

**anses**

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



# Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Février 2015

Édition scientifique



**anses**

agence nationale de sécurité sanitaire  
alimentation, environnement, travail



# Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques

Avis de l'Anses  
Rapport d'expertise collective

Février 2015

Édition scientifique

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 2 février 2015

**AVIS**  
**de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,**  
**de l'environnement et du travail**

**relatif à « Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux  
grises pour des usages domestiques »**

---

*L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.*

*L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.*

*Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.*

*Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).*

*Ses avis sont rendus publics.*

---

L'Anses a été saisie le 21 avril 2011 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : « Évaluation des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques ».

## **1 CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE**

Dans le contexte de développement durable visant notamment des économies d'eau, la réutilisation des eaux grises (EG), des eaux usées traitées et/ou des eaux de pluie est souvent évoquée. Depuis quelques années, l'intérêt porté à cette pratique s'est accru et certains pays comme l'Australie, les États-Unis, Israël et le Japon se sont tournés vers ces ressources complémentaires face à des situations de pénuries d'eau douce.

L'utilisation des eaux grises traitées (EGT) consiste à récupérer et à collecter les eaux provenant des douches, baignoires, lavabos, lave-linge et éventuellement de la cuisine et à les utiliser après traitement. Les EG présentent une contamination microbiologique et physico-chimique.

L'utilisation d'EGT pour des usages domestiques n'est pas autorisée en France. Néanmoins, quelques installations ont été autorisées à titre expérimental et/ou dérogatoire par arrêtés préfectoraux. Par ailleurs, la pratique de l'utilisation des EGT tend à se développer principalement dans le cadre de la construction d'immeubles certifiés haute qualité environnementale (HQE).

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF 2006) a défini la notion d' « usages domestiques » de l'eau comme suit :

« - les usages alimentaires : boisson, préparation des aliments, lavage de la vaisselle,  
- les usages liés à l'hygiène corporelle : lavabo, douche, bain, lavage du linge,  
- les usages dans l'habitat (évacuation des excréta, lavage des sols,...) et usages connexes (arrosage des espaces verts, arrosage du potager, lavages des sols et des véhicules, ...) »

La DGS a demandé à l'Anses une expertise scientifique et technique afin de :

1. « caractériser la qualité des eaux grises brutes selon leur origine et la qualité des eaux grises traitées selon le mode de traitement mis en œuvre ;
2. évaluer les risques sanitaires associés à la réutilisation d'eaux grises pour les usages domestiques à l'exception des usages alimentaires ;
3. formuler des recommandations de gestion, que ce soit en termes d'obligation de résultats (c'est-à-dire des limites de qualité de l'eau différentes de celles définies pour les eaux destinées à la consommation humaine) ou en termes d'obligation de moyens (c'est-à-dire des performances de traitement et type de maintenance et de contrôle à mettre en œuvre). Les recommandations de gestion pourront être modulées en fonction du type de bâtiment visé (habitat individuel, habitat collectif, établissement recevant du public, etc.) ».

L'expertise vise à proposer des objectifs de qualité d'EGT en fonction des usages domestiques envisageables et des mesures de prévention à mettre en œuvre.

L'expertise ne porte pas sur :

- l'efficacité et la pertinence des différents procédés de traitement,
- les aspects économiques et notamment l'évaluation du coût / bénéfice pour les utilisations au regard des risques pour la santé,
- les dispositifs permettant une réutilisation directe de l'EG, sans traitement et sans réseau, comme les toilettes avec lave-mains incorporé au niveau de la chasse d'eau ou les lave-linges avec un système de recyclage interne des eaux de rinçage.

## **2 ORGANISATION DE L'EXPERTISE**

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux ». L'Anses a confié l'instruction de cette saisine au groupe de travail (GT) « Réutilisation des eaux grises » mis en place le 10 février 2012 et rattaché au comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux ». Ces travaux sont issus de collectifs d'experts aux compétences complémentaires.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses ([www.anses.fr](http://www.anses.fr)).

Les travaux d'expertise du GT, produits sous forme de rapport<sup>1</sup>, ont été soumis au CES « Eaux » (tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques) lors des séances des 8 janvier et 2 juillet 2013 et des 4 février, 1<sup>er</sup> avril, 3 juin et 1<sup>er</sup> juillet 2014. Le rapport produit par le GT tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES « Eaux » et a été adopté par le CES « Eaux », à l'unanimité moins l'abstention d'un expert, lors de sa séance du 1<sup>er</sup> juillet 2014.

L'expertise a été réalisée sur la base :

- des documents transmis ou mentionnés par la DGS dans la saisine :
  - Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), Panorama international sur le recyclage des eaux grises, juin 2010 ;
  - Organisation mondiale de la santé (OMS), Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, 2006 ;
  - US-Environmental Protection Agency (US-EPA), Guidelines for water reuse, 2004;
- d'une recherche bibliographique réalisée sur les sites « Pubmed », « Sciencedirect » et « Scopus » jusqu'en janvier 2014 portant principalement sur :
  - les caractéristiques des EG et EGT,
  - les pratiques et les retours d'expériences en France et dans les autres pays,
  - l'identification des dangers chimiques et microbiologiques,
  - les aspects épidémiologiques liés à la réutilisation des EGT ;
- d'une recherche d'informations sur la gestion de cette pratique à l'étranger en sollicitant :
  - des autorités compétentes de pays étrangers,
  - des équipes scientifiques spécialistes des EG,
  - les membres du réseau européen ENDWARE<sup>2</sup> (groupe informel en charge de l'élaboration de réglementations sur l'EDCH de pays membres de l'Union européenne) ;
- d'auditions de représentants de la Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E) et de sociétés industrielles commercialisant des procédés de traitement des EG.

### **3 ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ET DU GT**

#### **3.1 Définitions et principales caractéristiques des eaux grises**

##### **3.1.1 Définition**

Les EG (ou eaux ménagères) sont des eaux issues des douches, des baignoires, des lavabos, des lave-linges, des éviers et des lave-vaisselle. Elles sont collectées par un réseau et habituellement dirigées vers un dispositif d'assainissement.

Les EGT sont des EG ayant subi un traitement visant à réduire les teneurs en matières particulaires et organiques et/ou limiter la présence de micro-organismes pathogènes ou opportunistes.

Les usages industriels des EGT n'ont pas été étudiés dans ce rapport.

<sup>1</sup> Anses, 2014 « Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques » - Rapport d'expertise collective. ([www.anses.fr](http://www.anses.fr))

<sup>2</sup> ENDWARE : European Network of Drinking Water Regulator

### 3.1.2 Parcours de l'eau

L'approvisionnement prioritaire en eau des habitats est l'EDCH distribuée par le réseau public. L'utilisation d'une source d'approvisionnement autre que l'EDCH n'est pas prise en compte dans cette expertise compte tenu de la diversité des situations. La figure 1 ci-après expose le parcours suivi par les EG et EGT selon le cadrage de l'expertise.

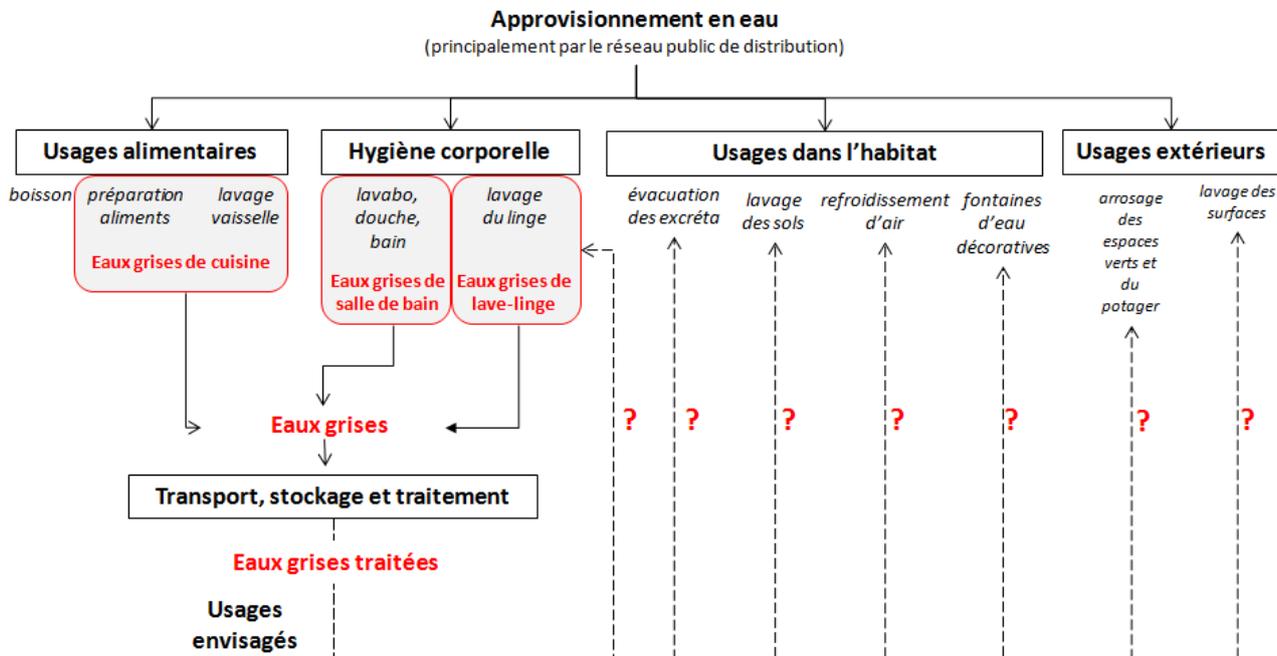


Figure 1 : Schéma de principe du parcours des eaux grises et eaux grises traitées et des potentielles utilisations analysées dans le cadre de la saisine.

### 3.1.3 Caractéristiques des EG

Les caractéristiques des EG dépendent notamment :

- de la qualité de l'eau utilisée pour l'approvisionnement initial ;
- des usages générant de l'EG qui peuvent être fonction du type d'habitat, du nombre et de l'état sanitaire des occupants et de la source des eaux collectées (salle de bain, cuisine ou lave-linge) ;
- du réseau de collecte et de distribution des EG (conception, matériaux, entretien, etc.) ;
- des volumes d'eau collectés ;
- des traitements mis en œuvre le cas échéant ;
- des conditions de stockage des eaux.

Ces éléments peuvent être variables selon les pays compte tenu des différences de climat, de démographie, de comportements de l'utilisateur, etc.

Au regard des données publiées, la qualité microbiologique des EG est très peu documentée et n'est pas globalement différente de celle des eaux usées domestiques, tant en ce qui concerne la diversité des micro-organismes que leur concentration.

Les caractéristiques physico-chimiques des EG sont telles qu'elles peuvent favoriser la croissance microbienne et permettre leur survie. Les EG possèdent donc une part biodégradable.

### 3.1.4 Traitement

Les EG ne peuvent pas être utilisées en l'état pour des usages domestiques. Leur usage nécessite un traitement approprié et la création de réseaux dédiés pour leur collecte et leur distribution.

Les procédés développés pour traiter les EG sont principalement inspirés de ceux utilisés pour le traitement des eaux usées. Quatre catégories de filières de traitement peuvent être identifiées, en fonction du procédé de traitement principal :

- les systèmes à deux étages, comportant une étape de macrofiltration (de type filtre à sable, filtre planté de roseaux) et/ou une étape de lagunage, parfois complétées par une désinfection,
- les systèmes de traitements biologiques : filtres biologiques, boues activées ;
- la filtration membranaire : microfiltration, ultrafiltration, ou nanofiltration, éventuellement précédée d'un prétraitement ;
- les procédés hybrides, combinant des procédés biologiques et membranaires (bioréacteur à membrane, biofiltre aéré suivi d'une membrane *etc.*).

En fonction de la nature du traitement principal, une étape de filtration grossière peut être proposée en amont, ainsi qu'une étape de désinfection en fin de traitement.

Il est constaté que les traitements proposés pour les habitats individuels sont moins évolués que ceux proposés dans les bâtiments collectifs.

### **3.2 Pratiques et expériences étrangères et françaises**

La réutilisation des EG pour des usages domestiques s'est développée principalement dans des pays ou régions du Monde qui doivent faire face à des stress hydriques (Australie, Californie, *etc.*). À cet effet, des dispositions sont prises pour encadrer cette pratique. Il s'agit de réglementations (locales, nationales, fédérales), de normes, de lignes directrices et/ou de recommandations suivant les pays.

Ces dispositions varient en fonction du contexte climatique et des pratiques locales. Il en résulte que les usages autorisés, les critères de qualité requis en fonction des usages et les mesures de maîtrise retenus sont relativement différents.

Les usages domestiques d'EGT admis par ces pays sont :

- majoritairement l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes, l'arrosage des espaces verts et le lavage extérieur (voitures, mobilier, terrasse).
- et également le lavage du linge, le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment, le refroidissement de l'air et l'alimentation des fontaines d'eau décoratives.

L'usage « hygiène corporelle » n'est pas évoqué dans les réglementations, lignes directrices et normes. Il n'a été cité que pour une situation très particulière lors des auditions : une station de recherche en Antarctique avec un traitement par osmose inverse et un suivi rigoureux associé notamment à une surveillance analytique de l'installation.

Dans tous les pays encadrant la réutilisation des eaux usées traitées ou les EG, des critères de qualité sont prescrits pour l'eau réutilisée (usées et/ou grises traitées).

Sur le plan microbiologique, l'exigence de qualité implique la mise en œuvre d'un traitement de désinfection, qui n'est pas toujours explicitement préconisé. Les paramètres recherchés sont : turbidité, matières en suspension (MES), demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>), pH, chlore résiduel, *E. coli*, et parfois coliformes thermotolérants, entérocoques intestinaux, et plus rarement *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, œufs de nématodes, *Salmonella spp.*

Une procédure de certification et/ou d'agrément des filières ou dispositifs de traitement a été instaurée dans quelques pays.

Dans la plupart des cas, les mesures de maîtrise des risques recommandées visent la protection des réseaux de distribution d'EDCH contre les erreurs de connexions, la limitation de la durée du stockage, l'entretien et la surveillance des installations.

### **3.3 Identification des dangers**

Les sources possibles de contamination des EGT proviennent :

- des usages générant des EG (hygiène corporelle, nettoyage des sanitaires, le lavage des surfaces et le lavage du linge),
- de la filière de traitement, du transport et du stockage (sous-produits de désinfection, biofilms, relargage de matériaux, prolifération des bactéries, *etc.*).

La présence de dangers microbiologiques et chimiques dans les EG et EGT varient, notamment parce que les qualités chimiques et microbiologiques dépendent du comportement humain et des matières déversées dans les EG.

#### **► Dangers chimiques**

Les contaminants chimiques dans les EG peuvent provenir des produits d'hygiène corporelle et cosmétiques, des médicaments, des produits d'entretien de la maison, des produits de soins pour animaux de compagnie, de jardinage, de bricolage et de loisirs mais aussi de la filière de traitement, de transport et de stockage.

Il a été considéré que lors de la réutilisation des EG après un usage classique des eaux, les dangers associés aux contaminants chimiques peuvent être considérés comme ne présentant pas un impact déterminant pour l'analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des EG. Toutefois, des usages inappropriés (nettoyage intensif, déversement de produit de bricolage, *etc.*), imprévisibles, pourraient entraîner des concentrations significatives de contaminants chimiques dans les EG, lesquelles pourraient être associées à un risque sanitaire, en fonction de la nature et des concentrations des contaminants concernés.

#### **► Dangers microbiologiques**

Le niveau de contamination microbiologique des EG et EGT est peu renseigné dans la littérature scientifique. Étant données leurs origines, il est considéré que la nature de la contamination n'est pas sensiblement différente de celle des eaux usées domestiques. Les dangers susceptibles d'être présents dans les EG sont de plusieurs types : bactéries, virus, protistes, levures et moisissures.

### **3.4 Exposition**

Les populations pouvant être en contact avec les EGT réutilisées et ainsi être exposées aux contaminants présents dans ces dernières sont :

- les résidents et/ou occupants du bâtiment (habitat, bureau, atelier, *etc.*) où une réutilisation est mise en place ;
- les utilisateurs occasionnels qui peuvent être en contact pendant une période plus courte lors d'une visite ou d'un séjour dans un lieu où la réutilisation a été mise en place (hôtel, résidence de vacances, *etc.*) ;
- les professionnels intervenant sur les installations de réutilisation des EG pour le ménage ou la maintenance.

Les risques sanitaires potentiels encourus vont dépendre d'une part de certains paramètres liés au mode et à la nature de l'exposition (durée, fréquence, voie, intensité, *etc.*) et, d'autre part, de la présence et des niveaux de contaminants (microbiologiques et/ou chimiques et de leurs propriétés). Les effets sanitaires potentiels induits sont également étroitement liés à l'état de santé des personnes exposées.

En effet, au sein de la population figurent des sujets pouvant réagir de manière particulière à des expositions et développer un effet sanitaire particulier. Ces personnes constituent une fraction de la population et sont désignées sous le terme de « populations vulnérables ». En France, dans le cadre de la politique de santé publique, il est d'usage de considérer *stricto sensu* comme populations vulnérables les jeunes enfants, les femmes enceintes, les personnes immunodéprimées<sup>1</sup> et les personnes âgées.

Dans le cas de l'utilisation des EGT, les experts attirent particulièrement l'attention sur le cas des nourrissons, des personnes âgées, des personnes immunodéprimées et des personnes allergiques par contact à des produits d'hygiène corporelle et d'entretien.

Les incertitudes qui subsistent à la fois sur les caractéristiques biologiques (génétiques, métaboliques, etc.) des personnes vulnérables ainsi que sur la nature et les niveaux de contamination des EG ne permettent pas de conduire une analyse de risque pour ces catégories de populations vulnérables.

La vulnérabilité est une caractéristique qui intègre non seulement les facteurs de sensibilité et de susceptibilité de la personne mais aussi des facteurs sociaux et culturels, notamment le statut socio-économique. Le caractère « vulnérable » est susceptible d'évoluer au cours du temps et en fonction des types et niveaux d'exposition.

La sensibilité est définie comme un risque sanitaire augmenté dû à l'existence d'une susceptibilité et des différences d'exposition.

Les voies d'exposition possibles pour les usages domestiques considérés sont : cutanéomuqueuse, respiratoire et orale.

### **3.5 Analyse des risques liés à l'usage des eaux grises traitées**

Les données nécessaires pour conduire une évaluation des risques sanitaires (ERS) sont insuffisantes ou manquantes. Par ailleurs, plusieurs paramètres présentent une grande variabilité spatiale et temporelle : la qualité des EG à traiter, l'état de santé des occupants, les comportements, les filières de traitement, les modalités de l'exploitation des ouvrages etc. Il est difficile de procéder à une identification rigoureuse précise et exhaustive des dangers et d'apprécier les expositions. C'est pourquoi, une ERS liés à cette pratique et applicable à toutes les situations ne peut pas être conduite de manière robuste.

Chaque projet de réutilisation des EG constitue un cas particulier, ce qui justifie un encadrement réglementaire à l'échelon national s'appuyant sur une démarche systématique d'analyse des risques. L'analyse doit s'appuyer sur le recensement des points critiques pour chaque usage domestique et pour le système de réutilisation.

