

Depuis une vingtaine d'années, une nouvelle approche de l'assainissement se développe dans plusieurs pays européens et pays en voie de développement. Des dizaines de projets pilotes⁽¹⁾ sont maintenant installés dans des lotissements, des immeubles de centre ville ou en milieu rural. Leur objectif : proposer une alternative au fonctionnement trop linéaire de nos systèmes conventionnels pour permettre une meilleure préservation des ressources naturelles et des milieux aquatiques.

En France ce domaine est encore très confidentiel. Aucun projet pilote significatif n'a vu le jour et le sujet semble se limiter à la phytoépuration (filtres plantés pour les communes rurales) et aux toilettes sèches qui font actuellement débat dans le cadre de la rédaction du nouvel arrêté sur les techniques de l'assainissement non collectif.

Pourtant les particuliers et professionnels, de plus en plus sensibilisés aux enjeux de la qualité des milieux aquatiques et des économies d'eau, sont à la recherche de techniques alternatives. Afin de répondre à des demandes d'informations de plus en plus nombreuses, l'association TDM (Toilettes Du Monde) a organisé un voyage d'étude en Allemagne du 28 au 30 mai 2008. Cet évènement a rassemblé 27 acteurs de l'eau et de l'assainissement dont des représentants du ministère de l'écologie, de l'Afsset, du Cémagref, d'une Agence de l'Eau, de plusieurs SATESE, de nombreuses collectivités et de divers acteurs privés et associatifs.

I / UNIVERSITE TECHNIQUE DE HAMBURG-HARBOURG

Institut for Wastewater Management and Water Protection

Entre autres sujets de recherche cet institut travaille sur les nouveaux concepts de traitement biologique et la filtration des eaux usées ; le « zéro rejets » pour les communes et l'industrie ; l'écoassainissement et les systèmes décentralisés ; le traitement des boues. C'est une équipe très active au sein du réseau international ECOSAN (ECOLOGICAL SANITATION).

Infos et contacts sur : <http://kontakt.tu-harburg.de/en/gen/B-2.html>

1/ Visite des laboratoires

Un des laboratoires se concentre sur le traitement des eaux vannes. Il est équipé de plusieurs toilettes en service produisant les effluents nécessaires aux expériences :

- une toilette sèche à séparation des urines
- une toilette à chasse d'eau classique
- une toilette à séparation des urines avec chasse d'eau
- un urinoir sans eau

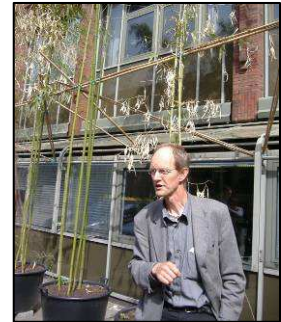


A partir des différents types de matériaux collectés (urines pures, urines diluées, matières fécales, eaux vannes, ...), plusieurs expériences sont menées :

- traitement des urines par différents procédés physico-chimiques (évaporation, précipitation ...)
- test d'un circuit fermé pour les eaux vannes avec une re-circulation des eaux traitées dans les chasses d'eau après épuration (décantation, traitement biologique et ozonation) ;
- traitement des matières fécales par lombricompostage ...



A l'extérieur des bâtiments de l'université le professeur Otterpohl et un étudiant thésard (J.E. Ndzana) nous présentent une expérience en cours sur la récupération des nutriments par des cultures de bambous irriguées avec différents types d'eaux usées (eaux grises, urines, mélanges ...).



2/ Exposé sur l'écoassainissement

Ces visites ont été suivies d'une présentation détaillée des principes de l'écoassainissement et des développements techniques actuels par le directeur de l'institut, le **professeur R. Otterpohl**.

a. Enjeux

A l'échelle mondiale, une mauvaise gestion de la ressource en eau tant au niveau quantitatif (gaspillage) qu'au niveau qualitatif (pollution) a des conséquences très lourdes, en particulier sur le plan sanitaire mais également sur la disponibilité de la ressource. En parallèle, on observe une perte lente mais préoccupante de la fertilité des sols.

