

Article 16.1 : "Les installations d'eau ne doivent pas être susceptibles, du fait de leur conception ou de leur réalisation, de permettre à l'occasion de phénomènes de retour d'eau, la pollution du réseau public d'eau potable ou du réseau intérieur de caractère rivé, par des matières résiduelles ou des eaux nocives ou toute substance non désirable".

Article 16.3 : "Lorsqu'il est envisagé d'utiliser l'eau potable pour alimenter un réseau ou un circuit fermé pouvant présenter des risques particuliers pour la distribution située en amont, il est utilisé un réservoir de coupure ou un bac de disconnexion isolant totalement les deux réseaux.

L'alimentation en eau potable de cette réserve se fait soit par surverse totale, soit au-dessus d'une canalisation de trop plein (5 [cm] au moins) installée de telle sorte qu'il y ait rupture de charge, avant déversement, par mise à l'air libre".

Article 18 : "En plus des dispositions visées à l'article 7, paragraphe 2, alinéa 5, du présent titre, les propriétaires, locataires et occupants doivent maintenir les installations intérieures en bon état d'entretien et de fonctionnement, et supprimer toute fuite dès qu'elle est décelée."

## 2.5. Divers : gestion des eaux pluviales et rejet des eaux dans le réseau d'assainissement

### 2.5.1. Droit d'usage des eaux de pluie

Selon les dispositions du Code Civil (article 641), «tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds ».

Il peut les recueillir dans des citernes et les utiliser pour des usages agricoles, domestiques ou industriels.

Ce droit à disposer des eaux pluviales est toutefois assorti de réserves : d'une part, ne pas causer préjudice à autrui et, d'autre part, respecter les exigences relatives à chacun des usages.

### 2.5.2. Gestion des eaux pluviales dans le milieu

Le propriétaire n'a pas le droit d'aggraver l'écoulement naturel des eaux pluviales vers les fonds inférieurs. Ont notamment été considérés comme abusifs par la jurisprudence les comportements suivants : écoulement brutal des eaux vers les fonds inférieurs, écoulement d'eaux pluviales polluées, détournement d'écoulement d'eaux pluviales vers d'autres fonds que ceux naturellement destinés à les recevoir.

En matière de gestion des eaux pluviales, il est à rappeler le rôle essentiel des communes (Article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales) qui doivent délimiter, après enquête publique :

- les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement,
- les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer leur collecte, et si nécessaire leur stockage et/ou leur traitement.

Les collectivités territoriales sont habilitées par le code de l'environnement (Article L.211-7) à entreprendre les études, les travaux visant à maîtriser les eaux pluviales et de ruissellement. Elles peuvent par ailleurs par l'intermédiaire des plans locaux d'urbanisme fixer les règles générales pour maîtriser les eaux pluviales (Article L.123-1 du code de l'urbanisme) et au cours de la procédure de délivrance du permis de construire refuser des projets ou imposer des prescriptions complémentaires dans ce domaine (Article R.111 et suivants du code de l'urbanisme).

### 2.5.3. Le rejet des eaux

Il est important de mentionner les dispositions du code général des collectivités territoriales relatives aux eaux usées collectées lorsque l'alimentation en eau ne relève pas du service public.

Article R. 2333-121 : "Tout service public d'assainissement, quel que soit son mode d'exploitation donne lieu à la perception de redevances d'assainissement établies dans les conditions fixées par les articles R 2333-122 à R 2333-32".

Article R. 2333-123 : "La redevance d'assainissement collectif comprend une partie variable et, le cas échéant, une partie fixe.

La partie variable est déterminée en fonction du volume d'eau prélevé par l'usager sur le réseau public de distribution ou sur toute autre source, dont l'usage génère le rejet d'une eau usée collectée par le service d'assainissement. [...]

Les volumes d'eau utilisés pour l'irrigation et l'arrosage des jardins, ou pour tout autre usage ne générant pas une eau usée pouvant être rejetée dans le système d'assainissement, dès lors qu'ils proviennent de branchements spécifiques, n'entrent pas en compte dans le calcul de la redevance d'assainissement".

Article R. 2333-125 : "Toute personne tenue de se raccorder au réseau d'assainissement et qui s'alimente en eau, totalement ou partiellement, à une source qui ne relève pas d'un service public doit en faire la déclaration à la mairie.

Dans le cas où l'usage de cette eau générerait le rejet d'eaux usées collectées par le service d'assainissement, la redevance d'assainissement collectif est calculée :

- soit par mesure directe au moyen de dispositifs de comptage [...];
- soit à défaut de dispositifs de comptage [...] sur la base de critères permettant d'évaluer le volume d'eau prélevé [...]"

### 3. LES EXPERIENCES FRANÇAISES : BILANS NATIONAUX DES INSTALLATIONS DE RECUPERATION ET D'UTILISATION D'EAU DE PLUIE

#### 3.1. La récupération et l'utilisation d'eau de pluie sans double réseau intérieur aux bâtiments pour des usages d'arrosage

En France, comme partout dans le monde et depuis toujours, les hommes ont mis en œuvre des dispositifs pour récupérer l'eau de pluie. Il existe encore de nombreuses installations de récupération d'eau de pluie, notamment pour l'arrosage. Sur l'initiative du propriétaire, elles sont le plus souvent assez sommaires (gouttière d'un abri de jardin se déversant dans un fût de quelques centaines de litres). Elles permettent principalement l'arrosage du jardin ou du potager.

Ces installations sont complètement disjointes de l'installation d'adduction d'eau et l'ensemble du dispositif est très généralement extérieur aux bâtiments.

Il est à noter l'initiative du Conseil de la communauté d'agglomération du Pays de Lorient qui a adopté, en février 2002, un projet de distribution de cuves pour la récupération des eaux de pluie. Deux modèles de 500 L et 1300 L ont été proposés à la vente. Elles sont équipées de collecteurs à raccorder à la gouttière permettant de faire le remplissage et le trop plein de la cuve, ainsi qu'un couvercle et un robinet de puisage pour celle de 500 L, permettant de se raccorder à un tuyau ou de remplir un arrosoir. La communauté d'agglomération du pays de Lorient participe à 40 % du prix d'achat de ces réservoirs. Le seuil de rentabilité s'établit à 20 remplissages environ.

L'eau récupérée est utilisée pour des usages non alimentaires, tels que l'arrosage des jardins, le lavage d'outils, le nettoyage de voitures, etc.

L'intérêt de ce projet est de réduire la consommation d'eau de distribution publique, en utilisant de l'eau de pluie, uniquement pour certains usages. Cela représenterait un bénéfice tant du point de vue écologique que du point de vue économique. Cette récupération permettrait aussi de délester le réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Cette opération présente l'avantage de ne pas nécessiter un réseau intérieur d'eau non potable et donc d'éviter les risques d'interconnexion des réseaux.

**Cette opération consiste à encourager, au sein d'une collectivité, une pratique qui relevait antérieurement de la seule initiative du particulier.**

#### 3.2. La récupération et d'utilisation d'eau de pluie avec réseau intérieur aux bâtiments pour des usages domestiques

Il n'existe pas de bilan français des bâtiments équipés de dispositif de récupération et d'utilisation d'eau de pluie. Il est en effet difficile de recenser les installations existantes dans les maisons individuelles, celles-ci ne sont soumises à aucune obligation de déclaration et ne font l'objet d'aucun contrôle. Les opérations concernant des bâtiments à usage collectif sont *a priori* plus facilement identifiables. Toutefois ces installations ont rarement fait l'objet d'une déclaration notamment auprès des services santé environnement des DDASS.

Plusieurs enquêtes au niveau national ont été menées pour recenser ces installations à usage collectif :

- deux enquêtes ponctuelles du ministère chargé de la santé, auprès des DDASS, en 2000 et en 2004 dans le cadre du groupe de travail CHSPF ;
- un bilan établi par le CSTB en 2003 et actualisé en 2004.