La réutilisation des EG dans les bâtiments implique la construction d'un réseau supplémentaire pour la distribution des EGT vers les points d'usage. Celui-ci peut engendrer des risques soit liés à sa mise en œuvre ou à son exploitation et entretien soit liés à la qualité de l'eau transportée. Les retours d'expérience montrent que la séparation totale de réseaux ne peut être assurée à long terme et/ou à grande échelle dès lors qu'un double réseau existe. Les risques sanitaires liés à une connexion entre les réseaux d'EDCH et d'EGT constituent un point critique difficile à maîtriser.

Aussi, l'usage des EGT implique une identification très claire des réseaux d'eaux et des points de distribution. Le risque de confusion lié à l'existence de deux points de distribution (EGT et EDCH) dans un même local est important, et la maîtrise de ce point critique ne peut pas être garantie.

<sup>1</sup> Selon une méthodologie de l'InVS et du Réseau d'alerte, d'investigation et de surveillance des infections nosocomiales (RAISIN) est considérée comme immunodéprimée une personne qui présente une maladie évoluée (hémopathie, cancer métastatique, infection à VIH avec CD4 < 500/mm<sup>3</sup>) ou dont le traitement diminue la résistance à l'infection (traitement immunosuppresseur, chimiothérapie, radiothérapie, corticothérapie ≥ 30 jours, corticothérapie récente à hautes doses c'est-à-dire supérieures à 5 mg/kg de Prednisolone pendant plus de 5 jours) (InVS et RAISIN, 2012).

Dans le cas de doubles réseaux intérieurs, les littératures scientifique et grise identifient le risque de contamination du réseau EDCH par interconnexion comme élevé et prévoit des mesures telles que :

- proscription d'interconnexion avec le réseau d'EDCH (par exemple Allemagne, Royaume-Uni, Australie, États-Unis),
- identification différenciée de réseaux (par exemple Portugal, Allemagne, Australie, États-Unis),
- limitation de la durée de stockage (par exemple Australie, États-Unis).

Pour éviter les confusions et les interconnexions, l'identification claire des réseaux (couleur, pictogramme, etc.) doit être comprise par toutes les populations même par des personnes malvoyantes et celles<sup>1</sup> ne sachant pas lire ou maîtrisant mal l'usage du français.

Pour compléter l'identification des points critiques pour chaque usage et ceux liés au parcours des eaux grises avant leur traitement puis l'utilisation des eaux grises traitées, une méthode de hiérarchisation des risques liés à la réutilisation des EGT pour des usages domestiques a été utilisée en s'appuyant sur la méthode d'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC). Cette méthode permet d'établir une criticité, pour chaque usage et chaque voie d'exposition retenus pour l'analyse. Le calcul de criticité effectué permet de hiérarchiser les risques liés à chaque usage et chaque voie d'exposition.

La méthode est appliquée au risque microbiologique pour la population générale et ne tient pas compte de l'efficacité des différents traitements pouvant être mis en œuvre. L'analyse du risque chimique n'a pas pu être réalisée et est écartée au regard des conclusions rappelées dans le paragraphe 3.3.

La criticité est le produit de l'impact (ou effet ou gravité) et de la probabilité de survenue d'un évènement (indice d'occurrence, exposition à un micro-organisme ici). Plus la criticité est élevée, plus le risque lié à la survenue de l'évènement est élevé. Le tableau I indique les indices de criticité maximum estimés par usage et voie d'exposition.

**Tableau I : Indices de criticité des risques liés aux usages domestiques des eaux grises traitées déterminés à dire d'experts.**

Usages	Indice de criticité maximum par exposition		
	Ingestion	Inhalation	Cutanéo-muqueuse
Alimentation des chasses d'eau des toilettes	20	40	30
Lavage du linge avec rinçage par des EGT	24	16	48
Lavage du linge avec rinçage par EDCH	8	16	24
Lavage des sols à l'intérieur du bâtiment	16	16	36
Lavage des surfaces extérieures avec nettoyeur à haute pression	12	48	45
Lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression	12	12	27
Refroidissement d'air	10	60	15
Fontaine d'eau décorative	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>30</b>
Hygiène corporelle	30	40	75

**En gras** : indice de la fontaine d'eau décorative servant de seuil pour chaque voie d'exposition

**Cellule grisée** : indice maximal strictement inférieur à celui de la fontaine d'eau décorative pour les expositions par inhalation et par ingestion (soit respectivement < 30 et < 60) et un indice maximal inférieur ou égal à celui des fontaines d'eau décorative pour la voie cutané-muqueuse (soit ≤ 30).

<sup>1</sup> Il s'agit notamment des enfants en bas âge de moins de 6 ans, des personnes étrangères ne maîtrisant pas la langue française, des personnes illettrées ou analphabètes

Des épidémies provoquées par une exposition par ingestion et/ou par inhalation d'eaux contaminées par des fontaines d'eaux décoratives utilisant de l'EDCH sont documentées. **Les experts choisissent donc les indices maximum des fontaines comme les limites à ne pas dépasser pour les voies d'exposition respiratoire et orale.**

**En revanche, aucune épidémie liée à une exposition par voie cutanéomuqueuse n'est à ce jour documentée : il est donc décidé de ne pas utiliser strictement l'indice maximum des fontaines pour une exposition par voie cutanéomuqueuse. Une adaptation est proposée : pour la voie cutanéomuqueuse, l'indice maximum pour un usage doit être inférieur ou égal à celui de la fontaine d'eau décorative par voie cutanéomuqueuse ; de plus la valeur de 30 correspond à l'indice le plus pénalisant.**

Les indices maximum de criticité pour l'usage « fontaine d'eau décorative » sont : 30 pour une exposition par ingestion, 60 pour la voie d'exposition respiratoire et 30 pour la voie cutanéomuqueuse.

Ainsi, malgré les limites de la démarche, il est considéré que les usages présentant un niveau de risque nul à faible (cf. tableau II) sont ceux répondant aux critères :

- un indice maximal strictement inférieur à celui de la fontaine d'eau décorative pour les voies d'exposition respiratoire et orale, soit respectivement  $< 30$  et  $< 60$ ,
- et un indice maximal inférieur ou égal à celui des fontaines d'eau décorative pour la voie cutanéomuqueuse, soit  $\leq 30$ .

Dans le tableau I, les cases satisfaisant ces critères sont grisées.

**Tableau II : Niveaux de risques liés à l'usage d'eaux grises traitées.**

Indice de criticité selon l'exposition			Niveau de criticité	Niveau de risque
Ingestion	Inhalation	Cutanéomuqueux		
1	1	1	criticité nulle	risque nul
]1 ; 30[	]1 ; 60[	]1 ; 30[	criticité faible	risque faible
[30 ; 100]	[60 ; 100]	]30 ; 100]	criticité très élevée	risque très élevé

Les usages satisfaisant les deux critères énoncés ci-dessus pour les 3 voies d'exposition sont :

- chasse d'eau des toilettes,
- lavage du linge avec rinçage par EDCH,
- lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression.

La démarche de hiérarchisation aboutit à un risque nul à faible pour une réutilisation des EGT pour le lavage du linge avec rinçage par l'EDCH. Toutefois, celle-ci implique la présence de deux robinets de soutirage d'eau, distribuant deux eaux de qualité différente dans une même pièce ce qui peut être source de confusion et engendrer un risque. En l'état actuel des connaissances et des données disponibles, il est estimé que les EGT ne peuvent être utilisées pour le lavage du linge même avec un cycle comprenant un rinçage à l'EDCH.

Les EGT ne peuvent être utilisées pour le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment parce que cet usage :

- suppose l'installation d'un point de puisage dans l'habitat qui peut engendrer des risques sanitaires ;
- ne peut exclure la présence et la formation de contaminants chimiques après l'ajout d'un produit d'entretien ;
- expose fréquemment les jeunes enfants qui jouent à même le sol.

Les systèmes de refroidissement font appel à des systèmes techniques complexes nécessitant notamment un stockage de l'eau et avec des niveaux de qualités de contraintes élevées<sup>1</sup> peu compatibles avec les caractéristiques des EGT. Le risque sanitaire est jugé trop important pour que des EGT soient utilisées pour les systèmes de refroidissement d'air.

L'emploi d'un nettoyeur haute pression générant une grande quantité d'aérosols aggrave les risques sanitaires et n'est pas compatible avec une utilisation des EGT pour des usages domestiques.

### **3.6 Conclusions et recommandations**

Compte tenu de leurs caractéristiques, les EG ne peuvent en aucun cas être réutilisées, quels que soient les usages, sans un traitement préalable en vue de réduire leurs contaminations chimique et microbiologique. L'objectif de ce traitement doit être de garantir un niveau de risque sanitaire nul à faible. Il implique la mise en œuvre de moyens et/ou de technologies appropriés qui exigent un savoir faire tant pour sa conception que pour sa gestion. De plus, une appropriation par les utilisateurs et l'information au public sont aussi des conditions indispensables pour assurer la sécurité sanitaire de l'opération.

Une analyse « bénéfiques/risques » et une étude de la faisabilité technique et économique devraient précéder toute décision de réutiliser les EG pour s'assurer que le bilan global de l'opération sur le plan sanitaire et environnemental reste positif voire neutre. Par ailleurs, les décideurs (particuliers, copropriétaires, élus, etc.) doivent être informés sur les impacts sanitaires, environnementaux et économiques de l'opération de réutilisation des EG avant la décision.

Compte tenu de ses impacts, la pratique de réutilisation des EGT doit aussi être encadrée. À cet effet, le GT « Eaux grises » et le CES « Eaux » proposent des recommandations. Il souligne qu'elles ne valent que pour des EGT ne présentant pas de pollutions ponctuelles ou chroniques liées à une collecte anormalement élevée de produits chimiques (par exemple soude, produits de bricolage et de jardinage, etc.).

#### **3.6.1 Origines et identification des eaux grises réutilisables**

En l'état actuel des connaissances, seules les EG provenant de la douche, de la baignoire, du lavabo et du lave-linge présentent des caractéristiques compatibles avec un usage après traitement.

Il est recommandé d'éviter la réutilisation des EG issues des cuisines qui présentent une forte charge en matières organiques et particulaires (notamment les graisses). D'ailleurs, certains industriels, et la plupart des conclusions des publications scientifiques, ne l'envisagent pas pour éviter la mise en œuvre d'un traitement spécifique trop contraignant.

#### **3.6.2 Parc immobilier concerné**

La réutilisation des EG peut être envisagée dans des bâtiments à usages d'habitation (collective ou individuelle), les établissements recevant du public ou à vocation tertiaire.

S'agissant des établissements de santé et des établissements sociaux et médicaux-sociaux, d'hébergement de personnes âgées ; des cabinets médicaux, des cabinets dentaires, des laboratoires d'analyses de biologie médicale et des établissements de transfusion sanguine ; des crèches, des écoles maternelles et élémentaires, considérant que :

---

<sup>1</sup> Arrêté du 14 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

- par précaution, les personnes vulnérables (nourrissons, personnes âgées, personnes immunodéprimées, personnes allergiques par contact à des produits d'hygiène corporelle et d'entretien, *etc.*) doivent éviter les usages conduisant à un contact avec les EGT ;
- l'utilisation d'eau de pluie est interdite à l'intérieur de ces établissements (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) ;
- les EG sont plus contaminées que les eaux de pluie,

la réutilisation des EG ne doit pas être permise dans ces établissements.

### **3.6.3 Usages domestiques des eaux grises traitées réutilisées**

En l'état actuel des connaissances, il est considéré que, sous réserve de la mise en œuvre d'un traitement et de mesures de gestion appropriées, les EGT peuvent être adaptées à trois usages :

- l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes,
- l'arrosage des espaces verts,
- le lavage des surfaces extérieures sans génération d'aérosols (et donc sans utilisation de nettoyeur à haute pression) ; l'ajout de produits d'entretien étant déconseillée.

Il est proposé que ne soient pas permis les usages suivants :

- l'hygiène corporelle,

car il expose la population à un risque sanitaire tel qu'il justifie une EDCH ;

- le lavage des surfaces extérieures avec un nettoyeur haute pression,
- l'alimentation des fontaines d'eaux décoratives,
- le refroidissement d'air,

car ils exposent les utilisateurs et/ou la population à un risque sanitaire lié à la production d'aérosols pouvant être contaminés ;

- le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment,

car il expose les utilisateurs et/ou la population à un contact cutané prolongé et fréquent et à des produits de transformation par réaction avec les produits d'entretien ;

- le lavage du linge,

car il implique la présence de deux robinets de soutirage d'eau dans la même pièce avec un risque élevé de confusion d'utilisation.

### **3.6.4 Limites de qualité des eaux grises traitées**

La forte diversité et le niveau de contamination microbiologique des EG sont tels qu'aucun des usages évoqués précédemment ne peut être envisagé sans désinfection préalable. Pour que cette opération soit efficace, il faut que l'eau présente des caractéristiques physico-chimiques adaptées (turbidité, COT, *etc.*). Elles peuvent être spécifiques au procédé de désinfection appliqué.

Les usages envisageables peuvent être classés en deux catégories d'exigences :

- l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes et le lavage des surfaces extérieures pour lesquels les limites de qualité doivent être définies,
- l'arrosage des espaces verts pour lequel les niveaux de qualité sanitaire doivent être identiques à ceux définis dans l'arrêté du 2 août 2010, modifié le 25 juin 2014, relatif à « *l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts.* »

Pour la première catégorie, des limites de qualité sont présentées dans le tableau III ci-après. Une surveillance de la qualité doit être mise en œuvre :

- Des paramètres microbiologiques : *E. coli* et les entérocoques intestinaux retenus pour évaluer l'efficacité de la désinfection bactérienne. Leur présence dans les EGT désinfectés signifie que les pathogènes ayant une résistance égale ou supérieure au désinfectant appliqué peuvent également être présents. Il faut noter que les entérocoques intestinaux présentent une plus grande résistance aux rayonnements UV (Medema *et al.* 2003) et au chlore (OMS 2004). C'est pourquoi il est proposé que la qualité cible soit la non détection d'*E. coli* et d'entérocoques intestinaux dans 100 mL. En cas de détection, des mesures correctives doivent être mises en œuvre.
- Des paramètres physico-chimiques : turbidité, MES, DBO<sub>5</sub> et COT en tant qu'indicateurs d'efficacité du traitement, de maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau désinfectée et de l'aspect esthétique de l'eau produite. La valeur pour le COT a été fixée, à dire d'experts, par analogie avec une eau de piscine qui contient de la matière organique et doit être désinfectée (Afsset 2010). Dans le cas d'une désinfection par des produits chlorés, un résiduel de chlore libre est requis afin de garantir une désinfection efficace.
- Il est recommandé qu'un prélèvement d'eau soit réalisé à l'un des points de distribution de l'EGT afin d'analyser l'ensemble de ces paramètres, à une fréquence définie au paragraphe 3.6.5.4 ci-après.

**Tableau III : Critères de qualité des EGT recommandés pour certains usages domestiques (alimentation des chasses d'eau des toilettes, lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression, etc.)**

Usage domestique	Paramètre	Qualité d'EGT préconisée au point d'usage
Alimentation des chasses d'eau des toilettes Et Lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression	<i>Escherichia coli</i>	non détecté/100 mL
	Entérocoques intestinaux	non détecté/100 mL
	Turbidité	2 NFU au point d'usage et < 0,5 NFU en entrée du réacteur UV le cas échéant <sup>1</sup>
	MES	< 10 mg/L
	DBO <sub>5</sub>	< 10 mg/L
	COT	< 5 mg/L
	Résiduel de chlore libre	entre 0,1 et 0,5 mg/L en cas de chloration
Arrosage des espaces verts	Conformes à la classe A de l'annexe I de l'arrêté du 2 août 2010 modifié relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts	

En cas d'usages multiples, dont l'arrosage des espaces verts, les critères de qualité fixés pour l'usage le plus contraignant s'appliquent à l'ensemble des usages.

### 3.6.5 Modalités techniques de mise en œuvre

Ces modalités portent sur la conception et l'entretien des installations de collecte, de traitement, de stockage et de distribution des EGT.

<sup>1</sup> cf. Arrêté du 9 octobre 2012 relatif aux conditions de mise sur le marché et d'emploi des réacteurs équipés de lampes à rayonnements ultraviolets utilisés pour le traitement d'eau destinée à la consommation humaine pris en application de l'article R. 1321-50 (I et II) du code de la santé publique

Ces installations doivent être conçues de manière à respecter les critères de qualité d'eau traitée requis en fonction de l'usage final envisagé tout en garantissant la protection des réseaux intérieurs d'EDCH. Entre autres, elles doivent également éviter la prolifération des insectes et les nuisances olfactives.

Par ailleurs, les EGT ne doivent pas être utilisées en boucle fermée du fait des contaminations cumulées susceptibles d'être générées.

#### 3.6.5.1 Traitement

La réutilisation des EG nécessite la mise en place d'une filière de traitement comportant plusieurs étapes. Les technologies disponibles et leurs combinaisons possibles sont très variées. Leur mise en œuvre et leur exploitation exigent un savoir-faire qui dépasse les compétences d'un particulier. Pour rappel, la définition des traitements appropriés en fonction des usages n'entre pas dans le champ de l'expertise.

En aucun cas, le traitement ne doit dégrader la qualité de l'eau, par exemple par la formation d'une quantité de sous-produits de désinfection néfaste pour la santé et l'environnement.

#### 3.6.5.2 Réseaux de collecte et de distribution

Les canalisations de collecte et de distribution d'EG et EGT doivent être séparées et réalisées de manière à éviter tout risque de contamination par retour d'eau dans le réseau d'EDCH. Une disconnexion visible par surverse totale des réseaux doit être prévue. À cet effet, il est demandé de respecter les exigences de la norme NF EN 1717.

Afin d'éviter tout risque de confusion par les usagers et les professionnels, le réseau d'EGT, y compris les éléments auxiliaires, doit être clairement identifié par une signalétique appropriée et distincte de celle du réseau d'EDCH (couleur et marquage de canalisation, avertissements tels que « eau non potable » ou « ne pas boire ») adaptée également aux personnes malvoyantes et celles<sup>1</sup> ne sachant pas lire ou maîtrisant mal l'usage du français

Tout point de puisage d'EGT doit être interdit à l'intérieur du bâtiment pour éviter une mauvaise utilisation y compris directement sur l'arrivée d'alimentation en eau des chasses (douchettes, robinets, etc.). Les robinets distribuant de l'EGT utilisés pour l'arrosage ou le lavage à l'extérieur doivent être munis de poignées amovibles (clés de sécurité) et ne pas se trouver à proximité d'un robinet d'EDCH.

Un court-circuit (by-pass) doit être installé pour permettre l'évacuation à l'égout des EGT en cas de défaillance du système de traitement.

#### 3.6.5.3 Stockage des eaux grises traitées

La réutilisation des EG nécessite deux lieux de stockage : pour les EG et pour les EGT.

Les experts soulignent que comme pour les eaux usées domestiques l'expérience montre que le temps entre la production des EG et leur traitement ne doit pas dépasser 90 minutes afin d'éviter la fermentation.

