

Panorama international de l'utilisation de l'eau de pluie

Volume 1 : Etudes de cas

Rapport final

Bernard de Gouvello (CSTB/LEESU)
Aurélie Gerolin (CETE de l'Est)
Nathalie Le Nouveau (Certu)

Décembre 2012

Document élaboré dans le cadre de l'opération de R&D du RST (2010-2013)
« Gérer durablement les eaux pluviales en zones urbaines »

▪ CADRE DE L'ACTION

Le Grenelle de l'Environnement a souligné la nécessité de « *favoriser une gestion qualitative et quantitative des eaux pluviales en zones urbaines* ». En ce sens, le Comité Opérationnel (COMOP) Eau avait proposé le lancement d'un nouveau programme de Recherche & Développement sur ce thème.

Une opération de R&D a été développée au sein du Réseau Scientifique et Technique (RST) du Ministère en charge de l'Ecologie sur la période 2010-2013, co-animée par l'IFSTTAR et le Certu. Le programme scientifique et technique de cette opération est structuré en cinq axes :

- Axe A : gestion à la source des eaux pluviales et micro-climatologie urbaine ;
- Axe B : connaissance et maîtrise de la pollution des eaux pluviales ;
- Axe C : récupération et utilisation des eaux de pluie ;
- Axe D : surveillance et maîtrise des impacts écologiques des eaux pluviales sur les milieux aquatiques ;
- Axe E : stratégies territoriales de gestion urbaine des eaux pluviales.

La présente étude s'inscrit dans l'axe C.

▪ AUTEURS

Bernard de GOUVELLO, chercheur (CSTB / LEESU),
bernard.degouvello@leesu.enpc.fr

Aurélié GEROLIN, responsable d'activités Aménagement et gestion eaux pluviales (CETE de l'Est),
aurelie.gerolin@developpement-durable.gouv.fr

Nathalie LE NOUVEAU, directrice de projet Eau (Certu),
nathalie.lenouveau@developpement-durable.gouv.fr

▪ CORRESPONDANTS

Onema : **Stéphane GARNAUD**, DAST, stephane.garnaud@onema.fr
Céline LACOUR, DAST, celine.lacour@onema.fr

MEDDE : **Emmanuel MORICE**, DEB / GR1, emmanuel.morice@developpement-durable.gouv.fr
Bénédicte TARDIVO, DEB / GR3, benedicte.tardivo@developpement-durable.gouv.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : mondial

Couverture géographique : mondial

Niveau de lecture : pouvoirs publics, professionnels, experts, chercheurs

La rédaction de rapport a été achevée en décembre 2012. Des modifications très ponctuelles ont été effectuées suite à sa relecture et aux demandes de droits d'usage des illustrations à leurs auteurs, sans constituer une mise à jour du rapport (la présente version a été consolidée en janvier 2014).

■ RESUME

Depuis la fin des années 1990, la récupération et utilisation de l'eau de pluie (RUEP) connaît un succès croissant en France auprès des collectivités, aménageurs et particuliers. Se développe ainsi à l'échelle de l'habitation et de constructions publiques un nouveau parc d'équipements. Ce développement a été consacré et conforté par un premier cadre réglementaire, constitué principalement par l'arrêté du 21 août 2008, relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, des Ministères en charge de l'Ecologie et de la Santé. Si ce premier texte a permis de renforcer cette pratique, il a également posé un certain nombre de limites à sa diffusion, en particulier en ce qui concerne les surfaces de collecte, les bâtiments concernés et les usages de l'eau de pluie autorisés. Compte tenu de la croissance de la demande sociale, mais également parfois d'enjeux de ressources en eau et de maîtrise des eaux pluviales, il est probable que ce premier cadre réglementaire soit amené à être à la fois affiné et élargi. Dans cette perspective, il apparaît important d'anticiper ces évolutions et, à ce titre, l'étude de cas étrangers peut se révéler riche d'enseignements.

Reposant sur une analyse détaillée de huit pays des cinq continents (Europe - Allemagne et Royaume-Uni -, Amériques - Etats-Unis et Brésil -, Asie - Inde et Sri Lanka -, Océanie - Australie - et Afrique - Ouganda), ce rapport a pour objet de dresser un panorama international de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie permettant une réelle mise en perspective avec l'approche française. Tout en veillant à prendre en compte la spécificité du contexte national, chaque pays est étudié au travers d'un ensemble d'entrées communes : les questions réglementaires, les défis techniques et scientifiques, les usages et les interrogations sanitaires inhérentes, les vecteurs du développement de cette pratique et, plus largement, sa place dans la gestion globale de la ressource en eau.

■ MOTS CLES

- EAU DE PLUIE
- RUEP (RECUPERATION ET UTILISATION DE L'EAU DE PLUIE)
- FRANCE
- ALLEMAGNE
- AUSTRALIE
- ROYAUME UNI
- ETATS-UNIS
- BRESIL
- INDE
- SRI LANKA
- OUGANDA

▪ **ABSTRACT**

Since the end of the 1990's, rainwater harvesting (RWH) has known a growing interest in France. Planners and individuals develop RWH installations in housings and public buildings. A first regulatory framework, constituted mainly by the Order of August 21, 2008, sanctioned this development. Although this first Order helped strengthen RWH practices, it also introduced limits to RWH uptake, especially regarding collection areas, authorized buildings and rainwater uses. Considering the growing social demand, but also issues on water resources, it is likely that this first regulatory framework will be both refined and expanded. In this perspective, it is important to anticipate these changes and, as such, foreign case studies may be very instructive.

Based on a detailed analysis of 8 countries in different continents (Europe - Germany and England -, Americas – the United States and Brazil -, Asia - India and Sri Lanka -, Oceania - Australia - and Africa - Uganda), this report intends to draw up an international overview of RWH allowing putting French practices into perspective. At the same time, to take into account the specificities of each national context, each case is studied through a set of common entries: regulatory issues, technical and scientific challenges, uses and health related issues, vectors of the development of the practices and, more widely, the place of RWH in the overall management of water resources.

▪ **KEY WORDS**

- RAINWATER
- RWH (RAINWATER HARVESTING)
- FRANCE
- GERMANY
- AUSTRALIA
- UNITED KINGDOM
- UNITED STATES OF AMERICA
- BRAZIL
- INDIA
- SRI LANKA
- UGANDA

AVERTISSEMENT

Le rapport final de cette étude intitulée « Panorama international de l'utilisation de l'eau de pluie » est constitué de deux volumes :

- le volume 1, sous-titré « Etudes de cas », présente la méthodologie utilisée et les 8 pays étudiés (sous la forme de monographies d'une dizaine de pages chacun),
- le volume 2, sous-titré « Enseignements pour le cas français », présente une synthèse des éléments apportés par les études de cas et organisés autour d'un certain nombre de thèmes pertinents pour s'interroger sur le cas français.

▪ **SOMMAIRE**

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 9 |
| 1. Méthodologie | 10 |
| 1.1. Constitution d'une bibliographie | 10 |
| 1.2. Réalisation de fiches de cas par pays | 11 |
| 2. Allemagne | 12 |
| 2.1. Contexte général des ressources en eau..... | 12 |
| 2.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP | 13 |
| 2.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP..... | 14 |
| 2.4. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP en Allemagne | 18 |
| 2.5. Usages et qualité des eaux de pluie | 19 |
| 2.6. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 21 |
| 2.7. Thématiques de recherche et de débats | 22 |
| 3. Angleterre | 23 |
| 3.1. Contexte général des ressources en eau..... | 23 |
| 3.2. Diffusion de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie..... | 24 |
| 3.3. Réglementations, politiques locales et démarches de soutien | 26 |
| 3.4. Pratiques, usages et acceptabilité de la pratique..... | 29 |
| 3.5. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 31 |
| 4. Etats-Unis | 33 |
| 4.1. Contexte général des ressources en eau..... | 33 |
| 4.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP | 34 |
| 4.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP..... | 36 |
| 4.4. Usages de l'eau de pluie récupérée et qualité des eaux de pluie | 40 |
| 4.5. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP aux Etats-Unis..... | 41 |
| 4.6. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 42 |
| 4.7. Thématiques de recherche et de débats | 43 |
| 5. Brésil | 45 |
| 5.1. Contexte général des ressources en eau..... | 45 |
| 5.2. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP..... | 45 |
| 5.3. Usages de l'eau de pluie récupérée..... | 48 |
| 5.4. Qualité de l'eau de pluie..... | 49 |
| 5.5. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP au Brésil | 49 |
| 5.6. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 50 |
| 5.7. Thématiques de recherche et débats | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 6. Australie | 52 |
| 6.1. Contexte général des ressources en eau..... | 52 |
| 6.2. Diffusion de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie..... | 53 |
| 6.3. Réglementations, politiques locales et démarches de soutien | 55 |
| 6.4. Pratiques, usages et acceptabilité de la pratique..... | 58 |
| 6.5. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 61 |
| 7. Inde | 62 |
| 7.1. Contexte général des ressources en eau..... | 62 |
| 7.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP | 63 |
| 7.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP..... | 64 |
| 7.4. Politiques publiques de développement de la RUEP | 67 |
| 7.5. Usages de l'eau de pluie récupérée et enjeux de qualité | 68 |
| 7.6. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP en Inde | 69 |
| 7.7. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 70 |
| 7.8. Thématiques de recherche et débats | 70 |
| 8. Sri Lanka | 72 |
| 8.1. Contexte général des ressources en eau..... | 72 |
| 8.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP | 73 |
| 8.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP..... | 74 |
| 8.4. Usages de l'eau de pluie récupérée et qualité des eaux de pluie | 76 |
| 8.5. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP au Sri Lanka | 77 |
| 8.6. Exemples de projets significatifs et de programmes d'envergure | 79 |
| 8.7. Thématiques de recherche et de débats | 81 |
| 9. Ouganda | 82 |
| 9.1. Contexte général des ressources en eau..... | 82 |
| 9.2. Diffusion de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie..... | 83 |
| 9.3. Réglementations, politiques locales et démarches de soutien | 88 |
| 9.4. Pratiques, usages et acceptabilité de la pratique..... | 89 |
| 9.5. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs | 91 |
| Sigles & Abréviations | 93 |
| Généralités | 93 |
| Allemagne | 93 |
| Angleterre..... | 93 |
| Etats-Unis..... | 94 |
| Brésil..... | 94 |
| Australie | 95 |
| Sri Lanka | 95 |
| Ouganda..... | 95 |

| | |
|---|------------|
| Bibliographie volume 1 | 97 |
| Références – Introduction et méthodologie | 97 |
| Références - Allemagne..... | 97 |
| Références – Angleterre | 99 |
| Références – Etats-Unis | 100 |
| Références - Brésil | 102 |
| Références - Australie..... | 103 |
| Références - Inde..... | 105 |
| Références – Sri Lanka..... | 107 |
| Références – Ouganda..... | 109 |
| Table des illustrations..... | 111 |
| Remerciements..... | 113 |

- **PANORAMA INTERNATIONAL DE L'UTILISATION DE L'EAU DE PLUIE**
VOL. 1 : ETUDES DE CAS
VOL. 2 : ENSEIGNEMENTS POUR LE CAS FRANÇAIS

Introduction

Redécouverte par les acteurs de l'éco-construction dans les années 1990, la récupération et utilisation de l'eau de pluie (RUEP) connaît un succès croissant en France auprès des collectivités, aménageurs et particuliers. Se développe ainsi à l'échelle de l'habitation et de constructions publiques un nouveau parc d'équipements, généralement des cuves de récupération. Ce développement est accompagné par différentes natures d'actions. Un premier cadre réglementaire a été structuré autour de l'arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. En complément de ce premier cadre réglementaire, un ensemble de référentiels à destination des professionnels a été formalisé : une plaquette réalisée à l'attention des installateurs et parue fin 2009 (MEEDDM et *al.*, 2009), une norme AFNOR publiée en octobre 2011 (AFNOR, 2011) ainsi qu'un guide en cours de finalisation au sein d'un groupe de travail de l'ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement). Par ailleurs, différentes formes d'incitations se sont développées à différentes échelles : promotion de la pratique, expériences pilotes publicisées, aides financières, etc.

Au regard d'autres sphères géographiques où la RUEP et son (re)-développement peuvent être observés¹, l'arrêté français de 2008 a posé un certain nombre de limites à cette pratique, portant notamment sur :

- les surfaces de collecte : seules les toitures inaccessibles sont considérées dans le champ d'application de l'arrêté ;
- les bâtiments concernés : une liste « négative » de bâtiments pour lesquels l'utilisation de l'eau de pluie pour des usages intérieurs n'est pas autorisée est fournie dans l'arrêté ;
- les usages de l'eau de pluie : s'il n'existe pas de précision particulière concernant les usages extérieurs, les usages intérieurs sont, quant à eux, limités à l'alimentation des toilettes, au lavage des sols et au lavage du linge (« à titre expérimental » pour ce dernier).

Par ailleurs, si cette réglementation a trouvé son origine dans un crédit d'impôt destiné à promouvoir la technique (article 49 de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 Décembre 2006), et que différentes collectivités ont mis en place des mécanismes d'aide et d'incitation à l'adoption de cette pratique, ces différentes modalités politiques n'auraient eu un effet direct que très limité sur la diffusion de la pratique (de Gouvello et Moreau de Bellaing, 2009), les raisons du développement de la RUEP semblant reposer sur des motivations essentiellement extra-économiques.

Dans ce contexte, compte tenu de la croissance de la demande sociale, mais également parfois d'enjeux de gestion de la ressource en eau et de maîtrise des eaux pluviales, il est probable que le premier cadre réglementaire défini par l'arrêté de 2008 soit amené à être à la fois affiné et élargi : possibilité d'utiliser l'eau de pluie provenant de surfaces de collecte autres que les toitures inaccessibles, précision sur les conditions requises - aujourd'hui non indéfinies - pour le lave-linge, voire ouverture à de nouveaux usages. De même, les actions publiques menées pour la promotion du recours à l'utilisation de l'eau de pluie, pour être efficaces, pourraient être pensées à nouveaux frais.

Il apparaît important d'anticiper ces évolutions et, à ce titre, l'étude de cas étrangers menée selon une analyse spécifiquement orientée à cet effet peut se révéler riche d'enseignements. Le présent rapport se veut être une contribution allant en ce sens.

Ce premier volume comporte neuf chapitres : après un premier chapitre décrivant la méthodologie retenue pour l'étude, les chapitres suivants présentent les monographies des huit pays qui ont été analysés.

¹ Signalons notamment :

- en Europe : l'Allemagne et la Belgique ;
- en Asie : l'Inde, la Corée et le Sri Lanka ;
- dans les Amériques : les Etats-Unis, le Mexique et le Brésil ;
- en Afrique : le Kenya, l'Ouganda et le Bénin ;
- en Océanie : l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

Un point est dressé en première partie du second volume.

1. Méthodologie

La méthodologie mise en œuvre pour cette étude a reposé sur trois temps :

- temps 1 : constitution d'une bibliographie ;
- temps 2 : réalisation d'un ensemble de fiches par pays ;
- temps 3 : synthèse, analyses croisées et enseignements au regard du cas français.

1.1. Constitution d'une bibliographie

1.1.1. Un constat initial : des synthèses générales partielles

Il existe déjà plusieurs travaux de synthèse sur la RUEP avec une perspective internationale. Un ouvrage de référence a été publié en 2000 sur le sujet (Gould and Nissen-Petersen, 2000). Cet ouvrage est basé sur une expérience pratique des auteurs de plus de vingt années, essentiellement en Afrique et en Asie dans le cadre de pays en développement. Il présente de nombreux cas de réalisations : il n'offre toutefois pas de réelle vision intégrée de la pratique à l'échelle des pays. Plus récemment, le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) a publié un rapport qui réunit les contributions d'un panel d'experts de différents pays dans l'objectif d'appréhender les potentialités et les limites de cette pratique (UNEP, 2009) au regard des grands enjeux relatifs à la gestion de l'eau : la sécurité en eau en milieu urbain ou rural, l'adaptabilité au changement climatique, la préservation de l'environnement, etc. Si cette étude contribue à changer le regard sur la RUEP en la sortant du rang de technique mineure et marginale pour inviter à la considérer comme une solution crédible à intégrer aux politiques publiques de l'eau, son propos n'est pas de fournir des données détaillées sur tel ou tel pays.

En France, deux références récentes sont à souligner :

- à la suite des travaux du COMOP Eau du Grenelle de l'environnement, l'ONEMA a confié à l'Office International de l'Eau (OIEau) la réalisation d'une étude consacrée à l'analyse des conditions de développement de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie aux Pays-Bas et en Allemagne, peu avant la sortie de l'arrêté du 21 août 2008 (Abichared *et al.*, 2008), ceci pour apporter un premier éclairage européen ;
- un recueil a également été réalisé sur l'initiative de l'ARENE Ile-de-France, présentant des retours d'expériences de projets de RUEP menés dans des pays en développement (ARENE, 2010), dans une perspective de coopération décentralisée.

Ces travaux fournissent des renseignements de qualité variable et parfois difficile à interpréter car présentés en dehors d'un contexte plus général.

Le premier apport du travail bibliographique a donc été de confirmer l'intérêt d'entreprendre un panorama international dans lequel le sujet de la RUEP peut être resitué au regard des enjeux de la gestion de l'eau selon la sphère géographique considérée.

1.1.2. Une méthode de repérage bibliographique

L'objectif a été de repérer au travers de différents canaux d'informations (bibliothèques, centres documentaires, Internet) un grand nombre de références relatives au thème puis de renseigner en conséquence un premier tableau à partir d'une consultation très rapide de ces références. Pour chaque référence ont ainsi été renseignés dans une base de données plusieurs champs préalablement définis: nom de l'auteur, année de publication, titre et nature du document (rapport d'études, article scientifique, texte réglementaire, ...), pays ou zone géographique concernée, thématiques spécifiquement abordées, brève description du contenu du document. Certaines sources se sont révélées plus particulièrement riches, en particulier les actes des colloques de l'IRCSA (*International Rainwater Catchment System Association*), lesquels se tiennent tous les trois ans depuis 1982.

Il a ainsi été possible de recenser assez rapidement plus de 200 références *a priori* pertinentes. Ce panel a permis d'avoir un premier aperçu des pays les plus référencés, à savoir :

- en Europe : l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la Belgique ;
- en Afrique : le Kenya, l'Ouganda, le Mali, le Sénégal ;

- en Amérique : les Etats-Unis, le Brésil, le Mexique, le Canada ;
- en Asie : l'Inde, le Sri Lanka, le Bangladesh, le Japon, la Chine, le Vietnam, la Corée du Sud, la Thaïlande ;
- en Océanie : l'Australie, la Nouvelle-Zélande et certaines îles du Pacifique.

Cette phase a ainsi permis de confirmer que la RUEP était une pratique présente sur tous les continents, chacun d'entre eux disposant d'au moins un pays présentant un développement significatif. Dans ce contexte s'est donc posée la question d'opérer une sélection pertinente de pays à approfondir.

1.2. Réalisation de fiches de cas par pays

1.2.1. Choix des pays étudiés

Le choix des pays retenus pour la réalisation d'une fiche de cas détaillée (cf. chapitres 2 à 9 de ce volume) a été effectué sur la base de trois principaux critères :

- chaque pays retenu devait avoir fait l'objet d'un grand nombre de références, signe du développement de la pratique et gage de disponibilité documentaire ;
- les cinq continents devaient être représentés ;
- l'ensemble des pays retenus devant être représentatif de la diversité possible des contextes et conditions de développement de la RUEP.

L'application de ces trois critères a conduit à retenir les pays suivants : Allemagne, Angleterre, Australie, Etats-Unis, Brésil, Inde, Sri Lanka et Ouganda.

1.2.2. Structuration type d'une fiche

La structuration des fiches a fait l'objet d'un processus itératif. Les trois contributeurs à cette étude se sont alors répartis les pays à renseigner sous la forme de fiches synthétiques, d'une dizaine de pages environ. Un plan type a été adopté pour mener ce travail. Ce plan type a lui-même évolué en s'affinant au fur et à mesure du travail et des échanges. Il s'est toutefois structuré autour d'un certain nombre d'items, notamment :

- le contexte général de la gestion des ressources en eau,
- les conditions de diffusion de la RUEP,
- les aspects réglementaires et normatifs propres à la RUEP,
- les usages pratiqués de l'eau de pluie,
- la qualité des eaux de pluie récupérée,
- les acteurs et la structuration de la RUEP,
- les opérations significatives et les programmes d'envergure
- les thématiques de recherches et débats.

2. Allemagne

2.1. Contexte général des ressources en eau

L'Allemagne est une **république fédérale**, issue de la réunification de l'Allemagne de l'Ouest et de l'Allemagne de l'Est en 1990 (cf. *Figure 1*). Elle est composée de 16 états fédérés (Länder)². L'Etat fédéral (Bund) détient l'exclusivité du pouvoir législatif dans certains domaines comme la défense, les télécommunications, etc. Les états fédérés disposent de larges pouvoirs, au regard des régions françaises. Dans le domaine de l'environnement, et plus particulièrement de gestion de l'eau, ils peuvent promulguer des lois plus larges, plus exigeantes que les lois-cadres fédérales, dans le respect de celles-ci. Ainsi la gestion de l'eau relève des états fédérés, avec en conséquence une hétérogénéité des politiques conduites et des services d'eau et d'assainissement des municipalités (OIEau, 2004).

En matière de démographie, l'Allemagne est le **pays le plus peuplé de l'Union Européenne**, avec près de 82 millions d'habitants très majoritairement urbains, et l'un des plus densément peuplés avec 228 habitants / km² en moyenne en 2011. Les concentrations démographiques les plus importantes sont observées sur les axes de la conurbation de la Ruhr et du Rhin, dans l'ouest de l'Allemagne. L'Allemagne a par ailleurs un tissu industriel très développé, ce secteur employant un tiers de la population active (Wikipédia, 2012).



Figure 1 : Carte de l'Allemagne (source : CIA World Factbook, 2006, Wikipedia)

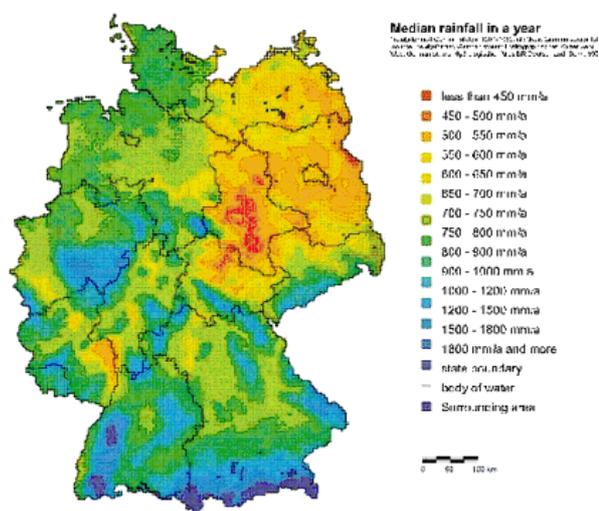


Figure 2 : Gammes de précipitations moyennes annuelles en Allemagne (source : Agence fédérale de l'environnement).

Concernant les précipitations, l'Allemagne bénéficie d'un **climat continental tempéré**. Les précipitations moyennes sont de l'ordre de 700 mm / an. Des contrastes pluviométriques apparaissent entre le sud du pays influencé par le relief alpin où les précipitations peuvent dépasser 1 600 mm / an et le nord-est du pays où les précipitations annuelles peuvent être localement inférieures à 500 mm / an (cf. *Figure 2*). Ainsi, les sécheresses affectent essentiellement le Nord-Ouest de l'Allemagne, mais peuvent être généralisées comme en 2003.

Les **ressources en eaux** souterraines sont mobilisées pour couvrir 70 % des besoins en eaux à l'échelle du pays (40 % en Westphalie, 100 % en Bavière), et les eaux superficielles pour couvrir 30 % (OIEau, 2004). L'Allemagne n'est pas confrontée à des problèmes quantitatifs majeurs, qui sont plutôt localisés. Il existe néanmoins de véritables enjeux liés à la qualité des eaux, notamment dans certaines régions au passé industriel, à l'exemple de la vallée de Emscher dans la Ruhr qui a fait l'objet d'un vaste programme de restauration écologique (Lefèvre, 2008). Par ailleurs, l'Allemagne est l'un des pays où le prix de l'eau est le plus élevé en Europe. Basé sur le principe du pollueur-payeur et fixé localement par les municipalités, le prix moyen de l'eau qui a connu des augmentations importantes ces dernières décennies est aujourd'hui de l'ordre de 5 € / m³ en moyenne.

² Les 16 länders allemands sont : Bade-Wurtemberg, Bavière, Berlin, Brandebourg, Brême, Hambourg, Hesse, Mecklembourg-Poméranie antérieure ou occidentale, Rhénanie du Nord Westphalie, Rhénanie-Palatinat, Sarre, Saxe, Saxe-Anhalt, Basse-Saxe, Schleswig-Holstein et Thuringe.

Dans le cadre de l'optimisation de leurs systèmes d'assainissement, majoritairement unitaires, les municipalités sont confrontées aux problématiques associées aux eaux pluviales. Elles tendent depuis les années 1990 à rechercher un délestage des réseaux d'assainissement par temps de pluie et à encourager une gestion plus écologique, en particulier par l'infiltration à la parcelle.

Selon le ministère en charge de l'environnement, un recours important est effectué aux ressources en eau alternatives à l'eau potable. Ainsi, plus de 700 000 personnes en Allemagne utiliseraient des puits privés ou des sources pour s'approvisionner en eau potable, les puits étant particulièrement utilisés en milieu rural. En parallèle du développement de l'utilisation des eaux grises pour notamment l'alimentation des WC, l'Allemagne fait figure de pays pionnier en matière d'utilisation de l'eau de pluie.

2.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP

En Europe, l'Allemagne est reconnue comme pionnière en matière de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie pour la satisfaction de besoins domestiques et d'autres besoins (Gould et Nissen-Petersen, 2000). C'est aujourd'hui très probablement le pays européen où la pratique est la plus développée. Elle bénéficie de près de 25 ans de programmes de promotion, de travaux de recherche et développement, jusqu'à être consacrée par une norme DIN publiée dans les années 2000. Ce développement peut être approché par différents indicateurs. Selon K. König, spécialiste allemand de la RUEP, environ 1,5 million de toits collectaient les eaux de pluie en Allemagne en 2006 (LRD, 2006). Le nombre de systèmes de collecte des eaux de pluie installés ou vendus chaque année est estimé, selon les sources, à 50 000 - 60 000 (film L'eau de pluie en Allemagne de la Fbr) à 80 000 (LRD, 2006). 35 % des nouveaux bâtiments construits en Allemagne seraient ainsi équipés de systèmes de récupération des eaux de pluie (Ciwem cité par (Environment Agency, 2010)).

Ce développement de la RUEP a été soutenu par des Länder et des municipalités, sous la forme en particulier de programmes de subventions. En effet, c'est à la fin des années 1980 - début des années 1990 que plusieurs Länder et municipalités vont, les premiers, lancer des programmes de subventions. Ainsi en 1988, confronté à un déficit de ressource en eau avec une nappe surexploitée et contaminée par l'infiltration de l'eau de mer, le Land de Hambourg lance une politique de promotion de l'eau de pluie. Elle s'appuie sur un programme de subventions auprès de tous les citoyens (König 2006 ; LRD 2006 citant König). La petite municipalité de Pleidelsheim dans le Land de Bade-Wurtemberg lance également en 1990 un programme de subventions qui durera une dizaine d'années et qui permet d'aider 80 projets (König, 2006). En 1991, le Land de Hesse, confronté à une sécheresse et à une détérioration des forêts liée à la baisse de la nappe, décrète un état d'urgence pour l'eau, instaure une taxe sur le prélèvement d'eau souterraine et lance en 1992 un programme de subventions de l'utilisation de l'eau de pluie pour les projets publics et privés qui durera 7 ans (König, 2006). D'autres Länder vont également aider la RUEP comme par exemple les Länder de Brême, de Rhénanie du nord-Westphalie, de Schleswig-Holstein, de Sarre (König, 2006).

Les autorités sanitaires ont manifesté des inquiétudes sur les risques associés à l'utilisation de l'eau de pluie dès la fin des années 1980. Ainsi l'office fédéral de la santé était d'abord opposé à l'utilisation de l'eau de pluie pour la lessive, l'hygiène corporelle et même les WC en raison de risques possibles d'infection ou de réactions allergiques (Wessels, 1994 cité par Gould *et al.*, 2000). Il a essayé en 1988 d'interdire l'utilisation de l'eau de pluie dans la maison (Wack, 2007). Cette opposition explique probablement les importants travaux de recherche conduits en la matière dès la fin des années 1980 en Allemagne, en particulier sur les questions de qualité des eaux (Klein, 1989), qui ont permis d'apporter des éléments de réponse. Un centre de recherche sur l'eau est créé au sein de l'université des sciences appliquées de Fulda dans le Land de Hesse en 1991 (Wack, 2007). Des études à long terme ont été menées par les bureaux de santé de Hambourg et de Brême (cf. 2.5). Une évaluation est publiée en 1996 concluant que l'utilisation domestique de l'eau de pluie pour les WC et le lavage du linge ne présente pas de risque pour la santé (Hollander *et al.*, 1996). Un symposium consacré aux aspects sanitaires de l'utilisation domestique de l'eau de pluie est organisé par la FBR (cf. 2.4) à Fulda en octobre 1998. Il rassemble 80 représentants d'institutions sanitaires, de départements de santé publique, d'autorités locales et de quelques compagnies d'eau. Y sont notamment présentés des résultats de suivi microbiologiques d'installation de RUEP (Dr. Hollaender) et une évaluation des risques sanitaires associés à l'utilisation des eaux de pluie (Dr. Lücke) (cf. 2.5) (König *et al.*, 2001).

Le **secteur industriel** a également joué un rôle important dans la promotion de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie, notamment dans les années 1990, en développant des

technologies adaptées susceptibles de préserver ou d'améliorer la qualité de l'eau³ (Gould et Petersen, 2000). Passant progressivement d'une trentaine de professionnels en 1986 (Wack, 2007) à 60 000 en 2003 (König, 2003), un véritable secteur économique s'est développé, élargissant l'offre professionnelle. En 1991, le centre de formation sur l'utilisation de l'eau de pluie est ouvert dans la petite municipalité de Kefenrod, dans le land de Hesse (Wack, 2007). C'est la ville d'implantation de la société WISY, l'un des équipementiers qui a beaucoup œuvré au développement de la récupération de l'eau de pluie par des innovations technologiques (filtres, etc.). L'association professionnelle FBR pour la promotion et le développement de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie est créée en 1995, regroupant des fabricants, des prescripteurs et des installateurs (cf. 2.4). Elle œuvre à l'organisation en Allemagne de la 10^{ème} conférence internationale sur la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie de l'IRCSA, qui rassemble plus de 400 participants en provenance de 68 pays en septembre 2001 à Manneheim (König, 2007a). La publication de la norme sur les systèmes de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie à partir de 2002 consacre le développement de cette filière professionnelle (cf. 2.3).

2.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP

2.3.1. Législation et réglementations

Au niveau fédéral, la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie ne fait l'objet d'aucun encadrement spécifique. Ont été édictés une loi-cadre sur la gestion de l'eau et un décret sur l'eau destinée à la consommation humaine qui ne mentionnent pas explicitement l'eau de pluie. La loi-cadre fédérale sur les ressources en eau (*WHG Wasserhaushaltsgesetz*), promulguée en 1957 est régulièrement amendée, notamment pour transposer la directive cadre sur l'eau d'octobre 2000, la dernière version datant de 2009. Le décret fédéral sur l'eau potable (*TrinkwV Trinkwasserverordnung*) du 21 mai 2001 dont la version originale date de 1975, transpose la directive européenne du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Il est entré en vigueur au 1^{er} janvier 2003. Son but est de « *protéger la santé humaine contre les effets néfastes résultant de la contamination des eaux destinées à la consommation humaine, à protéger la santé publique en veillant à sa pureté en en conformité avec les règles (...)* » (art. 1). Concrètement, une eau de qualité potable doit être utilisée pour la boisson, la cuisine, l'hygiène corporelle et le nettoyage d'objets susceptibles d'être en contact avec des aliments et le corps humain (art. 3), c'est-à-dire la vaisselle, les vêtements, le linge de toilette, etc. Pour ce dernier besoin, le commentaire fédéral du décret sur l'eau potable indique qu'en cas d'utilisation d'eau de qualité moindre, une alternative eau potable doit être proposée, responsabilisant ainsi les utilisateurs (cf. Encadré 1).

Encadré 1 : Extrait du commentaire officiel relatif au décret portant révision du décret sur l'eau potable TrinkwV⁴

"De la même manière, il faut assurer, dans les ménages, la mise à disposition d'eau conforme aux exigences du décret, pour le nettoyage d'objets qui sont destinés au contact avec des aliments et de tous objets d'usage courant (...). Le nettoyage de ces objets d'usage courant doit satisfaire à des exigences particulièrement sévères, notamment sur l'aspect de la prévention contre les maladies contagieuses, pour autant que ces objets soient destinés au contact avec des aliments ou au contact prolongé avec le corps humain. Il résulte de l'objectif de protection de cette prescription qu'elle vise non seulement le lavage des vêtements, mais aussi des serviettes de toilette et torchons. Il s'ensuit que chaque ménage doit avoir la possibilité d'utiliser pour le lavage du linge une eau dont la qualité répond à celle de l'eau destinée à la consommation humaine. L'installation d'un deuxième robinet fournissant une eau d'une qualité moindre et l'utilisation de celle-ci pour le lavage du linge sont laissées à la discrétion de chacun".

Enfin, le règlement sur les conditions générales pour l'approvisionnement en eau (*AVBWasserV Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser*) qui régit les relations contractuelles entre la société de service public d'eau, appelée à modifier son règlement, et ses clients (version originale de juin 1980 révisée en 2004) spécifie que :

- dans les limites de l'acceptabilité économique, le fournisseur d'eau doit donner au client la possibilité de limiter sa consommation d'eau à un objectif souhaité par lui ou à un besoin partiel ; le client est tenu de satisfaire son besoin en eau par le réseau d'eau du fournisseur à la hauteur convenue (section 3.1) ;
- le client doit aviser le fournisseur d'eau avant l'installation d'un système de récupération individuelle ; le client doit prendre les mesures appropriées pour s'assurer que son système de récupération individuelle ne peut pas avoir un effet sur le réseau d'approvisionnement public en eau (section 3.2).

³ Ces auteurs citent notamment la société WISY pour les pompes et filtres et la société MALLBETON pour des réservoirs en béton et des filtres.

⁴ Imprimé fédéral 721/00 du 08/11/2000, p. 53, cité par DIN, 2002.

La RUEP a fait l'objet de politiques locales depuis une vingtaine d'années. Elle a ainsi donné lieu à des programmes de promotion et à des réglementations locales dès le début des années 1990, pour encourager son utilisation en substitution de l'eau potable et/ou le délestage des réseaux d'assainissement. Selon Hurpy, plus de 20% des communes allemandes dont les plus importantes ont subventionné la RUEP à hauteur de 50% pendant près de dix ans, considérant qu'elle permettait une économie des budgets d'assainissement (Hurpy, 2003 cité par Chouli, 2006). On peut citer l'exemple de la ville de Frankfort qui a initié à partir de 1992 un vaste programme d'économie d'eau. Parmi les mesures, l'utilisation domestique de l'eau de pluie en habitation uni et multi-familiale pour les WC, le lavage du linge et l'arrosage du jardin a été encouragée par un programme de subventions (Agence fédérale de l'environnement, 2012). Par ailleurs, les subventions peuvent localement être majorées en cas d'infiltration du trop-plein (Gould *et al.*, 2000). A partir de 1993, plusieurs lander autorisent les municipalités à rendre obligatoire la récupération de l'eau de pluie : le land de Hesse en 1993, le land de Brême en 1995, les lander de Sarre et de Bade – Wurtenberger en 1996 (Konig, 2006). Au niveau local, l'installation de dispositifs de récupération de l'eau de pluie est soutenue par un nombre croissant de municipalités comme une mesure de gestion des eaux pluviales (Agence fédérale de l'environnement, 2012). Concernant les taxes incitatives sur les rejets d'eaux pluviales, à partir de 1985, des jugements de tribunaux administratifs allemands ont statué que, si le coût des eaux pluviales dépassait de 12 à 15% celui des eaux usées, il était nécessaire de créer deux tarifs différenciés. Ainsi des municipalités qui disposent de la maîtrise complète des taxes ont été conduites à mettre en place un dispositif financier spécifique pour les eaux pluviales. Une enquête réalisée en 1994 par l'ATV auprès de 2 000 communes avait révélé 15 manières différentes de calculer cette taxe, l'assiette basée sur la surface imperméabilisée étant prédominante, le tarif s'exprimant alors en € / m² / an. Des réductions sont alors susceptibles d'être accordées, en cas d'infiltration des eaux pluviales et le cas d'échant de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie afin de délester les systèmes d'assainissement, majoritairement unitaires (Tabuchi, 2002 ; Durand, 2011).

2.3.2. Normalisation

C'est en Allemagne qu'est publiée la première norme en Europe relative aux dispositifs de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie. La norme DIN 1989 « *Systèmes d'utilisation des eaux pluviales* » (*Regenwassernutzungsanlagen*) est ainsi composée de quatre parties, publiées de 2002 à 2005 à un rythme annuel, et représentant une centaine de pages :

- DIN 1989 – 1 (avril 2002) : établissement de l'avant projet, installation, entretien et exploitation (cf. Encadré 2),
- DIN 1989 – 2 (août 2004) : filtre,
- DIN 1989 – 3 (août 2003) : citernes d'eau de pluie,
- DIN 1989 – 4 (août 2005) : dispositifs d'asservissement et de surveillance.

Elle s'articule, notamment, avec les normes DIN 1988 et DIN EN 1717 relatives aux installations d'eau potable et avec les normes DIN EN 12056 et DIN 1986 relatives aux installations d'eaux usées.

Encadré 2 : Sommaire de la norme DIN 1989 – 1 « Système d'utilisation des eaux pluviales » (2002)⁵

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Domaine d'application 2. Références normatives 3. Termes et définitions 4. Bases 5. Surface de captage 6. Traitement de l'eau 7. Citernes d'eau de pluie et composants de montage 8. Pompes pour eau non potable 9. Alimentation d'appoint 10. Commande du système | <ol style="list-style-type: none"> 11. Module d'alimentation d'appoint, centrales d'eau de pluie et systèmes hybrides 12. Réseaux de tuyauteries et identification 13. Infiltration de l'eau de débordement dans le sol 14. Protection contre le reflux 15. Types de système et possibilités d'installation 16. Calcul du volume de la citerne 17. Fonctionnement 18. Inspection et entretien |
|--|---|

Annexe A (informative) : Formulaire de calcul du rendement d'eau pluviale, du besoin en eau non potable et du volume utile des citernes d'eau de pluie.

Annexe B (informative) : Modèle d'un protocole de mise en service et d'instruction pour les systèmes d'utilisation pluviale.

Cette norme recouvre un domaine d'application relativement large : « *systèmes de récupération / revalorisation de l'eau de pluie dans les domaines domestiques, artisanaux, industriels et dans les constructions publiques où l'eau de pluie est utilisée pour les WC, les*

⁵ © DIN. La norme peut être obtenue auprès de l'organisme national de normalisation, www.din.de

circuits de refroidissements, les installations de lavage et de nettoyage, l'arrosage des espaces verts, etc. » (DIN 1989 – 1 : 2002, p. 5). La définition de l'eau de pluie est empruntée à la normalisation européenne « *eau provenant de précipitation naturelle, qui n'a pas été polluée par un usage* » (DIN EN 12056 – 1 : 2000).

Les surfaces de collecte sont abordées sous deux angles, qualitatif et quantitatif. Sur le premier aspect, il est spécifié que les surfaces « *doivent être évaluées principalement en fonction du procédé de traitement de l'eau de pluie et de l'utilisation que l'on compte faire de l'eau. Par principe, il faudra utiliser pour la collecte de l'eau les surfaces les moins polluées possible* ». S'il est indiqué que les surfaces les plus adaptées sont les toitures⁶, d'autres surfaces peuvent être utilisées dans certains contextes : « *En ce qui concerne les systèmes des eaux pluviales dans les secteurs artisanal, industriel et public, compte tenu de leur besoin important en eau, il peut être utile d'utiliser pour le captage de l'eau également des surfaces plus polluées (par ex. surfaces ouvertes à la circulation publique)* ». Ainsi l'utilisation des eaux pluviales ruisselant sur des surfaces autres que les toitures n'est pas exclue.

Pour le traitement standard de l'eau de pluie, il est considéré que les filtres à action mécanique et la sédimentation « *assurent en général un traitement suffisant. La désinfection de l'eau non potable et la séparation de l'eau de pluie s'écoulant de la toiture en début de précipitation n'est pas nécessaire* ». Ainsi la norme ne préconise pas de recourir à des séparateurs de premier flot. La conception de la citerne, l'arrivée et le soutirage de l'eau de pluie doivent favoriser la sédimentation. Pour les traitements de l'eau de pluie plus rigoureux, requis du fait de la nature des surfaces de collecte et/ou de l'usage prévu de l'eau de pluie, les procédés suivants sont cités : floculation, floculation-filtration, flottation, procédés biologiques, filtration plus poussée, désinfection, filtration sur membrane.

Concernant les citernes d'eau de pluie, leur fonction en matière de stockage mais aussi d'épuration des eaux de pluie, est soulignée. Ainsi l'influence positive complémentaire des processus secondaires de précipitation et de dégradation biologique sur la qualité de l'eau de pluie est soulignée. Concernant les matériaux, parmi les « *matériaux appropriés, on citera : le béton, les matières synthétiques, l'acier protégé contre la corrosion et l'acier inoxydable* ». La possibilité de relier plusieurs citernes entre elles est mentionnée. Le système doit par ailleurs comporter un module d'alimentation d'appoint. En cas d'eau potable, une protection de type AA (surverse total) ou AB (surverse avec trop-plein non circulaire) selon la DIN EN 1717 doit être installée.

Les réseaux d'eau de pluie doivent être « *identifiés clairement et durablement conformément au décret sur l'eau potable (Trinkwasserverordnung) et à la DIN 2403. En plus, les tuyauteries d'eau non potable doivent porter l'inscription "eau non potable" ou "eau de pluie"* ». Une plaque indicatrice portant l'inscription suivante doit être fixée à proximité du passage de la tuyauterie d'eau de ville dans la maison ou près du compteur d'eau : « *Attention ! Ce bâtiment est équipé d'un système d'utilisation des eaux pluviales* ». Les points de soutirage doivent être identifiés clairement et durablement par un pictogramme selon DIN 4844-1 ou DIN 4844-2 ou par une plaque portant l'inscription « *eau non potable* ». Les points de soutirage d'eau de pluie librement accessibles doivent être protégés par une poignée amovible ou verrouillable.

Relayant les pratiques allemandes en matière de gestion écologique des eaux pluviales, la norme décrit la possibilité d'infiltration de l'eau de pluie par débordement dans le sol si celui-ci le permet. Le trop-plein de la citerne est alors dirigé vers un puits, une tranchée drainante, une noue ou solution combinée noue/tranchée⁷. La norme renvoie à la fiche technique de l'ATV, ATV A 138, pour les règles de construction et de dimensionnement des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales, indiquant que « *l'effet de rétention des citernes d'eau de pluie pourra, le cas échéant, être pris en compte* » pour le dimensionnement, sans en préciser néanmoins les modalités.

Pour le calcul du volume utile de la citerne, trois méthodes sont présentées : méthode forfaitaire, méthode des 21 jours et méthode de la simulation journalière (cf. Tableau 1). La norme souligne que « *le volume utile d'une citerne est optimal lorsqu'il assure un rapport équilibré entre le rendement d'eau de pluie et le besoin en eau non potable. (...) L'optimisation du volume utile est à effectuer en tenant compte des aspects quantitatifs et économiques* ». A

⁶ A propos de certains matériaux et système de toitures, il est noté qu'ils « sont à évaluer individuellement en fonction de l'utilisation prévue » : toitures végétalisées, toitures en bitume, toitures en ciment contenant de l'amiante, grands toits neufs en cuivre ou en zinc non revêtus.

⁷ Pour les eaux de pluie collectées à partir de toitures métalliques, la norme rappelle la nécessité de se conformer aux réglementations régionales en matière d'infiltration des eaux pluviales.

noter que des logiciels sont disponibles en Allemagne pour réaliser des dimensionnements par simulation journalière.

Tableau 1 : Méthodes de calcul du volume utile de la cuve de stockage d'eau de pluie selon la normalisation allemande (tableau de synthèse établi d'après DIN 1989 : 2002)

| Méthode | Domaine d'emploi privilégié | Données d'entrées, hypothèses | Principes et résultats |
|--|--|---|--|
| Abrégée (forfaitaire) | Maisons unifamiliales et bifamiliales Bâtiments et usages comparables | Hauteur de précipitation annuelle comprise entre 500 et 800 mm Utilisation domestique pendant toute l'année Constance du nombre de personne et du type d'utilisation Disponibilité d'une toiture pour le captage des eaux de pluie | Volume utile devant correspondre à : - 25 à 50 litres / m ² , - 800 à 1000 litres / utilisateur Pour un ménage de 4 personnes, volume utile d'environ 4 m ³ sur la base d'une surface de toiture de 100 m ² . |
| Simplifiée (méthode des 21 jours) Annexe A informative | Maisons collectives Bâtiments administratifs Bâtiments de bureaux Construction à vocation artisanale et industrielle ayant une structure de consommation équilibrée | Hauteur de précipitation annuelle hN Surface de captage AA. Coefficient de rendement de cette surface e. Coefficient de rendement du système de filtration η. Besoin journalier en eau Pd ⁸ . Nombre d'utilisateurs n. Surface d'irrigation ABew. Besoin annuel spécifique BSa. | Calcul d'un rendement annuel d'eau de pluie : $ER = AA * e * hN * \eta$ Calcul des besoins annuels en eau non potable - selon le nombre d'utilisateurs : $BWa = Pd * n * 365$ - selon une surface (espaces verts...) : $BWa = ABew * BSa$ Constitution d'une réserve permettant de satisfaire au moins 3 semaines de besoins : Calcul du volume utile de stockage $Vn = \text{minimum de } (BWa \text{ ou } ER) * 0,06$ |
| Différenciée (simulation journalière) | Système de grande taille, en particulier ceux à caractéristiques de consommation spécifique, enjeux d'optimisation du dimensionnement | Hauteur de précipitation locale journalière (chronique). Besoins en eau journaliers. | Modèle de stockage Simulation sur une période de 5 à 10 ans minimum du fonctionnement de la cuve selon les précipitations collectées et les besoins en eau soutirés. |

Concernant **le fonctionnement et l'entretien**, une notice de mise en service et d'entretien doit être remise à l'utilisateur. La mise en service, réalisée par une personne qualifiée, doit comprendre un essai de fonctionnement en eau avec plusieurs cycles de démarrage et d'arrêt. Il est conseillé par ailleurs « pour améliorer le contrôle et la surveillance (...) de tenir un manuel dans lequel on consignera la quantité d'eau consommée par mois et, éventuellement, la quantité d'eau d'appoint ». En matière d'inspection et d'entretien, la norme décrit les opérations à réaliser et leur fréquence, l'inspection relevant de l'utilisateur, l'entretien d'un spécialiste (cf. Tableau 2 et Tableau 3). La fréquence d'entretien de la cuve n'est que de 10 ans, des recherches conduites dans les années 1990 ayant mis en évidence l'action bénéfique du biofilm qui se forme au sein de la citerne sur la qualité des eaux de pluie (König, 2006).

Tableau 2 : Synthèse des fréquences des opérations d'inspection et d'entretien (d'après DIN 1989 : 2002)⁹

| Éléments du système | Fréquence d'inspection | Fréquence d'entretien |
|---|------------------------|--|
| Chéneaux | 6 mois | |
| Gouttières / colonnes descente d'eau pluviale | 6 mois | |
| Système de filtration | 1 an ¹⁰ | |
| Citerne d'eau de pluie avec ses pièces internes | 1 an | ≈ 10 ans |
| Pompe pour l'eau non potable | 6 mois | 1 an |
| Alimentation d'appoint / surverses de type AA ou de type AB | 1 an | |
| Commande du système | 6 mois | 1 an |
| Affichage de niveau (citerne) | 1 an | |
| Tuyauteries | 1 an | |
| Compteurs d'eau | 1 an | 6 ans |
| Clapet anti-retour | 1 an | |
| Dispositif anti-refoulement | 1 mois | 6 mois |
| Siphons anti-odeur | 6 mois | |
| Poste de relevage (conforme à la DIN EN 12050-2) | 1 mois | 3 mois ¹¹ , 6 mois ¹² , 1 an ¹³ |
| Robinet de soutirage | 1 an | |
| Dispositif de chasse | 1 an | |
| Identification | 1 an | |

⁸ Un tableau des besoins annuels en eau non potable est fourni.

⁹ © DIN. La norme peut être obtenue auprès de l'organisme national de normalisation, www.din.de

¹⁰ En fonction des conditions rencontrées et conformément aux instructions du constructeur.

¹¹ Secteur artisanal et industriel.

¹² Maison collective.

¹³ Maison individuelle.

Tableau 3 : Extrait du tableau décrivant les travaux d'inspection et d'entretien (d'après DIN 1989 : 2002)

| Eléments du système / appareil | Mesure | Description | Intervalle |
|--|------------|--|------------|
| (...) | | | |
| Citerne d'eau de pluie avec ses pièces internes | Inspection | Contrôler l'état de propreté, l'étanchéité et la stabilité de la citerne. | 1 an |
| | Entretien | Vidanger la citerne et la nettoyer à l'intérieur, si nécessaire prélever les dépôts de sédiments | ~10 ans |
| (...) | | | |
| Alimentation d'appoint / surverse type AA ou type AB | Inspection | Contrôle de la garde d'air (réglage de niveau d'eau), du robinet d'alimentation et du trop-plein, le robinet d'alimentation étant complètement ouvert ; le cas échéant, contrôle visuel de l'aération et de la purge d'air | 1 an |

La fédération allemande du secteur du gaz et de l'eau (*Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft - DVWG*) a également publié en 2002 une norme technique sur l'utilisation domestique des eaux de pluie issues des toitures, d'une dizaine de pages (DVGW 555 : *Nutzung von Regenwasser (dachablaufwasser) im häuslichen*).

2.3.3. Autres référentiels

Un document d'information a été publié par l'agence fédérale de l'environnement en 2005 : « *Infiltration et utilisation de l'eau de pluie : avantages, risques et enjeux* », d'une quarantaine de pages largement illustrées, à destination principalement des particuliers. En matière d'utilisation de l'eau de pluie, il présente des éléments de nature technique, réglementaire et économique.

Au niveau local, des référentiels ont également pu être élaborés. Par exemple, le Département pour le développement urbain du Sénat de Berlin a édité un document d'information décrivant les stratégies d'innovation conduites en matière de ressources alternatives en eau dans les bâtiments illustrées par des exemples de réalisations et incluant également des recommandations techniques (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2007 ; cf. 2.5 et 2.6).

2.4. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP en Allemagne

Trois principaux ministères fédéraux interviennent en matière d'environnement et de santé : le ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire¹⁴, le ministère fédéral de la consommation, de l'alimentation et de l'agriculture¹⁵ et le ministère fédéral de la santé¹⁶. L'Agence fédérale de l'environnement (*Umweltbundesamt / UBA*), placée sous la tutelle du ministère en charge de l'environnement a été créée en 1974. Elle a pour mission de fournir un appui scientifique au gouvernement fédéral, de mettre en œuvre les lois et d'informer le public. L'un des enjeux dont elle traite est l'eau : ressource, eau potable et protection, en particulier en appui à la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau. Le document d'information sur l'eau de pluie qu'elle a édité en 2005, intitulé « *L'infiltration et l'utilisation de l'eau de pluie : avantages, risques, exigences* » semble mettre en avant une position raisonnée vis à vis de l'eau de pluie, promouvant notamment l'infiltration avant son utilisation pour usages domestiques.

L'organisme allemand de normalisation DIN¹⁷, créé en 1971, basé à Berlin et reconnu depuis 1975 par le gouvernement allemand comme l'organisme national de normalisation, représente les intérêts allemands aux niveaux européen et international. Au sein de la commission Ingénierie de l'eau (NA *Wasserwesen*), un comité d'experts est dédié aux systèmes de récupération de l'eau de pluie (DIN-NAW V8). Outre la norme DIN 1989 qui a inspiré d'autres travaux de normalisation en Europe, il constitue le groupe miroir national du CEN/TC 165/WG 50 – *Use of treated wastewater*. Par ailleurs l'association allemande pour le gaz et l'eau DVGW¹⁸, fondée en 1859 et basée à Bonn, qui édicte des règles techniques et des normes, a édité une norme pour les installations individuelles¹⁹.