### 3.2.1. Bilan du CSHPF en 2004

Le groupe de travail du CSHPF a souhaité disposer d'un bilan actualisé des installations de récupération d'eau de pluie pour des usages domestiques et de données relatives aux usages de l'eau et à la conception des installations. Pour ce faire, un questionnaire par messagerie a été adressé au service Santé-Environnement des DDASS pour réaliser un état des lieux des installations utilisant des eaux de pluie pour des usages domestiques. La demande concernait les projets et installations récentes notamment celles réalisées dans le cadre d'opérations pilotes HQE mais aussi les installations anciennes spécifiques (alimentation en eau en l'absence de réseau d'adduction d'eau, notamment dans des refuges isolés) à l'exclusion des installations à caractère familial.

Un tiers des départements (33) a répondu à l'enquête. Parmi ces réponses, 7 services départementaux avaient la connaissance d'au moins une installation existante utilisant l'eau de pluie pour des usages domestiques. Au total, 22 installations ont été recensées. Toutefois la grande majorité (15) concerne un seul département.

Compte tenu du faible taux de réponse au questionnaire et, semble-t-il, du manque de connaissances par les services de ce type d'installations, un bilan représentatif ne peut donc être réalisé.

Toutefois, ce recensement permet de compléter les inventaires existants notamment en prenant en compte des installations anciennes. En effet, outre trois installations récentes réalisées dans le cadre des opérations HQE et déjà connues, ce sont essentiellement des installations anciennes utilisant les eaux de pluie en l'absence d'autres ressources en eau disponibles qui ont été décrites. Ces installations concernent principalement des lieux d'hébergement (gîtes, refuge,...) sur des îles ou en montagne dans des secteurs très isolés non desservis par les réseaux d'alimentation en eau. En montagne, ces lieux d'hébergement qui sont très souvent liés à la pratique du ski, sont généralement de faible importance et fréquentés généralement de façon saisonnière.

Pour ces sites anciens, si l'eau de pluie est très rarement utilisée pour la boisson (généralement l'usage d'eau embouteillée est préconisé), cette eau est utilisée pour tous les autres usages domestiques et notamment pour la préparation des repas et la vaisselle. Dans la plupart des cas, notamment lorsque qu'il existe une desserte en électricité, l'eau fait l'objet d'un traitement minimum de désinfection (ultraviolets ou chlore). Des traitements plus complets sont très rarement mis en place.

### 3.2.2. Bilan du CSTB actualisé en 2004

Le CSTB a effectué un travail de recensement des projets réalisés, ou en cours de réalisation, de récupération et d'utilisation d'eau de pluie dans des bâtiments à usage collectif. Ce travail a été mené en deux phases successives, en 2003 et en 2004. En 2003, les fondements méthodologiques ont été posés, et une première identification des projets a été effectuée. Le travail réalisé en 2004 a permis, d'une part d'actualiser les données (en prolongeant le recensement des projets de récupération d'eau de pluie existants ou en cours de réalisation) et d'approfondir le travail de description technique d'installations au travers de visites ad hoc. *67 installations recensées (dont 36 réalisées et 31 en cours de réalisation ou en projet).*

Le nombre d'installations recensées est en sensible augmentation par rapport au nombre mis en évidence en 2003. Cet accroissement notable dans le nombre d'expériences repérées traduit probablement un accroissement effectif du nombre de projets depuis 2 ou 3 ans :

- Prédominance de la région Nord Pas de Calais confirmée (25 projets), mais phénomène de diffusion à d'autres régions (Bretagne, Est de la France) ;
- 25 départements sont concernés (hors DOM-TOM).

### Types de bâtiments concernés

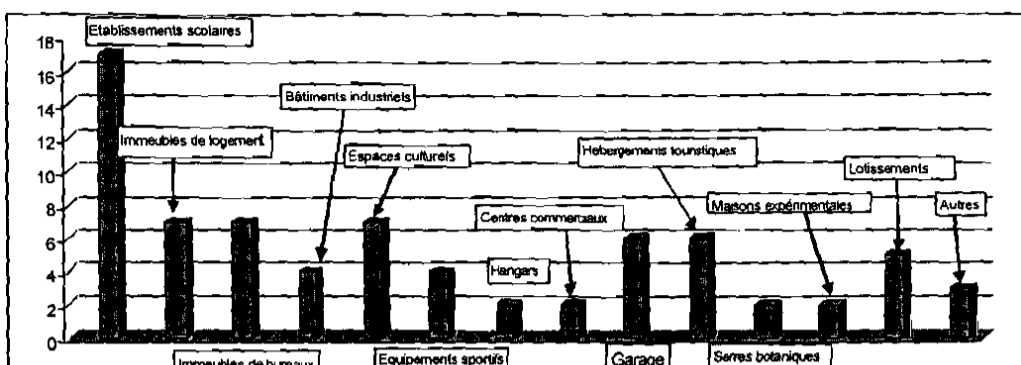


Figure 1 : Typologie des projets architecturaux (2004)

Parmi les installations recensées, 14 types de bâtiments peuvent être distingués. Toutefois sept d'entre eux sont relativement développés aujourd'hui. Il est intéressant de noter la répartition *réalisée / en cours de réalisation*. (cf. figure 2).

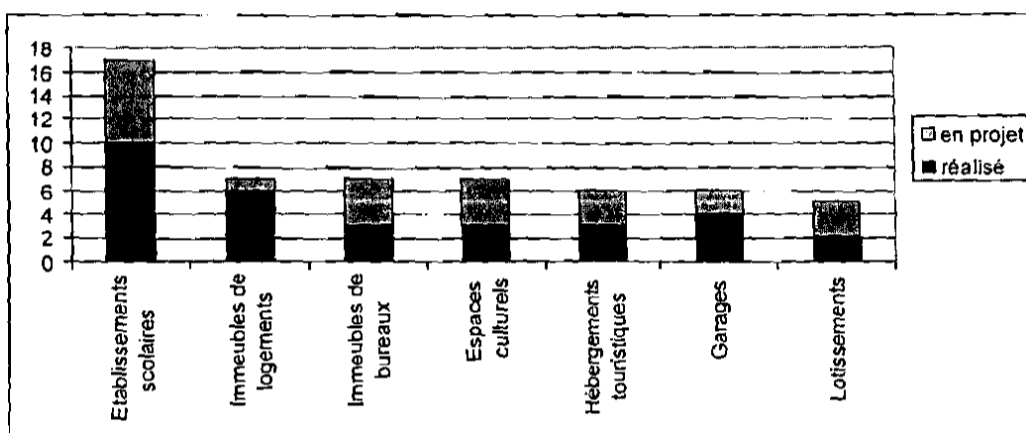


Figure 2 : Répartition des principales classes de réalisations et de projets en 2004

Le recensement réalisé par le CSTB confirme l'importance des établissements scolaires comme cible privilégiée pour ce type de projets. Il est à noter que par rapport à 2003, des nouvelles catégories notamment les hébergements touristiques et les lotissements.

### Usages de l'eau récupérée

Quatre principaux usages sont repérés : toilettes, arrosage, nettoyage des sols/voies et nettoyage des véhicules. L'usage industriel est plus marginal (pas de nouvelles installations industrielles repérées par rapport à 2003).

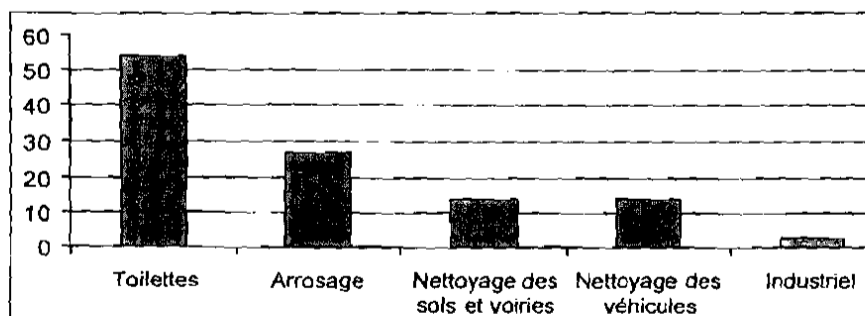


Figure 3 : Principaux usages de l'eau récupérée (2004)

### 3.2.3. Des expériences locales spécifiques : le cas de la Guyane

En Guyane, de 7 à 10 000 personnes ne sont pas raccordées à un réseau public et utilisent donc l'eau de pluie ou l'eau d'un fleuve pour l'ensemble des usages sanitaires, dont la boisson. Des épidémies de typhoïde ont lieu chaque année (en moyenne, de l'ordre d'une épidémie par an), en raison de la contamination fécale de l'eau de fleuve, et touchent des populations qui n'ont pas accès à l'eau potable et aussi en fonction de l'utilisation du fleuve comme lieu d'aisance (l'utilisation des latrines est une pratique quasi inexistante en Guyane).

