

SYNTHESE TECHNIQUE

UTILISATION DES EAUX PLUVIALES ET REUTILISATION DES EAUX GRISES EN HABITAT RESIDENTIEL

JANNY Pauline

Courriel : pincon@engref.fr

Janvier 2007

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	1
GLOSSAIRE	1
MOTS CLES	2
RESUME	2
ABSTRACT	2
INTRODUCTION	3
CONTEXTE ACTUEL ET DEFINITIONS	3
○ QUE SONT LES EAUX PLUVIALES ET LES EAUX GRISES ?	3
Les eaux pluviales sont des eaux de ruissellement, peu chargées	3
Les eaux grises proviennent des usages domestiques, à charges variables	3
○ QUELS SONT LES USAGES DE L'EAU EN HABITAT RESIDENTIEL?	4
L'habitat résidentiel peut être individuel ou collectif.....	4
Les différents usages de l'eau permettent une récupération - réutilisation	4
Quelles demandes et quelles attentes ?.....	5
○ ASPECTS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS : POSITION DES POUVOIRS PUBLICS	5
Des positions diverses au niveau mondial.....	5
En France, une grande prudence	6
SOLUTIONS TECHNIQUES ET EXEMPLES	7
○ LES TECHNIQUES SONT DIVERSES POUR REALISER UNE INSTALLATION	7
Techniques d'utilisation des eaux pluviales.....	7
Techniques de réutilisation des eaux grises.....	8
○ LES EXEMPLES D'INSTALLATIONS AUGMENTENT	10
Utilisation des eaux pluviales en Europe	10
Réutilisation des eaux grises dans le monde	11
QUEL AVENIR POUR L'UTILISATION DES EAUX PLUVIALES ET LE RECYCLAGE DES EAUX GRISES? 11	
○ UN THEME D'ACTUALITE	11
○ LES ECONOMIES FINANCIERES NE SONT PAS TOUJOURS AVEREES	12
○ DES RISQUES SANITAIRES NON NEGLIGEABLES	13
○ DISCUSSION SUR LES INTERETS	14
○ EVOLUTION REGLEMENTAIRE ET ENCADREMENT : QUELLES PERSPECTIVES?	15
CONCLUSION	16
BIBLIOGRAPHIE	17
ANNEXES	19

LISTE DES FIGURES

<i>figure 1 : Répartition des usages de l'eau en habitat résidentiel.....</i>	<i>4</i>
<i>figure 2 : Schéma des usages de l'eau, en pourcentage, inspiré de Lücke, 2005.....</i>	<i>5</i>
<i>figure 3 : Système hybride : flux horizontaux et verticaux (Masi, 2005).....</i>	<i>9</i>
<i>figure 4 : Schéma de fonctionnement de différents réacteurs à membrane</i>	<i>10</i>
<i>figure 5 : Exemples d'utilisations des eaux pluviales, Europe.....</i>	<i>11</i>
<i>figure 6 : Récapitulatif des projets de réutilisation des eaux grises.....</i>	<i>11</i>
<i>figure 7 : Profils des consommateurs dans le Jura.....</i>	<i>12</i>

GLOSSAIRE

ADOPTA : Association DOuaisienne Pour Techniques Alternatives

AREHN : Association de l'Environnement de Haute Normandie

BSRIA : Building Service Research and Information Association

CSHPF : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique Français

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

DBO₅ : demande biochimique en oxygène à 5 jours

DCO : demande chimique en oxygène

DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

DGS : Direction Générale de la Santé

FBR : Fachvereinigung Betriebs und Regenwassernutzung (Association des récupérateurs d'eau de pluie, Allemagne)

GRAIE : Groupement de Recherche Rhône Alpes

HQE : Haute Qualité Environnementale

MEDD : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

MES : matières en suspension OMS : Organisation Mondiale pour la Santé

MSS : Ministère de la Santé et des Solidarités

SIADO : Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la région de Douai

MOTS CLES

Eaux pluviales, eaux grises, récupération, stockage, épuration, réutilisation, usage domestique

RESUME

Les systèmes de récupération - gestion - (ré)utilisation des eaux de pluie et eaux grises se développent dans différentes régions du monde. Les unes sont récupérées depuis les toitures, et les autres sont issues des eaux domestiques (douches, bains, lavabos, voire lave linge, lave vaisselle et évier de cuisine). En zone résidentielle, les usages de ces eaux recyclées, non potables, concernent principalement l'arrosage du jardin et l'alimentation des chasses des toilettes.

Le plus souvent attirés par des économies monétaires sur la facture d'eau, il s'agit aussi pour les particuliers de prévenir les périodes de sécheresse. Les nouvelles préoccupations sur la protection de la ressource en eau et la volonté de ne pas "gâcher" une eau potable pour des usages non alimentaires motivent également ces pratiques.

Cependant, les réglementations concernant ces usages varient selon les pays, allant de l'incitation à l'interdiction. En effet, à des degrés différents, eaux de pluie et eaux grises sont chargées et non indemnes de pollution bactériologique ce qui pose des risques sanitaires évidents : ces eaux tendent à être utilisées pour des usages traditionnellement fournis par l'eau potable du réseau. Des techniques d'épurations diverses existent pour diminuer la charge de ces eaux mais la rentabilité économique de telles installations dépend de la taille, l'usage, la durabilité, l'entretien...

Suite à un bilan de la situation actuelle, les perspectives d'avenir sont évaluées : évolutions réglementaires, sanitaires, techniques et économiques, acceptation sociale, intégration dans le système d'alimentation en eau potable et d'assainissement sont autant de paramètres à prendre en compte.

ABSTRACT

All over the world, systems that use rainwater and that recycle grey water are increasing. Rain water is collected from roofs, whereas grey water comes from domestic effluents (showers, baths, washbasins, and even washing machines, dish washers and kitchen sinks). In residential areas, the main uses of treated water, but without "drinking water" quality are for the watering of gardens and the flushing of toilets.

There are many reasons for this increase, two of which are frequently to save money and storage for dry seasons. But there are new stakes like the saving of water resources and the desire to reduce "drinking water" consumption for domestic use in households which is leading people to use recycling systems.

However, regulations concerning these techniques are different from one country to another. Some countries encourage them while some forbid them. Rain water and grey water are actually both polluted, but are polluted at different stages and are not free of bacterial pollution. Treatment systems are diverse, which has led to the distribution of non drinking water systems into households, causing some sanitary risks. Value for money depends on size, use, durability, and maintenance requirements.

Constraints like regulations, sanitation norms, different techniques and economy are factors that have been evaluated in order to indicate future trends. This also involves public acceptance and the integration into the existing drinking water and sanitation supply system.

INTRODUCTION

Le 19^e siècle a vu la suppression des citernes d'eaux pluviales, alors courantes et remplacées peu à peu par le réseau d'alimentation en eau, et la naissance du tout à l'égout à Paris. Le réseau d'alimentation en eau potable en France a été achevé dans les années 80, même si le traitement des eaux usées n'est pas encore généralisé. Par ailleurs, des phénomènes climatiques marqués entraînent de nouvelles problématiques : les forts orages provoquent des crues et posent le problème de la gestion des eaux pluviales, tandis que les sécheresses de plus en plus fréquentes sont inquiétantes en terme de gestion de la ressource en eau.

Dans ce contexte, les techniques alternatives de gestion de l'eau prennent de l'importance, et notamment l'utilisation de l'eau de pluie et la réutilisation des eaux grises.

Cette synthèse s'intéresse au cas de l'habitat résidentiel, et donc de la gestion de ces eaux à l'échelle de l'habitat. Dans un premier temps, elle aura pour but de définir les eaux pluviales, les eaux grises et le contexte actuel en terme de réglementation. Puis les techniques utilisées pour la récupération - (ré)utilisation de ces eaux seront exposées, illustrées par des exemples. Enfin, avantages et inconvénients sociaux, économiques et sanitaires de ces utilisations seront abordés, dans le but de discuter de l'avenir de ces systèmes.

Afin de cadrer l'étude, le cas de l'utilisation des eaux pluviales se limitera à l'Europe, tandis que la réutilisation des eaux grises sera évaluée au niveau mondial.

CONTEXTE ACTUEL ET DEFINITIONS

○ QUE SONT LES EAUX PLUVIALES ET LES EAUX GRISES ?

Les eaux pluviales sont des eaux de ruissellement, peu chargées

La norme européenne EN 12056-1 sur les « Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments »¹ définit les eaux pluviales comme étant les eaux issues des précipitations naturelles et n'ayant pas pu être intentionnellement souillées.

L'eau pluviale utilisable provient de l'eau tombée sur les toitures et récupérée par le biais des gouttières. Il ne s'agit pas d'eau potable : l'eau est souillée par le contact avec la toiture, et est chargée de particules atmosphériques. La pollution de l'eau de pluie provient pour 15 à 25% de la pollution atmosphérique, et pour 75 à 85% du ruissellement sur les toits. En milieu urbain, les surfaces se chargent en dépôts (industries, automobiles: matières en suspension, matières organiques, métaux tels que plomb, zinc). L'eau contient donc des débris végétaux et animaux, des métaux, des aérosols, des particules atmosphériques (acides nitrique et sulfurique). Pour les pesticides, dans 10% des cas, les taux de $1 \cdot 10^{-3}$ à $5 \cdot 10^{-3}$ mg/L sont atteints (Baumont & al., 2004).

L'eau est acide, douce, peu minéralisée et donc corrosive et agressive. Elle contient sulfates, sodium, calcium, ammonium et même des nitrates. L'annexe 1 décrit sa composition.

Ces paramètres varient en fonction de la période de l'année et de la région. Les valeurs de potabilité sont notamment souvent dépassées pour le pH et les particules (Miquel, in Baumont & al., 2004).

A l'échelle du globe, la pluviométrie est estimée à 711 mm, et l'évaporation à 463 mm sur les terres émergées (Cosandey & Robinson, 2000). Cependant, l'étude du bassin versant d'un ruisseau du sud est de la France montre que pour des pluies de 895 mm par an, l'évapotranspiration est de 1155 mm. Ces équilibres varient entre région : la récupération d'eau de pluie pourra être plus ou moins justifiée.

Les eaux grises proviennent des usages domestiques, à charges variables

Définitions

La norme européenne EN 12056-1 donne les définitions suivantes :

Eaux usées : eaux souillées par une quelconque utilisation et toute eau circulant dans le réseau d'évacuation. Elles peuvent être de types domestiques, commerciales, industrielles, pluviales, ...

Eaux noires : eaux usées renfermant des matières fécales (=eaux vannes)

Eaux grises : eaux usées ne renfermant pas de matières fécales.

D'après cette terminologie, généralement retenue en France, les eaux grises sont donc les eaux domestiques provenant des éviers, lavabos, douches, bains, lave-vaisselle, lave-linge. Elles ne tiennent

¹ Elle décrit entre autres les règles générales à suivre pour les dimensionnements hydrauliques (eaux usées ou pluviales).

pas compte des eaux des toilettes, dites "eaux noires", qui représentent un tiers de la DBO₅ évacuée par un habitat résidentiel.

Cependant, en fonction des pays, les eaux grises peuvent se limiter aux eaux provenant des baignoires, douches et machines à laver, en excluant l'évier de la cuisine et le lave-vaisselle qui contiennent des graisses et des contaminants microbiologiques. Cette définition est trouvée au Royaume Uni, en Australie, et quelquefois en Allemagne et aux Etats-Unis (Environment Agency, 2006, Lücke, 2005). Les eaux provenant de l'évier de la cuisine et du lave-vaisselle sont alors appelées "eaux grises foncées" (issu de l'anglais "dark grey water", Gildemeister & Kraume, 2005), et sont traitées avec les eaux noires.

Composition

Plus chargées que les eaux pluviales, les eaux grises sont de composition variable et hétérogène. Leur composition dépend de celle de l'eau potable utilisée, et de son utilisation (produits d'entretien, lessives, savons, solvants, graisses, peintures, colles, voire mercure de thermomètre) (Baumont & al., 2004). Leurs températures sont variables, pouvant être élevées. Différentes valeurs sont disponibles dans la bibliographie net sont synthétisées en annexe 1. Les eaux de cuisine sont donc généralement plus chargées, suivies des eaux de lessive, et enfin des eaux des baignoires, lavabos et douches.

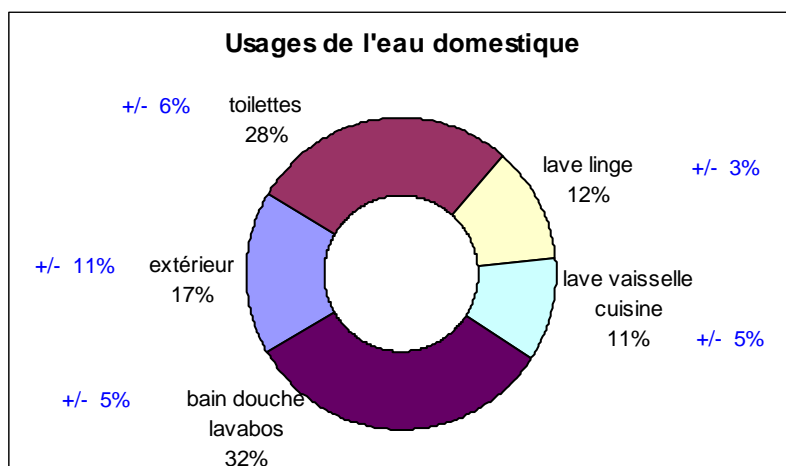
○ QUELS SONT LES USAGES DE L'EAU EN HABITAT RESIDENTIEL ?

L'habitat résidentiel peut être individuel ou collectif

L'habitat résidentiel est défini comme tout local pouvant servir de jour ou de nuit au logement. Il s'agit donc d'un lieu où l'on peut dormir, muni de sanitaires (douches, baignoires, toilettes) : maisons individuelles, résidences collectives, immeubles résidentiels, hôtels.

Les différents usages de l'eau permettent une récupération - réutilisation

En Europe, un habitant consomme en moyenne entre 95 et 150 L/jour par habitant (125 en habitat individuel, 95 en habitat collectif, en France ; soit 30 à 55 m³/an). La figure 1 synthétise les données traitées de 6 sources bibliographiques sur les usages en habitat résidentiel :



D'après Paris, 2002 - Pagel, 1999 - Environment Agency, 2006 - Leroy Merlin, 2006- Rathjen & Cullen, 2003 -Lücke, 2005, +/- x % représente l'écart type sur les valeurs des différentes études

figure 1 : Répartition des usages de l'eau en habitat résidentiel

Cette figure montre que 45 % (extérieur 17% + toilettes 28%, voire 57% avec le lave linge) des usages domestiques pourraient être alimentés par les eaux grises ou pluviales traitées. Les usages extérieurs (arrosage, nettoyage...) varient énormément d'une source à l'autre (+/- 11%).

Le schéma ci-dessous résume le cycle de l'eau au sein d'un habitat utilisant les eaux de pluie et recyclant les eaux grises (valeurs issues du traitement bibliographique ci dessus).

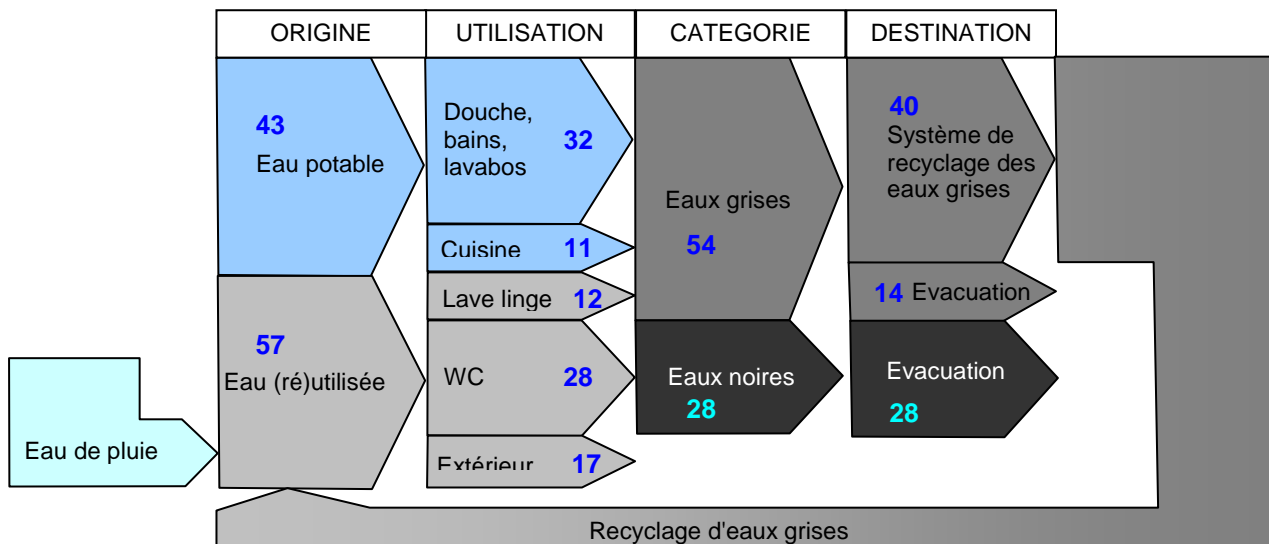


figure 2 : Schéma des usages de l'eau, en pourcentage, inspiré de Lücke, 2005

D'après Grottker, Albold et al. (2004), les eaux grises représentent de 25 à 100 m³/pers/an soit 70% du flux d'eau en sortie d'habitat (Gildemeister & Kraume, 2005).

D'après les estimations issues du traitement bibliographique ci-dessus, elles représentent 16 à 30 m³/pers/an. Selon l'Environment Agency (2006), l'utilisation d'eau grise permettrait d'économiser 18 m³/pers/an, ce qui représente 33% de l'utilisation journalière d'un ménage.

Quelles demandes et quelles attentes ?

Les principaux usages attendus sont l'arrosage des espaces verts et l'alimentation des chasses des toilettes. Dans un second temps, le nettoyage des locaux ou voiries est également escompté.

Les motivations pour utiliser les eaux pluviales et les eaux grises sont diverses :

- . réaliser des économies sur la facture d'eau en utilisant moins d'eau potable et plus d'eau recyclée ¹
 - . ne pas laisser une ressource en eau exploitable terminer dans le réseau d'assainissement ¹
 - . nouvelle ressource en eau, en plus ⁴
 - . prévenir les interdictions d'usage de l'eau afin de pouvoir arroser potagers et pelouses lors de sécheresses, lié au changement climatique ⁴
 - . solidarité envers les régions défavorisées en terme de richesse en eau (approche éco-citoyenne) ³
 - . préserver les ressources en eau : la consommation domestique en France est plus importante que la consommation industrielle ou la production d'énergie ^{1,2}, inégalité et fragilité des ressources ³
 - . limiter les besoins de la société en eau potable ²
 - . retenir l'eau à la parcelle : cela rend inutile le coûteux surdimensionnement du réseau de collecte, et cela limite le flot d'eaux pluviales lors d'orages ²
 - . protéger certaines zones face à l'augmentation des pollutions à long terme ⁴
- (Sources : AREHN, 2000 ¹, Baumont & al., 2004 ², Chéron & Puzenat, 2004 ³, Angelakis & al., 2003⁴)

o ASPECTS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS : POSITION DES POUVOIRS PUBLICS

Des positions diverses au niveau mondial

Position européenne sur les eaux de consommation humaine

La directive 98/83/CE du 3 novembre 1998 définit les eaux de consommation humaine, comme étant les eaux destinées à la boisson, la cuisson, la préparation d'aliments ou autres usages domestiques. Par ailleurs, toute eau de consommation humaine doit répondre à la qualité « eau potable ». Les Etats membres peuvent décider de s'affranchir de cette disposition dans certains cas :

- . les eaux destinées à des usages pour lesquels les autorités compétentes ont établi que la qualité des eaux n'a pas d'influence directe ou indirecte sur la santé des consommateurs concernés (art 2).
- . les eaux destinées à la consommation humaine provenant d'une source individuelle fournissant moins de 10 m³ /jour en moyenne ou approvisionnant moins de 50 personnes, sauf si elles sont fournies dans le cadre d'activités commerciale ou publique (art 3).

L'article 6 de cette directive définit la qualité des eaux devant être respectée à la sortie d'un robinet.

Eaux pluviales :

Obligation d'utilisation : **Iles Vierges** (Caraïbes), réservoirs obligatoires pour les immeubles

Existence d'un cadre législatif : **Danemark** (utilisation légale de l'eau de pluie pour les chasses des toilettes et les machines à laver, étude de cadres techniques pour minimiser les risques sanitaires), **Royaume Uni** (lignes directrices du BSRIA)

Encouragement : **Belgique** (le MATUE² veut favoriser la mise en place de citernes en évaluant l'impact sur la distribution d'eau en réseau, Chéron & Puzenat, 2004), **Luxembourg** (subventions)³

Pays moteurs pour l'utilisation des eaux pluviales : **Allemagne**⁴, **Pays-Bas**⁵. En Allemagne, une position neutre mais favorable, a permis un développement des systèmes de récupération réutilisation. Les Pays Bas également ont été favorables à ces techniques. Cependant, ces deux pays reviennent sur leurs positions depuis 2005 (voir partie évolution réglementaire et encadrement).

Eaux grises :

La directive européenne concernant les eaux usées (91/271/EC) stipule qu'elles doivent être réutilisées dans tous les cas où c'est estimé nécessaire/approprié. Cette définition reste assez vague quant au terme "nécessaire/approprié". Ainsi, une grande liberté est laissée aux Etats membres.

