

Technologie NoMix: quel est son degré d'acceptation?

Le fait qu'une innovation technologique soit adoptée ou non dans la pratique dépend de nombreux facteurs. En plus de présenter des avantages techniques certains par rapport aux technologies en cours, elle doit impérativement répondre aux besoins des groupes de population concernés. Nous avons cherché à savoir si le marché était prêt à accepter l'arrivée de la technologie NoMix, basée sur un concept de collecte et de traitement séparé des urines qui révolutionnerait le système actuel d'assainissement. Les sondages effectués auprès des consommateurs et des agriculteurs ont montré que l'opinion était plutôt favorable. Les fabricants d'articles sanitaires sont en mesure et prêts à développer les toilettes NoMix si les professionnels de l'assainissement font preuve d'un engagement important pour cette technologie. C'est ainsi à ces derniers que revient la tâche importante et décisive de préparer le terrain à la technologie NoMix.

Notre système d'assainissement a tout d'abord été conçu comme un système de transport des eaux et son principe a peu évolué au cours des cent dernières années. Les professionnels de l'assainissement sont de plus en plus conscients du fait qu'il est difficile de remplir les objectifs modernes de protection des eaux avec un système de

conception si ancienne. D'un côté, le système d'évacuation des eaux présente encore des lacunes dues p. ex. aux habitations non raccordées au réseau, aux nombreuses fuites que présentent les égouts ou aux pertes par les déversoirs d'orage, ce qui fait que des eaux usées peuvent s'infiltrer dans le sous-sol et contaminer les nappes.

D'un autre côté, les stations d'épuration ont à faire face à des exigences croissantes; p. ex., on ignore encore si ce que l'on appelle les micropolluants, au nombre desquels on compte les médicaments et les perturbateurs endocriniens qui sont en majeure partie éliminés par voie urinaire, peuvent être traités efficacement dans les stations d'épuration avec la mise en œuvre de moyens raisonnables. Des mesures prises à la source, comme la collecte séparée des urines, pourraient constituer un moyen valable de sortir de cette situation. D'autant plus que les urines représentent moins de 0,5% du volume total des eaux usées domestiques mais sont responsables de la majeure partie des éléments nutritifs contenus dans les eaux usées. Les urines contribuent ainsi fortement à la charge à traiter par les stations d'épuration. La collecte et le traitement séparés des urines offrent ainsi de nouvelles possibilités pour réaliser un traitement plus efficace des eaux polluées [1].

La séparation des urines par la technologie NoMix

A l'aide des WC NoMix, des toilettes de construction particulière, il est possible de collecter les urines de manière assez facile pour les stocker dans un réservoir spécial et les acheminer vers la station d'épuration au moment le plus propice, que ce soit par les égouts existants ou par un camion spécial. La technologie NoMix peut d'autre part être complétée de dispositifs spéciaux de traitement des urines (Tab. 1). De tels dispositifs seraient particulièrement intéressants car ils permettraient une élimination plus facile des micropolluants. De plus, les urines brutes pourraient être transformées en fertilisant qui pourraient être utilisés en agriculture à la place des engrais chimiques. La version A de la technologie NoMix, c'est-à-dire la collecte séparée des urines et l'épandage des urines stockées à des fins de fertilisation, est déjà employée à l'heure actuelle. Les versions B et C sont, quant à elles, nouvelles mais elles peuvent être facilement



Y. Lehnhard, EAWAG

Seriez-vous prêt à acheter ces légumes tout en sachant qu'ils ont été cultivés avec un engrais à base d'urine?

intégrées au réseau d'égouts existant et présentent des avantages pour les stations d'épuration (Tab. 1). La technologie NoMix permet donc un fonctionnement plus efficace des stations d'épuration, un progrès dans la voie de la protection des eaux, et un recyclage des nutriments. Dans le cadre du projet de recherche interdisciplinaire NOVA-QUATIS, l'EAWAG se consacre à la technologie NoMix [2] et se penche non seulement sur les problèmes de technologie sanitaire, de stockage, de transport et de traitement des urines et de fabrication de fertilisants, mais aussi sur le degré d'acceptation de

cette technologie auprès des divers acteurs concernés. Jusqu'à présent, les nouvelles technologies appliquées dans le domaine de l'assainissement ont été développées sans consultation de la population. Il n'est pas pensable d'agir de cette façon dans le cas de la séparation des urines dans les ménages. C'est pourquoi le projet NOVA-QUATIS intègre très tôt dans le processus de recherche les différents acteurs impliqués, c'est-à-dire les personnes sensées utiliser les toilettes NoMix, les agriculteurs sensés épandre l'engrais à base d'urines, de même que les fabricants de sanitaires et les professionnels de l'assainissement chargés de la mise en œuvre technique. Le présent article fait état des résultats d'une analyse théorique ainsi que des différents sondages effectués.