Ces populations réparties en plus de 200 hameaux le long de centaines de kilomètres de fleuve n'auront, *a priori*, pas à court ou moyen terme accès à un réseau d'eau potable. Aussi est-il prévu d'entamer des programmes d'actions dont le but est d'utiliser des eaux souterraines captées à partir de pompes à main (installations réalisées sous maîtrise d'ouvrage communale).

En 2005, la Direction de la Santé et du Développement Social (DSDS) a engagé une étude permettant de qualifier la qualité de l'eau de pluie et de définir les conditions optimales de récupération d'eau de pluie pour les populations qui en récupèrent déjà et celles qui souhaiteraient en récupérer.

L'utilisation d'eau de pluie concerne d'abord l'usage de boisson. La solution que la DSDS va préconiser doit être la plus simple possible : préfiltre, séparateur, stockage, protection contre les animaux et les moustiques; des conseils d'entretien seront de même diffusés. Des solutions plus sophistiquées sont prévues par la DSDS pour les écoles et les centres de santé, alimentés par des réseaux de distribution non fiables en termes de quantité et/ou de qualité.

L'évolution dans le temps de la qualité de l'eau issue des systèmes mis en place sera suivie sur quelques centres de santé. Les recommandations techniques seront formulées par la DSDS au vu des résultats des expérimentations prévues en 2006.

La justification principale de la mise en place de ces installations est de lutter contre les maladies entériques (typhoïde, diarrhée...) transmises par l'eau des fleuves et d'inciter à la mise en œuvre de conditions d'alimentation en eau de boisson en alternative au recours à l'eau du fleuve.

### 3.3. Typologie des installations existantes

L'analyse des différents bilans montre l'existence de trois types d'installation :

- Des installations de récupération et d'utilisation d'eau de pluie sans double réseau intérieur aux bâtiments ;

*Ces dispositifs de récupération d'eau de pluie sont mis en œuvre chez les particuliers principalement en vue de l'arrosage des jardins*

*Des projets récents coordonnés tentent d'organiser au niveau de la parcelle du particulier la récupération des eaux de pluie en vue d'une récupération principalement pour l'arrosage.*

- Des installations anciennes de récupération et d'utilisation d'eau de pluie dans des bâtiments non desservis par les réseaux d'alimentation en eau ;

*Ces installations, parfois très anciennes, concernent principalement des lieux d'hébergement (gîtes, refuge, ...) sur des îles ou en montagne dans des secteurs très isolés. En montagne, ces lieux, qui étaient à l'origine souvent d'anciennes fermes, sont fréquemment liés à la pratique des sports de montagne. Généralement, ces installations sont de faible importance et fréquentées de façon saisonnière.*

- Des installations récentes de récupération et d'utilisation d'eau de pluie dans des bâtiments desservis dans un réseau d'eau potable.

*Les premières de ces installations ont été réalisées à la fin des années 90 dans le cadre d'expérimentations (logement à qualité et coût maîtrisé (LQCM), démarche Haute Qualité Environnementale (HQE)). La récupération d'eau de pluie constitue l'une des cibles de la démarche HQE comme solution explicitement citée en exemple pour réaliser des économies d'eau.*

*Parmi ces différents types d'installations réalisées depuis ou en projet, deux types de bâtiments peuvent être identifiés :*

- *des bâtiments avec un usage de l'eau à caractère collectif, notamment des établissements scolaires, des établissements recevant du public (salle polyvalente, bibliothèque, centre de loisirs...) ou des locaux de bureaux ou industriels (garage, industrie, administrations...);*
- *des bâtiments avec un usage de l'eau à caractère privatif unifamilial, notamment des immeubles de logement ou des maisons individuelles.*

En annexe 1, sont présentés des exemples couvrant les principaux types d'installation susmentionnés. Une fiche synthétique reprend pour chaque installation la présentation générale de l'installation, la description de l'installation technique et de ses performances ainsi que les remarques et enseignements pouvant en être tirés.

3.4. Installations équipées pour l'utilisation d'eau de pluie pour des usages domestiques : Bilan de l'existant

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p>Installations situées dans des zones zones sans accès au réseau public de distribution d'eau de pluie.</p>   | <p>Installations raccordées au réseau public de distribution publique, mais situées dans zones isolées et non raccordées au réseau public de distribution d'eau de pluie.</p>  | <p>Installations raccordées au réseau public de distribution publique.</p>   |  |
| <p><b>Usages* :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "alimentaires" : préparation des aliments, vaisselle, boisson (rarement)</li> <li>- hygiène corporelle</li> <li>- autres : lavage du linge, évacuation des excréta, arrosage, lavage des sols</li> </ul>   | <p><b>Usages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence d'information – probablement les mêmes usages que pour les installations situées dans des zones isolées, non raccordées au réseau d'eau de distribution publique.</li> </ul>     | <p>Installations situées dans zones isolées et non raccordées au réseau public de distribution d'eau de pluie.</p>   | <p>Installations situées dans zones isolées et non raccordées au réseau public de distribution d'eau de pluie.</p>   |
| <p><b>Usages* :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "alimentaires" : non</li> <li>- "non alimentaires" internes : évacuation des excréta, lavage du linge (pour certaines maisons individuelles)</li> <li>- "non alimentaires" externes : arrosage, lavage des sols, lavage des véhicules</li> </ul> | <p><b>Usages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "alimentaires" : non</li> <li>- "non alimentaires" internes : évacuation des excréta</li> <li>- "non alimentaires" externes : arrosage, lavage des sols, lavage des véhicules</li> </ul> | <p><b>Usages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "alimentaires" : non</li> <li>- "non alimentaires" internes : évacuation des excréta</li> <li>- "non alimentaires" externes : arrosage, lavage des sols, lavage des véhicules</li> </ul> | <p><b>Usages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "alimentaires" : non</li> <li>- "non alimentaires" internes : évacuation des excréta</li> <li>- "non alimentaires" externes : arrosage, lavage des sols, lavage des véhicules</li> </ul> |

\* Les usages sont généralement limités par la quantité d'eau disponible



### 3.5. Retours d'expérience

Il est difficile et sûrement hâtif, à partir de quelques expériences parfois pilotes, de tirer des conclusions générales. Toutefois, à la lumière de l'ensemble des connaissances disponibles, les réflexions suivantes peuvent être faites.

#### **a) Installations de récupération et d'utilisation d'eau de pluie dans des bâtiments non desservis par les réseaux d'alimentation en eau.**

L'utilisation d'eau de pluie sur des sites isolés permet de satisfaire à des besoins en eau lorsqu'il n'existe pas d'autres ressources en eau à proximité. Toutefois, considérant le risque potentiel de pénurie d'eau (en cas d'absence prolongée d'événement pluvieux), il convient en général d'opérer une utilisation raisonnée de la ressource disponible et plus encore qu'ailleurs, d'éviter les fuites d'eau.

Du point de vue qualitatif, des dispositifs de gestion adaptés, compte tenu du contexte, tentent de mettre à disposition une eau sans risques sanitaires. Les dispositifs de désinfection permettent s'ils sont entretenus correctement de délivrer une eau dont les analyses microbiologiques montrent leur conformité aux normes en vigueur"

#### **b) Installations récentes de récupération et d'utilisation d'eau de pluie dans des bâtiments desservis par le réseau d'eau potable.**

Les opérations pilotes HQE (au sens appel d'offres émis par le PUCA en 1993 sous le nom opérations pilotes Rex-HQE) ont été au nombre de 13. Seules deux d'entre elles disposaient de dispositif de récupération/utilisation d'eau pluviale :

- un immeuble de logement à La Balme de Sillingy en Haute Savoie qui n'a fonctionné qu'un seul jour, en raison de problème d'hydrocarbures lié à la récupération de l'eau des parkings et d'un problème de paiement de la taxe d'assainissement exigé par le distributeur d'eau et qui a démotivé le maître d'ouvrage qui a trouvé que ce n'était plus rentable
- un immeuble de logement de l'OPAC de l'Ain à Meillonas décrit en annexe 1.

