dans les zones de pénurie d'eau, les moyens qui réduisent la consommation d'eau peuvent être à l'origine d'amélioration de la santé en rendant la disponibilité d'eau plus grande pour les activités ayant trait à l'hygiène telles que le nettoyage des mains et du corps.

Il y a eu un grand nombre d'études aux Etats Unis traitant des méthodes de réduction de la consommation des eaux domestiques (Hershaft 6058, Fowell et al. 6013, Bailey et al. 6008). Il n'est pas surprenant que les toilettes à chasse d'eau soient le principal consommateur d'eau. Une récente étude anglaise (6004) fait apparaître des modifications simples de réservoir de chasse qui pourraient réduire la consommation de 40% et fournir 4 à 5 litres par utilisation de la chasse.

On cite un réservoir à chasse variable utilisé en Uruguay (Rybezynski et Ortega 6024) et des chasses doubles qui ont apporté des réductions de consommation de 26% (Sobolov et Lloyd 6030).

Les moyens de limitation de débit ont été utilisés avec succès dans plusieurs pays sud américains. Ils comprennent des robinets pour fourniture publique d'eau avec des valves de fermeture automatique, et des dispositifs avec des diaphragmes situés à l'intérieur des conduites d'amenée d'eau.

Les limitations de la consommation d'eau par compteurs, particulièrement quand ils sont associés à une structure tarifaire effective, sont bien connues.

Une autre technique d'économie d'eau est valablement mentionnée comme ayant d'importantes conséquences dans la réduction des eaux ménagères, spécialement pour ceux des gens qui n'ont pas accès aux égouts pour évacuer leurs eaux usées.

La pulvérisation d'eau a été proposée comme technique pour réduire l'accumulation d'eau nécessitée par le nettoyage et les douches. Un prototype peu coûteux a été testé qui utilise 2 litres d'eau pour 6 minutes de douche sous l'impulsion d'une pression manuelle. (Morse 6022). Les méthodes de pulvérisation remplaçant les appareils de douches conventionnels ont démontré des économies d'eau de 25% sur la consommation totale d'eau d'un ménage dans une famille anglaise type (6004).

THE CARTAGE OPTIONS - LES OPTIONS DE TRANSPORT (Hors égouts)

Un des principes d'assainissement est l'enlèvement des déchets humains vers des endroits habituellement hors de la ville, pour le traitement et (ou) l'élimination des ordures. Il existe plusieurs solutions pour l'enlèvement des déchets humains qui se font sans l'utilisation de canalisations souterraines mais par quelques autres moyens de transport, soit des charrettes à main, des camions, ou des camions de vidange, suivant le niveau de technicité.

Ces autres types de transport sont largement pratiqués dans toutes les villes des pays en voie de développement, et sont un des systèmes non occidentaux les plus communs. Il est pratiqué en Chine (Sebastian 4405), au Japon (3101), au Nigeria (3104) et à Taiwan (Mc Garry 3113).

Ces technologies de transport ne sont pas compliquées (voir la collecte des matières de vidange. La principale critique qu'on leur adresse est le haut degré d'efficacité exigé de l'organisation centrale pour le succès de l'opération. Ces systèmes de transport opèrent toujours à pleine capacité de leur lancement. Ceci contraste nettement avec les projets de canalisation des eaux d'égouts qui ne peuvent pas fonctionner à plein rendement pendant plusieurs années après le début de leur construction.

Le coût de ces systèmes de transport varient d'un cas à l'autre mais 2 facteurs ressortent : la fréquence des collectes et la distance des fosses à vidange au point d'élimination. Dans la plupart des pays d'Asie, le contenu des fosses à vidange est extrait toutes les 2 à 4 semaines (3101).

Si ce temps était augmenté par l'utilisation de fosses à vidange plus grandes, il en résulterait une réduction du coût de la collecte. La distance de la fosse au point d'élimination où le camion citerne décharge son contenu affecte le volume du parc de camions autant que le coût du trajet. Ceci est signalé dans des études spécifiques sur le Yemen (3003) et le Tchad (3204).

