

ASSAINISSEMENT

## Et si on triait aussi nos eaux usées ?

La collecte séparée des urines permet de mieux recycler l'azote, par rapport aux grosses stations d'épuration. Est-elle envisageable dans les villes ? Panorama des travaux menés en Suède, en Suisse ou en Allemagne, et des perspectives pour le Grand Paris.

Le tri des eaux usées, et plus particulièrement la collecte sélective des urines, fut le thème du « Mardi de l'Info » organisé par Astee, le 1<sup>er</sup> avril à l'École des ingénieurs de la ville de Paris. Cette conférence, proposée par Fabien Esculier et Jean-Pierre Tabuchi, a réuni des intervenants de premier plan notamment Tove Larsen de l'Eawag<sup>1</sup>, responsable du programme Novaquatis/NoMix et spécialiste de la collecte sélective des urines depuis plus de 15 ans, et Arno Rosemarin, du Stockholm Environment Institute, qui est aussi l'un des spécialistes mondiaux de l'assainissement écologique.



Struvite ( $MgNH_4PO_4$ ) précipitée après avoir été mise en contact avec du magnésium

Les eaux usées sont une source importante d'azote et de phosphore, mais les systèmes actuels de traitement dans les usines d'épuration ne permettent pas de valoriser au mieux ces éléments. Pour l'azote, le procédé de dénitrification mis en place dans les grosses stations d'épu-

ration ne permet un taux de recyclage de l'azote que d'environ 20 %, car la majorité de l'azote réactif des eaux usées est détruit par dissociation en diazote gazeux. Or si les urines sont séparées à la source du reste des eaux usées, le taux de recyclage de l'azote peut dépasser 80 %, et d'autre part, le traitement des eaux débarrassées des urines est simplifié.

### Dépôts minéraux

Depuis plusieurs années, l'Eawag mène des travaux sur la collecte sélective des urines. Ainsi, le programme Novaquatis<sup>2</sup>, mis en place sur une durée de 6 ans (2000-2006), a permis d'enregistrer des connaissances sur la collecte séparée de l'urine, son traitement, son acceptabilité sociale et la question des résidus médicamenteux et des hormones. Comme présenté par Tove Larsen, les études d'acceptabilité sociale réalisées dans le cadre de projets pilotes en Suède, en Suisse et en Allemagne montrent que de nombreuses personnes sont favorables à l'utilisation de WC permettant une collecte sépara-

### Les enjeux de l'azote et du phosphore

Comme l'ont rappelé Fabien Esculier et Arno Rosemarin, l'azote et le phosphore sont deux éléments vitaux en raison de leur poids dans la production alimentaire mondiale. Aujourd'hui, le prix d'achat de l'engrais azoté synthétisé industriellement demeure bas, mais il est fortement associé aux évolutions du prix du pétrole car sa synthèse est énergivore (10MWh sont nécessaires pour produire 1 tonne d'azote réactif). Ainsi le prix du  $NH_3$  est passé de 100\$/t en 2002 à 800\$/t au pic de la crise de 2008. Le phosphore est quant à lui d'origine minière, il s'agit donc d'une ressource limitée, dont 75% des gisements sont situés au Maroc et au Sahara occidental. D'un point de vue économique et géopolitique, ces deux ressources sont donc fragiles et pourraient être un facteur de tension dans le futur.

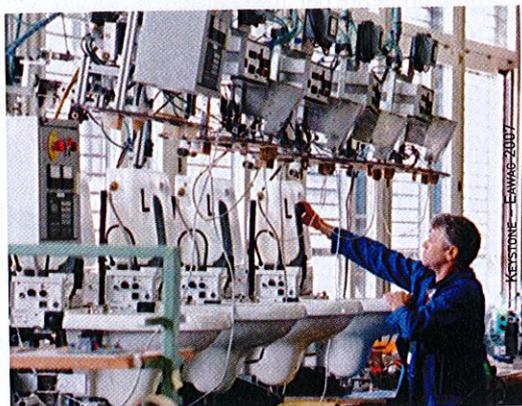
Cependant, étant donné la relative abondance des gisements fossiles d'hydrocarbures et de phosphore, l'azote et le phosphore sont aujourd'hui majoritairement gaspillés. Leur rendement d'utilisation par l'Homme est d'environ 20% et une grande part des 80% restant constitue une pollution de l'environnement.