Le temps de stockage de l'eau traitée ne doit pas dépasser 48 h. En cas de non utilisation du système pendant un temps prolongé (congelés, absence prolongée de plus de 48h), il est recommandé que le système soit vidangé avant remise en service. Cette préconisation vaut aussi pour le réservoir de chasse d'eau des toilettes dans le cas où l'eau stockée dans celui-ci ne serait pas renouvelée à la réoccupation des locaux.

#### 3.6.5.4 Entretien et contrôle des installations de réutilisation

Au regard des auditions réalisées, il est préconisé qu'une inspection et qu'un entretien de l'installation (réseau et système de traitement) soient réalisés au moins deux fois par an pour assurer sa maintenance et sa fiabilité et pour vérifier le respect des objectifs de qualité par des analyses portant sur les paramètres définis au paragraphe 3.6.4. Les opérations de maintenance nécessitent un savoir faire et l'intervention de professionnels formés et équipés de protection. Il est

---

<sup>1</sup> Il s'agit notamment des enfants en bas âge de moins de 6 ans, des personnes étrangères ne maîtrisant pas la langue française, des personnes illettrées ou analphabètes

recommandé qu'un contrat de maintenance et d'entretien soit obligatoirement prévu. La fréquence de ces opérations doit être adaptée à la taille et aux caractéristiques de l'installation.

De plus, une auto-surveillance hebdomadaire de l'installation de traitement doit être assurée (par exemple mesure de turbidité, du chlore résiduel le cas échéant, fonctionnement de la lampe à rayonnements UV) par une personne ayant une formation adaptée. Cette fréquence a été proposée par des fabricants ou exploitants lors de leur audition. Un carnet de suivi de l'installation doit être tenu.

Il est recommandé qu'un guide de bonnes pratiques, fourni par le fabricant, soit mis à disposition des utilisateurs et de l'ensemble des personnes intervenant sur l'installation pour l'entretien, la maintenance et le suivi.

Pour éviter les risques d'interconnexions, la conformité des réseaux de distribution interne au bâtiment doit être contrôlée par un organisme indépendant (marquage, signalétique, *etc.*) avant la mise en service puis, selon une fréquence qui pourrait être quinquennale et, obligatoirement, lors d'une mutation de propriété.

#### **3.6.5.5 Qualification de la filière de traitement**

Afin de valider un bon fonctionnement de la filière de traitement, il est recommandé qu'une évaluation de l'efficacité du traitement soit effectuée par un organisme indépendant avant sa commercialisation afin de vérifier notamment le respect des critères de qualité fixés au paragraphe 3.6.4. Le protocole de qualification des performances devra être élaboré par les entités compétentes.

### **3.6.6 Information des populations exposées**

Les trois catégories de populations exposées précédemment définies (résidents, utilisateurs occasionnels, professionnels) doivent être informées de l'existence d'un système de réutilisation des EGT et sur les risques sanitaires éventuels.

Un plan de recollement de l'installation (réseau, traitement, *etc.*) doit être établi et tenu à disposition des personnes chargées de l'entretien, de la maintenance et du suivi de l'installation.

Dans le cas d'un immeuble collectif, une charte et le règlement de copropriété doivent engager les copropriétaires et les locataires à éviter une mauvaise utilisation du système de collecte (usages inappropriés, *etc.*), de traitement puis de réutilisation des EGT. Des affichages dans les parties communes et des réunions régulières organisées par le syndic doivent compléter le dispositif d'information des personnes.

Dans le cas d'une utilisation professionnelle de l'immeuble (bureau, ateliers), les personnes doivent être informées, notamment afin d'éviter le déversement dans les lavabos d'un effluent pouvant compromettre la réutilisation des EG.

### **3.6.7 Populations professionnelles**

Pour les personnes intervenant sur les installations de réutilisation d'EG pour le ménage ou la maintenance, les mesures préventives suivantes devraient être rappelées :

#### **► Prévention collective :**

- Ne pas utiliser de nettoyeur à haute pression
- Informer les professionnels sur les éventuels risques sanitaires liés à la réutilisation des EG et les mesures préventives à respecter (dont les pratiques d'hygiène de base) ;
- Assurer une formation particulière à l'hygiène et notamment au lavage des mains (risque de manuportage à la bouche et aux muqueuses du visage) ;
- Fournir aux travailleurs qui ne peuvent avoir accès à des installations sanitaires, des conteneurs d'eau potable et du savon ou des moyens de nettoyage sans eau (mousse, gel liquide ou lingettes antiseptiques), à séchage rapide ;
- Mettre à disposition une trousse de secours et tous les moyens nécessaires pour nettoyer, désinfecter et protéger les plaies cutanées.

► **Prévention individuelle :**

- Conseiller le port de gants imperméables ;
- Conseiller le port systématique de protection individuelle des yeux s'il y a risque d'éclaboussures au niveau du visage (lors de nettoyage, de réparation ou de manipulation du système de réutilisation des EG) : lunettes avec protecteurs latéraux rigides ou un écran facial anti éclaboussures.
- Nettoyer et désinfecter toute blessure immédiatement et la recouvrir d'un pansement imperméable ;
- Recouvrir toute plaie cutanée sur peau dénudée avec un pansement imperméable, avant de débiter le travail.

### **3.6.8 Limites de la réutilisation**

Dans le cas d'un habitat collectif permanent ou temporaire, l'attention des résidents et des concepteurs de l'installation de réutilisation des EG doit être particulièrement attirée sur deux points :

- Si un résident est atteint d'une maladie infectieuse transmissible par voie hydrique, les EG collectées dans son logement devraient alors être rejetées directement dans le réseau d'eaux usées.
- Une personne vulnérable doit pouvoir éviter un contact avec les EGT dans son logement, dans les parties communes et également lors d'un usage à l'extérieur.

Ces deux points se réfèrent aux notions de libre arbitre, de confidentialité et de responsabilité individuelle et collective dans le cadre de la conception et de la gestion de ce type d'installation.

### **3.6.9 Plan de gestion des risques**

Dans le cas des immeubles d'habitat collectif et d'usage professionnel, un plan de gestion des risques et dysfonctionnements doit être établi et comporter *a minima* les informations suivantes :

- caractéristiques de l'installation,
- définition des points critiques,
- mesures correctives,
- procédures à suivre en cas de défaillance,
- procédure d'entretien,
- carnet de suivi de l'installation,
- documents d'information des personnes concernées.

### **3.6.10 Amélioration des connaissances**

Les données publiées qualitatives et surtout quantitatives sur les EGT et les risques associés sont peu nombreuses.

Il est donc indispensable que les autorités compétentes développent une stratégie pour améliorer les connaissances en vue d'une adaptation des présentes recommandations. Cette stratégie devrait viser à recenser les installations existantes et à réaliser une campagne de mesures sur ces mêmes installations. Elle devrait en outre viser à soutenir des travaux de recherche ayant pour objectif de mieux caractériser les :

- Niveaux de contaminations chimiques et microbiologiques des EG et EGT notamment concernant les espèces potentiellement pathogènes (bactéries, virus, protistes, levures et moisissures, *etc.*),
- Contaminants chimiques transférés sur le linge lors du lavage en machine,
- Paramètres utiles pour caractériser l'exposition (fréquence d'exposition, transfert cutané, *etc.*).

Enfin, trois questions importantes n'entrant pas dans le champ de l'expertise, et pour lesquelles les réponses ne sont pas disponibles dans la littérature sont signalées :

- L'efficacité des filières de traitement, et particulièrement en situation réelle,
- La production de sous-produits de désinfection liée à ces traitements,
- L'évolution de la biomasse et la prolifération de certains micro-organismes potentiellement pathogènes, au sein de ces dispositifs.

Il est recommandé qu'un suivi épidémiologique des populations exposées et notamment des professionnels soit réalisé.

#### **4 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE**

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte et reprend à son compte le rapport, les conclusions et les recommandations issus de l'expertise collective menée au sein du groupe de travail dédié et validés par le CES « Eaux ».

Par ailleurs, l'Agence souligne les points suivants.

La présence d'un réseau d'eau non potable à l'intérieur de l'habitat constitue la problématique majeure associée à la réutilisation des EG. Le principal risque est l'interconnexion entre le réseau de distribution d'EDCH et celui véhiculant les EG, pouvant entraîner une contamination généralisée de l'EDCH. L'adjonction d'un réseau supplémentaire de ce type peut engendrer des risques sanitaires pour les utilisateurs et/ou les occupants des immeubles, qu'ils soient liés à l'installation, à l'exploitation et à l'entretien du réseau, ou liés à la qualité de l'eau transportée. Les erreurs humaines ne peuvent être exclues, que ce soit lors de la conception ou la mise en œuvre du réseau d'eau non potable dans l'habitat, lors de travaux ou interventions sur le réseau intérieur ou consécutivement à la perte d'information lors de cession immobilière. C'est pourquoi la traçabilité est primordiale pour garantir la sécurité sanitaire au cours du temps et éviter toute dérive.

Une norme spécifique (NF EN 1717) existe, elle doit impérativement être respectée. Par ailleurs, pour éviter les confusions et les interconnexions, l'identification claire des réseaux (couleur, pictogramme, etc.) doit être comprise par toutes les populations y compris les personnes malvoyantes et celles ne sachant pas lire ou maîtrisant mal l'usage du français.

La mise en place de la réutilisation des EG doit tenir compte des différences entre habitat individuel et immeubles d'habitat collectif ou d'usage professionnel : effectif et type de population concernés, choix éclairé des usagers, caractéristiques des dispositifs de traitement, capacité à assurer l'exploitation.

Le vieillissement de la population, l'augmentation de la fréquence de l'hospitalisation à domicile et des soins de suite à domicile après des hospitalisations de courte durée sont autant d'arguments pour imposer en habitat collectif un court-circuit (by-pass) permettant de s'affranchir du dispositif de réutilisation des eaux grises si nécessaire.

S'agissant des traitements des eaux grises au regard des critères de qualité proposés, les technologies disponibles et leurs combinaisons sont très variées sur le marché, toutefois toutes ne semblent pas permettre de garantir le respect des niveaux de qualité préconisée aux points d'usage des EGT.

Aussi, l'Anses estime qu'une réutilisation des eaux grises ne doit être envisagée que pour des usages strictement limités dans des environnements géographiques affectés durablement et de façon répétée par des pénuries d'eau. La population doit être informée et formée aux conditions d'utilisations nécessaires pour minimiser les risques associés à la présence d'un réseau d'eau non potable dans le bâtiment. Enfin, un usage raisonné de l'eau doit dans tous les cas être mis en place pour épargner la ressource.

Marc Mortureux

#### **MOTS-CLES**

Eaux grises, réutilisation des eaux, analyse du risque

---

# Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques

---

Saisine « 2011-SA-0112 Eaux grises »

## **RAPPORT d'expertise collective**

« CES Eaux »

« GT Réutilisation des eaux grises »

Février 2015

## Mots clés

---

Eaux grises, réutilisation des eaux, analyse du risque

## Présentation des intervenants

---

**PREAMBULE** : Les experts externes, membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont nommés *intuitu personae*, et ne représentent pas leur employeur ou organisme d'appartenance.

### PARTICIPATION ANSES

---

#### Coordination scientifique

Mme Estelle WESTERBERG – Chef de projets scientifiques - Anses

#### Contribution scientifique

Mme Morgane BACHELOT – Chargée de projets scientifiques - Anses

Mme Pascale PANETIER – Chef d'unité scientifique - Anses

#### Secrétariat administratif

Mme Séverine BOIX – Anses

### GROUPE DE TRAVAIL

---

#### Président

M. Yves ANDRÈS – Responsable d'équipe – École des Mines de Nantes, laboratoire de Génie des procédés, environnement, agro-alimentaire (GEPEA) UMR CNRS 6144 – Compétences : génie des procédés, réutilisation des eaux grises, qualité des eaux usées et des eaux grises, traitement des eaux grises.

#### Membres

M. Daniel BERTHAULT (expert jusqu'au 31 octobre 2013) – Chef de pôle de police de l'eau et de MISE (Mission Interservices de l'Eau) à la Direction départementale des territoires de Seine et Marne – Compétences : réutilisations des eaux usées, réglementation, expériences de terrain.

Mme. Gaëlle BULTEAU – Ingénieur recherche et expertise – Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) – Compétences : génie des procédés, réutilisation des eaux grises, traitement des eaux grises, qualité des eaux grises.

M. Pierre-Jean CABILLIC – Retraité de la fonction publique (Ingénieur du génie sanitaire) – Compétences : génie sanitaire, expériences de terrain.

Mme. Catherine CHUBILLEAU – Praticien hospitalier – CHU Niort – Compétences : santé publique, évaluation des risques sanitaires, réutilisation des eaux usées.

M. Christian LAURENT – Conseiller scientifique indépendant – Compétence : toxicologie.

M. Laurent MOULIN – Responsable du département Recherche et développement biologie – Eau de Paris – Compétences : microbiologie des eaux usées, analyse et qualité de l'eau.

M. Fabien SQUINAZI – Retraité du Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris – Compétences : microbiologie analytique, microbiologie des aérosols.

**COMITE D'EXPERTS SPECIALISE**

---

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES Eaux le mardi 1<sup>er</sup> juillet 2014

**Président**

M. Yves LÉVI – Professeur des universités – Université Paris 11 Sud – Santé publique, chimie de l'eau (émergents), évaluation de risques sanitaires, écologie microbienne.

**Membres**

Mme Claire ALBASI – Directrice de recherche / Docteur ingénieur – UMR 5503, Laboratoire de génie chimique (LGC), CNRS-INPT-UPS, Toulouse – Produits et procédés de traitement de l'eau (membranes), assainissement, chimie de l'eau, réutilisation d'eaux alternatives.

Mme Sophie AYRAULT – Chef d'équipe / Docteur habilité à diriger des recherches – CEA, Gif-sur-Yvette – Géochimie, chimie de l'eau (chimie minérale).

M. Jean BARON – Responsable du département recherche et développement / Docteur en sciences - Eau de Paris - Matériaux au contact de l'eau (MCDE), produits et procédés de traitement de l'eau (filiales de traitement), chimie de l'eau.

M. Jean-Luc BOUDENNE – Chef d'équipe développements métrologiques et chimie des milieux / Professeur d'université – Université Aix-Marseille – Produits et procédés de traitement de l'eau (UV, résines), chimie de l'eau.

Mme Véronique BOUVARD – Spécialiste scientifique / Docteur en sciences – CIRC / OMS, Lyon – Toxicologie (cancérogénèse), microbiologie et virologie.

Mme Corinne CABASSUD – Responsable d'axe de recherche / Professeure des universités – INSA, Toulouse – Produits et procédés de traitement de l'eau (membranes), chimie de l'eau.

M. Jean CARRÉ – Enseignant chercheur / Professeur – EHESP, Rennes – Hydrogéologie et ressources en eau (périmètres de protection des captages et expérience terrain).

Mme Catherine CHUBILLEAU – Praticien hospitalier / Docteur en pharmacie, docteur es sciences – Centre hospitalier de Niort – Épidémiologie, évaluation de risques sanitaires, microbiologie de l'eau.

M. Olivier CORREC – Ingénieur de recherche / Docteur en sciences – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) – MCDE (réseaux intérieurs).

M. Christophe DAGOT – Directeur adjoint / Professeur – ENSIL, Limoges – Assainissement, réutilisation d'eaux alternatives.

Mme Isabelle DUBLINEAU – Chargée de mission auprès du directeur de la radioprotection de l'homme / Docteur habilité à diriger des recherches – IRSN, Fontenay-aux-Roses – Toxicologie (faibles doses), épidémiologie.

Mme Sylvie DUBROU – Directeur de laboratoire / Pharmacienne – Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris (LHVP) – Microbiologie de l'eau (bactériologie, analyses).

M. Robert DURAN – Responsable d'équipe / Professeur des universités – Université de Pau et des Pays de l'Adour – Écotoxicologie, biodégradation et biotransformation.

M. Stéphane GARNAUD – Responsable technique eau et assainissement / Docteur en sciences – Mairie de Saint-Maur-des-Fossés – Assainissement, réutilisation d'eaux alternatives.

M. Jean-François HUMBERT – Directeur de recherche / Docteur habilité à diriger des recherches – UMR BIOENCO, INRA, Paris – Microbiologie de l'eau (cyanobactéries), écologie microbienne.

M. Michel JOYEUX – Directeur recherche développement et qualité de l'eau / Docteur en médecine, docteur en sciences – Eau de Paris – Toxicologie, évaluation de risques sanitaires, santé publique.

Mme Colette LE BACLE – Conseiller médical en santé au travail, pilote de la thématique risques biologiques / médecin du travail – INRS, Paris – Santé travail, microbiologie de l'eau.

M. Benjamin LOPEZ – Chef de projet / Docteur en sciences – BRGM, Orléans – Hydrogéologie et ressources en eau (modélisation).

M. Jacques-Noël MUDRY – Professeur d'hydrogéologie – Université de Franche Comté, Besançon – Hydrogéologie et ressources en eaux (périmètres de protection des captages et expérience terrain).

M. Daniel PERDIZ – Maître de conférences / Pharmacien toxicologue – Université Paris 11 Sud – Toxicologie (génotoxicité et perturbateurs endocriniens dans l'eau), évaluation de risques sanitaires.

Mme Fabienne PETIT – Enseignant chercheur / Professeur des universités – Université de Rouen / UMR CNRS M2C – Écologie microbienne.

M. Mohamed SARAHA – Professeur des universités – Université Blaise Pascal, Institut de chimie de Clermont-Ferrand – Produits et procédés de traitement de l'eau (photochimie, oxydation avancée), chimie de l'eau (chimie réactionnelle).

Mme Marie-Pierre SAUVANT ROCHAT – Chef de service / Professeur de santé publique – Université d'Auvergne / Faculté de pharmacie, Clermont-Ferrand – Santé publique, épidémiologie, évaluation de risques sanitaires.

Mme Michèle TREMBLAY – MD conseil en santé au travail et en maladies infectieuses / MD spécialiste en santé communautaire – Direction de santé publique de Montréal / Institut de santé publique du Québec – Santé travail, microbiologie de l'eau.

Mme Michèle VIALETTE – Chef de service / Docteur habilité à diriger des recherches - Institut Pasteur de Lille – Microbiologie de l'eau (bactéries et virus hautement pathogènes).

Mme Bénédicte WELTE – Directrice adjointe de recherche du développement et de la qualité de l'eau / Docteur en sciences – Eau de Paris – Produits et procédés de traitement de l'eau (tous procédés, filières de traitement), chimie de l'eau.