Malheureusement, peu de travaux ont été faits sur la réduction du coût des camions de vidange, ou sur des méthodes économiques de traitement des matières de vidange.

Il est clair que le système des camions citernes des pays relativement développés tels que le Japon devra être adapté aux conditions des pays en voie de développement. Une plus petite taille des véhicules, comme les charriots de vidange à main (Mc Garry 4140), qui peuvent être fabriqués localement, pourraient rendre le système beaucoup plus adapté à une adoption croissante par le secteur informel.

L'un des avantages de ce système est qu'il peut être utilisé dans des conditions de degré supérieur dans des zones existantes construites en hauteur, où la construction d'égouts souterrains est impossible. Ce système peut aussi être utilisé avec des systèmes "in situ". On en rapporte un exemple de Djakarta (2103) où des puisards existants ont été mis en service avec des vidanges périodiques, en dépit d'une nappe phréatique haute et de pauvres conditions de sol. On a constaté que le coût de ce service était à la portée des faibles revenus de la communauté.

Il semble également que le seul système de transport qui puisse hygiéniquement fonctionner est le camion de vidange, ou la version de plus petite dimension le charriot de vidange, dans lesquels les matières de vidange peuvent être aspirées directement de la fosse de vidange. Cela évite le problème des odeurs, de la malpropreté et des désagréments associés au système à seaux petits ou grands à la fois pour les usagers ou les éboueurs.

LES SOLUTIONS "IN SITU"

Toutes les solutions urbaines évoquées dans cette revue nécessitent une grande activité dans la phase de planification, soit pour projeter un ouvrage d'égoûts soit pour organiser un système à fosse et camion de vidange.

C'est également vrai pour les solutions "in situ": des systèmes convenables doivent être projetés et l'information répandue parmi toute la communauté.

L'unique caractéristique de cette 3ème solution qui la distingue des 2 premières, est que les solutions "in situ" peuvent être mises en oeuvre et manipulées par un individu.

On a récemment commencé à reconnaître que le secteur informel dans beaucoup de pays en voie de développement fournit de meilleurs services, par exemple au niveau du logement, que l'autorité centrale. Ce concept va au delà de l'approche traditionnelle de l'"apport personnel", dans lequel la population fournit un travail, partie composante de projets administrés de façon centrale.

Beaucoup d'habitants de bas quartiers urbains construisent par nécessité leur propre maison, rues, et constructions communautaires. Dans bien des cas ils ont aussi installé l'eau, l'électricité, et l'assainissement. Même dans les pays en voie de développement qui ont des buts centralisés avancés, le secteur informel joue un rôle important.

Les plus simples systèmes "in situ" sont la latrine à fosse et son dérivé urbain, la fosse d'aisance. On rapporte que des latrines à fosse fonctionnent en Inde de manière satisfaisante (Kharkar et al. 2114) et la pratique de Djakarta, déjà mentionnée, où des fosses d'aisance individuelles sont entretenues par des épaissements périodiques (2103).

La densité d'utilisation des latrines varie beaucoup avec les conditions du sol (Wagner et Lanoix 2125).

Dans des projets africains "Site and Service", des latrines à fosse sont utilisées avec des densités de population de plus de 150 hab/ha.

Le plus courant des traitements "in situ" dans les zones industrielles de zones rurales est la fosse septique. Sa version pour les pays en voie de développement est le cabinet à eau, qui est utilisé en zone urbaine mais, étant un système humide, est limité par les conditions du sol et ne peut avoir une aussi grande diffusion que les fosses individuelles.

Il y a eu une récente proposition, pour la banlieue de Manille, d'installer des cabinets à eau branchés sur des mini bassins d'oxydation, ceci pour à peu près la moitié de la population qui n'a pas accès au système d'égoût.