Au **Royaume Uni**, le texte concernant l'usage de l'eau en habitat est le "water supply regulation, 1999". Il impose des prescriptions quant aux retours de flux éventuels dans le réseau public d'alimentation en eau, interdit les connections entre eau usée traitée et eau potable, oblige à marquer clairement les canalisations d'eau recyclée. L'Environment Agency publie des lignes directrices pour les eaux grises : elle considère que les eaux issues des baignoires, douches, et lavabos sont assez propres pour être utilisées pour la chasse des toilettes après traitement, les autres étant trop contaminées. Par ailleurs, le BSRIA a publié des lignes directrices pour l'utilisation des eaux grises.

Aux **Etats Unis**, chaque Etat détermine sa politique concernant les eaux grises (State regulations, 1999) : certains n'ont aucune réglementation, d'autres autorisent l'utilisation dans les chasses de toilettes (annexe 2). La Californie a adopté une loi en 1992 sur les réutilisations d'eaux usées et grises (Lazorova & al., 2003).

L'**OMS** a publié des lignes directrices pour l'utilisation des eaux usées, des excréta et de l'eau grise. Elles restent assez souples, et décrivent les différents systèmes mais ne fixent pas de limites.

Quelques valeurs concernant la qualité des eaux utilisées dans les toilettes exigées selon les pays sont reportées en annexe 3.

En France, une grande prudence

Eaux pluviales :

Droit d'usage de l'eau pluviale

Le Code Civil indique que « tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds » (art 641). Il est tenu de ne pas pénaliser les zones situées en aval de sa parcelle (art 640).

Contraintes de sécurité

Le Code de la Santé Publique impose que « les réseaux intérieurs ne doivent pas pouvoir perturber le fonctionnement du réseau auquel ils sont raccordés, ni engendrer une contamination de l'eau des installations privées ». Dans les règlements sanitaires départementaux, il est nécessaire de disposer de deux réseaux d'eau indépendants en cas d'utilisation d'eau pluviale à l'intérieur d'un habitat, afin d'éviter une éventuelle contamination des usagers et du réseau d'eau potable par une eau pluviale polluée. En découle une nécessité de signalisation de l'eau pluviale. Cependant, les autorités compétentes (DDASS, CSHPF) restent les décisionnaires (Chéron & Puzenat, 2004).

Il n'existe pas d'obstacle à l'utilisation d'eau de pluie pour l'arrosage d'espaces verts.

² Le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et de l'Environnement (parlement wallon, 15 janvier 2003)

³ Ministère de l'Environnement : 25% du prix, maximum 743,68 €, sous certaines conditions (Chéron & Puzenat, 2004)

⁴ 1980: loi permettant l'utilisation domestique. 1988 - 1995: subventions de la ville de Hambourg pour. Les subventions dans le domaine des eaux pluviales sont du domaine des länder, et donc varient de l'un à l'autre. 1993: les länder de Hesse, Brême, Sarre et Bade-Würtemberg sont autorisés à rendre obligatoire la collecte des eaux de pluie pour les maisons nouvellement construites. Pas de réelle législation sur le sujet (Chéron & Puzenat, 2004).

⁵ interdiction de l'utilisation des eaux pluviales pour usages domestiques dans l'habitat résidentiel début 2005 en raison de nombreux cas de contamination du réseau d'eau potable par interconnexion celui d'eaux pluviales (étude nationale)

Types d'usages de l'eau pluviale

Les définitions d'eau de consommation humaine de la directive 98/83/CE sont reprises en droit français dans le décret 2001-1220 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles. L'utilisation de l'eau prélevée en milieu naturel en vue de consommation humaine est autorisée par arrêté du préfet. **Mais l'eau prélevée dans le milieu naturel à l'usage d'une famille n'est pas soumise à la procédure d'autorisation** (art 5).

Par ailleurs, la transposition en droit français de cette directive dans le code de la santé publique (art 1321-1 et suivants) indique que l'utilisation d'eau de qualité dite potable est requise pour tous les usages domestiques. L'eau de pluie ne pouvant être considérée comme potable, la DGS précise que les usages domestiques couvrent :

1. usages alimentaires : boisson, préparation d'aliments, lavage de vaisselle → eau potable nécessaire
2. usages liés à l'hygiène corporelle : lavabo, douche, bain, lave-linge → eau potable nécessaire
3. autres usages dans l'habitat : évacuation des excréta, lavage des sols et véhicules, arrosage, piscine.

Pour ces usages, l'utilisation d'eau de pluie est possible dans les conditions suivantes :

- *en dehors du bâtiment* si collecte et utilisation sont disjointes de l'alimentation en eau potable, si l'eau n'est pas utilisée à l'intérieur, s'il n'y a pas de risque de noyade ou d'ingestion ;
- *à l'intérieur du bâtiment* si un double réseau est installé, et dans les cas justifiés par une difficulté d'alimentation en eau potable, si aucune autre possibilité d'économie d'eau n'est possible, si la séparation, la distinction et la disconnexion des deux réseaux sont assurées (MSS, 2006).

Cependant, la DGS (MSS, 2006) rappelle que les eaux de pluie constituent un risque sanitaire pour les usagers domestiques. En cas de plan de la gestion de la rareté de l'eau, les préfets sont donc invités à privilégier leurs usages les moins risqués (arrosage ou nettoyage de la voirie).

Point de vue du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Dans le plan de gestion de la rareté de l'eau du MEDD, le 3^e axe définit un cadre d'action pour l'émergence de nouvelles techniques. La volonté du MEDD de créer une dynamique notamment via l'utilisation des eaux de pluie et eaux usées est affirmée (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2006).

Taxe d'assainissement

D'après le Code Général des Collectivités Territoriales, « toute personne tenue de se raccorder au réseau d'assainissement et qui s'alimente, totalement ou partiellement, à une source qui ne relève pas d'un service public, doit en faire la déclaration à la mairie » (art R 2333 – 123). Ainsi, l'utilisation d'eau pluviale pour des usages domestiques peut ensuite être assujéti à la taxe d'assainissement. La taxe est évaluée par compteur, ou évaluée par rapport à la surface d'habitation, du terrain, du nombre d'habitants, la durée du séjour (art R 2333 – 125), sans lien avec la consommation réelle (Chéron & Puzenat, 2004). La loi relie donc très clairement rejet et redevance, service rendu et service rémunéré (Hérin, 2002).

Ainsi, les pouvoirs publics français restent prudents et découragent plus qu'ils n'incitent les projets d'utilisation d'eau de pluie à l'intérieur des habitats. En habitat collectif, les règles sont strictes, et toute utilisation doit être soumise à l'autorisation des DDASS. En habitat individuel, chacun est libre d'installer le système qu'il souhaite, n'étant pas soumis à autorisation.

Eaux grises

Concernant les eaux grises, la DGS a la même position que pour les eaux de pluie, considérant que les unes et les autres sont des sources d'eau non potable. Les enjeux sont donc les mêmes. Leur utilisation est déconseillée (Ministère de la Santé et des Solidarités, 2006).

SOLUTIONS TECHNIQUES ET EXEMPLES

○ LES TECHNIQUES SONT DIVERSES POUR REALISER UNE INSTALLATION

Techniques d'utilisation des eaux pluviales

Pour les eaux pluviales, une diversité existe à la fois dans les projets, dans les usages visés et dans les techniques à mettre en œuvre (de Gouvello, 2006). L'ADOPATA, le GRAIE et de nombreux sites internet (chaîne "Leroy Merlin") notamment, et de nombreux autres, fournissent des informations sur la réalisation d'une installation au niveau de l'habitat individuel.

Une installation utilisant des eaux pluviales doit satisfaire plusieurs fonctions (Chéron & Puzenat, 2004, de Gouvello, 2006) :

- **collecte de l'eau** : captage sur les toitures et acheminement via les gouttières, descentes de gouttières, canalisations ;
 - **épuration** : dégrillage grossier (grilles), traitement en amont du stockage (bac de décantation, tamis, filtres, bac de filtration fine), filtration en aval (crépine de prise d'eau, filtration plus ou moins fine), désinfection (chllore, ozone, UV) en cas d'utilisation en eau potable (non autorisée en France) ;
 - **stockage**, dont la localisation dépend du choix du matériau :
 - .extérieur : en béton, acier ou plastique ; majorité de cuves enterrées, quelques bassins (arrosage)
 - .intérieur : majorité de cuves en PEHD⁶ ; en sous sol, avec ou sans stockage tampon (combles)
- Le stockage est muni d'un flotteur, d'un système d'indication du niveau, d'un dispositif de trop plein dirigé vers une zone d'infiltration ou relié au réseau d'évacuation des eaux.
- **redistribution** : mise en pression, approvisionnement, signalisation (coloration des tuyaux, de l'eau, étiquetage des prises d'eau), (de Gouvello, 2004).

Un disconnecteur (eau pluviale - eau potable) et un double réseau de couleur différente du réseau d'eau potable respectant la norme NF EN 1717 sont indispensables en cas d'utilisation d'eau pluviale à l'intérieur de l'habitat. Un disconnecteur doit être vérifié chaque année par un organisme agréé. Par ailleurs, une séparation physique avec rupture de charge entre les deux réseaux est préférable.

Le cuivre et le plomb sont proscrits concernant les gouttières et canalisations en raison de la nature agressive des eaux ; l'aluminium est à éviter. Faïence, zinc ou plastique du type PVC conviennent mieux (ADOPTA, 2006). Il est conseillé de jeter le premier flot des eaux de pluie, plus pollué.

Avant de réaliser un ouvrage d'utilisation des eaux pluviales ou de réutilisation des eaux grises, la définition de l'usage des eaux et le dimensionnement de l'installation sont indispensables. La quantité récupérée doit être supérieure ou égale aux besoins (Pagel, 1999).

En général, le stockage est dimensionné pour être capable de stocker l'équivalent de 3 semaines d'utilisation d'eau pour les usages concernés. Son volume est calculé comme suit (Pagel, 1999) :

Volume d'eau pluviale récupérable = surface de captage x précipitations x facteur de perte
Calcul du volume de cuve nécessaire = besoins x constante de sécheresse x constante volume
Avec : surface de captage : la surface au sol de la toiture
facteur de perte (lié à l'évaporation) : 0,75 (ardoises, tuiles, tôles), ou 0,6 (graviers), ou 0,3 (herbe)
constante de sécheresse : semaines de sécheresse / an → généralement 3/52 en France
volume utile : prévoir 1,1 car fond de cuve (environ 30cm, soit souvent 10%) inutilisable

Une simulation d'utilisation / recharge du stockage dans le temps permet de vérifier le dimensionnement (Chéron & Puzenat, 2004).

Ainsi, en fonction du type d'habitat (individuel ou collectif), et du type d'usage (extérieur et/ou intérieur), une telle installation peut être réalisée soit de façon autonome, soit avec l'aide d'un professionnel, de même pour l'entretien des gouttières, des filtres...

Techniques de réutilisation des eaux grises

Les techniques mises en œuvre pour le traitement des eaux grises dépendent de l'usage final de l'effluent et de la place disponible. Les informations disponibles proviennent majoritairement de pays autres que la France, où peu de documentation est disponible.

Irrigation

Le prétraitement le plus répandu est la fosse septique (OMS, 2006). L'abattement de pathogènes y est faible et dépend de la sédimentation. Pour éviter le colmatage, une inspection annuelle est recommandée ; des sacs filtrants peuvent être installés pour de petits systèmes.

L'**infiltration** sur la parcelle ne permet pas à proprement parler de réutilisation des eaux grises, elle ne doit être réalisée que si la qualité des eaux souterraines n'est pas mise en danger. L'**irrigation** locale,

⁶ Polyéthylène Haute Densité

via un réseau enterré à quelques centimètres de la surface du sol, alimentant directement des plantations est une technique d'utilisation quasi directe des eaux grises traitées.

Des **bassins en série** permettent un abattement de coliformes fécaux de $10^8/100\text{mL}$ à moins de $10^3/100\text{mL}$ (OMS, 2006).

Les **filtres à sables** conviennent au traitement des eaux grises : ils réduisent de 80% la DBO_5 et de 3 log les bactéries indicatrices ; les matières en suspension sont inférieures à 5 mg/L (OMS, 2006).

Le **lit filtrant planté de macrophytes** réduit également les bactéries indicatrices de 3 log environ. Plusieurs systèmes existent : à surface libre, à flux horizontal, à flux vertical, et les systèmes hybrides. Ces derniers sont souvent utilisés pour la réutilisation domestique :

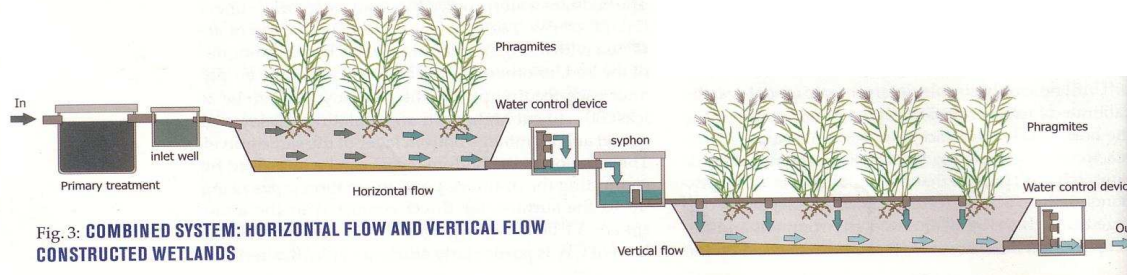


figure 3 : Système hybride : flux horizontaux et verticaux (Masi, 2005)

Le système hybride permet de diminuer la surface nécessaire et le colmatage des filtres, d'augmenter la dégradation de la matière organique et des nutriments, et de traiter les organismes pathogènes. Dans ces systèmes, la végétation a peu d'impact en terme de traitement (éventuellement 10 à 20% pendant la phase végétative) mais offre des supports pour la croissance des bactéries aérobies et permet d'aérer le milieu (Masi, 2005).

Ces techniques ne demandent pas d'énergie (gravitaire), ne posent pas de problème d'accumulation ni d'évacuation de boues (à part la première étape). L'apparence est correcte grâce à la végétation plantée en surface, et la construction est assez simple. Le système est peu coûteux en maintenance, supporte les variations en volume et en charge. L'inconvénient principal est la surface nécessaire.

Usages domestiques

Ces usages impliquent un traitement plus poussé des eaux grises ainsi que leur désinfection.

Le procédé par **boues activées** est rarement utilisé pour les eaux grises (investissement et besoin en énergie importants), mais permet un abattement de 3 log en indicateurs fécaux (OMS, 2006).

Un réacteur biologique à **disques tournants** est développé en Allemagne. Compact, il abat les indicateurs fécaux de 3 log également (OMS, 2006).

Les "**réacteurs de batch séquencé**" (Sequenced Batch Reactor) permettent de traiter les eaux grises (Nolde, 2005). L'effluent passe dans plusieurs bacs : pré-filtration, traitement biologique, désinfection par UV. Le principe est de séquencer le passage d'un bassin à l'autre par des pompes régulières. Cette solution, pour 2 à 3 familles, nécessite un volume de 900 L.. Etant modulaire, elle peut être ajustable en fonction de la quantité d'eau à traiter (Nolde, 2005). Elle permet d'obtenir une eau stockable, sans odeur, conforme à la qualité eau de baignade de la directive européenne.

Les **réacteurs à membranes** ont un traitement des eaux grises de qualité. L'abattement des microorganismes atteint les 6 log, permettant une utilisation de l'effluent traité pour des usages domestiques. Les membranes peuvent être en polymère organique, céramique ou métallique, et produire une microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration ou osmose inverse (OMS, 2006). Les réacteurs à membrane peuvent être utilisés de différentes manières (Gildemeister & Kraume, 2005) :

- **filtration physique seule** avec une membrane ;
- filtration physique couplée à un traitement biologique (**bioréacteur à membrane**), qui permet de réduire matière organique et organismes pathogènes. Depuis 20 ans, cette technique se développe.
- **membrane couplée à un réacteur batch**, réduisant le temps d'un cycle de traitement (dégradation biologique, décantation et prélèvements simultanés)

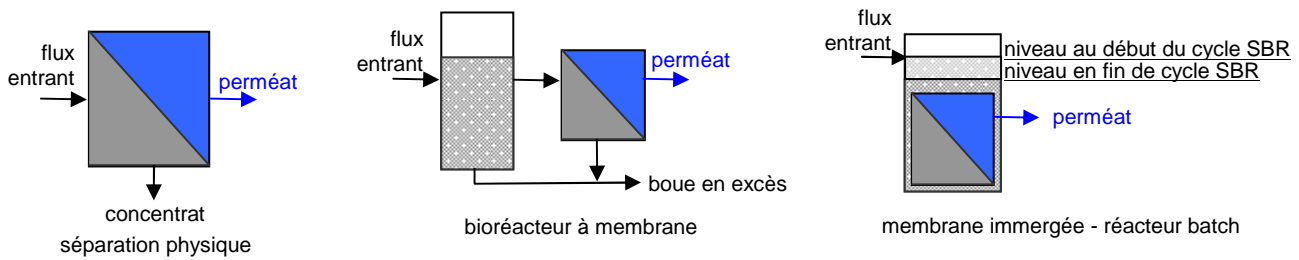


figure 4 : Schéma de fonctionnement de différents réacteurs à membrane

Les bioréacteurs à membranes proposent ainsi un traitement plus efficace, afin d'utiliser l'effluent traité au sein d'hôtels pour les douches par exemple. Par exemple, pour un immeuble, un bioréacteur à membrane couplé à une membrane d'ultrafiltration, l'adjonction de javel pour la désinfection, et de charbon actif pour supprimer la coloration, permet une réutilisation dans les chasses d'eau.

A noter tout de même : toute épuration à la parcelle poussée est techniquement complexe et donc difficilement imaginable au niveau individuel (Savary, 2006).

o LES EXEMPLES D'INSTALLATIONS AUGMENTENT

Utilisation des eaux pluviales en Europe

France

Maisons individuelles

La récupération de l'eau de pluie est une pratique courante. D'après une étude menée dans le Jura (pluviométrie annuelle de 800 mm), de nombreuses personnes récupèrent l'eau de pluie (50 % sur 51 foyers interrogés). Parmi celles récupérant l'eau de pluie, 72% l'utilisent principalement pour le jardin, 16% pour le lavage de la voiture et 12% pour d'autres usages. Le volume moyen récupéré est de l'ordre de 5 m³ aux dires des personnes interrogées (Boucherot & al., 2005).

Les particuliers font également de plus en plus installer un système alimentant les chasses d'eau, voire les douches, bains, lave linge et lave vaisselle chez eux. Ainsi, une famille, dans le Pas de Calais, alimente toute sa maison et arrose son jardin avec de l'eau de pluie. L'alimentation en eau potable a été conservée en cas de manque d'eau prolongé.

Logement collectif

Le CSTB a réalisé en 2003 un état des lieux des installations d'utilisation des eaux de pluie en France pour des usages collectifs. Sept projets de logements étaient réalisés dont quatre correspondent à des bâtiments HQE. Ils ont été réalisés entre 1996 et 1999. Un tableau les résume en annexe 4.

A Meillonas et Petit Quevilly, une étude du CSTB montre que la capacité de stockage par habitant est un bon indicateur pour estimer si les besoins seront couverts. Par exemple, 0,5 m³/hab permettent de couvrir correctement l'usage des toilettes (de Gouvello, 2004).

Des villes et régions engagent des opérations d'incitation à la récupération des eaux de pluie. Ainsi, Silfiac, Langouët, La Gacilly (56), et Loos en Gohelle (62) construisent des logements avec récupération d'eau de pluie. Des villes (Lorient, Rennes, Vannes, Aix les Bains) ou régions (Poitou Charente) incitent financièrement à utiliser des eaux de pluie (détails en annexe 4, Luneau, S., 2006, Carron, 2005, Conseil Régional de Poitou Charente, 2006, Habitat Naturel, 2006).

A Douai, le SIADO a décidé en Janvier 1998 d'intégrer les volumes d'eau de pluie réutilisée dans l'assiette d'application de sa redevance d'assainissement. S'il n'y a pas de compteur, le volume d'eau pris en compte est apprécié à partir d'une pluviométrie moyenne annuelle de 650 mm, et la surface imperméabilisée de l'immeuble, selon les surfaces des toitures (ADOPTA, 2006).

Europe

Le tableau ci-après résume quelques exemples d'utilisation des eaux pluviales en Europe :

Pays	Exemples
Allemagne ^{1,2} Lüdeckestrasse	. depuis 1995 : association professionnelle FBR (300 membres) . 20% des grandes villes subventionnent à 50% le recyclage des eaux pluviales . eau de pluie collectée et utilisée par environ 200 personnes . investissement de 2000 €/maison de 4 personnes : couverture de 40-50% des besoins
Pays Bas ³ Deventer Waterwijk	. 200 maisons utilisant l'eau pluviale . 240 maisons avec installation utilisant l'eau de pluie pour les toilettes (1998)

¹ Chéron & Puzenat, 2004, ² Nolde, 2006, ³ Ashley & al., 2004, voir annexe 4 pour plus de détails

figure 5 : Exemples d'utilisations des eaux pluviales, Europe

Réutilisation des eaux grises dans le monde

France et monde

Le tableau ci-après détaille les exemples de réutilisation des eaux grises dans le monde :

Lieu	Détails
<i>Australie</i> Sydney, Rouse Hill ¹ , 1994	<i>Nombreux projets en évaluation</i> Phase 1 : 17 000 maisons Phase 2 : 35 000 maisons
<i>Canada</i> Vancouver, Quayside Village ¹ , 1999	<i>Schémas à petite échelle en essai</i> 20 appartements , projet pilote
<i>France</i> Annecy ¹ , 1999	<i>Echelle de démonstration</i> 40 appartements, 120 habitants , pendant deux ans en pilote
<i>Allemagne</i> ⁴ Freiburg, Quartier Vauban ² , 1999 Offenbach, hôtel Arrabella-Sheraton ³ , 1996 Luebeck Flintenbreite	<i>650 systèmes en fonctionnement.</i> Quartier complet : eaux grises (cuisines, salles de bain) Hôtel 4 étoiles, 400 lits 100 habitations
<i>Japon</i> Tokyo Tokyo, hôtel Miyako ¹ , 1982	<i>33% des foyers recyclent EG pour alimenter toilettes, 400 immeubles équipés à Tokyo : immeubles > 30 000 m² au sol ou réutilisant plus de 100m³ : double réseau de distribution⁵ et mini stations d'épuration pour réutilisation dans les toilettes⁷</i> Hôtel de luxe de 500 chambres , recyclant 160m ³ /jour
Mauritanie ⁶ , (2008 ?)	projet d' hôtel O'NOMMO , Accor

¹ Lazorova & al., 2003, ² Panesar & Lange, 2003, ³ Nolde, 2006⁴, Nolde, 2005, ⁵ Baumont & al., 2004, Puil, 1998 ⁶ Accor, 2005,

⁷ Thépot, 1999, voir annexe 4 pour plus de détails

figure 6 : Récapitulatif des projets de réutilisation des eaux grises

Une seule expérience est relevée en France, dans un immeuble à Annecy.