<sup>1</sup> L'Eawag est l'Institut de recherche de l'eau, du domaine des écoles polytechniques fédérales (EPF), Suisse.

<sup>2</sup> [www.novaquatis.eawag.ch](http://www.novaquatis.eawag.ch)

tive des urines (86% seraient prêtes à emménager dans un logement équipé de WC avec cette technologie), l'écueil principal étant celui de l'obstruction des tuyauteries d'évacuation des urines par des dépôts minéraux. Cependant l'expérience acquise permet aujourd'hui de maîtriser ce problème par une conception soignée des canalisations. Une société allemande a relevé le défi : des cuvettes de WC optimisées, réduisant au minimum les contraintes d'entretien devraient être disponibles fin 2014 ou début 2015.

Les enquêtes d'opinion ont également montré que les agriculteurs seraient disposés à utiliser des matières fertilisantes obtenues à partir d'urine humaine. L'innocuité du produit doit cependant avoir été démontrée tant sur le plan de l'hygiène que des micropolluants. Les études effectuées ont montré que l'engrais ainsi produit est de bonne qualité et sans danger. Au besoin, les médicaments peuvent être éliminés des urines, cette élimination étant plus facile lorsque l'urine n'est pas mélangée avec les autres eaux usées.



Recherche sur les WC « NoMix » à l'Eawag

### Divers procédés de traitement

Concernant le traitement, plusieurs procédés peuvent être utilisés en fonction de l'objectif visé. Un stockage prolongé de l'urine permet de l'hygiéniser (6 mois à 20°C) ; l'ozonation permet de désactiver les polluants ; les nutriments peuvent être récupérés par évaporation ou par *stripping* (l'ammoniac est entraîné hors de l'urine par un courant de gaz, puis récupéré), ou encore par précipitation de la struvite ( $MgNH_4PO_4$ ) qui se forme spontanément dès que l'urine est au contact du magnésium et qui est un engrais dont l'efficacité a été prouvée.

Tove Larsen a également évoqué les travaux en cours dans le cadre du programme VUNA<sup>3</sup> (*valorisation of urine nutrients in Africa*) menés à Durban et bientôt à Nairobi où le problème de pollution des ressources en eau souterraines par les urines des bidonvilles est majeur. Un nouveau concept autonome a été développé dans le cadre de ce projet : le *blue diversion toilet* qui propose une transformation de l'urine en engrais (stabilisation de l'urine par nitrification puis évaporation).

### L'urine, 1 % du volume des eaux usées

La collecte sélective des urines pour le Grand Paris : opportunité ou utopie ? D'ici 2050, il est probable qu'il y ait plus de 10 millions d'habitants sur le périmètre du Grand Paris, augmentant en conséquence la produc-

tion d'eaux usées. Si aucune action n'est entreprise, les effets de cette croissance démographique combinés à ceux du changement climatique, qui pourraient réduire le débit de la Seine de 15 à 40%, auront un impact sur la qualité des eaux de la Seine. Maintenir la Seine en bon état nécessitera alors de réduire les flux d'azote rejetés en Seine dans une proportion qui pourrait être non compatible avec les techniques usuelles d'épuration.

Jean-Pierre Tabuchi et Amandine Caby ont présenté comment ces enjeux ont amené le Siaap à s'interroger sur la faisabilité de la mise en place, sur le périmètre du Grand Paris, de techniques alternatives telles que la séparation des urines à la source, afin de réduire la quantité de nutriments rejetés.

Aujourd'hui, l'urine représente 1% du volume des eaux usées mais apporte 80% de l'azote présent dans ces eaux usées. Si les urines étaient collectées à la source et traitées séparément, l'épuration serait simplifiée et les nutriments pourraient être mieux valorisés, pour des usages agricoles ou industriels.