¹⁴ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

¹⁵ Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL).

¹⁶ Bundesministerium für Gesundheit (BMG).

¹⁷ Deutsches Institut für Normung e. V., www.din.de

¹⁸ Deutscher Verein des Gas e. V.

¹⁹ A priori, DWA n'intervient pas dans le champ de l'utilisation de l'eau de pluie. Ses règles techniques M 153 – « *Recommandations relatives au traitement des eaux pluviales* » évoquent l'utilisation de l'eau de pluie », .

Enfin, la FBR²⁰ est l'association nationale pour la promotion de l'utilisation de l'eau de pluie, à but non lucratif, basée à Darmstadt. Elle a été fondée en novembre 1995 suite au mouvement de controverse sur l'utilisation de l'eau de pluie. Ses missions sont ainsi de promouvoir les économies d'eau et l'utilisation de l'eau de pluie et de coordonner et promouvoir la R&D. Ses activités consistent en de la veille, de l'édition (revue, fiches techniques, ...), de la diffusion par l'organisation de journées²¹, de la formation professionnelle (FBR formation pour les installateurs). Ses travaux sont organisés en sections ou groupes professionnels, tels que gestion des eaux pluviales, hygiène et qualité de l'eau, eaux grises. L'association participe également aux travaux de normalisation. Ses membres sont des citoyens, ingénieurs, plombiers, municipalités, entreprises, municipalités, universités, bureaux de professionnels, fabricants, etc. De 120 membres à sa création, elle fédère 340 membres en 2010. Impliquée et reconnue au plan international, elle représente l'IRCSA²² en Allemagne et elle a participé en 2006 à la création de la déclinaison européenne, l'ERCSA²³.

2.5. Usages et qualité des eaux de pluie

L'eau de pluie fait l'objet de différents domaines d'emploi et usages en Allemagne. Elle fait partie de ce que certains référentiels allemands appellent des « *eaux de service* » telles que les eaux grises, etc., qui sont des eaux de qualité moindre par rapport à l'eau potable. Une eau de service est définie selon la norme DIN 4046 (citée par (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2007)) comme une « *eau pour l'utilisation dans le commerce, l'industrie, l'agriculture ou à d'autres fins similaires avec des caractéristiques de qualité différente, pour laquelle, la qualité de l'eau potable peuvent être inclus* ». Il n'existe pas d'exigences « officielles » sur la qualité des eaux de pluie, qui fait l'objet de larges usages, intérieurs et extérieurs, domestiques, commerciaux et industriels.

Face aux controverses qui ont animé l'Allemagne sur les risques sanitaires associés à l'utilisation de l'eau de pluie à l'intérieur des habitations, d'importants travaux de recherche avaient été conduits dès la fin des années 1980. Une partie de ces travaux sur la qualité des eaux de pluie a été synthétisée par L. Johnen et D. Kügler (Johnen *et al.*, 2006). Dans un contexte de développement de la pratique, en appui notamment aux pouvoirs réglementaires, les objectifs visés ont été d'évaluer l'influence de différents facteurs sur la qualité de l'eau de pluie (caractéristiques des toitures notamment existantes, environnement géographique, premier flot, conditions météorologiques dont effets saisonniers,...) et d'évaluer les risques sanitaires. Les résultats sont comparés aux exigences en matière d'eau potable (Allemagne) et d'eau de baignade (Europe). On peut par exemple citer les suivis en province d'Hessen (Klein *et al.*, 1989), à Hambourg (Moll, 1990), la grande campagne conduite à Hambourg, Hanovre, Berlin, Brême, Osnabrück, Darmstadt et Bodense (Hollaender *et al.*, 1996 ; cf. Encadré 3). Concernant cette dernière campagne, les auteurs concluent ainsi, sur la base des analyses effectuées, que si certaines précautions sont prises telles que la séparation stricte des conduites d'eau potable et d'eau de pluie, ainsi que la signalisation correcte des réseaux et des prises d'eau, l'utilisation de l'eau de pluie pour les chasses d'eau, l'arrosage des jardins et le lavage du linge ne présentent pas de risque inacceptable pour la santé publique.

²⁰ Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung eV.

²¹ par exemple le 10 février 2011, conférence à destination des institutions publiques.

²² International Rainwater Catchment System Association. Site internet : <http://www.ircsa.org/>

²³ Européenne Rainwater Catchment System Association. Site internet : <http://www.ercsa.eu/>

Encadré 3 : Campagne à grande échelle de caractérisation de l'eau de pluie utilisée pour les WC, l'arrosage du jardin et le lavage du linge, d'après Hollaender *et al.* (1996).

Une campagne de caractérisation de la qualité de l'eau de pluie a été conduite en Allemagne à grande échelle. Elle a concerné un échantillon de 102 citernes – 88 enterrées et 14 en sous-sol -, installées à Hambourg, Hanovre, Berlin, Brême, Osnabrück, Darmstadt et Bodensee. Les eaux de pluie récupérées étaient destinées aux WC, à l'arrosage du jardin et au lavage du linge.

Les 1 600 prélèvements d'eau de pluie effectués ont donné lieu à des analyses microbiologiques, incluant le dénombrement de micro-organismes hétérotrophes aérobies se développant respectivement à 20°C et 37 ° C, ainsi que l'identification d'*Escherichia coli*, de coliformes, de streptocoques fécaux, de *Pseudomonas aeruginosa*, des staphylocoques, de *Yersinias*, de salmonelles, de shigelles, de légionelle et de levures.

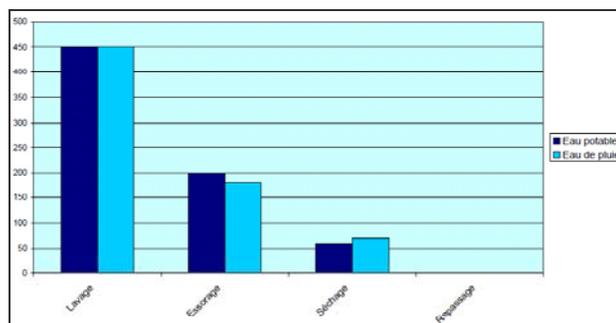
Les principaux résultats sont les suivants :

- le nombre moyen de germes dénombrés par ml est respectivement de 1200 à 20°C et de 230 à 37°C ; environ 26 germes de *E. coli* et 198 organismes coliformes ont été dénombrés pour 100 ml (valeurs médianes) ;
- dans le cas d'échantillons prélevés dans des citernes en matière plastique, le nombre total de germes était généralement plus faible que dans les échantillons prélevés dans des citernes en béton ou dans des réservoirs en briques ;
- à l'exception des germes *Pseudomonas aeruginosa* détectés dans 11,8% des échantillons prélevés et de la salmonelle dans un seul échantillon, aucun agent pathogène n'a été détecté ;
- plus de 95 % des 1600 échantillons analysés satisfont aux normes de qualité d'eaux de baignade de l'Union Européenne.

Pour l'évaluation du développement éventuel des germes, une autre étude conduite par E.-S. Krampitz et R. Hollaender a porté sur le suivi de l'évolution dans le temps de la qualité de l'eau de pluie, volontairement contaminée dans le cadre du protocole expérimental avec des salmonelles. Ils ont montré qu'après dix jours, les salmonelles n'étaient plus détectées dans 100 ml d'eau à une température constante de 20 °C (dans des cuves en polyéthylène), et après six jours à une température de 37 °C. Cette expérimentation a mis en évidence qu'il n'y avait pas de croissance de salmonelles dans l'eau de pluie dans des conditions standards (Krampitz *et al.* cité par Johnen *et al.*, 2006).

Concernant plus spécifiquement l'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge, une étude également conduite par R. Hollaender a mis en évidence une réduction du nombre de bactéries sous l'action conjuguée de la haute température (> 60°C) et de la lessive (cf. Figure 3) (Hollaender, R. cité par Johnen *et al.*, 2006).

Figure 3 : Evolution des concentrations de bactéries au cours du processus de lavage (source : Holländer R., 1996 cité par Johnen *et al.* 2006)



Les différentes études réalisées ont conduit aux conclusions d'une faible probabilité de contamination de l'eau de pluie de la citerne par des agents pathogènes et d'un usage contre-indiqué, si les règles de l'art et dispositions techniques sont respectées (cf. Encadré 4). La réglementation pose le principe d'une responsabilisation de l'utilisateur.

Encadré 4 : Utilisation de l'eau de pluie et risques sanitaires - Dr Hollaender, chef du département d'hygiène au sein du laboratoire d'essais d'Etat à Brême (in König, 2001)

« Dans notre société de haute technologie, l'utilisation d'eau de pluie semble être un anachronisme. Cependant il y a plusieurs raisons pour lesquelles cette technologie qui a souvent été oubliée par beaucoup soit relancée, nous permettant d'utiliser pleinement nos ressources naturelles. On entend souvent les préoccupations sanitaires liées à l'utilisation de l'eau de pluie. Ces appréhensions découlent de la crainte de transmission de maladies d'origine hydrique telles que la typhoïde, le choléra ou la dysenterie (...). Mais en raison des normes actuelles très élevées de l'hygiène dans la société d'aujourd'hui et parce que les systèmes d'eau douce et des eaux usées sont maintenus strictement séparés, les maladies d'origine hydrique, comme nous les connaissions par les siècles passés, ne présentent pas une menace. Lorsque les systèmes de récupération de l'eau de pluie ont été correctement installés et sont correctement utilisés, les risques sanitaires ne sont pas fondés, comme en témoigne quotidiennement par des milliers de systèmes qui sont en cours d'utilisation. »

On peut citer les recommandations du département du développement urbain de l'Etat de Berlin en matière d'objectifs de qualité d'eaux de service, de critères et de traitement selon les surfaces de collecte pour des usages intérieurs et extérieurs au bâtiment. Sont ainsi définis des

objectifs de qualité pour les eaux de service relevant des conditions d'exploitation et des usages (cf. Tableau 4). Ils sont basés sur des critères physico-chimiques et microbiologiques.

Tableau 4 : Objectifs de qualité pour les eaux de service (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2007)

| Objectifs de qualité | Critères d'évaluation / Justification |
|--|---|
| A peu près sans matières en suspension, presque inodore, incolore et transparent | Pour un fonctionnement correct des raccords et aucune perte de confort à l'utilisateur. |
| Riche en oxygène | Saturation > 50% pour une longue période de stockage de l'eau de service. |
| Faible teneur en DBO ¹ | DBO ₇ en dessous de 5 mg / litre pour garantir que l'eau de service a été largement traitée. |
| Hygiéniquement / microbiologiquement saine | Coliformes totaux : 0 / 0,01 ml (< 100/ml) Escherichia coli : 0 / 0,1 ml (< 10 / ml) Pseudomonas aeruginosa : 0 / 1,0 ml (< 1 / ml) |

1) La DBO₇ (demande biologique en oxygène mesurée sur une période de 7 jours) est un paramètre approprié qui donne des informations sur la matière organique biodégradable disponible dans l'eau. Pour des raisons techniques, le carbone organique total (COT) ou de la Demande Chimique en Oxygène (DCO) peuvent également être considérés comme des paramètres appropriés.

2) Pendant le traitement des eaux grises en particulier lorsque plus d'une unité d'habitation est reliée et lors de l'utilisation des eaux de ruissellement des surfaces circulées asphaltées, une désinfection aux UV avec une dose minimale de 250 à 400 J / m² devrait être effectuée.

2.6. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

De nombreux projets et démarches de promotion de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie sont réalisés en Allemagne. Un certain nombre d'entre eux ont donné lieu à des présentations d'études de cas dans le cadre de conférences, de revues professionnelles, etc. (König 2001, 2003b, 2007b, 2007c ; Kraft 2001). Ces études de cas illustrent la variété des contextes et des usages de l'eau de pluie en Allemagne. Outre les utilisations domestiques de l'eau de pluie dans l'habitat, on peut citer des exemples d'installations au sein d'établissement recevant du public : écoles, collèges, équipements sportifs, aéroports, etc. Les eaux de pluie des toitures du terminal 2 de l'aéroport de Hambourg sont ainsi récupérées notamment pour les toilettes dans trois citernes de 200 m³ chacune, construites en 1995 (Sieker, 2008). Le dispositif de RUEP installé au sein de l'hôpital *Bad Hersfeld Clinic* dans le land de Hesse, réalisé en 1995, a été étendu en 2001 et 2008 (König, 2010).

Le cas de Berlin illustre ce large développement de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie en Allemagne, soutenu par différents facteurs contextuels, des projets pilotes et une réglementation incitative. Le *Berlin Senate Department for Urban Development* a édité un document de synthèse présentant des projets d'utilisation d'eaux de service (eaux grises, eaux de pluie) dans différents types de bâtiments. Une première version de ce document date de 1995. Elle a été traduite en anglais en 2007 : «*Innovative water concepts : service water utilisation in buildings*» (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2007). Les enjeux locaux portent notamment sur l'économie des ressources en eau potable, la maîtrise des prélèvements sur les eaux souterraines et la limitation des rejets de temps de pluie au milieu naturel en particulier les surverses de réseaux unitaires. Par ailleurs, le prix de l'eau, s'il s'est récemment stabilisé, a connu depuis les années 1980 une forte augmentation, proche de la moyenne nationale. Une taxe sur les surfaces imperméabilisées raccordées au réseau, qu'il soit unitaire ou séparatif, a été instaurée à Berlin en 2001. Elle vise à clarifier le financement des eaux pluviales et inciter à une maîtrise à la source. Des abattements sont octroyés selon les fréquences de déversements des dispositifs : plusieurs fois par an, 10% et rarement, moins d'une fois par an, 100%. En 2011, le tarif est de l'ordre de 1,90 € / m². Des abattements sont octroyés en cas d'infiltration des eaux pluviales. Deux modifications ont été apportées a posteriori au système d'abattement : une réduction forfaitaire de 50% des surfaces en cas de toitures végétalisées et de 10% en cas de cuve de récupération d'eau de pluie dont le trop-plein est raccordé au réseau d'assainissement (Durand, 2011).

De nombreux équipements ont été réalisés. On peut citer pour illustrer la diversité de la nature des projets et de leur ampleur les installations suivantes à Berlin par exemple :

- *l'école primaire Heinrich-Rolle*, dont le dispositif est réalisé en 1996 - Les surfaces de collecte sont les toitures (565 m²). L'eau de pluie est utilisée pour les WC et l'arrosage, l'excédent infiltré. Une citerne enterrée en béton de 12 m³ permet un taux de recouvrement des besoins de 67%. Un suivi physico-chimique et microbiologique a été effectué en 1998/1999 sur une durée de 15 mois. Dans de très rares cas, les limites des valeurs cibles à Berlin ont été dépassées (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2007).
- *le stade olympique*, achevé en 2004 - Les eaux pluviales de toitures sont récupérées dans un bassin de récupération des eaux pluviales, en structures alvéolaires, enterré sous le stade. Elles sont utilisées pour l'arrosage de la pelouse (film FBR).

- *la Postdamer Platz*, aménagement de 7 hectares conçu pour symboliser la réunification à la chute du mur de Berlin par l'architecte Renzo Piano en 1994 et réalisé en 1997-1998 – Un système de récupération des eaux pluviales a été conçu par l'atelier Dreiseilt pour récupérer les eaux pluviales des immeubles, dans une approche intégrée de valorisation paysagère, de maîtrise du ruissellement et d'économie de ressources en eau conventionnelles. Les eaux de pluie de certains bâtiments sont ainsi récupérées pour les toilettes et l'arrosage d'espaces verts (ARENE IdF *et al.*, 2007). C'est le cas par exemple du bâtiment Sony-Center (König, 2001).

2.7. Thématiques de recherche et de débats

L'utilisation de l'eau de pluie a été l'objet d'importantes controverses dans les années 1980-90 en Allemagne. Les deux principaux thèmes de débats apparaissent être les risques sanitaires associés à l'utilisation de l'eau de pluie et l'équilibre financier des services de distribution d'eau potable.

Les débats sur des aspects sanitaires ont donné lieu à beaucoup de travaux de recherche dans les années 1990, notamment par les autorités sanitaires locales (cf. 2.5). Encore aujourd'hui, on peut noter une position mesurée de l'Agence de l'Environnement allemande sur ce sujet, exprimée au travers d'une hiérarchisation ou priorisation des modes d'économie des ressources en eau potable et des usages de l'eau de pluie. Dans sa brochure de 2005, elle présente ainsi :

- les besoins en eau journaliers, une fois que les dispositifs / comportements hydro-économiques sont adoptés, puis les « *économies résiduelles* » qui peuvent être faites par l'utilisation de l'eau de pluie (arrosage du jardin, WC, et le cas échéant lavage du linge),
- des usages domestiques à satisfaire par l'eau de pluie : irrigation puis WC puis lavage du linge.

Elle relaie par ailleurs un cas de contamination d'un réseau d'eau potable, reconnu comme isolé, dont le coût de décontamination s'est élevé à 500 000 €. Ainsi, l'utilisation des eaux de pluie dans le bâtiment resterait controversée en Allemagne (König, 2010 citant le patron de WISY, qui constate que ses ventes ne sont pas beaucoup différentes aujourd'hui par rapport aux années 1990).

Il convient de noter qu'une jurisprudence s'est progressivement développée, en faveur de la pratique de RUEP. Par ailleurs, l'application du règlement sur les conditions générales pour l'approvisionnement en eau (cf.2.3) a donné lieu à des contentieux opposant compagnie des eaux et client, les tribunaux se prononçant en faveur de ces derniers, selon la FBR.

Encadré 5 : Jurisprudence sur l'utilisation de l'eau de pluie - Arrêt du 9 juillet 1992 n°22A2675/91 du TA du land de Rhénanie du Nord Westphalie en référence à une exemption partielle d'utilisation du réseau d'eau pour les WC, le lavage du linge et le système d'arrosage du jardin [in König 2001, p. 65]

"Les risques pour la santé publique craints par le défendeur - dans la mesure où ils n'ont pas déjà été classés comme immatériels par les législateurs dans les normes relatives aux exemptions partielles en vertu des provisions de la section 3 - ne sont pas spécifiquement à craindre en cas d'utilisation continue du système individuel d'approvisionnement en eau du pétitionnaire pour les usages limités spécifiés par lui "... " Le risque résultant de ceci (le sujet discuté est l'usage de la mauvaise source d'eau par les enfants) et d'une connexion par inadvertance au réseau n'est pas réputé être plus important que celui des fontaines et autres ouvrages hydrauliques, par exemple, qui ne sont pas alimentées en eau potable et sont exploités en public ».

Un jugement récent de la Cour Administrative Fédérale, la plus haute juridiction, daté du 30 mars 2010, en faveur de l'utilisation de l'eau de puits pour le lavage du linge conforte également cette jurisprudence sur l'usage de l'eau de pluie selon la FBR : en conformité avec le droit européen, l'ordonnance de l'eau potable stipule seulement que chaque maison doit comporter un approvisionnement en eau potable, « *l'ordonnance de l'eau potable laisse l'individu décider s'il utilise de l'eau potable ou de l'eau d'une qualité inférieure pour laver le linge dans sa propre maison* ».

Le parc de dispositifs de RUEP s'étant développé à partir des années 1980-1990, une première génération d'équipements est susceptible aujourd'hui de nécessiter une réhabilitation.

La FBR a engagé en 2011 de nouvelles études sur les aspects économiques de marché de la RUEP et sur l'efficacité énergétique de la RUEP.

3. Angleterre

3.1. Contexte général des ressources en eau

L'organisation administrative de l'Angleterre repose sur différentes autorités locales (*local authorities*) :

- neuf Régions disposant de peu de pouvoirs, à l'exception de la Région de Londres (cf. *Figure 4*),
- au sein de chaque Région, une administration à deux niveaux présente dans la majeure partie de l'Angleterre, reposant sur des comtés (*counties*), eux-mêmes divisés en districts (cf. *Figure 5*).



Figure 4 : Régions anglaises (source : Britain Gallery).



Figure 5 : Districts anglais (source : Wikipédia, Creative Commons Attribution 3.0 Unported license).

L'Angleterre accueillait en 2009 une population de près de 52 millions d'habitants. Les plus fortes croissances démographiques sont enregistrées dans la moitié sud du pays, en particulier dans les Régions de l'est et du sud-est.

Le pays est soumis à un climat océanique tempéré, davantage continental dans le sud-est du pays, qui accueille une densité de population élevée. Bien que considéré comme un territoire relativement bien arrosé, la pluviométrie annuelle recouvre des disparités sensibles sur le territoire (cf. *Figure 6*). Elle ne dépasse pas 700 mm dans l'est du pays et 800 mm dans les zones les plus densément peuplées du sud-est.

Ces régions sont ainsi soumises à un stress hydrique rendant compte, à partir de différentes hypothèses d'usages, de la disponibilité des ressources superficielles et souterraines. La *Figure 7* a ainsi été réalisée en 2007 par l'Agence de l'Environnement (*Environment Agency*) afin de prioriser les équipements de bâtiments en compteurs d'eau.

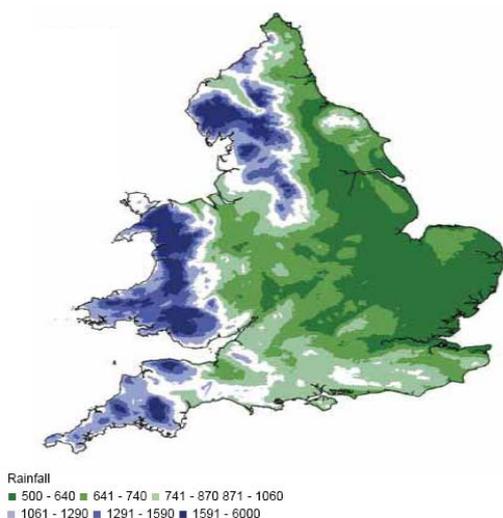


Figure 6 : Pluviométrie annuelle moyenne (source : Environment Agency (2010) [Contains Environment Agency information © Environment Agency and database right]).

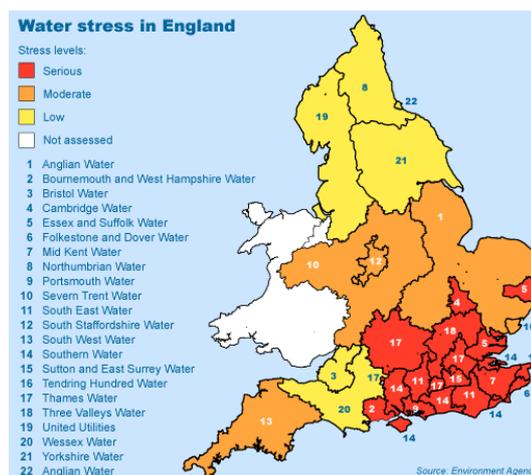


Figure 7 : Évaluation des zones soumises à un fort stress hydrique (source : Environment Agency in DEFRA (2008a) [Contains Environment Agency information © Environment Agency and database right]).

Ce contexte a occasionné une prise de conscience forte de la part du gouvernement anglais sur la nécessité d'une gestion raisonnée de la ressource en eau. Cela a conduit à la définition d'une stratégie nationale pour une meilleure gestion de la ressource en eau formalisée dans le plan *Future Water* (DEFRA, 2008a, 2008b).

3.2. Diffusion de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie

3.2.1. Un marché récent, apparaissant peu développé

En Angleterre, comme dans de nombreux pays européens, les pratiques de récupération et utilisation de l'eau de pluie semblent faire l'objet d'un regain d'intérêt depuis le milieu des années 2000. La croissance du marché y est en effet sensible mais concerne cependant de faibles volumes : estimé dans les années 2003 et 2004 à environ 500 dispositifs installés par an (Environment Agency, 2008), le marché (défini comme l'ensemble des équipements pour des usages domestiques ou non domestiques : cuves, filtres, pompes, ...) aurait augmenté de 850 % entre 2005 et 2010²⁴ (MTW, 2010). Il concerne essentiellement des installations domestiques. Malgré cette phase de transition et d'accélération, accompagnée par différents travaux scientifiques depuis le début des années 2000, le marché anglais reste encore considéré comme l'un des moins matures d'Europe (*ibid.*).

Le contexte climatique du sud-est du pays étant particulièrement mis à profit dans la communication des professionnels du secteur, il est attendu qu'un plus grand nombre de dispositifs soit présent dans le sud-est du pays ; aucune donnée publique n'est cependant aujourd'hui disponible sur les tendances géographiques du développement de l'utilisation de l'eau de pluie en Angleterre pour appuyer cette hypothèse. Par ailleurs, aucune enquête n'a été repérée sur les motivations avérées des utilisateurs.

3.2.2. Différents freins à la pratique mis en évidence

Des freins de nature économique, pédagogique et sanitaire

L'absence de retours d'expériences suffisamment longs, de données sur les coûts d'investissement et de maintenance des dispositifs ainsi que sur la connaissance des risques sanitaires sont des freins évoqués au développement de l'utilisation de l'eau de pluie (Environment Agency, 2008).

Les *Tableaux 5 à 7* explicitent certains freins qui seraient plus spécifiquement liés au contexte anglais. Ils se basent entre autre sur des travaux de l'université d'Exeter (Ward et al., 2009).

Tableau 5 : Freins de nature économique au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie

| Thèmes | Éléments de constat | Évolutions récentes ou en cours |
|---|--|---|
| <i>Incentations financières pour les dispositifs d'utilisation d'eau de pluie</i> | Absence d'incitations financières à l'attention de certaines catégories d'acteurs désireux d'investir dans un dispositif, en particulier pour l'habitat individuel (hors <i>water butts</i> ²⁵). Incitations existantes pour les entreprises (cf. 3.3.3) mais parfois jugées insuffisantes. | A la fin des années 2000, il n'était pas prévu par le Ministère en charge de ces questions (DEFRA) d'ouvrir de nouvelles sources de financement dédiées. |
| <i>Suivi des consommations en eau et prix de l'eau</i> | Faible taux de ménages équipés d'un compteur d'eau, contrairement aux bâtiments industriels et commerciaux. En 2010, ce taux était estimé à 37 % (statistiques OFWAT ²⁶). Prix de l'eau encore relativement bas en Angleterre, inférieur à 2 €/m ³ (OFWAT, 2009). Prix appliqués par les distributeurs d'eau pouvant ne pas inviter aux économies d'eau, même en présence d'un compteur ; en effet, pour les usages domestiques, il existe des "forfaits consommation" applicables selon la taille de l'habitation. | Le plan national <i>Future Water</i> prévoit d'équiper toutes les habitations d'un compteur d'eau dans les zones à fort stress hydrique d'ici 2030 (DEFRA, 2008a). Cela pourrait aller de paire avec la reconsidération par les distributeurs d'eau, à l'image de <i>Severn Trent Water</i> dans l'ouest de l'Angleterre, des factures afin de tenir compte de la présence de dispositifs d'utilisation d'eau de pluie pour la gestion des eaux pluviales à la parcelle. |

²⁴ A l'échelle du Royaume-Uni. Pas de données publiques sur les usages concernés.

²⁵ Il s'agit des cuves aériennes de faible volume pour usages extérieurs.

²⁶ Organisme régulateur des secteurs d'eau et d'assainissement en Angleterre et au Pays de Galles ; on rappelle que la privatisation des services d'eau en Angleterre remonte à la fin des années 1980.

Tableau 6 : Freins de nature pédagogique au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie

| Thèmes | Eléments de constat | Evolutions récentes ou en cours |
|---|---|--|
| <i>Sensibilisation des acteurs et du grand public</i> |  <p>Existence depuis 2004 de l'UKRHA – <i>UK Rainwater Harvesting Association</i>, association nationale de professionnels ayant pour but de promouvoir l'utilisation de l'eau de pluie auprès du grand public et des professionnels.</p> <p>Source d'information jugée cependant insuffisante ou inadaptée pour certaines catégories d'acteurs, notamment en termes d'accompagnement des aménageurs (Hayball, 2011). Absence de structure d'information générale et indépendante.</p> | <p>Des workshops à l'attention des décideurs, collectivités locales, professionnels de la construction et distributeurs d'eau se sont tenus en 2010, avec le soutien de l'EPSRC.</p> <p>D'autres actions sont évoquées mais ne font pas l'objet d'une concrétisation à ce jour : information à l'attention des abonnés de la part des distributeurs d'eau, mise en œuvre d'un centre national de ressources documentaires en ligne,...</p> |
| <i>Formations, compétences professionnelles</i> | <p>Enquêtes récentes ayant mis en évidence la méconnaissance par certains acteurs de terrain des référentiels normatifs et techniques relatifs aux pratiques d'utilisation de l'eau de pluie (Ward, 2010).</p> <p>Découverte en 2010 de plusieurs interconnexions avec le réseau public d'eau potable dans un lotissement du <i>Northamptonshire</i> (cf. Tableau 7).</p> | <p>Sur l'initiative du CIPHE²⁷, le label de qualité <i>Green Plumb</i> a été créé en 2007 à l'attention des installateurs souhaitant valoriser leurs compétences sur les nouvelles technologies de l'eau et de l'énergie. Ce label a été abandonné en 2012²⁸.</p>  |

Tableau 7 : Freins de nature sanitaire au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie

| Thèmes | Eléments de constat | Evolutions récentes ou en cours |
|-----------------------------------|--|--|
| <i>Contrôle des installations</i> | <p>Mesure au premier semestre 2010 d'une contamination en <i>E. Coli</i> au robinet d'un consommateur dans un lotissement HQE du <i>Northamptonshire</i>.</p> <p>Suite à une investigation approfondie, identification de 87 dispositifs présentant une interconnexion avec le réseau public d'eau potable (sans contamination avérée) et de 134 dispositifs non conformes aux <i>Water Supply Regulations</i> (cf. 3.3.1) en termes de signalisation (DWI, 2010).</p> <p>Réalisation d'un audit par le <i>Drinking Water Inspectorate</i> (DWI), organisme indépendant chargé de veiller à la bonne qualité de l'eau délivrée par les réseaux publics d'eau potable en Angleterre et au Pays de Galles (audits et contrôles des distributeurs d'eau, etc.).</p> | <p>Suite à l'audit du DWI, les actions suivantes sont engagées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mise en œuvre par le distributeur d'eau concerné, <i>Anglian Water</i>, de mesures préventives²⁹ ; - mesure systématique des concentrations en paramètres bactériologiques lors de toute plainte d'un abonné sur l'odeur de l'eau délivrée au robinet ; - encouragement par le DWI à ce que tous les distributeurs d'eau mettent en œuvre des actions semblables ; - réflexion en cours entre l'UKRHA, le CIPHE et le WRAS pour une meilleure sensibilisation des professionnels. |

Notons que les instances sanitaires n'ont pas de position officielle reconnue sur les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie.

²⁷ Association de professionnels du Royaume-Uni du secteur plomberie – chauffage.

²⁸ Seulement 40 adhérents (sur près de 10 000) se sont inscrits en 4 ans, selon John Griggs, CIPHE, responsable du label (message du 12 juillet 2013). La formation a notamment été jugée trop onéreuse vis-à-vis des faibles demandes du marché.

²⁹ Lors du raccordement au réseau d'eau potable, l'abonné doit déclarer la présence d'un dispositif d'utilisation de l'eau de pluie sur sa propriété. *Anglian Water* peut alors procéder à une visite d'inspection lors de la mise en œuvre puis lors de l'installation du compteur d'eau. Un certain nombre d'informations (plan de l'installation, nom du fabricant et de l'installateur) sont également demandées. Il est demandé de signaler tout dispositif existant afin qu'*Anglian Water* réalise une visite, gratuite, de l'installation.

Une controverse récente : l'analyse du cycle de vie des dispositifs

L'assimilation des dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie à des technologies "vertes", à faible empreinte écologique, a été remise en question à la fin des années 2000 (Thornton, 2008). Face à ces questionnements, l'Agence de l'Environnement a soutenu à partir de 2008 des travaux pour l'évaluation de l'empreinte carbone des dispositifs. Un rapport public conclut que les scénarii ayant recours à des dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie présentent une empreinte carbone plus élevée que des scénarii de raccordement classique au réseau d'adduction en eau potable et ce, pour différentes natures de bâtiment (Parkes et al., 2010). Les auteurs de cette étude recommandent donc de nuancer les politiques publiques encourageant les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie ou de mieux les cibler ; les industriels du secteur sont par ailleurs encouragés à faire évoluer leurs produits. La méthodologie adoptée dans cette étude fut elle-même remise en question (Way et al., 2010).

Le Ministère en charge des collectivités (DCLG), particulièrement concerné par la mise en œuvre des exigences environnementales dans les nouvelles constructions (cf. 3.3.4), mandata de son côté une étude sur l'opportunité du recours à l'utilisation de l'eau de pluie (et des eaux grises). Essentiellement basé sur une revue de la littérature existante, le rapport attira l'attention sur trois grandes conclusions (Wilson, 2010) :

- l'empreinte carbone associée aux dispositifs nécessite d'être prise en compte dans l'évaluation de ces solutions,
- l'utilisation de l'eau de pluie pour l'alimentation des chasses d'eau et tout usage extérieur n'est pas susceptible de générer un risque pour la santé publique,
- le retour sur investissement pour les dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie n'est pas favorable considérant le coût des équipements et le prix de l'eau relativement bas.

Dans ce contexte, l'Agence Environnementale réaffirma clairement sa position envers les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie (pour des usages intérieurs) ; elle rappelle leur bien-fondé, sous réserve que :

- chaque projet soit étudié au cas par cas,
- toute autre mesure permettant une maîtrise des consommations en eau ait été étudiée au préalable,
- les exigences en termes de suivi et de maintenance des dispositifs soient considérées dès la conception du projet,
- les considérations sur l'empreinte carbone soient intégrées aux réflexions.

3.3. Réglementations, politiques locales et démarches de soutien

3.3.1. Une réglementation essentiellement axée sur la protection des réseaux

Les pratiques de récupération et utilisation de l'eau de pluie ne sont pas réglementées à l'échelle nationale. Cependant, deux documents d'application obligatoire contiennent des exigences pouvant s'appliquer aux installations. Il s'agit :

- des *Water Fitting* ou *Water Supply Regulations* qui couvrent plus largement la conception, la mise en œuvre et la maintenance des installations sanitaires à l'échelle du bâtiment (destinées à être alimentées par le réseau public d'eau potable),
- des *Building Regulations* qui, outre la conformité à la réglementation précédemment évoquée, peuvent édicter des exigences complémentaires pour les dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie alimentant des usages à l'intérieur du bâtiment (réglementation relative au domaine de la construction).

Les *Water Supply Regulations* (HM Government, 1999) visent avant tout à prévenir les risques d'interconnexion entre réseaux. Elles exigent en ce sens la présence d'un système de disconnexion adapté à la catégorie du fluide véhiculée ainsi que la mise en place d'une signalisation des canalisations transportant une eau autre que potable. Les recommandations du WRAS³⁰ viennent en appui de la réglementation pour la mise en œuvre de ces exigences.

³⁰ Organisme privé anglais dont une des missions est de s'assurer de la diffusion et de la bonne appropriation par les acteurs des exigences des *Water Fitting Regulations*.

Dans le cas d'usages de l'eau de pluie à l'intérieur des bâtiments, les *Building Regulations* exigent par ailleurs que le stockage d'eau de pluie soit : étanche et ventilé, muni d'un clapet anti-retour en cas de raccordement du trop-plein à un réseau d'assainissement, accessible pour des opérations de nettoyage, l'accès à la cuve devant être verrouillé ou conçu de manière à empêcher l'entrée de personnes.

Depuis avril 2010, les *Building Regulations* reconnaissent qu'une eau potable (*wholesome water*) n'est pas nécessaire pour tous les usages dans et à proximité des bâtiments. Une liste de ressources alternatives a ainsi été définie dans laquelle figure l'eau de pluie collectée à partir des toitures mais également de toute autre surface qui sera jugée appropriée.

3.3.2. Un cadre normatif et des référentiels techniques disponibles

Cadre normatif établi en 2009

La première norme britannique sur les dispositifs de récupération et utilisation de l'eau de pluie (cf. *Figure 8*) a été publiée début 2009 (BSI, 2009). D'application volontaire, elle fournit un cadre de référence pour la conception, le dimensionnement, la mise en œuvre, le suivi et la maintenance des dispositifs.

Engagée sous l'impulsion de la profession, sa rédaction s'est appuyée sur les différentes recherches menées au Royaume-Uni dans le domaine de la récupération et utilisation de l'eau de pluie entre 2001 et 2009 (cf. paragraphe suivant).

Figure 8 : *Rainwater harvesting systems – Code of practice.*
(source : British Standard Institution - BSI³¹).



Différentes prescriptions issues de cette norme sont reprises dans le corps de la présente fiche des cas. Notons que dans le même esprit que les travaux normatifs français, trois méthodes de dimensionnement de la cuve d'eau de pluie sont proposées : simplifiée (abaques construites sur la règle des 18 jours), intermédiaire (paramétrisation de la règle des 18 jours), détaillée (simulation du comportement de la cuve d'eau de pluie sur une chronique de pluviométrie journalière d'au moins 3 ans). Afin de fournir un suivi du volume d'eau de pluie utilisé et de l'appoint en eau potable nécessaire, la mise en place de compteurs est suggérée.

Référentiels techniques pré-existants à la norme

Le premier guide technique dédié à l'utilisation de l'eau de pluie (et des eaux grises) fut publié par l'association de professionnels CIRIA en 2001 (Leggett et al., 2001). Il conclut les premiers travaux de recherche notables dans le domaine de la récupération et utilisation de l'eau de pluie, à savoir le *Building That Save Water project*. Ce référentiel, aujourd'hui désuet, fut une des bases de la rédaction de la norme, en parallèle des études thématiques du *Market Transformation Programme (MTP)*³² qui lança en 2007 une démarche prospective ayant pour but d'aboutir à l'élaboration d'un plan d'actions visant à assurer le déploiement des technologies d'utilisation de l'eau de pluie et des eaux grises dans le domaine de la construction sur une période de 10 à 20 ans (MTP, 2007b). C'est dans ce cadre que furent proposées de premières valeurs guides pour une qualité de l'eau de pluie adaptée aux usages (cf. 3.4.2).

D'autres référentiels, plus ou moins techniques, parurent par la suite, abordant souvent de manière concomitante la question de l'utilisation des eaux grises (Shaffer et al., 2004; Environment Agency, 2008 et 2010). Bien qu'il soit encore régulièrement fait référence à ces documents, il est délicat d'évaluer quel fut leur impact sur le développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie.

³¹ L'utilisation de reproduction de la couverture de la norme BS 8515:2009 a été accordée par BSI. Les normes anglaises peuvent être obtenues aux formats pdf ou papier sur le catalogue en ligne de BSI : www.bsigroup.com/Shop, ou en contactant le service client de BSI, pour les exemplaires papier uniquement : Tel: +44 (0)20 8996 9001, Email: cservices@bsigroup.com.

³² Ce programme, chapoté par le DEFRA, soutient le développement de politiques publiques pour des produits durables.

3.3.3. Des aides financières ciblées sur les entreprises



Figure 9 : “Water butt” pour des usages extérieurs de l'eau de pluie (source : Véolia Water).

Il n'y a pas à ce jour d'incitations financières à l'échelle nationale à l'attention des particuliers. Notons cependant que la mise en place de petites cuves de récupération pour l'arrosage du jardin, les fameux *water butts*, peut être encouragée par différents acteurs parmi lesquels les distributeurs d'eau qui peuvent en assurer la diffusion et l'installation au domicile du particulier à sa demande (*Southern Water, Severn Trent Water*), ou bien proposer une fourniture à prix réduit (*Veolia Water East*). Les campagnes d'informations et d'aides par les distributeurs d'eau auraient ainsi contribué à la diffusion de ces dispositifs simples (Shaffer et al., 2004).

Contrairement aux particuliers, les entreprises peuvent solliciter un dispositif d'aide qui leur est réservé : l'*Enhanced Capital Allowance (ECA)*. L'ECA est un dispositif national visant à encourager les entreprises à investir dans des techniques respectueuses de l'environnement.

Originellement créé pour la maîtrise de l'énergie, ce dispositif inclut un volet relatif à l'utilisation de l'eau de pluie depuis 2004 et permet à toute entreprise, quelle que soit sa taille, son domaine d'activité et son implantation, de bénéficier d'un allègement fiscal proportionnel à son taux d'imposition pour l'année d'investissement.



Sont éligibles les produits listés dans la base de données nationale *Water Technology List (WTL)*. Ils doivent répondre à certaines exigences techniques : par exemple, un filtre doit présenter une ouverture de filtration inférieure à 1,25 mm ; de même, les cuves doivent présenter une alimentation en partie basse ainsi qu'un trop-plein ; enfin, en cas d'appoint en eau potable, le système de disconnexion doit être de type AA ou AB.

D'autres programmes d'aides, tel qu'*Envirowise*, sont également destinés aux entreprises. Ils témoignent de l'effort demandé à ces dernières pour la gestion de l'eau.

3.3.4. Une pratique citée pour contribuer aux réductions des consommations d'eau

Adopté par le gouvernement anglais en 2008, le Plan *Future Water* (DEFRA, 2008a, 2008b) vise à définir les orientations stratégiques de la politique de l'eau à l'horizon 2030. Parmi les mesures proposées, le plan prévoit notamment de réduire la consommation moyenne nationale d'eau potable par personne de 150 à 130 litres /personne /jour, voire 120 litres /personne /jour, en 2030. Pour l'atteinte de ces objectifs, la récupération et utilisation de l'eau de pluie est encouragée par le gouvernement, “*where appropriate*”, en particulier dans les écoles et les bâtiments commerciaux. La contribution attendue de la pratique y reste cependant floue et ne se décline pas aujourd'hui en un soutien spécifique



Figure 10 : Certificat d'évaluation du Code for Sustainable Homes (source : DCLG).

Les exigences de performances qui peuvent s'appliquer aux aménageurs pour la maîtrise des consommations d'eau dans les nouveaux projets, mais également pour la gestion du ruissellement, semblent quant à elles favoriser le développement de la récupération et utilisation de l'eau de pluie.

Ces exigences sont formalisées au sein des objectifs de performances environnementales des nouvelles constructions définis dans le *Code for Sustainable Homes* (DCLG, 2008, 2010) rendu obligatoire depuis 2008. L'utilisation de l'eau de pluie fait partie des solutions proposées pour la cible *Water* afin d'atteindre les niveaux de performance souhaités, sans que cela ne soit une obligation, la certification reposant sur une exigence de résultats.

Il est cependant à noter que les exigences de maîtrise des consommations prévues dans le code peuvent être obtenues sans avoir recours à des ressources alternatives jusqu'au niveau 3 (105 litres / personne / jour), ce qui appelle à nuancer leur impact sur la diffusion des

pratiques d'utilisation de l'eau de pluie. Ce constat ne s'applique plus lorsque les niveaux de performances 5 et 6 sont visés.

Le gouvernement anglais a prévu de rendre obligatoire le niveau de performances 6 du *Code for Sustainable Homes* pour tout nouveau logement social et collectif à partir de 2016³³. La question des coûts associés à l'atteinte de telles performances soulèvent actuellement un certain nombre de questionnements (Hayball, 2011).

Pour la cible *Surface Water Runoff* du *Code for Sustainable Homes*, la mise en place de mesures de gestion à la source est obligatoire ; l'utilisation de l'eau de pluie fait partie des solutions techniques évoquées, sous réserve d'une conception ou d'un dimensionnement adapté.

Il est ainsi à noter que les dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie sont régulièrement considérés explicitement comme des solutions de maîtrise du ruissellement à la source³⁴, à nouveau sous réserve d'une conception ou d'une évaluation adaptée des bénéfices qu'ils apportent (Woods-Ballard et al., 2007). La norme *Rainwater harvesting – Code of practice* (BSI, 2009) propose d'ailleurs en annexe une approche pour le dimensionnement de cuves d'eau de pluie devant assurer explicitement une fonction de maîtrise du ruissellement.

La publication en 2010 du *Flood and Water Management Act* constitue une évolution réglementaire nationale dont l'entrée en vigueur pourrait jouer un rôle important dans la diffusion des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie au niveau local dans les années à venir. Le texte définit en effet des exigences de maîtrise du ruissellement pour toute nouvelle opération d'imperméabilisation.

De très rares encouragements à l'échelle locale

Les documents de planification locale sont rédigés au niveau des districts ; ces documents comportent plusieurs sections : l'une d'entre elles, le *Supplementary Planning Documents (SPD)*, intègre généralement les prescriptions relatives à l'environnement. La plupart des SPD sont récents et en cours d'adoption; la problématique des réductions des émissions de CO₂ et des consommations d'énergie y est abordée de manière récurrente; la gestion de l'eau peut également figurer en tant qu'enjeu identifié.

De rares exemples peuvent aujourd'hui être repérés, incitant de manière plus ou moins directe à l'utilisation de l'eau de pluie. Par exemple, dans le SPD du Comté de Croydon (*Croydon Council*), dans la Région de Londres, les dispositions suivantes ont été introduites :

[DRAINAGE] 10.19 *New developments are required to incorporate sustainable drainage systems [...]. In designing the drainage system for a new development, developers and architects should carry out a site survey to determine which Sustainable Drainage Systems (SUDS) techniques will be appropriate for use on the site. [...]. Consider rainwater harvesting, green roof systems, filter strips/swales [...];*

[WATER CONSERVATION & MANAGEMENT] 10.37 *Developers are encouraged to promote water efficiency and conservation, to minimise the use of treated water, and to maximise the use of rainwater harvesting and water recycling facilities. They should [...] minimise water use in buildings, consider the use of rainwater collection/re-use systems and consider the environmental impact (in terms of water consumption) of products, materials and building methods.*

3.4. Pratiques, usages et acceptabilité de la pratique

3.4.1. Différents usages de l'eau de pluie considérés

Les usages de l'eau de pluie (*rainwater*) et des eaux pluviales (*stormwater*) ne sont pas réglementés à l'échelle nationale.

Les usages présentés par l'Agence de l'Environnement comme ne requérant pas une eau potable, et pouvant donc être substitués par de l'eau de pluie, sont les suivants (Environment Agency, 2008, 2010) : l'alimentation des chasses d'eau, du lave-linge et l'arrosage. Ces usages sont explicitement repris par la norme britannique (BSI, 2009) qui couvre tout usage domestique³⁵ ; cependant, aucun autre usage n'est explicitement cité. L'arrosage à plus

³³ Cette obligation ne s'appliquera pas nécessairement à l'habitat individuel, et devrait tenir compte des réglementations locales (pas d'information plus précise à la date de publication de ce rapport).

³⁴ On parle de SUDS - *Sustainable Urban Drainage Systems* correspondant aux "techniques alternatives" de gestion des eaux pluviales.

³⁵ Aucune recommandation ciblée sur le lave-linge n'est formalisée dans la norme britannique.

grande échelle et la constitution de réserves incendie sont évoqués par la norme bien que les recommandations de cette dernière indiquent ne pas couvrir ces usages.

D'autres référentiels évoquent explicitement le lavage des voitures, de flottes de véhicules, le lavage des espaces extérieurs, l'alimentation de tours réfrigérantes, sans que ces derniers ne soient associés à des recommandations spécifiques.

Notons que les différents référentiels disponibles n'écartent pas le recours à des surfaces de collecte autres que des toitures pour des usages collectifs, industriels ou commerciaux ne requérant pas une eau potable. L'approche est plutôt pragmatique en soulignant que l'obtention de performances adéquates du dispositif (taux de recouvrement) peut passer par la sollicitation d'autres surfaces de collecte.

3.4.2. Recommandations pour une qualité de l'eau adaptée aux usages

Une réflexion initiée dès 1997

La question des seuils de qualité selon les usages de l'eau de pluie envisagés a été posée dès 1997 par le BSRIA³⁶ considérant que les critères de qualité devaient être modulés en fonction de l'usage envisagé (Leggett et al., 2001), et être couplés à une évaluation des risques sanitaires. Une telle évaluation étant jugée délicate, les réflexions s'orientèrent vers la définition de valeurs guides pour le contrôle de la qualité de l'eau de pluie stockée.

Les travaux du BSRIA considèrent que le risque principal lié à l'utilisation de l'eau de pluie était l'exposition aux micro-organismes pathogènes lors d'une contamination fécale. Les réflexions dans le cadre du *Market Transformation Programme* quelques années plus tard (cf. 3.3.2) recommandèrent alors de se baser, en l'absence d'autre approche, sur les valeurs guides des directives européennes sur les eaux de baignade (MTP, 2007a)³⁷.

Ces valeurs furent par la suite reprises et légèrement adaptées dans la norme britannique sur les dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie (cf. *Tableau 8*).

Tableau 8 : Valeurs-guides pour le suivi de paramètres bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de pluie (extrait, adapté de British Standard Institution (2009)).

| Paramètres | Usages | | Nature du dispositif |
|--|---|--|---|
| | <i>Pressure washers and garden sprinklers</i> | <i>Garden watering and WC flushing</i> | |
| <i>Escherichia coli</i> (number/100 mL) | 1 | 250 | Single site and communal domestic systems |
| <i>Intestinal enterococci</i> (number / 100 mL) | 1 | 100 | Single site and communal domestic systems |
| <i>Dissolved oxygen</i> | >10% saturation or > 1mg/L O ₂ (whichever is least) for all uses | | All systems |
| <i>pH</i> | 5-9 for all uses | | Single site and communal domestic systems |

Une grille d'interprétation des résultats, également reprise dans la norme britannique, accompagne celle des valeurs guides. L'auteur n'a cependant pas connaissance à ce jour d'un premier retour d'expériences sur l'application de ces grilles.

Des recommandations complétées pour l'entretien des dispositifs

D'un point de vue plus opérationnel, il est généralement acté que, sous réserve d'une mise en œuvre (arrivée d'eau en partie basse, pompage de l'eau en surface, maîtrise de la température, stockage isolé et opaque dans le cas de cuves aériennes) et d'une maintenance correctes, les eaux de toiture stockées présentent une qualité acceptable, y compris l'alimentation du lave-linge (Environment Agency, 2008 ; BSI, 2009). En complément, la mise en place d'un système de filtration en amont de la cuve est généralement recommandée ; la norme préconise un seuil de filtration inférieur ou égal à 1,25 mm.

Les fréquences de contrôle des différents constituants du dispositif recommandées par la norme sont annuelles, à l'exception de la vérification de la lampe UV le cas échéant (6 mois) et du nettoyage de la cuve (10 ans), sous réserve d'autres éléments fournis par le fabricant.

³⁶ Association indépendante assurant des activités de certification (produits de la construction) et d'évaluation des performances, de conseil et recherche dans le domaine du bâtiment et de la construction.

³⁷ Avec une réflexion similaire pour l'utilisation des eaux grises.

Une évaluation des risques sanitaires peu explicite

La norme BSI évoque la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires en phase de conception des dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie. Cependant, la norme considère que le recours à de l'eau de pluie pour les usages qu'elle couvre génère peu de risques de par la faible exposition des usagers. L'évaluation du risque est jugée nécessaire uniquement dans le cas où l'exposition humaine est élevée (arrosage par aspersion, etc.) ou lorsque des surfaces autres que des toitures sont sollicitées pour la collecte de l'eau de pluie.

Aujourd'hui cependant, aucune méthode n'est clairement définie, les démarches relevant encore davantage de l'expérimentation (Ward, 2010).

3.4.3. Des usages collectifs non discriminés

Les recommandations de la norme britannique sur les dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie (BSI, 2009) s'appliquent aussi bien aux usages individuels que collectifs. Pour ces derniers, des prescriptions complémentaires peuvent cependant porter sur le traitement de l'eau de pluie et le contrôle de sa qualité (cf. *Tableau 8*).

Considérant que la maintenance des dispositifs collectifs pouvait être un frein à la diffusion des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie, un guide de recommandations générales fut publié en 2004 par le CIRIA pour aider à la définition des responsabilités des différents acteurs tout au long de la vie d'une installation (Shaffer et al., 2004). Ce document propose ainsi un modèle de contrat qui définit les obligations et responsabilités de chacun (propriétaires / gestionnaires, usagers, entreprises d'entretien), la nature, la fréquence et les modalités d'intervention, la durée et les termes financiers du contrat. Ce référentiel n'a pas fait l'objet d'une appropriation de la part des acteurs de terrain et est aujourd'hui considéré comme désuet (com. pers. Université d'Exeter).

Il est à noter qu'aucune catégorie de bâtiments ne fait l'objet d'une interdiction d'utiliser l'eau de pluie. Il est par ailleurs courant de trouver des dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie dans les écoles (alimentation des chasses d'eau, arrosage).

La mise en application en 2007 du *Code for Sustainable Homes* (cf. 3.3.4) a récemment conduit à élargir les réflexions sur l'utilisation de l'eau de pluie à échelle plus grande que celle de l'habitat individuel. Le recours à des dispositifs collectifs d'utilisation de l'eau de pluie est évoqué pour atteindre avec un coût acceptable les niveaux 5 et 6 de la cible *Water* du *Code for Sustainable Homes*, c'est-à-dire un objectif de 80 litres / personne / jour (Hayball, 2011). Le discours n'est cependant pas forcément partagé considérant que toute mesure de diminution des consommations en eau autre que le recours aux ressources alternatives doit au préalable être recherchée.