Le groupe **Accor** cherche à prévenir les risques liés à la pénurie d'eau, réduire la consommation et mettre en place des systèmes de récupération (eaux grises, eaux de pluie). Des sites pilotes de récupération des eaux sont réalisés en Angleterre (rapport annuel, Accor, 2005)

Au **Royaume Uni**, l'Environment Agency propose un système incluant filtre, traitement microbiologique ou une désinfection basique, un disconnecteur évitant l'intrusion de l'eau dans le circuit d'eau potable. Pour un usage à plus grande échelle, un traitement similaire aux eaux usées est conseillé (biologique ou membrane). L'eau grise non traitée peut même être utilisée pour l'arrosage du jardin immédiatement après sa production.

QUEL AVENIR POUR L'UTILISATION DES EAUX PLUVIALES ET LE RECYCLAGE DES EAUX GRISES?

○ UN THEME D'ACTUALITE

Dans la vague du développement durable et du changement climatique, l'utilisation des eaux de pluie et la réutilisation des eaux grises est un thème d'actualité, relayé par diverses associations.

L'association HQE a défini 14 cibles pour réaliser des économies d'énergie et suivre un développement durable. Il s'agit notamment d'utiliser les eaux de pluie pour les toilettes, l'entretien et l'arrosage. Afin d'améliorer la gestion de l'eau et de l'énergie, le recyclage des eaux grises pour les toilettes et l'arrosage sont envisageables également (Chéron & Puzenat, 2004). De plus en plus, les bâtiments HQE sont plébiscités par les collectivités qui financent établissements scolaires et logements.

D'après l'étude menée dans le Jura, quatre profils se dégagent au sein des particuliers :

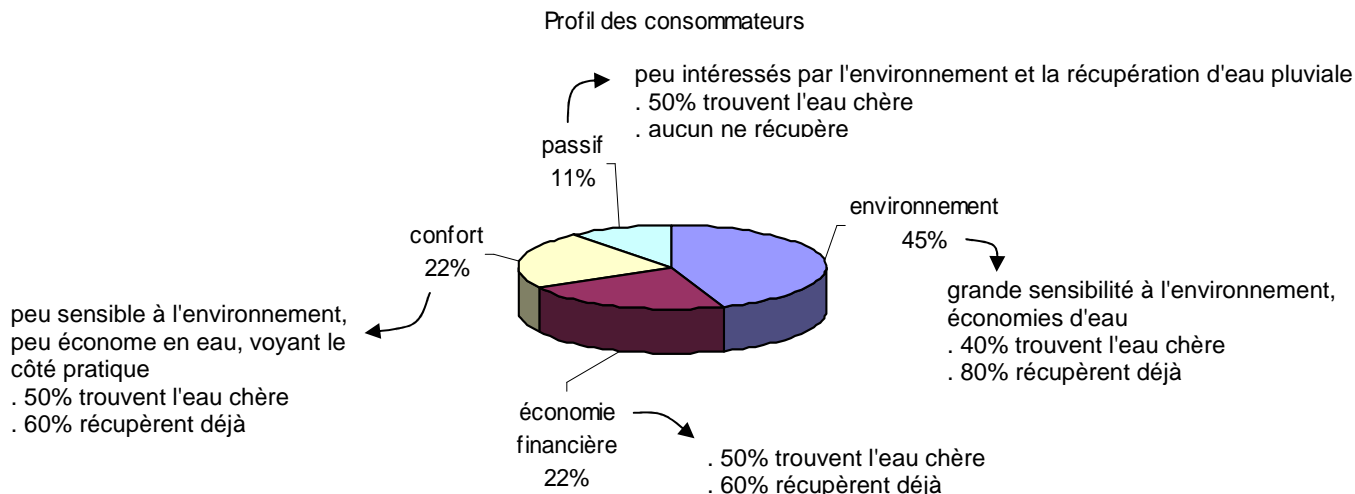


figure 7 : Profils des consommateurs dans le Jura

Boucherot & al., 2005

Un tiers des interrogés se rend compte qu'une grande partie du prix de l'eau est liée au service rendu, tel que l'assainissement. Les raisons des personnes qui ne récupèrent pas l'eau de pluie sont le manque de temps, l'absence d'utilité, le manque d'idée ou le coût financier d'une installation (Boucherot & al., 2005).

Des études scientifiques à Hanovre et Berlin montrent que le recyclage des eaux actuellement ne pose actuellement pas de problème d'acceptation si l'utilisateur ne fait pas de sacrifice dans son confort habituel (Nolde, 2005). Le public est globalement très demandeur de tels systèmes.

o LES ECONOMIES FINANCIERES NE SONT PAS TOUJOURS AVEREES

Eaux de pluie

Chéron et de Gouvello rappellent respectivement que les analyses et les systèmes de traitement des eaux pluviales devront dépendre de leurs usages prédéfinis. En fonction de la qualité requise, récupération et traitement des eaux pluviales ou grises seront plus ou moins économiques. Au niveau économies monétaires, les avis divergent.

D'après Lakel (2006), les avantages économiques seraient les suivants:

- . eaux pluviales : bons pour les habitats individuels, pas pour les collectifs
- . eaux grises : bons pour les habitats collectifs, pas pour les individuels (coût du traitement).

Par ailleurs, d'après une étude de 1994 du Comité scientifique et technique pour les industries climatiques, la récupération de l'eau de pluie était rentable pour les bâtiments ayant besoin de 500 m³/j d'eau non potable compte tenu du prix de l'eau de l'époque : soit 500 logements de 4 personnes ou un hôtel 3 étoiles de 500 chambres, situé en station balnéaire (AREHN, 2000).

Afin d'évaluer ces coûts, l'exemple d'une maison est pris avec les caractéristiques suivantes : 100 m² au sol et 100 m² de jardin ; famille de 4 personnes ; pluviométrie de 750 mm/an, prix de l'eau potable de 3 € / m³ dans le cas idéal où la cuve est suffisamment grande pour recueillir la totalité de l'eau pluviale (56 m³/an), et où il pleut assez régulièrement pour l'alimenter toute l'année (voir annexe 5).

Alors, pour les systèmes permettant d'arroser les jardins, le retour sur investissement est de quelques années. Pour les systèmes à usages domestiques, les données varient, et la simulation peut atteindre 23 ans pour rentabiliser l'installation.

Un exemple d'étude coûts-bénéfices est répertorié (Koenig, 2006) : une famille de 4 personnes (toiture 40 m² /personne, cuve 8 m³/personne) investit dans un système d'utilisation des eaux de pluie pour tous les usages domestiques, l'amortissement est atteint en 5,8 ans. La comparaison est faite par rapport aux cycles de vie (cuve = 70 ans, système de disconnection = 25 ans, tuyaux = 35 ans).

La quantité de pluie récupérée par an est le facteur limitant à une optimisation des coûts. Pour améliorer le temps d'amortissement, une surface de récupération plus grande doit être mise en place. Le prix de l'eau élevé peut être également incitatif à la récupération : on remarque qu'en Allemagne, le prix de l'eau est estimé à 4 €/m³ et atteint dans certaines régions 10 €/m³ (Pagel, 1999).

Ainsi, récupérer les eaux de pluie n'est pas toujours une option économique : le dimensionnement des cuves et des surfaces de récupération est important.

Eaux grises

Pour les eaux grises, peu de données sont disponibles.

Pour les **bioréacteurs à membranes**, le coût du traitement est dégressif en fonction du volume à traiter (Lazorova & al., 2003) :

3 €/m³ pour 75 m³/jour → 1,7 €/m³ pour plus de 300 m³/jour, soit 500 équivalents habitants

Ainsi, pour un flux supérieur à 5000 m³/jour, les bioréacteurs à membranes nécessitent moins d'investissements qu'un traitement conventionnel à boues activées (Gildemeister & Kraume, 2005).

Par ailleurs, le coût d'un cycle de vie de bioréacteur à membrane est de l'ordre de 0,15 €/m³ à 0,34 €/m³. Avec l'arrivée des membranes organiques, ces coûts est amené à baisser.

Pour des **biodisques**, la dépense totale d'énergie est de 1,5 kWh/m³ pour le traitement des eaux de l'hôtel Arrabella (Allemagne, Offenbach): il économise tous les jours les frais de 15 000 litres d'eau potable : l'installation s'amortit en quelques d'années (Nolde, 2006).

Les **réacteurs batch** nécessitent 0,6 kWh/jour, d'où un coût d'environ 30 €/an (équivalent à un réfrigérateur). Un tube UV est changé tous les 6000h, soit 1 400 000 L d'eaux traitées (Nolde, 2005).

Les coûts évoqués ci-dessus sont directement liés à l'installation de systèmes d'utilisation des eaux pluviales ou eaux grises. Or, ils entraînent des coûts dans les filières amont et aval (réseaux d'eau potable et d'eaux usées, environnement) qu'il serait intéressant de chiffrer (Savary, 2006). A ce jour, il semble qu'aucune étude approfondie sur le sujet n'ait été réalisée.

o DES RISQUES SANITAIRES NON NEGLIGEABLES

Eaux pluviales

Pour le MSS, les freins sanitaires à l'utilisation d'eau pluviale se situent à différents : la variabilité de la qualité microbiologique, le problème du premier flot plus chargé en polluants, le développement possible d'algues et la croissance bactérienne, ainsi que le re-largage de matériaux issus de la cuve. Plusieurs facteurs, peu maîtrisables, interviennent dans les risques : la qualité des eaux utilisées, l'exposition des usagers, le piquage et l'interconnexion sur le réseau d'eau potable.

Il est recommandé de stocker les eaux de pluie à l'obscurité et à une température inférieure à 18°C afin de limiter le développement de microorganismes et flore (Pagel, 1999). Il est contre-indiqué de récupérer les eaux pluviales lorsque les toits sont en amiante - ciment (particules), ou en feutre bitumineux (coloration jaunâtre).

Les expériences menées à Meillonas et au Petit Quevilly sur des installations d'eau pluviale donnent plusieurs résultats. Les matières en suspension, la turbidité, le fer et le pH ne satisfont pas toujours aux normes de potabilité, mais n'induisent pas de risques sanitaires. Au niveau bactériologique, un cas de dépassement de la qualité eau de baignade est identifié, ainsi que plusieurs cas où les salmonelles, les bactéries aérobies revivifiables et les *Pseudomonas aeruginosa* sont dépassées. Cela peut induire un risque en cas d'ingestion accidentel. Cependant, il n'est pas mis en évidence de risques dans l'utilisation des eaux de pluie, sauf en cas de piquage sur le réseau (de Gouvello, 2004).

Au Danemark, une étude a été menée concernant 599 composés en vue de déterminer les risques pour la santé humaine. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une utilisation des eaux pluviales pour la chasse de toilettes et les machines à laver. L'étude montre que de 155 polluants peuvent représenter un risque pour la santé humaine : 79 peuvent provoquer des allergies, 72 des cancers, 10 sont mutagènes, et 29 affectent la reproduction. De nombreux autres, non étudiés, pourraient également présenter des risques (Eriksson & al., 2004).

Eaux grises

Les dangers de la réutilisation d'eau grise sont à différents niveaux : micro-organismes, matières en suspension, éléments traces minéraux et organiques, et substances nutritives. Trois voies de contamination sont identifiées : l'ingestion (consommation d'eau, volontaire ou accidentelle ; via l'irrigation ou l'arrosage des produits de consommation), l'inhalation (via l'irrigation par aspersion ou l'utilisation de jets haute pression), et la voie cutanée (via des micro coupures) (Baumont & al., 2004).

o DISCUSSION SUR LES INTERETS

Le tableau reporté en annexe 6 résume la situation de chaque pays européen en terme de ressource en eau. Il permet ainsi d'évaluer les raisons pour lesquelles l'utilisation des eaux pluviales et la réutilisation des eaux grises seraient justifiées. A.N. Angelakis estime que, lorsque le taux d'exploitation des réserves en eaux existantes est supérieur à 20%, une gestion des ressources en eau est nécessaire (Angelakis & al., 2003). Les pays qui sont engagés dans des processus de développement de l'utilisation des eaux pluviales et de la réutilisation des eaux grises sont principalement ceux qui ont des problèmes quantitatifs d'eau, ou qui prévoient en avoir au vu du développement de certaines activités. D'après Chéron, c'est au cas par cas que l'on peut mesurer si le bilan est positif ou non. Quelques intérêts évoqués par certains sont contredits par d'autres sources, comme cité ci dessous :

→ réaliser des économies sur la facture d'eau (moins d'eau potable et plus d'eau recyclée)

Intérêt : la diminution des apports d'eau pluviale aux réseaux d'assainissement est synonyme de meilleure maîtrise financière des coûts d'investissement et de fonctionnement du service d'assainissement (Hérin, 2002). Il en serait de même pour l'eau potable.

Frein : la multiplication des systèmes de récupération des eaux implique une diminution de la consommation en eau potable. Or le prix de l'eau est calculé à partir des frais variables (produits de traitement, quantité d'eau traitée...) et des frais fixes (entretien du réseau, qualité du service...). Ces frais fixes, répartis sur un volume d'eau moindre, entraîneront une hausse des prix de l'eau, pénalisant notamment les usagers ne pouvant pas installer de tels systèmes, et incitant d'autant à la réutilisation (Serrano, 2006, Kammerer, 2006, Savary, 2006).

De plus, sans les considérations ci-dessus, l'étude économique montre qu'utiliser les eaux pluviales n'est pas toujours intéressant. Les coûts d'investissements en logements collectifs sont souvent importants, sans réel retour sur investissement (très variable suivant la région) (Lapray, 2003).

→ solidarité envers les régions défavorisées en terme de richesse en eau (éco-citoyenneté)

« Recycler les eaux en France ne donne pas de l'eau aux pays du Sud » (anonyme, Pollutec)

→ limiter les besoins de potabilisation d'eau et de dimensionnement du réseau d'eau potable

Frein : l'utilisation d'eaux pluviales diminue la consommation en eau potable, mais le dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable ne diminue pas. En effet, en cas de sécheresse, l'alimentation en eau potable des habitats concernés par l'utilisation de l'eau pluviale (et donc à sec après une sécheresse) doit être assurée quand même. Les réseaux doivent donc être dimensionnés en tenant compte de tous (Savary, 2006).

De plus, un réseau surdimensionné nuit à la qualité de l'eau, comme en témoigne l'exemple allemand : en diminuant la consommation d'eau du réseau (beaucoup de réutilisation des eaux de pluie), les temps de séjour étaient devenus trop longs, notamment dans les châteaux d'eau, provoquant des risques sanitaires (Chapgier, 2006). Si le phénomène est généralisé, la gestion de l'eau devra être repensée.

→ lutter contre les inondations

Intérêt : Un calcul simple peut être effectué sur le cas d'un bassin versant moyennement urbanisé (20 ha) où toutes les eaux de pluies sont réutilisées. Alors la diminution du débit de pointe est de l'ordre de 50%. Des mesures de débit réalisées en 1980 à Aix en Provence ont montré qu'il y avait une diminution du débit de pointe de 30% (Deutsch, 2003).

Frein : L'impact escompté sur la diminution du ruissellement des eaux pluviales en cas d'orage exceptionnel ne sont pas si élevés (risque de débordement des stockages, Savary, 2006). En effet, le but d'un utilisateur d'eau de pluie est d'avoir le plus d'eau possible dans sa cuve ; or lutter contre les inondations implique de retenir l'eau, et donc d'avoir des cuves pouvant accueillir cette eau. Les objectifs semblent difficilement conciliables, à moins de surdimensionner les cuves, entraînant des frais supplémentaires aux particulier. De plus, ces bassins sont nécessaires particulièrement aux points critiques : il est difficile de faire supporter, par solidarité, leur construction aux maisons en bas de pente, et de maîtriser l'emplacement des cuves par rapport à la topographie du terrain (Kammerer, 2006).

Par ailleurs, une éventuelle diminution significative des volumes dans les réseaux d'assainissement (surtout unitaires) entraîne des augmentations de dépôts, et donc des problèmes qualitatifs et quantitatifs (Deutsch, 2003). Retenir l'eau à la parcelle pose les problèmes de la surveillance des systèmes de rétention (passage d'une réalisation publique au domaine privé).

De plus, le calcul de la taxe d'assainissement est complexifié : la collectivité restant en charge de l'épuration des eaux pluviales devenues eaux usées, ces eaux doivent faire l'objet d'une prise en compte dans l'assiette de paiement du service rendu : les volumes d'eaux pluviales récupérées et réutilisées doivent venir s'ajouter aux volumes d'eau potable, base de l'application de la redevance d'assainissement par la Collectivité, par le biais de la facture d'eau (Hérin, 2002).

→ préserver les ressources en eau

Intérêt : En habitat individuel ou collectif, les économies d'eau sont de 10 à 30% en récupérant l'eau de pluie. Il est souvent dit que cela permet d'économiser sur le volume d'eau à traiter en "eau potable" et à prélever dans le milieu (Deutsch, 2003).

Frein : En France, le problème ne réside pas dans la quantité d'eau disponible, mais dans la qualité de l'eau (Baumont & al., 2004, Savary, 2006).

De plus, l'emploi des eaux de pluie pour des usages domestiques afin de gérer la rareté de l'eau est à évaluer par rapport aux actions de recherche de fuites et d'autres moyens d'économiser l'eau (tels que la réduction de pression, les appareils hydro-économes, le réglage du jet) (Ministère de la Santé).

→ protéger l'environnement, face à l'augmentation des pollutions à long terme

Intérêt : la pollution des eaux pluviales sans réutilisation est :

. soit relarguée directement dans le milieu naturel → la réutilisation permet de l'éviter

. soit collectée par le système d'assainissement, surchargé en temps de pluie ; la réutilisation permet de diminuer les débits de pointe, et donc d'assurer un meilleur traitement (Deutsch, 2003).

Frein : Si on récupère les eaux de pluie, moins d'eau s'infiltre dans les nappes, et donc polluants tels que les pesticides seront moins dilués. Il y aura donc peut être un problème de concentration des polluants à cause de la récupération (Chapgier, 2006, de Jacquelot, 2006)

Des freins à la mise en place de réutilisation des eaux pluviales sont identifiées dans les opérations Haute Qualité Environnementale : le flou réglementaire, pas de position claire du Conseil Supérieur de l'Hygiène, avis différents suivants les DDASS (Lapray, 2003).

○ EVOLUTION REGLEMENTAIRE ET ENCADREMENT : QUELLES PERSPECTIVES?

Le conseil supérieur pour la conservation de la nature, des ressources naturelles et de l'agriculture du Luxembourg propose de rajouter l'intensification de la mise en place des systèmes de récupération des eaux de pluie au plan national pour un développement durable de 2001.

Au Royaume Uni, une campagne "Save the rain" (économisez la pluie) sponsorisée par Hydro international a été lancée pour encourager la collecte de l'eau pluviale venant des habitations. La campagne est lancée en association avec Waterwise et British Water, et appuiera les évolutions législatives pour faire en sorte que les systèmes de récupération des eaux pluviales soient obligatoires dans tous les nouveaux bâtiments d'ici 3 ans. Des prêts sont également souhaités pour faciliter l'accès au matériel de collecte et stockage dans les maisons. En effet, cela coûte 4500€ mais permettrait d'économiser 50% sur les factures d'eau (water 21).

Les pays du Nord de l'Europe, où l'eau de pluie est utilisée depuis 10 à 15 ans encadrent ces pratiques. L'Allemagne et les Pays Bas reviennent sur leur position depuis 2005, suite à des problèmes techniques ou sanitaires. L'Allemagne incite désormais à utiliser l'eau du robinet (Umweltbundesamt, 2005). Aux Pays Bas, des dérogations sont envisageables mais les mesures à respecter sont très strictes (Siret, 2005, Kammerer, 2006).

En France, le CSTB construit à Nantes le centre expérimental Aquasim, sur 8000 m² pour étudier entre autres la consommation en eau, l'utilisation des eaux de pluie, les impacts sanitaires. A terme, les résultats de ce centre pourront éventuellement être utilisés pour faire avancer la législation et initier des changements. D'ici 2009 à 2010, une réponse sur l'impact sanitaire est espérée (construction mi 2007, mise en service mi 2008) (Lakel, 2006). Le député Patrick Beaudoin a présenté une proposition de loi le 8 décembre 2005, visant à encourager l'installation de citernes de récupération des eaux pluviales, via un crédit d'impôt. La loi sur l'eau a défini le cadre de ce crédit d'impôt : 25 % avec un plafond de 6000 €. Le CSHPF a rendu fin 2006 un avis à la DGS concernant les usages domestiques de l'eau pluviale.

