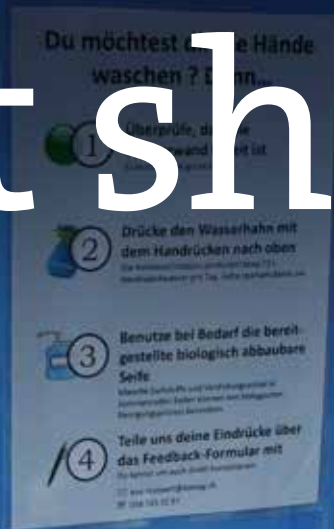




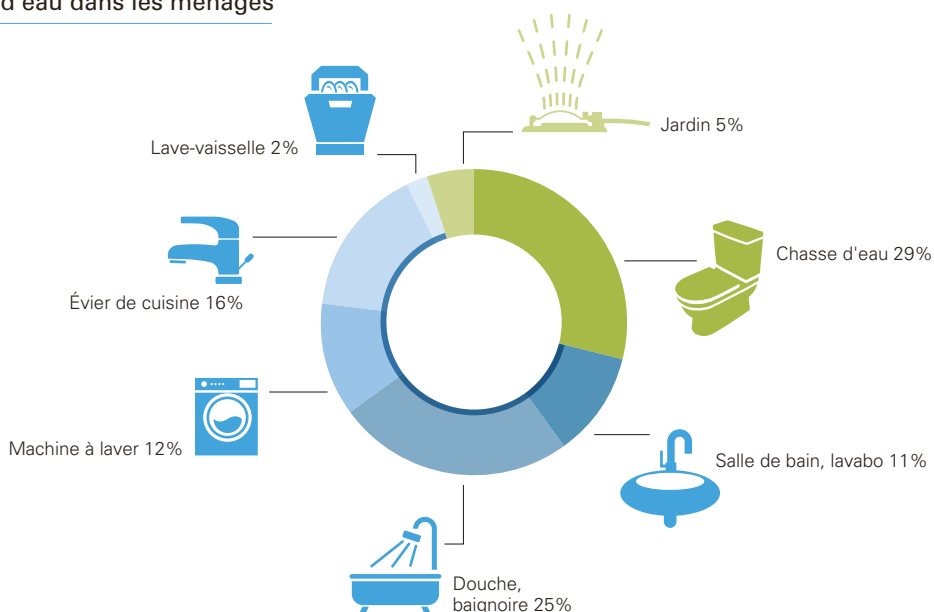
Eaux grises

Les eaux grises sont des eaux à peine souillées qui sont produites par l'utilisation des douches, baignoires, lavabos, lave-linge, lave-vaisselle et éviers et ne sont donc pas entrées directement en contact avec les excréments. Elles représentent environ 70% des eaux usées émises par les ménages suisses. Après un traitement adéquat, les eaux grises peuvent être réutilisées sans aucun risque pour les chasses d'eau ou pour l'arrosage. Avec un traitement plus avancé, leur qualité peut encore être accrue et, avec elle, les possibilités de réutilisation dans divers domaines.

Répartition de la consommation d'eau dans les ménages

142 

Les ménages suisses consomment en moyenne 142 litres d'eau par personne et par jour. Le graphique indique la répartition en fonction des activités et la production d'eaux usées résultante: 66% du total sont considérées comme des eaux grises (nuances de bleu). [5]



La plupart des systèmes courants de recyclage des eaux grises livrent une eau utilisable dans les toilettes et pour l'arrosage des jardins. À l'Eawag, nous cherchons, étudions et testons des technologies simples et fiables qui permettent de produire une eau réutilisable sans danger dans les lave-linge et les douches et pour le lavage des mains.

Le **traitement de base** consiste en général en une élimination des particules et un traitement biologique à l'aide de réacteurs à lit fluidisé, de réacteurs membranaires ou de systèmes d'épuration à lits plantés, par exemple [1]. La réutilisation de l'eau ainsi traitée, c'est-à-dire sans hygiénisation consécutive, n'est autorisée que pour les activités n'impliquant aucun contact avec l'être humain.

Le **traitement avancé** a pour objectif de préparer les eaux grises à une réutilisation dans un domaine d'activités plus large comme le lavage du linge en machine. Il implique donc une élimination aussi complète que possible des couleurs, des odeurs et des matières organiques biodégradables. Dès que les eaux traitées sont susceptibles d'entrer en contact directement ou indirectement avec l'être humain, le traitement doit également garantir la qualité bactériologique de l'eau. Le traitement avancé peut consister en une succession de séparation des particules, de traitement biologique, de filtration membranaire, d'adsorption, de désinfection (aux UV ou au chlore, par exemple) [1].