3.5. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

Un nombre réduit de projets pilotes semble valorisé en Angleterre bien que le marché se développe (cf. supra). Un des premiers projets pilotes fut le *Millenium Dome* de Londres au début des années 2000 qui bénéficie de plusieurs retours d'expériences (Birks et al., 2004).

3.5.1. Exemples d'éco-lotissements

Des projets d'éco-lotissements tels qu'à Northstowe dans le Cambridgeshire (cf. *Tableau 6*) peuvent être identifiés.

L'opération *Millennium Green* est un des premiers exemples ayant fait l'objet d'un retour d'expériences, si ce n'est le premier. Il s'agit d'une petite opération d'aménagement de l'aménageur *Gusto Homes* près de Newark dans le centre de l'Angleterre. Le projet comprend 24 habitations de qualité environnementale ainsi qu'un bâtiment tertiaire (bureaux) ; chaque habitation comprend des appareils hydro-économiques ainsi qu'un dispositif d'utilisation de l'eau de pluie qui collecte l'eau des toitures. L'eau de pluie est filtrée et stockée dans des cuves enterrées de 3,3 m³ ou 6,5 m³ et utilisée pour l'alimentation des chasses d'eau, des lave-linge et des robinets extérieurs. Deux habitations firent l'objet d'un suivi de leurs consommations d'eau sur une année par *Severn Trent Water* (distributeur local d'eau) et l'Environment Agency (à savoir un pavillon de 4 chambres occupé par un couple et un pavillon de 6 chambres occupé par une famille de 5 personnes). Ces suivis mirent en évidence une baisse

des consommations d'eau potable moyennes de 50 m³ par an (Environment Agency, 2006, 2010)³⁸.

Un autre exemple est le *Radian Homes - Water Efficiency Project*, opération réalisée en partenariat entre l'Environment Agency et l'aménageur *Radian Homes* dans le South Hampshire et pour laquelle furent également explorées différentes solutions techniques pour réduire les consommations d'eau potable, en lien avec l'application du *Code for Sustainable Homes* et les objectifs du plan national *Future Water* (Environment Agency, 2010). Des mesures comparatives de consommations en eau potable furent réalisées entre une habitation équipée d'appareils hydro-économiques et une habitation équipée d'appareils hydro-économiques et d'un dispositif d'utilisation de l'eau de pluie. Ces mesures mirent en évidence l'apport complémentaire du dispositif d'utilisation de l'eau de pluie.

Plus généralement, dans la capitale, il est attendu que les projets d'utilisation de l'eau de pluie se développent dans le *Thames Gateway*, zone prioritaire de rénovation urbaine à l'Est de Londres.

3.5.2. Exemples d'usages collectifs

L'*Innovation Centre* de l'Université d'Exeter est équipé d'une cuve d'eau de pluie pour l'alimentation des chasses d'eau. Son installation a fait l'objet d'un suivi dans le cadre des travaux universitaires de l'Université d'Exeter.

Dans le cas de la résidence *Forest Hill Central* dans le sud-est de Londres, 71 appartements mis en service en 2006 intègrent différents dispositifs d'économies d'eau et d'énergie. Collectée à partir des toitures, l'eau de pluie est filtrée et stockée dans une cuve de 6 m³; elle est redistribuée après un traitement UV pour l'arrosage des espaces verts, des arbres et des plantes.

Citons également l'exemple d'une ancienne ferme rénovée en 2007 pour touristes à *Maesygartha Gilwern* dans le Monmouthshire, près de Bristol. En complément d'un dispositif double-chasse, un dispositif d'utilisation de l'eau de pluie collecte les eaux de toiture qui peuvent être utilisées pour l'arrosage et tout autre usage extérieur, ainsi que pour l'alimentation des chasses d'eau et du lave-linge commun. Les retours sur l'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge n'ont pas mis en évidence de problèmes d'odeurs ou de couleurs (Environment Agency, 2010).

Par ailleurs, il est possible de trouver sur les sites de fabricants et distributeurs de dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie des exemples de mise en œuvre dans les écoles pour l'alimentation des chasses d'eau. Il est parfois fait recours non pas à des cuves mais à des structures alvéolaires ultra-légères.

³⁸ A noter que les trop-pleins des dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie sont gérés sur la parcelle (cuves double-fonction ou infiltration dans un puits).

Aussi, des sécheresses récentes, graves et soutenues dans le Sud-Est et le Sud-Ouest, la progression des besoins, la diminution de la disponibilité de la ressource avec le changement climatique sont autant de défis qui se posent aux Etats-Unis, pays confronté à des pénuries d'eau imminentes (Kloss, 2008). Une enquête publiée en 2003 avait révélé que les gestionnaires de l'eau dans 36 États anticipent des pénuries d'eau au cours des deux premières décennies du XXI^{ème} siècle (US GAO, 2003). Selon l'agence de protection de l'environnement américaine, ces défis nécessitent une approche plus durable de l'utilisation des ressources en eau, sous l'angle de la quantité d'eau mais aussi de la qualité de l'eau nécessaire pour chaque usage (Kloss, 2008).

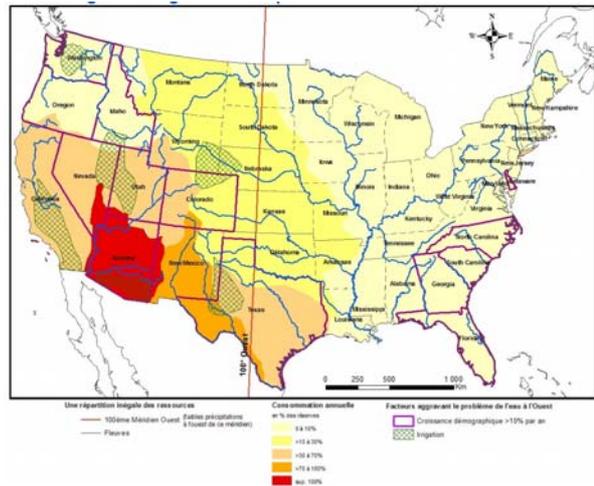


Figure 13 : Les inégalités régionales en matière d'eau aux Etats-Unis (source : Le Louargant, 2003).

Enfin, du point de vue institutionnel, les Etats Unis d'Amérique sont une république constitutionnelle fédérale, unissant 50 États fédérés dont l'Alaska et les îles d'Hawaï, ainsi que le district fédéral de Columbia et des territoires extérieurs (Porto Rico et divers îles ou archipels du Pacifique). Il existe ainsi trois niveaux de gouvernements : fédéral, état fédéré et local (comtés, municipalités). Dans le domaine de l'eau, le niveau fédéral promulgue des lois répondant aux grands enjeux. Les Etats fédérés, comtés et municipalités spécifient des politiques locales en la matière, susceptibles de conjuguer économie et diversification des ressources. Ainsi, ces éléments de contexte, associés à un accroissement de la prise de conscience environnementale, ont conduit un certain nombre d'autorités locales en charge de l'eau à reconsidérer les pratiques de récupération des eaux pluie.

4.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP

Aux Etats-Unis, les systèmes de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie ont été historiquement utilisés dans des secteurs isolés, non desservis par un service public d'eau et la pratique a perduré dans de nombreux secteurs (Kindade-Levario, 2007). Des études conduites en 1992 et 1995 estimaient le nombre de dispositifs encore utilisés à 200 000 - 250 000⁴² (citée respectivement par Gould & al, 2000 et Kindade-Levario, 2007). Cette diffusion était très marquée dans certains Etats au caractère rural ou insulaire. Ainsi au début des années 1980, le nombre de dispositifs d'approvisionnement privés en eau de pluie dans l'Etat de l'Ohio est évalué à 63 000, majoritairement des réservoirs d'eaux de pluie dans des fermes pour des usages domestiques (Fok, 1982a). Il n'a pas été repéré de données quantitatives récentes et fiables sur le parc actuel d'installations⁴³.

On peut dater la reconsidération de l'intérêt pour les dispositifs de RUEP pour l'alimentation en eau aux Etats-Unis dans certains secteurs urbains à la fin des années 1970 / début des années 1980. Ce sont alors des facteurs conjoncturels (sécheresse) et structurels (croissance très rapide de l'urbanisation) qui sont à l'origine de ce phénomène. Ainsi des suspensions de permis de construire sont signalées en raison d'insuffisance de ressource en eau dans plusieurs comtés d'Hawaii et dans le comté d'Orange, Los Angeles en Californie qui connut une sécheresse exceptionnelle en 1977 (Fok, 1982b). Ces suspensions ont pu conduire les pétitionnaires à développer leur propre ressource alternative en eau pour débloquer la situation. C'est par ailleurs à Honolulu sur l'île d'Hawaï que se tient en 1982 la première conférence internationale sur les dispositifs de récupération de l'eau de pluie. La seconde se tiendra également dans les îles vierges américaines en 1984, témoignant d'une problématique insulaire.

Des limitations de nouvelles constructions pour insuffisance de ressources en eau ont encore récemment été signalées, par exemple à Santa-Fé, Nouveau Mexique (Jennings, 2003). D'autres facteurs sont également mis en avant tels que l'énergie requise pour la production et le transport de l'eau (EPA, 2008). Un certain nombre d'États et collectivités, certes encore minoritaires, vont ainsi

⁴² Une étude conduite en 1995 citée par Kindade-Levario 2007 a estimé le parc d'installation à 250 000. Une autre l'estime à 200 000 [systèmes de récupération des eaux de pluie pour la satisfaction des besoins domestiques ou en appoint à l'échelle de petites communautés ou d'habitations individuelles] (étude menée à l'échelle nationale auprès des bureaux régionaux de santé menée par Lye (1992) cité par Hgrove 1993 in (Gould & al, 2000)).

⁴³ (Krishna, 2007) cite le chiffre de 100 000 systèmes de récupération d'eau de pluie aux Etats-Unis, ce qui peut paraître faible par rapport aux chiffres antérieurs.

s'engager dans une promotion de la RUEP selon le contexte, en mobilisant différents leviers : réglementation, incitation, guide technique, etc. C'est la démarche de la Californie qui semblerait la plus ancienne. Elle adopte dès 1980 une loi basée sur l'incitation financière, *California's water conservation⁴⁴ tax credit law*, ouvrant sur différentes natures d'actions : équipements hydro-économiques, réutilisation des eaux grises⁴⁵ et utilisation des eaux de pluies, etc.

Le développement de l'utilisation de l'eau de pluie est par ailleurs soutenu par les démarches d'éco-construction promues par l'*US Green Building Council (USGBC)* au travers de la certification LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) créée en 2000. Un bâtiment peut atteindre quatre niveaux de haute qualité environnementale par un système de points : certifié, argent, or et platine. La gestion de l'eau est l'une des composantes thématiques évaluées, la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie constituant une sous-thématique. L'ouvrage « *Design for water* » présente différentes constructions certifiées, équipées de dispositifs de RUEP (Kinkade-Levario, 2007). Par exemple, un bâtiment logistique et de distribution d'un fabricant automobile installé à Portland dans l'Oregon, dont les eaux de pluie de toitures sont récupérées pour les toilettes, a été certifié Or en 2005.

Selon H. Kinkade (Forgotten Rain LLC), les dispositifs adoptés sont aujourd'hui très variés en terme de matériaux, produits et de taille depuis le tonneau d'eau de pluie – *rain barrel* - de quelques centaines de litres à la citerne de plusieurs m³, jusqu'au réservoir de plusieurs dizaines voire centaines de m³ (cf. *Tableau 9, Figure 14*). Des conceptions spécifiques ont également été développées pour installations en climat froid (Kinkade-Levario, 2007).

Tableau 9 : Différents types de matériaux, tailles et coûts des dispositifs de stockage d'eau de pluie aux Etats-Unis (source : Kinkade-Levario, 2007, p. 94)

| Matériaux | Coût estimé | Taille courante |
|--|--|---------------------------|
| Tonneau (plastic, bois ou métal) | Gratuit à \$300 par tonneau | 200 - 500 gallons |
| Béton ou ferro-ciment (réservoir en béton préfabriqué) | \$ 0.35 to \$ 1.50 / gallon | Toute taille |
| Fibre de verre | \$ 0.50 to \$ 2.00 / gallon | 500 - 20 000 gallons |
| Métal (acier galvanisé, tôle ondulé avec liner) | \$ 0.30 to \$ 2.79 / gallon | 150 - 104 000 gallons |
| Polyéthylène | \$ 0.50 to \$ 1.90 / gallon | 210 - 5 000 gallons |
| Polypropylène | \$ 0.35 to \$ 1.00 / gallon | 290 - 20 000 gallons |
| En acier soudé (boulonné en acier inoxydable) | \$ 0.80 to \$ 4.00 / gallon | 1 000 - 1 million gallons |
| Bois (traité avec des liners) | \$ 0.88 à \$ 2.06 / gallon | 700 - 2 millions gallons |
| Pierre | Très élevé : jusqu'à \$ 1.00 / pied ² de surface de réservoir | Toute taille |
| SAUL | \$ 4.84 to \$ 8.00 / pied ³ | Toute taille |

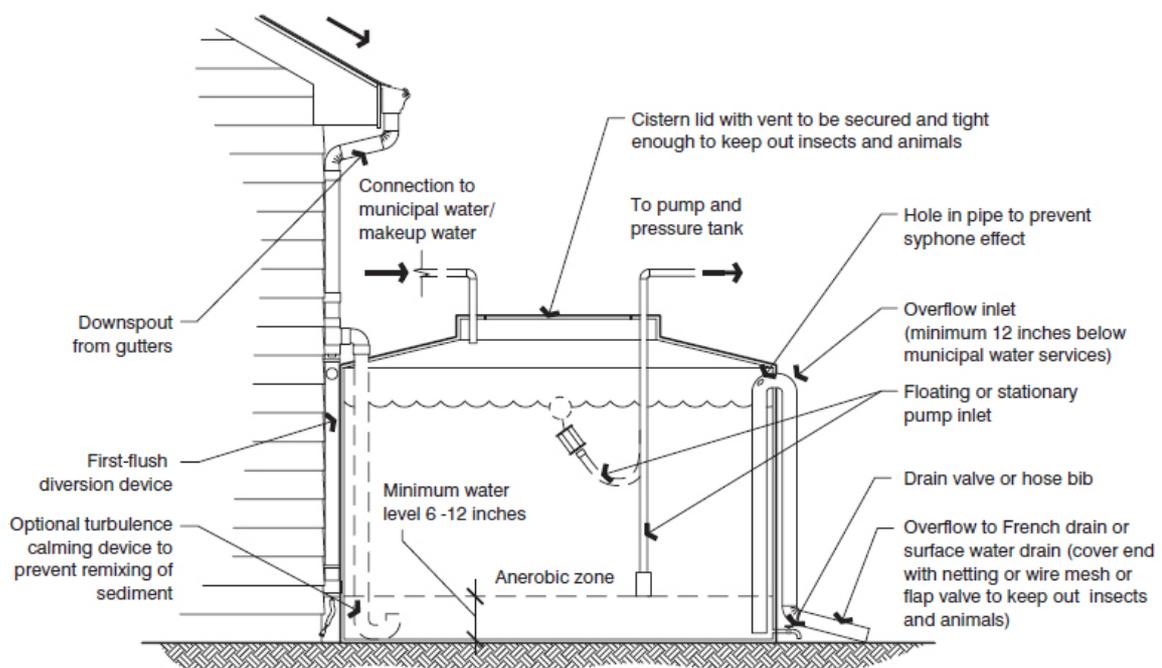


Figure 14 : Exemple de conception de dispositif de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie (source : Kinkade-Levario, 2007, p. 86).

⁴⁴ Expression délicate à traduire en français.

⁴⁵ Dès 2003, l'EPA publie des recommandations pour la réutilisation des eaux usées (EPA, 2003).

La récupération de l'eau de pluie, d'abord motivée par les économies d'eau commence par ailleurs à être associée à la gestion des eaux pluviales - *stormwater management* - pour la maîtrise du ruissellement et des pollutions. Cette gestion mobilise ce que l'on appelle aux Etats-Unis les *Best management practices* (BMP), ou plus récemment les *Green Infrastructures* (EPA, 2008). Cette prise en compte des dispositifs de RUEP apparaît s'appuyer sur différents leviers. Elle est notamment observée sur la cote Est des Etats-Unis (Virginie, Maryland, Caroline du Nord, etc.), confrontée à des problématiques de pollutions des eaux littorales par temps de pluie. Enfin H. Kinkade-Levario parle de *passive rainwater* à propos de certaines techniques alternatives, par opposition à l'*active rainwater* constituée par la RUEP (Kinkade-Levario, 2007).

4.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP

4.3.1. L'absence de législation fédérale relative à la RUEP

Il n'existe pas au niveau fédéral de législation ou de réglementation traitant spécifiquement ou pour partie de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie. Néanmoins, plusieurs éléments de la politique fédérale de l'eau sont susceptibles de concourir à son développement. La politique de l'eau est articulée autour de plusieurs lois, dont le *Clean Water Act* fondateur (CWA, 1972). Pour la maîtrise de la pollution des eaux, un système d'autorisations de rejets est accordé par l'EPA⁴⁶, dont l'instruction est déléguée au niveau fédéré pour une majorité d'états. Ce système amendé en 1987 (*Water Quality Act*) est élargi notamment aux rejets d'eaux pluviales, incitant au recours aux *BMP* (cf. 4.1). C'est également la date de création du *Clean Water State Revolving Fund* (CWSRF) de l'agence américaine de protection de l'environnement qui a consacré 2,9 milliards de dollars pour la gestion des eaux pluviales depuis sa création. Les aides correspondantes aux cuves de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie, éligibles, restent mineures néanmoins à cette échelle (EPA, 2009)⁴⁷. Enfin le *Water Use Efficiency and Conservation Research Act* (2009) confie à l'EPA une action de promotion, notamment, de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie, intégrant des approches socio-techniques.

4.3.2. Des réglementations diversifiées instituées par quelques états et municipalités

En préalable, il convient d'évoquer la permanence d'anciens droits de l'eau - *prior appropriation* - acquis par les *premiers usagers* dans certains Etats de l'Ouest des Etats-Unis marqués par un climat semi-aride (Colorado, Nevada, Washington et Utah). Ces droits acquis ont pour effet de limiter voir d'interdire la récupération des eaux pluies par de nouveaux usagers en amont. Néanmoins certains Etats, comme celui de Washington, commencent à permettre cette pratique (Petitjean, 2009 ; Mucig, 2010).

En l'absence de réglementation fédérale, quelques états et municipalités, encore minoritaires, ont adopté des réglementations locales. Elles se caractérisent par une grande diversité en terme (cf. *Tableau 10*) :

- d'objectifs visés et administrations concernées : économie d'eau, protection de l'environnement, sécurité sanitaire, construction, recharge de nappe, etc. ,
- de nature d'action : incitation fiscale, réglementation administrative et/ou technique, assouplissement du droit d'appropriation, expérimentation, mise en place d'instance,
- d'usages d'eau de pluie incités ou réglementés : requérant ou non une qualité d'eau potable,
- de responsabilisation : nécessité de déclaration préalable, de permis, etc. ,
- d'intégration de l'eau de pluie : principe global de *water conservation* susceptible de couvrir différentes ressources en eau alternative (*eaux de pluie, eaux grises, etc.*), ou spécifique à la RUEP.

Ainsi l'Etat du Texas favorise l'utilisation de l'eau de pluie pour tout usage, y compris ceux requérant une qualité d'eau potable sous réserve d'un traitement approprié. La majorité des autres Etats et municipalités semblent recommander d'en limiter l'emploi pour des applications non potables comme l'arrosage et les toilettes (EPA, 2008). Ces législations peuvent par ailleurs s'appuyer sur une adaptation locale des codes de plomberie (Virginie, Georgie...).

⁴⁶ *National Pollutant Discharge Elimination System permis* (NPDS).

⁴⁷ L'alimentation en eau destinée à la consommation humaine est encadrée par le *Safe water drinking act* (SDWA, 1974, amendé en 1986 et 1996). L'EPA élabore des normes de qualité d'eau potable et veille à leur respect par les services publics d'alimentation en eau *National Primary Drinking Water Regulations* (NPDWRs).

Des réglementations relatives à la RUEP émanent également des municipalités et sont alors susceptibles de se superposer à celle relevant de l'Etat lorsqu'elle existe. Elles sont également de portée et contenu diversifiés. On peut citer par exemple, toujours sans rechercher d'exhaustivité : Portland (Oregon), San Francisco (Californie), Tuscon (Arizona), Santa Fé et Albuquerque (Nouveau Mexique), Austin et San Antonio (Texas).

Tableau 10 : Exemples de législations sur la RUEP dans différents états (ne visant pas l'exhaustivité)

| Nom | Loi / texte | Date | Contenu |
|------------|---|--|---|
| Arizona | A.R.S.43-1090.01 Taxation for income / Credit for water conservation systems ; définition ⁴⁸ | En vigueur 31/12/2006 - 1/01/2012 | Crédit d'impôt sur le revenu pour les particuliers installant un système de conservation d'eau (eau de pluie, eaux grises) du 31 décembre 2006 au 1 ^{er} janvier 2012. Taux de 25% des coûts d'acquisition et d'installation, jusqu'à 1000 \$ particuliers (montant annuel des crédits accordés par l'Etat de 250 000 €, sur la base du premier arrivé, premier servi). Respect de la réglementation adoptée par le département de la qualité environnementale de l'Arizona. Pré-certification par ce département ⁴⁹ . |
| Californie | AB 1750 (2012) / AB 275 (2011) Rain water capture (RCS) ⁵⁰ | 2010, 2011, 2012 | Permet à un propriétaire foncier d'installer, d'entretenir et d'exploiter un tonneau pour l'eau de pluie pour des usages extérieurs non potable et un système de capture des eaux de pluie (RCS) pour des usages intérieurs et extérieurs non potables, sous réserve de satisfaire aux conditions spécifiées (pour les RCS, respect du California Building Standards Code, permis avant 2017, loi de 2012). |
| Colorado | Senate Bill 09-080 | 2009 | Exonération de certains petits dispositifs de récupération de l'eau de pluie du respect de l' <i>appropriation ancestrale</i> , soumis à permis, usages autorisés à préciser. |
| | House Bill 09-1129 | 2009 | Autorisation d'un programme pilote de 10 ans pour le recueil de l'eau de pluie de toitures pour des usages non potable. Jusqu'à 10 nouveaux projets urbains résidentiels ou mixtes. Objectif d'acquisition de connaissances et de prévention des préjudices au droit d'appropriation ancestrale de l'eau. Approbation annuelle des projets par l'ingénieur d'Etat. |
| Hawaii | HR n°169 ⁵¹ | 2008 | Demande aux conseils de l'eau de chaque comté d'analyser la faisabilité de lancer un programme de conservation de l'eau qui promeut les dispositifs de récupération de l'eau de pluie dans l'habitat résidentiel pour des usages non potable. |
| Texas | SB n°1073 ⁵² | 2011 | Modification du Code de la Santé et de la Sécurité indiquant que pour l'installation et la maintenance des systèmes de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie, il devra être proposé des règles en cas d'usages intérieurs permettant de garantir la sécurité sanitaire des normes d'eau potable et la non communication eau de pluie / eau potable du système public. Nécessité d'un permis pour l'installation de tels systèmes de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie et d'une déclaration préalable. Dégagement de la responsabilité de l'autorité locale sur l'utilisation de l'eau de pluie. |
| | HB n°3391 ⁵³ | 2011 | Invitation des institutions financières à faire des prêts dans le cadre de projets qui utilisent l'eau de pluie comme seule ressource en eau. |
| | HB n°2430 ⁵⁴ | 2005 | Mise en place par le Bureau de développement de l'eau du Texas d'un comité d'évaluation de l'eau de pluie pour évaluer la faisabilité de l'utilisation de l'eau de pluie comme une source d'approvisionnement en eau, qui a également pour mission d'élaborer des normes pour la récupération de l'eau de pluie intégrant les aspects relatifs à la santé et à la sécurité pour les méthodes de collecte et de traitement des eaux pluviales destinées à la boisson, la cuisine ou la baignade. |

4.3.3. Normalisation : évaluation de la qualité de l'eau de pluie et certification des produits

L'ANSI⁵⁵, organisme de normalisation américain, n'a pas publié à ce jour de norme spécifique relative à la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie, comme ont pu le faire certains pays comme l'Allemagne ou la France par exemple. L'ASTM⁵⁶ a publié en 2010 une norme relative à l'évaluation de la qualité de l'eau de pluie, intégrant l'analyse des conditions de site susceptibles d'avoir une influence sur celle-ci (ASTM, 2010). Cette norme a été préparée par le comité sur la durabilité, sous-comité bâtiments et construction (E60-01). Elle introduit des caractéristiques d'une « *qualité de base* ». Elle ne fournit pas de prescriptions pour la conception des dispositifs selon les usages de l'eau de pluie mais est susceptible de constituer une aide à la décision (cf. Encadré 6).

⁴⁸ <http://www.azleg.gov/FormatDocument.asp?inDoc=ars/43/01090-01.htm&Title=43&DocType=ARS>

⁴⁹ <http://www.azdor.gov/portals/0/brochure/565.pdf> ; <http://www.azdeq.gov/environ/water/permits/reclaimed.html> : les permis font référence aux « *reclaimed water* » et aux « *graywater* ».

⁵⁰ Ce droit de l'eau de pluie a priori été introduit en 2010.
http://www.leginfo.ca.gov/pub/11-12/bill/asm/ab_0251-0300/ab_275_bill_20110207_introduced.html,
http://www.leginfo.ca.gov/pub/11-12/bill/asm/ab_1701-1750/ab_1750_cfa_20120423_121144_asm_comm.html

⁵¹ http://www.capitol.hawaii.gov/session2008/bills/HR169_.pdf

⁵² SB n°1073 Act relating to rainwater harvesting systems that are connected to public water supply systems.

⁵³ HB n°3391 Act relating to rainwater harvesting and other water conservation initiatives.

⁵⁴ HB n°2430 Act relating to establishment of a rainwater harvesting evaluation committee and to standards for harvested rainwater.

⁵⁵ American National Standards Institute.

⁵⁶ American Society of Testing Materials International.

Encadré 6 : Extrait de ASTM E2727-10 – Norme pour l'évaluation de la qualité de l'eau de pluie⁵⁷

« 5.1.1.3 L'eau de pluie qui est recueillie (c'est-à-dire l'eau de pluie collectée) à travers un filtre anti-feuille / débris d'un minimum de 8 mm et d'une moustiquaire d'une maille minimale de 1 mm en acier inoxydable, après un séparateur de premier flot, et n'a pas de considérations de sites singulières tels que définis à l'article 6 doit être supposé avoir les caractéristiques de qualité de base figurant ci-après.

5.2 Caractéristiques de qualité de base :

| | | |
|-------|---------------------|---------------------------|
| 5.2.1 | pH : | 6.0 - 7.0, |
| 5.2.2 | DBO : | ≤ 10 mg/l, |
| 5.2.3 | NTU : | ≤ 2, |
| 5.2.4 | Coliformes fécaux : | non détectable / 100 ml , |
| 5.2.5 | Sodium : | non détectable / 100 ml |
| 5.2.6 | Chlorure : | non détectable / 100 ml, |
| 5.2.7 | Enterovirus : | non détectable / 100 ml » |

Ensuite une série de questions portant sur des paramètres d'environnement conduit à détecter des risques éventuels de contamination.

Concernant la qualité des matériaux et produits, ce sont les normes « plomberies » qui s'appliquent le cas échéant. Une liste de normes potentiellement applicables est donnée par (ASCA/ASPE, 2009). Par ailleurs, NSF International, bureau de normalisation dans le champ de la santé et de la sécurité accrédité par l'ANSI, a développé depuis 1995 un programme de certification des produits utilisés dans le cadre de la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie destinée à satisfaire des besoins en eau potable : NFS protocole P151 : *Effets sur la santé de composants de système de collecte de l'eau de pluie, en référence à des valeurs guides sanitaires de l'EPA*.⁵⁸ Ces produits peuvent être par exemple des matériaux de toiture spécifiques en vue d'une utilisation de l'eau de pluie pour satisfaire de besoins d'eau potable (Kindade-Levario, 2007).

4.3.4. Des référentiels professionnels récents à portée nationale

Le *Uniform Plumbing Code*, développé par l'IAPMO⁵⁹, encadre la conception, l'installation et le contrôle des systèmes de plomberies⁶⁰. Ce n'est que très récemment que l'utilisation de l'eau de pluie y a été explicitée. En effet le supplément de février 2010 intitulé « *Green Plumbing and Mechanical Code Supplement* » intègre un chapitre relatif à l'utilisation de ressources en eau alternatives pour des *applications non potables* (chap.5), incluant les eaux grises, l'eau de pluie et l'eau recyclée. Auparavant seule une annexe visait les eaux recyclées pour les toilettes (Kloss, 2008). Ce code explicite de manière générique les tests, inspections et opérations de maintenance à réaliser à des fréquences minimales, spécifiées ensuite par ressource. Pour l'eau de pluie, il restreint les surfaces de collecte aux toitures, excluant notamment les surfaces de parking. S'il indique que la qualité de l'eau doit être adaptée aux usages, il ne requiert pas de traitement pour les usages d'arrosage de subsurface et sans aspersion quand le volume de stockage est de moins de 360 gallons (1 363 litres)⁶¹ et il prescrit un filtre de 100 microns en cas d'usage notamment pour les WC et l'arrosage goutte à goutte. Les installations doivent faire l'objet d'une signalisation d'eau non potable. Enfin, une procédure à mettre en œuvre avec l'autorité compétente est explicitée en cas de découverte de connexion croisée. Ce code renvoie au document ARCSA / ASPE pour des critères de conception complémentaires. Les autorités locales sont susceptibles d'y faire référence, voire de le compléter dans le cadre de leur politique locale de développement ou d'encadrement de l'utilisation des eaux de pluies. C'est le cas par exemple de la Virginie et la Georgie, avant la publication du supplément en 2010.

L'ARCSA⁶² et l'ASPE⁶³ ont effectivement publié en 2009 un référentiel relatif à la conception et à la maintenance des dispositifs de récupération des eaux de pluie et à des normes

⁵⁷ Reproduit avec accord de ASTM E2727-10 Standard Practice for Assessment of Rainwater Quality, © ASTM International. Une copie complète de la norme peut être obtenue auprès de l'ASTM International, www.astm.org

⁵⁸ NFS, http://www.nsf.org/consumer/rainwater_collection/index.asp?program=RainwaterCol consulté le 4 février. 2011.

⁵⁹ International Association of Plumbing and Mechanical Officials, basé en Ontario. (Mucig, 2010) note que l'*Uniform plumbing Code* est principalement utilisé dans l'est des Etats-Unis alors que l'*International Plumbing Code* (IPC) est prépondérant dans les Etats de l'Est.

⁶⁰ L'International Plumbing Code (IPC), développé par l'International Code Council basé à Washington DC, dont la dernière version de 2012, ne vise toujours pas explicitement la RUEP pour l'instant (en terme de ressources alternatives, il traite des eaux grises).

⁶¹ 200 gallons dans le référentiel de l'ARCSA et de l'ASPE (2009).

⁶² American rainwater catchment system association.

⁶³ American society of plumbing engineer.

d'installation : « *Rainwater catchment design and installation standards* » (ARSCA, ASPE, 2009 ; cf. Encadré 7). Son champ d'application concerne les usages requérant une eau non potable ou potable, la protection incendie, l'agriculture, et l'industrie. Il ne s'applique pas aux surfaces de collecte telles que les surfaces de parking et assimilées.

Encadré 7 : Structure du référentiel de l'ARSCA et de l'ASPE (2009)

1. Généralités.
2. Matériaux et produits acceptables.
3. Exigences de conception et d'installation.
4. Définitions.
5. Schéma des dispositifs acceptés.

Annexes :

- Formulaire de maintenance.
- Formulaire de calcul.
- Données pluviométriques moyennes (moyennes mensuelles par ville).

On peut en synthétiser quelques éléments. En cas d'usages requérant une eau de qualité potable, différentes exigences de conception sont spécifiées, portant notamment sur les surfaces de collecte et le traitement : filtration (NSF / ANSI Standard 53, par exemple série de deux filtres 20 puis 5 mm), puis désinfection par UV, chloration, ou ozonation. Il n'est pas requis de traitement pour l'irrigation, l'agriculture et l'arrosage du jardin. Dans tous les cas, la descente de gouttière est équipée d'un séparateur de premier flot dont le dimensionnement est différencié selon l'estimation du potentiel de contamination des eaux (élevé, moyen, faible). Une méthode simple est proposée pour son dimensionnement, sur la base des données mensuelles de précipitations d'une année moyenne en faisant l'hypothèse qu'au début des mois les plus humides, le réservoir est vide. Des contrôles de qualité de l'eau en cas de mobilisation comme eau potable sont prescrits. Pour un système privé⁶⁴, des analyses porteront a minima sur : E Coli, coliformes totaux et bactéries hétérotrophes, avant la mise en service, puis recommandation de les renouveler périodiquement en phase d'exploitation. Pour un système public, en complément, l'eau devra également être testée pour les *cryptosporidium*. Des tests annuels sont indiqués : coliformes totaux, E Coli, bactéries hétérotrophes et toutes substances chimiques préoccupantes. Une série de schémas de conception et installation sont fournis représentant différentes filières de RUEP : cuve aérienne / enterrée, usages potables et/ou non potables.

4.3.5. Le développement de référentiels locaux en matière de RUEP

Des référentiels ont été développés dans un certain nombre d'Etats⁶⁵, émanant généralement des autorités de l'Etat fédéré ou des municipalités et d'institutions de recherche et développement. Généralement en appui aux politiques conduites, ils abordent globalement les différentes étapes d'un projet, depuis la conception et le dimensionnement (sur la base de données pluviométriques locales), jusqu'à l'exploitation, la maintenance et la surveillance pour certains d'entre eux (*water testing*). Ils sont également susceptibles de fournir des éléments de coûts. On peut citer :

- *The Texas Manuel on Rainwater Harvesting* (2005, 3^{ème} édition),
- *Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii* (2010, édition révisée)⁶⁶,
- Virginia Department of Health *Rainwater Harvesting & Use Guidelines* (2011),
- *Georgia Rainwater Harvesting Guidelines*, in accordance with Appendix I Rainwater Recycling Systems of the Georgia Amendments to the 2006 International Plumbing Code (2009).

A noter qu'en parallèle du guide émanant du département de la santé, un autre département de l'Etat de Virginie⁶⁷ a diffusé en 2010 des spécifications pour la conception et le dimensionnement des dispositifs de RUEP susceptible d'intégrer une fonction secondaire de

⁶⁴ alimentant moins de 25 personnes sur 60 jours.

⁶⁵ Etats : Washington, Oregon, Montana, Nouveau Mexique, Texas, Georgie, Caroline du Nord, Virginie, Ohio, Wisconsin, Hawaii... ; Villes : Portland, San Fransico, Santé Fé, Albuquerque, Tuscon, Austin,... (non exhaustif).

⁶⁶ Noter que l'Université d'Hawaii a aussi produit une série de plaquettes traitant des points-clés d'une installations : Welcome to Rainwater Catchment, How to decontaminate and maintain your catchment system, Filters for Rainwater Catchment Systems, First-Flush diverters, Ultra-Violet (UV) Light Water Treatment Systems, How to build a floating intake device.

⁶⁷ VA DCR : Virginia Department of Conservation and Recreation.

maîtrise du ruissellement et des pollutions associées. Elles sont accompagnées d'outils de calculs (VA DCR, 2010)⁶⁸.

4.4. Usages de l'eau de pluie récupérée et qualité des eaux de pluie

4.4.1. Usages constatés et recommandations associées

Les domaines d'emploi de l'eau de pluie sont multiples à travers les Etats-Unis. Dans l'ouvrage *Design for water*, H. Kindade-Levario dresse en 2007 une série d'études de cas classées selon sept rubriques : habitat résidentiel (simple et multi-familiaux), commerce, industrie, école (tous niveaux), centre ou parc environnemental, service municipal et dispositif pour la faune, auxquels il conviendrait d'ajouter les usages agricoles. Par ailleurs, aux Etats-Unis, la notion de récupération de l'eau de pluie s'applique également à des usages que l'on pourrait qualifier de paysager ou d'agrément susceptibles de relever de la *récupération passive de l'eau de pluie* évoquée précédemment (*landscape use, rain garden, etc.*)

Les usages constatés, au travers notamment de ces études de cas, sont également très variés. Ils couvrent des besoins susceptibles de requérir ou non de l'eau potable, selon la nature et la localisation des projets. L'usage le plus fréquent semble l'irrigation ou l'arrosage. Les usages intérieurs concernent principalement les toilettes, voire le lavage du linge. Néanmoins, ils sont également susceptibles de concerner des besoins en eau potable, par exemple à Hawaii ou au Texas.

Les recommandations ou prescriptions des référentiels sont alors généralement adaptés aux usages, principalement selon les usages potables / non potables, en terme de conception, de conception et dimensionnement (traitement éventuel), de vérification et d'entretien des dispositifs. On peut par ailleurs citer l'exemple des recommandations de surveillance annuelle de la qualité de l'eau de pluie prodiguées par l'Etat de Hawaii, qui subventionne des tests pour le plomb et le cuivre et invite à des précautions supplémentaires en période d'activité volcanique⁶⁹.

4.4.2. Critères de qualité

De nombreuses études relatives à la qualité de l'eau de pluie ont été conduites dès les années 1980. Certains résultats ont été publiés lors des premières conférences de l'IRSCA. Elles avaient pour but de mesurer la qualité de l'eau de pluie récupérée et son évolution et d'évaluer les facteurs susceptibles de l'influencer (environnement, surface de collecte, etc.). On peut par exemple citer celles conduites à Hawaii, mettant en évidence la salinité des eaux de pluie en bord de mer et la contamination par les poussières volcaniques (Dugan, 1984). Une synthèse bibliographique sur la qualité des eaux de pluie de toitures (bactériologie et métaux) a récemment été établie dans le cadre d'un programme de R&D en Caroline du Nord (DeBusk *et al.*, s/d). Elle s'est appuyée sur des travaux conduits au Texas, à Washington, dans le Wisconsin et dans l'Alabama depuis les années 1990. En matière de critère de qualité selon l'usage, le Texas a par exemple proposé des lignes directrices de qualité d'eau minimale pour les usages intérieurs, selon qu'ils requièrent ou non une qualité d'eau potable. Sont alors suggérés des options de traitement adapté aux usages considérés, comprenant une pré-filtration, une filtration et une désinfection modulés selon les usages intérieurs considérés (cf. *Tableau 11*). Pour la surveillance de la qualité de l'eau de pluie, l'Etat de Hawaii invite à l'utilisation de kits de détection de la contamination fécale, du pH et des chlorures, conçus spécialement pour l'eau de pluie. Enfin, la récente norme relative à l'évaluation de la qualité des eaux de pluie selon les conditions de sites a été signalée (cf. Encadré 6).

⁶⁸ Pour une synthèse des démarches qui ont conduit à ces spécifications et du contexte dans lequel elles s'inscrivent, voir : Gérolin A. (2010).

⁶⁹ <http://hawaii.gov/health/environmental/water/sdwb/raincatch/raincatch.html>

Tableau 11 : Lignes directrices pour la qualité d'eau minimale et options de traitement pour l'utilisation de l'eau de pluie au Texas.⁷⁰

| Usages | Valeurs guides de qualité d'eau minimale | | Options de traitement suggérées |
|--|---|--|---|
| Usages intérieurs requérant une qualité d'eau potable | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totaux ▪ Coliformes fécaux ▪ Kystes protozoaires ▪ Virus ▪ Turbidité | <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>< 1 NTU</p> | <p>Pré-filtration – séparateur de premier flot</p> <p>Cartouche de filtration – filtre à sédiment 3 micron suivi par un filtre de charbon actif à 3 micron</p> <p>Désinfection – chlore résiduel à 0.2 ppm ou désinfection UV</p> |
| Usages intérieurs ne requérant pas une qualité d'eau potable | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totaux ▪ Coliformes fécaux | <p>< 500 cfu* par 100 ml</p> <p>< 100 cfu par 100 ml</p> | <p>Pré-filtration – séparateur de premier flot</p> <p>Cartouche de filtration filtre à sédiment 5 micron</p> <p>Désinfection – chloration avec de l'eau de javel ou désinfection UV.</p> |
| Usages extérieurs | / | | Pré-filtration – séparateur de premier flot |

*cfu – colony forming units

*NTU – nephelometric turbidity units

4.5. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP aux Etats-Unis

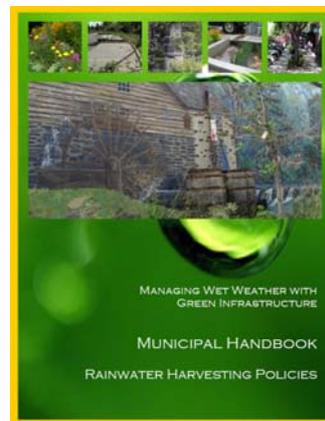
Outre les autorités fédérales, fédérées ou municipales, les organismes de normalisation (ASTM, NFS international) et professionnels (ASPE, IAPMO, USGBC) précédemment cités, deux organismes apparaissent jouer également un rôle important dans le développement de la récupération de l'utilisation de l'eau de pluie : l'agence de protection de l'environnement (US EPA) et l'association américaine dédiée à la promotion de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie (ARSCA).

L'agence de protection de l'environnement⁷¹, créée en 1970, est le principal organe des politiques environnementales fédérales. Disposant de bureaux régionaux et de centres de recherche, elle élabore et fait respecter la réglementation en matière de protection de l'environnement, appuie des programmes d'action en la matière, conduit des travaux de recherche (cf. Encadré 8) et assure une information du public. Depuis 2008, elle édite une série de fascicules « *The Municipal Handbook* » autour des eaux pluviales, abordant différentes dimensions des politiques qu'elles peuvent conduire en la matière. La récupération des eaux de pluie est intégrée dans les infrastructures vertes - *Green Infrastructures* - qu'elle promeut.

Encadré 8 : Municipal Handbook – Rainwater harvesting policies (à partir de EPA, 2008)

L'un des fascicules de la série « *Municipal Handbook* » porte spécifiquement sur les politiques locales en faveur de l'utilisation des eaux de pluie : « *Managing wet weather with Green Infrastructure. Municipal Handbook, Rainwater Harvesting policies* » (Kloss, 2008). Après une synthèse des différents enjeux en la matière, sont présentés des exemples de réglementations locales et de mesures d'accompagnement ainsi que les défis institutionnels et barrières rencontrées. Sur la base de ces analyses, une série de recommandations est formulée pour élaborer un programme municipal en matière de RUEP recouvrant les aspects suivants : établir des codes ou des règlements spécifiques pour l'eau de pluie, identifier les utilisations finales et des normes acceptables de traitement, détails sur les composants du système requis, permis, conception et entretien, et taux de réutilisation.

Figure 15 : Le mémento de l'agence de protection de l'environnement pour des politiques municipales de RUEP (source : Environmental Protection Agency, 2008).



L'ARSCA⁷² est une organisation à but non lucratif fondée en 1994 par le Dr Hari J. Krishna, à Austin au Texas pour promouvoir des pratiques durables de récupération et l'utilisation des eaux de pluie aux États-Unis. Elle regroupe en 2009 près de 1 000 membres de divers horizons : institutionnels, académiques, fabricants, distributeurs, concepteurs, installateurs, etc. Son nombre d'adhérents croissant et la pluri-disciplinarité de ses membres renforcent sa crédibilité (Mucig, 2010). Des associations locales lui sont affiliées, comme *Hawaii Rainwater catchment* ou *Texas Rainwater Catchment Association*. Elle représente la composante américaine de l'IRSCA. Ses modes d'action sont diversifiés. Elle développe ainsi des supports d'information et d'éducation, élabore des recommandations techniques, anime des formations et enfin accrédite et certifie les

⁷⁰ Texas Rainwater Harvesting Evaluation Committee, Rainwater Harvesting Potential and Guidelines for Texas, Report to the 80th Legislature, Texas Water Development Board, Austin, TX, November 2006, cité par Kloss 2008.

⁷¹ US EPA (Environment Protection Agency).

⁷² American Rainwater Catchment Systems Association.

professionnels. Elle organise une conférence annuelle. En 2009, elle a édité un référentiel avec l'ASPE: « *Rainwater catchment design and installation standards* » (cf. 4.4).

4.6. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

Les exemples de projets et programmes de récupération d'eau de pluie aux Etats-Unis sont nombreux. L'ouvrage pré-cité *Design for water* de H. Kinkade documente une série de cas variés tant par leur domaine d'emploi, leur localisation, leur ancienneté, les usages de l'eau de pluie (Kindade-Levario, 2007). Plusieurs d'entre eux ont obtenu une certification LEED.

Dans l'Etat du Texas, le bureau de développement de l'eau organise chaque année depuis 2007 une compétition pour remettre le *Texas Rain Catcher Award*. Cette action vise à promouvoir cette pratique, éduquer le public et valoriser l'excellence de la mise en œuvre de cette pratique⁷³. Trois catégories de projets sont primées : résidentiel, commercial / industriel et éducation / gouvernemental. Dix-huit projets ont été récompensés depuis le lancement de l'action, dont cinq en 2011 (cf. *Tableau 12*).

Tableau 12 : Projets récompensés en 2011 par le Texas Rain Catcher Award (source : d'après Texas water development board).

| Commercial / Industriel "Native american seed" | Gouvernemental "Denton county" | Résidentiel "Hacienda Maria" | Education "Hay Consolidated Independent School District" | Education "Stroman middle School" |
|--|--|---|--|--|
|  |  |  |  |  |
| Le réservoir de 30 000 gallons (114 m ³) de cette installation de nettoyage des semences utilise un séparateur de premier flot, une pompe à énergie solaire, des filtres à sédiments et à carbone et une lampe à ultraviolets. Le système est conçu pour répondre jusqu'à 85% de la demande en eau (potable et non potable) du site. | 3 réservoirs de 10.000 gallons (38 m ³) aux angles de l'édifice du nouveau complexe administratif du comté recueillent l'eau de pluie des toitures en métal. L'eau est utilisée pour irriguer les fleurs sauvages et plantes indigènes dans le complexe. Cette expérience, certifiée LEED, a vocation à être étendue par le comté. | Cette résidence capte nouvellement l'eau d'un toit à deux niveaux, stockées dans 3 réservoirs de 5 000 gallons (19 m ³) en acier inoxydable et une citerne de ciment 3 500 gallons (13 m ³). L'eau traitée des filtres à sédiments et à carbone et une lampe à ultraviolets est ensuite utilisée à des fins non-potables et potables par les ménages. | Le district a installé un système de collecte des eaux pluviales d'une capacité de stockage de 106.000 gallons (401 m ³) sur deux de ses nouveaux campus. Du condensat est également collecté à partir des systèmes de CVC ⁷⁴ dans chaque école. L'eau récoltée est utilisée pour l'irrigation. Le trop-plein rejoint un bassin d'infiltration. | Des élèves de 8 ^{ème} année de l'école ont conçu, construit et installé un dispositif de 220 gallons (1 m ³) d'eau de pluie pour fournir de l'eau pour le jardin à l'école. Le collégiens ont utilisé ce dispositif pour enseigner aux élèves des écoles élémentaires les principes de conservation de l'eau. |

Différents programmes de diffusion de la RUEP à grande échelle sont mis en place par les autorités locales, généralement grâce à des mécanismes d'incitation financière voire de distribution gracieuse. Ils visent parfois expressément l'installation d'un nombre cible d'équipements, souvent des tonneaux pour l'eau de pluie (*rain barrels*) ou de jardins de pluie (*rain gardens*), pour des habitations généralement existantes susceptibles de déconnecter leurs gouttières. On peut par exemple citer le programme *10 000 rain gardens* de la ville de Kansas city ou la distribution gratuite de tonneaux de la ville de New York City⁷⁵ (*rain barrels giveaway program*). Le programme de la ville d'Oakland en Californie propose au moins cinq types de récupérateurs de 60 à 620 gallons⁷⁶.

⁷³ <http://www.twdb.state.tx.us/innovativewater/rainwater/raincatcher/> consulté le 16 juin 2012. Il n'y a pas d'argent en jeu.

⁷⁴ Chauffage, Ventilation, Climatisation.

⁷⁵ <http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/rainbarrel.shtml>. Cette dernière action s'inscrit dans la démarche engagée par la ville pour réduire le ruissellement des eaux pluviales. Une première série de 1000 tonneaux a été distribuée en 2008 –2009 dans le cadre du plan de protection du bassin versant de la *Jamaica Bay*. Une seconde série de 1 000 tonneaux a également été distribuée au printemps 2011 sur la base du premier arrivé – premier servi (Brooklyn, Queens, Staten Island et Bronx).

⁷⁶ <http://www2.oaklandnet.com/Government/o/PWA/o/FE/s/ID/OAK025822>

Le programme d'eaux pluviales de la ville de Los Angeles a pour objectif de protéger les usages des eaux réceptrices, en conciliant protection contre les inondations et maîtrise des pollutions⁷⁷. La ville promeut l'installation de tonneaux et de citernes d'eau de pluie. Un bassin versant test, *Ballona creek watershed*, représentant près de 1 600 propriétaires, a été retenu en vue d'une distribution gratuite de 600 tonneaux d'eau de pluie. 490 avaient été installés en mars 2010 (Tam *et al.*, 2010). Son développement a mobilisé différents types de média (cf. *Figure 16*). Leur association à des jardins de pluie est proposée, la ville de L.A. percevant la RUEP comme une première étape vers la maîtrise à la source des eaux pluviales par les habitants.



Figure 16 : Site internet de la ville de Los Angeles dédié aux eaux pluviales, sur lequel un film de 12 mn décrivant l'installation d'un tonneau d'eau de pluie peut être visionné.

4.7. Thématiques de recherche et de débats

L'agence de protection de l'environnement américaine souligne que « *les récentes sécheresses et les impacts potentiels du changement climatique ont suscité un intérêt pour la récupération de l'eau de pluie comme une approche de préservation de la ressource en eau ainsi que la gestion des eaux pluviales. Les sujets de recherche comprennent les méthodes de dimensionnement, les perceptions du public et la qualité de l'eau de pluie récoltée* »^{78,79}. Un ensemble de programmes de R&D et de publications est référencé sur son site internet. Aux Etats-Unis comme au Brésil, des travaux visent à évaluer le potentiel offert par la récupération de l'eau de pluie - *rainwater harvesting potential* - pour satisfaire des besoins en eau. Ils semblent concerner plus l'Ouest et le Middle-ouest des Etats-Unis, comme le Texas (Krishna, 2007). Par ailleurs, l'évaluation du rôle de la récupération de l'eau de pluie dans la maîtrise du bilan hydrologique local apparaît faire débat sous différents angles de vue et donne lieu à divers travaux. Par exemple, un suivi de 2 081 tonneaux d'eau de pluie effectué en Caroline du Nord a montré une efficacité limitée dans la maîtrise du ruissellement, liée aux conditions d'exploitations des dispositifs (Jones *et al.*, 2010). Les *rain barrels program* connaissent effectivement un succès récent aux Etats Unis et au Canada. Des réflexions sont conduites par le *Milwaukee Metropolitan Sewerage District* (MMSD)⁸⁰ sur l'efficacité de ce type d'équipement en matière de maîtrise du bilan hydrologique (Sand, s/d)⁸¹. Enfin, face au constat de la juxtaposition des dispositifs de RUEP et des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales, des études sont conduites et des éléments méthodologiques développés afin de mutualiser et optimiser ces dispositifs (Reidy, 2008 ; Forasté *et al.*, 2010, Jensen *et al.*, 2010). Les travaux réalisés par les institutions de l'Etat de Virginie, sensible aux pollutions littorales de temps de pluie, ont abouti à des spécifications en terme de dimensionnement et de conception (Younos *et al.*, 2008 ; Virginia DCR, 2010).

Concernant les travaux conduits par l'EPA, on peut signaler par exemple ceux portant sur les aspects socio-économiques et les performances environnementales de système de gestion des eaux pluviales associant des dispositifs de récupération des eaux de pluie. Ils répondent à des besoins d'approches plus intégrées, basées notamment sur la participation des citoyens et la maîtrise à la source des eaux pluviales. Ainsi l'EPA a initié un projet pilote pluridisciplinaire dans le comté de Hamilton dans l'Ohio, « *The Shepherd Creek experience* » (Shuster *et al.*, 2010). Les objectifs sont de tester la faisabilité juridique et économique de l'installation à la parcelle de systèmes de gestion des eaux pluviales dans un quartier résidentiel existant et d'en évaluer l'efficacité hydrologique et écologique. Deux questions de recherche sont ainsi posées :

⁷⁷ Il est également susceptible de contribuer à l'atteinte des objectifs du Plan de la ville de Los Angeles pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable adopté en 2008 (Tam *et al.*, 2008).

