

# **La réutilisation des eaux grises dans le logement unifamilial : Une étude complète pour l'établissement d'un cadre clair en Belgique**

Ing. C. JACQUES – Ir. B. BLEYS – N. SIEBERT – Ir. T. DELWICHE  
ECAM – Bruxelles

## **1. Introduction**

L'importance de préserver l'eau douce, particulièrement l'eau potable, est soulignée face aux défis posés par l'augmentation des sécheresses, spécialement en Flandre dans le cas de la Belgique [1], [2]. Cet article explore la réutilisation des eaux grises comme solution alternative pour économiser l'eau potable [2]–[5]. Contrairement aux eaux noires, les eaux grises, exemptes de matières fécales, peuvent être traitées et réutilisées plus aisément pour des usages non potables tels que la chasse d'eau, l'arrosage des jardins, ou le lavage du linge [3], [5]–[7]. Les systèmes compacts de traitement des eaux grises adaptés aux logements unifamiliaux apparaissent comme prometteurs afin de démocratiser et favoriser le déploiement de cette pratique, offrant une approche standardisée, compacte, et économique de la réutilisation des eaux grises [8]–[10]. Toutefois, le manque de directives claires en Belgique freine le développement et l'adoption généralisée de ces technologies [2].

Ce travail vise à combler ces lacunes réglementaires et normatives en proposant une synthèse normative des critères de qualité de l'eau, des méthodes de traitement, et des directives pour le dimensionnement, le stockage, et l'entretien des installations pour la Belgique. De plus, afin d'améliorer l'impact et la diffusion des résultats de ce travail, un outil Excel de dimensionnement reprenant ceux-ci a été réalisé.

## **2. Résultats**

### **2.1. Qualité de l'eau en fonction de son utilisation**

Selon les normes NBN EN 16941-2 [3] et BS 8525-1:2010 [11], un système de réutilisation des eaux grises comprend quatre éléments clés : collecte, traitement, stockage et distribution. Le choix d'un système approprié est influencé par divers facteurs, dont la qualité d'eau requise pour l'usage envisagé, la capacité de traitement maximale et la demande, en fonction du nombre et du type d'installations. Le défi

---

Revue Scientifique des Ingénieurs Industriels n°38, 2024

Une version plus développée de cet article est accessible en ligne à l'adresse suivante :

<http://www.isilf.be/>

pour la Belgique réside dans la sélection des normes et réglementations à adopter pour compléter la norme NBN EN 16941-2 [3], qui actuellement ne fait que donner des exemples de critères de qualité d'eau. Il a été défini judicieusement de concentrer les recherches sur les normes et réglementations des pays géographiquement « proches » de la Belgique au sein l'UE, en raison de similarités climatiques, culturelles et réglementaires. Dans le cadre de ce travail, un tableau récapitulatif a été élaboré (voir Tableau 1), intégrant les critères de qualité d'eau les plus stricts issus des normes, réglementations et directives en vigueur en Belgique, Grande-Bretagne, Italie, Espagne et France. L'ordre de priorité dans la sélection de ces critères est : 1) réglementations, 2) normes et 3) guidelines.

Paramètres	Utilisation avec pulv.		Utilisation sans pulv.		
	LSP, LSE, AJ	WC	AJ, LSE	LL	
pH	5-9,5	5-9,5	5-9,5	5-9,5	5-9,5
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	<10	<10	<10	<10	<10
COD (mg/L)	<60	<100	<60	<60	<60
MES (mg/L)	<10(sdf)	<10(sdf)	<10(sdf)	<10(sdf)	<10(sdf)
Turbidité (NTU)	<2 ou <sup>c</sup> <0,5	<2 ou <sup>c</sup> <0,5	<2 ou <sup>c</sup> <0,5	<2 ou <sup>c</sup> <0,5	<10
TN (mg/L)	<15	<15	<15	<15	<15
TP (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2
Bore (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1
Chlore résiduel (mg/L)	$0,2 \leq Cl^a \leq 2$	$0,5 \leq Cl^a \leq 2$	$0,1 \leq Cl^a \leq 0,5$	$0,5 \leq Cl^a \leq 2$	
Bromure résiduel (mg/L)	0 <sup>a</sup>	<5 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	<5 <sup>a</sup>	
Couleur	claire	claire	claire	claire	claire
Coliformes totaux (UFC/L)	<10	<1000	<1000	<10	<10
E. coli (UFC/100mL ou NPP/100mL)	n.d.	<25	<25	n.d.	n.d.
Coliformes fécaux (UFC/100mL)	<30	<10	<30	<10	<10
Entérocoques intestinaux (nbre/100mL)	n.d.	<10	<10	n.d.	n.d.
Legionella pneumophelia (UFC/L)	<10	-	-	-	-