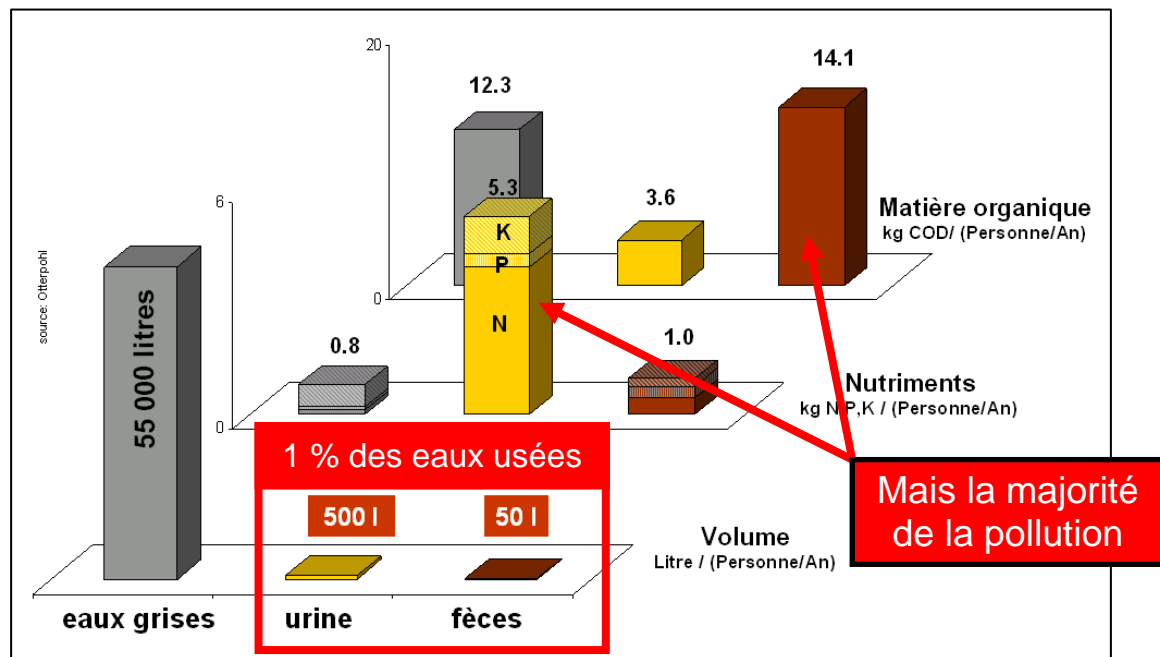
Actuellement, l'agriculture et l'assainissement sont liés de façon linéaire : d'un côté, les nutriments apportés aux cultures par les engrais industriels proviennent de mines (phosphates) ou sont très coûteux en énergie (nitrates). A l'autre bout de la chaîne, après transformation et consommation, ces nutriments se retrouvent dans les eaux usées via nos excréments. Ils sont très difficilement retenus par les stations d'épuration – lorsqu'elles existent - et sont rejetés en grande quantité dans les milieux aquatiques où ils perturbent les équilibres naturels. Avec les systèmes d'assainissement conventionnels, le retour des nutriments et de la matière organique vers les cultures est très peu efficace : seule une petite partie est récupérée avec les boues des stations qui sont, de plus, souvent polluées par des métaux lourds.

D'un point de vue économique, l'efficacité des systèmes d'assainissement conventionnel est également critiquable : des sommes considérables sont consacrées à la gestion des effluents domestiques dont les ¾ vont à la réalisation et à l'entretien des réseaux de collecte. Malgré cela, les performances épuratoires des installations restent trop souvent insuffisantes et le renouvellement des réseaux est trop souvent négligé.

b. Principes de l'écoassainissement

En partant de ces constats, l'écoassainissement propose un fonctionnement plus cyclique où les nutriments et la matière organique des eaux usées sont récupérés efficacement et valorisés en agriculture. Les différentes techniques ainsi développées reposent sur un constat simple :

les urines et les matières fécales représentent environ 1% du volume des eaux usées mais contiennent la majorité de la pollution.



Ces techniques découlent principalement du principe de séparation à la source des différents types d'effluents domestiques (eaux vannes, eaux grises, urines ...). Cette séparation permet des traitements spécifiques plus efficaces car adaptés aux caractéristiques de chaque effluent ainsi qu'une valorisation optimale des eaux traitées, des fertilisants (nutriments) et de l'énergie (matière organique) contenue dans les eaux usées.

c. Techniques

On peut classer les techniques de l'écoassainissement en 3 catégories :

- des systèmes high-tech adaptés à l'habitat collectif ;
- des systèmes plus simples et à faible coût utilisables en milieu rural et périurbain ;
- des systèmes intermédiaires à séparation des urines avec chasse d'eau.

Il s'agit toujours de techniques décentralisées mises en place à l'échelle d'un immeuble, d'un lotissement ou d'une maison individuelle.

Systèmes high-tech

→ Toilette à chasse d'eau sous vide / traitement anaérobie / production de biogaz

L'évacuation des excréments est réalisée par des toilettes à micro chasse d'eau (< 1 litre) couplées à un système d'aspiration sous vide. Les eaux vannes rejoignent ensuite une unité de traitement décentralisé composée de la station de pompage sous vide, d'un système d'hygiénisation et d'un digesteur anaérobie. Ce système a été installé dans le lotissement de Lübeck Flintenbreite (visité le lendemain - voir partie IV).

Deux sous-produits valorisables sortent du digesteur : du biogaz (production de chaleur et d'électricité par une unité de cogénération) et un digestat qui servira d'amendement agricole. Bien que la quantité de biogaz produite par la digestion anaérobie des eaux vannes soit relativement faible, ce système reste intéressant car l'énergie ainsi récupérée est valorisée sur place, limitant les pertes dues au transport.

Elle peut couvrir jusqu'à 10 % de la consommation énergétique pour des bâtiments bien isolés.

Une réflexion est actuellement menée pour appliquer cette technique de collecte et de traitement des eaux vannes à plus grande échelle dans la ville de Hambourg. Une première étape concernant environ 2 000 habitants est à l'étude et devrait être mise en place pour tester la faisabilité technique et financière d'une conversion progressive de toute la ville d'ici 30 à 50 ans.