⁷⁸ Site internet de l'agence de protection de l'environnement, consulté en mai 2012.

⁷⁹ Pour mémoire, en matière de ressource en eau, l'agence s'est vu confier en 2009, par voie législative, la responsabilité d'élaborer un programme de R&D visant, notamment, à promouvoir l'utilisation de l'eau de pluie (cf. encadré n°1).

⁸⁰ <http://v3.mmsd.com/RainBarrels.aspx>

⁸¹ On peut noter qu'effectivement plusieurs des *Rain barrels programs* repérés, émanant de départements de protection ou de l'assainissement des autorités locales, visent un objectif de maîtrise des eaux pluviales (ruissellement / pollution) : New York, Oakland, Los Angeles, etc.

- est-ce qu'un mécanisme de marché fournit des incitations appropriées pour l'installation de dispositifs de gestion à la parcelle au sein de ce petit bassin versant du *Midwest* ?
- est-ce que les incitations induisent la mise en place d'un nombre suffisant de dispositifs, de telle sorte que des améliorations hydrologiques et écologiques significatives soient observées dans ce bassin versant ?

Deux types de dispositifs ont été proposés aux propriétaires sur la base d'un mécanisme d'enchère inversée pour la déconnexion des eaux pluviales et le management de dispositifs pendant trois ans. Il s'agit des jardins de pluie (*rain garden*) et de tonneaux d'eau de pluie (*rain barrel*) (cf. *Figure 17*). Sur cette base, en 2007 et 2008, 83 jardins de pluie et 176 récupérateurs d'eau de pluie pour l'arrosage essentiellement ont ainsi été installés. Cela représente en moyenne 20% des 350 propriétés du bassin versant, taux allant jusqu'à 50 % dans un sous-bassin versant, et jusqu'à 4 récupérateurs d'eau de pluie. Des campagnes

de mesures sont conduites pour évaluer les effets hydrologiques et écologiques de ces actions. Cette répartition jardin de pluie / tonneau d'eau de pluie révèle des préférences des propriétaires. « *Le déploiement de tonneaux d'eau de pluie peut être une bonne première étape dans le recrutement progressif de citoyens gestionnaires des eaux pluviales, qui pourraient éventuellement aboutir à l'installation de jardins de pluie, de grandes citernes, de toitures végétalisées, etc., dans un programme plus large de gestion décentralisée des eaux pluviales* ».



Figure 17 : Dispositifs installés dans le cadre du projet pilote « *The Shepherd Creek expérience* », les trop-plein des récupérateur d'eau de pluie étant dirigé généralement vers le jardin (source : *Shuster et al., 2010*).

5. Brésil

5.1. Contexte général des ressources en eau

Le Brésil dispose de 12 % des ressources mondiales en eau pure. Cependant, la distribution de cette eau est très inégale dans le pays. En effet, au nord-est, l'eau disponible par habitant ne suffit pas à répondre à la demande. A l'opposé, le nord du pays a le plus grand stock d'eau du pays et la plus petite densité d'habitants. Les régions avec une forte concentration d'activités industrielles ou agricoles reçoivent un faible pourcentage d'eau, contrairement aux régions où de telles activités sont beaucoup moins développées (May et Prado, 2006).

Rapportée à la densité locale de population, la majeure partie du territoire brésilien ne connaît pas de déficit d'eau (cf. *Figure 18*), hormis dans sa partie nord-est.

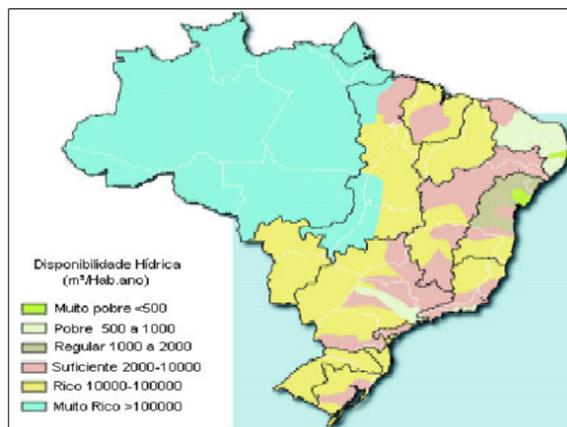


Figure 18 : Carte de disponibilité hydrique au Brésil (source: ANA, 2002)

La région la plus concernée par le manque d'eau est la zone semi-aride (SAB) au nord-est du Brésil, qui couvre une surface de 969,589 km² (11% de la surface totale) pour une population de 21 millions de personnes (11% de la population du pays), dont 43% vivant dans des zones rurales. Cette région s'étend sur une surface couvrant la plupart des états du nord (86,48%), le nord du Minas Gerais (11,01%) et de Espírito Santo (2,51%). Dans cette région, les précipitations annuelles varient de 400 mm à 800 mm (Hernandes et de Amorin, 2005).

Au Brésil, environ 90% de la population brésilienne a accès à l'eau potable. Une grande partie des 20 millions de personnes qui n'y ont pas accès vivent dans les zones rurales de la région semi-aride (Palmier, Schwartzman, 2009). Pour cette raison, la RUEP apparaît comme une alternative efficace pour subvenir aux besoins en eau de ces populations, particulièrement dans cette région : c'est le sens du programme spécifique qui y a été développé (cf. 5.6.2)

5.2. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP

5.2.1. Réglementations

La RUEP ne fait apparemment pas l'objet de réglementation nationale. Sur le plan local, certaines réglementations d'urbanisme y font référence en lien avec la question de la gestion du ruissellement urbain. C'est le cas notamment de la ville de Rio qui a émis un décret en 2004 sur le thème (cf. Encadré 9).

Encadré 9 : Le décret 23940/2004 de la ville de Rio

Ce décret est motivé, d'une part, par « la nécessité de prévenir les inondations », et, d'autre part, par « les possibilités d'utilisation des eaux pluviales pour des usages non potables tel le lavage de véhicules, des parties communes (jardins et autres) ».

Ce décret impose la construction de réservoirs pour retarder le ruissellement des eaux pluviales vers le réseau d'assainissement pluvial pour tous les projets de construction générant une surface imperméabilisée supérieure à 500 m² (art. 1). Il précise également que pour les nouveaux édifices résidentiels multifamiliaux, industriels, commerciaux ou mixtes présentant une surface de toiture supérieure à 500 m², la construction d'un réservoir destiné à l'utilisation de l'eau pluviale pour des finalités non potable est obligatoire, ainsi qu'un point de soutirage destiné à cette utilisation.

5.2.2. Norme(s)

En 2007, une commission d'étude de l'ABNT⁸² s'est attachée à la rédaction d'une norme spécifique à la RUEP. La rédaction de ce projet a été achevée en septembre 2007, et la norme définitive - ABNT NBR 15527 - est entrée le 24 octobre 2007. L'intitulé de cette norme est : *Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos* (Eau de pluie - récupération sur les toits en zone urbaine à des fins non potables - Conditions) (ABNT, 2007).

Ce texte de 8 pages est organisé en cinq parties plus une annexe informative (cf. Encadré 10).

| Encadré 10 : Structure de la norme ABNT NBR 15527 / 2007 ⁸³ | |
|---|---|
| 1. | Domaine d'application |
| 2. | Références normatives ⁸⁴ |
| 3. | Termes et définitions |
| 4. | Conditions générales |
| 4.1. | Conception du système d'utilisation de l'eau de pluie |
| 4.2. | Gouttières, descentes et conduites |
| 4.3. | Réservoirs |
| 4.4. | Installations internes (au bâtiment) |
| 4.5. | Qualité de l'eau |
| 4.6. | Pompage |
| 5. | Maintenance |
| Annexe informative : méthode de calcul pour le dimensionnement du réservoir | |

Les quatre aspects principaux de la norme sont : le domaine d'application, les exigences techniques de conception relatives aux différentes parties du système, les modalités de maintenance et les méthodes de dimensionnement des réservoirs.

- *Domaine d'application*

Trois points sont à retenir : la norme porte spécifiquement sur l'utilisation des eaux de couverture en *zones urbaines*⁸⁵ pour des *usages non potables* ; cette utilisation requiert un traitement adéquat (cf. 5.4) ; les usages non potables visés ne sont pas définis, mais des exemples sont cités ici (cf. 5.3.1).

- *Exigences techniques de conception*

Collecte :

- Les gouttières et descentes doivent respecter la norme 10844/1989⁸⁶.

- Il n'y a *pas d'exigences particulières* sur la *nature de la couverture* (pas de matériau proscrit ou déconseillé).

Préfiltration :

- Il est nécessaire d'avoir des dispositifs anti-détritus, comme des grilles ou des filtres par exemple.

- Il est possible d'installer un dispositif de dérivation des premières pluies (contaminées au contact du toit). Il est recommandé qu'un tel dispositif soit automatique. S'il est utilisé, ses dimensions doivent être fixées par le constructeur de la cuve. A défaut, il est conseillé d'écarter les deux premiers millimètres de précipitations initiales.

Stockage :

- Respect des préconisations de la norme 12217/1994

⁸² L'ABNT (*Associação Brasileira de Normas Técnicas*) a été créée en 1940 en tant qu'organisation privée sans but lucratif, afin d'élaborer les normes nationales. Depuis 1992, elle est reconnue comme étant l'unique organisme national responsable du processus de normalisation au Brésil.

⁸³ Les normes brésiliennes peuvent être obtenues auprès de l'ABNT : www.abnt.org

⁸⁴ Ces autres normes sont évoquées par le texte de la norme 15527/2007 et considérées comme d'application obligatoire pour la bonne réalisation des installations elles-mêmes. Il s'agit de :

- 5626/1998 : Installation d'eau froide dans le bâtiment ;
- 10844/1989 : Installation d'eaux pluviales dans le bâtiment ;
- 12213/1992 : projet de captage d'eau de surface pour la distribution publique ;
- 12214/1992 : Projet de système de pompage d'eau pour la distribution publique ;
- 12217/1994 : Projet de réservoir de distribution d'eau pour la distribution publique.

⁸⁵ La précision « en zones urbaines » est ici importante. En effet, dans la mesure où, en milieu rural, la pratique de la RUEP est déjà largement répandue, il serait trop exigeant/pénalisant d'exiger dans ces zones le respect des règles édictées par la norme (en particulier, au regard des méthodes de construction mises en œuvre dans le cadre du programme P1MC, évoqué en fin de chapitre).

⁸⁶ Caractéristiques techniques imposées par la norme ABNT NBR 10844 :

- Les gouttières doivent être en acier galvanisé ou inoxydable, en cuivre, en aluminium, en PVC rigide, en fibre de verre ou en béton.

- Les guides horizontaux doivent être des tubes de fer fondu, PVC rigide, acier galvanisé, céramique, ou béton.

- Les points suivants doivent être pris en compte pour la réalisation de la cuve : le débordement, le toit, l'inspection, la sécurité, la ventilation. Il faut minimiser les turbulences dans la cuve et faire en sorte que les particules se déposent au fond. L'eau doit être puisée à la surface du réservoir. Il est recommandé de prélever l'eau à environ 15 cm de la surface.
 - Le réservoir, lorsqu'il est alimenté par une source qui est également une source d'approvisionnement en eau potable, doit posséder des dispositifs qui empêchent les connexions croisées.
 - L'eau de pluie stockée doit être protégée de la lumière du soleil et de la chaleur, ainsi que des animaux qui pourraient y entrer.
 - Les points de consommation, comme par exemple les robinets de jardin, doivent être réservés à des usages bien définis, et signalés à l'aide d'un écriteau possédant la mention « Eau non potable » ainsi qu'un pictogramme explicite.
- Installations intérieures :**
- Les installations intérieures doivent respecter la norme ABNT NBR 5626/1998, notamment en ce qui concerne la prévention des reflux et la protection contre l'interconnexion entre eau potable et eau non potable⁸⁷.
 - Les canalisations et autres composants de l'installation de RUEP doivent être clairement différenciés de ceux d'alimentation en eau potable.
 - Le système de distribution d'eau de pluie doit être indépendant de celui de distribution d'eau potable et aucune connexion croisée n'est permise (au sens de la norme ABNT NBR 5626/1998).
 - Les réservoirs d'eau potable⁸⁸ et ceux d'eau de pluie doivent être séparés.
- **Modalités de maintenance**
 - Le réservoir doit être nettoyé et désinfecté avec de l'eau de Javel au moins une fois par an.
 - Les opérations de contrôle et de maintenance des différents éléments du système sont détaillées dans un tableau figurant dans la norme (cf. *Tableau 13*).

Tableau 13 : Exigences de la norme ABNT NBR 15525 pour l'entretien

| Élément du système | Périodicité de l'entretien |
|-------------------------------------|--|
| Dispositif de filtration | Inspection mensuelle / Nettoyage trimestriel |
| Dispositif de rejet du flux initial | Nettoyage mensuel |
| Gouttières, tuyaux de descente | Semestriel |
| Dispositifs de désinfection | Mensuel |
| Réservoir | Nettoyage et désinfection annuelle |

- Lorsque des produits potentiellement nocifs pour la santé sont utilisés à proximité de l'aire de récupération, il faut déconnecter le système pour empêcher que ces produits ne pénètrent dans la cuve d'eau de pluie. La reconnexion ne peut alors être effectuée qu'après un nettoyage approprié, lorsqu'il n'y a plus aucun risque de contamination par les produits toxiques.

- **Dimensionnement**

- Aucune méthode spécifique de dimensionnement n'est préconisée. Il est stipulé que :
 - le dimensionnement de l'installation relève de la compétence du projeteur qui aura à prendre en compte la population destinatrice de l'eau récupérée et la demande correspondante ;
 - la conception de l'installation doit prendre en compte les études de séries historiques et synthétiques des précipitations dans la région de localisation du projet
- La norme propose néanmoins une annexe informative présentant six méthodes différentes pour le dimensionnement des cuves indiquant que ces méthodes peuvent être utilisées. Les méthodes présentées sont :
 - Méthode de Rippl, qui exprime le besoin de stockage sur une période donnée (en l'occurrence le mois) ;
 - Méthode classique de simulation ;
 - Méthode de Azevedo Neto, n'utilisant que la précipitation moyenne annuelle P
 $V = 0.042.P.A.T$, où T est le nombre de mois sec, A est l'aire de collecte
 - Méthode pratique Allemande
 $V = \min (P.A; D).0,06$ où D est la demande en eau
 - Méthode pratique anglaise, basée sur la seule précipitation moyenne annuelle P.
 $V = 0.05.P.A$

⁸⁷ Mais également en ce qui concerne les règles de dimensionnement des canalisations, le nettoyage et la désinfection des réservoirs et le contrôle des bruits et vibrations.

⁸⁸ Au Brésil, chaque bâtiment dispose d'un réservoir d'eau potable, situé en un point haut, ce qui permet de disposer à tout moment de l'eau en pression.

- Méthode pratique australienne : méthode itérative basée sur une simulation à partir de données mensuelles et un facteur de confiance exprimé par $1 - N_r/N$ qui doit se trouver entre 0,9 et 0,99 : N_r est le nombre de mois est la cuve est vide à la fin du mois, N le nombre de mois pris en compte pour la simulation. La valeur du stockage est fixée a priori et est optimisée tout en respectant la contrainte de confiance.

5.2.3. Autres référentiels

Concernant l'utilisation d'eau de pluie en milieu urbain, la norme 15527 apparaît désormais comme le référentiel indiscutable. Toutefois, certaines recommandations complémentaires sont parfois formulées, notamment sur la base de retours d'expériences. A titre d'exemple, celles formulées dans l'article déjà cités de May et Prado⁸⁹ (cf. Encadré 11).

Encadré 11: Recommandations sur les systèmes à employer dans les bâtiments (May et Prado, 2006)

- Surface de collecte : habituellement, l'eau de pluie est collectée sous les toits des bâtiments. Mais d'autres endroits, comme des cours d'immeuble, des trottoirs, peuvent aussi être utilisés pour récupérer l'eau dans des réservoirs souterrains.
- Tuyaux : le système nécessite une gouttière horizontale et un système de tuyaux pour amener l'eau depuis le toit jusqu'au système de stockage.
- Système de stockage : un ou plusieurs réservoirs, de taille adaptée. Il y a deux moyens différents de calculer la capacité nécessaire d'une cuve : considérer la quantité d'eau qui peut être récoltée pendant une période donnée, ou se renseigner sur la demande en eau. Comme le réservoir est l'élément le plus coûteux du système, sa taille doit être calculée avec précision, pour éviter des surcoûts non nécessaires. Selon cet article, la quantité d'eau moyenne économisée pour une famille est de 30 à 40%, si on considère un réservoir avec une capacité de 4 à 6 m³.
- Traitement : le système de traitement de l'eau à adopter dépend de la qualité de l'eau collectée, et de l'utilisation qui va en être faite. Dans certains cas, un filtre à sable et une chloration sont suffisants. Pour des usages nécessitant une meilleure qualité de l'eau, il peut y avoir des systèmes complexes comme une membrane de filtration, une désinfection par des rayons ultraviolets, etc.

Par ailleurs, dans le cadre du programme P1MC (cf. 5.6.2), une installation type a été définie (cf. Encadré 12)⁹⁰.

Encadré 12 : Installation type du programme P1MC⁹¹

L'eau est collectée sur les toitures. Elle est dirigée vers une cuve cylindrique semi-enterrée, réalisée à l'aide de panneaux de bétons préfabriqués sur place et d'une capacité allant jusqu'à 16.000 l, ce qui correspond à la quantité suffisante pour les usages boisson et cuisine pour les besoins d'une famille de 5 personnes pour une période de 6 à 8 mois (époque d'étiage du Nordeste aride).

L'emplacement choisi pour la cuve doit être plan et à proximité de la (ou des) maison(s) concernée(s) et il ne doit pas y avoir d'arbres en proximité ni de fosses septiques.

Le soutirage s'effectue par une pompe manuelle.

Plusieurs recommandations visent à assurer la qualité de l'eau stockée et son maintien dans le temps, notamment :

- l'entrée de la cuve doit être fermée avec un cadenas ;
- la partie extérieure aérienne de la cuve doit être peinte en blanc une fois par an ;
- les gouttières doivent être nettoyées tous les trois mois ;
- une toile doit être installée au niveau de la jonction de la descente et de la cuve pour retenir les impuretés

5.3. Usages de l'eau de pluie récupérée

5.3.1. Usages évoqués dans la norme

Dans le domaine d'application de la norme 15527/2007, des usages précis sont explicitement cités. Il s'agit de : alimentation des toilettes, arrosage des pelouses et plantes ornementales, lavage des véhicules, lavage des trottoirs et rues, nettoyage des patios, miroirs d'eau et usages industriels.

Mais ils le sont à *titre d'exemple* et ne constituent, par conséquent, pas les seuls usages possibles.

⁸⁹ Il convient de noter que cet article est antérieur à la production de la norme.

⁹⁰ Nous n'avons pas trouvé de guide de référence précisant étape par étape comment réaliser une installation dans le cadre du P1MC, mais seulement des feuillets ou des informations diverses sur internet.

⁹¹ Informations reprises du petit film présenté sur la page de l'ASA consacré au programme P1MC : http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=5622&WORDKEY=Cisterna

Par ailleurs, le texte, dans son paragraphe 4.5 relatif à la qualité de l'eau, introduit la notion d'usages plus restrictifs (traduction approximative de *usos mais restritivos*), usages auxquels sont associés des exigences de qualité spécifique (cf. 5.4).

5.3.2. Usages constatés et pratiqués de facto

Il est difficile d'établir une liste exhaustive des usages de l'eau de pluie au Brésil car il n'y a pas d'étude spécifique à cette question. Toutefois :

- Les usages domestiques non potables évoqués par la norme sont effectivement pratiqués en ville en substitution de l'eau potable réservée aux usages plus nobles⁹².
- L'eau de pluie est parfois utilisée pour des *systèmes d'air conditionné* ou les *réserves incendies*, et, dans les entreprises ou usines, peut aussi être utilisée pour le *refroidissement de machines, la blanchisserie, le nettoyage des camions et bus*, etc. (May S., Prado R., 2006).
- Enfin, dans le cadre du programme P1MC qui concerne les zones rurales, les usages réservés à l'eau de pluie récupérée par les installations sont la boisson et la cuisine.

5.4. Qualité de l'eau de pluie

Selon la norme 15527/2007, la question de la qualité de l'eau de pluie en tant que ressource ne se pose pas : il s'agit d'eaux provenant de toitures.

En revanche, la norme considère que l'utilisation de l'eau récupérée sur les toitures rend nécessaire un traitement adéquat. Si cette notion de traitement adéquat n'est pas explicitée, le texte précise que les critères de qualité doivent être définis par le concepteur en accord avec les usages visés. Il n'y a donc pas de définition absolue de critères à respecter et cela est laissé à l'appréciation du concepteur de l'installation.

Un tableau de référence de qualité est néanmoins fourni dans la norme, mais il n'est à appliquer que pour des usages plus restrictifs (*usos mais restritivos*, cf. *Tableau 14*).

Tableau 14 : Exigences de qualité de la norme ABNT NBR 15527 pour des usages *restritivos* non potables

| Paramètre | Fréquence du contrôle | Valeur |
|--|-----------------------|--|
| Coliformes totaux | Semestriel | 0 par 100mL d'eau |
| Coliformes thermo tolérants | Semestriel | 0 par 100mL d'eau |
| Turbidité | Mensuel | < 5,0 UTN (Unité de turbidité <i>Néphélométrique</i>) |
| pH ⁹³ | Mensuel | 6,0 à 8,0 en cas de canalisations en acier au carbone ou galvanisé |
| Couleur | Mensuel | < 15 uH (unité Hazen) |
| Chlore résiduel ⁹⁴ (dans le cas d'une désinfection au chlore) | Mensuel | 0,5 à 3 mg/L |

5.5. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP au Brésil

Depuis 1997, il existe au Brésil, une Agence Nationale de l'Eau (*Agência Nacional de Águas*). Celle-ci est garante de la politique nationale de l'eau au Brésil. Toutefois, cette Agence ne mentionne pas la question de la RUEP dans son dernier document stratégique (ANA, 2011)⁹⁵. Ainsi, bien que disposant d'une norme et faisant l'objet d'un vaste programme de promotion, le P1MC (cf. 5.6.2), la RUEP n'apparaît pas affichée dans les priorités sectorielles.

Les acteurs qui comptent dans le domaine de la RUEP sont :

⁹² Cf. à titre d'exemple parmi de nombreux autres, le travail déjà cité de Hernandes A. T. et Amorin S. V., qui ont mené une étude poussée sur l'utilisation d'eau de pluie d'une maison type de six habitants en milieu urbain, dans la ville de Ribeirão Preto, au sud-est du Brésil, dans l'état de São Paulo. Dans cette maison, l'eau de pluie est utilisée pour les toilettes des trois salles de bain, pour le lavage des voitures et l'arrosage du jardin. L'eau potable est réservée pour tous les usages liés à l'individu, comme la préparation de la nourriture, la douche, la boisson.

⁹³ Il est indispensable de réguler le pH pour protéger les canalisations du réseau de distribution.

⁹⁴ Il est possible d'utiliser d'autres procédés de désinfection que le chlore, comme les rayons ultraviolets ou l'ozone. Le choix du procédé est laissé au concepteur de l'installation.

⁹⁵ Ainsi dans le document de Planification stratégique 2011 de l'agence, qui compte 37 pages, l'expression « utilisation de l'eau de pluie » (*aproveitamento de agua de chuva*) n'est utilisée à aucun endroit.

- EMBRAPA (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*), sorte d'Agence de recherche en techniques agricoles, qui a commencé à construire des citernes d'eau de pluie dès la fin des années 70⁹⁶.

- IRPAA (*Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada*), Institut régional des petites exploitations agricoles) qui, dans les années 1990, a contribué, en articulation avec d'autres ONGs et des associations locales, à la construction des citernes dans la zone semi-aride du Brésil (SAB)⁹⁷ et à la préfiguration du programme P1MC (cf. infra)

- ABCMAC (*Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva*), association brésilienne de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie. Elle a été fondée en juillet 1999, lors de la 9^{ème} conférence de l'IRCSA à Petrolina, au Brésil. Les membres de l'ABCMAC sont des chercheurs, des techniciens, des chefs de communauté, des politiciens, des ONGs et des individuels, tous engagés pour l'utilisation d'eau de pluie. ABCMAC regroupe également des organisations gouvernementales : EMBRAPA, CODEVASF (Société de développement et de revitalisation des bassins de San Francisco), le Secrétariat des ressources en eau du Ministère de l'Environnement et ANA (Agence nationale de l'eau, citée au-dessus)⁹⁸.

5.6. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

5.6.1. Opérations « phares »

En milieu urbain, la RUEP semble être une pratique qui commence à connaître un certain niveau de diffusion. Des opérations ont été menées sur des bâtiments de grande taille dans différentes villes du pays. Robinson Alt a recensé ainsi une quinzaine opérations phares concernant des stades, des gymnases, un aéroport, des centres commerciaux, des églises, des hôtels, des usines, des stations service (Alt, 2009).

En milieu rural, la pratique est assez courante et connaît un fort développement dans la région aride sous l'impulsion du programme P1MC (cf. infra).

5.6.2. Un programme d'envergure : le P1MC

Il existe un programme de très grande envergure de diffusion de la RUEP en zone rurale lancé en 2001 par le Gouvernement Fédéral : le *Programa Um Milhão de Cisternas* (P1MC). Ce programme vise à la construction de 1 millions de citernes d'eau de pluie destinées à l'usage boisson et cuisine dans les communautés rurales du nordeste brésilien. Il est piloté par un réseau d'associations créé en 1999, l'ASA (*Articulação no Semi-Árido Brasileiro*), lequel regroupe environ 750 associations qui agissent dans la SAB, sur des sujets de développement social, économique et culturel⁹⁹.

En août 2011, plus de 300.000 citernes ont déjà été construites, desservant plus d'un million de personnes. Il a été perçu très favorablement à l'étranger et a même reçu des récompenses, dont une des Nations Unies (le prix SEED 2009 qui récompense les entrepreneurs pour le développement durable)¹⁰⁰.

Ce programme est innovant dans le sens où il permet à la fois la collecte de l'eau de pluie et repose sur l'engagement des familles et de la communauté du village pour gérer les citernes. En accord avec les communautés rurales, le P1MC a établi un programme de formation destiné à impliquer le million de familles dans la construction des citernes¹⁰¹. Ce programme contribue également à stimuler l'économie. Il génère de l'emploi et augmente le revenu des maçons, des jeunes gens qui construisent les pompes manuelles, des formateurs et des artisans qui fabriquent les différents composants de la citerne. De plus, il a contribué à diminuer la charge de travail domestique des femmes, qui n'ont plus à se fatiguer à aller

⁹⁶ Information collectée sur le site de EMBRAPA, consulté en juin 2010 : <<http://www.embrapa.br>>

⁹⁷ Information trouvée sur le site de l'IRPAA, consulté en juin 2010 : <<http://www.irpaa.org/>>

⁹⁸ Information trouvée sur le site de l'ABCMAC, consulté en juin 2010 : <<http://www.abcmac.org.br>>

⁹⁹ Ces associations sont aussi bien des ONGs, que des mouvements écologistes, des associations de travailleurs ruraux et urbains, des syndicats, des associations communautaires, des groupes religieux, etc. Le comité exécutif de l'association comprend deux membres de chaque état de la SAB (tous les états du Nord-est, ainsi que le *Minas Gerais* et l'*Espirito Santo*). Il y a également des branches de l'association dans chaque Etat, ainsi que des petites unités dans certaines régions. L'association ASA gère actuellement trois projets : P1MC, P1+2, et un projet d'installation de pompes à eau (BAP).

¹⁰⁰ Information trouvée sur le site de l'ASA, consulté en juin 2010 : <http://www.asabrasil.org.br>.

¹⁰¹ Information trouvée sur le site de SEED Initiative, consulté en juin 2010 : <<http://www.seedin.org/>>.

chercher de l'eau à des kilomètres du village, et qui peuvent maintenant se consacrer à leurs enfants et vérifier qu'ils vont à l'école. Enfin, le nombre de personnes souffrant de maladies dues à l'eau contaminée a également diminué (Palmier, Schwartzman, 2009).

Un autre programme est en cours de développement, dans la continuité du programme P1MC : il s'agit du programme *Uma Terra e Duas Águas* (P1+2) (un terrain et deux types d'eau). L'objectif de ce programme est de permettre à chaque famille des zones rurales pauvres de la région semi-aride du Brésil de posséder un terrain, assez grand pour produire de la nourriture et subvenir à ses propres besoins, et d'avoir accès à deux types d'eau, l'une pour sa consommation propre et l'autre pour l'activité d'agriculture et d'élevage. L'idée de ce programme est apparue une fois que plusieurs centaines de milliers de citernes ont été construites dans le cadre du programme P1MC. Le problème de l'accès à l'eau pour la consommation des habitants apparaissant en passe d'être résolu, il restait à assurer l'accès à l'eau pour le bétail et les cultures. Différentes techniques ont été développées pour garantir une quantité d'eau suffisante pendant les périodes de sécheresse, comme des citernes pour l'irrigation des potagers, l'élevage de la volaille, l'apiculture, des puits, des réservoirs pour récupérer l'eau qui s'écoule au niveau des routes, etc. Le programme P1+2 est financé par le gouvernement brésilien et des associations privées. Les fonds sont administrés par des ONGs et les communautés concernées. Toutes les micro-unités régionales de gestion du programme P1MC sont également en charge de P1+2.

P1MC et P1+2 sont des programmes élaborés avec la société civile, et dont le but est de permettre aux populations les plus pauvres de cultiver la terre et de gérer les ressources en eau de manière durable, en les impliquant dans la construction et la maintenance des citernes. P1MC a lancé le développement de la région SAB, mais d'autres aspects comme la production de nourriture, la santé, l'éducation, la politique, la protection de l'environnement, sont également être pris en compte. Pour cette raison, P1+2 est une consolidation du programme P1MC (Gnadlinger, 2007 ; 2009).

5.7. Thématiques de recherche et débats

Une thématique particulière de recherche porte sur le potentiel offert par le RUEP en milieu urbain. Un certain nombre de travaux pilotés par Enedir Ghisi ont porté sur ce thème au cours de ces dernières années (Ghisi, 2006 ; Ghisi *et al.*, 2006 ; Ghisi *et al.*, 2007).

Ces travaux visent à quantifier les potentiels de « water saving » qui pourraient être induits par l'utilisation massive de l'eau de pluie en villes. Les premiers travaux considèrent comme potentiel la surface cumulée des toits multipliés par la pluviométrie. Cette logique est ensuite affinée par région, ville et catégorie de bâtiments. A l'aide de ce critère, les auteurs montrent que selon la région, la quantité d'eau transitant sur les toits d'une ville représentent un montant se situant dans une fourchette de près de 50 à 100 % de l'eau potable utilisée sur la zone. Les travaux qui suivent visent à aller au-delà du captage sur le toit pour s'intéresser aux volumes de stockage devant être mis en œuvre.

6. Australie

6.1. Contexte général des ressources en eau

L'Australie est une île-continent d'environ 22 millions d'habitants.

Son organisation administrative repose sur :

- six États, à savoir les États de Nouvelle-Galles du Sud (*New South Wales - NSW*), de Queensland (*Qld*), de Victoria (*Vic*), d'Australie Méridionale (*South Australia - SA*), d'Australie Occidentale (*Western Australia - WA*) et de Tasmanie (*Tas*),
- deux Territoires continentaux¹⁰², le Territoire du Nord (*Northern Territory - NT*) et le Territoire de la capitale australienne (*Australian Capital Territory – ACT*) couvrant la ville de Canberra,
- d'autres petits Territoires.



Figure 19 : États et principaux Territoires australiens, et leurs capitales (source : Gouvernement australien)

Chaque État fédéré dispose de sa propre constitution. A l'exception de l'État-capitale de Canberra qui ne présente pas de niveau décisionnaire inférieur, le pouvoir est assuré par des gouvernements locaux ; ces derniers disposent cependant d'un niveau d'intervention généralement limité.

L'Australie accueillait en 2010 une population de près de 22,5 millions d'habitants (ABS, 2011a). Sur le territoire, la répartition de la population est étroitement liée aux caractéristiques climatiques rencontrées. Une grande partie du territoire est recouverte par des zones désertiques ou semi-arides. Un climat tempéré se développe uniquement dans le sud-est du pays; un climat subtropical est quant à lui présent à l'est et sur la pointe ouest du pays. Ces zones accueillent la majorité de la population australienne (cf. Figure 20).

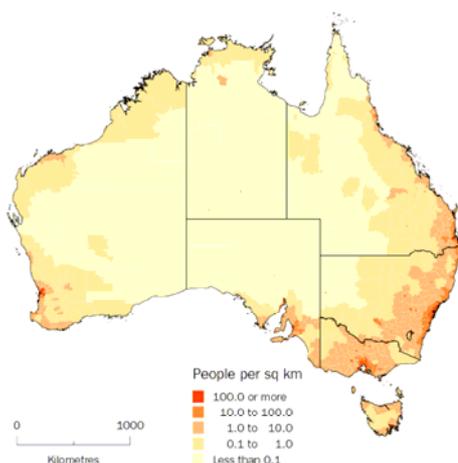


Figure 20 : Densités de population (source : Australian Bureau of Statistics, 2011b)

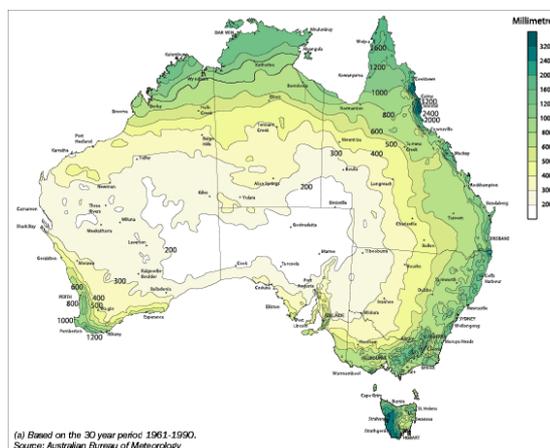


Figure 21 : Pluviométrie annuelle moyenne (source : Australian Bureau of Meteorology)

La pluviométrie moyenne, de l'ordre de 600 mm/an, présente quant à elle de fortes variabilités spatiales (cf. Figure 21). Les régions tempérées, abritant la majorité de la population, reçoivent plus de 800 à 1 000 mm d'eau par an, avec des pics à plus de 2 000 mm en Tasmanie.

Dans ce contexte, l'approvisionnement en eau potable est depuis longtemps un enjeu fort, qui a impulsé dans le passé la construction de grands barrages hydrauliques. L'Australie a connu depuis 2002 plusieurs épisodes de sécheresse, conduisant à des baisses des niveaux d'eau significatives dans certains de ces barrages utilisés pour l'approvisionnement en eau (ABS, 2010b). Ces épisodes de sécheresse récurrents ont impulsé de nombreuses réflexions sur la disponibilité et la sécurisation de la ressource en eau dans les centres urbains. De grands projets d'usines de

¹⁰² Dans la suite de cette fiche, le terme État désignera aussi bien les États que les Territoires australiens.

désalinisation ont ainsi vu le jour. Le recyclage des eaux usées traitées et l'utilisation de l'eau de pluie ont également profité de ce contexte.

6.2. Diffusion de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie

6.2.1. Une pratique traditionnelle, en renouveau dans les zones urbaines

L'historique des pratiques de récupération et utilisation de l'eau de pluie en Australie diffère selon les grandes régions du territoire (EnHealth, 2004). Avant le développement des réseaux d'adduction en eau potable, comme dans de nombreux pays, l'utilisation de l'eau de pluie constituait une pratique courante. Cette pratique s'est maintenue jusqu'à nos jours dans les zones géographiques à faible densité de population et non desservies, en particulier en Australie Méridionale. Dans ces secteurs, les ressources alternatives ont été et sont toujours les premières sources d'alimentation en eau pour la population ; l'eau de pluie serait ainsi l'unique source d'eau potable pour 3,2 millions d'australien (Coombes, 2005a).

Dans les zones urbaines, le développement des réseaux d'adduction en eau potable à la fin du 19^{ème} siècle a au contraire contribué à la disparition progressive de l'utilisation de l'eau de pluie. Les Etats rencontrèrent cependant des difficultés pour convaincre les particuliers à se connecter au réseau public. Les services d'eau et instances sanitaires incitèrent les usagers à renoncer à cette pratique, en insistant sur son caractère dangereux et potentiellement illégal (Chanan *et al.*, 2008a ; Coombes, 2006).

Les sécheresses survenues au cours des années 2000, et les restrictions d'eau qui en découlèrent, ont cependant contribué à un retour en considération de l'utilisation de l'eau de pluie dans les capitales et centres urbains ; par exemple, les fortes baisses du niveau d'eau dans les barrages alimentant respectivement la ville de Perth en Australie Occidentale (Shire of Mundaring, 2007) et de Sydney en Nouvelle-Galles du Sud (ABS, 2010b) ont contribué à partir de 2002-2003 au développement d'incitations financières, à destination première des particuliers (cf. 6.3.3). L'utilisation de l'eau de pluie retrouva alors progressivement une légitimité en zones urbaines.

6.2.2. Une augmentation régulière du nombre de ménages utilisant l'eau de pluie

Des enquêtes menées depuis 2001

En 2001, une première enquête nationale montra que 16 % des ménages australiens possédait une cuve d'eau de pluie, dont 13 % d'entre eux à des fins de boisson (EnHealth, 2004). Ces résultats varient notablement entre les centres urbains et les zones rurales. Ainsi, l'Australie Méridionale était l'Etat ayant en proportion de la population le plus grand nombre de cuves d'eau de pluie installées sur son territoire. Plusieurs raisons expliquent cela : la présence de vastes zones non desservies par les réseaux d'adduction en eau potable, une pluviométrie très faible mais également une certaine insatisfaction de la part des utilisateurs vis-à-vis de la qualité de l'eau délivrée au robinet dans les années 1980 (Rodrigo *et al.*, 2009; Marsden Jacob, 2007).

Il est à noter que cette première enquête a été réalisée avant le développement de la majorité des incitations financières aujourd'hui existantes (cf. 6.3.3).

En 2010, la proportion de ménages australiens disposant d'une cuve d'eau de pluie était estimée à 26 %, avec une hausse significative dans les Etats de Queensland (36 % des ménages) et de Victoria (30 % des ménages) (ABS, 2010d). La proportion de ménages équipés en Australie Méridionale se maintenait quant à elle autour de 50 % (cf. *Figure 22*).

Au niveau des villes, Brisbane (Queensland) enregistrait la plus forte augmentation, de 18 % en 2007 à 43 % en 2010, suivie de Melbourne (Victoria), de 12 à 28 % (cf. *Figure 23*). En dehors des centres urbains, l'eau de pluie apparaît être la seconde ressource utilisée pour un usage de boisson, après l'eau du réseau d'eau potable, pour 22 % des ménages.

L'enquête indiqua également que la plus forte proportion de ménages équipés d'une cuve d'eau de pluie habitait dans un logement de moins de 1 an (57 %). A noter que les statistiques communiquées ne comportent pas de précision sur la nature des usages concernés (intérieurs ou extérieurs).

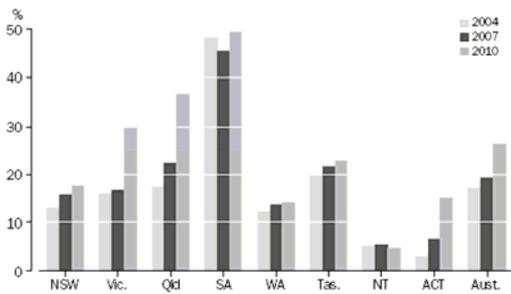


Figure 22 : Évolution du taux de ménages australiens équipés d'une cuve d'eau de pluie depuis 2004, par État (source : Australian Bureau of Statistics, 2010c)

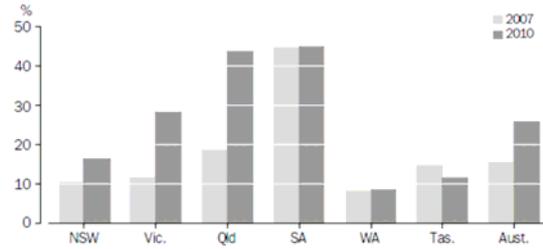


Figure 23 : Évolution du taux de ménages australiens équipés d'une cuve d'eau de pluie depuis 2007, dans les capitales d'État (source : Australian Bureau of Statistics, 2010c)
Nota bene : les statistiques sont réalisées sur des habitations pouvant effectivement installer une cuve d'eau de pluie

Une récente enquête réalisée auprès des ménages australiens montra que la motivation principale de ces derniers pour l'acquisition d'une cuve d'eau de pluie était la réalisation d'économies d'eau (47 %), dans un esprit éco-citoyen, suivie des restrictions d'usages d'eau potable (24 %) (ABS, 2010d). Bien que présentant des disparités selon les États, le prix de l'eau (en moyenne 1,50€ / m³ d'eau pour les ménages australiens) n'est pas identifié comme une incitation aux économies d'eau potable (coût fixe).

Des natures de stockage variées

Différents matériaux sont rencontrés pour le stockage de l'eau de pluie (cf. Figure 24) : acier galvanisé, fibre de verre, polyéthylène et béton, sous réserve de respect des normes applicables (cf. 6.3). L'acier galvanisé semble le matériau le plus utilisé (produits Zincalume®, Aquaplate®).



Figure 24 : Exemples de cuves d'eau de pluie couramment utilisées (source : de gauche à droite, de haut en bas : Government of Western Australia, Queensland Building Service Authority x 3, Aquaplate).

L'association ARID (Australian Rainwater Industry Development group), créée en 2004, s'est donnée comme objectif de représenter et assister les fabricants et entreprises du secteur tout en promouvant et sensibilisant sur les pratiques de récupération et utilisation de l'eau de pluie et des eaux pluviales (ainsi que des eaux usées).

6.2.3. Un développement soutenu par une démarche d'expérimentation

Le nouvel essor des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie dans les centres urbains se manifesta au début des années 1990, lorsque États et gestionnaires privés des réseaux d'eau assouplirent leurs positions vis-à-vis de ces pratiques (AWA et al., 2004). Une méfiance persista cependant auprès des gouvernements locaux, des autorités sanitaires et des gestionnaires de réseaux, plusieurs arguments étant avancés : risques sanitaires, ressources en eau non sécurisante à l'échelle régionale, pratiques économiquement non viables et n'offrant pas de bénéfices en termes de maîtrise du ruissellement (Coombes, 2005a).

Des expérimentations pilotes ont notamment permis d'accroître la compréhension du fonctionnement des dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie, d'adapter les recommandations techniques et les bonnes pratiques (Coombes, 2005b) et d'estimer les effets socio-économiques des pratiques (Marsden Jacob, 2007). Les résultats de ces études sont régulièrement repris dans les guides techniques, voire sur les sites d'équipementiers.

Le site de *Figtree Place* (27 parcelles équipées) fut suivi à partir des années 1999-2000 pour l'étude de la qualité de l'eau de pluie en sortie de toiture et de cuve ; suivirent les sites de *Maryville* en 2003 et de *Carrington* (maisons individuelles). Ces suivis ont permis d'améliorer les connaissances sur le comportement des dispositifs d'eau de pluie, non sans certaines résistances institutionnelles et difficultés de mise en œuvre sur les premiers sites, par manque de technicité (Coombes, 2006).

6.3. Réglementations, politiques locales et démarches de soutien

6.3.1. Des réglementations peu nombreuses, laissées à l'initiative des États

Les usages de l'eau de pluie ne sont pas réglementés à l'échelle fédérale ; cela relève de l'initiative propre de chaque État. Ne sont ainsi émises au niveau fédéral que des recommandations ou prescriptions techniques que les États sont libres d'adapter sur leur territoire, selon leurs enjeux locaux (NRMMC et al., 2009).

Des réglementations techniques spécifiques aux dispositifs d'utilisation d'eau de pluie existent ainsi dans les États mais semblent peu nombreuses et particulièrement ciblées ; c'est le cas dans l'État de Queensland et dans le Territoire du Nord pour assurer la protection du stockage d'eau de pluie contre la prolifération de moustiques (EnHealth, 2004; Queensland Government, 2007; Northern Territory Government, 2009).

Les gouvernements locaux ou les gestionnaires de réseaux peuvent être amenés à définir leurs propres exigences, par exemple pour les règles de disconnexion des réseaux ou sur les modalités de déclaration des installations. Sur ce dernier point, on note que la mise en place d'une cuve doit généralement faire l'objet d'une déclaration auprès du gestionnaire du réseau. Cependant, une telle déclaration n'est parfois pas obligatoire dans la limite de seuils de taille et de hauteur de cuves ainsi que de critères d'implantation.

6.3.2. Un cadre normatif et des référentiels techniques nationaux disponibles

Une prise en compte dans la norme sur les installations sanitaires

Un dispositif d'utilisation d'eau de pluie connecté à des appareils intérieurs (chasses d'eau, etc.) doit être conforme aux exigences de la norme AS/NZS 3500 - *National Plumbing and Drainage Code* qui couvre les exigences relatives aux installations sanitaires. Cette norme nationale précise notamment les exigences portant sur la signalisation des canalisations, des points de soutirage et du stockage d'eau de pluie (hors zones résidentielles), la prévention de la contamination des réseaux d'eau potable, l'accès pour l'inspection et le test des dispositifs de disconnexion, ainsi que l'accessibilité et la couverture du stockage d'eau de pluie.

Une analyse de cette norme en 2004 montra que la prise en compte de cette norme était inégale selon les États et que ses exigences pouvaient faire l'objet d'interprétations différentes, notamment sur les systèmes de disconnexion¹⁰³ (AWA et al., 2004).

Des référentiels techniques nationaux et locaux en appui

Ce sont les pratiques de récupération et utilisation de l'eau de pluie à l'échelle de l'habitat individuel qui sont les premières à avoir fait l'objet d'un guide national édictant un certain nombre de recommandations sur l'utilisation de l'eau de pluie (EnHealth, 2004). Les aspects techniques y restaient cependant très généraux.

¹⁰³ Cela étant directement lié à l'organisation institutionnelle des États, chacun pouvant avoir ses propres réglementations et organismes de référence pour les questions relatives à l'utilisation de l'eau de pluie, tels que les *Plumbing Industry Commissions*.

Afin de conforter le développement des pratiques, ce guide est complété depuis 2006 par un ouvrage rédigé et actualisé par la profession (Standards Australia, 2008). Il aborde de manière plus technique les phases relatives à la conception et à la mise en œuvre des dispositifs d'utilisation d'eau de pluie et ce, pour tout type d'opérations (hors usages industriels). En particulier, il approfondit les questions relatives à la redistribution des eaux de pluie et au choix des dispositifs de disconnexion.

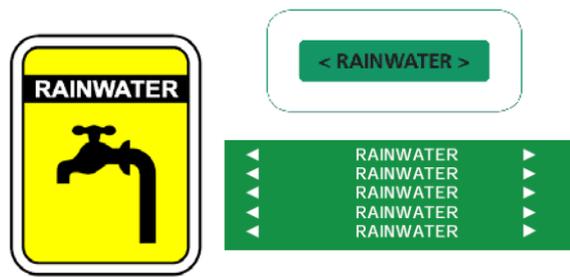


Figure 25 : a-Signalisation d'un point de soutirage, b- Etiquetage des canalisations de diamètre nominal (DN) >40 mm, c- Etiquetage des canalisations de DN <40 mm (source des données : Standards Australia, 2008)¹⁰⁴

Sur ce point, il est à noter qu'un niveau d'exigences minimal sur le système de disconnexion est demandé selon sa localisation (en amont ou en aval de la cuve d'eau de pluie) et l'implantation de la cuve (enterrée ou hors-sol). Selon les projets, il faudra ainsi avoir recours à un système de disconnexion pouvant ou non être régulièrement testé (Standards Australia, 2008; EnHealth, 2004). Le choix du système de disconnexion est ensuite à orienter selon le risque effectif de contamination du réseau d'eau potable (faible, moyen ou fort).

Parmi les autres recommandations techniques, on note que les matériaux des surfaces de collecte de l'eau de pluie recommandés sont les suivants : ciment, terre cuite, acier et fer galvanisé, fibre d'amiante ou de ciment (les habitations antérieures à 1970 peuvent contenir de l'amiante, l'amiante non détérioré n'est cependant pas considéré comme une source de risque), matériau à base de fibre de verre et ardoise. Sont déconseillés les matériaux à base de bitume ainsi que les toitures recouvertes de peinture au plomb, les toitures en bois traitées ou présentant de l'amiante détérioré.

Les fréquences d'entretien recommandées sont généralement annuelles. La vidange et le nettoyage de la cuve d'eau de pluie ne sont recommandés que tous les 2 à 3 ans.

En parallèle, chaque État a pu se doter, à partir des années 2000, de son propre référentiel, avant tout à l'échelle de l'habitat individuel.

6.3.3. De nombreuses aides financières, à différentes échelles

Des aides des États, modulées selon les usages

Des aides financières à l'utilisation de l'eau de pluie, généralement à destination des particuliers, sont proposées par l'ensemble des États. Ces aides sont soit spécifiques aux dispositifs d'utilisation d'eau de pluie, soit incluses dans une démarche plus large définissant une liste d'équipements et de produits éligibles à une aide de l'État (par exemple, pour favoriser les économies d'eau). Les États ont proposé des aides financières avant toute démarche menée à l'échelle nationale.

Les aides accordées peuvent être conditionnées ou modulées selon :

- le volume de la cuve d'eau de pluie (en Nouvelle-Galles du Sud, Queensland, Territoire du Nord, Australie Occidentale et Méridionale),
- le choix d'alimenter ou non des usages intérieurs (le cas dans tous les Etats),
- ou la nature du bâtiment concerné (neuf, existant ou rénové comme appliqué en Nouvelle-Galles du Sud et dans l'État-capitale de Canberra).

Certaines initiatives peuvent s'accompagner de campagnes d'information et de sensibilisation. D'autres, telles que le *Rainwater Tanks in Schools Rebate Program* (2004-2010) initié par Sydney Water, gestionnaire du réseau d'eau de la ville, peuvent cibler des aménagements particuliers ; la première collectivité locale à avoir activement mis à profit cette aide était le Council de Kogarah dans lequel un retour d'expériences a été réalisé pour 11 écoles utilisant l'eau de pluie pour l'alimentation des chasses d'eau et l'arrosage des espaces verts depuis 2005 ou 2006 (Chanan et al., 2008b).

¹⁰⁴ Reproduit avec l'autorisation de SAI Global Ltd sous la licence 1308-c044.

Des initiatives des gouvernements locaux, à l'image du *Gold Coast Home Watersaver Rebate Scheme* (2003-2008), se rencontrent également et peuvent se cumuler aux aides proposées par les États. Au cours des cinq années de ce programme précurseur, près de 65 000 subventions ont été accordées, tout produit confondu (cuves d'eau de pluie, appareils hydro-économiques, etc.).

Une aide fédérale dans le cadre de la stratégie nationale pour l'eau

Une aide financière fédérale a été créée en 2009 par le Gouvernement australien, dans le cadre du Plan *Water for the future*. 250 millions de dollars d'aides ont été débloqués pour encourager les pratiques d'utilisation des eaux grises et de l'eau de pluie (Australian Government, 2010). Sont éligibles à cette aide les dispositifs installés dans une résidence principale existante et alimentant au moins un usage intérieur (chasses d'eau ou lave-linge), chaque propriété n'étant éligible qu'une seule fois.

Cette aide, ouverte jusqu'en 2014, a été restreinte mi-2011 aux seuls dispositifs achetés avant mai 2011. Le gouvernement fédéral maintient cependant son soutien aux États dans leur démarche d'économies de la ressource en eau. Cette décision conforterait le rôle attendu de l'État fédéral, qui serait de soutenir de préférence des projets d'envergure.

6.3.4. Une intégration progressive dans les exigences de performance des constructions

Contrairement à la situation observée en France, les certifications environnementales (HQE, etc.) n'ont pas été, jusque récemment, un élément moteur à l'origine du développement de l'utilisation de l'eau de pluie en zones urbaines. Le contexte climatique qu'a connu l'Australie ces dernières années (sécheresses) reste la principale raison avancée.