Abbréviations : WC = Chasse d'eau des toilettes; LSP = Lavage sous pression; AJ = Arrosage du jardin; LSE = Lavage de surface extérieure (y compris lavage de voiture); LL = Lave-linge; pulv. = Pulvérisation; BOD<sub>5</sub> = Demande biologique en oxygène; COD = Demande chimique en oxygène; MES = Matières en suspensions; TN = Azote total; TP = Phosphore total; COT = Carbone organique total; E. coli = Escherichia coli; nbre = Nombre; sdf = Sans débris flottants; Cl = Chlore; n.d. = Non détecté.

Notes : <sup>a</sup> Lorsque du chlore ou du brome est utilisé dans le processus de traitement. | <sup>b</sup> Spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices (\*Clostridium perfringens\* fait partie de cette famille de bactéries) | <sup>c</sup> <2 NTU au point d'usage et <0,5 NTU en entrée du réacteur ultraviolet le cas échéant.

Note générale : Si du désinfectant ou des sous-produits résiduels sont présents dans l'eau traitée, celle-ci pourrait ne pas convenir pour le lavage du linge ou l'arrosage des jardins. De plus, de l'eau adoucie artificiellement pourrait aussi ne pas convenir pour l'arrosage de certaines plantes et de certains sols.

Tableau 1 : Proposition de qualités d'eau pour les systèmes de réutilisation des eaux grises traitées en Belgique [3], [12]–[16]

## 2.2. Les caractéristiques des eaux grises

L'étude des eaux grises (eaux usées sans déchets fécaux) nécessite une compréhension de leur qualité initiale pour un traitement approprié. Divisées en deux catégories : « légères » (eaux grises des salles de bain) et « lourdes » (eaux grises des buanderies et cuisines) leur qualité varie selon leur origine, les habitudes des occupants, les installations sanitaires, et le climat [3], [17]–[19]. De plus, lors de la réutilisation des eaux grises, il est préférable de privilégier celles de meilleure qualité, ce qui établit une hiérarchie dans la préférence de réutilisation comme suit : 1) les eaux issues des salles de bain (douche, baignoire et lavabo), 2) les eaux de buanderies (provenant de la machine à laver), et 3) les eaux des cuisines (émanant de l'évier et du lave-vaisselle) [3], [5], [18], [20].

### **2.3. Les traitements des systèmes compacts de réutilisation d'eaux grises**

Pour obtenir la qualité d'eau requise, divers traitements, classés en physiques, chimiques, et biologiques, sont nécessaires. Selon la norme NBN EN 16941-2 [3], les principales méthodes de traitement comprennent la sédimentation, la filtration les traitements biologiques et chimiques et la désinfection. Les traitements recherchés destinés aux logements unifamiliaux doivent être compacts, économiques et nécessiter peu d'entretien. La plupart de ces systèmes combinent des traitements physiques et chimiques. La filtration est souvent utilisée, certains adoptant des filtres autonettoyants pour limiter l'entretien. L'utilisation de la désinfection au chlore est un peu privilégiée pour son coût et son pouvoir résiduel, face à l'UV (ultra-violet) qui a l'avantage quant à elle d'être plus autonome [9], [10], [18], [21]–[23].

### **2.4. Stockage**

Pour maintenir la qualité des eaux grises, leur temps de stockage ne doit pas excéder 24 heures afin d'éviter la prolifération microbienne et la dégradation de la qualité de l'eau. Ceci est basé sur des recherches et normes, comme la NBN EN 16941-2 [3], qui ont démontré que le risque de développement microbien augmente significativement après cette période [3], [4], [11], [12], [24], [25]. Découlant de cela, la capacité de stockage doit généralement être limitée à la demande moyenne quotidienne pour empêcher le stockage de plus de 24h. Cependant, étant donné que le coût et l'espace nécessaire pour le stockage augmentent avec la capacité [3], [7], [11], lorsque la production en eaux grises est inférieure à la demande, il semble logique de limiter le volume de stockage à la production afin d'optimiser le volume de remplissage du réservoir. Par conséquent, le volume de stockage optimal pour les eaux grises peut être déterminé comme étant le minimum entre la demande journalière moyenne en eaux grises traitées et la production journalière moyenne d'eaux grises à traiter [3], [4], [11], [12], [24], [25].