Un écho favorable du côté des consommateurs et des agriculteurs

L'attitude des consommateurs par rapport à la technologie NoMix a été étudiée à l'aide de groupes de réflexion [3]. Cette méthode est basée sur des débats animés menés au

sein de groupes de citoyens préalablement informés et consacrés à des thèmes bien précis. Les 44 personnes qui y ont participé se sont informées sur le sujet à l'aide d'un système d'information assisté par ordinateur [4] et ont eu le loisir d'utiliser des WC NoMix. 71% des hommes et 89% des femmes sont satisfaits ou très satisfaits de ces toilettes. 88% des hommes seraient prêts à loger dans un appartement équipé de toilettes NoMix mais seuls 42% d'entre eux en feraient eux-mêmes l'acquisition. Chez les femmes, 79% pourraient envisager de louer un appartement à WC NoMix et même 63% d'entre elles seraient prêtes à acheter ce type de toilettes. Ce qui importait aux consommateurs, c'était avant tout de conserver leur niveau de confort et de ne pas avoir de coûts supplémentaires. Fait intéressant, 16% des hommes avouent ne pas s'asseoir pour uriner, ce qui est une condition préalable au bon fonctionnement des toilettes NoMix dans leur conception actuelle. La majorité des consommateurs interrogés, soit 72%, seraient prêts à acheter des aliments cultivés avec des engrais à base d'urines et même 80% d'entre eux

	Version de la technologie NoMix		
	A	B	C
Durée de stockage	6 mois Stockage local des urines à fin d'hygiénisation	3 à 7 jours Stockage local temporaire des urines	1 à 2 jours WC NoMix à réservoir intégré
Transport	Camion citerne	Egouts Déversement sous contrôle centralisé des urines dans les égouts existants lors de nuits sans pluie (peu d'autres eaux usées dans les égouts) Dérivation des urines peu avant la station d'épuration à fin de traitement centralisé	Egouts Déversement des urines dans les égouts existants sous contrôle centralisé (comme dans la version B)
Traitement des urines	Non	Oui Dans des stations centrales de traitement des urines Elimination des micropolluants et préparation du fertilisant	Oui En même temps que les eaux usées dans les stations d'épuration
Recyclage des nutriments	Oui Utilisation directe des urines stockées comme fertilisant agricole	Oui Engrais synthétisé pour l'agriculture (éventuellement par l'industrie)	Non
Objectif principal	Recyclage des nutriments Amélioration de l'épuration et fonctionnement simplifié des stations d'épuration	Recyclage des nutriments Amélioration de l'épuration et fonctionnement simplifié des stations d'épuration	Solution temporaire Ecrêtement des pics de charge en nutriments dans les stations d'épuration («peak-shaving») et donc augmentation de leur capacité Eviter par le stockage transitoire que les urines ne soient déversées directement dans les cours d'eau par les déversoirs d'orage lors de fortes pluies
Références bibliographiques	Johansson, 2001 [6]	Larsen et Gujer, 1996 [1]	Rauch et al., 2003 [12]

Tab. 1: Caractéristiques des trois versions de la technologie NoMix [7]. Les trois versions comprennent des toilettes NoMix et un réservoir à urines.

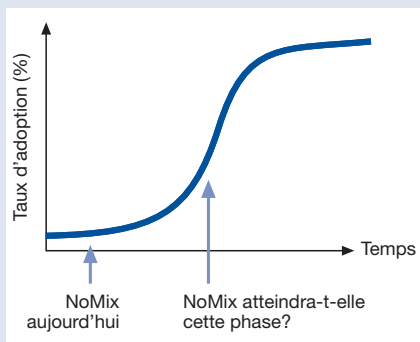


Fig. 1: La diffusion des innovations [10]. Après un départ hésitant, une innovation qui a réussi «décolle» subitement.

préfèreraient un engrais à base d'urines à un engrais chimique conventionnel. Toutes les personnes interrogées ont cependant insisté sur le fait que tout risque de contamination par des bactéries ou par des micropolluants devait être exclu.