L'influence des démarches de certifications environnementales tendrait désormais à se faire sentir, certains États rendant obligatoire la mise en place de dispositifs d'utilisation d'eau de pluie pour de nouvelles constructions ou fixant plus généralement des objectifs de performances à atteindre en matière d'économies de la ressource en eau. A titre d'exemple :

- en Nouvelle-Galles du Sud, l'indice BASIX (*Building Sustainable Index*) mis en place progressivement depuis fin 2006 fixe notamment des performances d'économies d'eau pour toute nouvelle opération résidentielle (travaux supérieurs à 50 000\$) ou de réaménagement (travaux supérieurs à 100 000\$) ;
- en Australie Méridionale, depuis juillet 2006, toute nouvelle construction de classe 1 selon le *Building Code of Australia* doit intégrer un dispositif d'utilisation d'eau de pluie pour l'alimentation des usages domestiques intérieurs (South Australia Government, 2005, 2006)¹⁰⁵ ; les exigences réglementaires minimales sont les suivantes (elles portent en priorité sur des usages intérieurs car ces derniers, non saisonniers, permettent une meilleure utilisation de l'eau de pluie collectée) :
 - nouvelles constructions : volume de stockage supérieur à 1 m³, surface de toiture connectée supérieure à 50 m² (ou toute la toiture), alimentation d'au moins un usage intérieur ;
 - opérations d'extension présentant une surface de toiture supérieure à 50 m² : mêmes exigences que pour les nouvelles constructions.

A nouveau, les gouvernements locaux peuvent généralement compléter ou adapter sur leurs territoires les recommandations et prescriptions définies à l'échelle des États. Les exigences de la collectivité peuvent porter sur la taille, la couleur et l'implantation de la cuve de stockage par rapport à son environnement.

Au-delà des démarches d'économies d'eau, le recours aux dispositifs d'utilisation d'eau de pluie apparaît comme courant au sein des politiques locales de gestion des eaux pluviales. L'utilisation de l'eau de pluie est généralement considérée comme une technique alternative de gestion des eaux pluviales à part entière (dans le cadre du concept *Water Sensitive Urban Design – WSUD* pour des aménagements plus respectueux du cycle local de l'eau et des milieux récepteurs).

¹⁰⁵ Ce code de la construction classe les bâtiments selon leur usage (maison individuelle, bâtiment résidentiel, bureau, entrepôt, équipement collectif, etc.). La classe 1 regroupe les maisons individuelles et hébergements de petite taille (< 12 personnes ou surface au sol < 300 m²) ; la classe 2 regroupe les bâtiments abritant plus de deux habitations (appartements, etc.).

A noter cependant que cette considération se fait avant tout dans une optique de protection des milieux récepteurs, pour laquelle les prescriptions appliquées aux nouveaux aménagements peuvent porter non pas sur un contrôle des débits rejetés mais sur une fréquence acceptable des rejets en provenance de la parcelle. Pour la maîtrise des inondations, les bénéfices pouvant être apportés par la présence de dispositifs d'utilisation d'eau de pluie restent sujets à controverses.

6.4. Pratiques, usages et acceptabilité de la pratique

6.4.1. Des usages ouverts, souvent laissés à la discrétion de l'utilisateur

Différents usages évoqués

Comme évoqué précédemment, l'usage de l'eau de pluie n'est pas réglementé à l'échelle fédérale mais fait l'objet de référentiels techniques. Les référentiels nationaux reconnaissent que bien que les risques sanitaires associés à un dispositif d'utilisation d'eau de pluie bien entretenu sont faibles, l'eau de pluie n'est pas d'aussi bonne qualité qu'une eau potable.

Les usages conseillés sont alors généralement les suivants : le lavage du linge, l'alimentation des chasses d'eau, la production d'eau chaude sanitaire, l'arrosage et tout autre usage extérieur ainsi que l'appoint en eau de mares et bassins artificiels, la lutte contre les incendies et, plus récemment, le refroidissement des tours industrielles (Standards Australia, 2008).

L'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge, l'alimentation des chasses d'eau et tout usage extérieur ne fait plus l'objet de débat, au contraire d'un usage pour l'eau chaude sanitaire (Marsden Jacob, 2007) et, plus largement, pour des usages en relation avec l'hygiène corporelle.

Ces débats se retrouvent dans la position de certaines autorités sanitaires. Par exemple, le Département en charge de la Santé dans l'Etat de Queensland reconnaît cet usage sous réserve d'une eau chauffée au moins à 60°C (Queensland Health, 2008) ; c'est également le cas dans l'Etat de Victoria (Victoria Government, 2007) et de Nouvelle-Galles du Sud (NSW Health, 2007) mais les autorités sanitaires y déconseillent cependant l'usage de cette eau chaude pour la préparation des aliments, ou la boisson.

Recommandations pour un usage à des fins de boisson

Concernant l'usage de l'eau de pluie pour la boisson dans l'habitat, il est indiqué que cet usage relève d'un choix personnel (EnHealth, 2004) et est de la responsabilité de l'utilisateur (Standards Australia, 2008). Le discours est à nuancer selon les régions :

- dans les zones non desservies par les réseaux d'eau potable, l'eau de pluie peut constituer la ressource principale du ménage ; cette dernière est ou pourra être utilisée pour tout usage alimentaire dans le respect des éventuelles prescriptions des autorités sanitaires ;
- dans les zones desservies, les autorités sanitaires et les gestionnaires des réseaux déconseillent l'utilisation de l'eau de pluie pour des usages de boisson ou d'hygiène corporelle ; si l'eau de pluie est tout de même utilisée, les autorités sanitaires peuvent proposer un accompagnement au particulier ; il sera généralement recommandé de désinfecter l'eau, en particulier pour les plus jeunes et les personnes immuno-déficientes (ACT Government, 2010 ; NSW Government, 2007 ; Northern Territory Government, 2006), voire de la tester régulièrement (Victoria Government, 2006a).

En Australie Méridionale, aucune recommandation n'est émise, l'utilisation de l'eau collectée sur les toitures pour la boisson étant laissée à la discrétion du propriétaire (South Australia Government, 2006). Ce positionnement moins tranché est à rattacher au contexte spécifique de cet État, particulièrement sec et très peu densément peuplé.

Une étude épidémiologique a été menée en 2007-2009 sur 300 ménages d'Australie Méridionale équipés ou non d'un système de traitement de l'eau de pluie (Rodrigo et al., 2011) et utilisant cette ressource pour la boisson. Les résultats de l'étude montrèrent que l'augmentation de gastro-entérites n'était pas significative. L'impact de cette étude fut cependant limité car les personnes suivies étaient déjà habituées à boire de l'eau de pluie et pouvaient avoir développé une certaine forme de résistance.

Acceptabilité de la pratique par le grand public

Aux yeux du grand public, l'eau de pluie (*rainwater*) apparaîtrait comme une ressource sûre, même pour un usage de boisson (EnHealth, 2004). Cela est notamment lié au long historique des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie en Australie. Il a été montré que l'acceptabilité de ces pratiques était corrélée à leur échelle de mise en œuvre, c'est-à-dire que la confiance en la ressource délivrée serait d'autant plus grande que l'utilisateur maîtrise le système (Mitchell et al., 2006).

Concernant l'utilisation des eaux pluviales (*stormwater*), différents sondages ont été réalisés à partir de la fin des années 1990 sur la perception de leur utilisation pour des usages domestiques extérieurs, voire intérieurs dans la ville de Perth en Australie Occidentale. Ces derniers mirent en évidence une très bonne acceptabilité de la part du public (Mitchell et al., 2006). La perception de ces pratiques ne fait pas pour autant l'absence de débat, en particulier sur le traitement adapté à fournir selon les usages considérés (cf. 6.4.4).

6.4.2. Des recommandations pour la qualité de l'eau insistant sur le bon entretien des dispositifs

De nombreuses études sur la qualité de l'eau de pluie collectée à partir de toitures ont été, et sont toujours, réalisées en Australie ; elles appuient la définition de recommandations techniques. Ce fut par exemple le cas pour l'utilisation de l'eau de pluie pour la production d'eau chaude sanitaire. Dans le cadre des expérimentations menées par l'Université de Newcastle au début des années 2000, Coombes et al. montrèrent l'absence de coliformes fécaux, de coliformes totaux et de pseudomonias en sortie de système de production d'eau chaude sanitaire, chauffé à 60° (température minimale de production d'eau chaude sanitaire selon la norme AS/NZS 3500), malgré leur présence dans la cuve d'eau de pluie. Les résultats montrèrent également une réduction substantielle de toute forme de bactéries. La température minimale de 60°C a ainsi été introduite dans certains référentiels techniques.

Les travaux de recherche récents se concentrent sur la qualité des eaux de pluie et leur traitement en particulier dans les zones à fortes pollutions. Cependant, l'auteur n'a pas connaissance de seuils de qualité définis selon les usages envisagés de l'eau de pluie collectée à partir des toitures (nous verrons que la situation est différente pour l'utilisation des eaux pluviales) ; seul l'*Australian Drinking Water Guidelines* s'applique dans le cas d'usages requérant une eau potable. Les recommandations portent davantage sur le traitement des eaux avant utilisation.

Concernant les usages ne requérant pas une eau potable, l'attention est avant tout attirée sur la prévention, le suivi et l'entretien régulier des dispositifs d'utilisation d'eau de pluie afin de minimiser les risques de contamination. La mise en place d'un diverteur de premier flot est généralement recommandée, plus que celle d'un filtre (Enhealth, 2004). Un accent particulier est mis sur la protection contre l'entrée de moustiques et vermines. Au-delà, un traitement préalable est souvent jugé inutile à l'échelle de l'habitat individuel (Victoria Government, 2006b) mais également pour des usages collectifs (NRMMC et al., 2009).

Les recommandations émises plus récemment par la profession (Standards Australia, 2008) tendent à mieux encadrer les notions de pré-traitement et de traitement, en intégrant notamment la question de la pérennité des systèmes de redistribution de l'eau. Ainsi, pour des usages à l'intérieur du bâtiment, il est recommandé la mise en place d'un système de filtration en aval de la cuve de stockage (micro-filtration, charbon actif, etc.), sans précision sur les résultats à atteindre.

Concernant des usages alimentaires, il est recommandé de désinfecter l'eau au préalable ; l'ébullition apparaît la solution privilégiée car ne nécessitant pas nécessairement d'installations permanentes, suivie du traitement UV ; la chloration n'est quant à elle pas recommandée si ce n'est pour une action curative (Enhealth, 2004).

6.4.3. Une démarche d'évaluation des risques sanitaires récemment précisée pour les usages collectifs

Face à l'augmentation des dispositifs d'utilisation d'eau de pluie dans les bâtiments publics et collectifs tels que les écoles, zones résidentielles, zones commerciales, etc., le manque de recommandations spécifiques aux usages collectifs a conduit à développer une démarche nationale, basée sur la méthode d'évaluation des risques sanitaires mise en place dans le cas de la réutilisation des eaux usées traitées et des eaux grises (NRMMC et al., 2009).

Elle consiste à adapter le niveau d'investigation nécessaire en phase études, voire pour le suivi du dispositif dans le temps, selon les caractéristiques du projet et de son environnement. Par exemple, si les eaux collectées sont stockées à ciel ouvert avant utilisation, alors les recommandations seront plus exigeantes concernant le traitement des eaux redistribuées, le temps de séjour de l'eau dans le stockage, la fréquence de contrôle de ce dernier ainsi que la lutte contre les moustiques et la sédimentation.

6.4.4. Un développement de l'utilisation des eaux pluviales

Référentiel technique

Comme pour l'eau de pluie, l'utilisation des eaux pluviales n'est pas réglementée à l'échelle fédérale. Les pratiques de récupération et utilisation des eaux pluviales peuvent être considérées comme émergentes en comparaison des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie mais également des pratiques de réutilisation des eaux usées traitées ou des eaux grises. Un premier état des lieux réalisé par l'Université de Monash (Etat de Victoria) entre 2004 et 2006 avait souligné, suite à l'étude approfondie de 17 projets, la nécessité d'un guide dédié.

Ces applications commencent cependant à se structurer avec un premier référentiel national publié en 2009 (NRMMC et al., 2009). A nouveau, chaque État ou chaque gouvernement local est libre d'adapter les recommandations de ce référentiel sur son territoire. Les usages considérés dans ce référentiel sont les suivants :

- usages extérieurs à différentes échelles : irrigation à petite et moyenne échelle (terrains de jeu, terrains de golf, parcs et jardins), cultures, agriculture autre que nourricière, lutte contre la poussière, lavage des rues, aménité (*water features and ponds*),
- usages intérieurs domestiques ou collectifs : alimentation des chasses d'eau et du lave-linge, lavage des voitures,
- autres usages : constitution de réserves incendie, usages industriels,.

Pour tout projet, la formalisation d'un plan de gestion (*scheme management plan*) est recommandée. Il précise le rôle et les responsabilités des différents acteurs tout au long de la vie du système, les procédures d'exploitation, de maintenance et de suivi éventuel, les actions à mener pour limiter les risques sanitaires, etc. Ce plan de gestion doit faire l'objet d'une actualisation régulière (tous les 3 à 5 ans).

Seuils de qualité selon les usages

Contrairement à l'eau de pluie, des recommandations en termes de qualité sont définies pour l'utilisation des eaux pluviales. Elles concernent uniquement des agents pathogènes. Ces recommandations s'expriment sous forme d'objectifs de réduction des concentrations selon les usages (cf. *Tableau 15*).

Tableau 15 : Concentrations acceptables en pathogènes pour l'utilisation des eaux pluviales pour différents usages (NRMMC et al., 2009)

| Usage | Pathogène | Concentration acceptable (agents infectieux.L ⁻¹) |
|--|-----------------------------|---|
| Irrigation et arrosage d'espaces publics, activités de génie civil ne requérant pas une eau potable (exposition = 50 mL/pers/an) | <i>Rotavirus</i> | 0,050 |
| | <i>Cryptosporidium</i> | 0,32 |
| | <i>Campylobacter jejuni</i> | 0.76 |
| Alimentation des chasses d'eau, du lave-linge, arrosage des jardins et potagers (exposition = 670 mL/pers/an) | <i>Rotavirus</i> | 0,0037 |
| | <i>Cryptosporidium</i> | 0,024 |
| | <i>Campylobacter jejuni</i> | 0,057 |
| Lutte incendie (exposition = 1000 mL/pers/an) | <i>Rotavirus</i> | 0,0025 |
| | <i>Cryptosporidium</i> | 0,0016 |
| | <i>Campylobacter jejuni</i> | 0,038 |

Nota bene : les usages sont traduits de l'anglais et sont donc sujets à quelques imprécisions.

Les auteurs n'ont cependant pas connaissance à ce jour d'un premier retour d'expériences sur l'application de ce référentiel.

6.5. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

Comme évoqué précédemment, le parc de dispositifs d'utilisation de l'eau de pluie est bien développé en Australie. Il s'accompagne de programmes d'incitations financières (cf. 6.3.3). La spécificité de certaines opérations repose alors davantage sur leur échelle de mise en oeuvre ou leur caractère transversal.

6.5.1. Projet pilote de sécurisation de la ressource en eau à grande échelle

La collectivité de Warrnambool (environ 29 000 habitants) dans l'Etat de Victoria projète d'accroître ses ressources en eau disponibles en collectant les eaux de pluie issues des toitures d'une partie de son territoire.

La première phase de ce projet (*Warrnambool Rainwater Roof Harvesting Demonstration project*), estimée à 3,8 millions de dollars, vise à collecter l'eau de pluie des toitures de 254 habitations par l'intermédiaire d'un réseau de 4,4 km. Les eaux de pluie sont acheminées dans un bassin de stockage existant avant d'être traitées dans l'usine d'eau potable de Warrnambool (réalisé).

Dans sa deuxième phase, le projet devrait s'étendre à 3000 habitations. Le projet est dimensionné afin de couvrir 100 % des besoins en eau associés à l'accroissement projeté de la population.

Ce projet, soutenu par le Gouvernement australien, est financé par l'Etat de Victoria (1 M\$), *Wannon Water* (gestionnaire du réseau), *Warrnambool City Council* ainsi que par des promoteurs immobiliers.

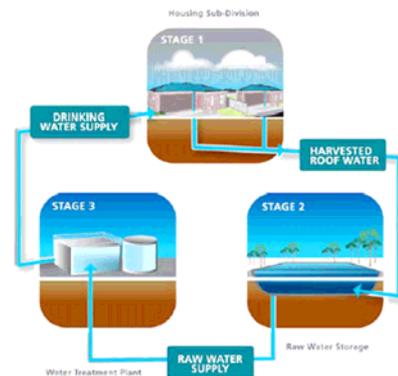


Figure 26 : Concept général du Warrnambool Rainwater Harvesting Project (source : Wannon Water).

6.5.2. Appel à projets pour le développement de l'utilisation des eaux pluviales

Dans le cadre du *National Urban Water and Desalination Plan* lancé à l'occasion du Plan national *Water for the future* (cf. 6.3.3), le Gouvernement Australien a lancé en 2011 un appel à projets pour l'utilisation des eaux pluviales et des eaux grises.

L'appel à projets était ouvert aux Etats, gouvernements locaux, services d'eau et sociétés. Les projets sélectionnés devaient contribuer à améliorer la sécurisation de l'approvisionnement en eau en zones urbaines sans accroître les émissions de gaz à effet de serre, réduire les consommations d'eau potable et contribuer à la maîtrise du ruissellement pour la protection des milieux environnants.

L'appel à projets prévoyait le financement de 50 % des coûts d'investissement, plafonné à 20 millions de dollars, pour des projets dont le coût d'investissement total devait être d'au moins 2 millions de dollars. Cet appel à projets a été qualifié de succès par le Gouvernement australien¹⁰⁶.

¹⁰⁶ Liste des projets primés : <http://www.environment.gov.au/water/policy-programs/urban-water-desalination/projects-table.html> (dernier accès janvier 2012).

7. Inde

7.1. Contexte général des ressources en eau

L'Inde est une république fédérale comportant 28 états et 7 territoires¹⁰⁷.

Lors du recensement de sa population en 2001, l'Inde était le 2^{ème} pays du monde en nombre d'habitants, avec plus de 1,027 milliard d'habitants, soit 16 % de la population mondiale. Le taux de croissance de la population indienne se situait alors aux alentours de 1,38 % par an (Bhat, 2001), soient 15 millions d'habitants de plus chaque année. L'Inde devrait devenir le pays le plus peuplé de la planète en 2040. Un des défis principaux de ce pays est donc de parvenir à subvenir aux besoins primaires de cette population en constante augmentation, qu'il s'agisse de besoin en énergie, en nourriture ou en eau (Talbot, 2007).

L'Inde demeure pourtant l'un des pays en voie de développement le moins urbanisé, avec moins de 30% de sa population vivant en zone urbaine. Mais cela représentait en 2001 quand même 286 millions de personnes vivant en ville. Toutefois, l'Inde urbaine augmente de plus de 3,5% par an, et il est prévu qu'en 2030, 40% de la population indienne vive en ville. Le pays comporte 23 métropoles (villes de plus de 1 millions d'habitants) et 3 mégapoles (de plus de 10 millions d'habitants). Les estimations prévoient que ces nombres vont monter respectivement à 75 et à 6 d'ici 2021. L'Inde aura alors probablement la plus grande concentration de mégapoles au monde.

Les ressources en eau souterraine sont essentielles dans le pays, elles constituent près de 40% des ressources en eau douce utilisables. Les problèmes en Inde concernent sa préservation et son renouvellement d'une part, et le maintien de sa qualité d'autre part, compte tenu de la très forte pression exercée par la population très nombreuse.

En raison de cette urbanisation accélérée, beaucoup de villes indiennes font déjà face à une pénurie en eau potable. En effet, l'exploitation des ressources en eau de surface a atteint un point de saturation et une extraction excessive des nappes phréatiques ainsi que le peu de zones ouvertes pour la recharge dans les villes ont causé un déclin des eaux souterraines, lequel s'est manifesté par l'assèchement des étangs et la détérioration de la qualité des eaux.

Dans ce contexte, des stratégies d'utilisation de ressources alternatives se sont développées : dessalement de l'eau de mer (cf. Encadré 13) et l'utilisation de l'eau de pluie, technique déjà largement répandue en milieu rural.

Encadré 13 : le dessalement en Inde (à partir de Talbot, 2007)

Le Bhabha Atomic Research Centre (BARC) est l'organisme qui est en charge de la recherche dans ce domaine en Inde. Il a d'ores et déjà mis en service neuf installations débitant 100 m³ par jour au moins, et plusieurs autres sont aujourd'hui en construction. Les deux techniques les plus utilisées sont le système flash ou flash multi-étages et l'osmose inverse. Toutefois, la plupart des derniers projets mis en place par le BARC sont plutôt des projets utilisant l'osmose inverse. Une de ces usines de dessalement à osmose inverse fonctionne aujourd'hui près de Mumbai, elle fournit 7100 m³ d'eau par jour, à un coût aux alentours de Rs 50 par m³ (environ 0,9 €/m³).

¹⁰⁷ Les 28 états sont : Andhra Pradesh, Arunachal Pradesh, Assam, Bengale-Occidental, Bihar, Chhattisgarh, Goa, Gujarat, Haryana, Himachal Pradesh, Jammu-et-Cachemire, Jharkhand, Karnataka, Kerala, Madhya Pradesh, Maharashtra, Manipur, Meghalaya, Mizoram, Nagaland, Orissa, Punjab, Rajasthan, Sikkim, Tamil Nadu, Tripura, Uttar Pradesh, Uttarakhand. Les 7 territoires sont : Îles Andaman-et-Nicobar, Chandigarh, Dadra et Nagar Haveli, Daman et Diu, Lakshadweep, Delhi, Puducherry.

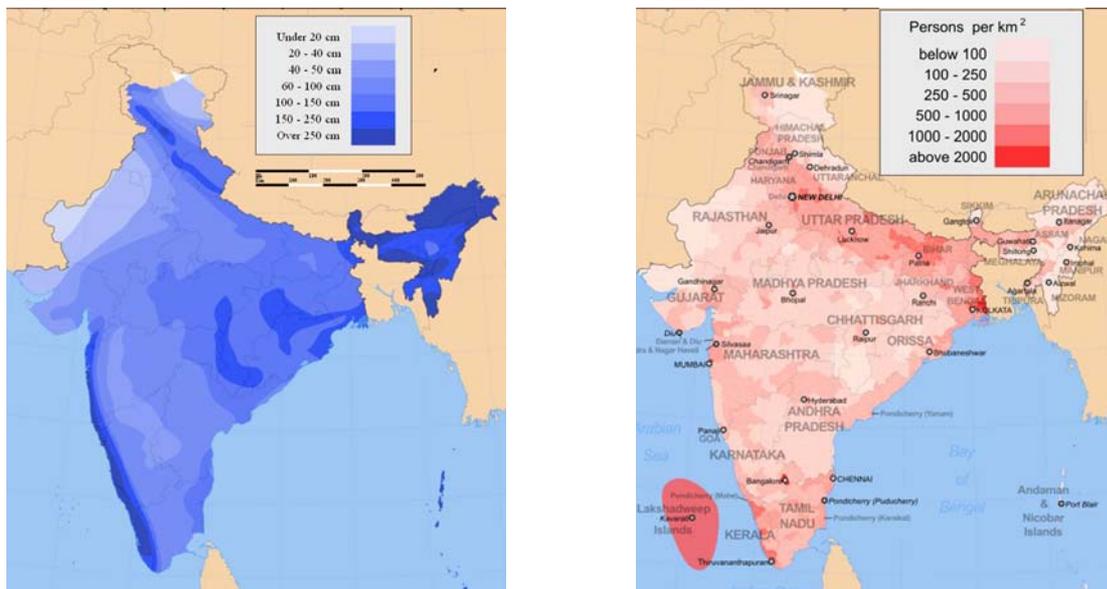


Figure 27 : Cartes des précipitations et de la population en Inde en 2009 (source : CC-by-sa PlaneMad/Wikipedia)¹⁰⁸

Les précipitations en Inde connaissent des variations géographiques et saisonnières importantes dues notamment à la chaîne de l'Himalaya au nord et au désert du Thar au nord-ouest. Les régions les plus arrosées sont le pourtour côtier ouest et la partie est du pays (cf. *Figure 27*). Les moussons et d'autres phénomènes météorologiques comme de grandes sécheresses, des inondations, des cyclones, sont sporadiques, entraînant des catastrophes humanitaires du fait de la grande concentration des populations souvent importantes¹⁰⁹. De plus, le réchauffement climatique semble affecter cette zone d'une façon très particulière, risquant de menacer la biodiversité d'une manière importante. L'évolution du climat constitue, pour l'Inde, un enjeu majeur.

7.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP

La RUEP est présente en Inde depuis très longtemps. Il est difficile de retracer l'apparition et le développement de cette technique, mais, même si elle fait l'objet depuis une quinzaine d'années d'un intérêt nouveau formalisé au travers de réglementations et de politiques publiques (cf. 7.3 et 67), elle préexiste largement à ce phénomène récent.

Un élément très favorable au développement de la RUEP en Inde est que cette technique permet l'accès à une eau d'une certaine qualité, voire consommable facilement avec des opérations de traitement limitées.

Cette pratique connaît un développement croissant tant dans le milieu urbain que dans le milieu rural car elle est également comprise et conçue comme un moyen de contribuer à la recharge des nappes souterraines, lesquelles sont soumises à de fortes pressions¹¹⁰.

Le développement de la pratique est portée non seulement par les institutions en charge des questions de ressources en eau, mais également par des acteurs associatifs (cf. 7.6), parfois dans le cadre de programmes internationaux.

¹⁰⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/File:India_annual_rainfall_map_en.svg ,
http://en.wikipedia.org/wiki/File:India_population_density_map_en.svg

¹⁰⁹ La Mousson ou la saison des pluies dure de juin à septembre. La saison est marquée par les pluies du sud-ouest qui tombent à partir de la fin mai ou du début juin. Les pluies de mousson commencent à s'interrompre au nord de l'Inde au début d'octobre. La Post-mousson dure d'octobre à décembre. C'est le sud de l'Inde qui reçoit habituellement le plus de précipitations. Au nord-ouest de l'Inde, les mois d'octobre et novembre sont généralement sans nuages (info wikipédia, article : climat en Inde)

¹¹⁰ La fourniture de l'eau potable en Inde rurale est dans une large mesure tributaire des eaux souterraines (environ 85 %). En milieu urbain, la qualité du service est généralement médiocre, notamment en termes de continuité : Une étude de 2007 par la Banque asiatique de développement a montré que dans 20 villes de la durée moyenne de l'offre était seulement 4,3 heures par jour, aucune ville ne disposant d'un approvisionnement continu (citée par wikipédia, article : water and sanitation in India).

7.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP

7.3.1. Des réglementations au niveau des états obligeant à la RUEP

Il n'existe pas de réglementation nationale ou au niveau d'un état encadrant précisément la pratique de l'utilisation de l'eau de pluie. Cela est dû au fait que, en Inde, du point de vue constitutionnel, l'eau est un sujet dépendant de chaque État fédéré : dans les zones urbaines, sa gouvernance est assurée par des organismes locaux spécialisés dépendant de chaque État conformément au 74^{ème} amendement constitutionnel (WACP/DUAG, 2006). Toutefois, le plan national des ressources en eau (*National Water Policy*) de 2002 insiste sur l'importance de mettre en œuvre la « pratique traditionnelle d'utilisation de l'eau de pluie, y compris l'utilisation des eaux de toiture en ville » au même titre que des « méthodes non conventionnelles »¹¹¹ afin d'augmenter les quantités d'eau utilisables (*Ministry of Water Resources*, 2002).

La plupart des Etats et territoires de l'Union ont promulgué des législations pour favoriser le développement de dispositifs de récupération de l'eau de pluie, parfois de manière coercitive. Ces réglementations portent essentiellement sur l'obligation de mise en œuvre pour certains types de bâtiments ou de caractéristiques de bâtiments. Dans certains cas, ces réglementations incluent des exigences techniques à respecter. L'Etat le plus coercitif concernant ce sujet semble être le *Tamil Nadu*, où les systèmes de récupération de l'eau de pluie sont obligatoires pour tous les bâtiments, publics et privés, le non respect de cette obligation pouvant entraîner la coupure pure et simple de l'alimentation en eau (Talbot, 2007).

Le *Tableau 16* récapitule les lois promulguées et les clauses associées dans les différents Etats et territoires pour lesquels les textes ont été identifiés.

Tableau 16 : Législation sur la RUEP dans différents états et territoires

| Etat ou territoire | Loi | Date | Contenu |
|-----------------------------|--|------|--|
| Andhra Pradesh | Andhra Pradesh Water, Land and Tree Act | 2002 | Obligation de construire une structure de RUEP dans toutes les résidences, centres commerciaux et autres bâtiments disposant d'un terrain de plus de 200 m ² . Sinon, l'état pourra se charger de construire une telle structure, laquelle sera à la charge du propriétaire par le biais d'une amende. |
| Delhi | Building Bye-Laws, 1983 (Amended) | 2002 | Obligation d'installer un système de stockage d'eau de pluie pour tous les nouveaux bâtiments avec un toit de plus de 100m ² et pour toutes les parcelles de terrain de plus de 1000 m ² . Un double système de tuyauterie doit être installé pour l'eau non traitée et l'eau potable. Un système relié aux WC, à la climatisation et aux robinets de jardin sera desservi par le réservoir d'eau de pluie. L'autre système pour les salles d'eau et robinets de la cuisine sera relié au système d'eau potable. |
| Haryana | Municipal Building Bye-Laws, 1982 (Amended) | 2001 | L'autorité du Développement Urbain de l'état d'Haryana a instauré l'obligation d'installer un système de RUEP pour tous les nouveaux bâtiments quelque soit la surface du toit. |
| Kerala | Kerala Municipality Building Rules, 1999 (Amended) | 2004 | Obligation d'installer un système de RUEP pour plusieurs types bien précis de bâtiments (résidences, écoles, hôpitaux, usines, etc.). Les résidences concernées sont celles avec un toit de plus de 100 m ² et un terrain de plus de 200 m ² . Le système de RUEP devra inclure : une surface de récupération, des gouttières sur le toit, des tuyaux de descente, un dispositif de filtrage, une cuve de stockage avec des robinets pour en tirer de l'eau, un dispositif de trop-plein. Le texte précise aussi la capacité minimale de la cuve en fonction du type de bâtiment. |
| Himachal Pradesh | The Himachal Pradesh Ground Water Act | 2005 | Obligation d'installer un système de RUEP dans les résidences, centres commerciaux et autres bâtiments situés en ville avec un toit de plus de 100 m ² . En cas de non respect de cette loi, l'état pourra se charger de construire une telle structure, laquelle sera à la charge du propriétaire par le biais d'une amende. |
| Karnataka | Bangalore Mahanagara Palike Building Bye-Laws | 2003 | Tout bâtiment avec un toit de plus de 100 m ² , construit sur un terrain de plus de 200 m ² , devra posséder une ou plusieurs structures de RUEP dont la capacité minimale est définie par la loi. Le propriétaire doit s'assurer régulièrement du bon état de la cuve pour le stockage d'eau non potable. Le gouvernement peut imposer une amende n'excédant pas 1000 Roupies par an pour chaque 100 m ² construits dans le cas où ces directives ne sont pas respectées. |
| Tamil Nadu | Tamil Nadu Municipal Laws (Second Amendment) Ordinance | 2003 | Obligation d'installer une structure de RUEP pour tout bâtiment, privé ou public, avant le 31 août 2003. Si ce n'est pas fait, un représentant de l'état peut faire installer lui-même la structure, et obtenir un remboursement du propriétaire par le biais d'une amende. Si la structure n'est toujours pas installée le 10 octobre 2003, l'état peut décider de déconnecter la maison du réseau d'eau potable, jusqu'à ce que la structure soit mise en place. |
| Andaman and Nicobar Islands | Port Blair Municipal Council- Building Bye-Laws | 1999 | Toute personne qui construit ou modifie un bâtiment doit installer un réservoir pour la récupération de l'eau de pluie qui servira pour divers usages domestiques, autres que la boisson. |

Source : élaboration à partir de différents sites internet

Des mesures comparables ont également été prises dans d'autres Etats et territoires : pour ces cas, la référence précise du texte n'a toutefois pas pu être retrouvée (cf. *Tableau 17*).

¹¹¹ Les méthodes non conventionnelles évoquées par ce document sont : les transferts inter-bassins, la recharge artificielle des eaux souterraines et la désalinisation des eaux saumâtres et de mer.

Tableau 17 : Législation sur la RUEP dans différents états et territoires

| Etat ou territoire | Législation au sujet de la RUEP |
|---------------------------|--|
| Gujarat | Selon le règlement de contrôle du développement du Gujarat, pour tous les bâtiments d'une surface au sol supérieure à 500 m ² , les propriétaires doivent mettre en place un système de récupération de l'eau de pluie selon les spécifications de l'autorité. Au-delà de 1500 m ² , le système doit être articulé avec un puits d'infiltration. Enfin, le département d'Etat en charge des routes et des bâtiments a rendu obligatoire la récupération de l'eau de pluie pour tous les bâtiments du gouvernement. |
| Goa | L'Etat de Goa a exigé du département de Travaux Publics la mise en place de dispositifs de RUEP dans tous les bâtiments administratifs. |
| Madhya Pradesh | Obligation, en zone urbaine, d'installer un système de RUEP pour tous les bâtiments avec un terrain de plus de 250 m ² . |
| Maharashtra | Toutes les nouvelles maisons doivent avoir prévu l'installation d'une cuve de stockage sur le permis de construire, sans quoi le permis pourrait ne pas être approuvé par le gouvernement. Les « Building Bye-Laws » ont été amendées pour y inscrire l'obligation d'installer une structure de RUEP. |
| Chandigarh | Obligation de mise en place de système de RUEP pour tous les nouveaux bâtiments quelque soit la taille de la parcelle ou du toit. |
| Nagaland | Le gouvernement de l'état a rendu obligatoire la RUEP pour tous les nouveaux bâtiments publics. |
| Rajasthan | Obligation d'installer un système de RUEP pour tous les bâtiments publics avec un terrain de plus de 300 m ² , ainsi que pour toutes les nouvelles constructions. En cas de refus, le bâtiment pourrait être déconnecté du système d'eau potable. |
| Uttar Pradesh | Obligation d'installer un système de RUEP dans toutes les nouvelles constructions. La RUEP est obligatoire pour les bâtiments du gouvernement, nouveaux comme anciens, avec une surface de plus de 200 m ² . |
| Punjab | Obligation d'installer un système de RUEP pour tous les bâtiments de plus de 200 m ² . |
| Tripura | Obligation de récolter l'eau de pluie pour tous les nouveaux bâtiments sur un terrain de plus de 300 m ² . |
| Bihar | Obligation de prévoir un système de RUEP sur tous les nouveaux plans de construction pour des terrains de plus de 1000 m ² . |
| Bengale Occidental | Règles West Bengal Municipal (bâtiment) 2007. L'installation de systèmes de RUEP a été rendu obligatoire dans le code de la construction (West Bengal Municipal Building Rules) en 2007. |
| Arunachal Pradesh | Le code de la construction rend obligatoire les dispositifs de RUEP dans les bâtiments du gouvernement. |

Source : élaboration à partir de différents sites internet

Il convient de noter que, à ces réglementations au niveau des états se surajoutent des réglementations définies au niveau d'un certain nombre de grandes villes (capitales d'Etat ou autres). Citons, sans être exhaustif : New Dehli, Bangalore, Mumbai, Surat, Kanpur, Indore, Hyberabad, Rajkot, Jabalpur...

7.3.2. Une multiplicité de référentiels au contenu variable

Il n'existe apparemment toujours pas de norme officielle valable sur tout le territoire indien en matière de réalisation d'installation de RUEP¹¹².

En revanche, un grand nombre de guides et manuels traitent de ce thème. Ceux-ci émanent soient d'organismes officiels (généralement à l'échelle d'un état fédéré), soient d'associations (éventuellement en articulation avec des organismes officiels d'un ou plusieurs états), certains pouvant être réalisés dans le cadre de développement financés par des organismes internationaux ou des fondations. Dans la plupart d'entre eux, il s'agit de fascicules comprenant un nombre de pages inférieur à la trentaine, comprenant de nombreuses illustrations (voire des photos) dotés d'une forte connotation pédagogique.

Le contenu de ces manuels peut varier sensiblement, en fonction de :

- *la finalité et les types des techniques associées.* Certains guides se limitent à la récupération de l'eau de pluie pour stockage, d'autres nombreux incluent – voire évoquent principalement – les dispositifs permettant de recharger les nappes souterraines ; enfin, la question de l'utilisation de l'eau de pluie peut constituer une sous-partie d'un guide à visée encore plus large, à l'instar du guide réalisée par l'association Planet-Kerala (cf. 7.6) ;
- *le public visé.* Des manuels sont élaborés pour des techniciens en charge de mener des projets, tandis que d'autres visent directement les personnes en charge des installations (généralement les habitants eux-mêmes) ;
- *la portée du contenu.* Certains guides se limitent à décrire la composition d'une (ou plusieurs) installation(s) type(s). D'autres fournissent des recommandations spécifiques visant à la bonne mise en œuvre des dispositifs. D'autres encore consacrent une partie aux aspects d'exploitation et d'entretien. Enfin, ces guides fournissent parfois une description de réalisations « exemplaires » plus ou moins détaillée selon les cas.

La diversité et le nombre de guides et manuels ne permettent pas d'en dresser ici une liste. Toutefois, il est intéressant d'en analyser plus en détail trois *a priori* emblématiques.

1. Le *Manual on rainwater harvesting* réalisé par le Département d'eau et d'assainissement de l'Etat du Tamil Nadu (*Tamilnadu Water Supply and Drainage Board*) (TWSDDB, 2002). Ce manuel a été mis en ligne comme référence principale sur le sujet *Rainwater Harvesting* du site internet du ministère de l'eau potable et de l'assainissement du gouvernement indien (*Ministry*

¹¹² La production d'une norme par le BIS (Bureau of Indian Standards) est pourtant évoquée dans un article en ligne de Business Standard de décembre 2001 qui indique : « Le Bureau des normes indiennes (BIS) propose de développer des normes pour les divers procédés et structures de stockage pour la récolte de l'eau de pluie. Il sortira également des directives pour la récupération de l'eau de pluie de toits dans les zones rurales et urbaines. » Toutefois, la concrétisation de cette initiative n'a pu être confirmée : au contraire sur un forum internet spécialisé (indiawaterportal), M. S. Wishnawath, fondateur du Rainwater club de Bangalore précisait en août 2008 qu'il n'existait pas de norme indienne sur l'utilisation de l'eau de pluie. Un échange mail avec M. Wishnawath en mai 2012 a confirmé cette absence de norme à l'heure actuelle.

of *Drinking Water and Sanitation*) : il s'agit *a priori* du document de référence pour les projets de RUEP en milieu rural. D'une quinzaine de pages, le guide est structuré en de questions/réponses. Quelques éléments méritent d'être signalés :

- Le *rainwater harvesting* (RWH) est défini comme « l'activité de collecte de l'eau de pluie », « l'eau de pluie peut être stockée pour un usage direct ou peut être rechargée dans l'aquifère d'eau souterraine en usage ».
 - Opter pour le stockage ou la recharge de la nappe est à mettre en lien avec les caractéristiques des pluies (le stockage prévaut en cas de pluies régulières et inversement, la recharge est plus intéressante en cas de saisonnalité très marquée).
 - L'eau de pluie récupérable peut venir des toits mais également des espaces ouverts (*open spaces*). L'eau des toits peut être utilisée pour recharger les puits ouverts ou forés, tandis que l'eau provenant des espaces ouverts requiert des ouvrages d'infiltration spécifiques.
 - Différentes configurations de base sont alors présentées par un dessin accompagné de précisions techniques et des fourchettes de coûts : collecte de l'eau de pluie d'un toit ; RWH par puits ouverts ; RWH par des puits de forage ; fosse de recharge/percolation ; fosse de recharge avec alésage ; tranchée de recharge ; tranchée de recharge avec alésage ; puits de recharge.
 - Le guide récapitule les domaines d'application des différentes options techniques en fonction de la nature du sous-sol (sableux, argileux ou rocailleux).
2. Le *Rain water Harvesting Techniques To Augment Ground Water* produit par le bureau central des eaux souterraines (*Central Ground Water Board*), organisme national en charge des eaux souterraines en Inde. Ce guide présente les différentes techniques qu'il est possible de mettre en œuvre afin de recharger les ressources souterraines à l'aide de l'eau de pluie collectée. Il est organisé en deux sections : la première traite des zones urbaines, la seconde des zones rurales. La partie consacrée aux zones urbaines présente (paradoxalement) des techniques similaires à celles évoquées dans le guide précédent ; la partie consacrée aux zones rurales évoque différentes techniques de retenues collinaires et de barrages.
3. Le *Manual of Rooftop rainwater harvesting systems in schools*, développé conjointement par le rainwater club sis à Bangalore, l'association Arghyam avec le concours du gouvernement de l'Etat du Karnataka. Ce guide est associé au projet d'équiper des installations de récupération d'eau de pluie dans plus de 20.000 écoles de l'Etat de Karnataka ne disposant pas de point d'eau potable (cf. 7.7). Le guide comprend 11 pages. Les principaux éléments à relever sont :
- Le *Rooftop rainwater harvesting* est défini comme « la collecte de l'eau de pluie tombant sur les toits dans une cuve ou un puisard en vue d'une utilisation productive future ». Le *School rooftop rainwater harvesting* poursuit l'objectif de fournir une source d'eau pour tous les usages tels la chasse d'eau des toilettes, la cuisine, le lavage des mains et des pieds avant le repas et après l'usage des toilettes, l'hygiène et si l'eau de pluie est proprement traitée pour l'usage de boisson.
 - Les *toits* doivent faire l'objet d'un *nettoyage particulier*, notamment en ce qui concerne l'enlèvement des feuilles, lequel doit impérativement être *réalisé par un adulte* pour des raisons de sécurité. Pour l'appréciation de la quantité d'eau issue du toit effectivement stockable, le guide préconise l'utilisation d'un *facteur 0,8*.
 - Les *gouttières* (préconisées en PVC) doivent être *nettoyées quotidiennement* au cours de la saison des pluies. Il convient de veiller que la pente des gouttières assure l'écoulement dans la direction requise : à ce titre, une attention particulière est à apporter aux crochets des gouttières. Les gouttières doivent avoir des *bouchons à leurs extrémités*, de sorte à éviter les pertes latérales.
 - L'utilisation d'un *séparateur de première pluie* (conçue comme une prolongation de la descente en aval du point de dérivation de la cuve, prolongation terminée par une valve) est préconisée non seulement pour écarter le début des pluies, mais également pour le nettoyage du toit (dans ce dernier cas, la valve doit être laissée ouverte).
 - La mise en place d'une *crapaudine* (pour éviter l'entrée de feuilles dans la descente conduisant au stockage) et son *nettoyage quotidien* lors de la saison des pluies sont également préconisés.
 - Le système de *filtration* doit comporter un *lit de graviers pris dans une feuille de moustiquaire surmontant un lit de sable*. Il doit être *nettoyé chaque jour en période de pluies*.
 - Il est préconisé de réaliser des *stockages posés au sol sur une plateforme*, peints en *blanc* à l'extérieur (pour conserver une eau fraîche et prévenir le développement bactérien). Il doit être *blanchi* à la chaux chaque année. Il doit également être *scellé par une dalle ou une pierre*. La couverture doit être totale et permanente, de sorte à prévenir

le développement d'algues et de bactéries. Le *réservoir doit être étanche* : en cas de fuite ou d'humidité, il est impératif de s'adresser à un ingénieur compétent.

- Une *canalisation de trop-plein*, située en haut du stockage, doit être d'un *diamètre égal à celui de la canalisation d'entrée* et être dotée d'un *grillage fin* empêchant l'intrusion des rats, écureuils et cafards. L'état du grillage doit être *vérifié chaque semaine* et immédiatement remplacé en cas de détérioration.
- Le robinet installé sur la cuve doit faire l'objet d'une attention particulière, le retour d'expérience montrant qu'il est souvent endommagé par les enfants, ce qui conduit à de grands gaspillages d'eau. A ce titre, un double effort de *sensibilisation* des élèves d'une part, d'*inspection quotidienne* d'autre part est requis.
- La qualité de l'eau doit faire l'objet d'un *contrôle à la périodicité évoluant dans le temps* : tous les jours pour le premier mois de fonctionnement, une fois par semaine ensuite si l'eau en sortie de robinet est claire et n'est pas nauséabonde (*foul smelling*). Un protocole de contrôle de la qualité est proposé, visant à évaluer l'éventuelle contamination microbiologique de l'eau, en dépit de son aspect limpide. Il est basé sur l'utilisation de la technique *H2S strip test bottle* (cf. 7.5.2). Si le test est positif, l'eau est considérée comme pouvant être bue. En cas de test négatif, deux méthodes de traitement sont proposées :
 - chloration : le taux de chlore résiduel avant usage pour boisson doit être de 0,2 mg/l ;
 - SODIS : désinfection UV utilisant le rayonnement solaire (cf. Encadré 14).

Encadré 14 : Désinfection solaire de l'eau de pluie: la méthode SODIS

(d'après : Government of Karnataka, 2003)

La méthode SODIS (*Solar Disinfection of Water*) consiste à placer l'eau à traiter dans une bouteille en PET ou en verre dans une zone directement éclairée par la lumière, pour une durée de 6 heures minimum (il peut être nécessaire de prolonger cette durée si le ciel est couvert). L'un des deux côtés de la bouteille est peint en noir (à l'extérieur) : ce côté est placé contre le sol.

7.4. Politiques publiques de développement de la RUEP

Dans la plupart des Etats et des Territoires de l'Inde, il existe une pression importante sur les masses d'eau, en particulier souterraines, ce qui conduit à la mise en place de politiques publiques à cette échelle prônant le recours à des ressources alternatives et en particulier l'utilisation de l'eau de pluie. Ces politiques publiques revêtent deux caractéristiques principales.

- Ces politiques *associent* généralement *régime d'obligations* déjà évoqué auparavant (cf. la liste des réglementations présentée en 7.3.1) et *modalités d'aide ou d'incitation*. L'aide peut prendre diverses formes. Ainsi, l'Etat du Karnataka aurait un temps octroyé un rabais de 5 à 10% sur la facture d'eau (Banerjee, 2010). De son côté, l'Etat du Madhya Pradesh a modifié en mars 2001 la loi régissant les municipalités via un arrêté du département de l'Administration et du développement urbains, de sorte à accorder une remise de 6 % sur la taxe foncière au propriétaire de l'immeuble l'année de construction de l'installation de récupération d'eau de pluie qu'il est tenu de réaliser (WACP/DUAG, 2006).
- D'autre part, elles se *territorialisent* en fonction de l'intensité relative des enjeux de gestion de l'eau. Cette logique de territorialisation conduit à des différences non seulement entre les Etats et Territoires, mais également au sein de ceux-ci, comme en témoigne le cas du territoire national de Dehli. Sur les 9 districts que comptent le territoire, 7 sont considérés comme critiques en termes de ressources en eau souterraine. Via son autorité compétente en la matière (*Dehli Jal Board*) le gouvernement accorde une aide financière pour les projets situés dans ces districts et portés par des associations de bienfaisance, des coopératives d'habitat, des écoles publiques ou privées, des édifices industriels, des ONG... dès lors que les institutions correspondantes sont dûment enregistrées et en règle. L'aide financière accordée est d'un montant correspondant à 50 % du coût total de l'installation avec un plafonnement à 100.000 Rs (1400 €). Ces projets correspondent à une définition large de la notion de RUEP : ils concernent de fait surtout la recharge artificielle des nappes souterraines (cf. 7.5.1)¹¹³.

¹¹³ En date du 28 février 2010, 162 projets avaient bénéficié de cette aide, pour un montant unitaire compris entre 10.000 et 100.000 Rs (140-1400 €) avec une majorité de cas à 50.000 Rs (700 €).

7.5. Usages de l'eau de pluie récupérée et enjeux de qualité

7.5.1. Usages constatés et recommandations associées

En termes d'usages, l'eau de pluie se montre très polyvalente en Inde, tant dans les faits que dans les manuels de référence.

Il convient de signaler en premier lieu un usage indirect, mais sur lequel grand nombre de guides insistent : la *recharge des nappes*. Celle-ci se fait au travers de différentes techniques du « backwashing » : l'eau de pluie, infiltrée par des puits ouverts (lesquels peuvent être des anciens puits abandonnés), rejoint la nappe et est filtrée par les bancs de sable souterrains. Cette technique est efficace lorsque elle est menée à grande échelle et dès lors que les précipitations annuelles dépassent 1 500 mm, elle est particulièrement adaptée aux zones côtières bien arrosées (en particulier Kerala et partie nord du Tamil Nadu) (UN-ESCAP, 2007). Cette technique est parfois privilégiée à la récupération avec stockage dans certains contextes. Tel est le cas du territoire national de la capitale Delhi où, en raison de la faible disponibilité d'espace, il n'apparaît pas faisable de construire de réservoirs de surface ou enterrés : en conséquence le *Dehli Jal Board* promeut la recharge artificielle des nappes comme étant la solution de RWH sur son territoire.

Le recours à de l'eau de pluie pour *tous les types d'usages domestiques* est constaté sur le terrain et même évoqué dans certains guides faisant référence (comme par exemple le guide destiné aux écoles du Karnataka évoqué précédemment). En ville, dans les zones où les réseaux de desserte existent, l'utilisation de l'eau de pluie (sous la forme classique de stockage rattaché à un patrimoine bâti) vise parfois prioritairement les usages autres que la boisson, de sorte à limiter la pression sur la ressource souterraine consacrée à cet usage. A titre d'exemple, la politique de l'eau définie en 2003 par l'Etat du Madhya Pradesh précise que la priorité doit être à l'exploitation des ressources souterraines pour des enjeux d'eaux potables. Au sein des municipalités, l'eau souterraine ne peut pas être utilisée pour des usages privés ou autre sans autorisation de leur part.

En fonction de l'usage visé, des critères visant à disposer d'une qualité adéquate sont proposés au travers de guides. Ces critères portent non seulement sur des aspects de conception (présence d'un *first flush diverter*), mais également de maintenance (fréquence de nettoyage de la surface de toiture, des conduites d'acheminement...), voire de traitement en aval de la cuve, ce dernier cas concernant essentiellement l'usage boisson. Les traitements envisagés sont soit la chloration, soit la désinfection UV par la technique SODIS (cf. Encadré 14), soit la préconisation de bouillir l'eau avant son usage.

7.5.2. Critères de qualité

L'organisme national en charge des questions de pollution – le *Central Pollution Control Board*, rattaché au ministère national de l'environnement et des forêts (*Ministry of environment and forests*) –, a défini des critères de qualité requis pour l'eau en fonction des usages possibles. Cinq classes d'eau (de A à E) sont ainsi définies : à chacune d'entre elles correspondent d'une part des usages (*designated-best-use*) et des critères de qualité à respecter (cf. *Tableau 18*). Une sixième classe nommée F correspond aux eaux ne satisfaisant les critères d'aucune des classes précédentes.

Tableau 18 : Législation sur la RUEP dans différents états et territoires

| Designated best-use | Class of water | Criteria |
|---|----------------|---|
| Drinking Water Source without conventional treatment but after disinfection | A | > Total Coliforms Organism MPN/100ml shall be 50 or less > pH between 6.5 and 8.5 > Dissolved Oxygen 6mg/l or more > Biochemical Oxygen Demand 5days 20°C 2mg/1or less |
| Outdoor bathing (Organised) | B | > Total Coliforms Organism MPN/100ml shall be 500 or less; pH between 6.5and 8.5; Dissolved Oxygen 5mg/l or more > Biochemical Oxygen Demand 5days 20°C 3mg/1or less |
| Drinking water source after conventional treatment and disinfection | D | > Total Coliforms Organism MPN/100ml shall be 5000 or less; pH between 6 and 9; Dissolved Oxygen 4mg/l or more > Biochemical Oxygen Demand 5days 20°C 3mg/1or less |
| Propagation of Wild life and Fisheries | D | > pH between 6.5 and 8.5 > Free Ammonia (as N) 1.2mg/l or less |
| Irrigation, Industrial Cooling, Controlled Waste disposal | E | > pH between 6.0 and 8.5 > Electrical Conductivity at 25°C micro mhos/cm Max.2250 > Sodium adsorption Ratio Max.26 > Boron Max. 2mg/l |
| | Below-E | Not meeting A, B, C, D & E criteria |

Source : Central Pollution Control Board (http://www.cpcb.nic.in/Water_Quality_Criteria.php)

Il convient de signaler en sus de ces critères, la méthode d'évaluation de qualité de la potabilité de l'eau stockée basée sur l'utilisation du test *Hydrogen Sulphide paper-strip test*. Ce test est promu par des ONG comme par des institutions officielles et est assez diffusé. Il repose sur le principe que certaines bactéries (et notamment les entérobactéries) sont susceptibles de

produire du H₂S au travers du catabolisme anaérobique de la cystéine. Ainsi, un échantillon contenant une source de soufre (thiosulfate) et un réactif provoquant un précipité noir en présence de H₂S permettant de détecter la présence bactérienne. Il offre l'avantage d'être simple à réaliser et sa fiabilité a été démontrée scientifiquement : il est considéré depuis les années 1990 comme un outil idéal pour tester pour la qualité d'eau potable dans des zones rurales et isolées (Datka, 1990). Enfin l'éprouvette nécessaire au test peut soit être achetée, soit être fabriquée assez facilement localement (Mosley et Sharp, 2005).