Les deux opérations ont fait l'objet de rapports finalisés. D'autres opérations de type HQE ou comparables, incluant un volet « récupération d'eaux de pluie », ont été réalisées à la fin des années 1990 et notamment des logements LQCM de Saint-Ouen et plusieurs lycées : Calais et Caudry dans la région Nord Pas de Calais, Limoges dans la région Centre.

Au vu de ces premières expériences de récupération d'eau de pluie mises en œuvre, les remarques suivantes peuvent être faites.

##### *- en termes de conception et de réalisation :*

Certaines installations comportent des défauts de conception ou de réalisation susceptibles d'engendrer des problèmes importants au niveau de la sécurité sanitaire (doutes ou erreurs au niveau des dispositifs de disconnexion).

Par ailleurs, de façon générale, les dispositifs d'information des usagers sont insuffisants et peu pris en compte (manque de schéma des réseaux, coloration des tuyauteries, information des usagers).

Par la mise en place d'actions ciblées sur ces points défectueux (par exemple contrôle technique de chaque installation, cahiers des charges précis en matière d'information, etc.), il semble possible d'apporter des améliorations.

##### *- en termes d'entretien :*

Malgré le caractère pilote de la majorité des installations, l'entretien de ces installations est très souvent un point noir. De façon générale, sauf si l'entretien a été confié à une entreprise spécialisée, l'entretien est insuffisant voire parfois inexistant. Ceci peut induire des dysfonctionnements majeurs (fuite d'eau, pas de récupération d'eau, bouchage, etc.). L'amélioration de cet aspect passe par une prise en compte des questions d'entretien le plus en amont dans les projets et l'implication au plutôt des personnels qui va être chargé de leur gestion au quotidien.

#### 4. EXPERIENCES DANS LES AUTRES PAYS

Dans le cadre du groupe de travail, ont été recherchées des informations sur les pratiques liées à l'utilisation d'eau de pluie et sur les expériences menées par différents pays, portant notamment sur :

- les usages pour lesquels une eau de pluie brute (non potable) est tolérée,
- la qualité d'eau minimum éventuellement requise, en fonction des usages concernés,
- les recommandations émises par les autorités sanitaires en termes de conception des installations, de surveillance, de maintenance, ...
- le cadre réglementaire correspondant à de telles utilisations.

Les pays suivants ont été interrogés par le Bureau des eaux de la Direction générale de la santé (Allemagne, Royaume-Uni, Belgique, Pays-Bas, et Luxembourg), en précisant que les questions portaient sur l'utilisation d'eau de pluie, recueillie sur les toitures de bâtiments, pour des usages domestiques, et non sur la gestion des eaux pluviales en général.

##### 4.1. Allemagne

Les utilisations domestiques d'eau de pluie recueillies sur les toitures recouvrent l'évacuation des toilettes, l'arrosage, le lavage du linge, etc.

La récupération et l'utilisation d'eau de pluie en Allemagne sont de la compétence des communes. Ainsi, la gestion de ces pratiques est susceptible de varier d'une commune à l'autre et il est difficile d'obtenir des statistiques correspondant à l'ensemble du pays. Toutefois, les principes sont en général les mêmes : les communes perçoivent une taxe sur les eaux de pluie reversées dans le réseau d'assainissement. Les particuliers sont exonérés de cette taxe s'ils font construire une installation de collecte, de stockage et de réutilisation des eaux de pluie. Ces travaux sont réalisés suivant les recommandations données par la commune ou le Land, notamment en ce qui concerne l'hygiène.

Seul le recyclage de l'eau de pluie en eau potable est réglementé au niveau fédéral. Cependant il convient de signaler l'existence de la norme DIN 1989 intitulée Regenwassernutzungsanlagen (Installations de récupération d'eau pluviales) qui a une valeur quasi réglementaire. Cette norme comprend 4 parties (Teile) :

- Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung (études préliminaires, réalisation, fonctionnement et entretien) ;
- Teil 2: Filter (filtration) ;
- Teil 3: Regenwasserspeicher (réservoirs d'eau pluviale) ;
- Teil 4: Bauteile zur Steuerung und Nachspeisung (règles de construction de la régulation et de l'appoint [en eau potable]).

Il apparaît que certaines communes mettent en place des systèmes de subventions pour encourager la diffusion de la technique de récupération et d'utilisation d'eau de pluie. Il s'agit d'aides au financement des installations.

Enfin, il est à noter que la location de logements requiert la possibilité pour le locataire de choisir entre un approvisionnement en eau de pluie et un approvisionnement en eau potable.

Par ailleurs, de nombreuses études montrent que la qualité de l'eau de pluie utilisée à des fins domestiques (hors eau potable) est bonne.

##### 4.2. Royaume-Uni

L'eau de pluie est rarement utilisée en vue de produire de l'eau potable, à l'exception de certaines zones comme les îles de Scilly, où à certaines périodes de l'année, l'eau de pluie est utilisée en appoint aux ressources en eau destinée à la consommation humaine.

En général, l'eau de pluie est utilisée pour l'arrosage du jardin, les chasses d'eau de WC et le lavage du linge.

Il n'existe pas de réglementation au Royaume-Uni fixant une qualité d'eau requise pour l'utilisation dans les WC ou pour les machines à laver.

Des documents ont été publiés par différentes associations ou organisations en vue de proposer des recommandations relatives aux installations de récupération et d'utilisation d'eau de pluie (Construction Industry Research and Information Association, the UK Rainwater Harvesting Association, Water Regulations Advisory Scheme). Par ailleurs, l'Environment Agency (agence environnementale du Royaume-Uni, organisation publique), présente sur son site Internet une rubrique consacrée à l'utilisation des eaux de pluie, en soulignant l'économie pouvant être réalisée sur la consommation d'eau potable.

#### 4.3. Les Pays-Bas

Sur les 6,2 millions de ménages aux Pays-Bas, 99,9 % sont raccordés au réseau de distribution publique d'eau potable. Les entreprises de production/distribution d'eau ont une obligation de raccordement et n'utilisent pas l'eau de pluie comme ressource pour la production d'eau potable. 60 % des eaux utilisées proviennent des eaux souterraines et 40 % des eaux de surface (notamment le Rhin et la Meuse). Néanmoins, la loi permet, en principe, l'utilisation de toutes les eaux pour produire de l'eau potable.

La fourniture à grande échelle, par les entreprises de production/distribution d'eau potable, d'eau non potable pour des usages domestiques (avec des systèmes à deux canalisations) a été formellement interdite aux Pays-Bas, le 13 août 2003, par le Ministre du Logement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. En coopération avec l'Institut national de la santé et de la protection de l'environnement (RIVM) et l'association des entreprises de production/distribution d'eau potable (VEWIN), six projets pilotes ont été menés entre 2000 et 2002 pour étudier la faisabilité de la fourniture « d'eau domestique ». La notion de « l'eau domestique », définie dans la loi sur la distribution de l'eau (Waterleidingwet) est stricte : eau de conduite uniquement destinée à l'évacuation des excréta, à l'utilisation dans les machines à laver et à l'arrosage du jardin. L'argument principal pour l'interdiction a été le risque sanitaire créé par ses installations : la qualité microbiologique de « l'eau domestique » ne pouvait être garantie. En outre, les bénéfices environnementaux se sont avérés marginaux.

Les initiatives à petite échelle (sociétés de construction de logements, propriétaires d'immeubles de bureau, hôtels et campings, groupes d'habitants ou individus), qui n'utilisent en général que l'eau de pluie, n'ont pas été interdites par le Ministère. Ces projets seront contrôlés de façon individuelle par l'Inspection du Ministère, via les entreprises de production/distribution d'eau potable.

Selon les organismes sanitaires nationaux (VROM, RIVM et VEWIN), les Pays-Bas comptent environ 50 installations collectives de récupération d'eau de pluie, dont environ 50% dans des résidences et 50% dans des bâtiments non résidentiels. Le complément en eau potable, nécessaire au fonctionnement des installations, s'élève à 50%. L'eau de pluie brute (ou ayant subi une simple filtration) est utilisée pour l'arrosage, le lavage de la voiture, l'évacuation des excréta et/ou les machines à laver. Dans ce cas, l'eau est filtrée après collecte dans des citernes (en bois et en plastique) ou des réservoirs.