CONCLUSION

Les systèmes utilisant les eaux de pluie et réutilisant les eaux grises sont divers et plus ou moins encadrés suivant les régions. Malgré des problèmes sanitaires potentiels et une rentabilité économique variable, de plus en plus de systèmes utilisant les eaux de pluie sont installés au niveau particulier ou collectif. Le recyclage des eaux grises est moins répandu car faisant appel à des techniques plus complexes. Les usages de ces eaux épurées non potables, concernent principalement l'arrosage du jardin et l'alimentation des chasses des toilettes.

A l'étranger, de plus en plus de pays autorisent voire encouragent les (ré)utilisations des eaux. En France, les intérêts sont discutés. Les particuliers sont très demandeurs. Pour les autorités et les professionnels de la distribution et de l'assainissement, les impacts du développement de ces démarches au niveau de la santé publique, sur les réseaux, et sur la gestion des eaux pluviales, doivent être évalués. Leur développement reste donc timide et dépendra sans doute de la mise en place d'une législation spécifique encadrant les pratiques.

BIBLIOGRAPHIE

60 millions de consommateurs, 2006. 60 millions de consommateurs, hors série découverte (no128).

Accor, 2005. Rapport annuel 2005. Accor. 122 p.

ADOPTA, 2006. [mis à jour. Fiche récupération - réutilisation des eaux pluviales [en ligne]. Association Douaisienne pour la promotion de Techniques Alternatives. Disponible sur Internet, <<http://adopta.free.fr/reutilisation.htm>>, [consulté le 12 octobre 2006].

Angelakis A. N., Bontoux L. & Lazorova V., 2003. Challenges and prospective for water recycling and reuse in EU countries. *Water Science and Technology : Water Supply*, 3 (4), 59-68.

AREHN, 2000. Redécouvrir les usages de l'eau de pluie. Connaître pour agir. AGENCE REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE HAUTE-NORMANDIE (10), 2-5.

Ashley R., Clemens F. & Veldkamp R., 2004. The environmental engineer - a step too far? In: GRAIE (Ed.), *Techniques et Stratégies Durables pour la Gestion des Eaux Urbaines par Temps de Pluie*, Lyon - France, juin 2004. pp. 79-86.

Baumont A., Camard J.-P., Lefranc A. & Franconi A., 2004. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Paris, Observatoire régional de santé d'Ile-de-France Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France. 175 p.

Baumont S., Camard A., Lefranc A. & Franconi A., 2004. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Paris, Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France. 175 p.

Boucherot J., Caillot F., Schmitt D. & Suet A., 2005. Sensibilité de la population du Grandvaux à l'environnement et à la récupération des eaux de pluie. Lyon, ISARA - Parc Naturel Régional d. 62 p.

Carron C., Novembre 2005, Les toits se mettent au vert, *Hydroplus* 158, pp6

Chéron J. & Puzenat A., 2004. *Les eaux pluviales - Récupération, gestion, réutilisation*. Paris, Johanet, 125 p.t

Conseil Régional de Poitou Charente, 2006. [mis à jour: 23 novembre 2006]. Récupérer les eaux pluviales et économiser l'eau potable [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.cr-poitou-charentes.fr/fr/environnement/eau/index3.dml>>, [consulté le 1 décembre 2006].

Cosandey C. & Robinson M., 2000. *Hydrologie continentale*. Paris, p 4 p. Collection U Géographie.t

de Gouvello B., 2004. La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment : les enseignements de suivis in situ d'un dispositif expérimental. In: Novatech (Ed.), *Techniques et Stratégies Durables pour la Gestion des Eaux Urbaines par Temps de Pluie*, Lyon - France, juin 2004. pp. 95 - 102.

de Gouvello B., 2006. Les techniques d'utilisation des eaux pluviales dans le bâtiment. In: G.-G. L.-. ASTEE (Ed.), *Eaux pluviales et assainissement : nouvelles préoccupations sanitaires*, Lyon, 10 octobre 2006. pp. 17 - 32.

de Gouvello B. & Bazar G., 2003. La récupération et l'utilisation de l'eau pluviale dans les bâtiments à usage collectif en France, premier état des lieux. In: Graie (Ed.), *La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération*, Lyon, 12 juin 2003. pp. 22-33.

de Jacquilot V., 2006. Eaux pluviales - le casse tête financier. *Hydroplus* (168), 16-22.

Deutsch J.-P., 2003. Les solutions à la parcelle : la panacée n'existe pas. In: GRAIE (Ed.), *La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération*, Lyon, 12 juin 2003. pp. 82-85.

Environment Agency, 2006. Rainwater Harvesting [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/waterres/>>, [consulté le 20 octobre 2006].

Eriksson E., Braun A., Mikkelsen P. S. & Ledin A., 2004. An approach for identification of problems related to chemical compounds and handling of rainwater in households. In: GRAIE (Ed.), *Techniques et Stratégies Durables pour la Gestion des Eaux Urbaines par Temps de Pluie*, Lyon, France, juin 2004. pp. 87-94.

Gildemeister R. & Kraume M., 2005. Greywater treatment with membrane coupled biological process. Sustainable Water Management, 23 - 26.

Habitat Naturel, 2006. Récupérer l'eau de pluie. Habitat Naturel (8), 45-54.

Hérin J.-J., 2002. Quid de la récupération - réutilisation des Eaux Pluviales dans les Techniques Alternatives. In: C. d. l'ADOPTA (Ed.), Journée - débat sur la récupération - réutilisation des eaux pluviales, actes de la journée-débat, Douai, 7 février 2002.

Idées Maison, 2005. [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.ideesmaison.com/>>, [consulté le 6 décembre 2006].

Koenig K., 2006. Water Sensitive Urban Development On-the-Ground. In, Rainwater Harvesting Workshop, Calgary, 23 juin 2005.

Lapray K., 2003. La gestion des eaux pluviales dans la démarche HQE : quelques réalisations à l'échelle de bâtiments et de quartiers. In: Graie (Ed.), La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération, Lyon, 12 juin 2003. pp. 53-58.

Lazorova V., Hills S. & Birks R., 2003. Using recycled water for non potable, urban uses : a review with particular reference to toilet flushing. Water Science and Technology : Water Supply, 3 (4), 69-77.

Leroy Merlin, 2006. Comment récupérer les eaux de pluie [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.leroymerlin.fr/mpng2-front/pre?zone=zonecatalogue&idLSPub=1084897009&renderall=on>>, [consulté le 6 décembre 2006].

Lücke F.-K., 2005. Grauwasser-Recycling : Planungsgrundlagen und Betriebshinweise. Darmstadt, Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V., 27 p.t

Luneau, S., Avril 2006, Silfiac, un lotissement économe en eau, Hydroplus 162, pp10

Luneau, S., Juin 2006, A chaque DDASS son avis, Hydroplus 164, pp6

Masi F., 2005. Constructed Wetlands. Sustainable Water Management, 19 - 22.

Ministère de la Santé et des Solidarités, 2006. Lettre aux préfets : Position relative à l'utilisation des eaux de pluie pour des usages domestiques. Ministère de la Santé et des Solidarités, 5.

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2006. Les enjeux environnementaux de la réutilisation des eaux pluviales. Direction de l'Eau, 2.

Nolde E., 2005. Water recycling in german households. Sustainable Water Management, 10 - 12.

Nolde E., 2006. [mis à jour. [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.nolde-partner.de/>>, [consulté le 19 novembre 2006].

OMS, 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. World Health Organization. 93-99 p.

Pagel R., 1999. Recyclage des eaux de pluie. Paris :, 122 p. Collection Publit Elektor.t

Panesar A. & Lange J., 2003. Gestion durable de l'eau dans le quartier Vauban de Freiburg, Allemagne. In: Graie (Ed.), La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération, Lyon, 12 juin 2003. pp. 35-44.

Paris P., 2002. Dispositifs existants et coûts d'investissement. In: C. d. l'ADOPTA (Ed.), Journée - Débat sur la récupération - réutilisation des eaux pluviales, Actes de la journée-débat, Douai, 7 février 2002.

Rathjen D. & Cullen P., 2003. Recycling water for our cities. Australie, Groupe de travail pour le Prime Minister's Science, Engineering and Innovation Council. 44 p.

Siret F., 2005. Recyclage des eaux pluviales : une technique prometteuse à manier avec prudence. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment (5287), 78-82.

State regulations U.-S., 1999. [mis à jour. Composting Toilets, Graywater Systems, and Constructed Wetlands, APPENDIX 3 [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.weblife.org/humanure/appendix3.html>>, [consulté le 17 octobre 2006].

Thépot, Y., Février 1999, La réutilisation des eaux usées domestiques, hors usages agricoles, synthèse bibliographique ENGREF

Umweltgebundsamt, 2005, Versickerung und Nutzung von Regenwasser : Vorteile, Risiken, Anforderungen, pp42

Entretiens :

Chapgier, J., 2006, Grand Lyon, salon Pollutec, Lyon, 28 et 29 Novembre 2006

Kammerer, B., 2006, Véolia Water, salon Pollutec, Lyon, 28 et 29 Novembre 2006

Lakel, A., 2006, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Conférence sur l'épuration et la réutilisation dans le bâtiment, salon Pollutec, Lyon, 28 et 29 Novembre 2006

Savary, P., 2006, Etudes Conseils Eau, 20 octobre 2006

Serrano, 2006, Lyonnaise des Eaux, salon Pollutec, Lyon, 28 et 29 Novembre 2006

ANNEXES

annexe 1 : Caractéristiques de l'eau de pluie et des eaux grises	20
annexe 2 : Récapitulatif des réglementations sur la réutilisation des eaux grises aux Etats-Unis	21
annexe 3 : Critères de qualité requis pour les eaux de chasses des toilettes	23
annexe 4 : Exemples d'installations utilisant eaux pluviales ou eaux grises.....	24
annexe 5 : Evaluation coûts bénéfiques d'une installation de récupération – réutilisation d'eau de pluie	26
annexe 6 : Récapitulatif des prix de l'eau et des préoccupations liées à la ressource en fonction du pays.....	27

annexe 1 : Caractéristiques de l'eau de pluie et des eaux grises

Paramètres	Concentration moyenne (mg/L)	Limite de qualité eau potable (mg/L)
pH	5	6,5 - 8,5
Plomb	0,1	0,05
Zinc	0,1	0,004 - 0,2
Nitrates	0,3	10 - 400
Ammonium	0,3 - 0,6	100 - 1400

Acidité notamment dans le nord et l'est. Plus de chlorures, potassium, calcium, magnésium dans les régions océaniques, (Miquel, 2003, in Baumont & al., 2004).

Caractéristiques de l'eau de pluie en France (moyennes annuelles) - Deutsch, 2003

	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	P (mg/L)	N (mg/L)	pH	Coliformes fécaux 1/mL
Douche, bain, lavabo	52 +/-18	189 +/-78	94 +/- 42	-	-	-	10 ¹ à 10 ⁵
Evier de cuisine	105 +/-78	339 +/-173	252 +/- 146	-	-	-	
Lave linge	89 +/-56	193 +/-115	140 +/- 60	-	-	-	
Total eaux ménagères	247	721	487	5	13	8	10 ² à 10 ⁶

P : phosphore, N : azote; +/- représente l'écart type calculé à partir des valeurs des différentes études

Sources : Butler et al (1995, quatre études menées aux USA entre 1974 et 1986), Durand et Golicheff (1978, étude sur deux pavillons et un immeuble en France), Gildemeister & Kraume, 2005

Charges de pollution d'une eau grise

annexe 2 : Récapitulatif des réglementations sur la réutilisation des eaux grises aux Etats-Unis

(State regulations, 1999)

Etat	douche, bains	lavabos	lave linge	lave vaisselle	évier de cuisine	eaux diverses sans eaux noires	Usage
Alabama	X	X	X	X	X		Fosse septique puis champ d'épandage, 50 pieds par dwelling
Alaska	X	X	X	X	X	X	Pas de règlement existant
Arizona	X	X	X	X			irrigation de surface (autorisation du département pour l'irrigation), doit pouvoir contenir un évènement pluvieux de retour 10 ans, eau grise : max 25 CFU / 100mL pour coliformes fécaux, et moins de 2mg/L de chlore Possibilité de traiter avec lit filtrant
Arkansas							Pas de définition. Les eaux grises doivent être traitées comme les eaux usées, avec fosse septique et champ d'épandage. Autre méthodes au cas par cas
Californie	X	X	X				Les eaux venant de vêtements souillés sont interdites. Autorisation de l'autorité administrative, nécessaire, en fonction du niveau des eaux souterraines, de la localisation, du type de sol, de la surface disponible. Solution autorisée : champs d'irrigation de subsurface. Pas d'arrosage de légumes.
Colorado	X	X	X	X	X	X	collecte, traitement, et épandage, avec fosse septique
Connecticut	X	X	X	X	X	X	En accord avec les "Technical Standards". Fosse septique, leaching system d'au moins la moitié de la taille du système d'assainissement classique
Delaware							Pas de définition. Pas de règlement existant
Floride	X	X	X	X			cuve d'au moins 250 gallons, recevant moins de 75 gallons/j Surface d'épandage pour un habitat de 1 à 2 chambres, 75 square feet minimum, plus 25 sq feet/chambre
Georgia	X	X	X	X			cuve d'au moins 500 gallons, recevant moins de 75 gallons/j Surface d'épandage doit être basé sur le nombre de chambres
Hawaii	X	X	X	X			possibilité d'au plus de 10000sq feet; possibilité de filtre à sable, lits et tranchées d'absorption, tertres, ou irrigation; dimensionnement basé sur 150 gallons /j.chambre, cuves de 600 gallons minimum
Idaho	X	X					Guidelines dans le Technical Guidance Manual; autorisation uniquement à titre expérimental; cuve, filtre, pompe, système d'irrigation; interdiction en cas de légumes: interdiction d'arrosage en surface, ou d'atteinte du niveau de la surface par l'eau recyclée.
Kansas							Aucune définition, aucune réglementation. Eventuellement possible lorsque les systèmes traditionnels sont impossibles.
Kentucky	X	X	X	X	X		uniquement les eaux des machines à laver sont autorisées à être traitées, via une tranchée d'infiltration
Maine							uniquement les eaux des machines à laver sont autorisées à être utilisées, via une fosse septique et un champ d'épandage; Approbation par l'inspecteur plombier
Maryland							Aucune définition; autorisation au cas par cas
Massachussets							Aucune définition; Fosse septique, filtre; lit filtrants ou évapotranspiration approuvés au cas par cas.
Michigan							Aucune définition; une des plus anciennes réglementation quant aux eaux grises. Chaque comté est libre de faire ses choix; le département de la santé a publié le Guidelines for Acceptable Innovative or Alternative Waste Treatment Systems and Acceptable Alternative Graywater Systems; système testé par le National Sanitation Protocol ou une agence de test indépendante

Etat	douche, bains	lavabos	lave linge	lave vaisselle	évier de cuisine	eaux diverses sans eaux noires	Usage
Minnesota							Aucune définition, autorisation uniquement si un système standard est impossible ou n'est pas la solution la plus efficace; fosse septique, drain de 2 inches de diamètre maximum; 2 chambres: 300 gallon; 3-4 chambres: 500 gallons; 5-6 chambres: 750 gallons; 7-8-9 chambres: 1000 gallons; pour plus, chaque chambre implique 300 gallons
Missouri	X	X	X				aucune réglementation
Montana							Aucune définition, fosse septique et champ d'épandage
Nevada							Autorisation de l'autorité locale habitat par habitat; utilisation pour irrigation souterraine; interdiction pour les sols dont perméabilité < 120min/inch; cuve d'au moins 50 gallons, avec surverse + divers conseils
New Hampshire							Aucune définition, aucune réglementation, mais ouvert à tout système alternatif au cas par cas.
New Jersey	X	X	X	X	X	X	Autorisation de l'autorité locale, fosse septique et champs d'épandage
New Mexico	X	X	X	X	X		Fosse septique. Possibilité en irrigation sub surface
New York							Approbation par le departement de la santé; dimensionnement basé sur 75 gallons/jour.pers; fosse septique ou fosse aérobie.
North Carolina							Aucune définition, aucune réglementation
North Dakota	X	X	X	X	X		fosse septique, ou cuve de sédimentation, puis infiltration dans le sol ou autre système alternatif
Oregon							Approbation par Environmental Quality Commission; fosse septique, champs drainant
Pennsylvanie	X	X	X	X	X		cuve de traitement
Rhodes Island	X	X	X	X			Fosse septique
Dakota du Sud	X	X	X	X	X		dimensionnement basé sur minimum 25gallons /j.pers Temps de rétention de 3 jours dans fosse septique; recyclage pour les chasses de toilettes, l'irrigation de produits non alimentaires, l'infiltration ou tertre
Texas	X	X	X				Autorisation de l'autorité locale et du State Board of Plumbing Examiners. Traitement par fosse septique et épandage
Washington							Aucune définition; approbation du bureau local de la santé. Fosse septique et drains d'épandage sub surface + nombreuses recommandations
West Virginia							Aucune définition, approbation du directeur nécessaire. les tuyaux d'épandage doivent mesurer moins de 2inches; taille de la fosse septique: 2 chambres = 500 gallons; 3-4 chambres = 750 gallons; 210 gallons par chambre supplémentaire
Caroline du Sud							Aucune définition, aucune réglementation. A priori, traité comme eau usée
Canada							voir les agences locales du ministère de la santé
Illinois, Indiana, Iowa, Mississipi, Louisianne, Nebraska, Ohio, Oklahoma, Tennessee, Utah, Vermont, Virginia, Wisconsin, Wyoming							Aucune définition, aucune réglementation

annexe 3 : Critères de qualité requis pour les eaux de chasses des toilettes

	Coliformes Fécaux (CFU/100mL)	Coliformes Totaux (CFU/100mL)	E.Coli (CFU/100mL)	DBO ₅ (mg/L)	Turbidité (NTU)	MES (mg/L)	Oxygène dissous	pH	Cl ₂ résiduel (mg/L)
US EPA (LD)	14 pour tout échantillon 0 pour 90% des échantillons		1	10	2			6-9	1 CT = 30
Floride (O)	25 pour tout échantillon 0 pour 75% des échantillons			20		5			1
Texas (O)	75 (O)			5	3				
Canada, BC (O)	moyenne 2,2 14 pour tout échantillon			10	5	10			
Allemagne (LD)	100 (LD)	500 (LD)		20 (LD)	1-2 (O)	30	80-120	6-9	
Japon (O)	10 pour tout échantillon	10		10	5			6-9	
South Australia			<10	<20	<2				
arrosage pelouse OMS	200 (LD) 1000 (O)								
eau de baignade UE	200 (LD) 1000 (O)	500 (LD) 10 000 (O)			2 (LD) 1 (O)		80-120 (LD)	6-9	
R.U BSRIA	14 pour tout échantillon 0 pour 90% des échantillons								

O : obligatoire ; LD : ligne directrice

Source : Lazorova & al., 2003, Water Science and technology

annexe 4 : Exemples d'installations utilisant eaux pluviales ou eaux grises

Lieu, année	Surf. toiture	hab.	Usage	Stockage	Réserve/hab	Réserve/surf
1) Saint Ouen ¹ LQCM*, (93), 1999	.gravillonnaire .zinc	180	toilettes, nettoyage	150 m ³ béton	0,83	-
2) Meillonas ² (01), 1996-97	458 m ²	36	toilettes, nettoyage	15 m ³ (15 cuves modulaires) PEHD + stockage tampon	0,42	32 mm
3) Petit Quevilly ² (76)	1260 m ²	117	toilettes	20,5 m ³ , 2 cuves béton + stockage tampon	0,17	16 mm
4) Balme de Sillingy ³ (74)	2000 m ²	105	toilettes, arrosage, nettoyage, incendie	60 m ³	0,57	30 mm
5) Mordelles (35) ³	-	-	toilettes	-	-	-
6) Saint Max (54) ³	-	-	arrosage	-	-	-
7) Courbevoie (92) ⁴ par Nexity, 2005	200 m ² gravillonnaire	~ 300	toilettes	70 m ³ , 5 filtres	0,23	350 mm

¹ de Gouvello, 2006, ² de Gouvello, 2004, ³ de Gouvello & Bazar, 2003, ⁴ Siret, 2005. *LQCR : Logements Qualité à Coûts Réduits ; Notes : En 1), 3) et 7) les eaux sont colorées en jaune ou bleu.

Exemples d'installations de récupération-utilisation des eaux pluviales en France

Ville ou région	Opération
Silfiac (56) ¹	lotissements HQE (citernes de 7m ³ en béton pour jardins et toilettes)
Langouët, La Gacilly (56) ¹	création d' un éco-village par l'association loisirs-vacances-tourisme
Loos en Gohelle (62) ²	lotissements
Lorient (56)	logements sociaux (usages non alimentaires) 2000 : vente de cuves de récupération d'eau de pluie pour l'arrosage 2002 : Cap l'Orient* finance l'achat de cuves (500L ou 1300L) à hauteur de 40%. buts : écologique, économique et solidaire
Rennes (35)	
Vannes (56)	opérations d'incitation à la récupération des eaux de pluie
Aix les Bains (73)	
Poitou Charente ³	2006 : opération "200 premiers kits eaux pluviales" (aides à hauteur de 700 € pour cuve de 2500 L , pour toilettes). Succès surtout à La Rochelle et Poitiers 2006 : opération "10 000 tonneaux récupérateurs d'eau de pluie" (aides à hauteur de 30% pour l'achat de tonneaux, usages extérieurs). Succès surtout à Poitiers et Niort

Liste non exhaustive

*Communauté d'agglomération du Pays de Lorient, 19 communes

¹ Luneau, S., 2006, ² Carron, 2005, ³ Conseil Régional de Poitou Charente, 2006, Habitat Naturel, 2006.