7.6. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP en Inde

Faire un panorama exhaustif, voire seulement représentatif, des acteurs intervenant dans le secteur RWH en Inde relève de la gageure, tant ceux-ci sont nombreux et divers, dans leurs statuts, la nature et l'étendue de leur(s) action(s), leur échelle d'intervention...

- Au niveau national, signalons :
 - Le *ministère indien de l'eau potable et de l'assainissement (Ministry of Drinking Water and Sanitation – MDWS)*. Placé sous l'autorité du ministre du développement rural, sa mission est « d'assurer que tous les ménages ruraux aient à une ressource en eau potable durable et à des installations d'assainissement améliorées en fournissant un appui aux Etats dans leur effort pour fournir ces services et des installations de base »¹¹⁴. Il est un centre de ressources général pour les projets en milieu rural, dont notamment ceux d'utilisation de l'eau de pluie.
 - Le *Bureau central des Eaux souterraines (Central Ground Water Board)*, qui est rattaché au Ministère des Ressources en eau¹¹⁵.
- On trouve des institutions impliquées au niveau des Etats de l'union, lesquelles peuvent être en charge de la ressource en eau (ex : TWSDB, *Tamilnadu Water Supply and Board*), du développement urbain (ex : DUAG, *Directorate of Urban Administration & Development, Madhya Pradesh*), ou encore des questions de développement rurales (ex : KSCST, *Karnataka State Council for Science and Technology*).
- Il existe de nombreuses *associations et ONG* qui assurent la réalisation de projets ponctuels ou de programmes plus ambitieux en impliquant les bénéficiaires, telles *Arghyam* et *PLANET-Kerala (Participatory Learning and Action Network-Kerala)*.
 - *Arghyam* (mot signifiant « offre » en Sanskrit) est une fondation publique de bienfaisance créée à l'aide d'une dotation de Rohini Nilekani, qui travaille dans le secteur de l'eau et l'assainissement en Inde depuis 2005. Elle a notamment réalisé tout un programme sur la maîtrise de la qualité de l'eau en milieu rural (Biswas, 2012).
 - *PLANET-Kerala (Participatory Learning and Action Network-Kerala)* est une association non gouvernementale sise dans l'Etat du Kerala assure la promotion d'approches participatives en matière de développement et de gouvernance. Elle œuvre notamment pour la divulgation de la technique de recharge des nappes souterraines par les eaux de pluie de toiture (technique de « backwashing »). Elle a commencé une expérimentation sur une vingtaine de maisons dans un petit village au nord de l'Etat, pour ensuite la diffuser dans des districts plus importants de la côte (Alleppey et Ernakulam). En 2007, plus de 300 installations avaient déjà été réalisées (UN/ESCAP, 2007). L'association a produit un guide abordant les différentes techniques de gestion durable de l'eau qu'elle promeut auprès des populations défavorisées : « backwashing », mais également distillation solaire, utilisation de la biodiversité dans la maîtrise de la qualité de l'eau, participation et éducation par apprentissage des communautés concernées (Planet-Kerala, s/d). Cette action a été prise en charge par la Banque mondiale, l'ambassade des Pays-bas en Inde et le collectif d'associations *Wetlands International*.
- Enfin, il existe deux organismes spécifiques spécialisés uniquement sur la thématique RWH : le *Rainwater Club* à Bangalore (Karnataka) et le *Rainwater Center* à Chennai (Tamil Nadu, cf. Encadré 15). Ces organismes ont un statut indépendant et fonctionnent comme des centres de ressources pour les porteurs de projets.

¹¹⁴ http://www.ddws.gov.in/sites/upload_files/ddws/files/pdf/aboutus.pdf.

¹¹⁵ <http://cgwb.gov.in/>

Encadré 15 : Le Rainwater Center de Chennai

(d'après Raghavan, 2005)

Ouvert en août 2002 grâce à des fonds apportés par des indiens non résidents vivant aux Etats-Unis, le Centre de la pluie de Chennai (Rainwater Center), le premier de son genre dans le pays, est un guichet d'information et le Centre d'assistance sur la récolte de l'eau de pluie. Ouvert à tous et proposant des services gratuits, ce centre fonctionne grâce des donations. Son activité est structurée autour de trois missions principales :

- *Éducation*, à savoir sensibiliser les citoyens sur l'importance de la pluie, tant pour une utilisation immédiate que pour le maintien à long terme de la nappe phréatique ;
- *Réalisation de projets* : conception et définition de programmes pour aider les citoyens mettre pluie de manière efficace et rentable ;
- *Évaluation et recherche*. Le centre réalise des études sur : la nature des sous-sols dans les différents quartiers de la ville et leur capacité à absorber de grandes quantités d'eau de pluie injectée ; l'efficacité et l'adéquation des différents types d'installation de RUEP selon les projets ; les impacts post-mousson sur la qualité et la quantité exploitable des eaux souterraines dans les endroits où la RUEP a été mise en œuvre.

7.7. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

Il existe de nombreuses opérations d'envergure d'utilisation de l'eau de pluie menées sur du patrimoine bâti, que ce soit pour de la recharge de nappes (comme c'est le cas sur le territoire national de Dehli qui tient à jour sur son site toutes les opérations subventionnées) ou sur des dispositifs conventionnels.

Parmi les programmes visant à une diffusion massive de la technique, il convient de signaler le programme mené par l'Etat du Karnataka ciblé sur les écoles¹¹⁶. Le KSCST (*Karnataka State Council for Science and Technology*) a mené à partir de 2005 un programme de promotion et de mise en œuvre de l'utilisation de l'eau de pluie dans près de la moitié des écoles de l'Etat. Au total, plus de 23500 écoles ont été identifiées pour disposer d'eau destinée à la boisson à partir de systèmes rudimentaires d'utilisation des eaux provenant des toitures. Une organisation pyramidale a été mise en place pour mettre en œuvre le programme, comprenant des sessions de sensibilisation des parties prenantes et reposant sur des centres de ressources (*RWH nodal centers*), l'un au niveau de l'Etat, 27 autres au niveau de chacun des districts. Enfin, au niveau de chaque communauté, les comités de développement et de management des écoles (*Schools Development and Management Comitees*) et les professeurs des écoles concernées sont également impliqués dans le processus. En mai 2006, 9 000 écoles disposaient déjà d'un dispositif fonctionnel. Ce projet est présenté (à tort si l'on se réfère par exemple au programme brésilien P1MC) comme le programme de développement de la RUEP le plus important du monde (Shikavumar, 2007). En dépit de son niveau de formalisation globale avancée incluant la mise à disposition d'un guide spécifique (cf. 7.3.2), le succès de ce programme semble mitigé : une évaluation menée par l'association Arghyam sur un échantillon de plus de 1 000 installations montrant qu'à peine 11% étaient fonctionnelles (Padre, 2009).

7.8. Thématiques de recherche et débats

Le 12^{ème} congrès international des systèmes d'utilisation de l'eau de pluie (*International Rainwater Catchment Systems conference*)¹¹⁷ s'est tenu en 2005 à New Dehli. Cette conférence a été une occasion privilégiée pour mettre en valeur les travaux menés sur l'Inde. Des contributions indiennes ont en effet porté sur la plupart des thèmes abordés par la conférence : *réglementations et politiques publiques* de développement de la pratique (Brar, 2005 ; Hazarika, 2005) ; *impacts socio-économiques et écologiques des différentes techniques* (Goyal and Bhushan, 2005) ; utilisation des SIG pour évaluer le *potentiel des techniques de RWH*, au regard de la demande (Prakash, 2005) ou au regard de la recharge des nappes (Dashrath, 2005 ; Durga Rao *et al.* 2005) ; outils de *promotion des techniques* (Padre, 2005 ; Raghavan, 2005). Toutefois, il convient de noter qu'aucun papier indien n'avait alors été présenté dans la session consacrée aux questions de qualité de l'eau et de santé. Des travaux sur l'utilisation de l'eau de pluie en Inde sont également repérables dans les *proceedings* des congrès internationaux d'hydrologie urbaine (ICUD et Novatech) : il s'agit alors

¹¹⁶ D'autres programmes visant les écoles comme cibles privilégiées sont menées en Inde. Signalons entre autres le programme *Blue Schools*, mené en partenariat avec l'IRHA (International Rainwater Harvesting Association), qui inclut parmi d'autres objectifs à mettre en place dans les écoles l'utilisation de l'eau de pluie. Toutefois ces programmes n'affichent pas des objectifs quantitatifs aussi ambitieux que le programme mis en œuvre au Karnataka.

¹¹⁷ Ces conférences sont organisées par l'IRCSA (International Rainwater Catchment Systems Association), principale association internationale spécifiquement dédiée à l'utilisation de l'eau de pluie, depuis l'année 1982 et au rythme d'une conférence tous les trois ans. La dernière s'est tenue en 2011 à Taiwan.

principalement d'études de cas, portant en particulier sur l'utilisation de l'eau de pluie pour la recharge des nappes souterraines (Sharma, 2004 ; Bharat et al., 2007), voire dans une approche intégrée de la gestion des eaux pluviales (Nikam et al., 2008). Enfin d'autres travaux s'intéressent au potentiel de l'utilisation d'eau de pluie comme outil de lutte contre la sécheresse (Sharma and Smakhtin, 2006).

Un débat récurrent porte sur le thème de la diffusion de la pratique à grande échelle, lequel s'organise autour de deux questions : l'efficacité des mesures contraignantes et incitatives ; les conditions (institutionnelles, techniques et économiques) à la réussite de programme d'envergure.

- **Mesures contraignantes et incitatives.** De nombreux d'Etats ont mis en place des mesures contraignantes et/ou incitatives dans l'espoir d'avoir un effet levier en termes de diffusion de la pratique (cf 7.4). Or les résultats de ces politiques très volontaristes apparaissent assez mitigés. A Mumbai, la mise en place de dispositifs de RUEP, obligatoire depuis 2007 pour les parcelles de plus de 300 m², ne se traduisait que par la réalisation de 900 opérations en juin 2009, compte tenu de l'absence d'un réel suivi de cette mesure (Banerjee, 2010). Même lorsqu'elle a été combinée à des incitations fiscales, voire à des mesures de répression potentielles, cette stratégie demeure décevante, comme en témoigne le cas du Madhya Pradesh (cf. Encadré 16).

Encadré 16 : L'inefficacité des mesures contraignantes et incitatives : le cas du Madhya Pradesh

(à partir de WACP/DUAG, 2006)

Dans l'Etat du Madhya Pradesh, plusieurs textes visant à mettre en œuvre des projets de RUEP ont été produits par l'administration.

- En avril 2000, le département de l'Habitat et de l'Environnement (*Department of Housing and Environment*) a rendu obligatoire l'installation d'un système de RUEP pour tous les bâtiments situés en zone urbaine sur un terrain de plus de 500 m², conditionnant l'octroi du permis de construire à cet engagement. L'année suivante, ce seuil était ramené à 250 m².
- En mars 2001 un arrêté du département de l'Administration et du développement urbains (*Departement of Urban Administration and Development*) a modifié la loi régissant les municipalités de l'Etat du Madhya Pradesh, de sorte à octroyer une remise de 6 % sur la taxe foncière au propriétaire de l'immeuble l'année de construction de l'installation de récupération d'eau de pluie qu'il est tenu de réaliser.

En 2006, trois des quatre principales corporations municipales de l'Etat avaient effectivement mises en place ce système de remise de taxe foncière pour tout bâtiment d'une superficie supérieure à 250 m² : Indore en 2002, Jabalpur en 2005 et Gwalior début 2006. Dans ce dernier cas, l'incitation allait même de pair avec le risque de se voir infliger une amende de 7.000 Rs. (100 €) en cas de non réalisation de l'installation.

Fin 2006, sur les quelque 7000 projets de construction soumis à l'obligation de mise en place d'une installation, à peine 500 avaient effectivement conduit à la réalisation d'un dispositif. Le mécanisme contraignant et incitatif s'est montré incapable de rendre effective la mesure, compte tenu du décalage trop important existant entre le bénéfice de l'incitation et le coût réel de la mise en œuvre de la mesure pour le porteur de projet (lequel, préférant même, le cas échéant, payer une amende, plutôt que de réaliser l'installation).

- **Conditions de succès des programmes à grande échelle.** Le succès mitigé du programme mené sur les écoles au Karnataka a conduit à un appel à idées et de retour d'expériences sur le forum spécialisé indien *Solution Exchange for the Water Community* qui a fait l'objet d'une synthèse (Vishwanath, 2008). Sont ainsi mis en évidence quatre critères pour assurer la réussite et la pérennité de ce type de programmes :
 1. les cibles bénéficiaires du programme doivent être sélectionnées sur la base de rencontres avec la communauté (et non en objectif quantitatif désincarné) ;
 2. le dimensionnement des systèmes doit être basé sur une évaluation préalable précise des besoins in situ (*water budgeting*) ;
 3. il convient d'assurer la participation de la communauté au projet, non seulement lors de la phase de construction des installations, mais également dans leur maintenance et la sécurité des systèmes, ainsi que dans la gestion de la distribution de l'eau ;
 4. enfin, les différentes parties prenantes (le gouvernement, les ONG et organismes de financement) ont un rôle complémentaire à jouer en termes d'apport de fond, d'assistance technique, de formation et de sensibilisation à la mise en place des systèmes.

8. Sri Lanka

8.1. Contexte général des ressources en eau

La république démocratique socialiste du Sri Lanka, encore parfois appelée Ceylan, est un pays insulaire situé dans l'Océan Indien, à une trentaine de kilomètres au Sud-Est de l'Inde, dans les tropiques. Son organisation administrative repose sur neuf provinces¹¹⁸ et vingt-cinq districts. Le Sri Lanka accueille une population de 21,3 millions d'habitants en 2011 (Indexmundi, 2012), avec une croissance d'environ 3 millions d'habitants en une dizaine d'années. Cette population est très majoritairement rurale. L'économie sri lankaise est dominée par l'activité agricole : la principale source de revenus de près de 90% de la population rurale est ainsi l'agriculture et l'élevage. Elle cultive environ 2 millions de petites exploitations d'une superficie moyenne d'environ 1 hectare (Weerarata *et al.*, 2006). Les rendements, et donc l'économie sri lankaise et la sécurité alimentaire, sont étroitement tributaires des ressources en eau.



Figure 28 : Carte du Sri Lanka (source : CIA World Factbook, 2006, wikipedia, consulté en mai 2012)

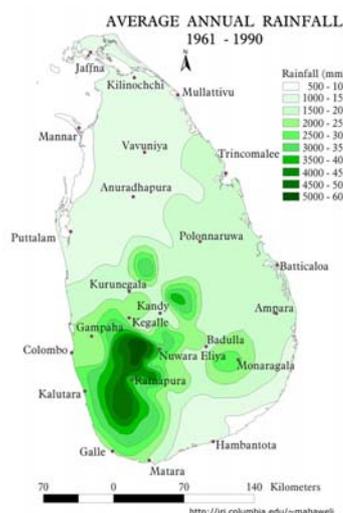


Figure 29 : Précipitations moyennes annuelles (adapté de [Chandrapala, 1996] in Ariyananda T., 2010 a)).

Le relief de l'île est caractérisé par trois grandes unités : les collines et hauts plateaux du centre, culminant à 2 530 m d'altitude, les plaines et la ceinture côtière. Le climat de l'île est de type tropical humide, marqué par deux saisons pluvieuses. L'importante pluviométrie moyenne annuelle, de 1 800 à 1 900 mm masque de grands disparités spatiales. Ainsi deux grands zones pluviométriques, sèche et humide, sont généralement distinguées. La zone nord (« *dry zone* »), la plus étendue, reçoit des précipitations moyennes annuelles de 1 200 à 1 900 mm, essentiellement pendant la mousson du Nord-Est de novembre à février¹¹⁹ (deux périodes de pointe dans l'année). La zone sud-ouest (« *wet zone* »), reçoit des précipitations annuelles moyennes de 2 500 mm, pendant la mousson du Sud-Ouest, de mai à août/septembre. Les hauts plateaux du centre peuvent localement recevoir 5 à 6 000 mm /an (Chandrapala, 1996, cité par Ariyananda 1999 ; Weeraratna, 2006 ; Ariyananda, 1999).

Du fait de son caractère insulaire, toutes les ressources en eau du Sri Lanka proviennent des précipitations reçues. La pluie est ainsi la principale source d'eau, représentant un volume potentiel de 5 900 m³ / habitant / an (Gunapala & al, 2007). Elle alimente 103 petites et moyennes rivières (Amarasinghe, 2009). Cependant les larges variations des précipitations conduisent à des variations spatiales et saisonnières de la disponibilité des eaux douces, entre pénurie et excès (Ariyananda, 2005 ; Navaratne, 2005). Les rivières auxquelles elles donnent naissance descendant des plateaux sont ainsi permanentes alors que celles de la zone nord peuvent se tarir (Ariyananda, 2010a).

¹¹⁸ Les neuf provinces du Sri Lanka et leur capitale sont : Province du Nord (Jaffna), Province de l'Est (Trincomalee), Province du Centre-Nord (Anuradhapura), Province du Nord-Ouest (Puttalam), Province du Centre (Kandy), Province d'Uva (Badulla), Province de Sabaragamuwa (Ratnapura), Province de l'Ouest (Colombo), Province du Sud (Galle).

¹¹⁹ La zone humide connaît en fait deux périodes de pointe dans l'année, la première au printemps.

Concernant les usages des ressources en eau, l'irrigation, dont dépend la sécurité alimentaire du pays, représente de loin le secteur le plus important en terme de prélèvements d'eau, de l'ordre de 90%. Il n'existe pas d'estimations précises cependant des prélèvements effectués par les secteurs industriels et domestiques (Amarasinghe, 2009). La couverture actuelle des besoins en eau potable est de 74% en 2006 (Gunapala *et al.*, 2007 ; Fernando *et al.*, 2007), ce taux était de 70% en 2000 (Fernando, 2007). L'adduction d'eau par canalisation et les puits représentent les deux principaux modes d'approvisionnement en eau (68 % en 2000, selon Fernando *et al.* 2007). La récupération des eaux de pluie, si elle connaît un développement important, reste encore aujourd'hui un mode d'approvisionnement en eau marginal à l'échelle du Sri Lanka.

Si les ressources en eau peuvent paraître abondantes à l'échelle de l'île, l'accès à l'eau pose cependant différentes problématiques localisées. En effet, les disparités régionales et temporelles des ressources et de l'accès à l'eau potable sont importantes. En milieu rural, une marche de 10 km peut être nécessaire en période sèche pour accéder à de l'eau potable de bonne qualité (Ariyabandu, 1998, cité par LRHF, 2001). Dans certaines parties de la zone humide, la topographie est défavorable à un accès à des ressources limitées, en l'absence d'eau souterraine. Les capacités de stockage restent faibles, 291 m³/habitant (Amarasinghe, 2009). L'île est par ailleurs vulnérable aux éléments naturels. Le tsunami du 26 décembre 2004, qui a fait près de 35 000 victimes au Sri Lanka, a porté atteinte aux systèmes d'alimentation en eau. Les évolutions climatiques influencent également la disponibilité des ressources en eau dans l'île¹²⁰. « *Sri Lanka Water vision 2025* » a précisé la déclinaison des objectifs du millénaire pour le développement : un accès à l'eau potable pour 85% de la population en 2015 et 100% en 2025 (*Sri Lanka National Water Partnership*, 2000). Dans ce contexte, la RUEP, alternative à bas coût, connaît un développement important au Sri Lanka, amorcé il y a une vingtaine d'années.

8.2. Conditions de diffusion de la pratique de RUEP

La récupération et l'utilisation de l'eau de pluie ont été pratiquées au Sri Lanka depuis de nombreux siècles pour la satisfaction des besoins en eau domestiques et agricoles. Ainsi, du 3^{ème} au 6^{ème} siècles, des milliers de réservoirs de capacité variée ont été construits dans la zone sèche pour recueillir l'eau de pluie. Plusieurs exemples de grands réservoirs sont cités : Minneriya d'une superficie de près de 1900 ha, Parakrama Samudraya, Mahakandarawa, Kalawewa... La forteresse rocheuse Sigiriya, construite du 5^{ème} siècle, dispose d'un dispositif sophistiqué de récupération des eaux de pluie. Trois principaux systèmes traditionnels de récupération des eaux de pluie ont été distingués : la collecte directe des arbres, celle directe à l'air libre et celle des toitures (Ariyabandu, 1998, cité par LRHF, 2001). Cependant cette pratique était devenue progressivement obsolète aux yeux des décideurs, avec le développement de l'adduction d'eau, de forages, de puits et fontaines (Ariyananda, 1999 ; Weeraratna *et al.*, 2006). Pour autant, des travaux exploratoires conduits dans les années 1990 leur ont rappelé que l'eau de pluie restait encore utilisée au Sri Lanka pour les besoins domestiques (Hapugoda, 1995 *in* Ariyananda, 1999). Néanmoins, les dispositifs de collecte et de stockage, nombreux et hétérogènes selon les districts, ne faisaient pas l'objet d'une conception et d'un dimensionnement adaptés.

A partir des années 1990, la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie connaissent un renouveau. Cet important développement revêt un caractère institutionnel. Il a en effet été impulsé dans le cadre de programmes conduits activement à partir de 1995 par différentes organisations gouvernementales et non gouvernementales à rayonnement local, national ou international. Il s'agit notamment du programme expérimental *Community Water Supply and Sanitation Project* (CWSSPP) initié à partir de 1993 (cf. 8.5). Les travaux conduits dans le cadre de ces programmes¹²¹ ont permis le développement et l'amélioration de technologies plus adaptées, de soutenir la participation des communautés aux différents stades des projets, d'abaisser les coûts des dispositifs et d'améliorer la qualité de l'eau de pluie et sa perception. Ainsi deux types de réservoirs ont été développés en matériaux locaux pour la récupération des eaux de pluie de toitures pour usages domestiques. Le volume des réservoirs le plus courant est de 5 m³ (cf. *Figure 30* et *Figure 31*).

¹²⁰ La comparaison des précipitations dans les périodes 1911-1940 et 1961-1990 a ainsi mis en évidence par exemple l'extension spatiale de la région pluviométrique sèche (« dry zone ») (Eriyagama N., Smakhtin V, 2009).

¹²¹ Un programme peut concerner quelques dizaines à centaines d'installations, jusqu'à plusieurs milliers.

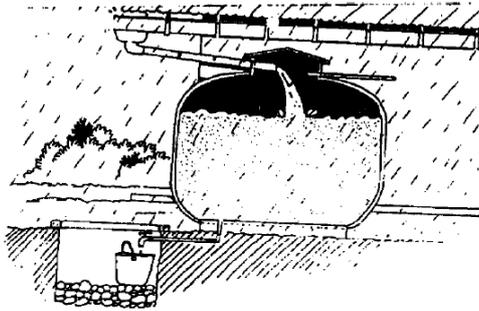


Figure 30 : Réservoir aérien d'eau de pluie en ferrociment, parfois appelé « jarre citrouille » (source : Ariyananda T., 1999).

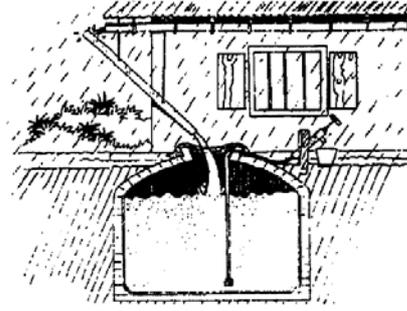


Figure 31 : Réservoir d'eau de pluie en dôme, construit en briques (source : Ariyananda T., 1999).

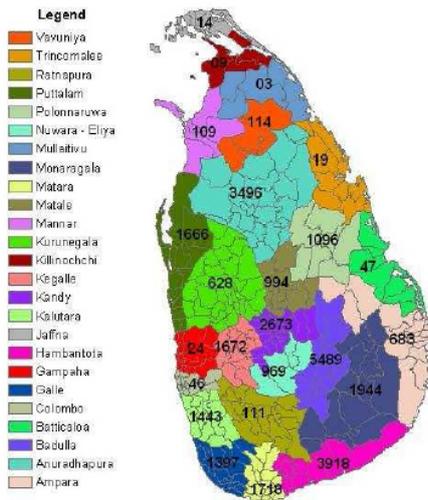


Figure 32 : Distribution des systèmes de RUEP domestiques au Sri Lanka (source : LRWHF, 2011).

Ce cadre explique pourquoi la diffusion de la récupération et de l'utilisation est aujourd'hui relativement bien caractérisée, en terme de nombre d'installations et de répartition géographique. L'association *Lanka Rain Water Harvesting Forum* référence ainsi sur son site internet une série de projets. Près de 15 000 dispositifs ont été installés en une dizaine d'années, concernant en 2005 une population de 120 000 habitants (Fernando, 2007). Autant de dispositifs ont été installés ces cinq dernières années, pour atteindre en 2010, près de 31 000 dispositifs. Ils sont susceptibles de concerner également des habitants déjà desservis par un système d'approvisionnement en eau, pour des besoins complémentaires en cas de tarissement des autres ressources. Ce développement a été consacré récemment par une politique gouvernementale de l'eau de pluie.

8.3. Cadre réglementaire et référentiels relatifs à la RUEP

8.3.1. Une politique gouvernementale et une réglementation nationale d'eau de pluie

Les expériences conduites dans le cadre de projets pilotes à partir des années 1990 ont favorisé la prise de conscience par le gouvernement de l'importance de la récupération de l'eau de pluie pour surmonter les situations de pénurie d'eau. C'est pourquoi, au Sri Lanka, la RUEP fait partie de la stratégie mise en œuvre par le gouvernement

pour atteindre les objectifs du millénaire pour le développement, fixés par les Nations Unies en 1999. Ainsi la part de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie dans l'approvisionnement en eau devrait quadrupler en vingt ans, passant de 1% 2006 à 4% en 2025. de pénuries d'eau. Dans ce sens, le gouvernement a adopté en 2005 une politique dédiée, définit une stratégie d'action et instauré récemment un cadre législatif¹²². Ce dispositif global vise à promouvoir la RUEP comme une réponse pour l'alimentation en eau potable auprès des communautés et des institutions, au même plan que les techniques conventionnelles (Gunapala, 2007 ; Fernando, 2007). Cette politique constitue une première au monde (LRWHF, 2009).

Tableau 19 : Évolution de la part de la RUEP dans l'approvisionnement en eau potable et perspective (d'après Gunapala et al., 2007 et Fernando et al., 2007).

| Année | Part de la population disposant d'eau potable | Part de la RUEP |
|-------|---|-----------------|
| 2000 | 70% | marginale |
| 2006 | 75% | 1% |
| 2015 | 85% | 2% |
| 2025 | 100% | 4% |

¹²² Les textes sont reproduits en intégralité en annexe du guide sur la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie (LRWHF, 2009).

La politique de l'eau de pluie, présentée par le Ministre du Développement Urbain et de l'Approvisionnement en Eau, a été adoptée le 27 septembre 2005. Elle vise à encourager les communautés à maîtriser l'eau au plus près de sa source dans une approche intégrée du recueil des eaux de pluie, ceci pour : améliorer la recharge des eaux souterraines, encourager l'agriculture urbaine, réduire les consommations d'énergie et les coûts, recueillir le ruissellement pour la production agricole, réduire l'érosion des sols, satisfaire les besoins pour la consommation humaine avec un traitement adapté et minimiser l'utilisation de l'eau traitée pour les usages secondaires (Aryananda, 2010a). Cette politique est mise en œuvre par le Ministère du Développement Urbain et de l'Approvisionnement en Eau, au sein duquel un secrétariat pour la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie a été créé. Il conduit notamment des programmes de sensibilisation dans les écoles, les organisations publiques et privées. Le Bureau National de l'Approvisionnement en Eau et du Drainage l'appuie pour la mise en œuvre du programme associé. Un projet de déclinaison a également été établi en mars 2006 notamment pour les petites villes en milieu rural (cf. Encadré 17). Elle promeut différents modes de recueil des eaux pluviales : le recueil des eaux de toitures des habitations et d'autres types de bâtiments, le recueil du ruissellement sur le sol avec des réservoirs de stockage pour différents usages et pour la recharge des eaux souterraines.

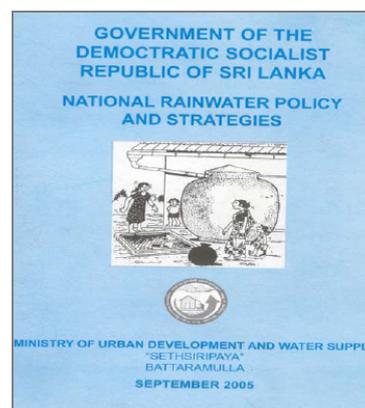


Figure 33 : Document d'orientation politique et stratégique adoptée en 2005 (source : Gunapala A. H., 2007).

Encadré 17 : Extrait du projet de politique et stratégie nationale d'eau de pluie en milieu rural (2006).

« La récupération des eaux de pluie de toitures des habitations doit être encouragée activement, en s'appuyant et en renforçant le travail impressionnant déjà entrepris par de nombreuses personnes, organisations et institutions pour l'introduction et la promotion des dispositifs de récupération des eaux de pluie de toitures à travers le Sri Lanka. Ceci sera fait par une combinaison de :

- évolution du statut des eaux de pluie de toiture, de la technologie de "dernier choix" à une option alternative d'un statut égal à l'option d'alimentation en eau existantes en milieu rural ;
- éducation / sensibilisation et programmes de formation pour les communautés rurales, les écoles et les institutionnels ;
- recherche appliquée pour améliorer les dispositifs de récupération des eaux de pluie de toitures ;
- apport d'un soutien financier ;
- développement des normes techniques minimales;
- amélioration du contrôle de la qualité de la construction, de la surveillance en continue et de l'assistance aux utilisateurs;
- dispositions pour tester la qualité des eaux de pluie.»

La politique de l'eau de pluie a proposé d'amender plusieurs législations, notamment celle relative à la construction afin d'intégrer la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie dans les nouvelles constructions (Aryananda, 2007b). Le Ministère du Développement Urbain et de l'Approvisionnement en Eau a notifié la modification législative le 27 juillet 2007, amendant la loi n°41 de 1978 afin de faciliter la récupération de l'eau de pluie dans les nouvelles constructions. Des règlements d'application ont été publiés le 17 avril 2009. Ce dispositif rend la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie obligatoires dans certaines catégories de bâtiments. Pour les nouvelles constructions, le projet doit être établi par un organisme ou une personne qualifiée et la construction fait ensuite l'objet d'un certificat de conformité. Les spécifications techniques pour la conception du dispositif (61D) portent notamment sur l'installation d'un séparateur de premier flot, l'infiltration de l'excédent, l'absence d'interconnexions avec les réseaux publics, la présence d'un dispositif de filtration et la différenciation de la couleur du réseau d'eau de pluie. Un tableau fournit le volume minimum requis pour 100 m² de toiture et de surface imperméabilisée selon la gamme de précipitations annuelles pour différents bâtiments (résidentiel, commercial, industriel, institutionnel).

8.3.2. Des référentiels professionnels récents à portée nationale

En matière de référentiel professionnel, il n'existe pas *a priori* de normalisation relative aux dispositifs de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie au Sri Lanka. Plusieurs guides techniques ont été publiés par des organismes institutionnels, comme le bureau national de l'approvisionnement en eau et du drainage (NWSDB). Un nouveau guide a été publié en 2009 par l'association LRWHF à l'attention des praticiens : *Rain Water Harvesting, Practitioners Guide for Sri Lanka* (LRWHF, 2009). Il traite de l'importance de la récupération et de l'utilisation

de l'eau de pluie au Sri Lanka, des différents aspects techniques de la RUEP, des aspects socioéconomiques et présente des études de cas. Il définit « *la récupération de l'eau de pluie dans son sens le plus large (...) comme le recueil du ruissellement d'eau de pluie pour l'approvisionnement en eau pour usage domestique, pour l'agriculture et pour le management environnemental. Les systèmes recueillant le ruissellement des toitures ou des surfaces de sol relèvent du terme récupération de l'eau de pluie* ». Concernant la conception, on peut noter les points suivants :

- des matériaux à privilégier pour les composants du système sont listés¹²³ ;
- des ratios de besoins en eau sont indiqués pour les régions en situation de pénurie¹²⁴,
- des graphes construits à partir de données de pluie régionalisées sont fournis pour le dimensionnement du réservoir¹²⁵ (cf. *Tableau 20*),
- l'installation d'un filtre grossier et d'un séparateur de premier flot rustique est proposée.

L'importance de la surveillance et d'opérations de maintenance (O&M) adaptées est rappelée pour la qualité de l'eau et son acceptabilité pour des usages de boisson. Ceci justifie l'importance accordée à l'implication de la communauté bénéficiaire dès les premières étapes de tout projet de RUEP (planification, conception, sélection du site, installation...), mise en avant.

Tableau 20 : Exemple de table pour le calcul de la capacité du réservoir, ici pour la zone de Badulla (source : LRWHF).

| Tank Size Roof Size (m ²) | Minimum Daily Service level (liters) | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 3 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 |
| 50 | 75 | 92 | 123 | 134 | 155 | 168 | 176 | 178 | 182 | 185 |
| 100 | 103 | 140 | 172 | 190 | 238 | 270 | 293 | 310 | 340 | 352 |
| 150 | 120 | 165 | 220 | 240 | 292 | 340 | 374 | 402 | 450 | 490 |
| 200 | 140 | 185 | 202 | 280 | 340 | 385 | 430 | 475 | 540 | 590 |

LRWHF a mis en ligne un outil de calcul sous forme de table pour le dimensionnement des cuves de stockage : croisement de la surface de la toiture (de 50 à 200 m²) et des volumes « standards » de cuves donnant accès au volume d'eau journalier potentiellement disponible, selon la région pluviométrique (hypothèse : fiabilité ou taux de recouvrement 95%, ruissellement 80%).

8.4. Usages de l'eau de pluie récupérée et qualité des eaux de pluie

8.4.1. Usages constatés et recommandations associées

Différents types de dispositifs de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie sont mis en œuvre au Sri Lanka.

Le développement institutionnel de la RUEP au travers de programmes expérimentaux et d'opérations à grande échelle a permis la construction de dispositifs de collecte des eaux de toitures pour des usages domestiques, particulièrement en milieu rural à l'échelle de l'habitation ou de bâtiments publics comme des écoles. Dans l'étude conduite par LRWHF en 2011 (cf. 8.7), les usages constatés au sein des 543 ménages enquêtés à travers le Sri Lanka recouvrent alors la boisson, la cuisine, le lavage du linge, la toilette et les sanitaires. Pour la boisson, la méthode de traitement varie : pas de traitement (29,1 %), chloration (7,9 %), filtration (26,8 %) et ébullition (34,6 %). Le guide à l'attention des praticiens suggère que « *la chloration périodique des eaux de pluie et/ou l'ajout de calcaire dans le filtre et / ou en bas de la cuve d'eau de pluie est susceptible d'améliorer la qualité des eaux de pluie et le goût de l'eau et pourrait augmenter la confiance des utilisateurs dans la qualité de l'eau de pluie* » (LRWHF, 2009).

A une échelle plus petite, de nombreux villages utilisent encore des méthodes traditionnelles de captage des eaux de ruissellement dans de petits bassins à ciel ouvert ou recouverts, appelés localement « *pathahas* » (cf. *Figure 34*). Ces ouvrages sont relativement fréquents en milieu rural, dans la zone sèche de la province du Nord Ouest. Le volume de ces ouvrages peut varier de 1 - 15 m³ pour des habitations individuelles (jusqu'à 6 mois d'autonomie), jusqu'à 200 m³ pour des réservoirs municipaux, rencontrés près des temples (jusqu'à 10 mois d'autonomie pour la communauté). Ici les eaux sont également utilisées pour la toilette, le

¹²³ A noter que, pour les surfaces de collecte, les toits en chaume, couverts d'asphalte ou en plomb ne devraient pas être utilisés pour la collecte d'eau de pluie destinée à la boisson.

¹²⁴ Dans les zones du Sri Lanka en situation de grande pénurie, 3 à 4 litres / personne / jour pour la boisson. 15 à 25 litres / personne / jour sont suffisants pour la boisson, la cuisine et l'hygiène corporelle.

¹²⁵ Graphes établis par U. Mansur en 1998 sur la base de dix années de données pluviométriques.

lavage du linge, l'hygiène corporelle, et aussi pour l'abreuvement des animaux et l'agriculture à petite échelle (*Ministry of urban development and water supply, 2006 citant LRWHF, 2000*).

Pour les besoins d'irrigation, de nombreux réservoirs artificiels appelés « wewa » ont été construits majoritairement dans le paysage vallonné de la zone sèche (cf. *Figure 35*). Le parc d'ouvrages est d'environ 12 000 réservoirs, dont plusieurs milliers sont très anciens. Ils permettent l'irrigation de plus de 500 000 ha de terres agricoles. La taille de ces réservoirs superficiels varie de 1 à 6 500 ha, les tailles les plus fréquentes sont de 100 à 300 ha. Si l'eau de pluie interceptée est majoritairement destinée à l'irrigation, elle peut aussi être utilisée pour des usages domestiques. Des problèmes d'envasement et par conséquent de réduction des surfaces irrigables, peuvent être rencontrés (*Ministry of urban development and water supply, 2006 ; Weeraratna, 2006*).



Figure 34 : Exemple de bassin de récupération des eaux de pluie de ruissellement, en zone sèche, appelé « Pathahas » (*Weeraratna C.S., 2006*).



Figure 35 : Réservoir d'eau de pluie à Kunrundamkulama (*Weeraratna C.S., 2006*).

8.4.2. Critères de qualité

L'utilisation de l'eau de pluie étant promue pour l'approvisionnement en eau potable, les questions de la qualité des eaux de pluie et de leur acceptabilité par la population constituent des enjeux dans la politique conduite par le gouvernement. Néanmoins, on peut noter que le guide de LRWHF de 2009 ne spécifie pas de critère de qualité¹²⁶, mais des moyens à mettre en œuvre que ce soit en termes de conception du dispositif ou d'opérations de maintenance à réaliser. Le projet de politique et stratégie nationales d'eau de pluie en milieu rural (2006) fournit des valeurs-guides selon le taux de E. Coli, distinguant trois classes (cf. *Tableau 21*).

Tableau 21 : Ligne directrice provisoire pour la qualité de l'eau de pluie (*Ministry of Urban Development and Water supply, 2006*)

| Classe | E. Coli (Nombre / 100 ml) | Interprétation |
|--------|---------------------------|---|
| I | 0 | La plus élevée et qualité d'eau potable idéale |
| II | 1-10 | Eau de qualité potable marginale |
| III | 10 | Ne convient pas pour un usage d'eau potable mais convient pour d'autres usages. |

Notes:

1. E. coli est l'indicateur privilégié, mais les coliformes thermotolérants (coliformes fécaux autrefois) peuvent être utilisés comme une alternative acceptable.
2. L'eau potable se réfère à l'eau utilisée pour boire ou pour préparer la nourriture qui se mange crue.

Plusieurs études ont été conduites pour évaluer la sécurité de l'approvisionnement en eau domestiques et l'acceptabilité des consommateurs (cf. 8.7).

8.5. Acteurs et structuration du secteur de la RUEP au Sri Lanka

8.5.1. Rôle des organismes gouvernementaux

Ce sont les organismes gouvernementaux, en charge de l'approvisionnement en eau, qui ont impulsé dans les années 1990 les projets pilotes à grande échelle pour, notamment, l'expérimentation de la récupération et de l'utilisation de l'eau de pluie (cf. 8.6), avec l'appui de bailleurs de fond comme la banque mondiale.

Le *National Water Supply and Drainage Board* (NWSDB), qui compte 9 000 employés a en charge l'approvisionnement en eau au Sri Lanka. Il dessert par réseau 30% de la population du Sri Lanka. Créé en 1974, il est désormais placé sous la tutelle du ministère de l'approvisionnement en eau et du drainage (*Ministry of Water Supply and Drainage*) créé en 2007, à la suite du Ministère du développement urbain et de l'approvisionnement en eau. Ce

¹²⁶ Le guide fait référence aux lignes directrices de l'OMS pour les E. Coli.

nouveau ministère est chargé de définir des politiques et programmes relatifs à ces thématiques et de faciliter et guider le NWSDB dans la mise en œuvre des programmes et projets, en conformité avec les priorités nationales, notamment la politique de l'eau de pluie. Le plan d'entreprise (2007-2011) du NWSDB rappelle, en matière de RUEP, le contexte sri lankais et la politique gouvernementale ainsi que le rôle du Secrétariat à récupération de l'eau de pluie créé pour encourager cette pratique, au travers notamment de programmes de sensibilisation au sein des écoles, etc. Le NWSDB apporte son soutien au secrétariat et peut apporter son assistance aux communautés. Ainsi, « *identifier et mettre en œuvre les programmes de récolte des eaux de pluie* » est l'une des stratégies mises en œuvre par le NWSDB : la RUEP est prise en compte comme l'un moyen d'accès à l'eau potable, au même titre que les réseaux, etc.

Au sein du Ministère de l'Approvisionnement en Eau, le *Rural Water Supply and Sanitation Division* (RWSSD)¹²⁷ a plus particulièrement en charge l'approvisionnement en eau en milieu rural, en terme de réalisation et de gestion, en lien avec les autorités locales. Il œuvre notamment au travers des projets à grandes échelles *Community Water Supply & Sanitation Projects* (CWSSP) qui ont intégré une composante RUEP.

8.5.2. Une association nationale de promotion¹²⁸

Un nombre important d'organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, locaux, nationaux ou internationaux, oeuvrent depuis le milieu des années 1990 à des programmes d'envergure pour accompagner le développement de l'utilisation de l'eau de pluie : Banque mondiale, Banque de Développement Asiatique, etc.

Parmi les associations, *Lanka Rain Water Harvesting Forum* (LRWHF) est une organisation non gouvernementale à but non lucratif fondée en 1996. Elle compte en 2010 près d'une soixantaine de membres : des institutionnels dont le NWSDB, le Conseil du travail des femmes, des professionnels, des praticiens, des chercheurs, etc. Ses missions, au service de la diffusion de la récupération de l'eau de pluie, visent ainsi la connaissance des pratiques actuelles, le développement de dispositifs et de modes d'organisation adaptés aux capacités des communautés, le promotion de l'utilisation de l'eau de pluie pour différentes usages, domestiques, agricoles et de recharge de nappe phréatique.

A cette fin, elle met en œuvre différentes actions : projets de démonstration dans des processus participatifs (communauté villageoise, écoles, etc.), communication dans différents média et développement de supports promotionnels, actions de sensibilisation et de formation des différents porteurs d'enjeux. Près de 400 maçons ont été formés dans le pays sur la planification, la conception et la construction des dispositifs. Elle participe à des programmes de R&D (cf. 8.7). Elle assure également la mise en réseaux des acteurs et le partage d'expériences. Au travers de son site internet, elle conduit une veille, incrémente une base de données de projets et met à disposition des outils de dimensionnement.

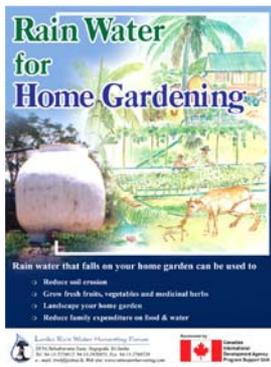
Plusieurs actions significatives peuvent être citées à son actif. Elle a ainsi participé au Comité Directeur qui a conduit à la politique nationale de récupération et d'utilisation des eaux de pluie, adoptée par le Ministère du Développement Urbain et de l'Approvisionnement en Eau. Elle a notamment participé à un programme de R&D collaboratif de l'Université de Warwick au Royaume-Uni pour le dimensionnement de réservoirs de 10 à 50 m³ ayant conduit à un gain en conception et en coûts (Aryananda, 2004, citant Martinson *et al.*, 2002). Elle a elle-même à son actif 4 048 installations¹²⁹, réparties sur l'ensemble des provinces du Sri Lanka. Pour la promotion de la récupération des eaux de pluie, elle édite un ensemble de brochures (cf. *Figure 36*).

A noter que LRWHF est insérée dans les réseaux d'échanges internationaux, tels que *South Asia Rainwater Harvesting Network*, *East Asia Rainwater Harvesting*, et l'IRCSA. La directrice de LRWHF, Tanuja Ariyananda, est la nouvelle présidente du bureau de l'IRCSA.

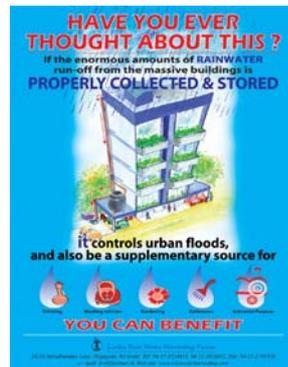
¹²⁷ Il s'agit de l'agence nationale en charge du développement de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en milieu rural.

¹²⁸ D'après principalement Ariyananda T. (2004, 2010b) et le site internet de l'association.

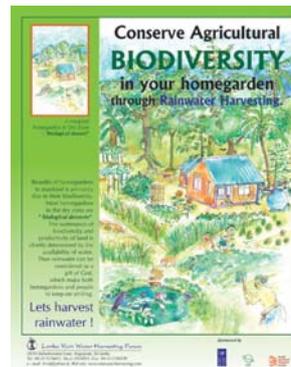
¹²⁹ Bilan au 17 mars 2009.



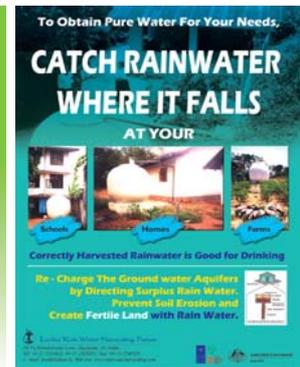
Promotion de l'utilisation de l'eau de pluie pour le jardinage (2009).



Encouragement de l'utilisation de l'eau de pluie dans les grands immeubles en milieu urbain (2004).



Promotion de la récupération de l'eau de pluie pour la préservation de la biodiversité agricole dans les jardins en zone sèche (2004).



Trois secteurs dans lesquels l'eau de pluie peut être utilisée et aussi infiltrée pour la recharge des nappes : écoles, maisons, fermes (2002).

Figure 36 : Exemples de posters édités par l'association LRWHF pour sensibiliser à l'utilisation des eaux de pluie.

8.6. Exemples de projets significatifs et de programmes d'envergure

8.6.1. Projet pilote communautaire CWSSP

Un premier programme-pilote, connu sous le sigle CWSSP¹³⁰, a été mis en œuvre de 1993 à 1998 par le Ministère du Logement et des Services Publics, à l'initiative conjointe du Gouvernement du Sri Lanka et de la Banque Mondiale. Les objectifs initiaux étaient de développer en milieu rural, en zone humide dans les districts de Badulla, Matara et Ratnapura, un système d'approvisionnement en eau et d'assainissement. Ce développement devait faire appel à un processus participatif, en mettant en place des structures institutionnelles qui permettent à la communauté d'exploiter, d'entretenir et de gérer les équipements. Cependant, plusieurs communautés vivant dans des collines ne pouvaient pas être desservies par des options techniques alors disponibles. Aussi, une étude a été conduite pour analyser la faisabilité de la collecte et de l'utilisation de l'eau de pluie. Il s'agissait de recueillir des informations existantes sur la récupération des eaux de pluie dans le pays et de concevoir puis construire des réservoirs de stockage à bas coûts. Les résultats obtenus sont de plusieurs ordres :

- le développement d'une méthode de dimensionnement des réservoirs de stockage : prise en compte d'une surface de collecte de l'habitation (surface moyenne du toit de 60 m²), conditions climatiques considérées sont 50 jours de période sèche. La satisfaction des besoins domestiques pour une famille de 5 personnes disposant d'au moins 20 litres d'eau / personne / jour pendant cette période ;
- le développement technique de deux modèles de réservoirs : le premier souterrain en brique (morceaux de bambous et quelques planches), le second aérien en ferro-ciment (nécessitant une armature métallique) ;
- le développement d'un modèle de financement : pour le réservoir en brique, une contribution obligatoire des ménages de 20% sous la forme de travail non qualifié, ceux en ferro-ciment, une contribution financière complémentaire.

Au départ, cette option était rejetée par la majorité pour des raisons sociales et sanitaires. Des installations de démonstration ont été installées dans un village du district de Budulla. Ensuite le concept a été repris très rapidement, particulièrement par les femmes. Initialement absents, les équipements complémentaires ont par la suite été également fournis : couvercle de la cuve, gouttières, tuyaux, dispositifs de premier rinçage et filtre granulaire, ainsi que pompe à main pour les réservoirs enterrés. Cette première phase du programme CWSSP, qui pris fin en 1998, a permis l'installation de 5 488 dispositifs de RUEP dans le district de Badulla et 1089 dans le district de Matura, soit près de 6 600 dispositifs dans ces deux districts (Aryananda, 2004). Les résultats et technologies développées dans ce projet ont ensuite été mis en œuvre par des organisations gouvernementales et non gouvernementales dans d'autres districts, plus secs, avec une adaptation du dimensionnement (Aryananda, 2010 a). Ainsi, par la suite, lors de

¹³⁰ Community water supply and sanitation project (CWSSP) : <http://www.cwssp.org/>

la diffusion dans des parties du pays plus sèches, la capacité des réservoirs a été portée à 7,5 m³ pour les habitations, 10 m³ pour les institutionnels (Aryananda, 2004).

Aujourd'hui, le projet CWSSP II est mis en œuvre par le Ministère de l'Approvisionnement en Eau et du Drainage (*Ministry of Water Supply and Drainage*) / Rural Water Supply and Sanitation Division (RWSSD)¹³¹. Ce programme promeut la récupération et l'utilisation des eaux de pluie comme une réponse technique à part entière. Au total, plus de 16 000 réservoirs d'eau de pluie ont été installés à ce jour dans ce cadre. L'association LRWHF assure un suivi de l'action des différents acteurs, permettant une évaluation quantitative et spatialisée de ce développement. Outre le CWSSP, il s'agit notamment des actions conduites par le National Water Supply and Drainage Board (NWSDB) et des projets d'approvisionnement en eau et d'assainissement aidés par la Banque Asiatique de Développement.

8.6.2. Plus de 4 000 dispositifs installés dans les zones sinistrées par le tsunami¹³²

La gestion des effets du tsunami survenu le 26 décembre 2004 dans l'océan indien a, en matière d'approvisionnement en eau, conduit à l'intégration de dispositifs de RUEP dans le cadre des travaux de reconstruction. Le tsunami a causé 35 000 morts et disparus au Sri Lanka. Il a également fait 1,5 millions de sans-abris, soit 7,5% de la population. Les victimes et dommages ont été essentiellement situés dans les zones côtières du Nord, de l'Est et du Sud du pays. Pour permettre un retour à la normale, d'importants programmes de reconstruction ont été développés par le gouvernement avec l'appui de divers organismes nationaux et internationaux. En matière d'approvisionnement en eau, le gouvernement a été confronté à différentes problématiques dans les zones sinistrées : contamination des eaux souterraines notamment par l'intrusion d'eau de mer (salinisation des puits), tarissement, absence de desserte des habitations déplacées, délais de construction des systèmes d'approvisionnement en eau, réduction de la disponibilité des citernes mobiles, système d'adduction d'eau potable non disponibles et coûteux...

Dans ce contexte, le gouvernement¹³³ a encouragé l'adoption de dispositif de RUEP dans le processus de reconstruction post-tsunami comme des ressources mobilisables couramment et en situation d'urgence. La récupération des eaux de pluie de toitures a ainsi été particulièrement promue pour la satisfaction des besoins domestiques (boissons, cuisines, ...), ainsi que dans les écoles. Des programmes de développement intégré et participatif, associant les dimensions technique et organisationnelle, ont ainsi été développés dans les provinces du Sud et de l'Est. D'ampleur variable, ils ont bénéficié de soutiens du gouvernement et d'organisations non gouvernementales.

A la suite d'une étude de faisabilité, un programme a ainsi permis l'installation de plus de 3 000 dispositifs de récupération des eaux de pluie pour les besoins domestiques dans trois districts de la province du Sud : Galle, Matara et Hambantota. D'une durée de trois ans, de janvier 2006 à mai 2009, il a été soutenu par *Malteser International* et l'Unicef. Les actions conduites ont porté sur la sensibilisation des villageois, la formation des maçons retenus pour la construction, la réhabilitation d'une trentaine de réservoirs, la création de centres de ressources notamment dans des écoles, la construction de 3 026 réservoirs d'une capacité de 5 m³ et des formations des utilisateurs à l'exploitation et la maintenance des dispositifs, ainsi que la mise en réseaux d'acteurs, et des travaux de R&D pour l'optimisation de composants.



Personnes transportant de l'eau.



Réservoir d'eau de pluie achevé.