Un sondage effectué par courrier auprès de 467 agriculteurs de Suisse alémanique a donné des résultats similaires [5]. Malheureusement, cette étude n'est pas représentative; d'une part, parce que seuls 27 % des formulaires nous ont été renvoyés, d'autre part, parce qu'il existe une différence significative entre les réponses des agriculteurs pratiquant la production intégrée et ceux

qui pratiquent l'agriculture biologique. Le sondage a cependant livré des informations intéressantes. Pour 57 % des agriculteurs, la séparation des urines est une bonne ou même une très bonne idée et 42 % d'entre eux seraient disposés à acheter un engrais à base d'urine. Les chances de commercialisation d'un engrais à base d'urine sont probablement les plus grandes là où un achat de fertilisant supplémentaire est de toute façon pratiqué, c'est-à-dire tout particulièrement dans la production intégrée ou la culture maraîchère. Pour les agriculteurs comme pour les consommateurs, il est absolument indispensable que l'engrais ne présente aucun risque: 30 % d'entre eux craignaient que le fertilisant ne renferme des micropolluants. Leur préférence irait à un fertilisant azoté inodore en granulés.

Ces premiers sondages permettent de conclure à une bonne acceptabilité potentielle de la technologie NoMix à condition qu'elle soit bon marché, sûre et garante du même confort que la technologie actuelle.

Les fabricants de sanitaires: encore trop peu de débouchés pour les WC NoMix

La séparation des urines est une technologie connue depuis des millénaires qui a été remise au goût du jour dans les pays

scandinaves il y a une trentaine d'années. En Suède, la production de WC NoMix modernes a été lancée en 1990 et environ 3000 d'entre eux ont été installés dans plus de 15 projets pilotes entre 1992 et 1996 [6, 7]. Un modèle attrayant et techniquement optimisé de WC NoMix est maintenant disponible sur le marché [8]. Des recherches et développements sont cependant encore nécessaires dans le domaine sanitaire étant donné que certains problèmes ne sont pas encore résolus, comme p. ex. celui de la formation de dépôts de cristaux d'urine qui peuvent provoquer une obturation des conduits d'évacuation et être à l'origine d'odeurs désagréables [9].

Depuis ses débuts, le projet NOVAQUATIS est en contact étroit avec les fabricants de sanitaires. Les grands fabricants sont persuadés du fait qu'il est possible de développer des dispositifs NoMix modernes. Le marché n'est cependant pas encore prêt à accueillir cette nouvelle technologie et les fabricants de sanitaires hésitent en conséquence à réaliser de gros investissements.

Le rôle clé des professionnels de l'assainissement

Mais comment peut-on aider la technologie NoMix à accéder à un plus grand degré d'acceptation et à une diffusion plus importante? Les professionnels de l'assainissement ont très probablement un rôle décisif à jouer. Pour mieux comprendre leur point de vue et pour définir les points sur lesquels il serait nécessaire d'intervenir pour faire avancer la technologie NoMix, nous avons utilisé la théorie classique de la diffusion de Rogers [10]. Elle présuppose d'une part que cinq attributs principaux décident de la vitesse à laquelle une innovation va être adoptée; il s'agit de son avantage relatif, de sa compatibilité avec les valeurs du groupe d'appartenance, de sa complexité, de la possibilité de la tester et de sa visibilité (voir définitions Tab. 2). Elle montre d'autre part que le taux d'adoption d'une innovation en fonction du temps suit en général une courbe en S. Après un départ hésitant, l'innovation «décolle» littéralement (Fig. 1). Il apparaît que la technologie NoMix est considérée par les professionnels de l'assainissement comme déficiente au regard de ces cinq attributs (Tab. 2) [7]. Dans le passage qui suit, nous allons traiter de deux attributs particulièrement importants:

■ **L'avantage relatif** d'une innovation par rapport aux technologies existantes est souvent évalué à l'aide d'une analyse coûts-bénéfices consistant p. ex. à considérer les avantages écologiques en fonction des dépenses financières. Il est difficile de réaliser