Le traitement des eaux grises et leur réutilisation comme eau sanitaire peuvent être réalisés à différentes échelles: à la source – grâce à une station de lavage des mains, par exemple – ou dans tout un bâtiment – par un traitement des eaux grises à la cave puis distribution pour une utilisation dans les chasses d'eau, les machines à laver ou l'arrosage du jardin, par exemple.

Opportunités

Dans certains contextes, il peut être très pertinent de réutiliser les eaux grises, dans d'autres moins:

- **Pénurie d'eau:** l'utilisation des eaux grises traitées permet de réduire les besoins en eau douce, ce qui, bien entendu, est particulièrement intéressant dans les endroits où l'eau douce est un bien limité ou présent en quantité insuffisante. Si l'on se place dans le contexte suisse, les besoins en eau peuvent être réduits d'un tiers si les eaux grises sont récupérées pour les toilettes et l'arrosage. Si un traitement avancé en permet d'autres usages comme la douche ou le lavage du linge, la consommation d'eau potable peut être réduite des deux tiers. Les possibilités de réutilisation se multiplient avec la qualité de l'eau produite par les traitements. Dans cette optique, différentes options technologiques sont à l'étude dans le bâtiment expérimental NEST de l'Empa et de l'Eawag.
- **Besoin d'une source fiable** pour l'irrigation des espaces végétalisés urbains ou pour le rafraîchissement par évaporation: les infrastructures vertes telles que les toitures végétales, les murs végétalisés ou les linéaires arborés peuvent contribuer à lutter contre les îlots de chaleur en ville. Elles améliorent ainsi la qualité de l'environnement extérieur et réduisent la consom-

mation d'énergie des villes. Les eaux grises traitées sont une source d'eau fiable et disponible toute l'année pour les entretenir.

- **Problèmes d'approvisionnement en eau** dus à des infrastructures d'adduction et d'évacuation déficientes: il arrive que le manque d'eau douce ne soit pas dû à un manque de disponibilité général de la ressource mais à une déficience ou une absence d'infrastructures de transport de l'eau douce et de l'eau sanitaire. Les stations de lavage des mains dans les bidonvilles ou les camps de réfugiés (comme le Water Wall des toilettes Autarky de l'Eawag) ou les lavabos des trains ou des avions doivent par exemple fonctionner sans infrastructure. Dans le cas des toilettes de trains, le recyclage de l'eau permet de réduire le travail et les coûts engendrés pour le stockage de l'eau douce et sanitaire et pour le remplissage et la vidange des réservoirs.
- **Récupération de chaleur:** les eaux grises sont beaucoup plus chaudes que les effluents domestiques habituels. Leur traitement facilite une récupération éventuelle de chaleur car la meilleure qualité de l'eau permet de réduire l'encrassement des échangeurs.

Problèmes à résoudre

- **Hygiène:** toute forme de réutilisation des eaux doit garantir un bon niveau d'hygiène. La qualité bactériologique pouvant être atteinte dépend notamment de la technologie de traitement choisie, du fonctionnement du système et de son niveau de contrôle et de maintenance; la forme de réutilisation de l'eau doit donc être adaptée.
- **Réglementations:** la Suisse ne dispose pas de réglementation fixant les exigences de qualité pour la réutilisation des eaux grises. Le droit suisse comporte une ordonnance sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public [2]. D'autres pays, comme l'Allemagne, l'Australie, Singapour ou les États-Unis, disposent de réglementations qui décrivent les technologies de traitement des eaux grises utilisables et les exigences de qualité à respecter pour une utilisation en intérieur (principalement pour les toilettes) et en extérieur. Il n'existe pas, pour l'heure, de consensus international (voir encart).
- **Technologies et surveillance:** les technologies doivent être testées en conditions réalistes de terrain afin d'assurer la stabilité de fonctionnement des systèmes. Le bâtiment expérimental NEST permet de tels essais. Les systèmes de traitement doivent être surveillés en continu pour que les dysfonctionnements puissent être détectés de façon précoce. Il n'existe pas pour le moment de capteurs connectés bon marché et robustes qui puissent être utilisés dans les foyers pour détecter un abaissement éventuel de la qualité de l'eau. De nouvelles approches de surveillance des systèmes de traitement et de distribution sont donc à l'étude dans le NEST. Les technologies, même complexes, peuvent fonctionner au niveau des ménages si le système livre aux utilisatrices et utilisateurs les informations nécessaires à l'entretien – comme un lave-linge qui signale le moment de nettoyer un filtre, par exemple. Par ailleurs, le système local doit être intégré dans un réseau plus global de

service et de contrôle (comme un chauffage central au gaz, par exemple).