Livraison du 1000^{ème} réservoir, Ratgama.



Formation Exploitation et maintenance.

Figure 37 : Programme de développement de dispositifs de récupération et d'utilisation des eaux de pluie dans les zones affectées par le tsunami, dans la province du Sud, de janvier 2006 à mai 2009 (Source : LRWHF).

¹³¹ Il s'agit de l'agence nationale en charge du développement de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en milieu rural.

¹³² D'après : Ariyananda T. (2006, 2007a) et LRWHF (4 projets documentés sur son site internet).

¹³³ Ministère du Développement Urbain et de l'approvisionnement en eau.



Réervoir particulier à Komari



Réervoir 20 m³ à l'école de Maha Oya

Figure 38 : Exemples de travaux réalisés dans le district d'Ampara, dans des villages touchés par le Tsunami (source : LRWHF).

Un autre projet a par exemple été conduit dans le district d'Ampara de décembre 2007 à août 2008. Il a également visé l'amélioration de l'approvisionnement en eau pour les ménages vulnérables, afin d'améliorer leurs conditions de vie et de prévenir les maladies d'origine hydrique. Bénéficiant du soutien de *Malteser International*, il a concerné 140 habitations et 10 écoles (réservoir semi-enterré de 20 m³).

Ainsi, suite au Tsunami, ce sont au total près de 4 000 dispositifs de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie qui ont été installés dans l'est et le sud du Sri Lanka. Les bénéfices spécifiques identifiés dans ce contexte sont multiples : facilité d'accès à l'eau potable, économie de temps consacré à l'approvisionnement en eau, amélioration des qualifications des villageois, réduction de la dépendance vis à vis des fournisseurs d'eau extérieurs, amélioration de la sécurité d'approvisionnement en eau des ménages, meilleure pratique de l'assainissement en raison de plus d'eau disponible (Aiyandana, 2006). A partir des acquis de ces projets, ont été développées des normes para-tsunami : la RUEP y est devenue une exigence essentielle.

8.7. Thématiques de recherche et de débats

Différents travaux de recherche sont conduits sur des dispositifs de collecte et de stockage de l'eau de pluie à faible coût : surveillance de la durabilité des pratiques actuelles, évaluation de l'aptitude à l'emploi de différents matériaux de toiture, analyse de la qualité de l'eau de pluie recueillie, évaluation du potentiel de la récupération de l'eau de pluie pour le jardinage, évaluation de l'acceptabilité et de la motivation des utilisateurs de l'eau de pluie, analyse de la sécurité de l'alimentation en eau (LRWHF, 2009).

Sur ces dernières thématiques, une étude a par exemple été réalisée dans le district d'Anuradhapura dans la zone sèche, district où l'eau de pluie récupérée des toitures est devenue la ressource prioritaire utilisée pendant les périodes sèches. Plusieurs programmes ont permis de développer le parc d'installations. L'étude a montré que plus de 85 % des foyers utilisaient de l'eau de pluie pour la boisson, bien que certains étaient préoccupés par sa qualité et ne la buaient qu'après l'avoir portée à ébullition. L'accessibilité de l'eau et l'assurance donnée par l'équipe du projet de sa bonne qualité apparaissent comme les principales raisons pour lesquelles les gens sont disposés à la boire. L'acceptabilité de l'eau de pluie pour la consommation était très élevée dans les zones déficitaires et avec la distance croissante à d'autres sources. On peut noter cependant que parmi ceux qui ont estimé qu'ils avaient suffisamment d'eau, 84% des ménages de l'échantillon l'ont trouvée satisfaisante pendant la saison des pluies, mais seulement 21% pendant la saison sèche. Le suivi analytique réalisé sur 10 dispositifs a par ailleurs montré que l'eau stockée respecte la norme sri-lankaise de qualité d'eau potable (1983) sur les plans chimiques et physiques, mais pas biologique (coliformes), conduisant à recommander de faire bouillir l'eau de pluie avant de la boire (Bandara *et al.* 2009).

A plus grande échelle, une étude socio-économique a également été conduite en 2011 pour évaluer l'efficacité des systèmes de récupération des eaux de pluie comme une réponse à l'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques, avec le soutien du *Water Supply & Sanitation Collaborative Council* et en partenariat notamment avec le NWSDB. Sa finalité est de promouvoir la RUEP comme une alternative pour la boisson. Elle a permis d'échantillonner à travers le pays 543 ménages dans des communautés rurales et de dresser une photographie des profils de ressources en eau mobilisées, des conditions et des usages associés sur la base d'une enquête. Elle a en particulier approché les motivations d'utilisation (ou de non utilisation) des eaux de pluie, et le cas échéant les conditions d'usages, éventuellement variables selon les saisons¹³⁴ (LRWHF, 2011).

¹³⁴ http://www.lankarainwater.org/projects/evaluation_rwh_systems.htm

9. Ouganda

9.1. Contexte général des ressources en eau

L'Ouganda est une république d'Afrique de l'Est de plus de 34 millions d'habitants.

Son organisation administrative repose sur quatre niveaux de décision : les districts (cf. *Figure 39*), les comtés, les paroisses et les villages. Chacune de ces entités administratives, à l'exception des villages, dispose d'un gouvernement local¹³⁵.

Les districts sont répartis en quatre régions (Centre, Est, Nord, Ouest) ; ces dernières n'ont cependant pas de réel rôle décisionnaire ou administratif.

La proportion de la population ougandaise vivant en zone urbaine était évaluée à 13 % en 2007 (statistiques des Nations Unies).

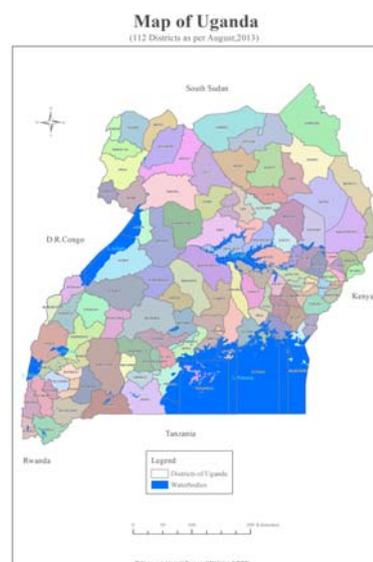


Figure 39 : Districts ougandais en 2013 (source : UBOS)

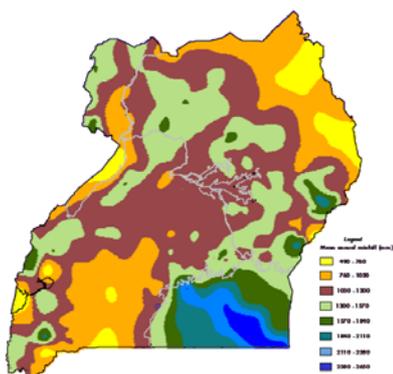


Figure 40 : Pluviométrie annuelle moyenne (source : in (WWAP, 2005))

La géographie du territoire est marquée par des plateaux d'une altitude moyenne de 1 300 m où se nichent le lac Victoria et le lac Kyoga. Le pays est ainsi soumis à un climat tropical contrasté, notamment en termes de pluviométrie (cf. *Figure 40*). D'une moyenne annuelle de 1 300 mm, elle s'étend de 500 mm aux extrémités sud et nord du pays à plus de 2 000 mm près du lac Victoria. Par ailleurs :

- le centre, l'ouest et l'est du pays connaissent un régime pluviométrique bimodal, avec des pluies de mars à mai, puis de septembre à novembre ;
- le nord-est du pays connaît quant à lui un régime unimodal, avec des pluies d'avril à octobre.

Les ressources en eau du pays, globalement abondantes, sont variables en termes de quantité et de qualité. Le réseau hydrographique superficiel est relativement pauvre ; les eaux souterraines constituent la principale source d'approvisionnement en eau ; leurs potentialités hydrauliques peuvent cependant être limitées (MWE, 2010a). Par ailleurs, bien que la qualité des eaux souterraines soit acceptable dans une grande partie du pays, elle présente dans plusieurs secteurs des teneurs élevées en aluminium, chlorites, fer, manganèse, zinc, voire chrome, en lien avec le mode d'exploitation de ces eaux. Une détérioration de la qualité des eaux de surface est également observée ces dernières décennies (urbanisation et activités anthropiques, assainissement, agriculture), en particulier pour les eaux du lac Victoria (WWAP, 2005).

Dans ce contexte, l'accès à une ressource en eau de qualité constitue encore à ce jour un enjeu majeur pour le pays. Le gouvernement s'est fixé comme objectif d'atteindre une consommation nationale moyenne de 20 L/hab/jour pour répondre aux besoins minima d'alimentation et d'hygiène¹³⁶. Cet objectif est complété par les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) pour l'accès à l'eau et à l'assainissement (cf. 9.3).

¹³⁵ Le nombre d'unités administratives sous-jacentes aux régions augmente régulièrement afin de faciliter les services rendus aux habitants.

¹³⁶ En 2004, une moyenne de 14 L/hab/jour était rapportée en zones rurales (Thomas, 2004).

9.2. Diffusion de la pratique de récupération et utilisation de l'eau de pluie

9.2.1. Une pratique en progression, mais de manière inégale sur le territoire

Des pratiques traditionnelles appelées à se formaliser

Des pratiques traditionnelles de récupération et utilisation de l'eau de pluie sont observées dans de nombreux districts d'Ouganda (cf. *Figure 41*).



Il s'agit de pratiques rustiques pour le stockage de petits volumes d'eau de pluie dans des barils, des jerrycans, etc. Des couvercles, des tiges de banane ou bien de bambous peuvent être utilisés pour la fabrication de gouttières.

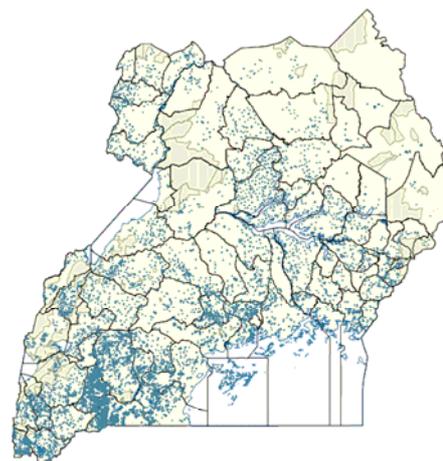
Ces stockages sont surtout utilisés pendant la saison des pluies ; ils évitent aux populations de longues marches vers la source d'eau la plus proche. Les auteurs parlent parfois d'utilisation de l'eau de pluie « opportuniste » (Thomas, 2004).

Figure 41 : Collecte traditionnelle de l'eau de pluie (source : URWA, 2005)

Ces pratiques apparaissent moins développées dans la partie Nord du pays (cf. *Figure 42*), relativement sèche et présentant un régime pluviométrique unimodal. La proportion de toits en paille y est également importante (Kyalimpa, 2009). Par ailleurs, la crainte des violences a conduit certaines ONG à développer leurs actions dans d'autres régions du pays (com. pers. Hans Hartung).

Ces pratiques traditionnelles tendent progressivement à se formaliser (réalisation d'installations pérennes, utilisation de matériaux spécifiques pour les gouttières, ...), sous l'impulsion des populations locales mais surtout des ONG. Ce processus est encore lent.

Figure 42 : Répartition géographique des cuves d'eau de pluie sur le territoire (source : MWE, 2010b)



Des installations en nombre croissant, concurrencées par d'autres ressources

Le nombre d'installations d'utilisation de l'eau de pluie est en augmentation régulière depuis les années 2000, en particulier pour les installations domestiques (Thomas et *al.*, 2007 ; Danert et *al.*, 2009). Cette augmentation concerne principalement les zones rurales qui bénéficient des projets portés par les ONG ainsi que du soutien, depuis le milieu des années 2000, des Ministères en charge des questions de l'eau et des finances (cf. 9.3).

Ces installations ne représentent pour autant qu'une très faible proportion des ouvrages visant à améliorer l'accès à une ressource en eau de qualité pour les populations. Fin 2008, 9 % des 82 000 ouvrages réalisés en zones rurales avec le soutien du Ministère de l'Eau et de l'Environnement (MWE), soit un peu moins de 7 500 ouvrages, étaient des cuves d'eau de pluie, dont une majorité (près de 80 %) présentant un volume inférieur à 10 m³ (MWE in (Danert et *al.*, 2009)).

Ainsi, en 2008, selon les statistiques nationales, seulement 0,1 % de la population rurale était approvisionnée par une cuve d'eau de pluie, contre respectivement 24, 17, 16 et 6 % de la population pour les forages, sources, puits profonds et réseaux gravitaires (cf. *Figure 43*).

Ces chiffres, alimentés par les districts, sont susceptibles de sous-estimer la diffusion des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie car n'incluant par exemple pas systématiquement les projets portés par des ONG (Danert et al., 2009).

Par ailleurs, les sources d'approvisionnement en eau ne sont pas exclusives. Il est ainsi possible que pendant la ou les saison(s) pluvieuse(s), l'eau de pluie constitue un apport complémentaire à une autre ressource (puits, forages,...), notamment pour la boisson.

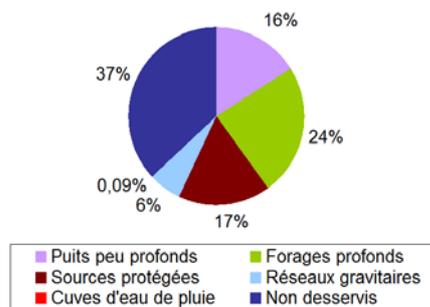


Figure 43 : Répartition des sources d'approvisionnement en eau pour les populations rurales en 2008 (source : traduit de MWE, 2008)

De nombreuses techniques de stockage, préconçues ou construites sur place, sont ainsi observables en Ouganda (cf. Figure 44 à Figure 50).



Figure 44 : Bâche de stockage (tarpaulin tank) (source : DTU)



Figure 45 : Cuve en ciment (ferrocement tank) (source : Kigezi Diocese WSP)

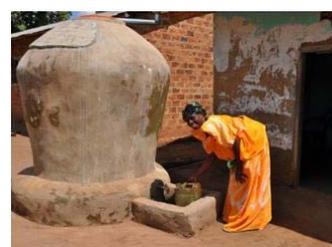


Figure 46 : Jarre (jar) (source des données : WaterAid)



Figure 47 : Cuve semi-enterrée (dome tank) (source : T. Thomas)



Figure 48 : Cuve en tôle (drum tank) (source : D. Rees)



Figure 49 : Puits de pierre (soil block tank) (source : DTU)



Figure 50 : Exemple de techniques récemment importées (source : Relief International)

Le recours à des bâches pour collecter l'eau des toitures (cf. Figure 44) est issu des pratiques des réfugiés rwandais ; cette technique reste l'une des plus simples à mettre en œuvre et des moins onéreuses. En comparaison, les cuves en ciment (cf. Figure 45) ou en tôle (cf. Figure 48) représentent en moyenne un coût quatre fois plus important, mais constituent cependant des solutions plus pérennes (Thomas et al., 2007).

Des expériences mitigées pour les usages collectifs

En dehors des pratiques traditionnelles à l'échelle de l'habitation, les premières installations de récupération et utilisation de l'eau de pluie furent mises en place dans des bâtiments publics, tels que des écoles, hôpitaux et postes de police, au cours de la seconde moitié du 20^{ème} siècle. Les auteurs parlent parfois d'utilisation de l'eau de pluie « institutionnelle » (Thomas, 2004).



Figure 51 : Défaut de conception d'une installation (entrée de la cuve d'eau de pluie plus haute que la gouttière) (source : Thomas et Martison., 2007, p. 126)

Le succès de ces opérations resta très mitigé et n'a que peu contribué à la mise en valeur des potentialités offertes par l'utilisation de l'eau de pluie. Des difficultés de conception (cf. *Figure 51*), de mise en oeuvre, ou bien encore d'exploitation et de maintenance (préparation des points de soutirage, priorisation des usages, définition des responsabilités) ont conduit à la défaillance de nombreuses installations, en particulier dans des écoles rurales (Thomas et al., 2007). Beaucoup de ces installations ne furent ainsi pas utilisées, faute d'accompagnement suffisant.

A la fin des années 1990, des initiatives locales plus fructueuses firent prendre conscience aux responsables politiques des bénéfices que pouvaient apporter les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie dans le pays, en particulier dans les zones où une autre ressource en eau n'est pas, ou difficilement, accessible (Hartung, 2006). Ces initiatives présentaient généralement la particularité de recourir à l'eau de pluie pour des usages domestiques, et non collectifs. L'expérience menée dans la vallée de l'Oruchinga au sud-ouest du pays en est l'un des exemples les plus connus (cf. 9.5).

9.2.2. Un contexte a priori favorable à la diffusion de la pratique

Des moteurs géographiques, culturels et institutionnels

En dehors des principaux centres urbains, la desserte des habitations par les réseaux d'eau reste rare, en raison de difficultés techniques mais également du manque d'organisation et de compétences pour la construction et l'exploitation de telles infrastructures. Parmi les différentes sources d'approvisionnement possibles (cf. *Figure 43*), les pratiques de récupération et utilisation de l'eau de pluie bénéficient de plusieurs éléments de contexte favorables :

- une **pluviométrie favorable dans une grande partie du pays** : considérant la pluviométrie annuelle moyenne, les habitations, même de petites tailles, peuvent avoir une surface de toit suffisante pour alimenter leurs besoins (basé sur une consommation journalière de 15 L par personne) ;
- une **géographie contraignante pour le transport de l'eau** : la présence de secteurs géographiques au relief marqué (fortes pentes) nécessite de transporter l'eau (pour l'irrigation ou les usages domestiques) de la vallée vers les plateaux ; par ailleurs, la nature du sol et du sous-sol rend difficile le recours aux techniques de forages dans certains secteurs ;
- la **présence de pratiques traditionnelles d'utilisation de l'eau de pluie** (cf. 9.2.10) ; ces dernières constituent un point d'appui pour l'introduction et la diffusion de nouvelles techniques, en particulier par les ONG (Rwabambari et al., 2005 ; ARENE, 2009) ;
- l'**augmentation de la proportion de toits en tôle** de fer ondulée davantage adaptés à la collecte de l'eau de pluie que les toits de paille : près de deux tiers des ougandais en disposeraient, cette proportion continuant de croître (Danert et al., 2009) ; cependant, le facteur critique réside dans la surface de toiture disponible ; il peut ainsi être nécessaire de recourir à de plus gros volumes de stockage, ce qui est économiquement difficile, ou de se tourner vers une ressource d'appoint, souvent lointaine (Thomas, 2004) ;
- la **structuration des acteurs locaux** pouvant bénéficier de l'appui d'une ONG ou de l'*Uganda Rain Water Association* (URWA) : cette association nationale non gouvernementale de promotion de l'eau de pluie a été créée en 1997 ; l'URWA est membre de différents réseaux locaux africains, notamment l'UWASNET (*Uganda Water and Sanitation NGO Network*), réseau d'associations oeuvrant pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire.

Dans ses attributions, l'URWA vise à favoriser les échanges entre acteurs, œuvrer pour la promotion de l'utilisation de l'eau de pluie dans les politiques nationales et locales, favoriser les projets de recherche-développement et les retours d'expériences, assurer la promotion des techniques par des partenariats ciblés, proposer une expertise dans les projets et mobiliser les ressources correspondantes (URWA, 2008).



Les activités de l'association se traduisent par exemple par l'organisation de sessions de formations. Dans le cas du district de Koboko, au nord-ouest du pays, une formation locale permit à douze maçons d'acquérir les compétences nécessaires à la construction d'installations d'eau de pluie. La formation s'appuya sur la réalisation de démonstrateurs, à savoir des cuves en ciment et des jarres de quelques mètres cubes (URWA, 2010).

Un ancrage favorisé par les associations et structures de microcrédits

La concrétisation d'un projet d'utilisation de l'eau de pluie est souvent conditionnée par l'appui d'acteurs extérieurs, essentiellement des ONG ; certaines d'entre elles sont présentes depuis longtemps en Ouganda (par exemple, ACORD). Pour augmenter les chances de réussite d'un projet, le soutien d'une ONG ne se résumera généralement pas à un simple financement, mais plutôt à un financement partiel complété par la mobilisation des futurs utilisateurs (contributions financières via des groupes, formation à la construction, etc.), afin de s'assurer de la pérennité de l'installation et de la capacité des populations locales à initier par elles-mêmes de nouveaux projets.

Au niveau des acteurs locaux, le rôle des structures de micro-crédits peut s'avérer primordial pour la mise en place et l'appropriation des installations dans une communauté. L'existence de ces structures fut une des clés du développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie dans le sud-ouest de l'Ouganda. Leur développement y est inspiré des pratiques kenyanes ; les principes peuvent cependant différer, par exemple (Hartung, 2006, 2007) :

- dans le cas du *Mabona Parish Savings and Credit Association Ltd.*, chaque adhérent accepte de faire une contribution régulière jusqu'à ce que l'un des membres de l'association puisse en bénéficier et ainsi de suite ; l'association est enregistrée dans le recueil des entreprises nationales ;
- dans le cas du *Bukanga-Isingiro Rainwater Association*, qui fédère une trentaine de groupes locaux, les frais d'inscription constituent une caisse pour l'attribution de prêts sur 4 mois (de 90 € maximum) aux membres de l'association à un taux d'intérêt mensuel de 2 %.

Afin d'avoir plus de poids auprès des gouvernements locaux, certaines de ces structures locales se regroupent en « associations chapeau » disposant d'un statut et d'une charte. C'est le cas par exemple dans la vallée de l'Oruchinga (cf. 9.5).

Des structures de micro-crédits non dédiées à l'eau de pluie existent par ailleurs dans tout l'Ouganda, à l'image de l'*Isingiro Rural Savings and Credit* opérant dans le sud du district de Mbarara et finançant elle-même des groupes, et non des particuliers. L'existence antérieure de telles structures est souvent une aubaine pour la structuration d'une aide aux pratiques d'utilisation de l'eau de pluie ; certains politiques s'y impliquent, ce qui peut être un facteur facilitant l'ancrage des pratiques (Nakanjakko et al., 2005 ; Rwabambari et al., 2005 ; Hartung, 2006), sous réserve qu'il ne s'agisse pas d'une appropriation politique (URWA, 2006).

Un contexte différent en centres urbains

Au niveau des centres urbains, les services d'eau et d'assainissement, gérés par les districts en zones rurales, sont assurés par :

- une organisation gouvernementale parapublique, la *National Water and Sewerage Corporation (NWSC)*¹³⁷, dans les centres urbains les plus importants (une vingtaine) ;
- les autorités locales avec le soutien du Ministère en charge des questions de l'eau (MWE) dans les centres de tailles plus modestes, de l'ordre de 5 000 à 30 000 habitants ; beaucoup d'entre elles se tournent vers un contrat avec le secteur privé.

¹³⁷ Créée en 1972 pour l'organisation des services d'eau et d'assainissement à Kampala, son autonomie fut accrue à la fin des années 1990 et son champ d'intervention élargi à d'autres centres urbains.

En 2009, les trois quarts des centres urbains d'Ouganda disposaient d'un réseau d'adduction d'eau (MWE, 2010a). Le contexte de l'utilisation de l'eau de pluie est donc différent dans ces zones où la population est desservie. Des installations se rencontrent chez des propriétaires, parfois aisés, souhaitant sécuriser leurs ressources en eau, en particulier dans les secteurs où les performances des réseaux sont encore variables (Thomas *et al.*, 2007).

Un marché de distribution de cuves d'eau de pluie (cuves en PEHD, béton ou acier galvanisé) et d'équipements annexes (pompes,...) s'est ainsi développé dans les centres urbains. Ces pratiques ne reçoivent généralement pas un accueil favorable de la part des gestionnaires des réseaux (*ibid.*).

9.2.3. Des freins persistants mis en évidence

Une faible disponibilité et un coût élevé des matériaux

Au-delà de la compétition pouvant exister avec d'autres sources d'approvisionnement en eau (cf. 9.2.1), le principal frein identifié au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie semble être le coût d'acquisition initial d'une installation, constituée principalement d'une cuve, d'une gouttière et de sa descente (Thomas, 1997 ; Hartung, 2006 ; Kyalimpa, 2009). Cette question est particulièrement prégnante pour les installations domestiques (Danert *et al.*, 2009). En corollaire, la faible disponibilité de matériaux locaux, ou le coût nécessaire à leur transport, peut également être un frein lorsque le stockage d'eau de pluie est conçu sur site (URWA, 2006 ; Danert *et al.*, 2009). D'autre part, les stockages préconçus peuvent faire défaut dans les zones rurales (Danert *et al.*, 2009). En effet, les pratiques formalisées étant moins développées que les pratiques traditionnelles d'utilisation de l'eau de pluie, le marché et la chaîne d'approvisionnement apparaissent encore sous-développés, ce qui est représentatif d'un marché non mature.

Des difficultés d'aide directe aux particuliers se posent également dans les districts où les gouvernements locaux reconnaissent, ou commencent à reconnaître, l'intérêt de l'utilisation de l'eau de pluie ; de bonnes pratiques sont jugées nécessaires (Rwabambari *et al.*, 2005) mais ne trouvent pas encore d'application. Dans l'attente, le district de Mbarara a par exemple beaucoup œuvré pour la réalisation de projets dans les écoles. Il est à noter que certains membres du Ministère de l'Eau et de l'Environnement (MWE) et certains de ses partenaires questionnent la pertinence des aides financières directes aux particuliers pour l'acquisition de cuves d'eau de pluie, considérant les coûts d'investissement élevés par personne en comparaison d'autres sources d'approvisionnement (Danert *et al.*, 2009).

Par ailleurs, considérant le manque de compétences techniques locales, le fait même de ne subventionner que la construction d'une cuve d'eau de pluie, sans fournir les équipements assurant les fonctions de collecte ou de traitement, peut être questionné (Baguma *et al.*, 2009). Dans le cadre de l'intervention de l'ONG WaterAid dans les districts de Tororo, Mpigi et Busia, à l'est du pays, les populations locales reçurent une formation pratique pour la construction de cuves d'eau de pluie. A l'issue de la formation, l'ONG reprit l'ensemble du matériel apporté. L'un des groupes locaux formés à cette occasion perçut la nécessité d'acheter ses propres outils pour la construction de nouvelles cuves comme une contrainte financière, ce qui ne permit pas de pérenniser les pratiques (URWA, 2006).

Un ancrage conditionné par l'acquisition de compétences locales

L'ancrage des compétences techniques auprès des populations locales (construction, exploitation et maintenance des installations) est une condition essentielle à la pérennisation des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie, notamment après le départ d'une ONG. A titre d'exemple, dans le district de Kikagati, au sud du pays, les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie introduites pour des usages domestiques ne prospérèrent pas au sein des populations qui ne disposaient pas de compétences suffisantes pour l'exploitation des installations. Ce constat conduisit une ONG, après échanges avec les populations locales et avec le soutien du gouvernement ougandais, à investir dans la construction d'un bassin de collecte collectif des eaux de ruissellement creusé dans le sol. Durant ce chantier de quatre mois, une équipe de travailleurs fut rémunérée afin d'assurer le transfert des savoirs, la sensibilisation aux exigences d'entretien, le sens de la propriété et de susciter la volonté des habitants d'investir leurs propres économies dans le projet (Owen, 2005).

9.3. Réglementations, politiques locales et démarches de soutien

9.3.1. Une place pour l'eau de pluie dans l'atteinte des Objectifs du Millénaire

Bien que les services d'eau et d'assainissement aient connu des évolutions notables depuis le milieu des années 1990, l'accès à une eau de qualité reste un enjeu majeur en Ouganda. Les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) prévoient un accès¹³⁸ à une ressource en eau sécurisée pour 77 % de la population rurale et 100 % de la population urbaine en 2015. Selon le MWE, les valeurs atteintes en 2010 étaient de 65 % en zones rurales et 67 % en zones urbaines. De fortes disparités sont cependant observées, certains districts étant plus que susceptibles de ne pas atteindre les OMD en 2015. Il s'agit en particulier des districts du *cattle corridor*, zone à fort stress hydrique traversant le pays du sud-ouest au nord-est et pour laquelle les nappes phréatiques présentent un faible potentiel d'utilisation (MWE, 2010a).

Les sources d'approvisionnement considérées comme permettant un accès à une ressource sécurisée sont les réseaux d'eau, les fontaines publiques, forages, puits ou captages d'eau de source protégés ainsi que la récupération et utilisation de l'eau de pluie. Cette dernière ressource est considérée comme une ressource sécurisée si une cuve de moins de 10 m³ alimente au plus 3 personnes (*ibid.*). La première prise en compte de l'utilisation de l'eau de pluie dans les statistiques du MWE remonte ainsi à 2006 (Danert et al., 2009).

Considérant les éléments de contexte favorables à l'utilisation de l'eau de pluie en Ouganda (cf. 9.2.2), il est légitime de se demander si cette pratique est appelée à prendre davantage d'importance. Le soutien apporté par le gouvernement ougandais, évoqué par la suite, peut le laisser penser. Cependant, considérant le fort taux de croissance de la population, les perspectives à long terme apparaissent limitées si des investissements complémentaires à ceux consentis par le Gouvernement ne sont pas mobilisés (Danert et al., 2009).

9.3.2. Un intérêt du gouvernement suite à des retours de terrain positifs

Une étude d'opportunité au début des années 2000

Dans le courant des années 2000, des projets locaux visant l'utilisation de l'eau de pluie, à l'image de l'expérimentation menée dans la vallée de l'Oruchinga, firent prendre conscience aux responsables politiques des bénéfices que pouvait offrir l'utilisation de l'eau de pluie, malgré des échecs passés, en particulier sur des installations collectives. Le gouvernement ougandais lança alors une réflexion sur les voies possibles d'intégration de cette pratique dans les politiques publiques nationales (Rwabambari et al., 2005). Il s'appuya pour cela sur l'association nationale URWA visant la promotion de l'utilisation de l'eau de pluie (cf. 9.2.2).

En mars 2003, le MWE, avec l'appui du *Directorate of Water Development (DWD)*¹³⁹, diligenta une étude pour la définition d'une stratégie nationale pour le développement de l'utilisation de l'eau de pluie en zones rurales. Cette étude visait notamment à identifier les limites à la diffusion et à l'acceptation de ces pratiques (Nakanjako et al., 2005). Cette étude mis en évidence un certain nombre de besoins auxquels pouvait potentiellement répondre l'utilisation de l'eau de pluie. Elle mit également en avant un frein récurrent, à savoir l'accès à des matériaux et produits adaptés (cf. 9.2.3). Les conclusions de cette étude recommandèrent de développer la recherche pour le développement de technologies à faible coût ainsi que de réfléchir à une organisation adaptée pour la réalisation d'installations dans le pays, passant par des partenariats avec les ONG ou le secteur privé.

Cette étude prospective s'accompagna d'une proposition de plan d'actions à l'attention du DWD (Thomas, 2004). Suite à ces propositions, le gouvernement initia une démarche de soutien pour le suivi de sites expérimentaux (districts d'Isingiro, Mpigi, Kabale, Masaka, Rakai et Bushenyi), un des principes retenus étant la mobilisation active des communautés locales : co-financement des projets, information et formation pour l'appropriation des savoirs, des techniques et des principes de gestion financière d'un projet (Nakanjako et al., 2005). A titre indicatif, en 2010, 810 cuves d'eau de pluie de 10 m³ ont été construites avec la participation financière du MWE, pouvant approvisionner près de 5 000 personnes. Elles ne représentent cependant que 55 % du nombre que s'était fixé le Ministère (MWE, 2010a).

¹³⁸ Dans un rayon de 0,2 km en zones urbaines et de 1 km en zones rurales.

¹³⁹ Au sein du Ministère en charge des questions de l'eau (MWE), service d'appui pour la planification, la mise en place et le suivi du développement des services d'eau et d'assainissement en Ouganda.

Un soutien renouvelé en 2009

Début 2009, le MWE renouvela son soutien aux pratiques d'utilisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques. Le Ministère légitima cette position par le fait qu'environ deux tiers des ougandais disposait désormais d'une toiture adaptée pour la récupération de l'eau de pluie (en général, toitures en tôles de fer ondulées).

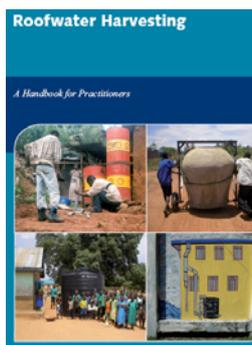
Le Ministère en charge des finances (MFPED) soutient en particulier la mise en œuvre de dispositifs à bas prix dans les zones soumises à un fort stress hydrique (URWA, 2005). La ligne budgétaire de 2010 invitait d'ailleurs les gouvernements locaux (districts) à procéder à l'installation de cuves plastiques d'eau de pluie, en premier lieu dans les bâtiments publics et pour les habitations situées dans des zones où la construction de forages n'est pas réalisable (MFPED, 2010). Des objectifs à intégrer dans les plans de développement locaux, phasés sur cinq ans, sont également définis en appui des Objectifs du Millénaire pour le Développement.

Le Ministère en charge de la Santé n'intervient pas quant à lui dans les conditions du développement de l'utilisation de l'eau de pluie (com. pers. Joseph Epitu).

9.4. Pratiques, usages et acceptabilité de la pratique

9.4.1. Des pratiques étudiées dans le cadre de travaux académiques

L'Ouganda fait partie des pays d'Afrique dont les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie ont été particulièrement observées depuis les années 1990. L'Université de Warwick au Royaume-Uni en avait fait l'un de ses terrains d'études à l'occasion de deux projets de recherche ; le premier, *Domestic Roofwater Harvesting in the Humid Tropics* (1998-2001), bénéficiait d'un financement européen tandis que le second, *Roofwater Harvesting for Poorer Households in the Tropics* (2000-2003), bénéficia d'un financement britannique dans le cadre des actions de coopération internationale.



Complétées par les études réalisées pour le gouvernement ougandais lors de la définition d'une stratégie nationale pour le développement de l'utilisation de l'eau de pluie, les recommandations qui en découlèrent ont contribué à alimenter de nombreuses publications, ainsi que le référentiel *Roofwater Harvesting - A Handbook for practitioners* rédigé par T.H. Thomas et D.B. Martinson et publié en 2007 à destination des pays en développement (cf. Figure 52).

Figure 52 : *Roofwater harvesting – A handbook for practioners* (source : *International Water and Sanitation Centre*).

9.4.2. Une ressource alimentant tout type d'usage

Qualité et traitement de l'eau de pluie avant usage

Peu d'études sur la qualité des eaux de toitures en entrée ou dans des stockages d'eau de pluie en Ouganda sont disponibles dans la littérature. Les mesures souffrent d'un manque de représentativité et leur coût ne favorise par leur multiplication. Dans le cadre d'une campagne de mesures bactériologiques (*Escherichia Coli*) menée sur des installations en sites rural et urbain en Ouganda, Sri Lanka et Ethiopie, soit six sites de mesures, environ un tiers des résultats démontrait un risque faible de contamination au sens de l'OMS, c'est-à-dire une concentration entre 1 et 10 CF/100 ml ; un autre tiers présentait des concentrations entre 11 et 100 CF/100 ml, ce qui correspond à un risque moyen au sens de l'OMS. Les suivis dans le temps montrèrent un abattement des concentrations dans les cuves d'eau de pluie de près de 90 % en moins de 4 jours, ce qui encouragerait à laisser reposer l'eau de pluie collectée avant utilisation (DTU, 2003). Plus généralement, les recommandations techniques disponibles se basent ainsi sur les observations menées dans différents pays (Thomas et al., 2007).

Les pratiques traditionnelles ou recourant à de simples jarres alimentées par une chute de gouttière sont les plus susceptibles de provoquer une dégradation de l'eau de pluie avant utilisation (éclaboussures, absence de protection du stockage, etc.). Dans le cas des réservoirs bâches (cf. Figure 44), les retours d'expériences semblent indiquer qu'aucune précaution de traitement n'était prise (ARENE, 2009) alors que l'eau stockée peut être sujette à une forte contamination bactérienne (en premier lieu par l'introduction de récipients souillés dans la bâche). Dans le cas de pratiques plus techniques (stockages enterrés), l'eau de pluie

est considérée comme présentant peu de risques pour des usages domestiques, même de boisson, dès que le système est bien conçu et bien entretenu (Thomas et al., 2007).

Un tel système comprend un système de filtration, idéalement à deux étages (filtration grossière sur 5 mm, filtration plus fine, à l'aide par exemple d'une nappe de mousseline pour les dispositifs à bas coût), une entrée d'eau tranquillisée et une prise d'eau en partie haute. Le second étage de filtration peut-être remplacé par un diverteur de premier flot (cf. Figure 53).

Avant toute recommandation sur le traitement éventuel de l'eau de pluie, c'est l'absence même de notions sur la nécessité d'entretenir les gouttières (Baguma et al., 2009) et de prévenir l'entrée de moustiques et les développements larvaires au niveau de ces équipements moins visibles (Thomas et al., 2007) qui est soulignée.



Figure 53 : Diverteur de premier flot
(source : T. Ariyananda in Thomas et Martison, 2007, p. 113)

Lorsque le futur utilisateur souhaite tout de même un traitement complémentaire, l'ébullition, la désinfection solaire ou la filtration sur bio-sable sont recommandées. Le nettoyage des cuves d'eau de pluie intervient lorsque les matières sédimentées approchent le niveau de la prise d'eau ; un nettoyage régulier est déconseillé dans tout autre cas afin de préserver le biofilm se formant sur les parois (Thomas et al., 2007).

Usage de l'eau de pluie pour la boisson

L'eau de pluie peut constituer la seule source d'approvisionnement en eau dans certains secteurs (ARENE, 2009). En dehors de la plupart des centres urbains, elle constitue généralement un complément à d'autres ressources (puits, forages). L'eau de pluie peut ainsi être utilisée pour tout type d'usage domestique, notamment d'hygiène et de boisson.

Un sondage réalisé en 2002 dans le cadre du programme de recherche *Roofwater Harvesting for Poorer Households in the Tropics* dans trois districts ougandais, dont celui de la capitale Kampala, montra qu'environ 90 % des personnes interrogées considérait l'eau de pluie comme une ressource acceptable pour des usages requérant une eau potable (DTU, 2002). Comparé à la qualité de l'eau du lac Victoria (Kyalimpa, 2009) ou des sources lointaines servant également à l'abreuvement des animaux, l'eau de pluie peut être perçue comme saine et propre (Radios Rurales Internationales, 2005, 2008).

En 2004, un enquête nationale montra que près de 20 % de la population rurale, soit plus de 4 millions de personnes, utilisait l'eau de pluie pour la boisson durant la ou les saison(s) pluvieuse(s). Cette proportion devient cependant quasi nulle en période sèche (UBOS in (Danert et al., 2009)).

9.4.3. Une appropriation progressive des nouvelles pratiques

La manière dont sont introduites des pratiques formalisées d'utilisation de l'eau de pluie est essentielle. Les ONG peuvent s'appuyer sur l'existence de pratiques traditionnelles favorisant une appropriation plus naturelle par les populations locales (« *now we just increase the pot to a cistern* »). En effet, les populations locales peuvent exprimer un certain scepticisme, voire rejet, vis-à-vis de l'introduction de nouvelles pratiques ; à titre d'exemple :

- au début du développement des pratiques dans le district de Mbarara (cf. 9.5), les populations pensaient que seules les personnes aisées pouvaient acquérir une cuve d'eau de pluie et appréhendaient ainsi l'idée d'intégrer un *saving group* pour participer au financement d'installations (Hartung, 2006) ;
- dans certains villages, lorsqu'un stockage d'eau de pluie mutualisé était placé en dehors des habitations, les habitants refusaient catégoriquement d'utiliser un réservoir-bâche de peur que l'eau stockée ne soit empoisonnée durant leur sommeil (ARENE, 2009) ;
- certains propriétaires ou utilisateurs peuvent craindre le vol d'eau stockée ou le gaspillage volontaire des ressources ; cette crainte peut être effacée par la mise en place de points de soutirage verrouillables (Thomas, 2004).

Par la suite, si les installations sont bien prises en main, les bénéfices qu'elles génèrent effacent les craintes initiales. Ainsi, des activités économiques se développent directement ou indirectement : micro-agriculture, marchés, horticulture, vente d'eau (filtrée et désinfectée), production de porridge, de bière, élevage (Rwabambari et al., 2005 ; ARENE, 2009).

9.5. Exemples de programmes d'envergure et de projets significatifs

9.5.1. Projets soutenus par les autorités publiques

L'élaboration au milieu des années 2000 d'une stratégie nationale pour le développement de l'utilisation de l'eau de pluie en zones rurales avait conduit le Ministère en charge des questions de l'eau (MWE) à soutenir la construction de projets expérimentaux dans différents districts du pays (cf. 9.3.2).

Pour autant, certains districts n'ont pas attendu cette dynamique nationale pour inclure l'utilisation de l'eau de pluie dans leur politique. Cette prise de conscience est associée à la réussite de projets locaux portés généralement par des ONG (cf. infra).

A partir de 1996, le district de Masaka contractualisa avec des artisans locaux ayant reçu une formation afin de soutenir le développement de l'utilisation de l'eau de pluie dans les paroisses de Kyazanga et Ndagwe (URWA, 2005 ; Danert et al., 2009). Le district de Rakai aida quant à lui à partir de 1997 des projets portés par des *women's groups*. Ces groupes avaient pu se former auprès d'autres femmes au Kenya. Plus de 250 cuves en ciment avaient été construites en 2004 (Thomas, 2004). Enfin, dans le cas du district de Mpigi, un programme de construction et de formation des habitants dans 16 paroisses fut lancé en 2003. Piloté par le *District Water Officer*, et faisant intervenir plusieurs *women's groups*, ce programme était motivé par les potentialités offertes par l'utilisation de l'eau de pluie dans une zone où le niveau des nappes phréatiques était très bas et les puits vite asséchés ; un démonstrateur fut construit dans chaque groupe (URWA, 2005).

9.5.2. Les projets pilotes de l'Oruchinga Valley dans le district de Mbarara

La vallée de l'Oruchinga se situe au sud ouest du pays, dans le district de Mbarara. Les écoulements d'eaux superficiels y sont intermittents et la qualité des nappes phréatiques, lorsque celles-ci sont présentes, plutôt mauvaise (fortes teneurs en fluorure, manganèse et calcium). Les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie collectée à partir des toitures furent introduites dans cette vallée en 1993 par l'ONG ACORD sur le modèle des pratiques existantes d'un pays frontalier, le Kenya (Hartung, 2006). La population locale resta dans un premier temps sceptique sur cette pratique à l'échelle de l'habitation (Rwabambari et al., 2005). En 1996, une visite d'échanges au Kenya permit à une petite dizaine d'habitants, en majorité des femmes, de voir des installations en fonctionnement et de participer avec des groupes de femmes kényanes à la construction de nouvelles cuves, dans une optique de formation. Les échanges entre ces *women groups* fit l'objet d'une vidéo "*Mvua ni Maji - Rain is Water*" pour diffuser les bonnes pratiques à l'international. Suite à cette visite, les pratiques d'utilisation de l'eau de pluie commencèrent à s'ancren en Oruchinga.

Une nouvelle étape fut franchie lorsque des structures locales de micro-crédits (*saving groups*) investirent dans la construction d'installations. Cela se concrétisa par deux projets pilotes lancés en 2000 et 2002, et co-financés par *Bread of the World* et des *saving groups*, à dominante féminine.

Entre 2002 et 2006, en moyenne 600 cuves par an furent construites, d'un volume de 6 à 15 m³, en ciment renforcé (Hartung, 2006). Dans plusieurs villages tels que Kibwera, les communautés locales ont ainsi pu diversifier leur usage de l'eau (arrosage des potagers et abreuvement des animaux).

Les expériences menées dans la vallée de l'Oruchinga eurent un effet d'entraînement dans l'ensemble du district de Mbarara, ainsi que dans d'autres parties du pays, et dans des pays frontaliers (Zimbabwe, Rwanda).



Figure 54 : Membres d'une société de micro-crédits devant une cuve auto-financée (source : H. Hartung, 2006)

Sigles & Abréviations

Généralités

AFNOR : Association française de normalisation.

ARENE : Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies

ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Enquipement.

Certu : Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports et l'Urbanisme.

COMOP : Comité Opérationnel (du Grenelle de l'Environnement)

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

ERCSA : European Rain Catchment Systems Association

IRCSA : International Rain Catchment Systems Association

LEESU : Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains.

MEEDDM : Ministère de l'Ecologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer

OIEau : Office International de l'Eau.

ONEMA : Office National de l'eau et des Milieux Aquatiques.

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'environnement

RST : Réseau Scientifique et Technique.

RUEP : Récupération et Utilisation de l'Eau de Pluie.

RWH : Rain Water Harvesting.

Allemagne

BMG : Bundesministerium für Gesundheit (ministère fédéral de la santé).

BMU : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère fédéral de l'environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire)

BMVEL : Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (ministère fédéral de la consommation, de l'alimentation et de l'agriculture).

DIN : Deutsches Institut für Normung e. V.

DVG : Deutscher Verein des Gas e. V.

DVWG : Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft (fédération allemande du secteur du gaz et de l'eau)

FBR : Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung eV (association nationale de pour la promotion de l'utilisation de l'eau de pluie).

IRCSA : International Rainwater Catchment System Association

UBA : Umweltbundesamt (Agence fédérale de l'environnement)

Angleterre

BRE : Building Research Establishment

BREEAM : Building Research Establishment Environmental Assessment Method

BSI : British Standard Institution
BSRIA : Building Services Research and Information Association
CIPHE : Chartered Institute of Plumbing and Heating Engineering
CIRIA : Construction Industry Research and Information Association
DCLG : Department for Communities and Local Government (ex OPDM)
DEFRA : Department for Environment, Food and Rural Affairs
DWI : Drinking Water Inspectorate
EA : Environment Agency
EPSCR : Engineering and Physical Sciences Research Council
HM : Her Majesty's (Government)
MTP : Market Transformation Programme
ODPM : Office of the Deputy Prime Minister (aujourd'hui DCLG)
OFWAT : Office for Water Services
SUDS : Sustainable Urban Drainage Systems
UKRHA : UK Rainwater Harvesting Association
WRAS : Water Regulations Advisory Scheme

Etats-Unis

ANSI : American National Standards Institute.
ARSCA : American Rainwater Catchment Systems Association.
ASPE : American Society of Plumbing Engineers.
ASTM : American Society Of Testing Materials International.
BMP : Best management practices.
CVC : Chauffage, Ventilation, Climatisation.
EPA : Environmental Protection Agency
IAPMO : International Association of Plumbing and Mechanical Officials.
LEED : Leadership in Energy and Environmental Design.
NFS :
USGBC : United States Green Building Council.
VA DCR : Virginia Department of Conservation and Recreation.

Brésil

ABMAC : Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
ABNT : Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA : Agência Nacional de Águas
ASA : Articulação no Semi-Árido Brasileiro
EMBRAPA : Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IRPAA : Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada
P1+2 : Programa Uma Terra e Duas Águas

P1MC : Programa Um Milhão de Cisternas

Australie

ABS : Australian Bureau of Statistics

ARID : Australian Rainwater Industry Development group

AWA : Australian Water Association

CSIRO : *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*

EnHealth : Environmental Health Committee

EPHC : Environment Protection and Heritage Council

MPMSAA : *Master Plumbers' and Mechanical Services Association of Australia*

NRMMC : Natural Resource Management Ministerial Council

NHMRC : National Health and Medical Research Council

WSUD : Water Sensitive Urban Drainage

Inde

CGWB: Central Ground Water Board, Government of India

DUAG: Directorate of Urban Administration & Development, Government of Madhya Pradesh

KSCST: Karnataka State Council for Science and Technology

MDWS: Ministry of Drinking Water and Sanitation, Government of India

SODIS: Solar Desinfection

TWSDB: Tamilnadu Water Supply and Drainage Board

UN-ESCAP: United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific

WACP: Water for Asian Cities Programme

Sri Lanka

CWSSPP : Community Water Supply and Sanitation Project

LRHF: Lanka Rain Water Harvesting Forum

NWSDB : National Water Supply and Drainage Board.

RWSSD : Rural Water Supply and Sanitation Division.

Ouganda

DWD : Directorate of Water Development

IRC : International Water and Sanitation Centre.

MFPED : Ministry of Finance, Planning and Economic Development

MWE : Ministry of Water and Environment

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

NWSC : National Water and Sewerage Corporation

ONG : Organisation Non Gouvernementale

UBOS : Uganda Bureau of Statistics

URWA : Uganda Rain Water Association

WWAP : World Water Assessment Programme (*programme de l'ONU*)

Bibliographie volume 1

Références – Introduction et méthodologie

- Abichared M., Delage D., Faby J.A., 2008, Utilisation des eaux pluviales dans l'habitat aux Pays-Bas et en Allemagne, O.I.Eau / Onema, 38 p.
- AFNOR (2011). NF P16-005. Systèmes de récupération de l'eau de pluie pour son utilisation à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.
- ARENE (Agence Régionale de l'environnement et des nouvelles Energies), 2010, Récupération et utilisation de l'eau de pluie dans les pays en développement. Retours d'expériences, 125 p.
- Arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.
- de Gouvello B., Moreau de Bellaing C., « Les mécanismes d'incitation à l'utilisation de l'eau de pluie en France : entre réglementation nationale et initiatives locales », Cahiers de l'ASEES, 14 (2009) 85–91 (DOI: 10.1051/asees/2009010)
- Gould J., Nissen-Petersen E. (2000). *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction and Implementation*. Ed. Practical Action, 302 p.
- MEEDDM, MSS (2009). Systèmes d'utilisation de l'eau de pluie dans le bâtiment. Règles et bonnes pratiques à l'attention des installateurs. Plaquette d'information, 20 p. [en ligne].
- UNEP (United Nations Environment Programme) / SEI (Stockholm Environment Institute), 2009, Rainwater Harvesting: a lifeline for human well-being, 69 p.

Références - Allemagne

- Documents d'orientation, réglementations

Loi-cadre fédérale sur les ressources en eau (*WHG Wasserhaushaltsgesetz*).

Décret fédéral sur l'eau potable (*TrinkwV Trinkwasserverordnung*) (version originale de 1975, révisé en 2001).

Règlement sur les conditions générales pour l'approvisionnement en eau (*AVBWasserV Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser*) version originale de juin 1980 révisée en 2004).

Norme DIN 1989 « Systèmes d'utilisation des eaux pluviales » (*Regenwassernutzungsanlagen*) en 4 parties (2002 à 2005).

- Reportage

L'eau de pluie en Allemagne (Fbr) www.youtube.com/watch?v=Dkiq7ziDXXk

- Manuels et référentiels

ARENE IdF, CSTB (2007). *Récupération et utilisation de l'eau de pluie dans les opérations de construction. Retours d'expériences et recommandations*. 64 p.

Environment Agency (2010). *Harvesting rainwater for domestic uses : an information guide*. 32 p.

Gould J., Nissen-Petersen E. (2000). *Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction and Implementation*. Ed. Practical Action, 302 p., pp. 219-222.