Définition des attributs (d'après Rogers, 1983 [10])	Attitude éventuelle des professionnels de l'assainissement
L'avantage relatif décrit dans quelle mesure une innovation est perçue comme supérieure à la technologie ou à l'idée en place (avantage économique, augmentation de statut, etc.)	Une grande incertitude: <ul style="list-style-type: none"> ■ Avantages d'un point de vue écologique certainement considérables mais difficilement quantifiables ■ Hauteur des coûts mal définie pour la phase de lancement
Le critère de compatibilité décrit dans quelle mesure une innovation est perçue comme étant compatible avec les valeurs et considérations socioculturelles et les expériences des adoptants ainsi que pouvant correspondre à leurs besoins.	<ul style="list-style-type: none"> ■ La technologie NoMix doit prouver sa supériorité dans la pratique ■ Un changement de paradigme est nécessaire, passant du concept de traitement centralisé des eaux usées dans les stations d'épuration à celui de traitement décentralisé à la source ■ En opposition avec la manière traditionnelle de résoudre les problèmes
Le critère de complexité décrit dans quelle mesure une innovation est perçue comme étant difficile à comprendre et à mettre en œuvre (ne pas confondre avec la notion scientifique de complexité).	La séparation de résidus liquides: <ul style="list-style-type: none"> ■ Peut être difficile à comprendre (mais principe bien connu pour les résidus solides) ■ Représente un défi technologique
La possibilité de tester l'innovation indique si celle-ci se prête à la réalisation de tests à petite échelle ou sur des stations pilotes.	Possibilité limitée de tester NoMix, notamment pour les versions B et C (Tab. 1)
Le critère de visibilité indique si les effets ou les avantages d'une innovation sont visibles pour des personnes extérieures.	Une visibilité limitée due: <ul style="list-style-type: none"> ■ Au caractère préventif des mesures ■ A la longue durée d'application ■ Au caractère abstrait des concepts en jeu

Tab. 2: Les cinq attributs qui sont très souvent décisifs pour la vitesse de diffusion d'une innovation [10] et leur application à l'attitude des professionnels de l'assainissement vis-à-vis de la technologie NoMix [7].

une telle analyse pour la technologie NoMix étant donné qu'elle comporte dans sa phase de lancement encore trop d'incertitudes notamment en ce qui concerne les coûts susceptibles d'être entraînés. Une technologie assez bon marché, comme p. ex. la version C (Tab. 1) qui permet d'amortir les investissements effectués dans le système, a donc le plus de chances d'être acceptée sur ce point.

■ La **compatibilité** de NoMix avec les technologies existantes est considérée comme faible. Les professionnels de l'assainissement sont persuadés, et à juste titre, que le système existant est tout à fait performant au niveau de l'hygiène et du confort. Il faut donc qu'une nouvelle technologie démontre tout d'abord qu'elle est capable d'en faire autant. Un autre élément s'oppose à la mise en œuvre de la technologie NoMix: c'est le fait qu'elle nécessite un changement de paradigme en demandant d'abandonner le traitement centralisé des eaux usées dans les stations d'épuration pour passer à la collecte et au traitement décentralisé des urines. De nombreux professionnels de l'assainissement ne voient probablement pas la nécessité de se détourner radicalement du système en fonctionnement. Jusqu'à présent, les problèmes qui se sont posés ont pu être résolus en ajoutant des étapes supplémentaires dans les stations d'épuration. Le fait de rechercher des idées d'un concept entièrement nouveau pour résoudre un grand nombre de problèmes à la fois ne correspond donc pas au mode de pensée traditionnel. De ce point de vue, il semble donc que les versions d'une technologie qui soient intégrables au système existant aient les plus grandes chances de succès.

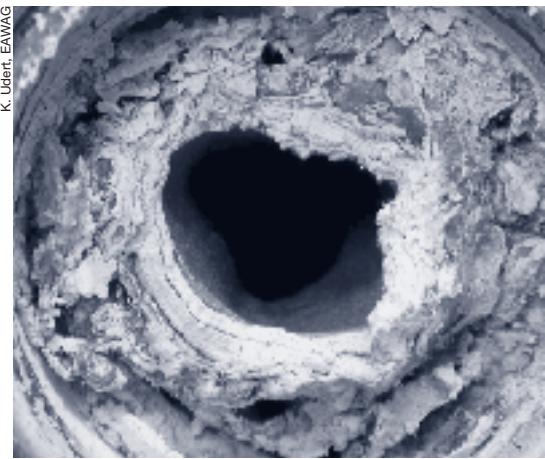
Cette première analyse [7] pourrait expliquer pourquoi la technologie NoMix a du mal à faire son chemin chez les professionnels de l'assainissement. Il est besoin d'autres études pour caractériser avec plus de précision les facteurs qui permettraient de faire «décoller» la technologie NoMix. Le recours à des projets pilotes faisant la démonstration d'une application pratique réussie de cette technologie est un élément important de cette démarche [11].