Une modification des cabinets à eau qui augmente le temps de rétention à 90 jours peut avoir des applications dans les aires urbaines (Teodorovic 2343). Les cabinets à eau, périodiquement vidangés par des camions de vidange, ont été proposés comme latrines publiques à Belize (3103). Bien que mis en avant dans des publications récentes comme une alternative appropriée (Oliwande 2331, Mann 2330), il présente à l'évidence des difficultés opératoires (2301).

La possibilité d'applications urbaines d'installations de Biogas a été déjà mentionnée. Deux domaines en particulier n'ont pas été bien présentés par les publications. L'un est la production de Biogas avec seulement des excréta humains, l'autre est la taille optimale des installations urbaines de Biogas si ce n'est à l'échelle du quartier la desserte de 20 à 30 familles ou les mini installations individuelles pour un logement individuel.

Cette revue technologique a identifié peu de systèmes de traitement des déchets qui aient été développés depuis 1950. L'un d'eux est le compost individuel. L'exemple le plus simple et le plus important est le programme Vietnamien de toilettes à compostage anaérobie (2202), d'abord technologie rurale mais avec quelques applications dans les zones suburbaines.

On a suggéré que les toilettes à compostage aérobie ou "Multrum", peuvent être adaptées aux conditions urbaines tropicales (Wurblad 2231) mais jusqu'ici cela a seulement été fait à une échelle de démonstration en Tanzanie (Eggelaar 2210) et à Manille (Rybczynski 2224).

Les composts individuels ne doivent pas être nécessairement considérés comme des "solutions transitoires". Bien que "les eaux grises" puissent être évacuées par des collecteurs de surface, ce peut à la limite être fait par des canalisations souterraines, tout en maintenant un système "à sec" in situ pour l'élimination des excréta. Les nouveaux pays en voie de développement ont une possibilité qui n'était pas disponible au milieu du 19ème siècle pour les pays industriels, c'est de choisir un système ambivalent : traitement à sec des excréta et collecte souterraine des eaux grises.

C'est une décision cruciale qui peut éviter bien des difficultés, difficultés qui commencent seulement à devenir évidentes en Europe et en Amérique du Nord.

COMPARAISONS ECONOMIQUES

Il existe un grand nombre d'études (Holland 2113, Housen et Therkelsen 3225, Mc Garry 3113) qui ont tenté une comparaison économique entre plusieurs systèmes urbains. La méthode générale est la même, qui est de déterminer la moins coûteuse des solutions tout en prenant en compte certains facteurs comme la densité de population et les taux d'intérêt.

On a seulement envisagé les coûts d'investissement et les coûts de gestion. Le fait que ces études se basent sur un site théorique limite leur application à des conditions pratiques, néanmoins la méthodologie est instructive. Bien des plans directeurs d'ingénierie ont comporté des comparaisons économiques de densés systèmes ou plus (3003, 3204), mais ce sont aussi les calculs des coûts financiers les plus faibles qui donnent une marge vraiment très crue de ceux dont on ne peut prendre en compte de façon réaliste les avantages annexes.

Les difficultés d'évaluer différents systèmes sur la base de comparaisons économiques sont multiples. Les coûts des avantages des différentes techniques ne sont pas tous compris équitablement, et les données propres à quelques uns de ces systèmes très maigres. Il est difficile, sinon impossible de prendre en compte, en termes monétaires, tous les aspects médicaux sociaux-culturels de l'hygiène sans les distordre ou perdre leur signification (Adams 3001).

Il est difficile d'inclure certains facteurs aussi importants que l'influence des coûts de produits étrangers vis à vis de l'utilisation de fournitures localement disponibles. En définitive, il est impossible de comparer les budgets de systèmes qui sont essentiellement des travaux d'ingénierie (transport ou système d'égoût) avec des systèmes qui peuvent être mis en oeuvre au niveau individuel (in situ).

Le tableau N° 1 résume de manière très générale quelques unes des caractéristiques significatives des trois catégories de systèmes : égoûts, transport, et traitement in situ. Ces caractéristiques pourraient bien sûr varier d'un pays à l'autre et la décision finale devra nécessiter des données quantitatives.