### **2.5. Dimensionnement**

Cette section aborde la détermination des volumes de production et de demande en eaux grises, guidée par les normes NBN EN 16941-2 [3] et BS 8525-1:2010 [11]. Deux méthodes sont proposées : la première, dite de base, est conçue pour les installations résidentielles individuelles et se focalise exclusivement sur la réutilisation des eaux grises légères. La seconde, plus élaborée, englobe la réutilisation des eaux grises lourdes en plus des légères, se prêtant non seulement aux résidences individuelles mais également à une variété plus large d'applications, y compris les complexes résidentiels collectifs tels que les hôtels.

Pour utiliser ces méthodes de dimensionnement et estimer les volumes moyens quotidiens de production et de demande en eaux grises d'un système, l'identification

des paramètres spécifiques, tels que la fréquence et la durée d'utilisation des équipements sanitaires, peut s'avérer complexe. Pour cette raison, ce travail s'est également penché sur la détermination de valeurs types pour ces paramètres. Toutefois, l'utilisation de données réelles issues de l'installation demeure la meilleure approche si cela est possible [3], [11].

Un outil Excel reprenant ces deux méthodes ainsi que les valeurs types déterminées a été développé afin d'aider à dimensionner les installations réutilisant les eaux grises.



*Cet outil Excel est disponible via le scan de ce QR code :*

### **3. Visite d'une installation compacte de réutilisation des eaux grises dans une maison unifamiliale Flamande**

L'installation étudiée se trouve en Flandre et héberge une famille de 4 personnes. Elle intègre un système compact de réutilisation des eaux grises de type « Hydra-loop » [22] pour recycler l'eau des salles de bain afin de l'utiliser pour les chasses d'eau. Une citerne pour l'eau de pluie supplémente l'installation pour les demandes en eau non potable. L'eau potable vient du réseau public. Différentes analyses des eaux grises et de pluie ont été réalisées et sont conformes aux critères du Tableau 1 du chapitre 2.1, à l'exception de l'eau stagnante dans les tuyauteries pour laquelle une attention particulière est de mise et soutiennent l'efficacité du système « Hydra-loop » [22]. Ces résultats encouragent l'utilisation des systèmes de réutilisation des eaux grises, en accord avec les normes de qualité d'eaux définis dans le Tableau 1.

### **4. Conclusions et perspectives**

Cette étude s'est concentrée sur l'analyse de la réutilisation des eaux grises dans les maisons unifamiliales belges, proposant des critères de qualité pour combler les lacunes des normes actuelles et assurer la sécurité sanitaire. Des outils pour dimensionner ces systèmes ont été élaborés, et une variété de méthodes de traitement, de stockage, et d'entretien a été examinée pour optimiser leur conception. La validation sur le terrain (système « Hydra-loop » [22]) a démontré son efficacité, malgré des problèmes liés à l'eau stagnante. Cette recherche jette les bases de directives claires pour la réutilisation des eaux grises en Belgique, visant à encourager leur adoption pour une gestion de l'eau plus durable. Des études futures, incluant des analyses économiques, seront cruciales pour évaluer la viabilité de ces systèmes.