Les incitations à l'utilisation des eaux de pluie, France

Pays	Exemples
Allemagne ^{1,2}	. depuis 1995 : association professionnelle FBR (300 membres), ambition de créer un réseau européen . 20% des grandes villes subventionnent à 50% le recyclage des eaux pluviales : perspective d'atteindre 15% des bâtiments utilisant l'eau de pluie . depuis mars 2000 : Lüdeckestrasse, près de Berlin, eau de pluie collectée et utilisée par environ 200 personnes pour les chasses de toilettes et l'arrosage d'espace verts, qualité de l'eau après traitement "eaux de baignade". . investissement de 2000 €/maison de 4 personnes : couverture de 40-50% des besoins
Pays Bas ³	
Deventer	. 200 maisons utilisant l'eau pluviale pour l'alimentation des toilettes, l'arrosage et les laves-linge (réduction de 80% de la consommation d'eau potable ; un cas de problème sanitaire : eaux noires connectées à la citerne des eaux de pluie).
Waterwijk (Amsterdam)	. 240 maisons avec installation utilisant l'eau de pluie pour les toilettes (1998)

¹ Chéron & Puzenat, 2004, ² Nolde, 2006, ³ Ashley & al., 2004

Exemples d'utilisation des eaux pluviales, Europe

Lieu	Détails
France Annecy ¹ , 1999	<i>Echelle de démonstration</i> 40 appartements, 120 habitants , eaux grises (eaux des bains, douches, lavabos, lave-linge, lave-vaisselle, évier de cuisine) traitées par décantation, bio-réacteur à membranes, et désinfection par des UV, utilisation pour alimenter les chasses des toilettes. Couverture de 50 à 70% des besoins totaux des appartements, soit plus que nécessaire pour les toilettes. Le système a fonctionné plus de deux ans en pilote, puis a été stoppé faute de financement
Allemagne ⁴ Freiburg, Quartier Vauban ² , 1999 Offenbach, hôtel Arrabella- Sheraton ³ , 1996 Luebeck Flintenbreite	<i>650 systèmes en fonctionnement avec des "réacteurs batch" multi étages. Ils permettent tous l'utilisation de l'eau pour la chasse des toilettes, et la moitié d'entre eux ont la possibilité d'utiliser l'eau pour les lave-linge*</i> Quartier complet : eaux grises (cuisines, salles de bain), initialement traitées par un filtre à sable aéré. Suite à des problèmes, installation d'un filtre à membrane. Utilisation des eaux traitées pour l'alimentation des toilettes et l'arrosage des espaces verts hôtel 4 étoiles, 400 lits , utilisation de l'eau des bains et des douches pour les chasses de toilettes, bac de décantation, disques biologiques, 2 ^e bac de décantation, désinfection par des UV 100 habitations, les eaux grises vont, par gravité, dans une zone humide aménagée (type lit filtrant) : un traitement biologique, rejet dans une crique
Japon Tokyo Tokyo, hôtel Miyako ¹ , 1982	<i>Japon: 33% des foyers recyclent EG pour alimenter toilettes, 400 immeubles équipés à Tokyo</i> Pour les immeubles de plus de 30 000 m ² au sol ou susceptible de réutiliser plus de 100m ³ d'effluent traité par jour doit être équipé d'un double réseau de distribution ⁵ et de mini stations d'épuration pour réutilisation dans les toilettes ⁷ Hôtel de luxe de 500 chambres , recyclant 160m ³ /jour, membranes d'ultrafiltration
Mauritanie ⁶	projet d' hôtel O'NOMMO du groupe Accor devant aboutir en 2008, "laboratoire d'idées pour la construction des hôtels en Afrique"

¹ Lazorova & al., 2003, ² Panesar & Lange, 2003, ³ Nolde, 2006⁴, Nolde, 2005, ⁵ Baumont & al., 2004, Puil, 1998 ⁶ Accor, 2005, ⁷ Thépot, 1999

* Le système réacteur batch est également utilisé en **Espagne, Arabie Saoudite, Australie, Afrique du Sud, et aux Maldives**

Récapitulatif des projets de réutilisation des eaux grises

annexe 5 : Evaluation coûts bénéfiques d'une installation de récupération – réutilisation d'eau de pluie

fin d'évaluer les coûts, l'exemple d'une maison est pris :

→ 100 m² au sol et 100 m² de jardin ; famille de 4 personnes ; pluviométrie est de 750 mm/an. D'après la méthode indiquée plus haut, le volume potentiellement récupérable est au maximum 56 m³/an, soit 4,7 m³/mois si la pluie est répartie également sur l'année. Il s'agit du cas idéal où la cuve est suffisamment grande pour recueillir la totalité de l'eau pluviale, et où il pleut assez régulièrement pour l'alimenter toute l'année. Le volume nécessaire pour arroser 100 m² de jardin sur les mois de juin, juillet, août est 28 m³ (arrosage basé sur 3L/m²/j en été, AREHN) .

Les coûts de différents types de systèmes de récupération d'eaux pluviales ont été répertoriés ci-dessous, et le volume d'eau de pluie collectée nécessaire au retour sur investissement a été calculé à partir du prix de l'eau potable du réseau, estimé ici à 3 € / m³.

source	Installation	Coût estimé	retour sur investissement, dans le cas idéal	Commentaires
Usages extérieurs				
1	Cuve (dès 225 L) + robinet + couvercle et réceptacle à gouttière	45 €	15 m ³ → rentabilisable la première année	autonomie limitée, arrosage du jardin à l'arrosoir
2	cuve polyéthylène 300L + filtre + pompe à main	200€	67 m ³ → rentabilisé en au moins 2 ans	
1	Système de récupération + cuve extérieure (400 à 800 L) + robinet + socle et couvercle	180 €	60 m ³ → rentabilisé en au moins 2 ans	
1	Système de récupération + citerne extérieure (400 à 800 L) + pompe	330 €	110 m ³ → rentabilisé en au moins 3 ans	arrosage au jet possible, peu esthétique et sensible au gel
3	cuve 3000L + panier filtrant + regard + pompe + aspiration 2mm	1425€	475 m ³ → rentabilisé en au moins 9 ans	
Usages intérieurs				
4	cuve 4000L (terrassier) + installation plomberie soit même + pompe + filtre	1400-1500€	475 m ³ , soit ~ 9 ans pour une famille de 4 personnes *	pour toilettes et lave-linge
2	cuve 7500L système complet d'alimentation domestique	3500€	1 167 m ³ , soit ~21 ans pour une famille de 4 personnes *	toilettes, lave linge, douches, lave vaisselle...
1	filtre + réservoir (~ 10 000 L) + pompe + canalisations	3 800 €	1 267 m ³ , soit ~23 ans pour une famille de 4 personnes *	toilettes, lave linge, arrosage

* car le maximum récupérable par an est 56 m³ ; 1 : AREHN, 2000, (données initiales en francs, avec 1 € = 6,56 Francs), 2 : 60 millions de consommateurs, 2006; 3 : Boucherot & al., 2005 ; 4 Idées Maison, 2005

Calcul sommaire des économies réalisées

annexe 6 : Récapitulatif des prix de l'eau et des préoccupations liées à la ressource en fonction du pays

Les pays européens dont les réserves en eau sont exploitées à hauteur de plus de 20% sont notés en italique (à ajouter à cette liste : Hongrie, Moldavie, Roumanie, Ukraine, Pologne, et Bulgarie). Une gestion des ressources en eau est alors nécessaire.

Les pays faisant face à des problèmes ressource en eau dans les îles sont soulignés (plus Bulgarie). En outre, la présence de lignes directrices (LD) concernant la réutilisation des eaux usées épurées est signalée.

LD	Pays	prix EP (€)	Raison éventuelle recensée d'une utilisation des eaux pluviales ou réutilisation des eaux grises
oui	<i>France</i>	2,56	. développement de cultures à irrigation intensive . diminution des niveaux des nappes après les récentes sécheresses, même au nord ouest, problème de ressources aquifères
	<i>Italie</i>	0,71	. irrigation . traitement des eaux potables et des eaux usées financés directement par les impôts
	<i>Espagne</i>	0,90	. irrigation . diminution estivale des niveaux dans les rivières
en prévision	<i>Belgique</i>	2,43	. un des pays avec le moins d'eau disponible . (ré)utilisation utile pour les périodes de pointe l'été . 15 m ³ gratuits /hab/an ²
	<i>Grèce</i>	0,96	. grosse augmentation de la demande en eau en 50 ans . notamment : tourisme qui augmente la demande l'été . pression sur les ressources en eau douce dans le sud, due au tourisme et à l'irrigation . 83% des traitement d'eaux usées se trouvent dans un région avec un déficit hydrique
	<i>Portugal</i>		. irrigation
	<i>Suède</i>		. quelques zones où l'eau est rare, notamment pour l'irrigation
	<i>Pays Bas</i>	2,65	. problème d'approvisionnement en eau durant les sécheresses (irrigation, bétail, baignade, industrie) . existence de taxes et de limites sur le prélèvement en aquifère, afin de retrouver le niveau des eaux souterraines
	<i>Royaume Uni</i>	2,89	. peu de problèmes quantitatifs d'eau en temps normal, mais sécheresses ces dernières années : pression publique, politique et climatique en faveur de récupération
aucune	<i>Autriche</i>		. pas de problème de quantité d'eau, 159 L/j.hab . préoccupation pour la qualité : consommation limitée pour les industries par exemple
	<i>Danemark</i>	4,53	. prix élevé de l'eau (incitatif pour les industries), mais pas de préoccupation majeure pour une (ré)utilisation éventuelle
	<i>Finlande</i>	2,33	. un des pays ayant le plus d'eau disponible par habitant
	<i>Allemagne</i>	4,45 3,62	. peu d'incitation à la réutilisation des eaux usées, mais le haut niveau de protection de la ressource peut inciter . dans quelques Länder, nouvelles législation pour la collecte des eaux d'orage, centrées sur l'écologie et l'économie . pays le plus cher de l'Europe
	<i>Irlande</i>		. climat humide, peu d'incitation
	<i>Luxembourg</i>		. pas de problème d'approvisionnement en eau douce, mais protection des cours d'eau l'été (recyclage industriel), incitation à la récupération des eaux pluviales pour l'agriculture, l'industrie, et les usages domestiques
	<i>Suisse</i>	1,09	assainissement gratuit .
	<i>Australie</i>	1,39	climat variable, avec épisodes de sécheresse
	<i>Etats Unis</i>	1,06	
	<i>Hongrie</i>	0,69	Pays le moins cher d'Europe
	<i>Japon</i>	0,07	Pays le moins cher du monde

Source : Angelakis & al., 2003, Rathjen & Cullen, 2003

TECHNICAL SYNTHESIS

**RAIN WATER UTILISATION
AND GREY WATER REUSE
IN RESIDENTIAL AREAS**

JANNY Pauline

Courriel : pincon@engref.fr

January 2007

ENGREF Centre de Montpellier
B.P.44494 - 34093 MONTPELLIER CEDEX 5
Tél. (33) 4 67 04 71 00
Fax (33) 4 67 04 71 01

Office international de l'eau
15 rue Edouard Chamberland -
87065 LIMOGES CEDEX
Tel : (33)5 55 11 47 47
Fax : (33)5 55 11 47 48

PLAN

GLOSSARY	1
KEY WORDS	2
ABSTRACT	2
RESUME	2
INTRODUCTION	3
ACTUAL CONTEXT AND DEFINITIONS	3
○ WHAT ARE RAIN WATER AND GREY WATER ?	3
Rain water comes from the run-off and is not concentrated.....	3
Grey water comes from domestic uses and has variable loadings	3
○ WHAT ARE THE WATER USES IN RESIDENTIAL AREAS?	4
The housing can be either individual or collective	4
The use of treated water is possible for some domestic uses.....	4
What kind of demand is there ?	5
○ NORMATIVE AND LEGAL ASPECTS : THE PUBLIC AUTHORITIES POINT OF VIEW	5
Diverse points of view around the world	5
In France, these systems are treated with caution	6
TECHNIQUES AND EXAMPLES	7
○ DIFFERENT TECHNIQUES TO CREATE AN INSTALLATION	7
Rain water techniques	7
Grey water techniques	8
○ EXAMPLES OF SUCH SYSTEMS ARE INCREASING	10
Rain water uses in Europe.....	10
Grey water reuse, in the world.....	10
WHAT FUTURE FOR RAIN WATER USE AND GREY WATER REUSE?	11
○ A CURRENT THEME	11
○ FINANCIAL SAVINGS NOT ALWAYS OBSERVED	12
○ NON NEGLIGIBLE SANITARY RISKS	13
○ DISCUSSION ON ADVANTAGES	13
○ EVOLUTIONS IN REGULATION AND THE FRAMEWORK	15
CONCLUSION	15
BIBLIOGRAPHY	16
ANNEXES	18

<i>figure 1 : Different uses of water in domestic houses.....</i>	<i>4</i>
<i>figure 2 : Diagram of the water uses, in percent, adapted from Lücke, 2005.....</i>	<i>5</i>
<i>figure 3 : Combined system: horizontal and vertical flow (Masi, 2005).....</i>	<i>9</i>
<i>figure 4 : diagram of different membrane bioreactors</i>	<i>9</i>
<i>figure 5 : Examples of rain water use, Europe.....</i>	<i>10</i>
<i>figure 6 : Summary of grey water reuse projects.....</i>	<i>11</i>
<i>figure 7 : Consumers' profiles, in Jura</i>	<i>11</i>

GLOSSARY

ADOPTA : Douai town Association for Alternative Techniques
 AREHN : "Haute Normandie" Regional Association for the Environment
 BSRIA : Building Service Research and Information Association
 CSHPF : French Superior Council for Public Hygiene
 BOD₅ : Biochemical Oxygen Demand in 5 day
 COD : Chemical Oxygen Demand
 DDASS : Departmental Direction for Social and Sanitary Issues
 FBR : Fachvereinigung Betriebs und Regenwassernutzung (Association of rain water harvesters, Germany)
 GRAIE : Rhône Alpes' Research Group
 HQE : High Environmental Quality
 MEDD : Ministry of Environment and Sustainable Development
 MES = TSS : Total Suspended Solids
 OMS = WHO : World Health Organisation
 MSS : French Ministry of Health and Solidarity
 SIADO : Syndicate of several communities for the Sewage of the Douai region

KEY WORDS

Rain water, grey water, collection, storage, treatment, reuse, domestic use

ABSTRACT

All over the world, systems that use rainwater and that recycle grey water are increasing. Rain water is collected from roofs, whereas grey water comes from domestic effluents (showers, baths, washbasins, and even washing machines, dish washers and kitchen sinks). In residential areas, the main uses of non potable water quality are for the watering of gardens and the flushing of toilets.

There are many reasons for this increase ; two of the most frequent reasons are to save money and storage for dry seasons. But there are new reasons like the saving of water resources and the desire to reduce "drinking water" consumption for domestic use in households which is leading people to use recycling systems.

However, regulations concerning these techniques are different from one country to another. Some countries encourage them while some forbid them. Rain water and grey water are actually both polluted, but are polluted at different stages and are not free of bacterial pollution. Treatment systems are diverse, which has led to the distribution of non drinking water systems into households, causing some sanitary risks. Value for money depends on size, use, durability, and maintenance requirements.

Constraints such as regulations, sanitary norms, different techniques and economy are factors that have been evaluated in order to indicate future trends. This also involves public acceptance and the integration into the existing drinking water and sanitation supply system.

RESUME

Les systèmes de récupération - gestion - (ré)utilisation des eaux de pluie et eaux grises se développent dans différentes régions du monde. Les unes sont récupérées depuis les toitures, et les autres sont issues des eaux domestiques (douches, bains, lavabos, voire lave linge, lave vaisselle et éviers de cuisine). En zone résidentielle, les usages de ces eaux recyclées, non potables, concernent principalement l'arrosage du jardin et l'alimentation des chasses des toilettes.

Le plus souvent attirés par des économies monétaires sur la facture d'eau, il s'agit aussi pour les particuliers de prévenir les périodes de sécheresse. Les nouvelles préoccupations sur la protection de la ressource en eau et la volonté de ne pas "gâcher" une eau potable pour des usages non alimentaires motivent également ces pratiques.

Cependant, les réglementations concernant ces usages varient selon les pays, allant de l'incitation à l'interdiction. En effet, à des degrés différents, eaux de pluie et eaux grises sont chargées et non indemnes de pollution bactériologique ce qui pose des risques sanitaires évidents : ces eaux tendent à être utilisées pour des usages traditionnellement fournis par l'eau potable du réseau. Des techniques d'épurations diverses existent pour diminuer la charge de ces eaux mais la rentabilité économique de telles installations dépend de la taille, l'usage, la durabilité, l'entretien...

Suite à un bilan de la situation actuelle, les perspectives d'avenir sont évaluées : évolutions réglementaires, sanitaires, techniques et économiques, acceptation sociale, intégration dans le système d'alimentation en eau potable et d'assainissement sont autant de paramètres à prendre en compte.

INTRODUCTION

In the 19th century, common rain water cisterns disappeared to be replaced by the drinkable water supply and sewage networks, first in Paris. The drinking water network in France was built in the 1980's, and water treatment is still not generalised. Moreover, important climatic phenomenon have led to new problems : big storms create floods, with the problem of rain water management, whereas dry periods are more and more frequent, adding to the problem of water resource management.

In this context, alternative techniques have become more important, particularly the use of rainwater and the re-use of grey water.

This synthesis deals with residential areas, that is to say the management of water in living places. First, rain water, grey water and the legal frame work will be defined. Then, the techniques for (re)using water will be explained, and some examples will be given. Finally, social, economical and sanitary advantages and drawbacks will be summed up, in order to discuss the evolution of these systems.

The rain water use deals only with Europe, while grey water reuse deals with worldwide cases.

ACTUAL CONTEXT AND DEFINITIONS

o WHAT ARE RAIN WATER AND GREY WATER ?

Rain water comes from the run-off and is not concentrated

The EN 12056-1 norm¹ defines rain water as water coming from natural rainfalls that have not been voluntarily polluted.

Rain water is collected from roofs, thanks to guttering and pipes. It is not potable water as some pollutants from the atmosphere or roof get into the water. 15 to 20% of the pollution comes from the atmosphere, and 75 to 85% comes from the roof. In towns, deposits (from industry, cars : TSS, organic matter, metals such as lead, zinc) have higher levels. So, vegetal or animal remains, metals, aerosols, particles from the atmosphere (nitric and sulphuric acids) get into the water. Concerning pesticides, rates can reach 1×10^{-3} to 5×10^{-3} mg/L in 10% of cases (Baumont & al., 2004).

Rain water is acidic, soft, with few minerals, and consequently is corrosive and aggressive. It contains sulphates, sodium, calcium, ammonium and even nitrates. The composition is described in annexe 1. These parameters are variable, depending on the period and on the region. Particles and pH often exceed the limit values of drinkability (Miquel, in Baumont & al., 2004).

Worldwide, the estimates give 711 mm of rainwater and 463 mm of evaporation and transpiration on emerged surfaces (Cosandey & Robinson, 2000). However, a catchment area in South East of France has values of 895 mm/year, evaporation and transpiration of 1155 mm/year. Such balances are variable from one region to another : water harvesting is not always justified.

Grey water comes from domestic uses and has variable loadings

Definitions

European norm EN 12056-1 gives the following definitions :

Waste water : water polluted by utilisation and water flowing in the sewage network. This kind of water can either come from domestic, commercial, industrial uses or from rain water...

Black water : waste water with faeces

Grey water : waste water without faeces

This terminology is generally used in France. So grey water is domestic water from sinks, wash basins, baths, showers, washing machines and dish washers. Black water, from toilets, which represents a third of waste water BOD in residential area, is not included.

However, depending on the country, grey water can be limited to water coming from the bath, the shower, and the washing machine ; the kitchen sink and the dish washer are excluded, because they can contain greases and microbiological contaminants.

¹ Describing, among other things, different rules to calculate the ideal dimensions for hydraulic systems.

This last definition can be found in the United Kingdom, Australia, and sometimes in Germany and the United States (Environment Agency, 2006, Lücke, 2005). In these cases, water coming from the kitchen sink and dish washer is called "dark grey water" (Gildemeister & Kraume, 2005), and is treated with black water.

Composition

Grey water is more polluted than rain water and has variable and heterogeneous composition. Its composition depends on the drinking water used and on the utilisation (cleaning product, washing powder, soaps, solvents, greases, paint, glue, mercury from thermometers) (Baumont & al., 2004). The temperature is variable and can reach quite high values. Different values found in this bibliography are synthesised in annexe 1. Water from the kitchen is the most polluted, then water from washing machines and, finally, water from the bath, wash basins, and the shower is the least polluted.

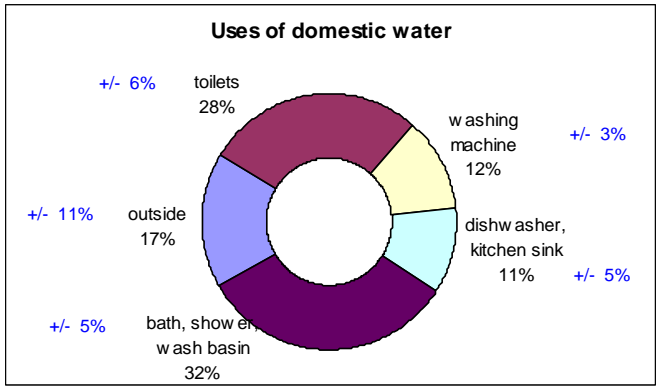
o **WHAT ARE THE WATER USES IN RESIDENTIAL AREAS?**

The housing can be either individual or collective

A residential area is defined as a place where people live, night and day. Thus, it is a place where people can sleep, and have baths, showers, use the toilets : individual houses, block of flats, hotels.