#### AUDITIONS DE PERSONNALITES EXTERIEURES

---

**AQUAE Environnement** : M. Jean-Louis MANENT – Directeur général

**Direction générale de la santé** : Mme Laure GRAN-AYMERICH – Chargée des dossiers eaux usées et usages des eaux non potables – Bureau de la qualité des eaux de la Direction générale de la santé (DGS)

**Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E)** : Mmes Sarah HERCULE-BOBROFF – Chargée de projets en santé environnementale Veolia – Valentina LAZAROVA – Chef de projet Suez Environnement et M. Jean-Francois LORET – Chef de projet Suez Environnement

**FIRMUS France** : MM. Jean-Christophe LASSERRE – Responsable Technique et Pierre MAGNES – Responsable Développement

**Hansgrohe** : M. Pascal SORRENTINO – Directeur Prescription Grands Comptes

**Groupement d'intérêt économique (GIE) L4M** : MM. Patrice CARTIER – Membre du GIE L4M et Dominique PROUTEAU – Administrateur du GIE L4M

**MR Ingénierie et consulting** : M. Michel REYNES – Gérant

**Opuntias** : M. Jean-Paul AUGEREAU – Dirigeant

**PHYTORESTORE** : M. Thierry JACQUET – Président Fondateur et Mme Magali BERTHOU – Responsable recherche et développement

## SOMMAIRE

<b>Présentation des intervenants .....</b>	<b>3</b>
<b>Sigles et abréviations.....</b>	<b>11</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>12</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>13</b>
<b>1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine.....</b>	<b>14</b>
1.1 Contexte .....	14
1.2 Objet de la saisine .....	14
1.3 Modalités de traitement de la saisine.....	15
<b>2 Définitions et principales caractéristiques des eaux grises.....</b>	<b>16</b>
2.1 Définition des eaux grises .....	16
2.2 Origines et parcours des eaux grises .....	17
2.2.1 Approvisionnement initial en eau.....	17
2.2.2 Usages générant des eaux grises .....	17
2.2.3 Traitement, transport et stockage des eaux grises.....	18
2.2.4 Usages domestiques .....	19
2.2.5 Schéma de parcours des eaux grises .....	19
2.3 Caractéristiques des eaux grises .....	19
2.3.1 Caractéristiques physico-chimiques .....	20
2.3.2 Caractéristiques microbiologiques.....	21
2.3.3 Caractéristiques chimiques.....	22
2.4 Points à retenir.....	23
<b>3 Pratiques et expériences étrangères et françaises .....</b>	<b>24</b>
3.1 Réglementations, lignes directrices, recommandations et normes.....	24
3.1.1 Organisation mondiale de la santé .....	24
3.1.2 Union européenne .....	25
3.1.3 France.....	25
3.1.4 Autres pays .....	26
3.1.4.1 États membres de l'Union européenne (hormis la France).....	26
3.1.4.2 Australie.....	29
3.1.4.3 Canada .....	30
3.1.4.4 États-Unis .....	30
3.1.4.5 Israël.....	32
3.1.4.6 Japon.....	32
3.1.4.7 Singapour .....	32
3.1.5 Critères de qualités fixés dans les réglementations, lignes directrices, recommandations et normes dans les pays autres que la France.....	32
3.2.1 Conclusions sur l'analyse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes dans les pays étrangers.....	38
3.3 Retours d'expériences en France et au niveau international .....	39
3.3.1 Retours d'expériences en France.....	39
3.3.1.1 Retours d'expériences recensés par les Agences régionales de santé.....	39

3.3.1.2	Retours d'expériences indiqués par les professionnels .....	40
3.3.2	Retours d'expériences étrangères .....	43
3.3.2.1	Retours d'expériences publiés .....	43
3.3.2.2	Retours d'expériences cités par les professionnels .....	43
3.3.2.2.1	<i>Antarctique</i> .....	43
3.3.2.2.2	<i>Japon</i> .....	43
3.3.2.2.3	<i>Royaume-Uni</i> .....	44
3.3.2.2.4	<i>Australie</i> .....	44
3.3.3	Traitement, transport et stockage des eaux grises.....	44
3.3.4	Points critiques identifiés .....	46
<b>3.4</b>	<b>Points à retenir.....</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>Identification des dangers.....</b>	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>Identification des dangers liés aux agents chimiques.....</b>	<b>48</b>
4.1.1	Sources de dangers chimiques et niveaux de contamination dans les eaux grises .....	48
4.1.1.1	Usages générant des EG .....	48
4.1.1.2	Transport, stockage et traitements des EGT .....	51
4.1.1.3	Entretien de l'installation de réutilisation des EG .....	51
4.1.2	Analyse des dangers liés aux contaminants chimiques présents dans les EG .....	52
4.1.3	Prise en compte des dangers chimiques par les organismes internationaux .....	53
4.1.4	Conclusion .....	54
<b>4.2</b>	<b>Identification des dangers liés aux micro-organismes.....</b>	<b>54</b>
4.2.1	Dangers microbiologiques .....	54
4.2.2	Virus, parasites transmis par un insecte vecteur.....	57
4.2.3	Niveau de contamination microbiologique des eaux grises traitées.....	57
4.2.4	Dose infectieuse .....	58
4.2.5	Données épidémiologiques .....	58
<b>4.3</b>	<b>Points à retenir.....</b>	<b>59</b>
<b>5</b>	<b>Exposition.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1</b>	<b>Populations exposées.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2</b>	<b>Voies d'exposition.....</b>	<b>61</b>
<b>5.3</b>	<b>Particularités des expositions selon les usages des eaux grises traitées réutilisées.....</b>	<b>61</b>
5.3.1	Hygiène corporelle.....	61
5.3.2	Alimentation des chasses d'eau des toilettes.....	61
5.3.3	Lavage du linge .....	62
5.3.4	Lavage du sol à l'intérieur.....	63
5.3.5	Lavage des surfaces extérieures.....	63
5.3.6	Refroidissement d'air .....	64
5.3.7	Fontaine d'eau décorative .....	64
<b>6</b>	<b>Analyse des risques liés à l'usage des eaux grises traitées.....</b>	<b>65</b>
<b>6.1</b>	<b>Points critiques liés au parcours des eaux grises avant leur traitement jusqu'à l'utilisation des eaux grises traitées .....</b>	<b>65</b>
6.1.1	Usages générant des EG .....	65
6.1.2	Traitement.....	65
6.1.3	Transport et stockage .....	65
6.1.4	Présence d'un réseau d'EGT.....	66

6.1.5	Présence d'un robinet d'EGT.....	67
6.1.6	Stagnation d'eaux.....	68
6.1.7	Conclusion.....	68
<b>6.2</b>	<b>Points critiques en fonction des usages.....</b>	<b>68</b>
6.2.1	Hygiène corporelle.....	68
6.2.2	Alimentation des chasses d'eau des toilettes.....	68
6.2.3	Lavage du linge.....	69
6.2.4	Lavage des sols à l'intérieur et utilisations à l'extérieur de l'habitat ou du bâtiment.....	71
6.2.4.1	Lavage des sols à l'intérieur de l'habitat.....	71
6.2.4.2	Utilisation à l'extérieur de l'habitat ou du bâtiment.....	72
6.2.4.3	Conclusion.....	72
6.2.5	Systèmes de refroidissement d'air.....	73
6.2.6	Fontaines d'eau décoratives.....	74
<b>6.3</b>	<b>Démarche de hiérarchisation des risques microbiologiques.....</b>	<b>76</b>
6.3.1	Indice d'occurrence.....	76
6.3.2	Gravité.....	77
6.3.3	Criticité.....	78
<b>6.4</b>	<b>Points à retenir.....</b>	<b>80</b>
<b>7</b>	<b>Conclusions et recommandations.....</b>	<b>82</b>
7.1	Origines et identification des eaux grises réutilisables.....	82
7.2	Parc immobilier concerné.....	82
7.3	Usages domestiques des eaux grises traitées réutilisées.....	83
7.4	Limites de qualité des eaux grises traitées.....	83
7.5	Modalités techniques de mise en œuvre.....	85
7.5.1	Traitement.....	85
7.5.2	Réseaux de collecte et de distribution.....	85
7.5.3	Stockage des eaux grises traitées.....	85
7.5.4	Entretien et contrôle des installations de réutilisation.....	86
7.5.5	Qualification de la filière de traitement.....	86
7.6	Information des populations exposées.....	86
7.7	Populations professionnelles.....	87
7.8	Limites de la réutilisation.....	87
7.9	Plan de gestion des risques.....	87
7.10	Amélioration des connaissances.....	88
<b>8</b>	<b>Conclusions du groupe de travail.....</b>	<b>89</b>
<b>9</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>90</b>
9.1	Publications.....	90
9.2	Normes.....	101
9.3	Législation et réglementation.....	102
<b>ANNEXES.....</b>		<b>105</b>

<b>Annexe 1 : Lettre de saisine .....</b>	<b>106</b>
<b>Annexe 2 : Caractéristiques chimiques des eaux grises brutes selon leur provenance .....</b>	<b>108</b>
<b>Annexe 3 : Réglementation française relative à la réutilisation des eaux de pluie.....</b>	<b>109</b>
<b>Annexe 4 : Concentrations en contaminants chimiques dans les eaux grises brutes .....</b>	<b>110</b>
<b>Annexe 5 : Liste des organismes pathogènes ou opportunistes potentiellement présents dans les eaux grises .....</b>	<b>112</b>
<b>Annexe 6 : Données de contamination microbiologique des eaux grises brutes (UFC/100 mL) .....</b>	<b>117</b>
<b>Annexe 7 : Systèmes de refroidissement d'air .....</b>	<b>118</b>
<b>Annexe 8 : Démarche d'évaluation des risques et calculs d'indices de criticité .....</b>	<b>120</b>

## Sigles et abréviations

---

ACT	: Australian capital territory
AESN	: Agence de l'eau Seine-Normandie
Afsset	: Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail
Afssa	: Agence française de sécurité sanitaire des aliments
Anses	: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	: Agence régionale de santé
AMDEC	: Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité
ANQIP	: Associação nacional para a qualidade nas instalações prediais
AHMC	: Australian health ministers conference
NTK	: Azote Kjeldhal
Ntot	: Azote total
BRM	: Bioréacteur à membranes
BSI	: British standards institution
COD	: Carbone organique dissous
COT	: Carbone organique total
CSSC	: Comité scientifique européen pour la sécurité des consommateurs
CSTB	: Centre scientifique et technique du bâtiment
CSP	: Code de la santé publique
CTh	: Coliformes thermotolérants
CT	: Coliformes totaux
CES	: Comité d'experts spécialisé
CEN	: Comité européen de normalisation
CSHPF	: Conseil supérieur d'hygiène publique de France
DBO	: Demande biochimique en oxygène
DCO	: Demande chimique en oxygène
DDASS	: Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DGS	: Direction générale de la santé
DI50	: Dose infectante 50
DMI	: Dose minimale infectieuse
ENP	: Eau non potable
EDCH	: Eaux destinées à la consommation humaine
EG	: Eaux grises
EGT	: Eaux grises traitées
EU	: Eaux usées
Ent.	: Entérocoques intestinaux
EPHC	: Environment protection and heritage council
EPA	: Environmental protection agency
EPI	: Equipement de protection individuelle
ETA	: Especificação técnica ANQIP
Echa	: European chemicals agency
ENDWARE	: European network of drinking water regulator
ENP	: Eau non potable
ESA	: European space agency
ERS	: Evaluation des risques sanitaires
FP2E	: Fédération professionnelle et des entreprises de l'eau
GT	: Groupe de travail
HACCP	: Hazard analysis critical control point
HCSP	: Haut conseil de santé publique
HQE	: Haute qualité environnementale
HLA	: Human leucocyte antigen
HAP	: Hydrocarbures aromatiques polycycliques

InVS	: Institut de veille sanitaire
IPC	: International plumbing code
G	: Lignes directrices
MO	: Matière organique
MES	: Matières en suspension
NWQMS	: National water quality management strategy
NRMCC	: Natural resource management ministerial council
NFU	: Nephelometric formazine unit
NTU	: Nephelometric turbidity unit
NSW	: New South Wales
ND	: Non détecté
NF	: Norme française
NP	: Nonylphénols
NR	: Non recherché
OMS	: Organisation mondiale de la santé
P	: Phosphore
Ptot	: Phosphore total
PBE	: Polybromodiphényléther
PCB	: Polychlorobiphényle
PUB	: Public utilities board
QPW	: Queensland plumbing and wastewater
Ref	: Référence
Raisin	: Réseau d'alerte, d'investigation et de surveillance des infections nosocomiales
SCHL	: Société coopérative d'habitation Lausanne
SPC	: Sous-produits de chloration
SPD	: Sous-produits de désinfection
SBASR	: Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices
TAC	: Titre alcalimétrique complet
TH	: Titre hydrotimétrique
THM	: Trihalométhanes
UF	: Ultrafiltration
UV	: Ultra-violet
UE	: Union européenne
UE	: Unité endotoxines
UFC	: Unité formant colonies
US-EPA	: United States Environmental Protection Agency
UPC	: Universal product code
WRAS	: Water regulations advisory scheme
WA	: Western Australia

## Liste des tableaux

Tableau I : Étendue des concentrations des principaux paramètres physiques et chimiques dans différents types d'eaux grises et dans les eaux usées domestiques établie sur la base d'une revue de la littérature. ....	21
Tableau II : Critères physiques et chimiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes. ....	35
Tableau III : Critères microbiologiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes. ....	36
Tableau IV : Critères physiques et chimiques préconisés dans les lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage du linge. ....	37

Tableau V : Critères microbiologiques préconisés dans les lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage du linge. ....	37
Tableau VI : Critères physico-chimiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage ou l'arrosage à l'extérieur de l'habitat. ....	38
Tableau VII : Critères microbiologiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage ou l'arrosage à l'extérieur de l'habitat. ....	38
Tableau VIII : Caractéristiques de l'eau grise brute (échantillons moyens 24h) de l'expérimentation conduite dans un immeuble d'habitation à Annecy (d'après Brehant <i>et al.</i> 2002) .....	42
Tableau IX : Exemples de caractéristiques d'eaux grises brutes et traitées en fonction du procédé de traitement utilisé (adapté d'Hourlier <i>et al.</i> 2011).....	45
Tableau X : Épidémies associées à des fontaines décoratives alimentées par de l'EDCH .....	75
Tableau XI Caractérisation des niveaux d'occurrence .....	77
Tableau XII : Indices d'occurrence des expositions de la population générale liés aux usages domestiques déterminés à dire d'experts .....	77
Tableau XIII : Gravité par voie d'exposition pour la population générale.....	78
Tableau XIV : Indices de criticité des risques liés aux usages domestiques des eaux grises traitées déterminés à dire d'experts. ....	79
Tableau XV : Niveaux de risques liés à l'usage d'eaux grises traitées. ....	80
Tableau XVI : Critères de qualité des EGT recommandés pour certains usages domestiques (alimentation des chasses d'eau des toilettes, lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression, <i>etc.</i> ) .....	84

## Liste des figures

---

Figure 1 : Répartition moyenne des consommations d'eau dans l'habitat en France (d'après les données du CIEAU 2014).....	18
Figure 2 : Schéma de principe du parcours des eaux grises et eaux grises traitées et des potentielles utilisations analysées dans le cadre du présent rapport. ....	19
Figure 3 : Représentation de l'ensemble des valeurs médianes (en noir) et maximales (en rouge) disponible dans la littérature pour différents micro-organismes. ....	22

# 1 Contexte, objet et modalités de traitement de la saisine

## 1.1 Contexte

Dans le contexte de développement durable visant notamment des économies d'eau, la réutilisation des eaux grises (EG), des eaux usées traitées et/ou des eaux de pluie est souvent évoquée. Depuis quelques années, l'intérêt porté à cette pratique s'est accru et certains pays comme l'Australie, les États-Unis, Israël et le Japon se sont tournés vers ces ressources complémentaires face à des situations de pénuries d'eau douce.

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) mène, depuis plusieurs années, des travaux sur l'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés à la réutilisation des eaux. En 2008, l'Agence a publié un rapport relatif aux risques sanitaires liés à une exposition par voie orale aux eaux usées traitées utilisées à des fins d'arrosage ou d'irrigation agricole (Afssa 2008). En 2010, elle a complété son analyse par une ERS liés à la réutilisation des effluents issus des établissements de transformation de sous-produits animaux pour l'irrigation des cultures destinées à la consommation humaine ou animale (Afssa 2010). En mars 2012, elle a rendu un avis sur la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion (Anses 2012f).

L'utilisation des eaux grises traitées (EGT) consiste à récupérer et à collecter les eaux provenant des douches, baignoires, lavabos, lave-linge et éventuellement de la cuisine et à les utiliser après traitement. Les EG présentent une contamination microbiologique et physico-chimique.

L'utilisation d'EGT pour des usages domestiques n'est pas autorisée en France. Néanmoins, quelques installations ont été autorisées à titre expérimental et/ou dérogatoire par arrêtés préfectoraux. Par ailleurs, la pratique de l'utilisation des EGT tend à se développer principalement dans le cadre de la construction d'immeubles certifiés haute qualité environnementale (HQE).

## 1.2 Objet de la saisine

La Direction générale de la santé (DGS) a saisi l'Agence le 21 avril 2011 pour évaluer les risques sanitaires liés à la réutilisation d'EG pour des usages domestiques (cf. annexe 1).

La DGS a demandé une expertise scientifique et technique afin de :

1. « caractériser la qualité des eaux grises brutes selon leur origine et la qualité des eaux grises traitées selon le mode de traitement mis en œuvre ;
2. évaluer les risques sanitaires associés à la réutilisation d'eaux grises pour les usages domestiques à l'exception des usages alimentaires ;
3. formuler des recommandations de gestion, que ce soit en termes d'obligation de résultats (c'est-à-dire des limites de qualité de l'eau différentes de celles définies pour les eaux destinées à la consommation humaine) ou en termes d'obligation de moyens (c'est-à-dire des performances de traitement et type de maintenance et de contrôle à mettre en œuvre). Les recommandations de gestion pourront être modulées en fonction du type de bâtiment visé (habitat individuel, habitat collectif, établissement recevant du public, etc.) ».

L'expertise vise à proposer des objectifs de qualité d'EGT en fonction des usages domestiques envisageables et des mesures de prévention à mettre en œuvre.

L'expertise ne porte pas sur :

- l'efficacité et la pertinence des différents procédés de traitement,
- les aspects économiques et notamment l'évaluation du coût / bénéfice pour les utilisations au regard des risques pour la santé,
- les dispositifs permettant une réutilisation directe de l'EG, sans traitement et sans réseau, comme les toilettes avec lave-mains incorporé au niveau de la chasse d'eau ou les lave-linges avec un système de recyclage interne des eaux de rinçage.

### 1.3 Modalités de traitement de la saisine

L'Anses a confié l'instruction de cette saisine au groupe de travail (GT) « Réutilisation des eaux grises » mis en place le 10 février 2012 et attaché au comité d'experts spécialisé (CES) « Eaux ».