Aucune licence ou autorisation spécifique n'est, à ce jour, nécessaire pour mettre en place un système de récupération et d'utilisation d'eau de pluie ; il n'existe pas non plus de cadre réglementaire spécifique pour encadrer l'utilisation d'eau de pluie pour des usages domestiques. A ce jour, si l'obtention du « label KIWA » est obligatoire pour les installations d'eau potable, le « label KOMO » - disponible pour certifier des installations d'eau de pluie - est en revanche facultatif.

Toutefois, si l'usage de l'eau de pluie est combiné avec l'usage d'eau potable (par exemple si la quantité d'eau de pluie ne suffit pas pour alimenter la chasse d'eau de WC), le « label KIWA » devient obligatoire. Il vise à garantir la sécurité des installations vis-à-vis des réseaux d'eau potable et à éviter notamment les connexions entre le réseau d'eau potable et le réseau d'eau non potable. Parallèlement, la mise en place et la gestion des installations doivent répondre aux normes NEN 1006, traduites en règles

de travail par le VEWIN, l'association des entreprises de production/distribution d'eau potable ([www.vewin.nl](http://www.vewin.nl)). Le contrôle est réalisé par l'Inspection du Ministère VROM, via les entreprises de production/distribution d'eau potable.

Le nombre d'initiatives individuelles de récupération et d'utilisation d'eau de pluie est inconnu.

Il n'existe pas de subventions ou d'encouragements à l'utilisation d'eau de pluie pour des usages domestiques.

#### 4.4. Belgique

Il n'existe pas d'obligation légale de se raccorder au réseau de distribution d'eau en Belgique. De plus, la responsabilité de la société distributrice s'arrête au niveau du compteur d'eau. L'administration n'a donc pas de droit de regard sur la qualité de l'eau qui se trouve dans le verre de chaque citoyen dans son habitation. On peut installer et utiliser un système de valorisation intégrale de l'eau de pluie, mais sous sa propre responsabilité. L'extension des techniques de valorisation de l'eau de pluie par les ménages fait que la consommation d'eau de ville diminue régulièrement.

Par contre, une habitation non raccordée au réseau de distribution d'eau tombe automatiquement dans la catégorie des habitations insalubres. Ces habitations peuvent servir aux propriétaires, mais ne peuvent, en principe, pas être mises en location.

Certaines communes en Belgique rendent obligatoire l'installation d'une citerne à eau de pluie lors de la construction d'une habitation. Elles participent à cette dépense par l'octroi de primes.

Il n'existe pas d'encadrement réglementaire pour cette pratique, mais uniquement des recommandations faites par les administrations régionales qui sont compétentes dans ce domaine (Flandre, Wallonie, Bruxelles). Ces recommandations encouragent l'utilisation de l'eau de pluie pour tous les usages ne demandant pas d'eau potable.

Dans le système de valorisation intégrale de l'eau de pluie, connu sous le nom de « *pluvalor* », on utilise l'eau de pluie pour tous les usages domestiques, en donnant la priorité à la production d'eau potable. Si le toit n'est pas suffisamment grand pour couvrir les besoins du ménage en eau de pluie, un raccordement au réseau public sera nécessaire. Dans une maison équipée de ce type de système, un seul robinet délivre de l'eau potable de haute qualité. Il est généralement situé à la cuisine.

Le système « *pluvalor* » n'est qu'une partie d'un système plus vaste, appelé « *eautarcie* ». Il s'agit d'un nouveau concept de gestion durable de l'eau dans l'habitation qui fait partie des techniques de l'Architecture de Haute Qualité Environnementale.

Les ménages qui utilisent le système « *eautarcie* » peuvent passer un contrat d'entretien et de surveillance avec la société qui fournit le matériel. Lors des entretiens programmés, un échantillon d'eau est prélevé pour être analysé dans un laboratoire officiel de contrôle. Le prix de revient de ces analyses est du même ordre de grandeur que le prix d'abonnement lors du raccordement au réseau public.

En l'état actuel de la technique, « *l'eautarcie* » ne peut équiper que des habitations familiales munies d'un petit jardin (min. 100 m<sup>2</sup>). L'eau qui tombe sur le toit est stockée dans une citerne et après utilisation, elle est épurée dans un petit système enterré.

#### 4.5. Luxembourg

Actuellement, il n'existe aucune restriction d'emploi pour l'eau de pluie et aucun critère de qualité n'est requis pour les différents usages qui peuvent être faits de l'eau de pluie. Néanmoins, la séparation physique entre le circuit d'eau potable et le circuit d'eau de pluie est exigée : ce critère étant souvent non respecté, la volonté de l'administration luxembourgeoise est d'inscrire ce critère dans sa

législation concernant l'eau potable. Par ailleurs, il n'existe aucune restriction pour la surveillance et la maintenance des installations.

Actuellement, il n'existe qu'un seul règlement grand-ducal en la matière. Celui-ci définit uniquement les critères qu'il faut respecter pour l'obtention d'un subside (aide financière accordée par l'Etat à une personne) pour l'installation d'un système de récupération d'eau de pluie dans les logements de particuliers.

Le Mémorial A-Numéro 68 reprend le règlement grand-ducal du 14 mai 2003 concernant l'allocation d'une aide budgétaire aux particuliers pour la mise en place d'une installation de collecte des eaux de pluie (le journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg est divisé en trois recueils distincts : Mémorial A : recueil de législation ; Mémorial B : Recueil administratif et économique ; Mémorial C : Recueil des sociétés et associations).

Par ailleurs, une transposition des principaux critères du règlement est réalisée dans un plan type, qui a vocation à rendre plus aisée l'interprétation du règlement grand-ducal pour les installateurs du circuit de traitement de l'eau de pluie.

| PAYS        | EXISTENCE DE SYSTEMES DE RECUPERATION D'EAU DE PLUIE | USAGES  | COMPETENCE   | ENCOURAGEMENT DE CES PRATIQUES  | ELEMENTS DE REGLEMENTATION  | PARTICULARITE   | RECYCLAGE DE L'EAU DE PLUIE EN EAU POTABLE |
|-------------|--|---|--|---|---|---|--|
| Allemagne   | oui  | Evacuation des toilettes, arrosage, lave-linge.   | Communes : fournit recommandations.                        | Système de subventions mis en place par les communes.   | DIN 1989  | Exonération de la taxe des eaux pluviales si installation de récupération d'eau de pluie. | Réglémentée au niveau fédéral.             |
| Royaume-Uni | oui  | Evacuation des toilettes, arrosage, lave-linge.   | -  | Pratiques encouragées par des associations, organisations etc...  | -   | -   | Rarement, parfois dans certaines îles.     |
| Belgique    | oui  | Dans le système de valorisation intégrale de l'eau de pluie, mieux connu sous le nom de « pluvalor », on utilise l'eau de pluie pour tous les usages domestiques, en donnant la priorité à la production d'eau potable. | Administrations régionales (Flandre, Wallonie, Bruxelles). | Recommandations faites par les administrations régionales, encourageant l'utilisation de l'eau de pluie pour tous les usages ne demandant pas d'eau potable. Certaines communes en Belgique rendent obligatoire l'installation d'une citerne à eau de pluie lors de la construction d'une habitation. Elles participent à cette dépense par l'octroi de primes. | Pas d'encadrement réglementaire. Une habitation non raccordée au réseau de distribution d'eau tombe automatiquement dans la catégorie des habitations insalubres. Ces habitations peuvent servir aux propriétaires, mais ne peuvent, en principe, pas être mises en location. |   |  |