TABLEAU 1 : RESUME DES CARACTERISTIQUES SIGNIFICATIVES DES 3 CATEGORIES DE SYSTEMES

	Egoûts	Transport	In situ
Coût en capital	haut	haut/bas	bas
Coût de gestion	bas	haut	bas
Composante en coût d'importation	haute	haute/basse	néant
Consommation d'eau	haute	basse/néant	basse/néant
Densité optimale	haute/densité croissance	haute densité faible croissance	haute et basse densité - faible croissance
adaptabilité à une réalisation progressive	néant	haute	haute
adaptabilité à l'apport personnel	néant	basse	haute
réutilisation potentielle	haute	haute	haute/basse

UNE NOUVELLE APPROCHE POUR L'IDENTIFICATION DES SYSTEMES

D'ELIMINATION DES DECHETS

Les systèmes d'égoûts ont été considérés comme une solution universelle d'élimination des déchets. Ce fait, plus qu'un autre, a joué un rôle important dans l'adoption largement répandue des égoûts souterrains dans les grandes villes d'Amérique et d'Europe, et avec moins de succès, dans le reste du monde.

Les mêmes formules d'ingénierie ont été appliquées et souvent par les mêmes ingénieurs que ce soit à Madras, Montréal, Mexico ou Manille. Des techniques testées, exactes ont été utilisées pour atteindre un résultat connu à l'avance. Une solution universelle, comme la bicyclette a une durabilité considérable, et au lieu d'être adaptée, peut être simplement adoptée. Aussi longtemps que cette simple adoption est bénéficiaire, c'est un très grand avantage d'adopter une solution qui a été utilisée pendant une longue période. Le fait que la solution universelle ne tient pas compte de bien des variables est, du point de vue de l'ingénieur, avantageuse seulement si elle tient ses promesses.

Cependant, l'universalité n'est pas le but de l'ingénierie mais plutôt une exécution occasionnelle. Tous les essais pour universaliser le logement, par exemple, ont été un échec et l'on commence à admettre que la meilleure solution, et souvent la seule solution possible, est celle qui prend en compte les ressources locales et circonstancielles, à la fois humaines et matérielles.

De même que des solutions particulières ne devraient pas être mises à l'écart par un sens déplacé de connaissance supérieure (ethnocentrisme), de même des solutions universelles devraient être écartées si il apparaît qu'elles n'accomplissent pas leur tâche.

Il est dangereux de croire que l'alternative incombe à une autre solution universelle. Il est beaucoup plus probable que ce pourrait être une combinaison de solutions adaptées à différentes situations et communautés. Le fait qu'une solution universelle est remplacée par une des solutions particulières pourrait ne pas apparaître comme un désavantage.

Il est dangereux que la principale critique portée à tous les systèmes non conventionnels d'élimination des déchets soit qu'il n'est pas universel, qu'il sera difficile à mettre en oeuvre, que les nouvelles normes seront imposées, que le personnel devra être formé et d'autres choses encore.

Tout cela est indubitablement vrai, mais doit être mis en balance avec le désavantage d'une solution "universelle" qui de toute façon ne pourra pas atteindre plus de 6,5% de la population des pays en voie de développement.

On doit comprendre que la solution à un problème dépend beaucoup de la manière dont le problème est défini. Des solutions alternatives surgissent comme la conséquence d'un compte rendu alternatif du problème.

Aussi longtemps que le problème de l'assainissement urbain n'est pas mis au point, une prise en compte des solutions technologiques ramènera inévitablement à la solution des égoûts.

Il y a trois hypothèses dans l'approche conventionnelle de l'assainissement urbain des pays en voie de développement qui doivent être reconsidérées. Premièrement toute amélioration de l'assainissement urbain implique un changement radical des conditions existantes; deuxièmement, ce changement doit suivre un plan directeur type; troisièmement le but est d'éliminer, ou de se débarrasser, des déchets humains.