→ *Recyclage des eaux grises*

Les eaux grises constituent le plus gros volume des eaux usées. Elles ont un taux de pollution relativement faible comparé aux eaux vannes. Plusieurs techniques de traitement peuvent être envisagées avec des performances d'autant plus élevées que l'on souhaite valoriser les eaux traitées vers un usage noble : un traitement biologique poussé (bioréacteur à membranes) permet un recyclage pour les chasses d'eau et l'eau de service. En y ajoutant une étape de microfiltration et une osmose inverse, on obtient de l'eau potable.

Mais ces techniques de traitement sont complexes, ont une consommation énergétique élevée et il est peu probable que les utilisateurs acceptent une eau recyclée en particulier pour leur consommation. Elles sont envisageables à partir de 200 personnes.

Les techniques high-tech ouvrent de nombreuses perspectives pour des installations décentralisées de traitement des eaux usées. Une des pistes prometteuses est de créer deux cycles séparés de traitement et de recyclage des effluents domestiques au sein de chaque immeuble : un pour les eaux vannes avec une recirculation dans les chasses d'eau après traitement et un deuxième pour les eaux grises.

Des projets de ce type pourraient être particulièrement intéressants dans des zones d'habitat dense non reliées à une station d'épuration, dans des secteurs arides ou encore pour le traitement des eaux vannes des hôpitaux très chargées en résidus médicamenteux et en microorganismes pathogènes.

Systèmes low-tech

→ *Toilettes sèches*

Les toilettes sèches permettent une collecte sans eau et un traitement séparé des excréments. Dans les pays en voie de développement elles représentent une solution efficace et abordable pour améliorer les conditions sanitaires et la production agricole. Elles se développent également depuis plusieurs années dans les pays industrialisés, en milieu rural ou périurbain.

Il existe deux grandes familles de toilettes sèches : les toilettes à compost et les toilettes à séparation des urines. Dans les toilettes à compost, l'utilisateur doit ajouter un peu de litière carbonée (copeaux, sciure, écorces broyées ...) pour absorber les liquides et favoriser le compostage. Avec les toilettes à séparation (cf. photo ci-contre), les urines sont collectées séparément des matières fécales grâce à des cuvettes spécifiques comprenant deux sorties : une chute de gros diamètre à l'arrière pour les matières fécales et une sorte d'entonnoir à l'avant pour les urines.



Les toilettes à séparation ont l'avantage de diminuer considérablement le volume de matières à gérer : un adulte produit 500 litres d'urines par an contre seulement 50 litres de matières fécales. De plus, il n'est plus nécessaire d'ajouter de litière carbonée. La gestion est donc beaucoup plus simple pour l'utilisateur.

Pour le professeur Otterpohl les systèmes de toilettes à compost ne sont pas vraiment satisfaisants. Le compost obtenu n'est généralement pas de très bonne qualité et surtout la gestion est trop contraignante, limitant considérablement leur développement. Les toilettes à séparation proposent une alternative intéressante, tant du point de vue de l'entretien nécessaire qu'au niveau de la valorisation des excréments. L'urine collectée est en effet un excellent engrais riche en nutriments qui peut être utilisé en agriculture sans risques pour la santé. Les matières fécales collectées à part peuvent être facilement transformées en terreau par lombricompostage.

Il existe aujourd'hui une très grande variété de toilettes sèches manufacturées ou non. Le choix devra être fait selon les conditions climatiques, l'envie de valoriser les matières collectées, les contraintes d'entretien, la place disponible etc. Plusieurs équipes continuent à développer de nouveaux modèles. Le Professeur R. Otterpohl expérimente dans son appartement à Hambourg un modèle de toilettes à séparation des urines et à lombricompostage.

→ *Chambres de pré-compostage : une alternative à la fosse toute eau*

Une filtration des eaux usées brutes est effectuée par une couche de paille ou par un filet aux mailles très fines (cf. photo ci-contre). Deux filtres en parallèle (appelés chambres de pré-compostage) sont utilisés alternativement. Les particules retenues à la surface du filtre commencent à se décomposer, notamment pendant la période où une chambre ne reçoit plus d'effluents (6 à 12 mois), puis sont exportées pour être compostées.

Dans ce système, la décomposition des matières organiques se fait par dégradation aérobie, évitant ainsi la formation de mauvaises odeurs propres au fonctionnement anaérobique des fosses toutes eaux. Un autre avantage est qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser de lourds véhicules de pompage pour les vidanges. Ce système permet un recyclage efficace des matières organiques et pourrait être développé dans les régions où le milieu agricole en est demandeur.



Systèmes à séparation des urines avec chasse d'eau

Cette troisième catégorie de systèmes est intéressante car elle peut être utilisée en habitat dense tout en restant assez simple sur le plan technique. Elle se concentre plus particulièrement sur les urines, fraction contenant la majorité des nutriments des eaux usées domestiques : 87 % de l'azote, 50 % du phosphore et 54 % du potassium.

Ces nutriments sont une source de pollution difficile à traiter par les stations d'épuration classiques mais représentent également un fertilisant de bonne qualité pour l'agriculture. Collecter séparément les urines permet donc de soulager considérablement les stations d'épuration tout en produisant un fertilisant agricole. On se trouve ainsi au cœur du concept de l'écoassainissement : l'objectif n'est plus de se débarrasser d'un déchet mais de valoriser une ressource.