| PAYS       | EXISTENCE DE SYSTEMES DE RECUPERATION D'EAU DE PLUIE  | USAGES  | COMPETENCE    | ENCOURAGEMENT DE CES PRATIQUES  | ELEMENTS DE REGLEMENTATION   | PARTICULARITE  | RECYCLAGE DE L'EAU DE PLUIE EN EAU POTABLE |
|------------|---|---|---------------|---|--|--|--|
| Pays-Bas   | 50 installations collectives de récupération d'eaux de pluie, dont environ 50% dans des résidences et 50% dans des bâtiments non résidentiels. Le nombre d'initiatives individuelles est inconnu. | Arrosage, lavage de la voiture ; Evacuation des excréta et/ou machines à laver. | Municipalités | Aucune subvention ou aide.  | <p>Pas d'autorisation nécessaire</p> <p>Usages dits « domestiques » sont tolérés : eau de conduite destinée à l'évacuation des excréta, à l'utilisation dans les machines à laver et à l'arrosage du jardin.</p> <p>Si l'usage des eaux de pluie est combiné avec l'usage d'eau potable, le label KIWA devient obligatoire.</p> <p>La mise en place et la gestion des installations doivent répondre aux normes NEN 1006</p> | <p>La fourniture à grande échelle, par les entreprises de production/distribution d'eau potable, d'eau non potable pour des usages domestiques (avec des systèmes à deux canalisations) a été formellement interdite.</p> <p>Les projets à petite échelle seront contrôlés de façon individuelle par l'Inspection du Ministère VROM, via les entreprises de production/distribution d'eau potable.</p> | Label KIWA obligatoire                     |
| Luxembourg | oui   | Aucune restriction  | Grand-duché   | Subside pour l'installation d'un système de récupération d'eau de pluie dans les logements de particulier si certains critères sont respectés | <p>Séparation physique entre le circuit d'eau potable et le circuit d'eau de pluie.</p> <p>Règlement grand-ducal du 14 mai 2003 concernant l'allocation d'une aide budgétaire aux particuliers pour la mise en place d'une installation de collecte des eaux de pluie.</p>   |  |  |

## 5. ASPECTS SANITAIRES

### 5.1. Qualité des eaux de pluie

La contamination de l'eau de pluie provient tout d'abord de son passage dans l'atmosphère, puis du lessivage des surfaces (toitures, gouttières, canalisations) et enfin du stockage dans les réservoirs.

D'une manière générale, les données sur les caractéristiques des eaux de pluie notamment les teneurs en microorganismes ou en substances chimiques sont peu nombreuses. Par ailleurs, la qualité des eaux de pluie apparaît très variable dans le temps et dans l'espace ; elle dépend de facteurs tels que la proximité d'industries, le couvert végétal, la durée de temps sec, les caractéristiques de la précipitation, la nature des surfaces de ruissellement, l'entretien de ces surfaces (absence ou usage de produits de nettoyage), la fréquence de ruissellement, la fréquentation animale (déjections de chiens, oiseaux : pigeons, etc.), la présence de rejets polluants atmosphériques, etc.

Il a été mis en évidence que la concentration en polluants est maximale en début de pluie et qu'elle décroît rapidement au cours du premier millimètre de pluie pour être relativement constante par la suite [Mottier, 1994].

#### 5.1.1. Qualité des eaux météoritiques

Les valeurs moyennes présentées dans le tableau 1 [Colandini, 1999] sont des ordres de grandeur pour les paramètres physico-chimiques et de pollution des eaux météoritiques les plus fréquemment analysés. Il convient toutefois de considérer ces valeurs avec prudence car il s'agit de moyennes calculées suivant différents critères (moyennes sur une année ou sur quelques événements pluvieux) et fonction de caractéristiques géographiques particulières.

| Paramètres                           | Valeurs   |
|--------------------------------------|-----------|
| pH                                   | 4,9       |
| CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )       | 32        |
| MES (mg/L)                           | 17,5      |
| DCO (mg $\text{O}_2/\text{L}$ )      | 1,5 - 1,9 |
| Cl <sup>-</sup> (mg/L)               | 0,9 - 1,6 |
| NO <sup>3-</sup> (mg/L)              | 0,5 - 0,6 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L) | 3 - 4,8   |
| Fe ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )        | 160 - 223 |
| Pb ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )        | 5 - 76    |
| Cd ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )        | 0,6 - 3   |
| Cu ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )        | 1,5 - 12  |
| Zn ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )        | 5 - 80    |
| HAP (ng/L)                           | 86 - 145  |

Tableau 1: Qualité moyenne des eaux météoritiques [Colandini, 1999]

Les eaux météoritiques considérées pendant longtemps comme dépourvues de pollution contiennent des quantités non négligeables de métaux lourds (comparables à celles des eaux de ruissellement de surfaces urbaines) ainsi que des matières en suspension. Le pH des eaux de pluie est également acide. Or, le pH influe sur la solubilité des métaux. Plus le pH est acide plus ceux-ci vont avoir tendance à être solubilisés. Ainsi, au contact des toits, l'eau de pluie a tendance à dissoudre les métaux lourds issus des composants mêmes des toits.



### 5.1.2. Contamination microbiologique des eaux de pluie après collecte et stockage

#### Origine

Les déjections animales (oiseaux, rongeurs, insectes) et les résidus végétaux constituent les sources principales de pollution microbiologique. L'eau peut aussi être contaminée pendant son passage dans l'atmosphère par des poussières contenant bactéries, levures et moisissures. Enfin, lors du stockage dans les réservoirs, la prolifération d'algues, de bactéries et de moisissures est favorisée par certaines conditions, de température notamment.

Il n'est pas exclu que l'eau de pluie puisse être contaminée par des légionelles, par l'intermédiaire des tours d'aéroréfrigération, propageant dans l'air ces bactéries ou par une prolifération dans les cuves elles-mêmes.

Il semble que la contamination puisse être aussi liée à des infiltrations d'eaux parasites (eaux vannes, ruissellement de surface, nappe) dans les cuves enterrées. En effet, les contaminants biologiques présents (germes fécaux, *Giarda*, *Cryptosporidium*) ne sont pas tous dus au ruissellement sur les toitures.

La concentration en microorganismes peut être évolutive et soumise à des différences de température parfois importantes entre l'été et l'hiver, le jour et la nuit; l'humidité a d'ailleurs probablement un rôle non négligeable sur leur survie.

Selon une étude effectuée au Danemark [Albrechtsen, 2002], on peut trouver dans une citerne d'eau pluviale les bactéries suivantes : *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Legionella*, *Aeromonas*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter jejuni*, *Mycobacterium avium*, *Escherichia coli*, *Aeromonas sp*

#### Caractéristiques

Les données relatives à la contamination microbiologique des eaux de pluie portent essentiellement sur les indicateurs de contamination fécale.

Une étude allemande portant sur la qualité d'eau de pluie ayant séjourné dans des citernes fait mention des concentrations moyennes suivantes : flore totale à 20°C (1200 UFC/mL), coliformes fécaux (198 UFC/mL), *Escherichia coli* (26 UFC/mL) [Hollandär et al., 1996]

Des suivis récents réalisés par le CSTB aux niveaux des cuves de stockage sur les sites de Meillonas et du Petit Quevilly (logements collectifs, eau de pluie utilisée dans les toilettes), de Grigny (collège, eau de pluie utilisée dans les toilettes) et de la maison expérimentale MARIA du CSTB (simulation des usages WC) donnent les résultats suivants.

| Paramètres                                  | Fourchettes de valeurs mesurées<br>(prélèvements en cuves de stockage) |                  |           |                    | Limites « eau potable » | Limites « baignades » |
|---|--|------------------|-----------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
|   | Petit Quevilly<br>(1)  | Meillonas<br>(1) | María (1) | Grigny (2)         |                         |                       |
| Flore aérobie revivifiables à 22°C (UFC/mL) | 56 – 480   | 166 – 8800       | 130       | 6 – 50 (15000)     | 100                     |                       |
| Flore aérobie revivifiables à 37°C (UFC/mL) | 40 – 450   | 3 – 10.400       | 400       | 8 – 25<br>(4000)   | 20                      |                       |
| Coliformes totaux (UFC/100 mL)              | 30 – 1800  | 30 – 230         | 1 200     | 65 – 300<br>(1500) | 0 /100 mL               | 10 000/100 mL         |
| Coliformes fécaux (UFC/100 mL)              |  |                  | 700       | 0 – 80<br>(1400)   | 0/100 ml                | 2000/100 mL           |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (UFC/100 mL)  | > 50   | 120              | 26        | 20 – 700           |                         |                       |

Les prélèvements ont été réalisés au niveau des cuves de stockage donc après ruissellement sur les toits :