(Morgan P.)

Par delà les ans, comme égoût est devenu synonyme d'assainissement, il a été admis que l'amélioration implique un changement radical. C'est probablement pour cette raison qu'on a recensé aussi peu d'écrits traitant des pratiques indigènes d'élimination des excréta. Il a été admis que celles-ci étaient de si peu d'importance qu'elles pourraient éventuellement être remplacées par des égoûts.

Il en résulte que le potentiel d'amélioration des pratiques existantes a été largement ignoré, bien qu'il y ait un projet de maintien de fosses d'aisance urbaines à Djakarta (2103) pour plus d'1 million de gens pour lesquels les égoûts sont absolument hors de portée.

Il est important de reconnaître que toutes améliorations des pratiques existantes d'élimination des déchets sont les premières étapes de l'amélioration de l'assainissement urbain.

La clef de toutes les tentatives est le plan directeur, et la mise en oeuvre suit habituellement la construction planifiée d'un prototype qui doit durer 20 ou 30 ans. Les égoûts ont été considérés comme une solution figée une fois pour toutes et, souvent, la même attitude est appliquée à d'autres solutions d'élimination des déchets; mais cela pourrait être une erreur que de croire que le plan directeur type conventionnel peut être appliqué à une solution "in situ" ou de "transport".

Par exemple, le plan directeur type était appliqué aux cabinets à eau au Botswana où ils furent produits massivement et installés sur une très grande échelle. Les résultats furent désastreux (2301).

Le processus d'adaptation plutôt que d'adoption a d'importantes ramifications dans la mesure où des systèmes d'élimination des déchets urbains sont expérimentés. Cela implique un processus dynamique de résolution du problème; un exemple peut être le secteur du logement individuel, dans lequel les projets sont continuellement adaptés aux conditions locales, et l'échelle de planification est très réduite même si l'ensemble d'une production sur plusieurs années peut être significative. Il est clair que le développement de modèles mets l'accent sur la résolution localisée des problèmes et qu'il est par conséquent moins utile pour des expertises internationales.

Ni les égoûts ni le traitement conventionnel de leurs effluents ne répondent à la question de savoir comment utiliser les éléments utiles contenus dans les excréta humains. Si quelques unes des technologies de réutilisations qui ont été décrites dans ce traité doivent avoir une application, il est clair qu'elles doivent être reformulées. L'accroissement du coût de l'énergie et des autres ressources nécessite que les solutions soient évaluées sur la base de la capacité de réutilisation plutôt que sur la capacité d'élimination.

La réutilisation des matières de vidange est une pratique traditionnelle, la réutilisation des excréta dans la culture des poissons, la production d'algues, et de plantes aquatiques pour la production d'énergie sont de nouvelles et prometteuses technologies qui changent radicalement le contexte de l'assainissement urbain.

Nous croyons qu'une nouvelle approche de l'assainissement urbain, basée sur l'amélioration progressive des situations existantes n'aura pas de difficultés à découvrir des solutions appropriées. Une fois que les conditions existantes sont prises comme base de départ, les solutions seront certainement compatibles avec les ressources disponibles. Des solutions particulières intégreront des possibilités de réutilisation qui représentent l'énergie, la nourriture ou les besoins agricoles d'une communauté particulière.

Que de telles solutions mènent ou ne mènent pas finalement à l'assainissement par réseau d'égoût est moins important que le fait qu'elles soient le début d'un processus de développement dynamique.

A new self-flushing toilet for use in rural latrines

De nouvelles toilettes à chasse automatique pour usage dans les latrines rurales.

Publié dans une revue américaine d'hygiène et de médecine tropicale
U.S.A. 10p. 4 ref.

Une plaque de latrine à chasse automatique, le "watergate", a été conçue spécialement pour les ruraux.

Ce dispositif comporte 3 portées principales :

- une plaque à la turque avec chute,
- un godet basculant monté à la base de la chute,
- et une valve qui règle le niveau de l'eau dans le godet.