La forme liquide de l'urine permet une collecte facile à l'aide de toilettes à séparation au niveau d'une simple habitation, mais aussi pour un immeuble. Une chasse d'eau assure l'évacuation des matières fécales. Plusieurs fabricants proposent des cuvettes de ce type (Gustavsberg, Roediger ...). Les urines de plusieurs appartements sont canalisées vers des cuves de stockage collectives puis exportées par camion vers les cultures. Pour des raisons sanitaires, une période de stockage de 6 mois est nécessaire avant l'application aux champs.



Des précautions doivent être prises au niveau des réseaux de collecte car l'urine forme des dépôts (par précipitation) qui peuvent boucher les canalisations. Ce point fait l'objet de recherche. La question de la présence de résidus médicamenteux et d'hormones dans les urines et de leur impact sur les cultures est également à l'étude.

Il est intéressant de replacer la valorisation des urines dans le contexte agricole actuel et à plus long terme. Les mines de phosphates desquelles sont extraits les engrais phosphatés ne sont pas infinies : on estime que les stocks disponibles devraient être épuisés d'ici 50 à 70 ans. Quand aux engrais azotés, ils ne sont pas impactés par ce caractère non renouvelable (c'est l'azote atmosphérique, quasiment illimité, qui est utilisé) mais par la forte consommation énergétique nécessaire à leur fabrication. L'augmentation actuelle de la demande alimentaire et des prix de l'énergie et des engrais devrait être favorable, dans le futur, au développement de la valorisation des excréments humains d'une manière générale et des urines en particulier.

II / VISITE DE LA SOCIETE BERGER BIOTECHNIK

Fabriqueur de toilettes écologiques

Cette société a été créée en 1985 par son directeur actuel, Wolfgang Berger. Spécialisée dans les systèmes de toilettes écologiques, elle développe et commercialise sa propre gamme de produits et distribue également certains modèles d'autres fabricants. Elle propose notamment :

- Des toilettes sèches compactes pour extérieur (abris de jardin, etc.) ou résidence secondaire. Capacité de stockage de plusieurs jours à quelques semaines. Une ventilation passive assure l'absence d'odeurs (testé et validé par une association de consommateurs). 400 €
- Des toilettes sèches mobiles sans ventilation. Il n'y a rien à faire pour l'installation (pas de ventilation ni d'évacuation des liquides) mais la gestion est plus lourde : vidange au moins 2 à 3 fois par semaine selon le nombre d'utilisateurs. 60 à 110 €
- Des toilettes à séparation des urines pour résidence principale. Ventilation et évacuation des urines à installer soi-même. Modèles manufacturés : 350 à 600 €. Pour les bricoleurs, il est possible d'acheter uniquement la cuvette séparatrice (40 €) et de réaliser soi-même un caisson ventilé pour la collecte des matières.
- Des urinoirs sans eau. 50 €
- Des toilettes à compost à gros volume de stockage pour résidence principale : 4 500 € pour une famille de 4-5 personnes.

- Des toilettes à chasse d'eau économe 2-4 litres. 460 €
- Des toilettes à chasse d'eau économe à séparation des urines. 680 €
- Un séparateur liquides/solides pour toilettes à chasse d'eau : l'Aquatron. 360 €
- Différents accessoires : composteurs, ventilateurs, extracteurs d'air pour ventilation passive, ...



Depuis plus de 20 ans la société Berger Biotechnik participe également à plusieurs projets pilotes :

- L'efficacité et l'acceptabilité des toilettes à compost à gros volume de stockage sont testées sur plusieurs sites dont notamment - les lotissements écologiques de Hambourg-Allermohe (1987 - 34 logements) et de Bielefeld (1994 - maisons familiales et immeubles à 4 étages) – un jardin d'enfants – les sanitaires communs à un restaurant, des magasins et bureaux dans un immeuble du centre de Rostock (1995) – un refuge d'altitude dans les Alpes ...
- Berger Biotechnik est un des partenaires techniques des projets de campus écologique à Accra (Ghana) prévu pour 10 000 étudiants (urinoirs sans eau et toilettes à séparation des urines utilisant les eaux pluviales pour les chasses d'eau) et d'éco-quartier à Dongsheng en Chine (825 appartements dans des immeubles de 4 à 5 étages équipés en toilettes sèches à séparation des urines).

Lors de la présentation des activités et des produits de sa société, monsieur Berger a insisté sur l'importance de reconnaître les toilettes sèches comme une technique efficace mais surtout comme une solution moderne aux enjeux de l'assainissement :

Dans les pays industrialisés, les toilettes sèches sont trop souvent perçues comme une technique marginale plutôt en régression par rapport aux toilettes classiques du point de vue du confort et de l'hygiène. En les classant ainsi parmi les technologies rétrogrades, on entretient l'idée que la chasse d'eau est un symbole de progrès indiscutable.

Aujourd'hui, 2,5 milliards de personnes n'ont toujours pas accès à des installations d'assainissement de base. Face à cette situation inacceptable, les toilettes à chasse d'eau sont bien souvent incapables d'améliorer durablement les conditions d'hygiène. Les systèmes d'assainissement à sec proposent une alternative tout à fait efficace. Mais si l'on pense qu'ils doivent être développés dans les PVD, les pays industrialisés doivent également les accepter et les développer chez eux faute de quoi la toilette à chasse d'eau restera un symbole de modernité que les autres pays chercheront à posséder.