- **Gestion:** tout système de recyclage des eaux grises doit être intégré au système global de gestion des eaux urbaines. En effet, toute modification des besoins en eau – due à l'installation de dispositifs permettant d'économiser l'eau, à des changements d'habitudes ou à un recyclage des eaux grises – a une répercussion sur l'ensemble du système. Une réduction des débits et une augmentation des teneurs en matières solides peuvent perturber le fonctionnement du réseau d'égouts. Différentes approches de réduction de la consommation d'eau douce peuvent se faire concurrence. Il est donc essentiel de développer des stratégies pour optimiser le système en conciliant au mieux les procédés centralisés et décentralisés.

Pas de consensus international

Il n'existe pas de directive internationale concernant la réutilisation des eaux grises. Certains pays ont leur propre réglementation, d'autres n'en ont aucune.

Suisse: la Suisse dispose d'une ordonnance sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public (OPBD) [2], qui fixe des valeurs limites pour différents paramètres biologiques et chimiques. Il n'existe cependant encore aucun règlement pour la réutilisation des eaux grises.

Allemagne: la directive M277 de la DWA [1] définit des objectifs spécifiques de réutilisation en distinguant deux catégories: (C1: chasses d'eau dans les ménages, C2: chasses d'eau, irrigation des cultures et plantes d'ornement et lave-linge).

États-Unis: aux USA, la réglementation varie d'un État à l'autre. Les différentes exigences relatives au recyclage de l'eau sont récapitulées dans un rapport de l'Agence américaine de protection de l'environnement [9]. Dans un nouveau rapport, la Fondation pour la recherche dans le domaine de l'eau et de l'environnement (WERF) propose une approche basée sur l'évaluation des risques pour la réutilisation décentralisée des eaux grises non potables. Il est plus sévère que les exigences actuellement en vigueur dans de nombreux États.

- **Coûts:** en Suisse et dans la plupart des pays européens, les coûts du traitement des eaux grises dépassent encore les économies potentielles générées par le recyclage. Mais comme cela a été évoqué plus haut, il peut y avoir d'autres raisons de le pratiquer. Qui plus est, certains pays encouragent le recyclage des eaux dans les bâtiments par des certifications écologiques (comme la certification BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) ou LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)).

- **Évaluation des conditions locales:** dans chaque situation, il est important d'évaluer l'origine de l'eau et la pertinence de la forme de réutilisation choisie. Il n'existe pas de solution universelle. Pour que le système de réutilisation des eaux grises soit durable, il est important que des spécialistes évaluent les besoins locaux en plus des options technologiques.

Développements technologiques à l'Eawag

Water Wall: à travers sa station-lavabo «Water Wall» (<http://www.autarky.ch>), l'Eawag a montré qu'un traitement avancé permettait une réutilisation directe de l'eau de lavage des mains dans des conditions d'hygiène irréprochables [8, 4].

Water Hub du NEST: le Water Hub (<http://www.eawag.ch/waterhub>) installé dans le bâtiment expérimental NEST permet à l'Eawag d'étudier divers aspects en conditions réelles: traitement avancé des eaux grises, récupération de chaleur, évaluation de la qualité de l'eau et du développement bactérien pendant le stockage transitoire et la distribution dans le bâtiment. Pour le moment, les eaux grises traitées ne sont pas encore réutilisées dans le NEST.

Réutilisation des eaux grises dans les pays à faible et moyen revenu: dans les pays arides, la réutilisation des eaux grises peut contribuer à une gestion plus durable de l'eau. L'Eawag a émis dès 2006 des recommandations pour le contrôle de la qualité de l'eau, pour la conception de systèmes de traitement primaire et secondaire, pour une réutilisation sans risque et des eaux grises traitées et pour leur évacuation [3]. Le rapport se base sur des études de cas et présente aussi bien des systèmes de traitement assez simples pour les maisons individuelles que des systèmes plus complexes pour des ensembles de bâtiments ou des quartiers.

Questions fréquentes

La qualité des eaux grises traitées est-elle suffisante pour se laver les mains sans risque?