The use of treated water is possible for some domestic uses

The volume of water used in Europe is about 95 to 150 L/day/person (in France : 125 in individual houses, 95 in collective housing ; that is to say 30 to 55 m³/year). There are different sources of data regarding the uses of water in the house. The following graph represents an average of six bibliographic sources :



From Paris, 2002 - Pagel, 1999 - Environment Agency, 2006 - Leroy Merlin, 2006- Rathjen & Cullen, 2003 -Lücke, 2005, +/- % is the standard deviation on the different values of these six studies.

figure 1 : Different uses of water in domestic houses

This figure shows that 45% (outside + toilets, and in some cases 57% with the washing machine) of the domestic water could be provided by treated rain or grey water. External uses (watering, cleaning) are not well known, as they vary +/- 11% between different sources.

The following diagram sums up the cycle of water in a residence, using rain water and reusing grey water (same data sources as above).

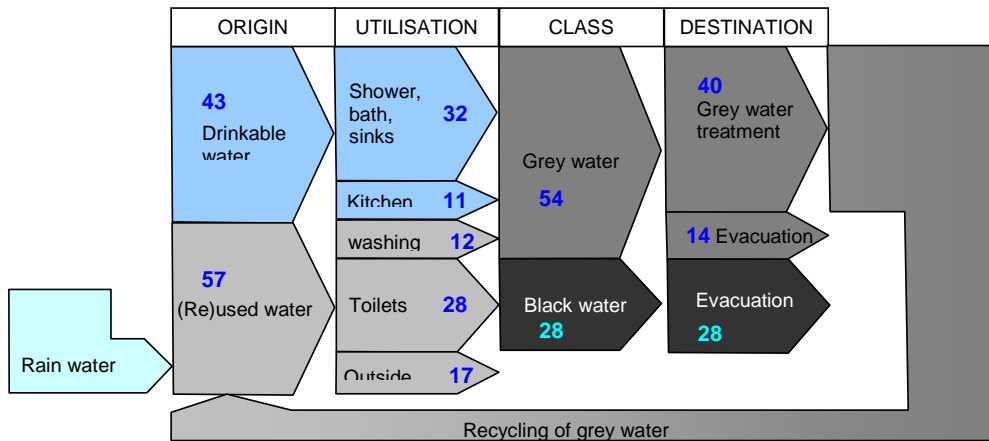


figure 2 : Diagram of the water uses, in percent, adapted from Lücke, 2005

According to Grottker, Albold and al. (2004), grey water represents between 25 to 100 m³/pers/year, that is to say 70 % of the used water flow (Gildemeister & Kraume, 2005).

But, according to estimations from the data sources used below, grey water represents 16 to 3 m³/pers/year. And according to the Environment Agency (2006), the reuse of grey water could economise 18 m³/pers/year (33% of the consumption).

What kind of demand is there ?

Garden watering and toilet flushing supply are the main uses that people look for. Cleaning domestic premises and roads is also a motivation.

Motivation to use rain water and grey water are diverse :

- . to save money on the water bill by using less drinkable water and more recycled water ¹
 - . to exploit a useful resource instead of letting it go into the sewage network ¹
 - . to have a new water resource, added to the others ⁴
 - . to foresee dry periods when watering is forbidden, link with the climate change ⁴
 - . to be in solidarity with regions that have few water resources ³
 - . to preserve water resources : in France, domestic consumption is higher than industrial water or water for energy consumption ^{1,2} inequality and fragility of resources ³
 - . to limit society's needs for drinkable water ²
 - . to delay storm water effects by retaining water in one's home : no need anymore to over-size the sewage network ²
 - . to protect environment from the increase of long term pollution ⁴
- (Sources : AREHN, 2000 ¹, Baumont & al., 2004 ², Cheron & Puzenat, 2004 ³, Angelakis & al., 2003⁴)

o NORMATIVE AND LEGAL ASPECTS : THE PUBLIC AUTHORITIES POINT OF VIEW

Diverse points of view around the world

European point of view on water for human consumption

The 98/83/CE drinking water directive (November 1998, 3rd) concerns the quality of water intended for human consumption. Drinking water is used for drinking, cooking, or other domestic uses. Moreover, water for human consumption must have drinking quality. Member states can make an exception to that rule for :

- . water intended exclusively for those purposes for which the competent authorities are satisfied that the quality of the water has no influence, either directly or indirectly, on the health of the consumers concerned (art 3) ;
- . water intended for human consumption from an individual supply providing less than an average of 10 m³ a day or serving fewer than 50 persons, unless the water is supplied as part of a commercial or public activity (art 3).

The 6th article of this directive defines the quality that the water must meet when used from a tap.

Rain water use

Mandatory : **Virgin Islands** (Caribbean), for blocks of flats

Legal frame work : **Denmark** (it is legal to use rain water for toilet flushing and washing machines ; studies from technical a framework to minimise sanitary risks), **United Kingdom** (guidelines from BSRIA)

Encouragement : **Belgium** (MATUE ² wants to develop cisterns and to evaluate the impact on the drinkable water networks, Cheron & Puzenat, 2004), **Luxembourg** (subsidies)³

Evolution through a limitation of rain water utilisation: **Germany**⁴, **Netherlands**⁵. In Germany, there is no regulation, but authorities were quite favourable to rain water harvesting systems, as in the Netherlands. But, since 2005, those two states have gone back on their position (see part "evolutions in regulation and framework")

Grey water reuse

According to the European directive concerning urban waste water treatment (91/271/EEC), treated waste water shall be reused whenever appropriate. That definition is quite vague and the member states can chose what they want.

In **United Kingdom**, the texts concerning the uses of water in households are the "water supply regulations, 1999". These regulations impose legal requirements for backflow protection of any public mains supply "back-up" connection. They also place an obligation on installers not to allow cross-connection of mains-fed pipework with pipes carrying recycled water, and to clearly mark the pipes and fittings to distinguish recycled water from mains-derived water.

The Environment Agency publishes guidelines for grey water, considering that water from bath, shower, wash basins can be used, after treatment, for toilet flushing. Water from kitchen sinks and washing machines is too heavily polluted. Moreover, BSRIA publish guidelines concerning grey water reuse.

In the **United States**, each state has its own regulation concerning grey water (State regulations, 1999). Thus, some states have no regulations on grey water, and some allow reuse for toilet flushing (annexe 2). California adopted a law in 1992 concerning waste water and grey water reuse (Lazorova & al., 2003).

The **WHO** published guidelines for the safe use of waste water, excreta and grey water. They describe different systems, without fixing real limits.

Some values of water quality for flushing are given in annexe 3.

In France, these systems are treated with caution

Rain water :

Right to use rain water

The French Civil Code indicates that one can use rain water from his/her own property (art 641) and must not penalise other properties situated downstream (art 640).

Security constraints

The French Code for Public Health imposes that pipes in a household must not create problems for the mains-fed pipework carrying drinkable water, nor contaminate the water of private installations. In departmental sanitary regulations, it is necessary to get two independent networks when using rain water in a house, in order to avoid any cross contamination of users or public pipes with polluted rain water. But only sanitary authorities (DDASS, CSHPF) can decide to accept a system or not (Chéron & Puzenat, 2004). Nowadays, what is certain is that there is no problem for external uses.

² Ministry of Territory Management, Urbanism and Environment, (Walloon parliament, January 2003,15th)

³ Ministry of Environment : 25% of price, maximum 743,68 €, within precise conditions (Cheron & Puzenat, 2004)

⁴ 1980: law permitting domestic uses. 1988 - 1995 : subsidies from Hambourg town. As they are from länder's authority, subsidies are variable from one to another. 1993: länder of Hesse, Brême, Sarre and Bade-Würtemberg are allowed to make rain water harvesting mandatory for new built houses. No real regulation on the subject (Cheron & Puzenat, 2004).

⁵ Rain water use in residential areas is forbidden since the beginning of 2005, because of cross-connection between main drinking water supply and recycled water pipes (national study)

Types of rain water uses

In the 2001- the 1220 French decree regarding water for human consumption, the definitions of the 98/83/CE European directive were outlined. A position, taken by the local state authority, authorises the use of water that comes from natural resources for human consumption. But if it is for only one family, no authorisation is needed (art 5).

Commentaire [Mr1] :

Moreover, this directive was transposed into French Code for public Health (art 1321-1 and following). It points out that "drinking water" quality is necessary for all domestic uses. Rain water is not considered as drinkable water, and the DGS defines domestic uses as :

1. alimentary uses : drink and food, cooking, washing of crockery → necessity of drinking water
2. corporal hygiene: wash basins, showers, baths, washing machines → necessity of drinking water
3. other uses in households : excreta evacuation, grounds and car washing, watering the garden, pools. For these uses, rain water can be used under the following conditions :
 - *outside* if harvesting and supplying systems are totally separated from mains-fed pipes of drinking water, if water is used only outside, and if there is no drowning or ingestion danger
 - *inside* if there are two separated pipe networks, in locations that mains-fed pipes can hardly reach, if no other water economy measure is possible, if there are no cross-connection between pipes, if they are well separated and marked (MSS, 2006).

However, according to the DGS (MSS, 2006), sanitary risk while using rain water for domestic uses is still considerable. In case of a plan for dry season management, local state authorities can use rain water, but mainly and first for uses with less risks (watering or road cleaning)

The Environment Ministry (MEDD) point of view

In the plan for dry season management created by MEDD, the 3rd point defines the framework for new techniques. The ministry wants to promote rain water use and waste water reuse (MEDD, 2006).

Sewage tax

In the local authorities Code (Code Général des Collectivités Territoriales), if someone uses water coming from an other resource than the public main-fed pipe, a declaration to the town hall has to be made (art R 2333 – 123). A sewage tax is then evaluated using water meter, or using comparisons within the area, the number of inhabitants, and the time spent in the place (art R 2333 – 125), without any link with the real consumption (Chéron & Puzenat, 2004). In the law, waste water rejection and treatment services are very closely linked to tax and payment (Hérin, 2002).

French authorities discourage rain water utilisation projects in households. In collective buildings, regulation is strict, and projects must be approved by the DDASS. In individual housing, people can install rain water harvesting systems for domestic uses, as no authorisation is needed.

Grey water

For grey water, DGS has the same position as for rain water : both are considered as non drinkable water, and issues are equivalent. It is not advised to reuse grey water (MSS 2006).

TECHNIQUES AND EXAMPLES

o **DIFFERENT TECHNIQUES TO CREATE AN INSTALLATION**

Rain water techniques

There are different types of projects, uses and techniques for rain water harvesting and utilisation (de Gouvello, 2006). ADOPTA, GRAIE and other internet sites give information on techniques for individual housing.

Different functions must be realised by an installation (Chéron & Puzenat, 2004, de Gouvello, 2006) :

- **collecting water** : running off roofs, guttering, pipes, canalisations ;
- **treatment** : coarse filtration (grids), treatment before storage, (decantation tanks, sifters, filters, tanks for fine filtration), filtration after storage (sump filters, filters), disinfection (chlorine, ozone, UV) when used for drinking water (not allowed in France) ;
- **storage**, can either be outside or inside the house :
 - .outside : concrete, steel, plastic ; usually tanks are buried, possibility of pools (watering)
 - .inside : mostly PEHD⁶ ; in the basement, with or without temporary storage (garret)

⁶ Polyéthylène Haute Densité : High Density Polyethylene

The storage system has a ball cock, a level indicator, an overflow to the drainage system or to the sewage system.

- **supply** : pressurisation, signalisation (coloured and marked pipes, and coloured water (de Gouvello, 2004).

In case of inside use of rain water, it is indispensable to get a system that ensures that no cross connection between the public water network and rain water is possible (agreement to renew each year). Distribution networks must be coloured too (NF EN 1717 norm). More over, a physical gap with free outlet between network is advisable.

Copper and lead are not good for pipes because of the aggressiveness of rain water ; aluminium must be avoided. Earthenware, zinc or plastic such as PVC are best (ADOPTA, 2006). It is often advised to dump the first flow, as it is more polluted.

Before installing a system, one must define the use and the dimensions. Harvested quantity must be superior to the needs (Pagel, 1999).

The storage dimensions are often chosen for 3 weeks of water need. So, the volume is calculated as below (Pagel, 1999) :

Volume of available and harvestable water = run off area x precipitations x loss factor
Volume of tank = needs x dry season constant x volume constant
With : run off area : area of floor space
loss factor (evaporation) : 0,75 (slate, tile, sheet metal), or 0,6 (gravel), or 0,3 (grass)
dry season constant : number of weeks with dry season / year → generally 3/52 in France
volume constant : foresee 1,1 (about 10% of tank can not be used)

A simulation of use/recharge of the storage can verify if the size is suitable (Chéron & Puzenat, 2004). Depending on the type of housing (individual, collective) and the uses (inside, outside), such systems can be built by oneself or by a professional.

Grey water techniques

The final discharge or use of the water determines the extent of treatment needed. In France, little information is available : data mainly comes from abroad. Grey water collection is normally based on a pipe system with smaller-diameter pipes compared to the ones for combined wastewater. They are equipped with ventilation for air and odour evacuation, and with water traps.

Irrigation

The most common pre-treatment is the septic tank (OMS, 2006). The pathogen removal is poor (normally <0.5 log) and depends on the efficiency of particle removal. A yearly inspection is recommended to prevent problems with particle overflow. For small systems, an alternative to the septic tank may be filter bags.

Soil infiltration is not really a reuse. It is unsuitable in case of danger of contamination of ground water. Drip irrigation is a system where the plant uptake of water and nutrients is optimized, thus minimizing vertical percolation to the groundwater. The system may be simple or advanced, with pressurized distribution of the liquid, and provide an additional pathogen reduction of 24 log.

Ponds linked in series permit a faecal coliform reduction $10^8/100$ mL to less than $10^3/100$ mL (OMS, 2006).

Sand filters are adapted to grey water treatment : they reduce BOD₅ by 80% and indicator bacteria by 3 log ; suspended solids removal is 5 mg/L (OMS, 2006).

Wetlands provides an indicator bacteria removal of about 3 log. Several systems exist : free surface, horizontal flow, vertical flow, and combined systems. Combined systems are often used for domestic reuse :

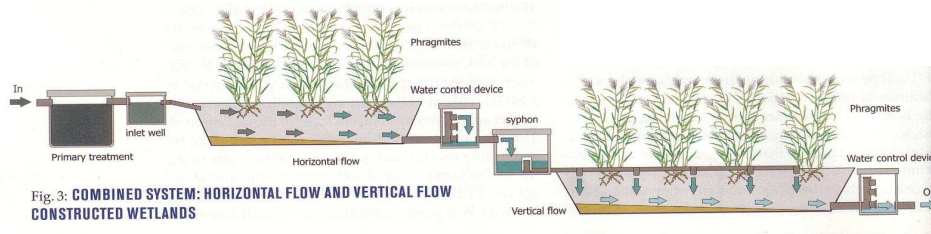


figure 3 : Combined system: horizontal and vertical flow (Masi, 2005)

Using a combined system diminishes the size of the area reduces clogging of filter, and increases the removal of organic matter, nutrients and pathogens. In these systems, vegetation has little impact on the removal (eventually 10 to 20% during the vegetative phase) but offers a place for aerobic bacteria level and helps the ventilation (Masi, 2005).

These techniques do not need energy, except gravitation, and have no problem with sludge evacuation (except in first step). They look nice because of the vegetation, are quite simple to make, are not expensive to maintain, and accept variations in pollution. But they need a large area.

Domestic uses

These kinds of uses imply a more advanced treatment and a disinfection of grey water.

Activated sludge is scarcely employed for grey water treatment (high investment and energy consumption), but it reaches a reduction of 3 log with faecal indicators (OMS, 2006).

In Germany, a successful system using **rotating biological contactors** has been developed. The system is compact and can achieve a reduction of faecal indicators above 3 logs, if equipped with UV (OMS, 2006).

Sequenced Batch Reactor also treat grey water (Nolde, 2005). The effluent goes through different tanks : pre-filtration, biological treatment, disinfection with UV. Regular pumping makes the effluent go from one tank to the following. This solution, for 2 or 3 families, necessitates 900L. The system is modular and adjustable, depending on the water quantity (Nolde, 2005). It produces a water without odours, that can be stored, and conform to the Bathing Water Quality European Directive.

Membrane reactors permit a good level of treatment. The micro-organism's removal reaches 6 log, and allows using the treated water for domestic uses. Membranes can either be made of organic, ceramic or metal polymer. Four types of filtration are possible : micro filtration, ultra filtration, nano filtration or inverse osmosis (OMS, 2006). Membrane reactors can be used as (Gildemeister & Kraume, 2005) :

- **physical filtration only**, with a membrane ;
- physical filtration and biological treatment (**membrane bioreactor**), that reduces organic matter and pathogenic organism. This technique has been developed for 20 years.
- **membrane with sequenced batch reactor**, that reduces the length of a treatment cycle (biological degradation, decantation and simultaneous takings)

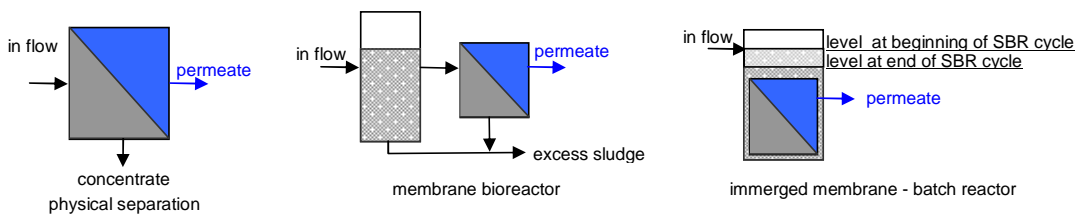


figure 4 : Diagram of different membrane bioreactors

Membrane bioreactors permit efficient treatment : the effluent can be used in hotels (showers). For example, for a block of flats, water reuse in toilets is possible with a membrane bioreactor, using a ultra filtration membrane, bleach for disinfection, and activated carbon to remove the colour.

Important : advanced and localised treatment needs local technical competences and is consequently hardly ever carried out for individual housing (Savary, 2006).

o **EXAMPLES OF SUCH SYSTEMS ARE INCREASING**

Rain water uses in Europe

France

Individual houses

Rain water harvesting is quite common. According to a study in Jura (France, pluviometry : 800 mm/year), lots of people collect rain water (50 % out of 51 interviewed households). Among those that harvest rain water, 72% mainly use it for their garden, 16% for car washing and 12% for other uses. According to these people, the average volume is 5 m³ (Boucherot & al., 2005).

People install more and more systems to supply toilet flushing, or even showers, baths, and dish washer water. For example, a family in the north of France supplies their whole house and waters the garden with rain water. In case of lack of water, the public water supply is still present.

Collective housing

The CSTB carried out in 2003 an inventory of rain water installations in France, for collective housing. Seven projects were realised, four of which have taken a HQE approach. They were realised between 1996 and 1999. They are summarised in a table (annexe 4).

In Meillonas and Petit Quevilly (France), a study of the CSTB shows that the storage capacity per inhabitant is a good indicator to estimate if the needs will be satisfied. For example, 0,5 m³/inhab are sufficient for toilet flushing (de Gouvello, 2004).

Towns and regions are starting incentive operations for rain water harvesting. In Silfiac, Langouët, La Gacilly (56), and Loos en Gohelle (62), households are built with rain water harvesting systems. Towns (Lorient, Rennes, Vannes, Aix les Bains) or regions (Poitou Charente) financially incite people to use rain water (see details in annexe 4 , Luneau, S., 2006, Carron, 2005, Conseil Régional de Poitou Charente, 2006, Habitat Naturel, 2006).

In Douai (France), the SIADO decided in January 1998 to take into account rain water volumes of harvested water in the base of the sewage tax. If there is no water meter, the volume is estimated with the annual pluviometry 650 mm, and the impermeable surface, according to roof area (ADOPTA, 2006).

Europe

The following table sums up some examples of rain water use in Europe :

Country	Examples
Germany ^{1,2}	. since 1995 : professional association FBR (300 members) . 20% of big towns give subsidies of up to 50% of rain water reuse cost
Lüdeckestrasse	. project of rain water harvesting and use (200 persons) . investment of 2000 €/house of 4 persons : 40-50% of needs
Netherlands ³	
Deventer	. 200 houses using rain water
Waterwijk	. 240 houses with rain water use for toilets (1998)

¹ Chéron & Puzenat, 2004, ² Nolde, 2006, ³ Ashley & al., 2004 , see annexe 4 for more details

figure 5 : Examples of rain water use, Europe

Grey water reuse, in the world

France and the world

The following table gives details on grey water reuse examples in the world :

Place	Details
Australia Sydney, Rouse Hill ¹ , 1994	Many projects, in evaluation Phase 1 : 17 000 houses Phase 2 : 35 000 houses
Canada Vancouver, Quayside Village ¹ , 1999	Schemes on a small scale 20 apartments , pilot project
France Annecy ¹ , 1999	Demonstration scale 40 apartments, 120 inhabitants , during two years, pilot project
Germany ⁴ Freiburg, Vauban Quarter ² , 1999 Offenbach, Arrabella-Sheraton hotel ³ , 1996 Luebeck Flintenbreite	650 systems Complete quarter: grey water (kitchen, bathroom) 4 stars hotel, 400 beds 100 houses
Japan Tokyo	33% of households recycle GW to supply toilets, 400 equipped blocks in Tokyo : blocks > 30 000 m ² of floor space or reusing more than 100m ³ : two supply networks ⁵ and small treatment plants to reuse in toilets ⁷ Luxury hotel, 500 rooms , recycling 160m ³ /day
Mauritania ⁶ , (2008 ?)	project O'NOMMO hotel , Accor

¹ Lazorova & al., 2003, ² Panesar & Lange, 2003, ³ Nolde, 2006⁴, Nolde, 2005, ⁵ Baumont & al., 2004, Puiil, 1998 ⁶ Accor, 2005, ⁷ Thépot, 1999, see annexe 4 for more details

figure 6 : Summary of grey water reuse projects

Only one experiment has been done in France, in a block of flats (Annecy).