III / LOTISSEMENT ECOLOGIQUE HAMBOURG-ALLERMOHE

Toilettes sèches et Filtre planté de roseaux

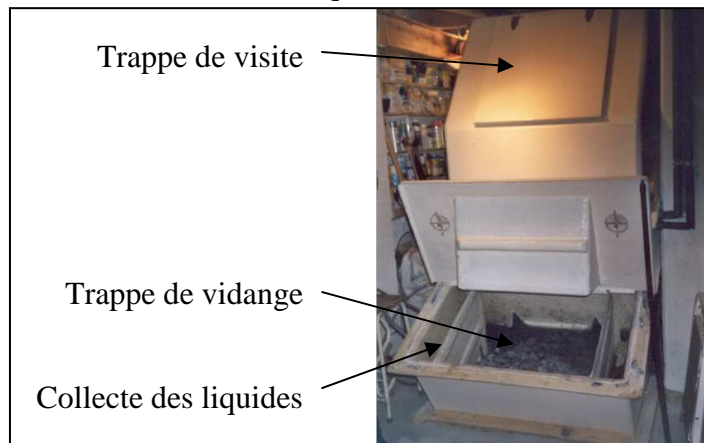


Ce lotissement de la banlieue de Hambourg existe depuis 1986. Il regroupe 34 logements (maisons en bandes construites sur 2 à 3 niveaux) et héberge environ 120 habitants. A l'origine de ce projet, un groupe de personnes très sensibilisées aux problématiques écologiques décide de réaliser un lotissement écologique exemplaire en mettant l'accent sur des techniques autonomes. Les visites ont été faites par des habitants du lotissement et par M. Berger de la société Berger Biotechnik.

Toilettes sèches

Des toilettes à compost sont installées dans chaque logement. Elles comprennent une cuve de compostage de gros volume dans les caves et un ou plusieurs toilettes (maximum 4) reliés au composteur par des tuyaux de chute verticaux. Les toilettes sont installées au rez-de-chaussée et au premier étage. Leur taille légèrement inférieure aux sièges classiques et le diamètre des tuyaux de chute (25 cm environ) sont faits pour assurer la sécurité des enfants. Il est possible d'ajouter les déchets de cuisine dans le composteur soit via un tuyau de chute reliant la cuisine au composteur soit par la cuvette des toilettes.

Les cuves de compostage sont des modèles Terra Nova de l'entreprise Berger Biotechnik. Elles ont un fond incliné qui permet un écoulement des liquides excédentaires vers un réservoir de collecte et une descente progressive des matières au fur et à mesure de leur décomposition. En bout de pente, elles sont devenues du compost et peuvent être évacuées par une trappe de vidange. Une ventilation continue entraîne l'air depuis l'intérieur du composteur jusqu'à l'extérieur des maisons. Elle assure l'absence d'odeurs et l'apport en oxygène nécessaire au processus de compostage.



Vidange : le volume de liquide récupéré dans le réservoir au fond de la cuve est très faible. Il suffit d'en évacuer quelques litres occasionnellement. La majeure partie des liquides est évaporée et évacuée par la ventilation ou utilisée par le processus de compostage.

Concernant les solides, le volume de compost produit chaque année est d'environ 40 litres par personne. La vidange n'est pas une opération désagréable car les matières sont déjà complètement transformées. Il est préférable de prévoir un compostage de finition en extérieur après la vidange pour améliorer la qualité du compost. Son usage doit être réservé aux plantes ornementales. Pour un usage au potager, des précautions supplémentaires doivent être respectées.

Maintenance : l'entretien est réalisé par les habitants. Il consiste à ajouter occasionnellement des matériaux carbonés pour améliorer le processus de compostage et à mélanger la couche supérieure du tas pour empêcher qu'une masse compacte ne se forme. C'est en effet un des risques dans ces systèmes à gros volume. Ce brassage est fait par une trappe de visite à l'aide d'un outil à manche long de type sarcloir de jardin à dents. Au niveau de la cuvette des toilettes, le tuyau de chute commence par une partie amovible d'une quarantaine de centimètre permettant son nettoyage.

Au total, ces opérations représentent environ 1 heure par mois. L'entretien est donc plutôt limité mais il doit être fait soigneusement et tout au long de l'année. Il est nécessaire de s'intéresser un minimum au système et d'en suivre le fonctionnement car il n'est pas garanti que tout se passe toujours idéalement. Une modification dans l'utilisation (ajout d'une trop grande quantité de déchets de cuisine, vidange complète ...) peut perturber le processus de compostage et apporter quelques petits tracas passagers (développement de moucheron). Ils ne sont jamais irréversibles mais doivent être gérés par les utilisateurs (ajout de cendres ...).

Remarques :

- L'absence d'odeurs est vraiment le point le plus frappant lorsque l'on découvre ces systèmes et cela que ce soit au niveau des toilettes, à proximité du composteur et même lorsque la trappe de visite est ouverte. Nous avons passé une bonne quinzaine de minutes autour d'un composteur ouvert sans en éprouver la moindre gêne.
- Un autre point positif de ces systèmes est leur aspect visuel. L'éclairage des toilettes est réalisé de manière à ce qu'il n'y ait pas de lumière directe qui rentre dans le tuyau de chute. On ne voit donc qu'un trou noir lorsque la cuvette est relevée. Ni les parois du tuyau de chute (de couleur noire) ni l'intérieur du composteur ne sont visibles.
- La principale contrainte pour l'installation de ces systèmes est la place nécessaire pour le composteur (2,65 m de long, 1,15 m de large et 2,10 m de haut).
- Le prix pour un modèle Terra Nova pour 4-5 personnes, hors installation, est de 4 500 € TTC.