- dans le cas du Petit Quevilly, sur 12 dates d'échantillonnage réparties sur un cycle annuel, les valeurs indiquées correspondent à des prélèvements dans les cuves de stockage dans les situations où le dispositif fonctionne,
- dans le cas de Meillonas, sur 11 dates d'échantillonnage, réparties sur un cycle annuel : l'ensemble des analyses a été pris en compte pour établir les fourchettes indiquées,
- pour María, une seule valeur est citée,

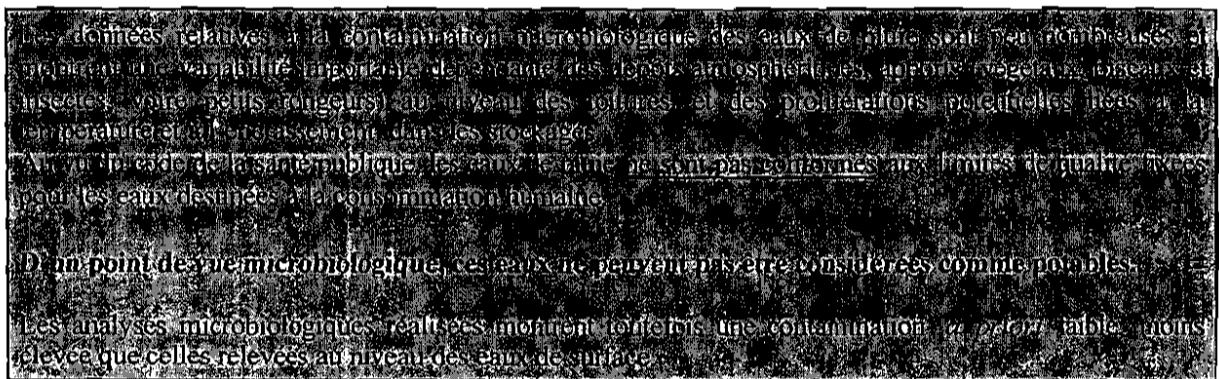
- à Grigny, 4 prises d'échantillon ont été réparties d'octobre 2004 à mars 2005. Les valeurs maximales pour la plupart des paramètres ont été atteintes lors du premier échantillonnage. Il est donc indiqué une fourchette + une donnée entre parenthèses. Aucune explication n'a pu être donnée pour cet écart.

Ces données microbiologiques peuvent être comparées aux seuils proposés par l'OMS et par le CSHPF pour les eaux d'irrigation.

| Paramètres                    | Numération |
|-------------------------------|------------|
| Coliformes fécaux pour 100 mL | < 1000     |
| Oeuf d'helminthes             | < 1        |

Les eaux de pluie respectent ces seuils : c'est le cas avec au maximum quelques centaines de coliformes totaux /100 mL –donc 5 à 10 fois moins de coliformes fécaux- dans les exemples français de Meillonas, de Petit Quevilly et de Grigny, ainsi que pour Höllander *et al.* après étude de 100 citernes et 1600 échantillons avec des concentrations moyennes en coliformes fécaux de 200 pour 100 mL.

En ce qui concerne les *Legionella pneumophila* et les salmonelles, aucune prolifération n'a été détectée dans les installations suivies en France, et en Allemagne (étude AGWA sur 9 citernes à Hanovre).



### 5.1.3. Contamination physico-chimique des eaux de pluie

#### Origine

Il peut exister une double contamination de l'eau due aux poussières atmosphériques d'une part, et à la qualité du revêtement de la toiture et à la qualité du revêtement de la citerne d'autre part. L'eau de pluie est acide et peut dissoudre les micropolluants métalliques et également le revêtement quand il comprend une couverture à base de zinc, de cuivre ou de plomb. Les contaminations dépendent aussi de la qualité et de l'état des toitures.

L'eau de pluie peut être contaminée par des pesticides, par l'intermédiaire des aérosols formés lors des traitements agricoles (atrazine, alachlore...), par des métaux, en phase dissoute ou particulaire (Hg, Cd, Cu, Pb, Zn), et par des hydrocarbures, en fonction de la nature des toitures (bitume, bardeaux synthétiques).

L'eau de pluie est en moyenne acide (pH = 5). Les valeurs de pH restent stables au cours de l'événement pluvieux mais il est noté une augmentation du pH due essentiellement à la dissolution du revêtement du toit (notamment des éléments métalliques), lors du ruissellement des eaux de pluie sur les toitures. En effet, le pH souvent acide des eaux de pluie favorise la désorption et donc la solubilisation de certains éléments (notamment métalliques) de la toiture par l'eau de ruissellement. D'autre part, le pH des

eaux de ruissellement influe sur la répartition des différents polluants entre phase dissoute et la phase solide.

L'importance de l'effet tampon varie en fonction de la nature du revêtement du toit [Mottier, 1994]. L'augmentation du pH est maximum pour un toit en ciment fibreux et les toits terrasses couverts de gravillons sur lesquels on retrouve généralement beaucoup de  $\text{CaCO}_3$  (variation jusqu'à 3,5 unités de pH). Les toits en tuiles de béton et les toits en zinc sont en position intermédiaire. Les toits en tuiles et en feutre bitumé présentent une faible augmentation de pH.

Les valeurs de pH restent stables au cours de l'événement pluvieux. L'effet tampon serait donc essentiellement lié à la dissolution du matériau de toiture plutôt qu'à celle des particules déposées sur la toiture.

Les valeurs en **matières en suspension et en matière oxydable** sont très variables d'un événement pluvieux à l'autre, selon le site de mesure et selon le matériau et l'état de surface de la toiture (feutre bitumé, tôle ondulée, gravier, tuile, etc.).

| <i>Polluants</i> | <i>Concentrations en mg/L</i> |
|------------------|-------------------------------|
| <i>MES</i>       | <i>6 à 14</i>                 |
| <i>MVS</i>       | <i>3 à 26</i>                 |
| <i>DCO</i>       | <i>12 à 73</i>                |
| <i>DBO5</i>      | <i>2 à 13</i>                 |

**Tableau 2 :** *Ordre de grandeur des concentrations en MES, MVS, DCO et DBOS pour différentes toitures. D'après [Mottier, 1994] [LHRSP, 1994] [Saget, 1994]*

Une grande variabilité des résultats est observée d'un événement pluvieux à l'autre, quel que soit le site de mesure et le paramètre de pollution considéré. Les ruissellements de toitures présentent une forte teneur en matière organique avec un rapport MVS / MES de l'ordre de 30 à 45 %.

La désagrégation, les dépôts de temps sec sont des apports en particules solides sur les toits. On estime les apports annuels en particules solides sur les toits des matériaux de toiture à  $5 \cdot 10^{-3}$  g/mm de pluie par  $\text{m}^2$  de toiture.

Suivant l'inclinaison, l'état de surface du toit et les caractéristiques de la pluie, ces particules sont mises en suspension, charriées ou adsorbées au matériau du toit.

Une étude menée sur deux pluies différentes amène aux résultats suivants (Colandini, 1999) :

| <i>Echantillon</i>    | <i>pH</i>      | <i>MES en mg/L</i> |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| <i>Pluie</i>          | <i>3,9-3,9</i> | <i>14-20</i>       |
| <i>Feutre bitumé</i>  | <i>3,8-4,6</i> | <i>29-75</i>       |
| <i>Tuile</i>          | <i>4,6-5,5</i> | <i>24-69</i>       |
| <i>Ciment amiante</i> | <i>7,4-7,3</i> | <i>24-96</i>       |
| <i>Tôle ondulée</i>   | <i>6,8-6,5</i> | <i>18-58</i>       |
| <i>Gravier</i>        | <i>6,8-6,5</i> | <i>14-12</i>       |

**Tableau 3 :** *Concentrations en MES des eaux de ruissellement de différentes toitures (Colandini 1999)*

Les concentrations en **plomb et en zinc, mais aussi en cadmium et en cuivre**, peuvent être très élevées. Elles sont issues de matériaux utilisés pour la couverture des toits.

On note des concentrations très fortes en plomb et en zinc, deux matériaux très utilisés pour la couverture des toits. La concentration en zinc dans l'eau de ruissellement d'une toiture en zinc est 100 à 1000 fois supérieure à celle mesurée pour des toitures moins polluantes couvertes avec des tuiles ou du feutre bitumé.