Les travaux d'expertise du GT ont été soumis régulièrement au CES Eaux tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport rédigé par le GT tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Ces travaux sont issus de collectifs d'experts aux compétences complémentaires.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

Le groupe d'experts s'est appuyé sur :

- les documents transmis ou mentionnés par la DGS dans la saisine :
  - Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), Panorama international sur le recyclage des eaux grises, juin 2010 ;
  - Organisation mondiale de la santé (OMS), Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, 2006;
  - US-Environmental Protection Agency (US-EPA), Guidelines for water reuse, 2004;
- une recherche bibliographique réalisée sur les sites « Pubmed », « Sciencedirect » et « Scopus » jusqu'en janvier 2014 portant principalement sur :
  - les caractéristiques des EG et EGT,
  - les pratiques et les retours d'expériences en France et dans les autres pays,
  - l'identification des dangers chimiques et microbiologiques,
  - les aspects épidémiologiques liés à la réutilisation des EGT ;
- une recherche d'informations sur la gestion de cette pratique à l'étranger en sollicitant:
  - des autorités compétentes de pays étrangers,
  - des équipes scientifiques spécialistes des EG,
  - les membres du réseau européen ENDWARE<sup>1</sup> (groupe informel en charge de l'élaboration de réglementations sur l'EDCH de pays membres de l'Union européenne) ;
- des auditions de représentants de la Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E) et de sociétés industrielles commercialisant des procédés de traitement des EG.

Le présent rapport a été adopté le 01/07/2014 par le CES « Eaux » à l'unanimité moins l'abstention d'un expert.

---

<sup>1</sup> ENDWARE : European Network of Drinking Water Regulator

## 2 Définitions et principales caractéristiques des eaux grises

### 2.1 Définition des eaux grises

Les eaux usées domestiques produites dans l'habitat peuvent être classées en deux catégories :

- les eaux noires (ou eaux vannes) qui sont générées lors de l'évacuation des fèces et urines et qui, par conséquent, contiennent une forte concentration en matières organiques et en micro-organismes,
- les EG (ou eaux ménagères) définies ci-après.

Plusieurs définitions des EG existent dans la littérature, notamment :

- ▶ Deux définitions figurent dans des documents de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) :
  - Lignes directrices de 2006 : les EG sont considérées comme les eaux issues de la cuisine, de la salle de bain et / ou de la buanderie et qui ne contiennent généralement pas de concentrations importantes de déjections (OMS 2006a).
  - Panorama du bureau régional de la Méditerranée orientale : les EG sont considérées comme provenant des baignoires, douches, lavabos, et machines à laver mais pas des éviers de cuisine, ni des lave-vaisselle (OMS, 2006b).
- ▶ Les lignes directrices australiennes définissent les EG comme les eaux usées issues des lavabos, douches, baignoires, lave-linge, éviers et lave-vaisselle et précisent que les eaux des cuisines sont généralement trop contaminées en graisse et en huile pour être réutilisées avec succès sans traitement important (NRMMC *et al.* 2006).
- ▶ L'agence britannique de l'environnement définit les EG comme les eaux usées issues des douches, baignoires, lavabos, machines à laver et éviers de cuisine (Environment Agency 2011).
- ▶ La norme « Glossaire de termes techniques des eaux résiduaires » NF EN 16323, de mai 2014, traduit le terme anglais « greywater » par « eaux ménagères » et les définit comme « *eaux résiduaires domestiques à l'exclusion des eaux de toilettes et d'urinoirs* » (AFNOR 2014). Le GT souligne que le terme « eaux de toilettes » ne paraît pas approprié au contexte de cette norme en raison de sa confusion avec le domaine de la parfumerie. Il aurait fallu parler des « eaux des toilettes ». Par ailleurs, les eaux usées domestiques y sont définies comme les « *eaux souillées par la vie humaine, incluant l'eau provenant des cuisines, buanderies, lavabos, salles de bains, toilettes et installations sanitaires* ».

Le GT retient la définition suivante :

Les EG (ou eaux ménagères) sont des eaux issues des douches, des baignoires, des lavabos, des lave-linges, des évier et des lave-vaisselle. Elles sont collectées par un réseau et habituellement dirigées vers un dispositif d'assainissement.

Les EGT sont des EG ayant subi un traitement visant à réduire les teneurs en matières particulaires et organiques et/ou limiter la présence de micro-organismes pathogènes ou opportunistes.

Les usages industriels des EGT n'ont pas été étudiés dans ce rapport.

## 2.2 Origines et parcours des eaux grises

### 2.2.1 Approvisionnement initial en eau

En France, les habitants sont très majoritairement approvisionnés en eau par le réseau public de distribution fournissant de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH). Ces eaux sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des EDCH mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique (CSP) qui transpose la directive 98/83/CE du conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des EDCH. Ces textes réglementaires visent à protéger la santé des consommateurs en garantissant la salubrité et la propreté des EDCH. Exceptionnellement, une source d'approvisionnement alternative peut être utilisée dans l'habitat :

- eau de puits, réservée à l'usage personnel d'une famille, soumis à déclaration auprès de la mairie de la commune concernée (cf. arrêté du 11 janvier 2007),
- eau de pluie pour certains usages intérieurs et extérieurs également soumis à déclaration (cf. arrêté du 21/08/2008).

Ces eaux peuvent être de qualité différente de celle des eaux du réseau public.

***Le GT considère que l'approvisionnement prioritaire en eau des habitats est l'EDCH distribuée par le réseau public. L'utilisation d'une source d'approvisionnement autre que l'EDCH n'est pas prise en compte dans ce rapport compte tenu de la diversité des situations.***

### 2.2.2 Usages générant des eaux grises

En France, l'eau dans l'habitat est consommée suivant la répartition moyenne représentée dans la figure 1 d'après les données du centre d'information sur l'eau (CIEAU). Ainsi, 93 % de l'eau est utilisée pour l'hygiène et le nettoyage et 7 % pour l'alimentation.

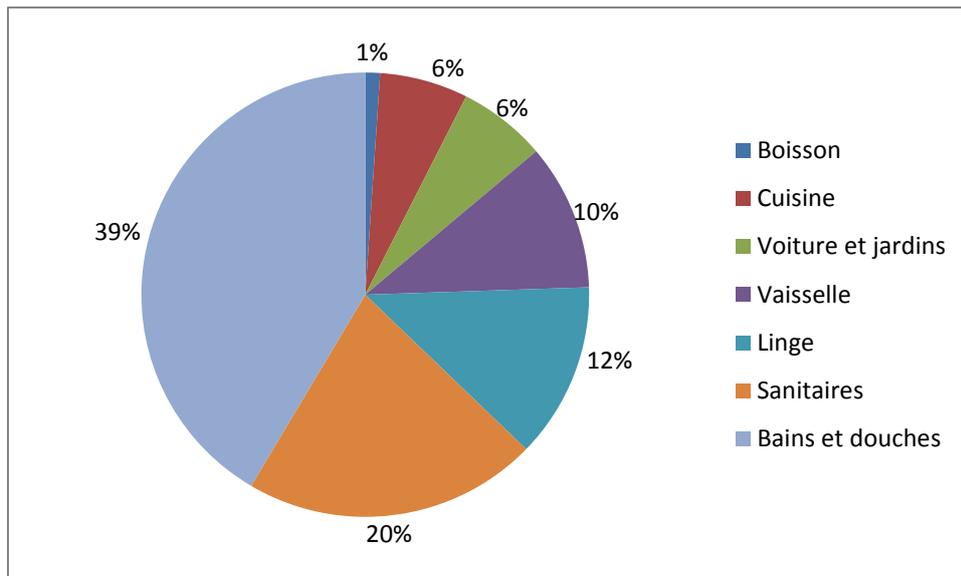


Figure 1 : Répartition moyenne des consommations d'eau dans l'habitat en France (d'après les données du CIEAU 2014<sup>1</sup>)

Les usages générant des EG sont les utilisations survenant dans l'habitat en amont de la collecte de l'eau en vue de sa réutilisation. Ainsi, en considérant la définition des EG retenue par le GT, il s'agit des eaux qui proviennent des douches, des baignoires, des lavabos, des lave-linges, des éviers et des lave-vaisselle. Deux types d'usages générant des EG sont à distinguer : « classiques » et « inappropriés ».

Les usages « classiques » correspondent :

- à l'hygiène corporelle,
- à la préparation des aliments et au nettoyage de la vaisselle,
- au lavage des surfaces,
- au lavage du linge.

Parmi les usages « inappropriés » dans un foyer, se distinguent notamment :

- le nettoyage intensif,
- le déversement de produits de bricolage ou de jardinage,
- etc.

***Seuls les usages « classiques » de l'eau ont été évalués. Les usages « inappropriés » ne peuvent être tous envisagés et peuvent entraîner une contamination microbiologique et/ou chimique accrue comme, par exemple, dans le cas de déversements de produits de bricolage.***

### 2.2.3 Traitement, transport et stockage des eaux grises

Afin d'être réutilisées, les EG doivent être collectées, transportées et traitées en fonction du type d'utilisation envisagé et de leur qualité.

La qualité des EGT est très variable en fonction de l'efficacité et de la fiabilité des traitements qui leur sont appliquées.

<sup>1</sup> [www.cieau.com/les-ressources-en-eau/en-france/les-usages-domestiques](http://www.cieau.com/les-ressources-en-eau/en-france/les-usages-domestiques) consulté le 19/05/2014

La récupération et la réutilisation des EG et EGT imposent l'installation d'un réseau de collecte ainsi que d'un réseau de distribution dédié aux EGT en aval du système de traitement et/ou de stockage.

### 2.2.4 Usages domestiques

Les EGT peuvent être utilisées pour des usages domestiques dont il existe plusieurs définitions variant en fonction des finalités des textes et règlements administratifs (notamment article R.214-5 du Code de l'environnement).

La définition d'usages domestiques de l'eau retenue par le GT est celle proposée par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF 2006) :

« la notion d' « usages domestiques » recouvre généralement :

- les usages alimentaires : boisson, préparation des aliments, lavage de la vaisselle,
- les usages liés à l'hygiène corporelle : lavabo, douche, bain, lavage du linge,
- les usages dans l'habitat (évacuation des excréta, lavage des sols, ...) et usages connexes (arrosage des espaces verts, arrosage du potager, lavages des sols et des véhicules, ...) »

### 2.2.5 Schéma de parcours des eaux grises

La figure 2 expose le parcours suivi par les EG et EGT et des usages potentiels après traitement, objet du présent rapport selon le cadrage de l'expertise.

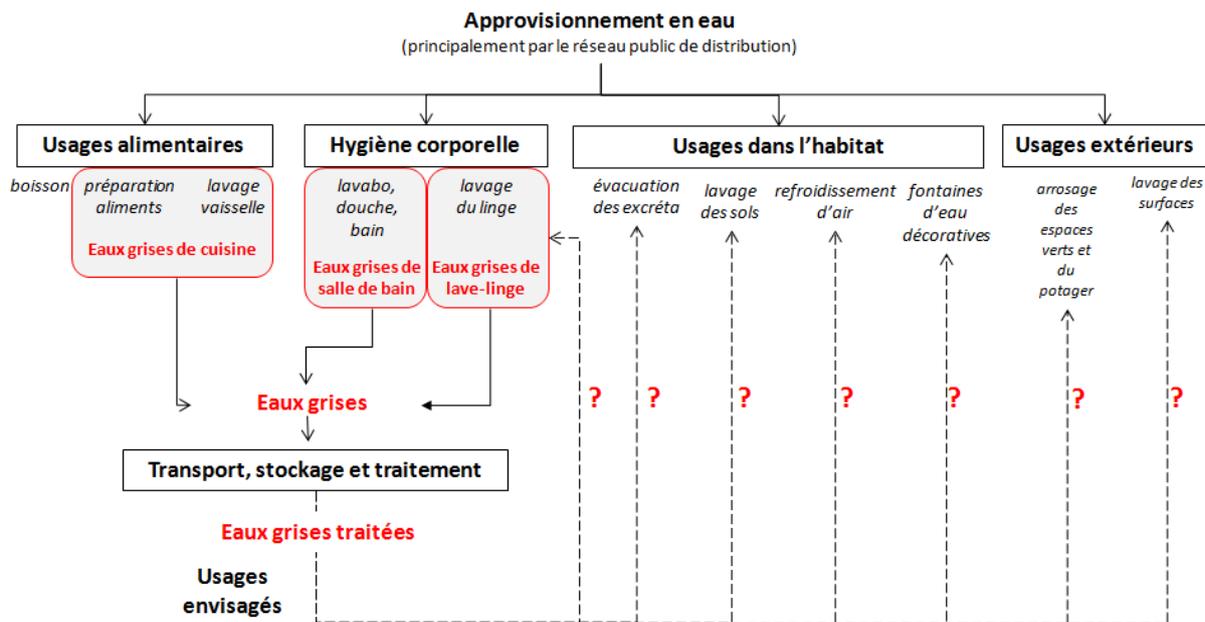


Figure 2 : Schéma de principe du parcours des eaux grises et eaux grises traitées et des potentielles utilisations analysées dans le cadre du présent rapport.

## 2.3 Caractéristiques des eaux grises

Selon Imhof et Muhlemann (2005), les caractéristiques des EG dépendent notamment :

- de la qualité de l'eau utilisée pour l'approvisionnement initial ;
- des usages générant de l'EG qui peuvent être fonction du type d'habitat, du nombre et de l'état sanitaire des occupants et de la source des eaux collectées (salle de bain, cuisine ou lave-linge) ;
- du réseau de collecte et de distribution des EG (conception, matériaux, entretien, etc.) ;
- des volumes d'eau collectés ;

- des traitements mis en œuvre le cas échéant ;
- des conditions de stockage des eaux.

Ces éléments peuvent être variables selon les pays compte tenu des différences de climat, de démographie, de comportements de l'utilisateur, *etc.*

### 2.3.1 Caractéristiques physico-chimiques

Les paramètres utilisés dans la littérature scientifique pour caractériser la composition des EG sont globalement identiques à ceux généralement utilisés pour caractériser les eaux usées domestiques. Ils permettent d'estimer de façon globale la pollution des eaux en matières en suspension (MES), matières organiques, éléments azotés et phosphorés. Seuls quelques auteurs ont mesuré des paramètres plus spécifiques aux EG, tels que les tensioactifs anioniques. La littérature contient peu d'études menées en France (Chaillou *et al.* 2011). Le tableau I résume les caractéristiques physico-chimiques des EG en fonction de leur provenance. Les données détaillées figurent en annexe 2.

Il ressort de l'analyse bibliographique que :

- les caractéristiques physiques et chimiques des EG brutes diffèrent sensiblement d'un pays à l'autre et d'un type de bâtiment à un autre ;
- le pH est légèrement alcalin pour les EG de lave-linge, et dans une moindre mesure pour les EG de salles de bain ;
- la turbidité et la concentration en matières en suspensions sont hétérogènes ; les eaux issues de salles de bain présentent des concentrations en MES inférieures à celles issues de la cuisine ;
- le rapport de la demande chimique en oxygène (DCO) sur la demande biologique en oxygène sur 5 jours (DBO<sub>5</sub>) montre que les EG présentent une bonne biodégradabilité ;
- les EG contiennent peu d'azote total par rapport aux eaux noires dans lesquelles l'urée constitue le principal apport ;
- les concentrations en phosphates sont plus élevées dans les eaux de lavage du linge et de la vaisselle.

**Tableau I : Étendue des concentrations des principaux paramètres physiques et chimiques dans différents types d'eaux grises et dans les eaux usées domestiques établie sur la base d'une revue de la littérature.**

(Al-Jayyousi 2003 ; Almeida *et al.* 1999 ; Chaillou *et al.* 2011 ; Christova-Boal *et al.* 1996 ; Gual *et al.* 2008 ; Guilbaud *et al.* 2010 ; Hourlier *et al.* 2011 ; Jefferson *et al.* 2004 ; March *et al.* 2004 ; Merz *et al.* 2007 ; Nolde 1999 ; Palmquist et Hanæus 2005 ; Pidou *et al.* 2008 ; Rodda *et al.* 2011 ; Rose *et al.* 1991 ; Surendran et Wheatley 1998 ; Travis *et al.* 2008)

Paramètres	Unités	EG de salle de bain	EG de lave-linge	EG de cuisine	EG globales	Eaux usées domestiques
<b>pH</b>	Unité pH	6,8 - 7,6	7,2 - 9,3		6,06 – 8,93	5,5 – 8,1
<b>Turbidité</b>	NTU	20 - 164	14 - 120		25 - 265	
<b>MES</b>	mg/L	32 - 200	68 - 165	235 - 1250	45 - 838	227 - 1230
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mgO <sub>2</sub> /L	29 - 166	48 - 472	536 - 1042	58 - 1049	150 - 500
<b>DCO totale</b>	mgO <sub>2</sub> /L	73 - 587	725 - 1815	936 - 2180	228 - 1898	250 - 1174
<b>DCO soluble</b>	mgO <sub>2</sub> /L	29 - 221				95 - 383
<b>DCO/DBO<sub>5</sub></b>		1,4 - 3,8	1,5	1,7 – 2,1		
<b>COD</b>	mgC/L	12 - 56			18 - 621	173 - 297
<b>Tensioactifs anioniques</b>	mg/L	0,3 - 4,1			0 - 95	6 - 13
<b>N<sub>tot</sub></b>	mgN/L	4,1 – 16,4			4,4 – 15,1	20 – 123,9
<b>N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mgN/L	0,3 – 11,8	0,06 - 10,7	0,99 - 4,6	0,1 – 4,7	20 – 92,4
<b>N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	mgN/L	3,9 – 7,5		0,45 - 5,8	0,1 – 5,7	0 – 3,6
<b>P<sub>tot</sub></b>	mgP/L	0,2 – 2,8			0,1 – 14,0	4 - 25
<b>P-PO<sub>4</sub></b>	mgP/L	0,3 – 19,2	21 - 101	15,6 - 26		

### 2.3.2 Caractéristiques microbiologiques

La qualité microbiologique des EG est peu connue et très variable car elle dépend de l'état sanitaire de la population et des comportements humains (NRMCC *et al.* 2006). Elles peuvent être contaminées par tous les types de micro-organismes habituellement présents dans les eaux usées domestiques. Trois types de micro-organismes potentiellement pathogènes sont généralement retrouvés :

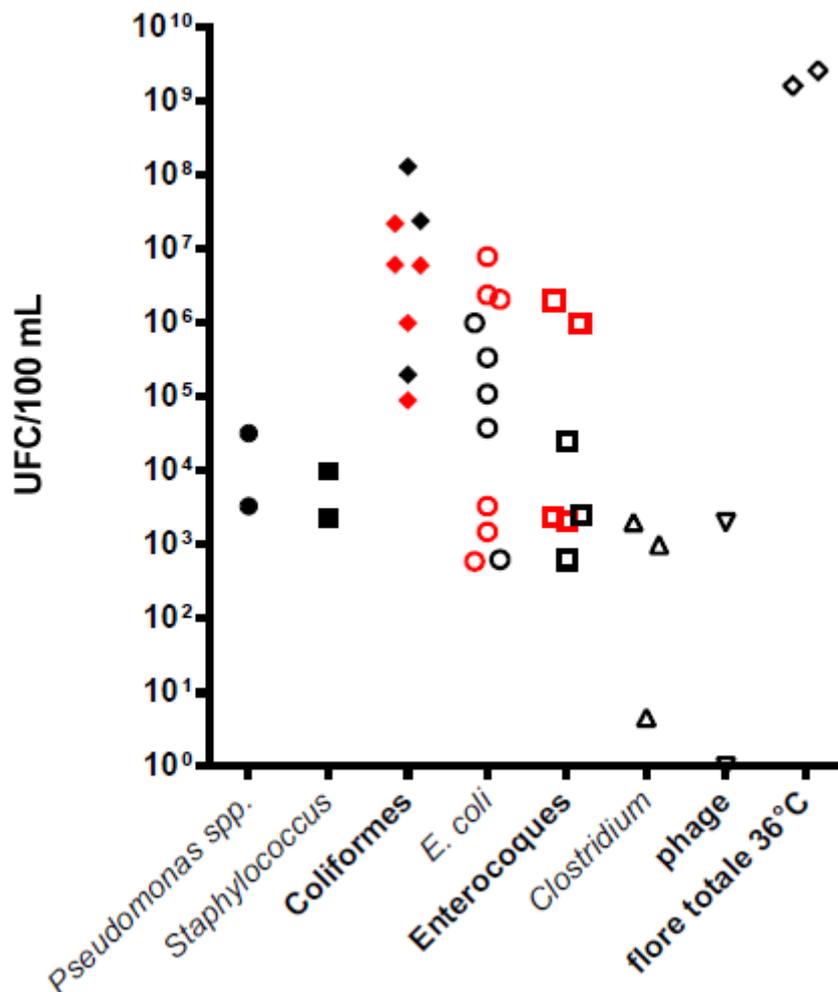
- Les bactéries, pathogènes ou pathogènes opportunistes dont certaines peuvent parfois se multiplier au sein du réseau en fonction des nutriments disponibles ;
- Les virus, d'origine humaine (voire zoonotique) qui ne peuvent pas se multiplier mais dont la durée de persistance sous forme actif dans l'eau peut être longue ;
- Les protistes et les parasites d'origine humaine ou zoonotique dont la plupart ne peuvent pas se multiplier dans l'eau. Les formes kystiques, que certains peuvent adopter en fonction des conditions, leur confèrent une résistance accrue (notamment en milieu hydrique).