Toilette au RdC et tuyau de chute décoré venant du toilette de l'étage

Epuration des eaux grises

Les eaux grises sont traitées par un filtre planté de roseaux à écoulement vertical situé en aval d'un petit décanteur digesteur. Il mesure 240 m² et reçoit environ 15 m³ d'effluents par jour. Une alimentation par bâchées est assurée par 3 pompes. Un petit lagunage assure un traitement de finition. L'eau rejetée est de qualité baignade.

A l'époque de la conception du projet, la technique des filtres plantés n'était pas aussi développée qu'aujourd'hui. Plusieurs modifications ont eu lieu et le coût de l'opération a été assez élevé (95 000 €). Le dimensionnement aurait également pu être revu à la baisse. En installant ce système, les habitants ont obtenu l'autorisation de ne plus payer la taxe d'assainissement réalisant ainsi quelques économies supplémentaires en plus des économies d'eau par les toilettes sèches.

Informations complémentaires :

- www.gtz.de/de/dokumente/en-ecosan-pds-003-germany-hamburg-allermoehe-2005.pdf
- www.oeko-siedlung-allermoehe.de/

A Hambourg, un autre lotissement utilise ce système d'assainissement avec toilettes sèches et filtre planté pour les eaux grises : www.wohnhof-braamwisch.de/

IV / LOTISSEMENT DE LÜBECK FLINTENBREITE

Toilettes à chasse d'eau sous vide et production de biogaz

Ce projet a été lauréat d'un concours lancé pour la réalisation d'un lotissement écologique dans la banlieue de Lübeck. C'est une opération privée portée par un promoteur. Sur un terrain de 5,4 ha 35 logements pouvant abriter 116 habitants ont déjà été réalisés. A terme, le projet prévoit un total de 117 logements (appartements, maisons jumelées et maisons en bandes) pour une capacité de 350 habitants. Mais la construction a été interrompue, le promoteur ayant mis la clef sous la porte au début des années 2000, époque où l'économie allemande traversait une période difficile. La construction devrait reprendre prochainement.



La conception du projet a cherché à intégrer au maximum les différentes infrastructures liées aux bâtiments (énergie, eau, déchets, télécommunication ...) pour atteindre des performances écologiques avancées tout en gardant un coût d'exploitation raisonnable. Une autonomie maximale vis-à-vis des différents réseaux publics était visée. Les logements ont une consommation énergétique inférieure à 70 kWh/m²/an.



Les logements ne sont pas directement reliés aux réseaux publics (énergie, eau potable, eaux usées, télécommunications etc.). Les habitants ont des contrats avec une société privée (dont ils sont également actionnaires) chargée d'assurer la gestion de l'ensemble des installations et qui intègre les coûts d'exploitation dans les factures.

Au niveau de la gestion de l'eau, les objectifs fixés sont de réduire la consommation d'eau potable, de valoriser les nutriments des eaux usées comme fertilisants agricoles et d'infiltrer les eaux pluviales sur place.

Monsieur Oldenburg, cofondateur du bureau d'étude OtterWasser chargé du système d'assainissement, nous a accompagnés pour cette visite du site.

Fonctionnement du système de traitement des eaux usées

Les eaux vannes et les eaux grises sont traitées séparément. Un double réseau de canalisations a été créé.

Traitement des eaux vannes

Des toilettes à micro chasses d'eau (environ 1 litre) couplées à un système d'aspiration sous vide assurent la collecte des eaux vannes. Les canalisations ont un diamètre de 40 à 50 mm chez les particuliers puis de 50 à 63 mm pour les collecteurs. La station centrale d'aspiration sous vide ainsi que le reste des installations de traitement des eaux vannes sont installés dans les locaux techniques d'un bâtiment central.



A la sortie du réseau sous vide, les eaux vannes arrivent dans une unité d'hygiénisation à haute température (1 heure à 70°C). Elles sont ensuite dirigées dans un digesteur anaérobie dans lequel sont également ajoutés les biodéchets des ménages après passage dans un broyeur. La collecte des biodéchets est faite dans des poubelles spécifiques.

Toutes ces installations de collecte et de traitement sont aujourd'hui réalisées. Malheureusement, le traitement par digestion anaérobie n'a pas encore pu être mis en route, le volume d'effluents n'étant pas suffisant. Seul le système de collecte sous vide est aujourd'hui utilisé. Les eaux vannes sont ensuite déchargées dans les égouts municipaux. Le digesteur anaérobie pourra être mis en fonctionnement lorsque les constructions auront repris et que le nombre d'habitants aura augmenté. Il produira alors du biogaz et un digestat. Ce dernier sera valorisé en agriculture tandis que le biogaz produit par la méthanisation sera récupéré et dirigé vers une unité de cogénération produisant de la chaleur et de l'électricité pour le lotissement. L'unité de cogénération peut également fonctionner au gaz naturel.