Les résultats de l'étude menée par le Siaap montrent que la collecte sélective des urines d'un million d'habitants (sur les 10 millions prévus en 2050) permettrait d'éviter la construction d'une nouvelle tranche de station d'épuration. Cela nécessiterait que 420 000 nouveaux loge-

<sup>3</sup> www.eawag.ch/vuna

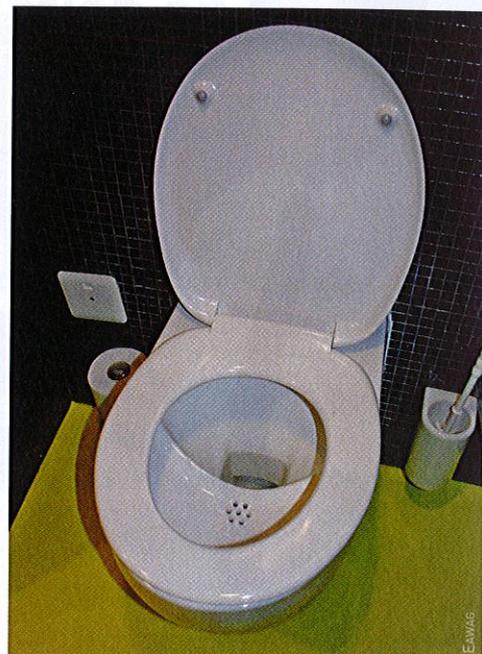
ments soient construits avec un système de collecte sélective des urines (la réhabilitation des habitats anciens n'a pas été retenue).

Les urines produites pourraient être acheminées vers des réservoirs qui seraient vidangés périodiquement par camion ; les nutriments seraient ensuite récupérés pour la valorisation agricole. Malgré ce mode de transport, le bilan carbone qui a été calculé pour cette solution est très favorable par rapport à une épuration classique.

Frédéric Mathis, de la société UFT France et représentant le groupe allemand Bilfinger, a présenté à la conférence divers projets allemands d'écoquartiers déployant la séparation à la source des eaux usées où des techniques de collecte par assainissement sous vide ont été utilisées. Ces techniques pourraient être appliquées dans de nouveaux quartiers du Grand Paris. Les conclusions de l'étude du Siaap montrent que cette solution présente une alternative techni-

quement intéressante pour réduire les rejets de substances nutritives dans un contexte où les solutions traditionnelles peuvent se révéler insuffisantes ; en revanche les questions d'acceptabilité sociale pourraient constituer un frein, sur lequel des études méritent d'être poussées ; il faudrait également approfondir les connaissances sur les traitements à développer et mettre en œuvre. Mais comme l'a rappelé Jean-Pierre Tabuchi, « chaque nouveau logement construit aujourd'hui est une opportunité en moins ! ».

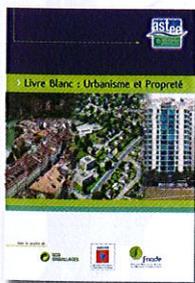
En conclusion, on retiendra qu'avec le travail considérable conduit par l'Eawag, les technologies sont aujourd'hui très proches de la maturité. La solution de séparation des urines à la source, qui était il y a encore quelques années considérée comme marginale et non crédible, est aujourd'hui vue par un grand nombre de spécialistes comme une alternative séduisante à l'assainissement curatif classique, que l'on cherche à



Toilettes équipées pour la collecte séparée des urines

éliminer les substances nutritives ou à les récupérer à des fins agronomiques. Avec le tri à la source des eaux usées, l'assainissement pourrait ainsi passer d'une logique linéaire, de la maison au milieu aquatique, à une logique circulaire avec des processus de recyclage poussés.

**Claire Cayla, Fabien Esculier,  
Jean-Pierre Tabuchi**



## LIVRE BLANC Urbanisme et Propreté

À l'heure où l'on parle de développement durable, d'éco-quartiers, le constat est sévère : pas ou peu d'innovations en matière de collecte des déchets et de gestion de la propreté depuis l'origine de ces services ! Pourquoi ?

- aucune prise en compte, en amont des programmes d'aménagement urbain, des contraintes induites par ces services publics ;
- aucun investissement anticipatif favorisant une gestion plus harmonieuse des déchets en ville et de la propreté des espaces urbains ;

Néanmoins, quelques collectivités pionnières, quelques urbanistes curieux ont mené ici et là des opérations intéressantes. Ces expériences porteuses d'espoir sont recensées. Des pistes d'avenir où urbanistes, aménageurs et professionnels de la propreté travailleraient ensemble en amont afin de construire une ville propre sont évoquées.

L'ouvrage peut être commandé au prix de 10 € à [astee@astee.org](mailto:astee@astee.org)