L'identification des dangers liés aux micro-organismes est décrite ci-après au chapitre 4.2.

Il existe une dizaine d'études<sup>1</sup> concernant la qualité microbiologique des EG dans la littérature (cf. annexe 6) et leurs données sont représentées sur la figure 3. Les concentrations de micro-organismes indicateurs de contamination fécale varient sur une large gamme entre 10<sup>2</sup> et 10<sup>6</sup> UFC/100 mL pour *E. coli* et les entérocoques intestinaux (cf. annexe 6). Le GT constate que ces concentrations maximales sont du même ordre que

<sup>1</sup> Chaillou *et al.* (2011) ; Winward *et al.* (2008) ; Ottoson et Stenström (2003) ; Laine (2001) ; Birks *et al.* (2004) ; Surendran et Wheatley (1998) ; Rose *et al.* (1991) ; Christova-Boal *et al.* (1996) ; Birks et Hills (2007) ; Friedler *et al.* (2006) ; Gilboa et Friedler (2008)

celles observées dans les eaux usées domestiques (entre  $10^4$  et  $10^7$  UFC/100 mL pour *E. coli* et les entérocoques intestinaux (Anses 2012e)). Le niveau de contamination microbiologique des EG n'apparaît pas globalement différente de celle des eaux usées domestiques.



**Figure 3 : Représentation de l'ensemble des valeurs médianes (en noir) et maximales (en rouge) disponible dans la littérature pour différents micro-organismes.**

d'après Chaillou *et al.* (2011), Winward *et al.* (2008), Ottoson et Stenström (2003), Laine (2001), Birks *et al.* (2004), Surendran et Wheatley (1998), Rose *et al.* (1991), Christova-Boal *et al.* (1996), Birks et Hills (2007), Friedler *et al.* (2006) et Gilboa et Friedler (2008)

### 2.3.3 Caractéristiques chimiques

Pour identifier la nature et les concentrations de contaminants chimiques présents dans les EG, une recherche bibliographique a été réalisée sur la période 1990 à janvier 2014 (Almqvist et Hanæus 2006 ; Andersen *et al.* 2007 ; Eriksson *et al.* 2003 ; Eriksson *et al.* 2010 ; Hernández Leal *et al.* 2011 ; Hernández Leal *et al.* 2010 ; Hernández Leal *et al.* 2007 ; Ledin 2001 ; Palmquist et Hanæus 2005 ; Prathapar *et al.* 2005 ; Ramon *et al.* 2004) (Boyjoo *et al.* 2013 ; Donner *et al.* 2010 ; Imhof et Muhlemann 2005 ; Ledin 2001).

Les contaminants recherchés diffèrent en fonction des études. 26 éléments et 98 molécules ont été quantifiés au moins une fois dans des EG. Les molécules quantifiées dans des EG comprennent des trihalométhanes, des phtalates, des filtres ultra-violet (UV), des alkylphénols et alkylphénols éthoxylates, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des polybromés, des parabènes, des polychlorobiphényles (PCB), des muscs, des

acides gras, etc. Les concentrations maximales de ces molécules sont présentées dans l'annexe 3.

Les sources de contaminants chimiques dans les EG sont détaillées au chapitre 4.1.

## 2.4 Points à retenir

- Les EG (ou eaux ménagères) sont issues des douches, des baignoires, des lavabos, des lave-linges, des éviers et des lave-vaisselle. Elles sont collectées par un réseau et habituellement dirigées vers un dispositif d'assainissement.
- La qualité et la quantité des EG varient fortement en fonction de l'occupation du bâtiment, de l'état de santé et des activités des occupants.
- Le GT constate, au regard des données publiées, que la qualité microbiologique des EG est très peu documentée et qu'elle n'est pas globalement différente de celle des eaux usées domestiques, tant en ce qui concerne la diversité des micro-organismes que leur concentration.
- Les caractéristiques physico-chimiques des EG sont telles qu'elles peuvent favoriser la croissance microbienne et permettre leur survie. Les EG possèdent donc une part biodégradable.
- Les EG ne peuvent pas être utilisées en l'état pour des usages domestiques. Leur usage nécessite un traitement approprié et la création de réseaux dédiés pour la collecte et la distribution.

## 3 Pratiques et expériences étrangères et françaises

### 3.1 Réglementations, lignes directrices, recommandations et normes

Une revue de la littérature et des recherches sur les sites internet des organismes internationaux en charge de la réglementation ont permis de recenser des réglementations, lignes directrices, recommandations et normes. En complément, des agences ou ministères ont été contactés, d'une part en sollicitant le réseau de l'Endware comportant 25 États membres de l'Union européenne (UE) en charge de la réglementation sur l'EDCH, d'autre part dans des pays connus pour pratiquer la réutilisation des EG. Il existe une diversité des approches et des niveaux d'encadrement des réglementations, lignes directrices, recommandations ou normes sur les EG et EGT. A l'issue de cet inventaire, le présent chapitre propose une revue de plusieurs réglementations, lignes directrices, recommandations et normes recensées à l'étranger portant sur la réutilisation des eaux usées et/ou grises pour des usages domestiques. Les réglementations, lignes directrices, recommandations et normes visant une réutilisation pour des usages autres tels que l'irrigation, les usages alimentaires et le lavage industriel des voitures sont exclues du présent chapitre.

La plupart des encadrements fixent des critères de qualité des eaux usées traitées et/ou d'EGT (physico-chimiques et microbiologiques) à respecter et proposent des moyens pour y parvenir : soit par le seul traitement, soit en l'associant avec des mesures préventives sur site (identification et disconnexion des réseaux *etc.*). Les critères de qualité indiqués dans les réglementations, lignes directrices, recommandations et normes internationales ont été recensés pour les usages domestiques et sont présentés au paragraphe 3.1.5. Le suivi de la qualité des eaux est principalement assuré au moyen d'indicateurs physiques ou chimiques de pollution des eaux usées (DBO<sub>5</sub>, MES, turbidité, *etc.*) et d'indicateurs de contamination d'origine fécale (*E. coli*, *etc.*).

Pour encadrer les réutilisations des eaux usées et/ou grises pour des usages domestiques, seuls le Canada (Santé Canada, 2010) et l'Australie (NRMCC *et al.* 2006) se sont appuyés sur les risques sanitaires. Pour les autres pays et organisations mentionnés ci-après, les informations disponibles ne permettent pas de connaître le fondement des dispositions internationales.

Santé Canada (2010) propose des objectifs sanitaires suite à une ERS de l'utilisation d'eaux domestiques, usées ou grises, pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes. En ce qui concerne l'Australie, le GT constate que les calculs d'évaluation de risque des lignes directrices de 2006 ont été faits pour la réutilisation des eaux usées traitées mais pas pour les EGT en raison d'un manque de données des contaminations des EG et EGT, et de leur grande variabilité.

#### 3.1.1 Organisation mondiale de la santé

Le bureau régional pour la Méditerranée orientale de l'OMS a publié des recommandations en matière d'utilisation des EGT en considérant les risques pour la santé publique (OMS 2006b). Trois usages domestiques y sont considérés : l'arrosage des jardins, l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes et le lavage des voitures.

Ces recommandations sont basées sur une analyse des risques sanitaires et sur un exposé des encadrements internationaux en vigueur en 2006. Elles sont adaptées aux conditions climatiques de la région de la Méditerranée orientale. Pour une utilisation des EGT pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes et le lavage des voitures, un traitement secondaire avec une désinfection est préconisé et les EGT ne doivent pas être stockées plus de 48 h. Le système doit être conçu pour atteindre les critères de qualité préconisés pour les EGT (cf. tableaux II à VII). L'inspection et l'entretien du système doivent être effectués par une personne compétente formée. Il est, par ailleurs, conseillé l'élaboration d'un plan de gestion local pour l'utilisation des EGT des bâtiments et des installations résidentielles, commerciales et publiques.

Le GT constate que ce rapport n'inclut pas les eaux des cuisines dans la définition des EG alors qu'elles sont incluses dans les lignes directrices de l'OMS pour « *l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des EG pour un usage agricole* » (OMS 2006a).

### 3.1.2 Union européenne

Au niveau de l'Union européenne (UE), il n'existe pas de réglementation spécifique visant la réutilisation des EG.

La directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des EDCH vise à protéger la santé des personnes en établissant des exigences de salubrité et de propreté. Son article 2 indique que les EDCH sont notamment destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques. L'article 3 stipule que « *les États membres peuvent exempter des dispositions de la présente directive : a) les eaux destinées exclusivement aux usages pour lesquels les autorités compétentes ont établi que la qualité des eaux n'a aucune influence, directe ou indirecte, sur la santé des consommateurs concernés* ».

L'UE a mis en place un plan d'action pour la sauvegarde des ressources en eau de l'Europe visant notamment à utiliser durablement les ressources en eau (Commission européenne 2012).

Par ailleurs, une démarche de normalisation européenne est en cours au sein du Comité européen de normalisation (CEN) par le groupe de travail WG 50 « Use of treated wastewater ».

### 3.1.3 France

Dans son article R.1321-1, le CSP prescrit que l'eau utilisée à l'intérieur de l'habitat présente des qualités fixées pour l'EDCH pour l'ensemble des usages domestiques intérieurs.

De plus, selon l'article R.1321-57, « *les réseaux intérieurs [...] ne peuvent pas, sauf dérogation du préfet, être alimentés par une eau issue d'une ressource qui n'a pas été autorisée [...] Ils ne doivent pas pouvoir, du fait des conditions de leur utilisation, notamment à l'occasion de phénomènes de retour d'eau, perturber le fonctionnement du réseau auquel ils sont raccordés ou engendrer une contamination de l'eau distribuée dans les installations privées de distribution.*

*Un arrêté des ministres chargés de la santé et de la construction, pris après avis de l'Anses, définit les cas où il y a lieu de mettre en place des dispositifs de protection et les prescriptions techniques applicables à ces dispositifs. Il appartient aux propriétaires des installations de mettre en place et d'entretenir ces dispositifs ».*

Ainsi, l'utilisation d'EGT pour un usage domestique n'est pas autorisée : le CSP ne permet pas, hors dérogation préfectorale, l'installation d'un deuxième réseau alimenté par une eau autre que l'EDCH, à l'exception des eaux de pluie dans les conditions définies par l'arrêté du 21 août 2008 (cf. annexe 3).

En complément, la protection des réseaux intérieurs fait l'objet de la norme NF EN 1717 de mars 2001 (AFNOR 2001). Les réseaux d'eau non potable (ENP) doivent être déconnectés du réseau d'EDCH présent dans le bâtiment en utilisant des dispositifs de protection adaptés

afin d'empêcher la pollution par retour. Le Document technique unifié 60.1, mis à jour en décembre 2012, précise : « *Les réseaux intérieurs doivent être équipés de dispositifs de protection conformément à la norme NF EN 1717 pour prévenir la pollution de l'eau potable* ».

Quatre propositions de loi pour autoriser la réutilisation des EG ont été déposées à l'Assemblée Nationale mais aucune n'a été adoptée :

- le texte du 6 juin 2008 vise à inciter l'installation d'un système de récupération et de traitement des EG avec la modification du code général des impôts par l'ajout suivant d'un article 200 B-0 « *L'installation par un contribuable à son domicile situé en France d'un système de récupération et de traitement des eaux grises ouvre droit à un crédit d'impôt. Il s'applique aux coûts des équipements de récupération et de traitement des eaux ainsi que des travaux nécessités pour leur installation.* » ;
- le texte du 18 octobre 2011 vise à autoriser l'installation d'un système de récupération et de traitement des EG propose que « l'article L. 1321-1 du CSP est complété par trois alinéas ainsi rédigés : « *L'utilisation des eaux grises issues uniquement du lavage corporel (baignoires, douches et lavabos) est autorisée pour l'usage des chasses d'eau des sanitaires. Sont exclues les eaux issues des éviers, machines à laver le linge, lave-vaisselle et WC.* » Un décret du ministère de la santé précisera les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance des équipements nécessaires à la récupération et au traitement des eaux grises ;
- le texte du 10 octobre 2012 visant à compléter le CSP avec les phrases suivantes « *L'utilisation des EG issues uniquement du lavage corporel (baignoires, douches et lavabos) est autorisée pour l'usage des chasses d'eau des sanitaires. Sont exclues les eaux issues des éviers, machines à laver le linge, lave-vaisselle et toilettes. Un décret du ministère de la santé précise les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance des équipements nécessaires à la récupération et au traitement des eaux grises.* » ;
- le texte du 29 mai 2013 reprend la proposition du 6 juin 2008.

### 3.1.4 Autres pays

#### 3.1.4.1 États membres de l'Union européenne (hormis la France)

Parmi les pays de l'UE, seuls l'Allemagne, le Portugal et le Royaume-Uni disposent de recommandations ou de normes concernant spécifiquement la réutilisation des EG. Dans ces pays, des critères de qualité sont définis, entre autres, suivant les usages. Par ailleurs, les usages pris en compte ne sont pas tous domestiques.

Le Danemark et la République Tchèque ont fait savoir *via* l'Endware qu'ils envisagent de réglementer la réutilisation des EG.

#### ► **Allemagne :**

D'après Nolde (2005), les systèmes de réutilisation des EG doivent être enregistrés auprès du bureau de la santé afin d'éviter les interconnexions avec le réseau d'EDCH et de valider l'étiquetage et la couleur de la tuyauterie conformément à la réglementation. Une norme fixe des critères techniques et de qualité (FBR 2005). Les critères de qualité d'EGT sont basés sur la directive eaux de baignade 2006/7/CE (cf. tableaux II à IV). Les canalisations transportant de l'ENP doivent être identifiées ou d'une couleur différente de celles véhiculant de l'EDCH. Le réseau d'EDCH doit être protégé suivant les règles de protection des réseaux indiquées dans la norme EN 1717. Le système doit être facile d'accès pour la maintenance des équipements et les réservoirs doivent être conçus pour prévenir l'apparition d'odeurs.

► **Danemark :**

Une réglementation sur la réutilisation des EG est envisagée en se basant sur celle autorisant l'utilisation de l'eau de pluie pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes et le lavage du linge dans les habitations (information du 3/12/2012 du ministère danois en charge de l'environnement). Notons que dans les établissements et les bâtiments accessibles au public, l'eau de pluie pour les chasses d'eau ne peut être utilisée qu'après accord de la municipalité. L'utilisation d'eau de pluie n'est pas autorisée pour le lavage du linge dans les établissements ouverts au public, ainsi que pour l'alimentation des chasses d'eau dans les établissements accueillant des enfants de moins de 6 ans, dans les hôpitaux et les maisons de soins infirmiers et d'autres institutions accueillant des populations vulnérables (Brug af regnvand 2012).

► **Espagne :**

Le Real decreto 1620/2007 du 7 décembre 2007 règlemente la réutilisation des eaux usées traitées (dont les EGT) pour des usages domestiques (arrosage des jardins, alimentation des chasses d'eaux des toilettes). Des critères de qualité sont fixés (cf. tableaux II et III). Un plan de gestion des risques doit être défini pour chaque projet de réutilisation afin qu'une autorisation soit donnée. L'emploi d'eaux réutilisées est notamment interdit pour l'alimentation des fontaines d'eaux décoratives et pour le refroidissement d'air dans les bâtiments non industriels.

► **Finlande :**

Le ministère finlandais en charge de la santé a communiqué le 10 décembre 2012 l'information selon laquelle une réglementation encadre l'utilisation des eaux usées traitées incluant les EG. Elle concerne notamment le refroidissement. Le ministère en charge de l'agriculture fixe des critères de qualité pour ces usages (cf. paragraphe 3.1.5).

► **Hongrie :**

Selon l'OKI (Institut national hongrois de la santé environnementale), la réutilisation des EG peut être autorisée au cas par cas sans qu'il n'existe un cadre national (Information communiquée le 10/12/2012).

► **Italie :**

Un décret de 2003 encadre les utilisations des eaux usées (y compris grises) réutilisées notamment pour l'irrigation des espaces verts, des utilisations urbaines (lavage voiries, chauffage ou refroidissement, alimentation des chasses d'eaux des toilettes) (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio 2003). Des critères de qualité sont à respecter (cf. tableaux II et III et paragraphe 3.1.5). Le réseau d'ENP doit être séparé du réseau d'EDCH et être clairement identifié.

► **Pologne :**

Selon l'Institut national polonais de santé publique, la Pologne s'est intéressée au sujet au début des années 2000 mais a jugé cette réutilisation non économiquement intéressante, aussi les EG ne sont pas réutilisées (Information communiquée le 13/12/2012).

► **Portugal :**

Il n'existe pas de législation spécifique sur ce sujet. Cependant, le décret n°23/95, relatif au règlement général pour les systèmes de réseaux publics et de construction pour la

distribution d'eau et d'évacuation des eaux usées est en cours de révision, des dispositions visant l'utilisation de l'ENP dans les bâtiments y seraient intégrées (Ministério das obras públicas transportes e comunicações 1995).

Deux normes (ETA 905 et ETA 906) publiées par l'Association nationale pour la qualité des installations du bâtiment (ANQIP) concernent les systèmes de réutilisation des EG (incluant les eaux de cuisine) et leur certification. Les EGT peuvent être utilisées pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes, pour le lavage du linge et l'arrosage des jardins, après un traitement approprié. La qualité est considérée comme adéquate si, dans les contrôles analytiques annuels, aucun paramètre ne dépasse la valeur maximale admissible (cf. tableaux II à VII).