## 5. Références

- [1] A. K. Vuppaladadiyam *et al.*, “A review on greywater reuse: quality, risks, barriers and global scenarios,” *Rev. Environ. Sci. Bio/Technology*, vol. 18, no. 1, pp. 77–99, 2018, doi: 10.1007/s11157-018-9487-9.
- [2] European Commission. Joint Research Centre, *Water reuse in Europe : relevant guidelines, needs for and barriers to innovation*. Bruxelles: Publications Office, 2014. doi: 10.2788/29234.
- [3] “Réseaux d’eau non potable sur site - Partie 2 : Système pour l’utilisation des eaux ménagères traitées.,” Bureau de Normalisation (Belge), Bruxelles, NBN EN 16941-2, 2021.
- [4] “Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia 2010,” Government of Western Australia : Department of Health, Perth, 2010.
- [5] L. Vos and B. Bleys, “En quoi consiste le recyclage des eaux grises?,” *Buildwise Magazine juillet-août 2023*, Zaventem, p. 2, 2023. [Online]. Available: [https://www.buildwise.be/umbraco/Surface/PublicationItem/DownloadFile?file=31850%2Ffr%2Funprotected%2Fbuildwise\\_artonline\\_2023\\_4\\_no1\\_en\\_quoi\\_consiste\\_le\\_recyclage\\_des\\_eaux\\_grises\\_NP.pdf](https://www.buildwise.be/umbraco/Surface/PublicationItem/DownloadFile?file=31850%2Ffr%2Funprotected%2Fbuildwise_artonline_2023_4_no1_en_quoi_consiste_le_recyclage_des_eaux_grises_NP.pdf)
- [6] C. P. Richter and R. Stamminger, “Water Consumption in the Kitchen – A Case Study in Four European Countries,” *Water Resour. Manag.*, vol. 26, no. 6, pp. 1639–1649, 2012, doi: 10.1007/s11269-012-9976-5.
- [7] “Code of practice for the selection of water reuse systems,” BSI British Standards Institution, Britain, BS 8595: 2013, 2013.
- [8] Hydraloop, “Hydraloop : Centre d’informations : Hydraloop.” Accessed: May 09, 2023. [Online]. Available: <https://info.hydraloop.com/public/fr/>
- [9] Greyter Water System, “Residential Homes : The Greyter Home Résidentiel Water Recycling System : Greyter Water System.” Accessed: Feb. 26, 2023. [Online]. Available: <https://greyter.com/residential/>
- [10] Spareau, “Economiseur d’eau potable : Fiche présentation caisson Spareau.” France (Saint Gely du fesc), 2022.
- [11] “Greywater systems - Code of practice,” BSI British Standards Institution, Britain, BS 8525-1: 2010, 2010.
- [12] “Greywater systems - Domestic greywater treatment equipment. Requirements and test methods,” BSI British Standards Institution, Britain, BS 8525-2: 2011, 2011.
- [13] F. Boano *et al.*, “A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits,” *Sci. Total Environ.*, vol. 711, pp. 1–26, 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134731.
- [14] ANSES, “Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d’eaux grises pour des usages domestiques - Avis de l’Anses : Rapport d’expertise collective,” France (Paris), 2015.
- [15] ASERSA, UPC, and CCB, “Spanish Regulations for Water Reuse,” State

- Official Journal, Espagne, Royal Decree 1620/2007 of 7 Decembre, 2011.
- [16] “Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines - Part 4, Clause 43(1), Local Government (Approvals) Regulation, 1999,” Local Government of Australia, 2005.
- [17] M. S. Fountoulakis *et al.*, “Single house on-site grey water treatment using a submerged membrane bioreactor for toilet flushing,” *Sci. Total Environ.*, vol. 551–552, pp. 706–711, 2016, doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.02.057.
- [18] A. Gross *et al.*, *Greywater Reuse*. Taylor & Francis Group, 2015.
- [19] M. Oteng-Peprah, M. A. Acheampong, and N. K. DeVries, “Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception - a Review,” vol. 229, no. 8, doi: 10.1007/s11270-018-3909-8.
- [20] D. M. Ghaitidak and K. D. Yadav, “Characteristics and treatment of greywater - a review,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 20, no. 5, pp. 2795–2809, 2013, doi: 10.1007/s11356-013-1533-0.
- [21] Ecovie, “ECOVIE : Technology - Aqualoop Membrane Station With System Control : Ecovie.” Accessed: Feb. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.ecoviewater.com/products/aqualoop/aqualoop-tech/>
- [22] Hydraloop, “Technique : Comment fonctionne Hydraloop : Hydraloop.” Accessed: Feb. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.hydraloop.com/fr/technical>
- [23] ACQUA.ECO, *Catalogue : Eau grises - Recover® : Recyclage résidentiel*. France (MEZE): ACQUA.ECO and BIOMICROBICS, 2022.
- [24] Y. Kobayashi *et al.*, “Life cycle assessment of decentralized greywater treatment systems with reuse at different scales in cold regions,” *Environ. Int.*, vol. 134, p. 105215, 2020, doi: 10.1016/j.envint.2019.105215.
- [25] “Technical Guides for Greywater Recycling System,” PUB. Singapore’s National Water Agency, Singapour, 2014.