Traitement des eaux grises

Les eaux grises sont traitées par filtre planté de roseaux. Un clarificateur à 3 compartiments est installé en amont. La surface de filtre planté est de 2 m² par habitant. En sortie du filtre, les eaux traitées sont dirigées vers le milieu hydraulique superficiel. Ce système est en fonctionnement.



Les eaux pluviales sont infiltrées sur place dans un réseau de noues. Le terrain de football sert également de bassin d'orage.

Premiers retours d'expériences

Les premiers habitants se sont installés en 2000. Le système fonctionne donc depuis 8 ans hormis le traitement des eaux vannes par digestion anaérobie qui devrait débuter dans le courant de l'année 2009, la construction des derniers logements devant reprendre d'ici peu.

Ce retard dans la mise en route du projet est bien évidemment décevant, d'autant qu'un tel système de traitement des eaux vannes est une première en Europe. Mais en attendant qu'il ne démarre vraiment, les 8 premières années de fonctionnement ont déjà permis d'obtenir quelques résultats et d'apporter certaines améliorations notamment sur le système de toilettes et de canalisations sous vide qui est une technologie complexe encore assez jeune.

- Les toilettes à micro chasse d'eau utilisent de 0,7 à 1,2 litre à chaque passage, permettant des économies importantes d'eau. La consommation totale d'eau mesurée est en moyenne de 73 l/pers/jour, valeur très en dessous de la moyenne nationale située autour de 130 litres. La production d'eaux vannes est de 5 litres par personne et par jour. La consommation électrique du système de collecte sous vide est d'environ 0,15 kWh/pers/jour.
- Assez peu de problèmes de fonctionnement ont été signalés. Il s'agit principalement de blocages dans les canalisations dus à une mauvaise utilisation des usagers. Leur faible diamètre demande en effet de ne pas y jeter n'importe quoi (petits jouets d'enfants, litière pour chat etc.). Une information supplémentaire des usagers a permis de limiter ces problèmes.
- La suppression d'un élément occasionnant une grande partie de ces blocages (des colonnes de stockage temporaire installées sur chaque WC) a également permis d'améliorer le fonctionnement du système sous vide.
- Le suivi de la consommation énergétique de la station sous vide permet d'identifier des fuites dans l'étanchéité des canalisations sous vide. Un nettoyage des canalisations à l'acide est nécessaire après 6 ans de fonctionnement pour supprimer des bouchons formés par la précipitation de composés solides. Toute la maintenance est réalisée par les techniciens de l'entreprise en charge de la gestion des installations.
- Au niveau des usagers, ce système ne demande aucun changement dans les comportements si ce n'est une plus grande vigilance face au risque de bouchage des tuyaux (ne pas y envoyer d'objets volumineux). Il fonctionne exactement comme une chasse d'eau classique. Le bruit émis par l'aspiration sous vide n'est pas plus dérangeant que celui d'une chasse d'eau classique.
- L'installation de l'ensemble des infrastructures de gestion de l'eau (collecte et traitement des eaux usées, gestion des eaux pluviales) représente un coût total de 5 300 euros par logement. Grâce aux économies d'eau et d'énergie, l'amortissement de ce système devrait être réalisé sur environ dix à quinze ans.

Traitement des eaux grises :

L'accumulation de boues au niveau du clarificateur est d'environ 42 litres/pers/an. Une vidange tous les 5-6 ans est nécessaire.

Mesures des performances épuratoires :

Composition des eaux grises	Avant traitement	Eaux traitées
DBO5 (mg/l)	156	6
DCO (mg/l)	426	41
N (mg/l)	11	3,6
Ptot (mg/l)	6,2	4,5
PO ₄ -P (mg/l)	5,0	3,9

Résultats attendus pour la production de biogaz :

- Pour les seules eaux vannes : 45 kWh/pers/an soit une production totale de 18 MWh/an ;
- 45 MWh/a en ajoutant les biodéchets des ménages.

Cette production énergétique pourrait couvrir de 5 à 10 % de la consommation totale du lotissement.

Conclusions

Un point particulièrement intéressant de ce projet est qu'il s'agit avant tout d'une opération de construction de logements s'adressant au grand public. Des objectifs de qualité environnementale élevés devaient être atteints mais sans pour autant faire s'envoler le prix du mètre carré. Malgré un niveau technologique élevé et grâce à la conception intégrée de toutes les composantes du projet, l'ensemble des coûts d'exploitation (entretien des réseaux d'électricité, d'eau potable et d'eaux usées, chauffage, télécommunications, services de collecte des déchets) est inférieur à celui d'un système conventionnel : entre 1,8 et 2,0 € par mois et par m² contre 2,2 à 2,3 € habituellement.

Du côté de l'assainissement, les techniques proposées n'ont pas d'impact sur les habitudes des particuliers. Il s'agit bien d'un lotissement écologique pilote, mais voulant être également une opération répliquable dans d'autres situations sans avoir besoin de sélectionner les futurs habitants sur leur motivation écologique ou sur leurs moyens financiers.

En ce qui concerne les performances épuratoires du système, la quantité de nutriments déchargée dans le milieu hydraulique superficiel est beaucoup plus faible qu'avec un système conventionnel grâce à la séparation des eaux grises et des eaux vannes. Des améliorations pourraient encore être obtenues sur les charges de phosphore en informant les usagers sur les marques de produits d'entretien (en particulier les poudres pour lave vaisselle) ne contenant pas de phosphore.