Le godet est basculant et contrebalancé de manière à supporter 3 litres d'eau pour obstruer le bord inférieur de la chute.

L'adjonction des excréta dans l'eau entraîne le basculement du godet et la chute de son contenu dans la fosse.

Le godet revient alors à sa position initiale et se remplit à nouveau d'eau.

Normalement, la chasse a lieu 1 fois pour 2 visites.

Le premier prototype fut testé en Août 1973 et la charnière et la valve, seules parties mobiles ont toutes deux résisté à des excès considérables.

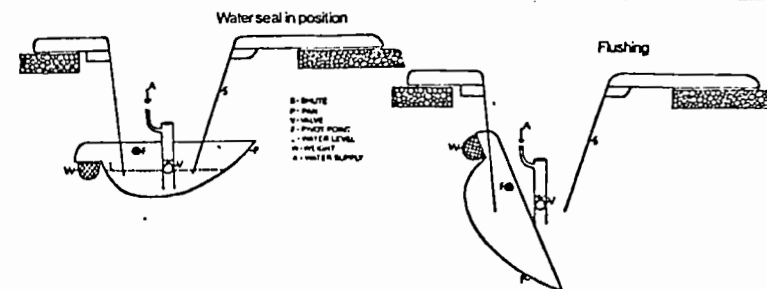
Une installation rurale qui fut journalièrement inspectée durant 16 mois, démontra que la consommation d'eau par visite variait entre 1,29l et 1,11l.

L'un des avantages de ce système est que la latrine à fosse est transformée en "fosse septique" par l'addition continue de petites quantités d'eau.

La présence d'eau facilite la digestion et accroît aussi "l'exfiltration" ce qui prolonge la durée de vie de la fosse.

En se basant sur des expériences actuelles, la simplicité d'opération est un net avantage et l'absence de mouches et d'odeurs nauséabondes améliore la latrine à fosse traditionnelle.

Excréta, système de latrine, toilette à obturateur à eau, latrine à fosse, chasse automatique.



Département de Sociologie, Université de Dar-es-Salam Tanzanie

Latrine installation and use in Bagamoyo ... a study of sociological factors

De l'installation de latrines et de leur usage ... étude de facteurs sociologiques.

Thèse de "Master of Art" en sociologie, Université de Dar-es-Salam, Tanzanie.
V 75p. Janv. 76 26 ref.

Cette étude a pour sujet le phénomène social qu'est la répugnance du paysan, s'il est libre, de construire et d'utiliser des latrines.

Les observations sont basées sur une étude "in situ" de 2 mois sur des enquêtes formelles et sur l'observation de 60 ménages d'un village où un programme d'état de construction de latrines rurales était engagé avec des degrés de succès variés.

Bien que les 2/3 des ménages aient construit des latrines (beaucoup sous la contrainte), de nombreux excès et inoccupations furent constatés.

Les avantages des latrines pour la santé ne sont pas suffisamment compris par les paysans et le rapport entre les vers (hookworm) et les latrines insalubres est souvent ignoré.

Une autre raison importante à ce refus est la tradition qui voit la défécation comme une activité quelque peu honteuse et pense . préférable d'aller dans les fourrés.

Il y a aussi certaines difficultés techniques qui découragent l'usage des latrines.

La nature du sol exige l'étayage de la fosse et depuis qu'on ne peut plus se procurer du bois de charpente, on utilise des petites baguettes. Le résultat en est l'effondrement de la fosse.

Le nettoyage après défécation est fait par ablution et comme le sol des latrines est généralement en terre, il en résulte de tristes conséquences sur l'environnement ainsi que l'affaiblissement de la plaque.

En outre, les locaux nauséabonds et désagréables favorisent la désaffection de la défécation "localisée" et les paysans reviennent aux pratiques traditionnelles.

Latrines, Tanzanie, acceptation sociale, élimination des excréta.