En vue de sa certification définitive, le projet de réutilisation des EG doit être préalablement validé par une étude pilote sur site durant un an. En parallèle, un plan de gestion des risques doit au minimum inclure une analyse de risques, des critères d'évaluation de la conformité de la qualité de l'eau réutilisée, des procédures de gestion des anomalies. Avant distribution des EGT pour leur utilisation, une étude « de démarrage » durant un minimum de 6 semaines est menée afin de vérifier la fiabilité du système. Dans cette phase de démarrage, au moins trois analyses de *Legionella spp.*, entérocoques intestinaux, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, parasites entériques, MES et turbidité ainsi que deux analyses de *Salmonella spp.* et coliformes totaux (CT) doivent être réalisées. Ensuite, une analyse par an de l'ensemble de ces paramètres doit être réalisée *a minima*. Si un résultat de paramètre dépasse la valeur maximale recommandée dans la norme ETA 906, une analyse de contrôle doit être effectuée dans les 15 jours.

De plus, le réseau d'EGT doit être clairement identifié.

► **République Tchèque :**

Selon l'Institut national tchèque de santé publique, une norme sur la réutilisation des EG et eau de pluie est en cours de rédaction (Information communiquée en avril 2013).

► **Royaume-Uni :**

Deux normes sur les systèmes de réutilisation des EG établies par l'organisme British Standards Institution (BSI) sont utilisées au Royaume-Uni (BSI 2010 ; BSI 2011). La partie 1 de la norme BS 8525 est un guide pratique donnant des recommandations sur la conception, l'installation et la maintenance de systèmes de réutilisation des EG. Elle préconise notamment l'installation d'un dispositif de protection avec garde d'air pour assurer la disconnexion entre le réseau d'EGT et le réseau d'EDCH. L'utilisation de canalisations de couleur distincte ainsi qu'un étiquetage clair et approprié sont recommandés pour différencier ces deux types de réseaux. Un essai au colorant est préconisé avant tout raccordement final de l'installation, ceci pour vérifier l'absence de connexion avec le réseau d'EDCH. Des critères de qualité d'eau à respecter en fonction des usages visés pour la réutilisation sont également indiqués. La partie 2 de la norme BS 8525 spécifie les exigences et les méthodes d'essai pour qualifier les performances des systèmes de traitement des EG. Les caractéristiques à vérifier et/ou tester sont : le débit et le volume acceptables, l'étanchéité, la capacité de surcharge, la vidange des EGT, les sécurités en cas de panne électrique et en cas de panne de désinfection, ainsi que la qualité des EGT. Pour ce dernier test, les essais sont basés sur l'utilisation d'une EG synthétisée à partir de produits commerciaux. Sur chacun des 10 cycles d'essais à réaliser, les paramètres analysés sont : pH, chlore, brome, turbidité, *E. coli* et entérocoques intestinaux. En complément de ces normes, deux guides ont été édités : l'un porte sur l'utilisation des EGT pour les usages domestiques (Environment Agency 2011), l'autre porte sur l'identification et le marquage des canalisations d'EGT (WRAS 1999).

Suivant ces textes, des critères de qualité sont recommandés ou préconisés au Royaume-Uni pour une réutilisation des EGT pour des usages domestiques (cf. tableaux II à VII).

#### 3.1.4.2 Australie

Les politiques et recommandations australiennes sur la réutilisation des eaux usées et des EG ont évolué depuis plusieurs années. Les lignes directrices établies en 2006 (NRMMC *et al.* 2006) donnent un cadre de gestion préventive des risques pour la santé publique. Toutefois il n'existe pas à ce jour de recommandations communes à l'échelle fédérale qui couvriraient tous les aspects relatifs à cette pratique, pas plus qu'il n'y a d'uniformité dans la façon de tester ou contrôler les systèmes de traitement des EG. Chaque État ou territoire édicte sa propre réglementation pour la collecte, le traitement et la réutilisation des EG. Celle-ci varie d'une réglementation limitée à l'utilisation d'EG non traitées à l'échelle de la maison individuelle à des réglementations très rigoureuses sur la qualité des EGT, exigeant des analyses bactériologiques et virologiques *in situ*. Des critères de qualité sont prévus dans plusieurs États (cf. tableaux II à VII). Les différences portent également sur le type d'EG susceptibles d'être réutilisées (par exemple inclusion ou non des eaux de cuisine) ainsi que sur les usages autorisés pour la valorisation et sur la qualité d'eau à obtenir en fonction des usages.

Les lignes directrices australiennes de 2006 considèrent que la réutilisation des EG n'engendre pas de risque sanitaire chimique à condition qu'il n'y ait pas de déversement inapproprié de produits chimiques domestiques. Des mesures préventives sont proposées pour gérer les risques microbiologiques (par exemple ne pas réutiliser les EG provenant des cuisines, ne pas récolter les eaux de lavage des couches ou de linge souillé par des matières potentiellement infectieuses, telles que les matières fécales ou les vomissements, former et éduquer les intervenants et les résidents, et effectuer une surveillance technique du système de réutilisation).

##### ► **Victoria :**

Dans l'État du Victoria, un guide de bonnes pratiques, mis à jour en 2013, concerne les maisons individuelles ou bâtiments collectifs résidentiels ou établissements commerciaux, industriels ou institutionnels rejetant jusqu'à 5000 L d'eau usée par jour (EPA Victoria 2013). Ce guide indique notamment les types de traitement d'EG autorisés en fonction des usages visés pour la réutilisation et du mode de raccordement à un réseau d'assainissement. Par ailleurs, le cadre réglementaire pour l'utilisation d'ENP (eaux usées, EG et eaux pluviales) est actuellement en cours de révision dans cet État.

##### ► **New South Wales :**

Le Département de la Santé de l'État du New South Wales (NSW) a établi des lignes directrices pour l'obtention d'un agrément d'un système de traitement des EG destiné aux maisons individuelles (NSW Department of Health 2005). Ainsi, il est précisé qu'un organisme indépendant doit être mandaté par le fabricant pour réaliser un suivi *in situ* des performances du système de traitement et consigner les résultats dans un rapport d'évaluation qui est ensuite transmis à cette instance sanitaire.

Le suivi expérimental, effectué pendant 26 semaines, porte sur l'analyse hebdomadaire *a minima* de la DBO<sub>5</sub>, des MES et des coliformes thermotolérants dans l'effluent traité. L'effluent brut est analysé tous les 12 jours et l'analyse des paramètres azotés et phosphorés est en option. Ce suivi à moyen terme a pour objectif de vérifier que la qualité de l'eau en sortie du système est bien conforme aux exigences requises par le Département de la santé en fonction de l'usage visé. L'agrément délivré est ensuite valide pendant 5 ans et chaque année le fabricant doit fournir la liste de tous les systèmes qu'il a installés.

► **Western Australia :**

Un guide pratique, élaboré par le Département de la santé de l'État du Western Australia, fixe les exigences minimales pour une réutilisation des EG dans les maisons individuelles, les bâtiments résidentiels collectifs et les locaux commerciaux (Department of Health WA 2010). Ce guide précise notamment les méthodes de calcul des volumes d'EG récupérables. Les exigences relatives aux systèmes de traitement ainsi que les responsabilités des différents acteurs sont également spécifiées.

► **Autres États d'Australie :**

Les États du Queensland et du South Australia, ainsi que les territoires Northern territory et Australian capital territory (ACT) possèdent un certain nombre de documents pour encadrer la pratique de la réutilisation des EG. Tout comme pour les autres États d'Australie, ces documents, à destination des plombiers, des utilisateurs ou des autorités locales, ont pour principaux objectifs de définir les usages autorisés, de donner des informations sur le rôle des différents acteurs et de préciser les spécifications techniques requises (par exemple pour le dimensionnement de la filière de réutilisation).

### 3.1.4.3 Canada

Santé Canada (2010) a fixé des valeurs de recommandations pour les eaux domestiques réutilisées destinées à alimenter les chasses d'eau des toilettes et des urinoirs, en réponse à l'intérêt croissant manifesté au Canada à l'égard de la préservation de la ressource en eau (cf. tableaux II et III). Santé Canada préconise de ne pas réutiliser les eaux de cuisine en raison de leur contamination et recommande l'élaboration d'un plan de gestion pour les systèmes d'eaux domestiques réutilisées en garantissant l'efficacité à long terme du traitement des eaux réutilisées. Une ERS propre à chaque système doit être initialement menée.

Antérieurement aux recommandations de 2010, six provinces autorisaient sous une forme ou sous une autre, certaines pratiques de réutilisation de l'eau. La Colombie-Britannique est la seule province qui définit la réutilisation des eaux usées dans le cadre d'une réglementation détaillée, qui porte tant sur les accès publics non limités (à risque élevé) que sur les accès publics limités (à faible risque) (SCHL 2005).

### 3.1.4.4 États-Unis

► **Réglementations**

Aux États-Unis, il n'y a pas de politique nationale pour la réutilisation des EG ou des eaux usées, mais ce sont les États qui ont la responsabilité de légiférer dans ce domaine. Environ la moitié des États ont défini leurs propres directives, règlements et programmes de contrôle (Allen *et al.* 2010). L'utilisation des eaux usées traitées, dont les EGT, peut être réglementée au niveau d'un État, du comté, de la ville. Certains projets ont pu être autorisés de façon indépendante avec un encadrement qui leur est propre. En complément, d'autres politiques institutionnelles, telles que l'UPC (Universal Product Code) et l'IPC (International Plumbing Code), sont applicables à la mise en œuvre de systèmes de réutilisation des EG.

Seules les réglementations de l'Arizona et de la Californie, qui sont les plus citées en référence dans la littérature, sont citées ci-après.

La réglementation de l'Arizona (code administratif de l'Arizona, Titre 18, chapitre 9, Article 7), sur la réutilisation des eaux non potables est souvent citée comme modèle mais ne concerne que la réutilisation à des fins d'irrigation dont l'arrosage domestique. Ce texte ne traite pas directement d'autres usages domestiques.

Concernant l'arrosage domestique, les mesures de santé publique suivantes sont précisées :

- le contact humain avec de l'eau et le sol irrigué par des EGT doit être évité ;
- l'installation d'utilisation d'EGT doit être conçue pour minimiser l'eau stagnante ;
- tout réservoir de stockage d'EG ou d'EGT est couvert pour en restreindre l'accès et limiter l'habitat des moustiques ou d'autres insectes vecteurs de maladie ;
- toutes les canalisations sous pression utilisées dans un système d'EGT mentionnent clairement que l'eau n'est pas potable ;
- les EGT utilisées pour l'irrigation de surface ne contiennent pas d'eaux ayant servies pour laver les couches ou des vêtements souillés ou même infectieux à moins qu'elles ne soient désinfectées avant l'irrigation ;
- l'irrigation par aspersion est interdite.

En matière de réutilisation des eaux, la Californie peut être considérée comme un État innovant. Afin de diminuer le nombre d'installations non conformes, cet État a défini des règles « facilement atteignables ». Les usages domestiques autorisés par le titre 22 du Code réglementaire californien sont l'arrosage résidentiel, les systèmes de refroidissement, l'alimentation des chasses d'eaux des toilettes et les fontaines d'eaux récréatives. Ces usages sont couplés à une obligation de traitement (secondaire, tertiaire et/ou désinfection) et le seul critère de qualité est une turbidité de 2 NTU après traitement secondaire. Le code de plomberie californien interdit l'usage des EGT par aspersion (California plumbing code (2010), cf. tableaux II et III et paragraphe 3.1.5).

La connexion au réseau d'EDCH est interdite. L'existence d'eau réutilisée non potable et son utilisation sont affichées très clairement dans le bâtiment. Pour limiter l'impact sanitaire potentiel de la réutilisation des EG, le titre 24 du code administratif californien prévoit que les EGT ne doivent pas rentrer en contact avec l'Homme.

#### ► Lignes directrices

L'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (US-EPA) a donné dans ses lignes directrices pour la réutilisation des eaux usées traitées des recommandations sur les seuils de qualité d'eau à respecter en fonction des usages (cf. paragraphe 3.1.5). Les usages urbains encadrés sont l'irrigation des espaces verts, l'alimentation des chasses d'eau des toilettes et le lavage de véhicules (US-EPA 2012). Les précisions suivantes y sont apportées :

- l'addition d'un produit chimique (type coagulant) avant la filtration peut être nécessaire pour atteindre les recommandations ;
- l'eau réutilisée ne doit pas contenir des niveaux mesurables de micro-organismes pathogènes viables ;
- l'eau réutilisée doit être claire et sans odeur ;
- une dose de chlore plus élevée et/ou un temps de contact important peuvent être nécessaires pour s'assurer de l'inactivation ou de la destruction des virus et des parasites ;
- une teneur en chlore libre résiduelle minimale de 0,5 mg/L dans le réseau de distribution d'EGT est recommandée pour réduire les odeurs et la recroissance bactérienne.

#### ► Norme

Aux États-Unis, la norme NSF/ANSI 350-2011 précise notamment les exigences de performances pour les systèmes de traitement des EG ayant une capacité de traitement jusqu'à 5678 L/jour (1500 gallons/jour) (NSF/ANSI, 2011). Le protocole d'essais diffère

quelque peu selon le type de bâtiment concerné (résidentiel individuel, résidentiel collectif ou bâtiment commercial), mais la durée est similaire (26 semaines de test). Pour les bâtiments résidentiels, les tests sont réalisés en laboratoire à partir d'une EG synthétique formulée à base de produits commerciaux (dentifrices, gels douche, produits d'entretien, produits lessiviels...), et dont la composition varie en fonction du type d'eaux grises à simuler (eaux de salle de bain ou eaux de lavage du linge). Pour les bâtiments à vocation commerciale, les essais doivent être réalisés *in situ*, en utilisant les EG directement produites. Le protocole d'essai intègre diverses séquences, en alternant des périodes de fonctionnement normal et des situations de stress (surcharge hydraulique, coupure électrique, période de non-occupation). Des échantillons d'eaux sont collectés deux fois par semaine pour les EG et deux à trois fois par semaine pour les EGT, en fonction de la séquence d'essais. Les paramètres analysés sont : DBO<sub>5</sub>, DBO<sub>5</sub> carbonée, DCO, COT, MES, pH, température, turbidité, NTK, NO<sub>2</sub>/NO<sub>3</sub>, phosphore total, tensioactifs, huiles et graisses, fer, désinfectant (le cas échéant), *E. coli*, CT. Cette norme définit également les critères de qualité d'EGT à respecter en fonction du type de bâtiment (résidentiel ou commercial) (NSF 2011) (cf. tableau II).

#### 3.1.4.5 Israël

Selon le ministère israélien en charge de la santé, en 2008 l'usage des EGT pour l'alimentation des chasses d'eaux des toilettes dans les bâtiments collectifs, pour des usages industriels, pour l'irrigation et pour l'arrosage des jardins publics a été autorisé. Il faut noter que 75 % des effluents réutilisés sont utilisés pour l'agriculture, l'industrie et l'arrosage des jardins publics (Information transmise le 13/01/2013). Des critères de qualité sont prévus (cf. tableaux II à VII).

#### 3.1.4.6 Japon

Selon le ministère japonais en charge de l'environnement, le ministère en charge de l'infrastructure a établi des lignes directrices en 2005 pour la réutilisation des eaux usées traitées, incluant les EG. Des critères de qualité ont été définis pour les usages suivants : alimentation des chasses d'eau des toilettes, arrosage par aspersion des espaces verts paysagers et eaux récréatives (cf. tableaux II, III, VI et VII). Les interconnexions avec le réseau d'EDCH sont interdites. Les canalisations et autres équipements d'eaux réutilisées doivent être identifiés et les raccordements doivent être inspectés avant la mise en service du système de réutilisation. Des panneaux d'information à l'usage des utilisateurs sont également prévus (Information transmise le 20/12/2013).

Le gouvernement inciterait ces pratiques par des taxes et des réglementations. Par exemple les grands immeubles de Tokyo (> 30 000 m<sup>2</sup>) devraient être équipés d'un système de distribution d'eau usée réutilisée et de recyclage des eaux de pluie par obligation réglementaire (Information de la FP2E, transmise le 16/05/2013).

#### 3.1.4.7 Singapour

Singapour a réglementé la réutilisation des EG. Les eaux de cuisine sont exclues. La réutilisation n'est autorisée que pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes. Des critères de qualité sont définis (cf. tableaux II et III). Tous les équipements de réutilisation et notamment les canalisations doivent être clairement identifiés (information transmise le 21/12/2012 par l'agence nationale de l'eau, PUB, Public Utilities Board).

### 3.1.5 Critères de qualités fixés dans les réglementations, lignes directrices, recommandations et normes dans les pays autres que la France.

Les réglementations, recommandations, lignes directrices et normes des différents pays fixent des valeurs guides, recommandées, acceptables ou maximales admissibles pour les réutilisations des eaux usées et/ ou grises. Ces critères physico-chimiques et

microbiologiques sont présentés, en fonction des usages, dans les tableaux II à VII. Aucun de ces critères n'a été fixé après une ERS. Il faut noter que le choix des paramètres sélectionnés et des valeurs guides associées est peu expliqué dans les documents de référence. Seul Santé Canada (2010) a explicité le choix des paramètres sélectionnés en raison de leur capacité à indiquer l'efficacité du traitement de façon constante.

Les principales utilisations sont l'alimentation des chasses d'eau des toilettes, l'arrosage, le lavage des voitures et l'alimentation du lave linge. Il apparaît que les valeurs seuils sont contraignantes, ce qui suggère que le risque sanitaire a dû être jugé élevé.

Les paramètres fréquemment sélectionnés pour caractériser la qualité des EGT incluent le pH, la DBO<sub>5</sub>, les MES, la turbidité, *E. coli*, les coliformes thermotolérants et le chlore libre résiduel. Ces paramètres sont analysés pour des raisons sanitaires et esthétiques. Par exemple, de faibles niveaux en DBO<sub>5</sub> (< 10 mg/L) pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes sont considérées comme assurant un maintien des conditions aérobies dans le réseau d'EGT. Des valeurs élevées de DBO<sub>5</sub> peuvent conduire à un développement de micro-organismes entraînant des nuisances olfactives et à une détérioration de la couleur de l'eau. De plus, les composés organiques peuvent interférer négativement avec les procédés de désinfection (Santé Canada 2010). La plupart des lignes directrices recommande une concentration en MES inférieure à 10 mg/L, probablement pour éviter les dépôts dans les réseaux et une interaction éventuelle entre les contaminants organiques ou inorganiques et les MES. La turbidité est un autre paramètre important souvent fixé entre 2 et 10 NTU (cf. tableaux II à VII). Une valeur excessive diminue l'efficacité de la désinfection. Au regard des paramètres physico-chimiques, le risque majeur associé à la réutilisation des EGT est la présence de micro-organismes pathogènes, ce qui implique que le système de traitement inclut une étape de désinfection. Les recommandations internationales préconisent de contrôler soit *E. coli* soit les coliformes thermotolérants afin d'évaluer la qualité microbiologique des EGT pour minimiser les risques sanitaires. À titre d'exemple, les valeurs seuil pour *E. coli* varient de « non détecté » à 25 UFC/100 mL pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes (cf. tableau III). En cas de désinfection des EGT, une concentration résiduelle en chlore comprise entre 0,5 et 2 mg/L est couramment préconisée pour une utilisation d'EGT pour un usage domestique afin de maîtriser la recroissance bactérienne dans les réservoirs de stockage et dans le réseau de distribution.