La première installation pilote équipée de la technologie NoMix: la bibliothèque cantonale de Liestal

La bibliothèque cantonale de Bâle-Campagne à Liestal est le premier bâtiment de Suisse à être entièrement équipé de la technologie NoMix. Le dispositif de séparation des urines comprend, en plus des WC

NoMix et du réservoir d'urines, un système de vidange du réservoir assisté par ordinateur. L'installation pilote doit être terminée au milieu de l'année 2005. Il offrira des conditions optimales pour la mise à l'essai de notre nouvelle technologie étant donné que les toilettes seront fréquentées par un public varié et intéressé appartenant à toutes les classes de la société. A la suite de cette phase de test, il est prévu de mettre à profit l'expérience acquise pour définir des instructions pour la construction et l'implantation de futures installations [11]. D'un autre côté, la technologie NoMix est actuellement testée dans plusieurs projets de moindre envergure. Ainsi, quatre appartements d'une assez grande ville suisse sont équipés de toilettes NoMix et plusieurs WC NoMix ont été installés il y a déjà quelques années dans les toilettes de l'EAWAG et de la «Fachhochschule beider Basel» (Haute Ecole Spécialisée, Bâle). Ces projets ont une importance capitale car ils permettent d'identifier les points faibles de la nouvelle technologie sanitaire et de déterminer son degré d'acceptation auprès des usagers interrogés par sondage. L'expérience acquise est utilisée pour émettre des recommandations pour le développement des toilettes NoMix par l'industrie du sanitaire. Dans l'ensemble, la société est assez ouverte à cette nouvelle technologie NoMix bien que peu conventionnelle et les fabricants de sanitaires eux-mêmes seraient prêts à fournir l'effort de développement encore nécessaire. Il semble donc que le problème qui s'oppose à une bonne diffusion de cette technologie soit plutôt à chercher du côté des professionnels de l'assainissement qui ont du mal à l'accepter. Il faudra donc sans doute adopter de façon temporaire des solutions de compromis qui sont compa-

K. Ubert, EAWAG



Tuyau d'évacuation de l'urine obturé par des cristaux d'urine.

tibles avec une certaine utilisation du système existant (version C, Tab. 1) et qui ont les meilleures chances d'être acceptées par l'ensemble des acteurs, y compris les professionnels de l'assainissement.



Judit Lienert, biologiste, est coordinatrice et directrice adjointe du projet NOVAQUATIS. Elle s'intéresse particulièrement aux aspects de recherche interdisciplinaire et transdisciplinaire et à l'interface science/pratique.



Tove A. Larsen, ingénieure chimiste, dirige le projet NOVAQUATIS. Elle étudie les possibilités d'adoption d'une gestion durable des eaux urbaines.

Pour plus d'informations:
www.novaquatis.eawag.ch

- [1] Larsen T.A., Gujer W. (1996): Separate management of anthropogenic nutrient solutions (human urine). *Water Science and Technology* 34, 87–94.
- [2] Lienert J., Larsen T.A. (2002): Urinseparierung – eine Alternative für die schweizerische Siedlungswasserwirtschaft? *gwa – Gas Wasser Abwasser* 11, 819–826.
- [3] Pahl-Wostl C., Schönborn A., Willi N., Muncke J., Larsen T.A. (2003): Investigating consumer attitudes towards the new technology of urine separation. *Water Science and Technology* 48, 57–65.
- [4] www.novaquatis.eawag.ch/english/NoMixtool_e.html
- [5] Lienert J., Haller M., Berner A., Stauffacher M., Larsen T.A. (2003): How farmers in Switzerland perceive fertilizers from recycled anthropogenic nutrients (urine). *Water Science and Technology* 48, 47–56.
- [6] Johansson M. (2001): Urine separation – closing the nutrient cycle. Final report on the R&D project «Source-separated human urine – a future source of fertilizer for agriculture in the Stockholm region?» Stockholm Water Company, Stockholm, 40 p.
- [7] Larsen T.A., Lienert J. (2002): Societal implications of re-engineering the toilet. Proceedings of the IWA Leading Edge Conference Series «Sustainability in the Water Sector», Venice, p. 29. *Water Intelligence Online*, submitted.
- [8] www.roevac.com
- [9] Udert K., Larsen T.A., Gujer W. (2003): Estimating the precipitation potential in urine-collecting systems. *Water Research* 37, 2571–2582.
- [10] Rogers E.M. (1983): *Diffusion of Innovations*. Collier Macmillan Publishers, London, 453 p.
- [11] Kühni M., Koch G., Ott E. (2002): Zukunftsweisende Sanitär- und Abwassertechnik – Erstes Pilotprojekt der Schweiz für Urinseparierung, -speicherung und -steuerung im technischen Massstab. *gwa – Gas Wasser Abwasser* 11, 827–835.
- [12] Rauch W., Brockmann D., Peters I., Larsen T.A., Gujer W. (2003): Combining urine separation with waste design: an analysis using a stochastic model for urine production. *Water Research* 37, 681–689.