The **Accor** group in order to manage risks due to water shortage and to reduce water consumption has installed collecting systems (grey water, rain water) in its hotels. They also have harvesting water pilot sites are in England (annual report, Accor, 2005)

In the **United Kingdom**, the Environment Agency advise using a system with a filter, microbiological treatment, or basic disinfection, and a disconnection system. For large scale use, a similar treatment of wastewater is advised (biological or with membranes). Non treated grey water can also be reused for watering gardens if used immediately after it is produced.

WHAT FUTURE FOR RAIN WATER USE AND GREY WATER REUSE?

o A CURRENT THEME

As with sustainable development and climate change, rain water harvesting, and grey water reuse are current topics, supported by diverse associations.

The HQE association defined 14 targets in order to save energy and to follow sustainable development principles. Among others, rain water harvesting and its use for toilets, cleaning and watering was included. In order to improve water and energy management, grey water recycling for toilets and watering are conceivable (Chéron & Puzenat, 2004). HQE buildings are more and more requested by local communities that finance schools and flats.

According to the study from Jura, four profiles emerge among people :

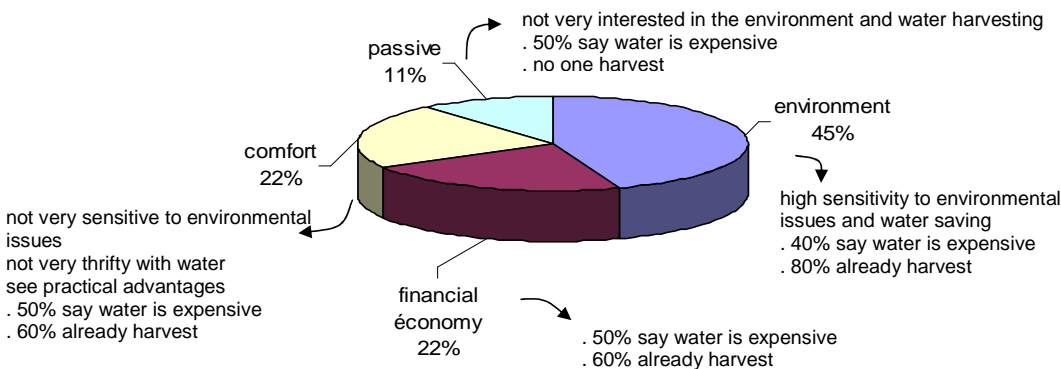


figure 7 : Consumers' profiles, in Jura

Boucherot & al., 2005

P. Janny - Technical synthesis - january 2007

A third of interviewed people are aware that the water price depends largely on the service, such as the sewage system. The reasons given by people that don't harvest rain water are that they have no time, that they find no use for it, that they did not think about it, or that it is too expensive (Boucherot & al., 2005).

Scientific studies in Hanover and Berlin show that recycling water at the moment does not pose a problem of acceptance if the user does not sacrifice their usual comfort (Nolde, 2005). The public is an eager buyer for these systems.

o FINANCIAL SAVINGS NOT ALWAYS OBSERVED

Rain water

Chéron and de Gouvello respectively say that analysis and treatment systems shall be adapted for the future use of water. Depending on the required quality, harvesting and treatment of rain and grey water will be more or less economic. Opinion is divided.

According to Lakel (2006), economic advantages would be :

- . rain water : good for individual housing, not for collective housing
- . grey water : good for collective housing, not for individual housing (treatment cost).

Moreover, according to a study from a scientific and technical group on climate linked industries, rain water harvesting is viable for buildings that need more than 500 m³/day of non drinking water : that is to say 500 flats for 4 people or a 3 stars hotel with 500 rooms, situated in seaside resort (AREHN, 2000).

In order to evaluate the costs, let's take an example : 1 house with 100 m² floor space, 100 m² garden ; pluviometry of 750 mm/year, drinking water price 3 € / m³, in the ideal case (the tank is big enough to collect all of the rain, 56 m³/year, and it regularly rains during the year, see annexe 5).

In this case, return on investment comes in a few years for garden watering systems. For domestic uses, information is variable and payback can be 23 years to make the systems viable.

An example of a cost and benefits analysis study (Koenig, 2006) is a family with 4 persons (roof 40 m²/pers, tank 8 m³/person) that invests in a rain water system covering all their domestic uses. It takes 5,8 years to write off the cost of this equipment. Comparison is made with life cycle of the different parts (tank = 70 years, disconnecting system = 25 years, pipes = 35 years).

The harvested rain in a year is the limiting factor for optimising costs. To improve return on investment time, a big catchments area is necessary. A high water price is also an incentive : in Germany, water price is estimated at 4 €/m³ and can reach 10 €/m³ (Pagel, 1999).

So, rain water harvesting is not always an economic system : optimizing the size of tank and collecting area is really important.

Grey water

For grey water, little information is available.

With **membrane bioreactors**, treatment cost diminishes with treated volume (Lazorova & al., 2003) : 3 €/m³ for 75 m³/day → 1,7 €/m³ for more than 300 m³/day, that is to say 500 inhabitants

So, for a flow superior to 5000 m³/day, membrane bioreactors need less investment than a conventional treatment with activated sludge (Gildemeister & Kraume, 2005).

Moreover, a membrane bioreactors costs about 0,15 €/m³ to 0,34 €/m³ over its lifetime. With organic membranes, the cost will decrease.

With **rotating biological contactors**, energy required is 1,5 kWh/m³ for the Arrabella hotel water treatment (Allemagne, Offenbach) : each day, 15 000 litres of drinking water are saved : the installation writes off cost in a few years (Nolde, 2006).

Batch reactors need 0,6 kWh/day (about 30 €/year, equivalent to a fridge). A UV tube has to be changed each 6000 hours, that is to say 1 400 m³ of treated water (Nolde, 2005).

These costs are clearly linked to the type of installation whether for grey or rain water. But they also bring costs in upstream and downstream of the networks (drinking water, sewage, environment) that would be interesting to evaluate (Savary, 2006). Up to now, it seems that no in-depth study has ever been carried out.

- **NON NEGLIGIBLE SANITARY RISKS**

Rain water

According to the Ministry in charge of health (MSS), sanitary problems are slowing down rain water utilisation because of the variability of microbiological quality, of the first flow quality (more heavily polluted), of algae development, bacterial growth and particles from tanks that are rejected. Many factors, scarcely controllable, play a part in these risks : quality of used water, exposure of users, links between networks.

It is advisable to store rain water in darkness and with a temperature lower than 18°C in order to limit development of micro organism and flora (Pagel, 1999). It is unadvisable to harvest rain water if the roof is in asbestos - cement (particles), or in roofing felt (yellowish coloration).

Experiments in Meillonas and Petit Quevilly on rain water installations have produced several results. Solids in suspension, turbidity, iron, and pH do not comply with drinking water standards, but do not result in sanitary risks. One case of bacterial pollution and some cases where salmonella, aerobic re-unliveable bacteria and *Pseudomonas aeruginosa* exceed drinking water standards are known. So there is a risk in case of accidental ingestion. In summary, there is no proof that rain water utilisation brings risks, except if a pipe is wrongly connected (de Gouvello, 2004).

In Denmark, a study on 599 compounds was realised in order to determine risks for human health. Rain water was used for toilet flushing and washing machines. It shows that 155 pollutants can lead to a risk for human health : 79 can cause allergies, 72 some cancers, 10 are mutagenic, and 29 affect reproduction. Many others, not yet determined, could also be risky (Eriksson & al., 2004).

Grey water

Grey water reuse can be dangerous because of micro organisms, mineral and organic matter suspended solids, and nutrients. Three contamination paths exist : ingestion (water consumption, voluntary or accidentally ; via irrigation or vegetable watering), inhalation (via sprinkling irrigation or high pressure stream), and absorption into the skin (via small injury) (Baumont & al., 2004).

- **DISCUSSION ON ADVANTAGES**

In annexe 6, a table sums up the situation of European countries and their water resources. It allows an evaluation of reasons why rain or grey water use may be justified. According to A.N. Angelakis , when the rate of water reserve exploitation is more than 20%, water resources management is necessary (Angelakis & al., 2003). Countries that developed rain water use or grey water reuse are mainly those that have problems with water quantity, or that foresee scarcity in the future.

According to Chéron, each case must be checked to see if the balance is good or not. Some interests have been refuted, as such :

→ **saving money on the water bill by using less drinking water and more recycled water**

Advantage : diminishing rain water flow in sewage systems implies a better financial control of investments, and running costs (Hérin, 2002). It would be the same for drinking water.

Drawback : an increase of rain water harvesting systems implies a decrease in drinking water consumption. But water price is calculated from variable expenses (treatment products, volume...) and from fixed expenses (network upkeep, service quality...). These fixed expenses, if distributed water is decreased, will lead to an increase in the water price. That would penalize users that can't install such systems, encouraging more and more to reuse water (Serrano, 2006, Kammerer, 2006, Savary, 2006).

Furthermore, even without these problems, according to an economic study, using rain water is not always interesting. Investment costs in collective housing are often high, without a real return on investment (variable and depending on the region) (Lapray, 2003).

→ **solidarity with regions that have few water resources**

« Recycling water in France does not bring water to arid countries » (anonym, Pollutec)

→ **limit the society requirements in drinking water and limit dimensions of the network**

Drawback : using rain water diminishes drinking water consumption, but the network has the same size. In fact, in case of a dry season, drinking water supply needs to supply water to everybody, and even people that harvest water and whose tanks are empty. So, the network must be sized for everybody (Savary, 2006).

Furthermore, an oversized network is prejudicial to the water quality, as shown by the German example : by diminishing the drinking water consumption (a lot of rain water harvesting), time that water spent in the network was too long (water tower), and sanitary risk appeared (Chapgier, 2006). If this kind of trend becomes generalised, water management should be rethought.

→ **fight against floods**

Advantage : A calculation can be done on a moderately urbanised catchments area (20 ha) where 100% of the rain water is used. In that case, the peak flow decreases by about 50%. Some flow measurements, realised in 1980, in Aix en Provence, showed that the peak flow decreased from 30% (Deutsch, 2003).

Drawback : The expected impact on rain water flow in case of a big storm is not so great (risk of storage overflowing, Savary, 2006). Actually, the goal of a rain water user is to have lots of water in their tank ; and in order to fight against floods, one should maintain water on their own property, therefore to have empty tank to store that water. Those objectives seem to be hardly compatible, except if tanks are oversized (more expense for private use). Moreover, those pools/tanks are particularly necessary at critical points : it's difficult to see that only downstream houses should suffer, and to control the location of tanks compared to the topography (Kammerer, 2006).

Elsewhere, decreasing water in sewage networks leads to more deposits, and so creates problems of quality and quantity (Deutsch, 2003). Maintaining water on one's property poses the question of how to supervise storage systems (change from a public to a private work).

Calculating the sewage tax becomes harder : local communities are in charge of the treatment of waste water coming from rain water ; that water must be taken in account in the tax base : collected and reused rain water volumes must be added to drinking water (volume of drinking water is the base of sewage tax calculation, on the water bill) (Hérin, 2002).

→ **preserve water resources**

Advantage : in individual or collective households, water savings by rain water harvesting are about 10 to 30%. It is often said that rain water harvesting implies less treatment to make drinking water and less groundwater exploitation (Deutsch, 2003).

Drawback : in France, problems with water do not lie in water quantity but in water quality (Baumont & al., 2004, Savary, 2006).

Moreover, using rain water for domestic uses, in order to save water, must be compared to other measures such as leak identification, pressure reduction, hydro-economic systems, jet regulation ... (MSS, 2006).

→ **protecting the environment from the increase of long term pollutions**

Advantage : without water reuse, rain water pollution goes :

. into environment → it is avoided by rain water use

. in the sewage system, that is over loaded when it rains too much → rain water use decreases peak flows and so best treatment is realised (Deutsch, 2003).

Drawback : when rain water is harvested, less water infiltrates into the ground, so pollutants such as pesticides will be less diluted. Then, a problem of pollutants concentration may appear because of rain water harvesting (Chapgier, 2006, de Jacquelot, 2006).

Drawbacks to rain water use have been identified in High Environmental Quality operations : vague regulations, no clear position from the Council of Public Hygiene, different opinions depending on the local sanitary authority - DDASS (Lapray, 2003).

○ EVOLUTIONS IN REGULATION AND THE FRAMEWORK

Luxembourg's superior council for conservation of nature, natural resources and agriculture proposes to promote rain water harvesting systems in its national plan for sustainable development 2001.

In the United Kingdom, a campaign called "Save the rain" sponsored by Hydro international was launched in order to encourage rain water harvesting. This campaign is supported by Waterwise and British Water ; one goal is to help evolution in regulation in order to make rainwater harvesting mandatory in new buildings, by 3 years. Loans would facilitate the buying of collecting and storage systems for houses. Actually, it costs about 4500€ but could result in saving of 50% on water bill (water 21).

In Northern Europe, rain water has been used for 10 to 15 years. Nevertheless, Germany and the Netherlands are going back over their position since 2005. Because of technical problems, Germany now encourages people to use tap water (Umweltbundesamt, 2005). In Netherlands, sanitary problems have occurred, and now special dispensations are possible, but very strict measures must be respected (Siret, 2005, Kammerer, 2006).

In France, CSTB is building an experimental center in Nantes, called Aquasim. It will be 8000 m² large, and will permit studies on water consumption, rain water use, sanitary impacts. At term, results could be used to evolve the regulation and initiate changes. Up to 2009 or 2010, the sanitary impact of rain water use could be measured (construction mid 2007, service mid 2008) (Lakel, 2006). Deputy Patrick Beaudoin presented a law proposal on December 2005, 8th, in order to encourage rain water cistern installations, via a tax credit. New water law defined its framework : 25% with upper limit 6000 €.

End 2006, superior council for public hygiene returned a report to DGS concerning domestic uses of rain water. This report will be published in the beginning of 2007.

CONCLUSION

Systems that use rain water and that recycle grey water are diverse and have more or less regulation depending on the country. Despite potential sanitary problems and a variable profitability, more and more systems are appearing, in collective or individual houses. Grey water recycling is less frequent because of more complex techniques. The main uses of non drinkable water quality are for the watering of gardens and the flushing of toilets.

All over the world, more and more countries authorise or encourage water recycling. In France, the advantages are being examined. Private individuals are eager purchasers. For the authorities and water supply and sewage companies, the impacts of recycling must be evaluated concerning public health, networks and rain water management. Development of such system is low for big installations, and will probably depend on regulation evolution.

BIBLIOGRAPHY

60 millions de consommateurs, 2006. Récupérer l'eau de pluie, 60 millions de consommateurs, hors série découverte (no128).

Accor, 2005. Rapport annuel 2005. Accor. 122 p.

ADOPTA, 2006. Fiche récupération - réutilisation des eaux pluviales [en ligne]. Douai (Fr), Association Douaisienne pour la promotion de Techniques Alternatives. Disponible sur Internet, <<http://adopta.free.fr/reutilisation.htm>>, [consulté le 12 octobre 2006].

Angelakis A. N., Bontoux L. & Lazorova V., 2003. Challenges and prospective for water recycling and reuse in EU countries. *Water Science and Technology : Water Supply*, 3 (4), 59-68.

AREHN, (Agence Régionale de l'Environnement de Haute Normandie) 2000. Redécouvrir les usages de l'eau de pluie. *Connaître Pour Agir*, (10), 2-5.

60 millions de consommateurs, 2006. Récupérer l'eau de pluie 60 millions de consommateurs, hors série découverte (no128).

Accor, 2005. Rapport annuel 2005. Accor. 122 p.

ADOPTA, 2006. Fiche récupération - réutilisation des eaux pluviales [en ligne]. Douai (Fr), Association Douaisienne pour la promotion de Techniques Alternatives. Disponible sur Internet, <<http://adopta.free.fr/reutilisation.htm>>, [consulté le 12 octobre 2006].

Angelakis A. N., Bontoux L. & Lazorova V., 2003. Challenges and prospective for water recycling and reuse in EU countries. *Water Science and Technology : Water Supply*, 3 (4), 59-68.

AREHN (Agence Régionale de l'Environnement de Haute Normandie) , 2000. Redécouvrir les usages de l'eau de pluie. *Connaître Pour Agir*, (10), 2-5.

Ashley R., Clemens F. & Veldkamp R., 2004. The environmental engineer - a step too far? *In*: Novatech 2004. , Techniques et Stratégies Durables pour la Gestion des Eaux Urbaines par Temps de Pluie. 5^{ème} Conférence Internationale, Lyon (Fr), juin 2004. Villeurbanne, Graie, pp. 79-86.

Baumont S., Camard A., Lefranc A. & Franconi A., 2004. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Ile-de-France. Paris, Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France. 175 p.

Boucherot J., Caillot F., Schmitt D. & Suet A., 2005. Sensibilité de la population du Grandvaux à l'environnement et à la récupération des eaux de pluie. Lyon, ISARA - Parc Naturel Régional d. 62 p.

Carron C., 2005, Les toits se mettent au vert, *Hydroplus*, noc.2005, n°158, pp6

Chéron J. & Puzenat A., 2004. Les eaux pluviales - Récupération, gestion, réutilisation. Paris, Johanet, 125 p.t

Conseil Régional de Poitou Charente, 2006. [mis à jour: 23 novembre 2006]. Récupérer les eaux pluviales et économiser l'eau potable [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.cr-poitou-charentes.fr/fr/environnement/eau/index3.dml>>, [consulté le 1 décembre 2006].

Cosandey C. & Robinson M., 2000. Hydrologie continentale. Paris, Armand Collin, 368 p Collection U Géographie.t

de Gouvello B., 2004. La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment : les enseignements de suivis in situ d'un dispositif expérimental. *In*: Novatech 2004 (Ed.), Techniques et Stratégies Durables pour la Gestion des Eaux Urbaines par Temps de Pluie. . 5^{ème} Conférence Internationale, Lyon (Fr), juin 2004. Villeurbanne, Graie, pp. 95 - 102.

de Gouvello B., 2006. Les techniques d'utilisation des eaux pluviales dans le bâtiment. *In*: Gray, Grand Lyon, ASTEE (Eds), Eaux pluviales et assainissement : nouvelles préoccupations sanitaires. Conférence Eau et Santé, Lyon-Villeurbanne, 10 octobre 2006. pp. 17 - 32.

de Gouvello B. & Bazar G., 2003. La récupération et l'utilisation de l'eau pluviale dans les bâtiments à usage collectif en France, premier état des lieux. *In*: Graie, Grand Lyon (Eds), La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération? Conférence, Lyon, 12 juin 2003. Villeurbanne, Graie, pp. 22-33.

de Jacquilot V., 2006. Eaux pluviales - le casse tête financier. *Hydroplus* (168), 16-22.

Deutsch J.-P., 2003. Les solutions à la parcelle : la panacée n'existe pas. *In*: Graie, Grand Lyon (Eds), La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération. Conférence, Lyon, 12 juin 2003. Villeurbanne, Graie, pp. 82-85.

Environment Agency, 2006. Rainwater Harvesting [en ligne]. UK, Environment Agency. Disponible sur Internet, <<http://www.environment-agency.gov.uk/subjects/waterres/>>, [consulté le 20 octobre 2006].

Eriksson E., Braun A., Mikkelsen P. S. & Ledin A., 2004. An approach for identification of problems related to chemical compounds and handling of rainwater in households. *In*: Graie, Grand Lyon (Eds), Techniques et Stratégies Durables pour la Gestion des Eaux Urbaines par Temps de Pluie. Conférence, Lyon, France, juin 2004. Villeurbanne, Graie, pp. 87-94.

Gildemeister R. & Kraume M., 2005. Greywater treatment with membrane coupled biological process. *Sustainable Water Management*, Issue 1, S., 23 - 26.

Habitat Naturel, 2006. Récupérer l'eau de pluie. *Habitat Naturel* (8), 45-54.

Hérin J.-J., 2002. Quid de la récupération - réutilisation des Eaux Pluviales dans les Techniques Alternatives. *In*: ADOPTA (Ed.), Journée débat sur la récupération réutilisation des eaux pluviales, Douai (Fr), 7 février 2002. Douai, Adopta

Idées Maison, 2005. [en ligne]. Disponible sur Internet, <<http://www.ideesmaison.com/>>, [consulté le 6 décembre 2006].

Koenig K., 2006. Water Sensitive Urban Development On-the-Ground. *In*, Rainwater Harvesting Workshop, Calgary, 23 juin 2005.

Lapray K., 2003. La gestion des eaux pluviales dans la démarche HQE : quelques réalisations à l'échelle de bâtiments et de quartiers. *In*: Graie (Ed.), La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération. Conférence, Lyon, 12 juin 2003. Villeurbanne, Graie, pp. 53-58.

Lazorova V., Hills S. & Birks R., 2003. Using recycled water for non potable, urban uses : a review with particular reference to toilet flushing. *Water Science and Technology : Water Supply*, 3 (4), 69-77.

Leroy Merlin, 2006. Comment récupérer les eaux de pluie [en ligne]. Leroy Merlin. Disponible sur Internet, <<http://www.leroymerlin.fr/mpng2-front/pre?zone=zonecatalogue&idLSPub=1084897009&renderall=on>>, [consulté le 6 décembre 2006].

Lücke F.-K., 2005. Grauwasser-Recycling : Planungsgrundlagen und Betriebshinweise. Darmstadt, Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V., 27 p.t

Luneau, S., Avril 2006, Silfiac, un lotissement économe en eau, *Hydroplus* 162, pp10

Luneau, S., Juin 2006, A chaque DDASS son avis, *Hydroplus* 164, pp6

Masi F., 2005. Constructed Wetlands. *Sustainable Water Management*, 19 - 22.

Ministère de la Santé et des Solidarités, 2006. Lettre aux préfets : Position relative à l'utilisation des eaux de pluie pour des usages domestiques. Paris, Ministère de la Santé et des Solidarités, 5 p..

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2006. Les enjeux environnementaux de la réutilisation des eaux pluviales. Paris, Direction de l'Eau, 2 p.