V / PERSPECTIVES

Les visites des deux lotissements écologiques et la comparaison de ces expériences diamétralement opposées ont été particulièrement riches en enseignements :

- Il ressort en premier lieu que ces deux techniques ne peuvent être proposées en France comme des solutions applicables directement et sans accompagnement dans les nombreux projets d'écotissements qui voient le jour actuellement : l'une est très complexe et a besoin d'encore quelques années de développement tandis que l'autre, beaucoup plus simple, est difficilement acceptable par des utilisateurs non sensibilisés à qui elle demanderait un engagement personnel trop important.
- Ceci dit, le système de toilettes sous vide couplé à une unité de production de biogaz semble prometteur et a l'ambition d'être une solution socialement acceptable, économiquement viable et donc très largement diffusable. D'autres projets pilotes ont fait le choix de cette technologie (projet à Sneek aux Pays-Bas) et il est probable qu'elle arrive à maturité dans les prochaines années.
- De son côté, le système de toilettes sèches tel qu'il fonctionne à Hambourg Allermohe depuis plus de 20 ans a largement fait ses preuves quant à son fonctionnement et à ses performances. Il montre que les toilettes sèches sont une technique tout à fait valable pour la gestion des excréments humains à la condition que les particuliers en assument l'entretien. La mise en place de services prenant en charge la gestion du compostage, la collecte et la valorisation du compost permettrait sûrement un développement plus large de cette technique limitée pour le moment aux personnes sensibilisées et très motivées.

Une des options techniques qui n'a pas pu être suffisamment développée lors de ce voyage est la séparation des urines. C'est pourtant une solution particulièrement intéressante car elle se situe entre les systèmes high-tech (Lübeck) et low-tech (Allermohe) : elle a la simplicité technique des toilettes sèches, une efficacité écologique élevée (valorisation agricole des nutriments) et elle peut être mise en place dans des maisons individuelles comme en habitat vertical. D'un point de vue social, cette technique est beaucoup plus facilement acceptable que des toilettes sèches notamment lorsqu'une chasse d'eau est prévue pour assurer la collecte et l'évacuation des matières fécales, déchargeant ainsi totalement les utilisateurs de la gestion de leurs excréments.

Les suédois et plus particulièrement le SEI (Stockholm Environment Institute) et le SIDA (organisme de coopération internationale) sont très impliqués dans le développement de cette approche. Le suivi de nombreux projets pilotes leur permet d'avoir aujourd'hui une expérience unique en la matière. TDM organisera un deuxième voyage d'étude au printemps 2009 pour découvrir les acteurs et les projets en cours dans ce pays précurseur en matière d'écoassainissement.

En Europe, plusieurs autres pays dont la Suisse, les Pays-Bas et l'Autriche se sont également engagés dans la recherche et le développement d'alternatives plus écologiques en matière d'assainissement. En Norvège la ville de Tanum a fait le choix de la séparation des urines qui se développe grâce à une réglementation contraignante pour toutes les constructions neuves et les réhabilitations. Au niveau mondial des pays comme la Chine sont déjà passés à l'application à grande échelle avec l'équipement de dizaine de milliers de foyers en toilettes à

séparation des urines. Un réseau très dynamique regroupant les acteurs de ce secteur émergent organise régulièrement des rencontres pour discuter de leurs expériences.

Comme le précisait à juste titre monsieur Oldenburg du bureau d'étude Otterwasser, il ne s'agit pas de mettre en compétition écoassainissement et assainissement conventionnel, en particulier dans nos villes où des investissements considérables ont été faits pour mettre en place et entretenir nos réseaux de tout-à-l'égout. Des complémentarités sont à trouver entre ces deux approches pour améliorer les performances de l'assainissement tel que nous le pratiquons aujourd'hui. A l'heure où la durabilité de nos systèmes conventionnels commence à être remise en cause⁽²⁾, l'écoassainissement, en montrant que d'autres voies sont possibles, aidera certainement au réexamen de nos pratiques en premier lieu en matière d'assainissement mais également dans les domaines de l'eau potable et de l'agriculture.

Benjamin BERNE
Responsable du pôle formation
Association Toilettes Du Monde - www.tdm.asso.fr

Notes :

1. <http://www.gtz.de/en/themen/umwelt-infrastruktur/wasser/9399.htm>

2. Voir le rapport de l'IFEN : « *Tous ces éléments conduisent à un constat de non durabilité. (...) l'amélioration de l'état des milieux a atteint une phase asymptotique qui ne correspond pas au bon état des milieux aquatiques. Une question se pose : est-il possible d'améliorer ces résultats de façon significative en poursuivant dans la même voie ? Le réexamen des problématiques liées à des activités manifestement non durables semble inévitable à terme. Ce réexamen doit être effectué sans a priori et à la lumière des connaissances scientifiques actuelles sur le cycle de l'eau. Un certain nombre de pays dans le monde ont déjà entamé cette remise en question sur des sujets comme l'eau potable, l'assainissement et l'agriculture.* »

Consultable sur http://www.ifen.fr/uploads/media/eau_ree2006_01.pdf