Les plaques de zinc utilisées actuellement pour la couverture sont constituées de zinc allié à un faible pourcentage de cuivre et de titane (0,1 à 0,5 %). Les impuretés présentes dans ces plaques sont principalement du cadmium, du plomb et du fer. Sous des conditions atmosphériques normales, le zinc se couvre d'une patine de carbonates basiques insolubles qui le protège de la corrosion. Dans le cas des atmosphères urbaines, le dioxyde de soufre atmosphérique réagit avec la patine pour former des sulfates et des sulfites qui se dissolvent dans l'eau de pluie. Le zinc est également utilisé sur les toitures en tuiles et en ardoise, dans la réalisation des chénaux et des gouttières, etc. [Mottier, 1994]

La forte teneur en plomb s'explique quant à elle par l'usage de celui-ci pour la réalisation de travaux d'étanchéité, faîtage, chaudière, chénaux, etc. De plus, de fortes concentrations en plomb ont été mesurées à la sortie des gouttières en PVC (jusqu'à 350 mg/L). Ce relargage de plomb provient apparemment de l'utilisation de sels de plomb comme stabilisant du PVC. [Mottiez, 1994]

Des traces de **pesticides** ont été mesurées dans les eaux de pluie, à des teneurs plus ou moins importantes selon les facteurs suivants :

- la nature du pesticide : les organochlorés, type DDT ou lindane, se déplacent sur de longues distances et les pesticides sous forme particulaire sont plus facilement entraînés dans la pluie que les pesticides gazeux ;
- les caractéristiques des précipitations : plus les gouttelettes sont fines et plus elles rencontrent les pesticides. Les brumes, les brouillards et la rosée sont 30 à 60 fois plus chargés en pesticides que la pluie ;
- les conditions météorologiques : les pertes lors de l'application du produit restent à peu près constantes puisque les épandages ont lieu par temps sec. En revanche, les dépôts post-application dépendent beaucoup de l'état du sol : plus le sol est humide ou saturé d'eau et plus les pesticides restent dans le sol, ce qui diminue d'autant les quantités qui migrent vers l'atmosphère.

Les analyses menées en France et en Europe confirment la présence fréquente des pesticides dans les eaux de pluie, parfois à des niveaux élevés et leur grande facilité de déplacement. Il n'existe pas de norme de qualité des eaux de pluie mais on peut se référer aux normes utilisées pour l'eau potable (soit 0,1 µg/L). Des traces de pesticides dans les pluies sont constatées sur l'ensemble du territoire français, à la ville comme à la campagne. Les résultats sont évidemment très variables selon les régions et les années. Le tableau suivant donne les résultats de deux campagnes de mesures sur les eaux de pluie en Bretagne en 1996 et 2000. La forte baisse constatée en 2000, année de pluviométrie importante, révèle l'importance des conditions climatiques. Les concentrations pour l'atrazine et l'alachlore, qui sont les deux principaux pesticides du maïs, peuvent atteindre 10, 20, voire plus de 200 fois les normes tolérées pour l'eau potable.

|                               | <i>Atrazine</i> |             | <i>Alachlore</i> |             |
|-------------------------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
|                               | <i>1996</i>     | <i>2000</i> | <i>1996</i>      | <i>2000</i> |
| <i>Concentration moyenne*</i> | <i>1,5</i>      | <i>0,1</i>  | <i>38</i>        | <i>0,25</i> |
| <i>Concentration maximale</i> | <i>4,6</i>      | <i>0,6</i>  | <i>2,4</i>       | <i>2,4</i>  |

\* sur douze relevés entre avril et juin

Tableau 4 : Pesticides dans les eaux de pluie en Bretagne (INRA de Rennes 1996)

Une étude conduite en 1996 par l'INRA de Rennes au centre de Bretagne, dans une région où les agriculteurs n'utilisent pas de pesticides, avait détecté des pesticides dans une eau de pluie dont on aurait pu attendre la pureté maximale. Toutes les analyses de simazine effectuées dépassaient le seuil de 0,1 µg/L. Les résultats dans le Nord-Pas-de-Calais confirment cette tendance. Les précipitations analysées en 2000 à Berck présentaient des traces d'atrazine probablement en provenance de Normandie, de Bretagne ou d'Angleterre. Les pluies en ville, à Lille, Rennes, Strasbourg ou Paris contiennent aussi des pesticides. A Paris, les concentrations sont égales à celles constatées à 100 km de la capitale.

Les traces de pesticides dans les pluies sont durables.

Données

| Polluants     | Concentrations en mg/L |
|---------------|------------------------|
| MES           | 6 à 14                 |
| MVS           | 3 à 26                 |
| DCO           | 12 à 73                |
| DBO5          | 2 à 13                 |
| Polluants     | Concentrations en µg/L |
| Cadmium       | 0,3 à 4,5              |
| Plomb         | 76 à 2458              |
| Cuivre        | 14 à 200               |
| Zinc          | 582 à 12357            |
| Hydrocarbures | 223 à 2054             |
| Atrazine*     | 0,1 à 4,6              |
| Alachlore*    | 0,25 à 24              |

\* Campagnes de mesures sur les eaux de Bretagne en 1996 et 2000

**Tableau 5 :** Ordre de grandeur des concentrations en MES, MVS, DCO et DOB5, en métaux, en hydrocarbures et en pesticides (atrazine et alachlore) dans les eaux de ruissellement de toitures.

#### 5.1.4. Evolution au cours de l'événement pluvieux

Les concentrations des eaux de toitures tendent à augmenter avec la durée de temps sec précédent l'événement. Une augmentation des concentrations avec l'intensité de la pluie a été aussi observée. L'effet de l'intensité est plus marqué pour une toiture lisse (toit en tôle) que pour une toiture rugueuse (tuiles).

D'autres facteurs interviennent dans la variabilité des concentrations : concentrations de l'eau de pluie, taux de retombées atmosphériques pendant la période de temps sec précédente, nature de la toiture et des conditions locales (oiseaux, végétation, mousses...).

Concernant l'évolution des concentrations au cours de l'événement pluvieux, Mottier [1994] a mis en évidence :

- une concentration maximale en début de pluie,
- une décroissance rapide au cours du premier millimètre de ruissellement,
- une concentration relativement constante par la suite.

Du point de vue physico-chimique, les non conformités de la qualité de l'eau par rapport aux limites de qualité fixées pour l'eau destinées à la consommation humaine concerne le pH (les eaux sont parfois naturellement acides), la turbidité, les matières en suspension et les métaux (notamment zinc, fer, plomb,...) selon la nature des revêtements de toitures ou de canalisations entrant au contact des eaux de pluie.

Les principaux paramètres pouvant poser problème dans les eaux de pluie et eaux pluviales sont les suivants : pH, Matières organiques, Matières en suspension, Nitrates, Sodium, Ammonium, Magnésium, Potassium, Calcium, Sulfates, Chlorures, Hydrocarbures, Pesticides, Cadmium, Cuivre, Plomb, Zinc.

Pour un usage « arrosage » de légumes, les recommandations de la FAO (« irrigation avec des eaux usées traitées, manuel d'utilisation, Sept 2003) sont (en mg/L), pour un usage de 20 ans sur sol fin, les suivantes :

| Paramètres | Concentrations en mg/L |
|------------|------------------------|
| Aluminium  | 20                     |
| Arsenic    | 2                      |
| Cadmium    | 0,05                   |
| Chrome     | 1                      |
| Cuivre     | 5                      |
| Fer        | 20                     |
| Plomb      | 10                     |
| Manganèse  | 10                     |
| Nickel     | 2                      |
| Zinc       | 10                     |

Tableau 6 : Recommandations de la FAO pour un usage arrosage  
(« irrigation avec des eaux usées traitées, manuel d'utilisation, Sept 2003)

Les fourchettes de valeurs du tableau 4 sont bien inférieures à ces seuils, sauf un léger dépassement pour le maximum en zinc (12 mg/L). Il est alors possible, sous réserve du faible nombre de données disponibles et de l'évidente disparité des situations aussi bien temporelles que géographiques, d'envisager que le niveau de sécurité des eaux pluviales serait acceptable dans ce domaine, sauf cas très particuliers (toits de zinc très ancien riche en cadmium, vieilles gouttières PVC avec plastifiant également riche en Cd ou Pb). Une véritable analyse de risque représentative doit tout de même être effectuée.