Nolde E., 2005. Water recycling in german households. *Sustainable Water Management*, p.10 - 12.

Nolde E., 2006. [mis à jour. Technologieberatung für innovative wasserconzepte [en ligne]. Berlin, Nolde Partner. Disponible sur Internet, <<http://www.nolde-partner.de/>>, [consulté le 19 novembre 2006].

Pagel R., 1999. Recyclage des eaux de pluie. Paris, Publitronec/Elektor, 122 p.t

Panesar A. & Lange J., 2003. Gestion durable de l'eau dans le quartier Vauban de Freiburg, Allemagne. In: Graie, Grand Lyon (Eds), La réutilisation des eaux de pluie, une réponse locale à des enjeux d'agglomération. COnférence, Lyon, 12 juin 2003. Villeurbanne, Graie, pp. 35-44.

Paris P., 2002. Dispositifs existants et coûts d'investissement. In: 'ADOPTA (Ed.), Journée - Débat sur la récupération - réutilisations des eaux pluviales, Actes de la journée-débat, Douai, 7 février 2002. Douai, Adopta.

Rathjen D. & Cullen P., 2003. Recycling water for our cities. [en ligne]. Australie, *working group for PMSEIC*. ,(Prime Minister's Science, Engineering and Innovation Council), 44 p. Disponible sur Internet : http://www.dest.gov.au/sectors/science_innovation/publications_resources/profiles/recycling_water_for_our_cities.htm

Siret F., 2005. Recyclage des eaux pluviales : une technique prometteuse à manier avec prudence. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment (5287), 78-82.

State regulations U.-S., 1999.. Composting Toilets, Graywater Systems, and Constructed Wetlands, APPENDIX 3 [en ligne]. IN : Jenkins J. (ed.). Humanure handbook, a guide to composting human manure. Grove City, PA (US), Joseph Jenkins. Disponible sur Internet, <<http://www.weblife.org/humanure/appendix3.html>>, [consulté le 17 octobre 2006].

Thépot, Y., Février 1999, La réutilisation des eaux usées domestiques, hors usages agricoles, synthèse bibliographique. Limoges, Office International de l'Eau; Montpellier, ENGREF

Umweltgebundsamt, 2005, Versickerung und Nutzung von Regenwasser : Vorteile, Risiken, Anforderungen, pp42

WHO, 2006. 5.2 Technical measures - 5.2.4 Greywater. IN : Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. **Volume 4 Excreta and greywater use in agriculture**, **Genève (CH)**, World Health Organization. 93-99 p.

Interviews :

Chappier, J., 2006, Grand Lyon, salon Pollutec, Lyon, November 2006, 28th and 29th

Kammerer, B., 2006, Véolia Water, salon Pollutec, Lyon, November 2006, 28th and 29th

Lakel, A., 2006, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Conférence sur l'épuration et la réutilisation dans le bâtiment, salon Pollutec, Lyon, November 2006, 28th and 29th

Savary, P., 2006, Etudes Conseils Eau, October 2006, 20th

Serrano, 2006, Lyonnaise des Eaux, salon Pollutec, Lyon, November 2006, 28th and 29th

ANNEXES

annexe 1 : Rain water and grey water characteristics.....	19
annexe 2 : Summary of grey water reuse regulations, in United States	20
annexe 3 : Water quality criteria for toilet flushing and other urban uses in various countries	22
annexe 4 : Examples of installations utilising rain or grey water	23
annexe 5 : Costs - benefices evaluation for a rain water system.....	25
annexe 6 : Summary of water price and preoccupations for resource for different countries	26

annexe 1 : Rain water and grey water characteristics

Parameters	Average concentration (mg/L)	Limit for drinking water (mg/L)
pH	5	6,5 - 9
Plumb	0,1	0,025 then 0.01
Nitrates	0,3	50
Ammonium	0,3 - 0,6	0.1

Acidity in North and East. More chlorides, potassium, calcium, magnesium in oceanic regions, (Miquel, 2003, in Baumont & al., 2004).

Characteristics of rain water in France (annual average) - Deutsch, 2003

	MSS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	P (mg/L)	N (mg/L)	pH	faecal coliforms 1/mL
Shower, bath, wash basins	52 +/-18	189 +/-78	94 +/- 42	-	-	-	10 ¹ à 10 ⁵
Kitchen sink	105 +/-78	339 +/-173	252 +/- 146	-	-	-	
Washing machine	89 +/-56	193 +/-115	140 +/- 60	-	-	-	
Total domestic water	247	721	487	5	13	8	10 ² à 10 ⁶

P : phosphorus, N : azotes; +/- represents standard deviation calculated from different studies

Sources : Butler and al (1995, four studies in USA from 1974 to 1986), Durand and Golicheff (1978, study concerning to houses and a block of flats, France) , Gildemeister & Kraume, 2005

Pollution in an grey water

annexe 2 : Summary of grey water reuse regulations, in United States

(State regulations, 1999)

State	shower, bath	wash basins	washing machine	dish washer	kitchen sink	other water, no dark water	Use
Alabama	X	X	X	X	X		Septic tank effluent distribution line of 50 linear feet per dwelling
Alaska	X	X	X	X	X	X	No existing regulations
Arizona	X	X	X	X			Surface irrigation (approved by the Department), designed to contain a 10-year, 24-hour rainfall event, grey water : max 25 CFU / 100mL for faecal coliforms, and less than 2mg/L chlorine wetlands marsh is allowable
Arkansas							No definition. gray water is treated the same as blackwater, avec septic tank and absorption field. Other methods : case by case
California	X	X	X				No laundry water from soiled diapers. Subsurface irrigation fields approved by the Administrative Authority, depending on ground water level, localisation, soil type, area. Not for vegetable gardens.
Colorado	X	X	X	X	X	X	Graywater systems collect, treat, and dispose, with septic tank
Connecticut	X	X	X	X	X	X	in accordance with the "Technical Standards". Septic tank, leaching system at least one-half the capacity specified for the required residential sewage disposal system.
Delaware							No definition. No existing regulations
Florida	X	X	X	X			minimum effective capacity of the graywater retention tank : 250 gallons, receiving not more than 75 gallons/day drain field absorption area for a one or two bedroom residence, 75 square feet minimum, plus 25 sq feet/bedroom
Georgia	X	X	X	X			minimum effective capacity of the graywater retention tank 500 gallons. minimum absorption area based on the number of bedrooms and the percolation rate
Hawaii	X	X	X	X			possibility if more than 10,000 square feet of land area for each individual wastewater system; : sand filters, absorption trenches and beds, mounds or seepage pits; sized with a minimum graywater flow of 150 gallons/day/bedroom; and graywater tanks sized with more than a 600 gallon capacity
Idaho	X	X					Guidelines in Technical Guidance Manual; authorisation only as experimental systems; surge tank, filter, pump, irrigation system; may not be used to irrigate vegetable gardens: Graywater shall not be applied on the land surface or be allowed to reach the land surface
Kansas							No definition, no regulation. when conventional absorption fields or ponds are not suitable
Kentucky			X				water sewer for the washing machine, into a lateral bed or trench(es)
Maine							Only water from washing machine may be discharged to the separate laundry disposal field; Plumbing inspector may approve system for single-family dwelling units.
Maryland							No definition; currently allowed on a case-by-case basis
Massachusetts							No definition; septic tank, filter system; constructed wetlands or evapotranspiration beds approved on a piloting, site-specific basis
Michigan							No definition; une des plus anciennes réglementation quant aux eaux grises. Each local health department should require appropriate methods; health department published Guidelines for Acceptable Innovative or Alternative Waste Treatment Systems and Acceptable Alternative Graywater Systems; graywater systems tested by the National Sanitation Foundation (NSF) or by an equivalent independent testing agency

State	shower, bath	wash basins	washing machine	dish washer	kitchen sink	other water, no dark water	Use
Minnesota							No definition, alternative systems are allowed only in areas where a standard system cannot be installed or is not the most suitable treatment; septic tank, drain 2 inches diameter maximum; 2 bedrooms: 300 gallon; 3-4 bedrooms: 500 gallons; 5-6 bedrooms: 750 gallons; 7-8-9 bedrooms: 1000 gallons; for more, each bedrooms implies 300 gallons
Missouri	X	X	X				No existing regulations.
Montana							No definition, septic tank and drain field system
Nevada							Must be approved by the administrative authority; may be used for underground irrigation; not be used in soils which have a percolation rate > 120min/inch; minimum capacity tank of 50 gallons, with an overflow, + advice
New Hampshire							No definition, no existing regulations, however, alternative systems accepted case by case
New Jersey	X	X	X	X	X	X	may be approved by the administrative authority , septic tank, drain field
New Mexico	X	X	X	X	X		septic tank, sub surface irrigation
New York							Shall be approved by the Department of Health; designed upon a flow of 75 gallons/day. bedroom; septic tank, aerobic tanks.
North Dakota	X	X	X	X	X		septic or sedimentation tank, then discharge into the soil or into an alternative system
Oregon							Approbation by Environmental Quality Commission; septic tank, drain field
Pennsylvania	X	X	X	X	X		treatment tank
Rhodes Island	X	X	X	X			septic tank
South Dakota	X	X	X	X	X		based on a minimum graywater flow of 25gallons /day.pers Three days retention time in septic tank recycled for toilet use, conveyed to absorption fields, mounds or seepage pits, or used for irrigation of lawns and areas not intended for food production
Texas	X	X	X				in accordance with the requirements of State Board of Plumbing Examiners. Septic tank and drain field
Washington							No definition; Shall be approved by the Department of Health. Septic tank and sub surface drain field + advices
West Virginia							No definition, must be approved by the director. house sewer of not more than two inches in diameter; Septic tank size: 2 bedrooms = 500 gallons; 3-4 bedrooms = 750 gallons; 210 gallons for each more bedroom
South Carolina							No definition, no regulation. Included within the Department's definition of sewage and must be managed appropriately
Canada							Systems would be governed by the provincial Ministries of Health
Illinois, Indiana, Iowa, Mississippi, Louisiana, Nebraska, North Carolina, Ohio, Oklahoma, Tennessee, Utah, Vermont, Virginia, Wisconsin, Wyoming							No definition, no existing regulation

annexe 3 : Water quality criteria for toilet flushing and other urban uses in various countries

	Faecal Coliforms (CFU/100mL)	Total Coliforms (CFU/100mL)	E.Coli (CFU/100mL)	BOD ₅ (mg/L)	Turbidity (NTU)	TSS (mg/L)	dissolved oxygen	pH	Cl ₂ residual (mg/L)
US EPA (G)	14 for any sample 0 pour 90% des échantillons		1	10	2			6-9	1 CT = 30
Florida (M)	25 for any sample 0 for 75% des samples			20		5			1
Texas (M)	75 (M)			5	3				
Canada, BC (M)	2,2 median 14 for any sample			10	5	10			
Germany (G)	100 (G)	500 (G)		20 (G)	1-2 (O)	30	80-120	6-9	
Japan (M)	10 for any sample	10		10	5			6-9	
South Australia			<10	<20	<2				
arrosage pelouse OMS	200 (G) 1000 (M)								
eau de baignade UE	200 (G) 1000 (M)	500 (G) 10 000 (M)			2 (G) 1 (M)		80-120 (G)	6-9	
R.U BSRIA	14 for any sample 0 for 90% samples								

M : mandatory ; G : guidelines

Source : Lazorova & al., 2003, Water Science and technology

annexe 4 : Examples of installations utilising rain or grey water

Place, year	Roof area	inhab	Usage	Storage	Storage /inhab	Storage /surf
1) Saint Ouen ¹ LQCM*, (93), 1999	. gravels . zinc	180	toilets, cleaning	150 m ³ cement	0,83	-
2) Meillonas ² (01), 1996-97	458 m ²	36	toilets, cleaning	15 m ³ (15 tank modular) PEHD + buffer storage	0,42	32 mm
3) Petit Quevilly ² (76)	1260 m ²	117	toilets	20,5 m ³ , 2 concrete tank + buffer storage	0,17	16 mm
4) Balme de Sillingy ³ (74)	2000 m ²	105	toilets, watering, cleaning, fire	60 m ³	0,57	30 mm
5) Mordelles (35) ³	-	-	toilets	-	-	-
6) Saint Max (54) ³	-	-	watering	-	-	-
7) Courbevoie (92) ⁴ par Nexity, 2005	200 m ² gravels	~ 300	toilets	70 m ³ , 5 filters	0,23	350 mm

¹ de Gouvello, 2006, ² de Gouvello, 2004, ³ de Gouvello & Bazar, 2003, ⁴ Siret, 2005. *LQCR : Logements Qualité à Coûts Réduits : quality housing with reduced price ; Notes : For 1) ,3) et 7) water coloured in yellow or blue.

Examples of rain water harvesting installations, France

Ville or region	Operation
Silfiac (56) ¹	HQE housing estate (7m ³ cisterns in concrete for gardens and toilets) creation of an eco-village loisirs-vacances-tourisme association (leisure - holidays-tourism association)
Langouët, La Gacilly (56) ¹	housing estate
Loos en Gohelle (62) ²	social housing estate (non food usages)
Lorient (56)	2000 : sale of rain water harvesting tanks, for watering 2002 : Cap l'Orient* helps to buy tanks (500L or 1300L) up to 40%. but : ecologic, economic and solidarity
Rennes (35)	
Vannes (56)	incentive operations for rain water harvesting
Aix les Bains (73)	
Poitou Charente ³	2006 : operation "200 rain water first kits " (help up to 700 € for 2500 L tank, for toilets). Success especially in La Rochelle and Poitiers 2006 : operation "10 000 barrels for rain water harvesting " (help up to 30%, exterior usages). Success especially in Poitiers and Niort

*Communauté d'agglomération du Pays de Lorient, 19 communes

¹ Luneau, S., 2006, ² Carron, 2005, ³ Conseil Régional de Poitou Charente, 2006, Habitat Naturel, 2006.

Table summarising operations for rain water harvesting, France

Country	Examples
Germany ^{1,2}	. since 1995 : professional association FBR (300 members), will to create an European network . 20% of big towns give subsidies up to 50% for rain water use : goal to reach 15% of households using rain water . since march 2000 : Lüdeckestrasse, near Berlin, rain water collected and used by about 200 persons for toilet flushing and green areas watering, bathing water quality after treatment . investment of 2000 €/house of 4 persons : allow 40-50% of needs
Netherlands ³	
Deventer	. 200 houses using rain water for toilet flushing, watering and washing machine (80% reduction on drinking water consumption ; one case of sanitary problem : black water connected to rain water tank).
Waterwijk (Amsterdam)	. 240 houses with rain water use for toilet (1998)

¹ Chéron & Puzenat, 2004, ² Nolde, 2006, ³ Ashley & al., 2004

Examples of rain water use, Europe

Place	Details
France Annecy ¹ , 1999	<i>Demonstration scale</i> 40 apartments, 120 inhabitants , grey water (water from bath, shower, washing basin, washing machine, dish washer, kitchen sink) treated by decantation, membrane bio-reactor, and UV disinfection, for toilet flushing. Coverage of 50 to 70% of total apartment's needs, that is to say more than necessary toilets. Running during two years as a pilot, then stopped because of cost
Germany ⁴ Freiburg, Quartier Vauban ² , 1999 Offenbach, hôtel Arrabella-Sheraton ³ , 1996 Luebeck Flintenbreite	<i>650 multi stage batch reactor systems on running. Allow toilet flushing, and, for half of them, also washing machine *</i> Complete quarter : grey water (kitchen, bathroom), first treated with an aerated sand filter. Following some problems, membrane filter installation. Utilisation of treated water for toilet flushing and green spaces watering 4 stars hotel, 400 beds , utilisation of bath and shower water for toilet flushing, decantation tank, rotating biological system, 2 nd decantation tank, UV disinfection 100 houses, grey water go to a constructed wetland : biological treatment, poured in a creek
Japan Tokyo Tokyo, Miyako hotel ¹ , 1982	<i>Japan: 33% of households recycle grey water for toilet, 400 blocks equipped in Tokyo</i> For blocks with more than 30 000 m ² ground area or likely to reuse more than 100m ³ /day treated effluent, it is mandatory to have a double network ⁵ and mini treatment plants for toilet flushing ⁷ Luxury hotel, 500 bedrooms , recycling 160m ³ /day, ultrafiltration membranes
Mauritania ⁶	project O'NOMMO hotel , Accor group, shall be finished in 2008, "laboratory of ideas for hotel building in Africa "

¹ Lazorova & al., 2003, ² Panesar & Lange, 2003, ³ Nolde, 2006⁴, Nolde, 2005, ⁵ Baumont & al., 2004, Puil, 1998 ⁶ Accor, 2005, ⁷ Thépot, 1999

* Batch reactor are also used in **Spain, Saudi Arabia, Australia, South Africa, and Maldives**

Summary of grey water reuse projects

annexe 5 : Costs - benefices evaluation for a rain water system

In order to evaluate costs, an example of house is taken :

→ 100 m² floor space and 100 m² garden ; 4 persons family; 750 mm/year pluviometry.

According to the cited method, volume that can be collected is at maximum 56 m³/year, that is to say 4,7 m³/month if rain is equally distributed during the year. Here is the ideal case where tank is big enough to get all the rain water, and where there is regular rain to fill it all year long. The volume that is necessary to water a 100 m² garden in june, july, august is 28 m³ (watering based on 3L/m²/day in summer, AREHN) .

The costs of different types of harvesting systems have been collected. The amount of water necessary to retrun on investment is calculated with the water price, estimated to 3 € / m³.

source	Installation	estimated cost	return on investment, in ideal case	Commentaries
Exterior usages				
1	Tank (from 225 L) + tap + cap and drainpipe receptacle	45 €	15 m ³ → viability on first year	limited autonomy, garden watering with watering can
2	Tank polyethylene 300L + filter + hand pump	200€	67 m ³ → viability in at least 2 years	
1	Collecting system + exterior tank (400 to 800 L) + tap + base and cap	180 €	60 m ³ → viability in at least 2 years	
1	Collecting system + exterior cistern (400 to 800 L) + pump	330 €	110 m ³ → viability in at least 3 years	watering possible with jet, sensitive to frost
3	Tank 3000L + filter + manhole + pump + aspiration 2mm	1425€	475 m ³ → viability in at least 9 years	
Domestic usages				
4	Tank 4000L (excavator) + installation plumbing by oneself + pump + filter	1400-1500€	475 m ³ , that is to say ~ 9 years for a 4 persons family *	for toilets and washing machine
2	Tank 7500L complete system of domestic supply	3500€	1 167 m ³ , that is to say ~ 21 years for a 4 persons family *	toilets, washing machine, shower, dish washer...
1	filter + tank (~ 10 000 L) + pump + pipes	3 800 €	1 267 m ³ , that is to say ~ 23 years for a 4 persons family *	toilets, washing machine, watering

* because of the maximum per year 56 m³ ; 1 : AREHN, 2000, (data initially in francs, with 1 € = 6,56 Francs), 2 : 60 millions de consommateurs, 2006; 3 : Boucherot & al., 2005 ; 4 Idées Maison, 2005

Basic calculation of viability

annexe 6 : Summary of water price and preoccupations for resource for different countries

European countries whose water resources are exploited up to 20% are in italic (other to add : Hungary, Moldavia, Rumania, Ukraine, Poland, and Bulgaria). A water resources management is necessary in this case.

States that face resources problems in islands are underlined (plus Bulgaria).

Moreover, guidelines (G) concerning waste water reuse are mentioned.

G	Country	prix EP (€)	Possible registered reason for a rain water use or grey water reuse
yes	<i>France</i>	2,56	. development of cultures that need intensive irrigation . decrease of groundwater levels after recent dry seasons, even in the North West; problem of groundwater resources
	<i>Italia</i>	0,71	. irrigation . drinking water and sewage treatments directly financed by tax
	<i>Spain</i>	0,90	. irrigation . in summer, decrease of the water level in rivers
forecast	<i>Belgium</i>	2,43	. country that have one of the lowest rate of available water per inhabitant . (re)utilisation : useful for pick periods on summer . 15 m ³ free /inhab/year ²
	<i>Greece</i>	0,96	. big increase of demand since 50 years . notably : tourism increases demand in summer . pressure on soft water resources in south, due to tourism and irrigation . 83% of waste water treatment are in a region with hydro deficit
	<i>Portugal</i>		. irrigation
	<i>Suede</i>		. some zones where water is rare, particularly for irrigation
	<i>Netherlands</i>	2,65	. problem with water supply in dry seasons (irrigation, cattle, bathing, industry) . taxes and limits on groundwater pumping, in order to recover ground water level
	<i>United Kingdom</i>	2,89	. normally few problems with water quantity, but repeated dry seasons : public, politic and climatic pressure, that favours recycling
none	<i>Austria</i>		. no problem of water quantity, 159 L/day.inhabitant . quality preoccupation : for example, limited consumption for industries
	<i>Denmark</i>	4,53	. high water price (incentive industries), but no real preoccupation for an eventual (re)use
	<i>Finland</i>	2,33	. country that have one of the highest rate of available water per inhabitant
	<i>Germany</i>	4,45 3,62	. few incitation to waste water reuse, but high protection level of the resource that can incite . in some Länder, new regulation for storm water collecting, based on ecology and economy . most expensive country in Europe
	<i>Ireland</i>		. humid climate, few incitation
	<i>Luxembourg</i>		. no problem of water supply, but stream protection in summer (industrial recycling), incitation to rain water harvesting for agriculture, industry, domestic uses
	<i>Switzerland</i>	1,09	free waste water treatment
<i>Australia</i>	1,39	variable climate, with dry seasons	
<i>United States</i>	1,06		
	<i>Hungary</i>	0,69	Cheaper country in Europe
	<i>Japan</i>	0,07	Cheaper country in the world

Source : Angelakis & al., 2003, Rathjen & Cullen, 2003