La qualité des eaux grises traitées dépend fortement de la nature du traitement. Dans le système de recyclage de l'eau de lavage des mains du Water Wall de l'Eawag, les teneurs en carbone organique et le nombre de germes comptabilisés étaient inférieurs aux valeurs atteintes dans l'eau potable distribuée à Zurich [7]. Les essais de terrain menés avec un Water Wall dans une friche très fréquentée en pleine agglomération zurichoise ont fait état d'une réduction de 99% du carbone organique. Le taux d'E. coli, un indicateur de contamination par les germes pathogènes, était toujours inférieur au seuil de détection. Le lavage des mains dans le Water Wall est donc sans danger.

Pourquoi ne peut-on pas utiliser les eaux grises sans traitement pour les chasses d'eau?

L'utilisation d'eaux grises non traitées doit être évitée partout où un contact avec l'être humain est possible. En effet, sans traitement, elles contiennent en général trop de germes pathogènes et de carbone organique, ce qui peut favoriser le développement des agents de maladie.

Le Water Wall est-il disponible dans le commerce?

Pas encore. La technologie est au point et fonctionne bien, et elle a été testée avec succès sur le terrain en Suisse, en Ouganda, au Kenya et en Afrique du Sud, mais l'Eawag est encore à la recherche d'un partenaire industriel pour pouvoir lancer la commercialisation.

Photo page de couverture: Le «Water Wall», station de lavage des mains à membrane filtrante; Michel Riechmann, Eawag

Sources et références:

- 1 DWA (2017) Merkblatt DWA-M 277: Hinweise zur Auslegung von Anlagen zur Behandlung und Nutzung von Grauwasser und Grauwasserteilströmen. (ISBN: 978-3-88721-525-5)
- 2 Département fédéral de l'intérieur (DFI) (2016) Ordonnance du DFI sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public (OPBD) (SR 817.022.11). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/153/fr>
- 3 Morel, A. and Diener, S. (2006) Greywater management in low and middle-income countries. Review of different treatment systems for households or neighbourhoods, Eawag, Dübendorf. <https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag:10721>
- 4 Nguyen, M.T., Allemann, L., Ziemba, C., Larivé, O., Morgenroth, E. and Julian, T.R. (2017) Controlling Bacterial Pathogens in Water for Reuse: Treatment Technologies for Water Recirculation in the Blue Diversion Autarky Toilet. *Frontiers in Environmental Science* 5(90). <https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag:16816>
- 5 SSIGE (2018) Consommation domestique en Suisse, <http://trinkwasser.svgw.ch> > Distribution d'eau > Utilisation
- 6 Sharvelle, S.; Ashbolt, N.; Clerico, E.; Hultquist, R.; Leverenz, H.; and A. Olivieri. (2017). Risk-Based Framework for the Development of Public Health Guidance for Decentralized Non-Potable Water Systems. Prepared by the National Water Research Institute for the Water Environment & Reuse Foundation. Alexandria, VA. WE&RF Project No. SIWM10C15
- 7 Ziemba, C., Larivé, O., Deck, S., Huisman, T. and Morgenroth, E. (2019) Comparing the anti-bacterial performance of chlorination and electrolysis post-treatments in a hand washing water recycling system. *Water Research X* 2. <https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag:18717>
- 8 Ziemba, C., Larivé, O., Reynaert, E. and Morgenroth, E. (2018) Chemical composition, nutrient-balancing and biological treatment of hand washing greywater. *Water Research* 144, 752-762. <https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag:17193>
- 9 USEPA (2012) Guidelines for Water Reuse. EPA/600/R-12/618, US Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory, US Agency for International Development. <https://www3.epa.gov/region1/npdes/merri-mackstation/pdfs/ar/AR-1530.pdf>

Informations complémentaires: www.eawag.ch/water-hub/, www.autarky.ch, www.eawag.ch/membranefilter

Contact: Eawag, Pr Eberhard Morgenroth, Département Technologie des procédés, +41 58 765 5539, eberhard.morgenroth@eawag.ch

Ont contribué à cette fiche: Carina Doll, Angelika Hess, Nathalie Hubaux, Pr Eberhard Morgenroth et Eva Reynaert, Dép. Technologie des procédés Eawag; Dr Frederik Hammes, Dr Tim Julian, Dép. Microbiologie de l'environnement Eawag; Andri Bryner et Peter Penicka, Dép. Communication Eawag

Adresse

Eawag, Überlandstrasse 133, CH-8600 Dübendorf, Schweiz, +41 58 765 5511, info@eawag.ch, eawag.ch