Umweltbundesamt (2005). *Versickerung und Nutzung von Regenwasser. Vorteile, Risiken, Anforderungen*. [Infiltration et utilisation de l'eau de pluie : risques, avantages et enjeux]. En ligne, 44 p.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2007). *Innovative Water Concepts. Service Water Utilisation in Buildings*. En ligne, 32 p.

o Communications et articles

- Agence fédérale de l'environnement. *Alternative water systems*. En ligne http://www.umweltbundesamt.de/wasser/wsektor/wasserdoku/english/s11_e.html (page consultée en 2012)
- Durand P. (2011). « *Expérience de taxe pluviale au prorata de la charge rejetée à Berlin* ». Conférence internationale Les outils de la gouvernance locale des services d'eau et d'assainissement, ASTEE, Bordeaux, 5-6 octobre 2011.
- Hollander R., Bullermann M, Gross C., Harttung H., König K., Lucke F. K., Nolde E. (1996). *Mikrobiolo-gisch-hygienische aspekte bei Mikrobiolo-gisch-hygienische Aspekte bei der Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser für Toilettenspülung, Gartenbewässerung und Wäschewaschen, Das Gesundheitswesen, 5/58 (1996), S. 287-293.*
- Klein B., Bullerman M. (1989). « *Qualitative aspects of rainwater use in the federal republic of Germany* ». 4th International Rainwater Cistern Systems Conference, Manille, Philippines, août 1989, 15 p.
- König K. W. (dir.) (2001). *The rainwater technology handbook. Rainwaterharvesting in building*. Ed. Wilo-Brain, 146 p.
- König K. W. (2003a). « *Rainwater harvesting : public need or private pleasure ?* ». Water 21, Février 2003, pp. 56-58.
- König K. W. (2003a). « *Conception et économie de la récupération de l'eau de pluie en Allemagne* ». ARENE Ile de France, Forum régional de la haute qualité environnementale, rencontre n°3 quelle gestion alternative de l'eau dans les constructions HQE et les projets urbains ?, synthèse, 2 juillet 2003, 22 p., pp. 4-5.
- König K. W. (2003b). « *Installation de récupération des eaux de pluie : exemples de Château Salem et de Bommer à Überlingen, en Allemagne* ». Revue Hydroplus n°136, septembre 2003, pp. 57-59.
- König K. W. (2006). « *Développement de la récupération des eaux de pluie en Allemagne* ». Colloque, Créteil, 19 p.
- König K. W., Sperfeld D. (2007a). « *Rainwater Harvesting – A global issue matures* ». In Sustainable water management 1-2007, pp. 31-35.
- König K. W. (2007b). « *Rainwater management. Facilities and devices, case studies in Germany* ». 13rd international conference on rainwater catchment systems, Sydney, Australie, august 2007, 12 p.
- König K. W. (2007c). « *The challenge of rainwater harvesting : creating awarness en education* ». 13rd international conference on rainwater catchment systems, Sydney, Australie, august 2007, 12 p.
- König K. W. (2010). « *Low impact architecture, rainharvesting case studies* ». NOVATECH 2010, Lyon, 9 p.
- Kraft H. (2001). « *Ecological stormwater management of large settlement* ». 10th international conference on rainwater catchment systems, Mannheim, Allemagne, sept. 2001, 4 p.
- La Revue Durable (2006). « *Récupérer l'eau qui tombe du ciel* ». LRD n°19, pp. 23-25.
- Lefèvre P. (2008). *Voyages dans l'Europe des villes durables*. Editions Certu – PUCA.
- Sieker H. (2008). *SUDS / Green roof / Rainwater Harvesting, expériences and recent development in Germany*. SUDS Training event, Birmingham, October 14th 2008.
- Wack H. O. (2007). « *Retour d'expérience en Allemagne* », Journée de l'OIEau Réutilisation des eaux pluviales, 19 avril 2007, Paris.

o Rapports

- Johnen L., Kügler D. (sans date). « *L'utilisation de l'eau de pluie et l'hygiène. En Savoir plus sur l'utilisation de l'eau de pluie et l'hygiène* ». 18 p.
- OIEau (2004). Fiche pays Allemagne. Gestion de l'eau, 8 p. En ligne. <http://www.oieau.fr/international/pays/2004/Allemagne.pdf>
- ONEMA, OIEau (2008). Utilisation des eaux pluviales dans l'habitat aux Pays-Bas et en Allemagne. Réglementation en vigueur, bilan des actions menées, retour d'expériences. 38 p.

Tabuchi J.-P. (2002). « Le financement de la dépollution des eaux pluviales : état des réflexions et exemples allemand ». 5 p.

○ Sites internet

Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sûreté nucléaire [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)]. <http://www.bmu.de/de/1024/js/base/>

Ministère fédéral de la consommation, de l'alimentation et de l'agriculture [Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)]. www.verbraucherministerium.de/

Ministère fédéral de la santé [Bundesministerium für Gesundheit (BMG)]. www.bmgs.bund.de/

Agence fédérale de l'environnement [Umweltbundesamt (UBA)] www.umweltbundesamt.de/

Association pour la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie [Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung eV (FBR)] www.fbr.de

Références – Angleterre

○ Réglementations locales, documents stratégiques

DEFRA (2008a). Actions taken by the Government to encourage the conservation of water. Juillet 2008, 37 p. [en ligne].

DEFRA, HM Government (2008b). Future Water – The Government's water strategy for England. Février 2008, 98 p. [en ligne].

HM Government (1999). The Water Supply (Water Fittings) Regulations. Accessible sur <http://www.legislation.gov.uk/>

HM Government (2010). Building Regulations. Part G - Sanitation, hot water safety and water efficiency. Accessible sur <http://www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/>

ODPM (2002). Building Regulations. Part H – Drainage and waste disposal. Accessible sur <http://www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/>

Flood and Water Management Act. Accessible sur <http://www.legislation.gov.uk/>

○ Référentiels techniques nationaux et locaux

BSI (2009). Rainwater harvesting systems – Code of practice. BS8515:2009. 50 p.

DCLG (2008). Code for Sustainable Homes.

DCLG (2010). Code for Sustainable Homes. Technical guide. 3^{ème} version (1^{ère} version en 2009). Novembre 2010, 292 p. [en ligne].

Environment Agency (2011). Position statement : the use of rainwater harvesting systems. Environment Agency, mai 2011, 4 p. [en ligne].

Environment Agency (2010). Rainwater harvesting for domestic uses. 2^{ème} version (1^{ère} version en 2008). Environment Agency, octobre 2010, 32 p. [en ligne].

Environment Agency (2006). A shining example of water efficiency in A guide for developers. Environment Agency, novembre 2006, 90 p. [en ligne].

Leggett D.J. , Brown R., Brewer D., Stanfield G., Holliday E. (2001). Rainwater and greywater use in buildings. Best practice guidance - C539. CIRIA, Londres, septembre 2001, 125 p.

Shaffer P., Elliott C., Reed J., Holmes J., Ward M. (2004). Model agreements for sustainable water management systems - Model agreement for rainwater and greywater use systems – C626. CIRIA, Londres, 54 p.

Woods-Ballard B., Kellagher R., Martin P., Jefferies C., Bray R., Shaffer P. (2007). The SUDS manual – C627. Chapitre 6 Source control. CIRIA, Londres, 606 p.

WRAS (1999). Reclaimed Water Systems: Information about installing, modifying or maintaining reclaimed water systems. Note N° 9-02-04. WRAS, août 1999, 6 p.

- Articles, communications

- Birks R., Colbourne J., Hills S., Hobson R. (2004). Microbiological water quality in a large in-building, water recycling facility. *Water Science and Technology*, vol. 50, n°2, 8 p.
- Hayball B. (2011). A question of scale. Workshop The Future of Rainwater Harvesting Systems in Buildings, Society of Chemical Industry, Londres, 23 février 2011.
- Thornton (2008). Rainwater harvesting systems : are they a green solution ? *Green Building Magazine*, printemps 2008, pp. 40-43.
- Ward S., Butler D., Barr S., Memon F.A. (2009). A framework for supporting rainwater harvesting in the UK. *Water Science and Technology*, vol. 60, n°10, 8 p.
- Ward S. (2010). Rainwater harvesting in the UK: a strategic framework to enable transition from novel to mainstream. Thèse soutenue à l'Université d'Exeter, avril 2010, 521 p.
- Way C.M., Martinson D.B., Heslop S.E., Cooke R.S. (2010). Rainwater harvesting : environmentally beneficial for the UK ? *Water Science and Technology : Water Supply*, vol. 10, n°5, pp. 776-782.

- Rapports d'études

- DWI (2010). Rapport Réf 2010/2748, 30 juillet 2010, 12 p. [en ligne].
- MTP (2007a). Rainwater et greywater : review of water quality standards and recommandations for the UK. MTP, 44 p. [en ligne].
- MTP (2007b). Rainwater et greywater : report of the consultation workshop. MTP, 17 p. [en ligne].
- MTW Research (2010). Rainwater Harvesting Market Research & Analysis UK 2010-2014. MTW Research, 2010, 120 p.
- Parkes C., Kershaw H., Hart J., Sibille R., Grant Z. (2010). Energy and carbon implications of rainwater harvesting and greywater recycling. Rapport mandaté par l'Environment Agency, août 2010, 96 p. [en ligne].
- Wilson, S. (2010). Analysis of available research information on rainwater and greywater harvesting. BD 2833. DCLG, décembre 2010, 57 p. [en ligne].

- Autres

- OFWAT (2009). Price review 2009. Accessible sur <http://www.ofwat.gov.uk/pricereview/>
- Enhanced Capital Allowance (ECA) : <http://www.eca.gov.uk/>
- UK Rainwater Harvesting Association (UKRHA) : <http://www.ukrha.org/>
- Anglian Water (2010). Important water regulations information from developers services. Accessible sur <http://www.anglianwater.co.uk/developers/regulations/> (dernier accès avril 2011).
- UKHRA (2009). Introductory guide to rainwater harvesting. UKRHA, 8 p. [en ligne].

Références – Etats-Unis

- Réglementations nationales et locales

Les références ont été introduites littéralement en note de bas de page.

- Manuels et référentiels

- ARSCA, ASPE (2009). Rainwater catchment design and installation standards. 38 p.
- ASTM (2010). E2727-10 – Standard Practice for Assessment of Rainwater Quality. 7 p.
- Bitting J., Kloss C. (2008). Managing wet weather with Green Infrastructure. Municipal Handbook, Green Infrastructures retrofit policies. EPA, 23 p.
- EPA (2004). Guidelines for water reuse. September 2004, 478 p.
- EPA (2008). Managing wet weather with green infrastructures. Municipal Handbook. Funding options. 20 p.
- IAPMO (2010). Uniform Plumbing Code. Green Plumbing and Mechanical Code Supplement.

Kloss C./EPA (2008). Managing wet weather with Green Infrastructure. Municipal Handbook, Rainwater Harvesting policies. EPA, 16 p.

Macomber S.H. (2010). Guidelines on Rainwater Catchment Systems for Hawaii. Edition révisée, 52 p.

o Communications et articles

Dupont G. (2008). Las Vegas, la pécheresse assoiffée. Le Monde, 9 avril 2008.

Dugan G. L., Tomomitsu M. S., Lau L. S. (1984). Chemical constituents of rain fall at different locations in Hawaii. 2^{ème} conférence internationale de l'IRCSA, St Thomas, US Virgin Islands, Juin 1984, 12 p.

Fok Y.-S. (1982a). Rain water system impact on institutional policy. 1^{ère} conférence de l'IRCSA, Hawaii, pp. 227 – 232.

Fok Y.-S. (1982b). Integrating rain water cisterns with public water supply systems. 1^{ère} conférence de l'IRCSA, Hawaii, pp. 317–322.

Forasté J. A., Hirschman D. (2010). A methodology for using Rainwater Harvesting as a Stormwater Management BMP. Low impact development 2010 : Redefining Water in the City, ASCE, 14 p.

Ingham A. T., Kleine C. F. (1982). Cistern systems : the California perspective. 1^{ère} conférence de l'IRCSA, Hawaii, pp. 323-331.

Jennings R. (2003). Water harvesting and management in semi-arid region. 11^{ème} conférence internationale de l'IRCSA, Mexico, 25 p.

Jensen, M. A., Steffen S., Burian S. J., Pomeroy C. (2010). Do rainwater harvesting objectives of water supply and stormwater management conflict ? Low impact development 2010 : Redefining Water in the City, ASCE, 10 p.

Jones M. P., Hunt W. H. (2009). Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. Resources, conservation and recycling, Volume 54, issue 10, August 2010, pp. 623-629.

Krishna H. J. (2007). Development of alternative water resources in the USA : progress with rainwater harvesting. 13^{ème} conférence de l'IRCSA, Sydney, Australie, Août 2007.

Petitjean O. (2009). Dans l'Ouest des Etats-Unis, les droits historiques sur l'eau nuisent aux efforts de bonne gestion de la ressource en eau. En ligne <http://www.partagedeseaux.info/article162.html>

Reidy P. C. (2008). Integrating rainwater harvesting and stormwater management infrastructure : double benefit – single cost. Low impact development for urban ecosystem and Habitat protection, ASCE, 7 p.

Sands K., Chapman T. (s/d). Rain barrels – truth or consequences. 5 p.

Shuster W. D., Morrison M. M., Beaulieu J. J., de la Cruz A., Lye D., W Thurston H. W. (2010). The Shepherd Creek experience and some lessons learned. Workchp SOCOMA, Conférence Internationale NOVATECH, Lyon, Juin 2010.

Tam W., Tyrell C. (2010). Los Angeles rainwater harvesting program. Présentation.

Virginia DCR (Department of conservation and recreation) (2010). Virginia DCR stormwater design specification n°6. Rainwater harvesting. 41 p.

Walker W. R. (1984). Rainwater cisterns : legal, institutional, and policy considerations. 2^{ème} conférence de l'IRCSA, citant les propos de Susan Butterfield, Department of Water Conservation, interviewée par téléphone en mai 1984.

o Rapports, ouvrages

DeBusk K. M., Hunt W. F., Osmond D. L., Cope G. W. (s/d). Urban Waterways. Water quality of rooftop runoff : implications for residential water Harvesting systems. 6 p.

Gould J., Nissen-Petersen E. (2000). Rainwater Catchment Systems for Domestic Supply: Design, Construction and Implementation. Ed. Practical Action, 302 p., pp. 219-222.

Gowland D., Younos T. (2008). Feasibility of rainwater harvesting BMP for stormwater management. Final report, Virginia water resources research center for Virginia Department of conservation and recreation. 29 p.

- Kinkade-Levario H. (2007). Design for Water. Rainwaterharvesting, stormwater catchment and alternate water reuse. New society publishers, 240 p.
- Konig K. W. (dir.) (2001). The rainwater technology handbook. Rainharvesting in building. Fundamentals, practical aspects, outlook. Ed. Wilo Brain, 148 p.
- Lasserre F. (2003). L'eau dans tous ses états. Tome 2. Ed. L'Harmattan.
- Le Louargant (2003). Support de cours sur l'eau, entre abondance et rareté. 16 p.
- Mucig C. (2010). Au vu des risques sanitaires, quels usages des eaux de pluie en France et aux Etats-Unis ? Bilan et évolutions possibles. Mémoire de fin d'études, Ingénieur Génie Sanitaire, EHESP, 104 p.
- U.S. Government Accountability Office (2003). Freshwater Supply: States' View of How Federal Agencies Could Help Them Meet the Challenges of Expected Shortages. Report to congressional requesters GAO-03-514, July 2003, 118 p.

o Sites internet

US EPA : www.epa.gov

USGBC (United States Green Building Council) : www.usgbc.org

ARSCA (American Rainwater Catchment Systems Association) : www.arsca.org

Texas water development board : <http://www.w.twdb.state.tx.us/innovativewater/rainwater/raincatcher/>

City of Los Angeles Stormwater Program : <http://www.lastormwater.org/>

Références - Brésil

o Réglementations et référentiels

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), 2007, Agua de chuva – Aproveitamento de coberturas em areas urbanas para fins não potaveis – Requisitos. ABNT NBR 15527, 8 pages.

Município do Rio de Janeiro, RJ, 2004, Decreto N° 23940 de 30 de janeiro de 2004, 3 p.

o Articles et communications

Alt R., 2009, Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas et fins não potáveis. Estudo baseado no curso ABNT do Eng.° Plinio Tomaz, 59 p.

Ghisi E., 2006, Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. Building and Environment 41 (2006) 1544–1550

Ghisi E., Montibeller A., Schmidt R.W., 2006, Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil. Building and Environment 41 (2006) 204–210

Ghisi E., Lapolli Bressan D., Martini M., 2007, Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil, Building and Environment 42 (2007) 1654–1666

Gnadlinger J., 2007, P1MC and P1+2, two Community Based Rainwater Harvesting Programs in Semi-Arid Brazil. 13th International Rainwater Catchment Systems Conference, August 2007, Sydney, Australia.

Gnadlinger J., 2009, Policy, Planning and Institutional Aspects of Rainwater Catchment and Management in the Rural Area of Semi-Arid Brazil for Climate Change Adaptation. 14th International Conference on Rain Water Catchment Systems, August 2009, Kuala Lumpur, Malaysia, 8 p.

Hernandes A. T., de Amorin S. V., 2005, Rainwater Quality assessment in a one-family building in the Southeast Of Brazil. 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems. Novembre 2005, New Delhi, India.

May S., Prado R., 2006, Experimental evaluation of rainwater quality for non-potable applications in the city of São Paulo, Brazil. Urban Water Journal. Volume 3, Septembre 2006, pp. 145 - 151.

Palmier L., Schvartzman A., 2009, Management and Operational Plan for Improving Cisterns Efficiency in Brazil. 14th International Conference on Rainwater Catchment Systems. August 2009, Kuala Lumpur, Malaysia

- Rapports

ANA (Agência Nacional de Águas), 2002. A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil / The Evolution of Water Resources Management in Brazil. Brasília; ANA.

- Sites internet

www.asabrasil.org.br : site de l'ASA (Articulação no Semi-Árido Brasileiro) sur lequel sont fournies des données fréquemment actualisées des programmes P1MC et P1+2.

www.abcmac.org.br: site de l'ABMAC (Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva).

www.embrapa.br: site de l'EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

www.irpaa.org: site de l'IRPAA (Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada).

Références - Australie

- Réglementations locales, documents stratégiques

ACT Government (2010). Rainwater tanks - Guidelines for residential properties in Canberra. Octobre 2010, 36 p.

Australian Government (2010). National Rainwater and Greywater Initiative. Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, février 2010, 2 p.

Queensland Government (2007). Rainwater tanks - A guide to keeping your tank safe. Queensland Health, 2 p.

Queensland Health (2008). Managing the use of rainwater tanks. Queensland Health Department.

South Australia Government (2005). Rainwater Tank Policy – Quick Reference Summary, novembre 2005, 2 p.

South Australia Government, SA Water (2006). Rainwater plumbing guide. SA Water, avril 2006, 12 p.

New South Wales Health (2007). Use of rainwater tanks where a public water supply is available. Juin 2007, 9 p.

Northern Territory Government (2009). Guidelines for preventing biting insect problems for urban residential developments or subdivisions in the top end of the NT. Department of Health and Families, 26 p.

Northern Territory (2006). Requirements for the use of rainwater tanks - Environmental health fact sheet N°404. Department of Health and Families, août 2006, 2 p.

Victoria Government (2007). Rainwater Use in Urban Communities - Guidelines for Non-drinking Applications in Multi-residential, Commercial and Community Facilities. Department of Human Services, décembre 2007, 32 p.

Victoria Government (2006a). Your private drinking water supply. Department of Human Services, juillet 2006, 12 p.

Victoria Government (2006b). Rainwater use in and around the home. Department of Sustainability and Environment Department of Human Services, décembre 2006, 8 p.

- Référentiels techniques nationaux et locaux

AS/NZS 3500:2003 - Plumbing and drainage (révisée en 2008).

Building Service Authority (2009). Domestic Rainwater Harvesting in Queensland - A guide to Positioning, Installation, Connection and Maintenance of Domestic Rainwater Tanks and their associated Roof Water Collection Systems. 34 p.

EnHealth Council (2004). Guidance on use of rainwater tanks. Australian Government, 80 p. [en ligne].

NRMMC, EPHC, NHMRC (2009). Australian Guidelines for Water Recycling: managing health and environmental risks (phase 2): Stormwater harvesting and reuse. National Water Quality Management Strategy Document No 23. NRMMC, EPHC, NHMRC, juillet 2009, 140 p.

Standards Australia, National Water Commission, ARID, MPMSAA (2008). Rainwater Tank Design & Installation Handbook. Novembre 2008, 111 p.

Sydney Water (2003). Guidelines for rainwater tanks on residential properties - Information for rainwater tanks suppliers and plumbers. Plumbing requirements. Information for rainwater tank suppliers and plumbers. Avril 2003, 16 p.

Sydney Water (2009). Backflow explained - About backflow prevention containment. 12 p.

- o Articles, communications

Coombes P. (2005a). Integrated Water Cycle Management in Australia. Rainwater Harvesting Workshop, Vancouver, Canada, mai 2005.

Coombes P. (2005b). Institutional resistance and other barriers. Rainwater Harvesting Workshop, Vancouver, Canada, mai 2005.

Coombes P. (2006). Key Messages from a Decade of Water Quality Research into Roof Collected Rainwater Supplies. 1st National Hydropolis Conference, Perth, Australie, 2006, 9 p.

Chanan A., Vigneswaran S., Kandasamy J. (2008a). Harvesting Rainwater for Environment, Conservation & Education: Some Australian Case Studies. 8 p. Disponible sur <http://www.iwahq.org/contentsuite/upload/iwa/Document/session%20a%2004.pdf> (dernier accès avril 2010).

Chanan A., Spyrikis G., Ghetti I., Idris E. (2008b). Rainwater Tanks in Schools Project: Learning Water Conservation from Corrugated Iron Sheet. 13th World Water Congress, Montpellier, France, 12 p.

Fletcher T.D., Deletic A., Mitchell V.G., Hatt B.E (2008). Reuse of urban runoff in Australia: a review of recent advances and remaining challenges, Journal of Environmental Quality, Vol. 37, n°5, pp. 116-127.

Rodrigo S., Sinclair M., Leder K. (2009). Urban Tanks: are they properly maintained? 2nd International Conference on Rainwater Harvesting and Management, Tokyo, Japon, septembre 2009, 9 p.

Rodrigo S., Sinclair M., Forbes A., Cunliffe D., Leder K. (2011). Drinking rainwater: a double-blinded, randomized controlled study of water treatment filters and gastroenteritis incidence. American Journal of Public Health, vol. 101, no5, mai 2011, pp. 842-847.

- o Rapports d'étude

AWA, CSIRO (2004). Review of National & State Plumbing Codes to facilitate Domestic Water Reuse. CSIRO, avril 2004, 46 p.

Marsden Jacob Associates (2007). The cost-effectiveness of rainwater tanks in urban Australia. Australian Government - National Water Commission, mars 2007, 60 p.

Mitchell, V. G., Hatt, B.E., Deletic, A., Fletcher, T.D., McCarthy, D.T., Magyar, M. (2006). Integrated Stormwater Treatment and Harvesting: Technical guidance report. ISWR Report 06/05, Monash University, juin 2006, 132 p.

Litterature review SW harvesting et health risks. A récupérer.

- o Statistiques nationales

Australian Bureau of Statistics (2010b). Year Book Australia 2009-10, cat. No. 1301.0. Section Environment. Subsection Environmental views and behaviours. Juin 2010, <http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/Lookup/3452418A4CDFCC8FCA25773700169C2B?opendocument> (dernier accès juillet 2011).

Australian Bureau of Statistics (2010c). Environmental issues: water use and conservation, Mars 2010, cat. No. 4602.0.55.003. Novembre 2010, <http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/Lookup/4602.0.55.003Main+Features1Mar%202010?OpenDocument> (dernier accès juillet 2011).

Australian Bureau of Statistics (2010d). More Australians using rainwater tanks. Communiqué de presse, 19 novembre 2010,

<http://www.abs.gov.au/ausstats/abs@.nsf/mediareleasesbytitle/1C249B2737E66CCDCA257C1300117BC0?OpenDocument> (dernier accès juillet 2011).

Australian Bureau of Statistics (2011a). Australian Demographic Statistics, December 2010, cat. No. 3101.0. Juin 2011, <http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/Lookup/4602.0.55.003Main+Features1Mar%202010?OpenDocument> (dernier accès juillet 2011).

Australian Bureau of Statistics (2011b). Regional Population Growth, Australia, 2009-2010, cat. No. 3218.0. Mars 2011, <http://www.abs.gov.au/AUSSTATS/abs@.nsf/Lookup/3218.0Explanatory%20Notes12009-10?OpenDocument> (dernier accès juillet 2011).

- Autres

Shire of Mundaring (2007). Information bulletin: Rainwater tanks. 9 p. Disponible sur <http://www.mundaring.wa.gov.au/AboutCouncil/MinutesAndAgendas/Documents/Council%20Minutes%202008/08-August/Attachment%201-%20Rainwater%20Tanks.pdf> (dernier accès avril 2010).

Australian Government (2011). Information sur l'appel à projets Stormwater Harvesting Program <http://www.environment.gov.au/water/policy-programs/urban-water-desalination/projects-table.html> (dernier accès janvier 2012).

Références - Inde

- Réglementations nationales et locales

Port Blair Municipal Council, 1999, Building Bye-Laws, 40 p. (disponible sur : <http://www.and.nic.in/Announcements/Master%20Plan%20Web%20format%20New/Regulation%20,%20%20Rules%20&%20Bye%20laws/Port%20Blair%20Municipal%20Council%20Building%20Bye-laws.pdf>)

Legislative Assembly of the State of Andhra Pradesh, 2002, Andhra Pradesh – An Act to Promote Water Conservation, and Tree Cover and Regulate the Exploitation and Use of Ground and Surface Water for Protection and Conservation of Water Sources, Land and Environment and Matters, Connected Therewith or Incidental Thereto. Act No. 10 of 2002 (disponible à l'adresse: www.ielrc.org/content/e0202.pdf)

Ministry of Urban Development and Poverty Alleviation (Government of India), 2002, Amendments to building bye law of New Dehli of 1983.

Ministry of Water Resources (Government of India), 2002, National Water Policy, New Delhi, 10 p.

Government of Tamil Nadu, 2003, Provision of Rain Water Harvesting Structures in buildings - Amendments to Building Rules, G.O. Ms. No.56 (Dated : 21.7.2003) (disponible à l'adresse: <http://www.tn.gov.in/gorders/maws/maws-e-56-2003.htm>)

Government of Kerala, 2004, Amendment of the Kerala Municipality Building Rules, Local Self Government (D) Department, Extraordinary Gazette No. 92/2004 (dated 12-01-2004).

- Manuels et référentiels

TWSD (Tamilnadu Water Supply and Drainage Board, Centre for Rainwater Harvesting) 2002, Manual on rainwater harvesting, 16 p. (disponible sur le site du ministère de l'eau potable et de l'assainissement du gouvernement indien)

CGWB (Central Ground Water Board) (Govt. of India), 2003, Rain water Harvesting Techniques to Augment Ground Water, 30 p. (édition bilingue Hindi/Anglais)

Government of Karnataka, 2003, Manual on Rooftop rainwater harvesting systems in schools, 11 p.

Planet-Kerala, sans date, Regenerating Homestead Water Services through Eco-restoration, 11 p.

○ Communications et articles

- Banerjee A., 2010, Rainwater Harvesting: Major Thrust in Indian Cities. India Report, January 25, 2010 (<http://india-reports.in/energy-peak-oil/sustainable-living-in-india/rainwater-harvesting-major-thrust-in-indian-cities/>)
- Bharat A., Sharma D. and Gupta S., 2007, Facilitating Rain Water Harvesting and Storm Water Management for Recharging Groundwater in Urban Areas - A Case of Bhopal Region, Novatech 2007, pp. 221-228.
- Bhat M., 2001, Indian Demographic Scenario 2025, Institute of Economic Growth, New Delhi, Discussion Paper No. 27/2001. (cité par Talbot 2007)
- Brar T.S., 2005, Innovative policy interventions to increase domestic rain water harvesting in urban areas 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 7 p.
- Dashrath K. B., 2005, Gis based water balance study of Koyna river basin, India. 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 9 p.
- Durga Rao K.H.V., Venkateswara Rao V. and Roy P.S, 2005, Water resources development: role of remote sensing and Geographical Information Sytem 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 8 p.
- Goyal R. R. and Bhushan B., 2005, Rainwater harvesting: impact on society, economy & ecology. 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 6 p.
- Hazarika U., 2005, State water laws/policy vs. community awareness on water in natural catchments areas management issues. 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 7 p.
- Nikam V. S., Gupta K. and Lalla K.D., 2008, Integrated approaches to urban drainage in India: Case of Thane city. 11th International Conference on Urban Drainage (ICUD), Edinburgh, Scotland, UK, 2008
- Padre S., 2005, Using media to popularize RWH: our experiences, 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 5 p.
- Padre S., 2009, Where Suvarna Jala fails, schools leap ahead, India Together, 21 novembre 2009 (<http://www.indiatogether.org/2009/nov/env-schoolrwh.htm>)
- Prakash S., The possible integration of a gis based metholodology with the existing community rainwater harvesting plan of Hauz khas apartment, New Delhi (India). International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 5 p.
- Raghavan S., 2005, The role of Rain Centres in promoting rainwater harvesting in urban areas, 12th International Conference on Rainwater Catchment Systems, New Dehli, 5 p.
- Sharma S.K., 2004, Roof - top rainwater harvesting – India's feasible option for the millennium, Novatech 2004, pp. 111-118
- Shivakumar A. R., 2007, World's largest rainwater harvesting project in Karnataka. Current Science, vol. 92, n°2., pp. 161-163.

○ Rapports

- Biswas A., 2012, A Framework for Rural Drinking Water Quality Management: Collating Experiences from the Voluntary Sector. Arghyam, Bengalore, 112 p.
- Mosley L. M., Sharp D.S., 2005. The hydrogen sulphide (H₂S) paper-strip test. SOPAC Technical Report 373, 22 p.
- Sharma, B. R. and V.U. Smakhtin. 2006. Potential of water harvesting as a strategic tool for drought mitigation. International Water Management Institute (IWMI),
- Talbot Guillaume, 2007, La gestion de l'eau en Inde. Service Scientifique de l'Ambassade de France en Inde. Mai 2007.
- UN – ESCAP (United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)/ Pro-poor Water and Wastewater Management in Small Towns, 2007, Rain Harvesting in Kerala INDIA, 17 p.
- Vishwanath S., 2008, Query: Rooftop Rainwater Harvesting for Rural Schools in Karnataka – Experiences. Solution Exchange for the Water Community, Consolidated Reply, 27 p.

WACP (Water for Asian Cities Programme, India – UN-Habitat)/ DUAG (Directorate of Urban Administration & Development, Government of Madhya Pradesh), 2006, Measures for Ensuring Sustainability of Rainwater Harvesting. Policy Paper 2, 12 p.

- Sites internet

http://www.censusindia.gov.in/Census_Data_2001: Site de l'organisme en charge des recensements (Office of Registrar General et Census Commissioner, Govt. of India) fournit des données relatives au recensement effectué en 2001. Les données du recensement effectué en 2011 ne sont pas encore disponibles sur ce site.

<http://www.cseindia.org/node/1161>: page du site du Centre for Science and Environment, (centre de recherche d'intérêt public) qui recense les différentes réglementations relatives à la RUEP dans différents états et municipalités d'Inde.

<http://www.planetkerala.org/>: site de l'association Planet-Kerala, qui fournit notamment des informations sur les projets en matière de RUEP.

<http://www.ddws.gov.in/>: site du ministère de l'eau potable et de l'assainissement du gouvernement indien, en charge de programmes plus spécifiquement dans le milieu rural.

<http://cgwb.gov.in>: site du Central Ground Water Board (CGWB), Ministry of Water Resources, Govt. of India.

http://www.delhi.gov.in/wps/wcm/connect/doi_djb/DJB/Home/Rain+Water+Harvesting: Site du Delhi Jal Board (DJB), qui fournit des informations sur les techniques de RWH pour recharger les nappes, fournit des exemples d'expériences, tient le registre des opérations subventionnées et détaille la réglementation en vigueur.

Références – Sri Lanka

- Documents d'orientation, réglementations

The government of the democratic socialist republic of Sri Lanka, Ministry of urban development and water Supply (2005). National rainwater policy and strategies (rural). First Draft, March 2006, Septembre 2005, 11 p.

The government of the democratic socialist republic of Sri Lanka, Ministry of urban development and water Supply (2005). National rainwater policy and strategies. Septembre 2005, 7 p.

Ministry of urban development, construction and public utilities, Sri Lanka (2001). National Policy of Rural Water Supply and sanitation sector.

Ministry of water supply and drainage - National Water Supply and Drainage board. Corporate plan 2007-2011. 36 p.

Sri Lanka National Water Partnership (2000). Water Vision Sri Lanka 2025. XX p.

- Manuels et référentiels

NWSBD (2003). Guidelines for rainwater harvesting systems.

LRWHF (2004). Rainwater harvesting in Urban. 24 p.

LRWHF (2009). Rainwater harvesting practitioners Guide for Sri Lanka. 133 p.

LRWHF (2009). Home gardening through rainwater harvesting, 25 p.

- Communications et articles

Amarasinghe U. A. (2009). Spatial variation of water supply and demand in Sri Lanka. National conference on Water, Food, Security and Climate Change in Sri Lanka. Proceedings Volume 3- Policies, institutions and data needs for water management, pp. 19-33.

Ariyabandu R. De. S. (2001). Household water security using rainwater harvesting. Domestic roof water harvesting workshop, Delhi, April 2001, 7 p.

Aryananda T. (1999a). Rainwater harvesting for domestic use in Sri Lanka. 25th WEDC Conference, Addis Ababa, Ethiopie, 4 p.

- Aryananda T. (1999b). Comparative Review of Drinking Water Quality from Different Rain Water Harvesting Systems in Sri Lanka. 9^{ème} conférence internationale de l'IRCSA, Petrolina, Brésil, juillet 1999, 7 p.
- Aryananda T. (2001a). Quality of collected rainwater in relation to household water security. Domestic roofwater harvesting workshop, Dehli, Avril 2001, 4 p.
- Aryananda T. (2001b). Quality of collected rainwater from Sri Lanka. 26th WEDC Conférence, Dhaka, Bangladesh, 2001, 4 p.
- Aryananda T. (2003a). Health Risk Due to Drinking Domestic Roof Water Harvested. 11^{ème} conférence de l'IRCSA, Août 2003, Mexico, 7p.
- Aryananda T. (2003b). Establish good practices in integrating gender and rain water harvesting activities. 3^{ème} Forum mondial de l'eau, mars 2003, Kyoto, Japon, 2 p.
- Aryananda T. (2004). Rainwater harvesting in Sri Lanka : lessons learned. 6 p.
- Aryananda T. (2005). Recommendations for improving rain water quality. A study conducted in two districts in Sri Lanka. 10 p.
- Aryananda T. (2006). Improving water security in the southern province affected by tsunami through domestic rainwater harvesting systems. 7 p.
- Aryananda T. (2007a). Improving water security in tsunami effected areas in Sri Lanka through domestic rain water harvesting. 13^{ème} conférence de l'IRCSA, 20-23 août 2007, Sydney, Australie, 6 p.
- Aryananda T. (2007b). Rain water harvesting for urban buildings in Sri Lanka. 2007 Subtropical Green Building International Conference, Taipei, Taiwan, 2007, 5 p.
- Aryananda T. (2009). Climate change and rain water harvesting. 14^{ème} Conférence de l'IRCSA, Kula Lumpur, Malaysia, 3-6 Août 2009, 6 p.
- Aryananda T. (2010a). Domestic rainwater harvesting as a water supply option in Sri Lanka. Hydro Nepal Issue n° 6, Janvier 2010, pp. 27-30.
- Aryananda T. (2010b). Promoting domestic rain water harvesting in Sri Lanka. Trainers' Training Programme on "Sustainable Rainwater Harvesting and Ground Water Recharge in Developing Countries - HRD and Technology Transfer", 22 – 27 Février 2010, Bengaluru, Inde, 5 p.
- Bandara M. A. C. S., De Silva Ranjith Premalal, Dayawansa N. D. K. (2009). Household Water Security through Stored Rainwater and Consumer Acceptability : A Case Study of the Anuradhapura District. Proceedings of the National Conference on Water, Food Security and Climate Change in Sri Lanka, BMICH, Colombo June 9-11, 2009 Volume 2. Water Quality, Environment and Climate Change pp. 87- 97
- Eriyagama N., Smakhtin V. (2009). Observed and projected climatic changes, their impacts and adaptation options for Sri Lanka : a review. National conference on Water, Food, Security and Climate Change in Sri Lanka. Proceedings Volume 2-Water quality, environment and climate change, pp. 99-117.
- Fernando W.B.G., Gunapala A. H. (2007). Rain Water Harvesting Towards Achieving Millennium Development Goals in Sri Lanka. 13^{ème} conférence internationale de l'IRCSA, Sydney, Australie, Août 2007, 6 p.
- Goonewardene D. (2007). Strategic Legislation On Rainwater Harvesting. Harvesting Across the Globe. 13^{ème} conférence internationale de l'IRCSA, Sydney, Australie, Août 2007, 8 p.
- Gunapala A.H., Abey Suriya D.S.S. (2007). Institutional, Policy Development and Capacity Building for Promotion of Rain Water Harvesting in Sri Lanka. 13^{ème} conférence internationale de l'IRCSA, Sydney, Australie, Août 2007, 6 p.
- Gunapala A.H. (s/d). Introduced Innovative Approaches and Legislative Arrangement for Sustainable Rural Water Supply Systems in Sri Lanka. 8 p.
- IndexMundi (2012). Sri Lanka Demographics Profile, d'après CIA Work Factbook. En ligne indexmundi.com (consulté le 22 juin 2012).
- Navaratne C.M., Weerasinghe K.D.N., Jayasuriya L.N.N. (2005). Optimum tank capacity for rain water harvesting systems in home gardens. 8 p.
- Weeraratna C.S., Weerasinghe P.A. (2006). Importance of Rainwater Harvesting in Sri Lankan Agriculture. 4 p.

Weeraratna C.S., Ariyananda T. (2009). Importance of rainwater harvesting in Human health. 5 p.

- Rapports

Fraser T. (2006). Rural community water supply and sanitation. Final project report. Background and general. 32 p.

Lanka Rainwater Harvesting Forum (2001). Report D1. Household Water Security in Sri Lanka Using Domestic Roof Water Harvesting. 36 p.

Lanka Rainwater Harvesting Forum (2011). Effectiveness of rain water harvesting (RWH) Systems as a domestic water supply option. Rapport soumis au Water Supply and Sanitation Collaborative Council (WSSCC), 40 p.

- Sites internet

Community Water Supply and Sanitation Project (CWSSP) : www.cwssp.org

National Water Supply and Drainage Board (NWSDB) : www.waterboard.lk

Lanka Rain Water Harvesting Forum (LRWHF) : www.lankarainwater.org

Ministry of Water Supply & Drainage : www.mwsd.gov.lk/

Références – Ouganda

- Réglementations locales, documents stratégiques

MFPED (2010). Budget speech. Financial year 2010/11. MFPED, Réunion de la 5^{ème} session du 8^{ème} Parlement d'Ouganda, 10 juin 2010, 63 p., [en ligne].

MWE (2010a). Water and Environment Sector Performance Report 2010. MWE, septembre 2010, 285 p., [en ligne].

MWE (2010b). Water Supply Atlas 2010. Map 14 – Distribution of rainwater harvesting tanks in Uganda. MWE, février 2011, [en ligne].

Thomas T.H. (2004). Domestic Roofwater Harvesting in Rural Uganda - a proposed action plan for the Directorate of Water Development. Avril 2004, 80 p. (non publié).

URWA (2008). Uganda Rainwater Association Strategic Plan 2009-2014. URWA, 13 p., [en ligne].

WWAP (2005). National Water Development Report: Uganda. Étude de cas, 220 p., [en ligne].

- Référentiels techniques nationaux et locaux

Thomas T.H., Martinson D.B. (2007). Roofwater Harvesting - A handbook for practitioners. IRC International Water and Sanitation Centre, 2007, 153 p., téléchargeable <http://www.irc.nl/page/37471> .

- Articles, communications

Hartung H. (2006). Local financing mechanisms for roofwater harvesting in Uganda. Waterlines, Vol. 24, n°4, avril 2006, 4 p.

Baguma D., Loiskandl W., Darnhofer I., Jung H., Hauser M. (2009). Knowledge of measures to safeguard harvested rainwater quality in rural domestic households. Journal of Water and Health, Vol 8, n°2, novembre 2009, 12 p.

Hartung H., Rwabambari C. (2007). Financing mechanisms for roofwater harvesting – An example from Uganda. 13^{ème} Conférence de l'IRCSA, Sydney, Australie, août 2007, 8 p.

Kyalimpa J. (2009). Créer une "chaîne de l'eau potable". International Press Services, 31 mars 2009, [en ligne].

Nakanjako G., Kamugasha Karungi, G. (2005). Piloting the delivery of domestic roofwater harvesting systems in Bushenyi and Mbarara districts in Western Uganda. 12^{ème} Conférence de l'IRCSA, New Delhi, Inde, novembre 2005, 8 p.

Owen, G. (2005). Community catchments in southwestern Uganda. 12^{ème} Conférence de l'IRCSA, New Delhi, Inde, novembre 2005, 6 p.

Rwabambari C., Hartung H. (2005). Women groups harvest rainwater and influence national policy: a Ugandan case study. 12^{ème} Conférence de l'IRCSA, New Delhi, Inde, novembre 2005, 6 p.

o Rapports d'études

ARENE Ile-de-France (2009). Récupération et utilisation de l'eau de pluie dans les pays en développement – Retours d'expériences. ARENE Ile-de-France, 2009, 125 p., [en ligne].

Danert K., Motts N. (2009). Uganda Water Sector and Domestic Rainwater Harvesting SubSector Analysis. Enterprise Works/VITA, US Aid, mars 2009, 62 p., [en ligne].

DTU (2002). Very-low-cost domestic roofwater harvesting in the humid tropics: constraints and problems. DFID KaR Contract R7833, report R2. DTU, janvier 2002, 38 p., [en ligne].

DTU (2003). Very-low-cost domestic roofwater harvesting in the humid tropics: user trials. DFID KaR Contract R7833, report R3. DTU, juin 2003, 47 p., [en ligne].

Thomas T.H. (1997). Guttering design for Rainwater Harvesting with special references to conditions in Uganda - Working Paper n°50. DTU, octobre 1997, 22 p., [en ligne].

o Autres

Page Internet de l'URWA : http://www.gharainwater.org/urwa_aboutus.html.

URWA (2005 à 2010). URWA Bulletins.

Cas d'études du Development Technology Unit (DTU) de l'Université de Warwick : <http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/eng/research/civil/crg/dtu/rwh/pubs/>

Radio Rurales Internationales (2005). Une agricultrice récupère l'eau et fait pousser des légumes pendant la saison sèche. RRI, Textes pour la radio, Pochette 76, n°9, octobre 2005, [en ligne].

Radio Rurales Internationales (2008). Des agriculteurs créatifs modifient un trou de forage pour irriguer les arbres fruitiers. RRI, Textes pour la radio, Pochette 86, n°3, décembre 2008, [en ligne].

Table des illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Carte de l'Allemagne (source : CIA World Factbook, 2006, Wikipedia)..... | 12 |
| Figure 2 : Gammes de précipitations moyennes annuelles en Allemagne (source : Agence fédérale de l'environnement)..... | 12 |
| Figure 3 : Evolution des concentrations de bactéries au cours du processus de lavage (source : Holländer R., 1996 cité par Johnen et al. 2006) | 20 |
| Figure 4 : Régions anglaises (source : Britain Gallery)..... | 23 |
| Figure 5 : Districts anglais (source : Wikipédia, Creative Commons Attribution 3.0 Unported license)..... | 23 |
| Figure 6 : Pluviométrie annuelle moyenne (source : Environment Agency (2010) [Contains Environment Agency information © Environment Agency and database right])..... | 23 |
| Figure 7 : Évaluation des zones soumises à un fort stress hydrique (source : Environment Agency in DEFRA (2008a) [Contains Environment Agency information © Environment Agency and database right])..... | 23 |
| Figure 8 : Rainwater harvesting systems – Code of practice..... | 27 |
| Figure 9 : “Water butt” pour des usages extérieurs de l'eau de pluie (source : Véolia Water)..... | 28 |
| Figure 10 : Certificat d'évaluation du Code for Sustainable Homes..... | 28 |
| Figure 11 : Densité de population aux Etats-Unis en 2010 (source : Wikipedia, consulté en mai 2012, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported)..... | 33 |
| Figure 12 : Précipitations moyennes sur la période 1960-1990 en inches (source : National Atlas of the United States, http://nationalatlas.gov) | 33 |
| Figure 13 : Les inégalités régionales en matière d'eau aux Etats-Unis (source : Le Louargant, 2003)..... | 34 |
| Figure 14 : Exemple de conception de dispositif de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie (source : Kinkade-Levario, 2007, p. 86)..... | 35 |
| Figure 15 : Le mémento de l'agence de protection de l'environnement pour des politiques municipales de RUEP (source : Environmental Protection Agency, 2008)..... | 41 |
| Figure 16 : Site internet de la ville de Los Angeles dédié aux eaux pluviales, sur lequel un film de 12 mn décrivant l'installation d'un tonneau d'eau de pluie peut être visionné..... | 43 |
| Figure 17 : Dispositifs installés dans le cadre du projet pilote « The Shepherd Creek expérience », les trop-plein des récupérateurs d'eau de pluie étant dirigé généralement vers le jardin (source : Shuster et al., 2010)..... | 44 |
| Figure 18 : Carte de disponibilité hydrique au Brésil (source: ANA, 2002)..... | 45 |
| Figure 19 : États et principaux Territoires australiens, et leurs capitales (source : Gouvernement australien)..... | 52 |
| Figure 20 : Densités de population (source : Australian Bureau of Statistics, 2011b)..... | 52 |
| Figure 21 : Pluviométrie annuelle moyenne (source : Australian Bureau of Meteorology)..... | 52 |
| Figure 22 : Évolution du taux de ménages australiens équipés d'une cuve d'eau de pluie depuis 2004, par État (source : Australian Bureau of Statistics, 2010c)..... | 54 |
| Figure 23 : Évolution du taux de ménages australiens équipés d'une cuve d'eau de pluie depuis 2007, dans les capitales d'État (source : Australian Bureau of Statistics, 2010c)..... | 54 |
| Figure 24 : Exemples de cuves d'eau de pluie couramment utilisées (source : de gauche à droite, de haut en bas : Government of Western Australia, Queensland Building Service Authority x 3, Aquaplate)..... | 54 |
| Figure 25 : a-Signalisation d'un point de soutirage, b- Etiquetage des canalisations de diamètre nominal (DN) >40 mm, c- Etiquetage des canalisations de DN <40 mm (source des données : Standards Australia, 2008)..... | 56 |
| Figure 26 : Concept général du Warrnambool Rainwater Harvesting Project (source : Wannon Water)..... | 61 |
| Figure 27 : Cartes des précipitations et de la population en Inde en 2009 (source : CC-by-sa PlaneMad/Wikipedia)..... | 63 |
| Figure 28 : Carte du Sri Lanka (source : CIA World Factbook, 2006, wikipedia, consulté en mai 2012)..... | 72 |
| Figure 29 : Précipitations moyennes annuelles (adapté de [Chandrapala, 1996] in Ariyananda T., 2010 a)..... | 72 |
| Figure 30 : Réservoir aérien d'eau de pluie en ferrociment, parfois appelé « jarre citrouille » (source : Ariyananda T., 1999)..... | 74 |
| Figure 31 : Réservoir d'eau de pluie en dôme, construit en briques (source : Ariyananda T., 1999)..... | 74 |
| Figure 32 : Distribution des systèmes de RUEP domestiques au Sri Lanka (source : LRWHF, 2011)..... | 74 |
| Figure 33 : Document d'orientation politique et stratégique adoptée en 2005 (source : Gunapala A. H., 2007).... | 75 |
| Figure 34 : Exemple de bassin de récupération des eaux de pluie de ruissellement, en zone sèche, appelé « Pathahas » (Weeraratna C.S., 2006)..... | 77 |
| Figure 35 : Réservoir d'eau de pluie à Kunrundamkulama (Weeraratna C.S., 2006)..... | 77 |
| Figure 36 : Exemples de posters édités par l'association LRWHF pour sensibiliser à l'utilisation des eaux de pluie..... | 79 |

| | |
|---|----|
| Figure 37 : Programme de développement de dispositifs de récupération et d'utilisation des eaux de pluie dans les zones affectées par le tsunami, dans la province du Sud, de janvier 2006 à mai 2009 (Source : LRWHF)..... | 80 |
| Figure 38 : Exemples de travaux réalisés dans le district d'Ampara, dans des villages touchés par le Tsunami (source : LRWHF)..... | 81 |
| Figure 39 : Districts ougandais en 2013 (source : UBOS)..... | 82 |
| Figure 40 : Pluviométrie annuelle moyenne (source : in (WWAP, 2005)..... | 82 |
| Figure 41 : Collecte traditionnelle de l'eau de pluie (source : URWA, 2005)..... | 83 |
| Figure 42 : Répartition géographique des cuves d'eau de pluie sur le territoire (source : MWE, 2010b)..... | 83 |
| Figure 43 : Répartition des sources d'approvisionnement en eau pour les populations rurales en 2008 (source : traduit de MWE, 2008)..... | 84 |
| Figure 44 : Bâche de stockage (tarpaulin tank) (source : DTU)..... | 84 |
| Figure 45 : Cuve en ciment (ferrocement tank) (source : Kigezi Diocese WSP)..... | 84 |
| Figure 46 : Jarre (jar) (source des données : WaterAid)..... | 84 |
| Figure 47 : Cuve semi-enterrée (dome tank) (source : T. Thomas)..... | 84 |
| Figure 48 : Cuve en tôle (drum tank) (source :D. Rees)..... | 84 |
| Figure 49 : Puits de pierre (soil block tank) (source : DTU)..... | 84 |
| Figure 50 : Exemple de techniques récemment importées (source : Relief International)..... | 84 |
| Figure 51 : Défaut de conception d'une installation (entrée de la cuve d'eau de pluie plus haute que la gouttière) (source : Thomas et Martison., 2007, p. 126)..... | 85 |
| Figure 52 : Roofwater harvesting – A handbook for practioners (source : International Water and Sanitation Centre)..... | 89 |
| Figure 53 : Diverteur de premier flot (source : T. Ariyananda in Thomas et Martison, 2007, p. 113)..... | 90 |
| Figure 54 : Membres d'une société de micro-crédits devant une cuve auto-financée (source : H. Hartung, 2006)..... | 92 |
| | |
| Tableau 1 : Méthodes de calcul du volume utile de la cuve de stockage d'eau de pluie selon la normalisation allemande (tableau de synthèse établi d'après DIN 1989 : 2002)..... | 17 |
| Tableau 2 : Synthèse des fréquences des opérations d'inspection et d'entretien (d'après DIN 1989 : 2002)..... | 17 |
| Tableau 3 : Extrait du tableau décrivant les travaux d'inspection et d'entretien (d'après DIN 1989 : 2002)..... | 18 |
| Tableau 4 : Objectifs de qualité pour les eaux de service (Senatsverwaltung für Stadentwicklung, 2007)..... | 21 |
| Tableau 5 : Freins de nature économique au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie..... | 24 |
| Tableau 6 : Freins de nature pédagogique au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie..... | 25 |
| Tableau 7 : Freins de nature sanitaire au développement des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie..... | 25 |
| Tableau 8 : Valeurs-guides pour le suivi de paramètres bactériologiques et physico-chimiques de l'eau de pluie (extrait, adapté de British Standard Institution (2009))..... | 30 |
| Tableau 9 : Différents types de matériaux, tailles et coûts des dispositifs de stockage d'eau de pluie aux Etats-Unis (source : Kinkade-Levario, 2007, p. 94)..... | 35 |
| Tableau 10 : Exemples de législations sur la RUEP dans différents états (ne visant pas l'exhaustivité)..... | 37 |
| Tableau 11 : Lignes directrices pour la qualité d'eau minimale et options de traitement pour l'utilisation de l'eau de pluie au Texas..... | 41 |
| Tableau 12 : Projets récompensés en 2011 par le Texas Rain Catcher Award (source : d'après Texas water development board)..... | 42 |
| Tableau 13 : Exigences de la norme ABNT NBR 15525 pour l'entretien..... | 47 |
| Tableau 14 : Exigences de qualité de la norme ABNT NBR 15527 pour des usages restrictivos non potables..... | 49 |
| Tableau 15 : Concentrations acceptables en pathogènes pour l'utilisation des eaux pluviales pour différents usages (NRMMC et al., 2009)..... | 60 |
| Tableau 16 : Législation sur la RUEP dans différents états et territoires..... | 64 |
| Tableau 17 : Législation sur la RUEP dans différents états et territoires..... | 65 |
| Tableau 18 : Législation sur la RUEP dans différents états et territoires..... | 68 |
| Tableau 19 : Évolution de la part de la RUEP dans l'approvisionnement en eau potable et perspective (d'après Gunapala et al., 2007 et Fernando et al., 2007)..... | 74 |
| Tableau 20 : Exemple de table pour le calcul de la capacité du réservoir, ici pour la zone de Badulla (source : LRWHF)..... | 76 |
| Tableau 21 : Ligne directrice provisoire pour la qualité de l'eau de pluie (Ministry of Urban Development and Water supply, 2006)..... | 77 |

Remerciements

M. John Griggs, Chartered Institute of Plumbing and Heating Engineering (CIPHE)

M. Bruce Hayball, Hasker Architects Ltd (architecte consultant)

Mme Lucia Susani, Environment Agency (EA)

M. Mike Walker, Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)

Dr Sarah Ward, Centre for Water Systems, University of Exeter

Prof. Tim Fletcher, Melbourne School of Land & Environment, The University of Melbourne

Dr Christelle Schang, Centre for Water Sensitive Cities, Department of Civil Engineering, Monash University

M. Joseph Eritu, Ministry of Water and Environment (MWE)

M. Hans Hartung, FAKT Consult

Texas Water Development Board (TWDB)

Mme Heather Kinkade, Forgotten Rain LLC.

Ainsi que toutes les personnes et organismes qui ont octroyé les droits d'usage des illustrations pour le présent rapport.

Onema
Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes

01 45 14 36 00

www.onema.fr

CSTB/LEESU
Ecole des Ponts
6 et 8 avenue Balise Pasca
Champs sur Marne
77455 Marne la Vallée Cedex 2

01 64 15 36 16

<http://leesu.univ-paris-est.fr/>