En complément, soulignons que des préconisations américaines sont faites sans spécifier l'usage domestique au travers du guide de 2012 de l'US-EPA. En comparant les réglementations de chaque État américain, l'US-EPA propose des critères de qualité pour l'utilisation des eaux usées traitées (incluant les EGT) pour les usages urbains en général avec ou sans restriction d'accès au public. Ces critères sont :

- pour les usages urbains avec une restriction d'accès du public : 30 mgO<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub>, 30 mg/L de MES, 200 UFC de coliformes thermotolérants/100 mL ;
- pour les usages urbains sans restriction d'accès du public : 10 mg O<sub>2</sub>/L de DBO<sub>5</sub>, turbidité maximale de 2 NFU, une absence de détection de coliformes thermotolérants dans 100 mL ;
- et pour ces deux types d'usages urbains : une concentration minimum en chlore libre résiduel de 1 mg/L et un pH compris entre 6 et 9.

De plus, pour une utilisation dont l'objet est le refroidissement de l'air, la Californie recommande une désinfection des EGT avant usage. En Italie, la réglementation prévoit que les eaux usées ou grises traitées utilisées pour le refroidissement d'air contiennent une dose résiduelle de chlore actif de 0,2 mg/L, une DBO<sub>5</sub> de 20 mg O<sub>2</sub>/L, un pH compris entre 6 et 9,5 et un taux en MES de 10 mg/L.

L'alimentation des fontaines décoratives avec de l'eau réutilisée traitée est réglementée en Californie qui exige une turbidité ne dépassant pas 2 NFU (Titre 22 du code réglementaire

californien). Le Japon réglemente l'utilisation des eaux usées traitées pour les eaux récréatives en prévoyant les seuils de qualité suivants : une turbidité de 2 NFU, un chlore libre actif résiduel de 1 mg/L, une DBO<sub>5</sub> de 3 mg O<sub>2</sub>/L, un pH compris entre 5,8 à 8,6 et une absence de détection de *E. coli* dans 100 mL (information du 20/12/2012 transmise par le Ministère japonais du territoire, des infrastructures, des transports et du tourisme).



**Tableau II : Critères physiques et chimiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes.**

G : lignes directrices ; R : réglementation ; N : norme

EGT : Eaux grises traitées ; EUT : Eaux usées traitées

ND : non détecté ; (b) : avec restriction d'accès au public ; (c) : médiane ; (d) : maximum, (e) : 90 % des échantillons ; (k) : valeur maximale admissible ; (M) : moyenne ; (R) : immeuble résidentiel individuel ; (RC) immeuble résidentiel collectif et bâtiment commercial

Références : (1) : OMS (2006b) ; (2) Titre 22 du code réglementaire ; (3) : Santé Canada (2010) ; (4) : EPA Victoria (2013) ; (5) : QPW code (2011) ; (6) : NSW Department of Health (2005) ; (7) : ACT Government (2007) ; (8) : FBR (2005) ; (9) : BSI (2010) ; (10) : Ministerio de la presidencia (2007) ; (11) : ETA 906 ; (12) : Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (2003) ; (13) : communication personnelle (14) NSF (2011)

Pays ou organisme	Type de texte	Eau	Réf.	Critères physico-chimiques (valeur guide, recommandée, acceptable ou maximale admissible)							
				DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	Turbidité (NTU ou NFU)	pH	MES (mg/L)	Odeur et couleur	Résiduel de chlore (mg/l)	Tensio-actifs total (mg/L)	
OMS	G	EGT	(1)	≤ 10			≤ 10				
Canada	G	EGT	(3)	≤ 10 (c) ≤ 20 (d)	≤ 2 (c) ≤ 5 (d)		≤ 10 (c) ≤ 20 (d)		Cl <sub>2</sub> total ≥ 0,5		
USA	Californie	R	EUT	(2)		< 2 (b)					
	Tous	N	EGT	(14)	10 (M) 25 (k)	(R) : 5(M) ; 10 (k) (RC) : 2 (M) ; 5 (k)	6,0 – 9,0	10 (M) 30 (k)	Odeur non agressive		
Australie	ACT	G	EGT	(7)	≤ 20			≤ 30			
	NSW	G	EGT	(6)	< 10 (e) < 20 (d)			< 10 (e) < 20 (d)	> 0,5 et < 2,0 (e) (Cl <sub>2</sub> libre) < 2,0 (d)		
	Queensland	G	EGT	(5)	≤ 10	< 2 < 5 (d)	6,5 à 8,5	≤ 10		0,2 à 1,0	
	Victoria	G	EGT	(4)	≤ 10			≤ 10			
Allemagne	N	EGT	(8)	< 5 (DBO <sub>7</sub> )							
Espagne	R	EUT	(10)		< 2		< 10				
Italie	R	EUT	(12)	< 20			6 à 9,5	< 10		0,2 (Cl actif)	< 0,5
Portugal	N	EGT	(11)		2			10			
Royaume-Uni	N	EGT	(9)		< 10		5 à 9,5			< 2	
Israël	R	EUT	(13)	20	2			30		1 (Cl <sub>2</sub> total) après 30 min de temps de contact	
Japon	R	EUT	(13)		2		5,8 à 8,6		Odeur et couleur non agressives	0,1 (Cl libre) ou 0,4 (Cl combiné)	
Singapour	R	EUT	(13)	5	2		6 à 9		Odeur non agressive Couleur <15 unités Hazen	0,5 à 2	

**Tableau III : Critères microbiologiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes.**

G : lignes directrices ; R : réglementation ; N : norme

EGT : Eaux grises traitées ; EUT : Eaux usées traitées

ND : non détecté ; (c) : médiane ; (d) : maximum, (e) : 90% des échantillons ; (j) : si aérosolisation ; (k) : valeur maximale admissible ; (L) : valeur maximale recommandée ; (M) : moyenne ; (o) : volume d'échantillonnage non précisé (R) : immeuble résidentiel individuel ; (RC) Immeuble résidentiel collectif et bâtiment commercial

(1) : OMS (2006b) ; (3) : Santé Canada (2010) ; (4) : EPA Victoria (2013) ; (5) : QPW code (2011) ; (6) : NSW Department of Health (2005) ; (7) : ACT Government (2007) ; (8) : FBR (2005) ; (9) : BSI (2010) ; (10) : Ministerio de la presidencia (2007) ; (11) : ETA 906 ; (12) : Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (2003) ; (13) : communication personnelle ; (14) NSF (2011)

Pays ou organisme	Type de texte	Eau	Réf.	Critères microbiologiques (UFC/100 mL) (valeur guide, recommandée, acceptable ou maximale admissible)							
				<i>E. coli</i>	Ent.	CT	CTh	<i>L. pneumophila</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Salmonelles</i>	Œufs de nématodes ou d'helminthes /10L
OMS	G	EGT	(1)				≤ 10				
Canada	G	EUT	(3)	ND (c) ≤ 200 (d)		ND (c) ≤ 200 (d)					
USA	N	EGT	(14)	(R) : 14 (M) ; 240 (k) (RC) : 2,2 (M) ; 200 (k)							
Australie	ACT	G	EGT	(7)			≤ 10				
	NSW	G	EGT	(6)			< 10 (e) < 30 (d)				
	Queensland	G	EGT	(5)			< 10				
	Victoria	G	EGT	(4)	≤ 10						
Allemagne	N	EGT	(8)			100/mL	10/mL		1/mL		
Espagne	R	EUT	(10)	ND				100/L (j)			1
Italie	R	EUT	(12)	< 10 (i)						ND (o)	
Portugal	N	EGT	(11)	1000 (k) 0 (L)	400	10000 (L)			1/mL		1
Royaume-Uni	N	EGT	(9)	250	100	1000					
Israël	R	EUT	(13)	ND							
Japon	R	EUT	(13)	ND							
Singapour	R	EUT	(13)	ND		10					

**Tableau IV : Critères physiques et chimiques préconisés dans les lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage du linge.**

G : lignes directrices ; N : norme

EGT : Eaux grises traitées ; EUT : Eaux usées traitées

ND : non détecté ; (d) : maximum, (e) : 90% des échantillons

(1) : OMS (2006b) ; ((4) : EPA Victoria (2013) ; (5) : QPW code (2011) ; (6) : NSW Department of Health (2005) ; (7) : ACT Government (2007) ; (8) : FBR (2005) ; (9) : BSI (2010) ; (11) : ETA 906 ;

Pays ou organisme	Type de texte	Eau	Réf.	Critères physico-chimiques (valeur guide, recommandée, acceptable ou maximale admissible)				
				DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	Turbidité (NTU ou NFU)	pH	MES (mg/L)	Résiduel de chlore (mg/l)
OMS	G	EGT	(1)	≤ 10			≤ 10	
ACT	G	EGT	(7)	≤ 20			≤ 30	
Australie	NSW	G	(6)	< 10 (e) < 20 (d)			< 10 (e) < 20 (d)	> 0,5 et < 2,0 (e) (chlore libre) < 2,0 (d)
	Queensland	G	(5)	≤ 10	< 2 <5 (d)	6,5 à 8,5	≤ 10	0,2 à 1,0
	Victoria	G	(4)	≤ 10			≤ 10	
Allemagne	N	EGT	(8)	< 5 (DBO <sub>7</sub> )				
Portugal	N	EGT	(11)		2		10	
Royaume-Uni	N	EGT	(9)		< 10	5 à 9,5		< 2

**Tableau V : Critères microbiologiques préconisés dans les lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage du linge.**

G : lignes directrices ; N : norme

EGT : Eaux grises traitées ; EUT : Eaux usées traitées

ND : non détecté ; (d) : maximum, (e) : 90% des échantillons ; (k) : valeur maximale admissible ; (L) : valeur maximale recommandée

(1) : OMS (2006b) ; (4) : EPA Victoria (2013) ; (5) : QPW code (2011) ; (6) : NSW Department of Health (2005) ; (7) : ACT Government (2007) ; (8) : FBR (2005) ; (9) : BSI (2010) ; (11) : ETA 906 ;

Pays ou organisme	Type de texte	Eau	Réf.	Critères microbiologiques (UFC/100mL) (valeur guide, recommandée, acceptable ou maximale admissible)					
				<i>E. coli</i>	Entérocoques intestinaux	CT	CTh	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Œufs de nématodes ou d'helminthes /10L
OMS	G	EGT	(1)				≤ 10		
Australie	ACT	G	(7)				≤ 10		
	NSW	G	(6)				< 10 <sup>(e)</sup> < 30 <sup>(d)</sup>		
	Queensland	G	(5)			<10			
	Victoria	G	(4)	≤ 10					
Allemagne	N	EGT	(8)			100/mL	10/mL	1/mL	
Portugal	N	EGT	(11)	1000 (k) 0 (L)	400	10000 (L)		1/mL	1
Royaume-Uni	N	EGT	(9)	ND	ND				

**Tableau VI : Critères physico-chimiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage ou l'arrosage à l'extérieur de l'habitat.**

G : lignes directrices ; R : réglementation ; N : norme

EGT : Eaux grises traitées ; EUT : Eaux usées traitées

ND : non détecté ; (e) : 90% des échantillons ; (f) : lavage de voiture ; (g) : arrosage extérieur sans aspersion ; (h) : arrosage extérieur avec aspersion ;

(1) : OMS (2006b) ; (3) : Santé Canada (2010) ; (4) : EPA Victoria (2013) ; (5) : QPW code (2011) ; (6) : NSW Department of Health (2005) ; (7) : ACT Government (2007) ; (9) : BSI (2010) ; (13) : communication personnelle

Pays ou organisme	Type de texte	Eau	Réf.	Critères physico-chimiques (valeur guide, recommandée, acceptable ou maximale admissible)					
				DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)	Turbidité (NTU ou NFU)	pH	MES (mg/L)	Odeur et couleur	Résiduel de chlore (mg/l)
OMS	G	EGT	(1)	≤ 10 (f)			≤ 10 (f)		
ACT	G	EGT	(7)	≤ 20 (f) (g)			≤ 30 (f) (g)		
NSW	G	EGT	(6)	≤ 20 (e) (g) (h)			≤ 30 (e) (g) (h)		
Australie	G	EGT	(5)	≤ 10 (f)	< 2 (f) < 5 (h)	6,5 à 8,5 (f) (h)	≤ 10 (f)		
				≤ 240 (g)			≤ 180 (g)		
				≤ 20 (h)			≤ 30 (h)		
Victoria	G	EGT	(4)	≤ 20 (g) (h)			≤ 30 (g) (h)		
Royaume-Uni	N	EGT	(9)		10 (h)	5 à 9,5 (g) (h)			0,5 (g) 2 (h)
Japon	R	EUT	(13)		2 (h)	5,8 à 8,6 (h)		non agressives (h)	0,1 (Chlore libre) ou 0,4 (Chlore combiné) (h)

**Tableau VII : Critères microbiologiques préconisés dans les réglementations, lignes directrices et normes internationales encadrant l'usage des eaux grises et/ou usées traitées pour le lavage ou l'arrosage à l'extérieur de l'habitat.**

G : lignes directrices ; R : réglementation ; N : norme

EGT : Eaux grises traitées ; EUT : Eaux usées traitées

ND : non détecté ; (f) : lavage de voiture ; (g) : arrosage extérieur sans aspersion ; (h) : arrosage extérieur avec aspersion

(1) : OMS (2006b) ; (4) : EPA Victoria (2013) ; (5) : QPW code (2011) ; (6) : NSW Department of Health (2005) ; (7) : ACT Government (2007) ; (9) : BSI (2010) ; (13) : communication personnelle

Pays ou organisme	Type de texte	Eau	Réf.	Critères microbiologiques (UFC/100 mL) (valeur guide, recommandée, acceptable ou maximale admissible)				
				<i>E. coli</i>	Entérocoques intestinaux	CT	CTh	<i>L. pneumophila</i>
OMS	G	EGT	(1)			≤ 10 (f)		
ACT	G	EGT	(7)				≤ 10 (f)	
NSW	G	EGT	(6)				≤ 30 (e) (g) (h)	
Australie	G	EGT	(5)				< 10 (f) < 30 (h)	
				Victoria	G	EGT	(4)	≤ 10 (g) (h)
Royaume-Uni	N	EGT	(9)	250 (g) ND (h)	100 (g) ND (h)	1000 (g) 10 (h)		10/L (h)
Japon	R	EUT	13	ND (g)				

### 3.2.1 Conclusions sur l'analyse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes dans les pays étrangers

Des dispositions ont été prises dans plusieurs régions du monde sur la réutilisation des EG pour des usages domestiques. Il s'agit de réglementations (locales, nationales, fédérales), de normes, de lignes directrices et/ou de recommandations.

Elles varient selon le contexte climatique et les pratiques des populations. Il en résulte que les usages et les dispositions réglementaires ainsi que les critères de qualité d'eau requis en fonction des usages peuvent être différents.

Lorsque la réutilisation des EG est envisagée :

- Les usages domestiques retenus sont généralement l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes, l'arrosage des espaces verts, l'irrigation des cultures, les lavages du linge et des voitures ;
- Les mesures de maîtrise dépendent généralement de la qualité attendue de l'eau réutilisée en fonction de l'usage ;
- Les prescriptions techniques visant le système de traitement sont généralement basées sur des objectifs de moyens et de résultats souvent stricts ;
- La plupart des règles comprennent des programmes de contrôle et préconisent des opérations régulières de maintenance ;
- Les paramètres de qualité retenus sont : turbidité, MES, DBO<sub>5</sub>, pH, chlore résiduel, *E. coli*, et parfois CT, entérocoques intestinaux, et plus rarement *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, œufs de nématodes, *Salmonella spp.* ;
- Une identification visible du réseau d'EGT, une protection contre les retours d'eau et une information des utilisateurs sont requises ;
- Des procédures d'autorisation, de déclaration, de certification et/ou de suivi de la qualité de l'eau réutilisée sont parfois prévues.

### 3.3 Retours d'expériences en France et au niveau international

Les expériences de réutilisation des EG se développent majoritairement dans certaines régions arides ou semi-arides pour faire face à des pénuries d'eau (Australie, États-Unis, etc.) et dans certaines zones urbaines très denses (Japon, etc.).

Si l'arrosage d'espaces verts représente la principale application dans les zones arides, d'autres usages tels que l'alimentation des chasses d'eau des toilettes et le lavage intérieur et extérieur de surfaces sont également observés à l'échelle domestique. Les réutilisations d'EGT pour le lavage du linge et le refroidissement d'air ont aussi été répertoriées, mais ces applications restent marginales.

En termes d'échelle d'application, la pratique de la réutilisation des EG a été recensée aussi bien dans l'habitat (individuel, collectif ou au niveau d'un regroupement d'immeubles), que dans des bâtiments tertiaires de type immeubles de bureaux, centres commerciaux, établissements sportifs (comme les piscines) ou hôteliers.

Au regard de la grande disparité des opérations recensées, une synthèse exhaustive des retours d'expériences à l'étranger ne sera pas exposée dans ce rapport. Toutefois, les lectures des littératures scientifiques et grises, les auditions d'industriels, les sollicitations de représentants de l'État de pays étrangers et les interrogations des équipes scientifiques spécialistes des EG dans le monde permettent de détailler ci-après quelques retours d'expériences de réutilisations.

Certaines réalisations et/ou projets abordés lors des auditions apportent notamment des données relatives à la qualité des eaux. Ces retours d'expériences sont présentés ci-après.

#### 3.3.1 Retours d'expériences en France

##### 3.3.1.1 Retours d'expériences recensés par les Agences régionales de santé

Les Agences régionales de santé (ARS) ont été sollicitées pour recenser les projets de réutilisation des EG dont elles avaient connaissance. Huit projets portant sur des usages domestiques ont ainsi été inventoriés et concernent dans 4 départements (Moselle, Val-de-Marne, Ile et Vilaine, Essonne). Trois concernent des projets en cours dont la réalisation interviendrait d'ici 2016. Trois projets n'ont pas abouti suite à un avis défavorable de l'ARS du Val-de-Marne.

Les deux autres projets concernent une piscine de l'Essonne et un hôtel en Moselle, les deux ayant donné lieu à la mise en service d'un système de réutilisation des EG pour des usages domestiques.

En 2006, la piscine de l'Essonne a commencé à réutiliser les eaux issues des douches et du renouvellement de l'eau du bassin pour le lavage des voiries de la commune et l'arrosage des espaces verts. Le directeur technique de la piscine, contacté en décembre 2012, a informé l'Anses que la filière de valorisation de ces eaux a été très peu utilisée après la mise en service, puis inutilisée du fait de l'apparition de dysfonctionnements techniques. Un défaut d'entretien du dispositif de traitement aurait conduit à des ruptures et colmatages de canalisations entraînant un arrêt de la production d'EGT. De plus, le réacteur à lampes à rayonnements UV n'a pas été entretenu. Le nouveau délégataire de la gestion des piscines devrait remettre en état le système pour une remise en service.

En Moselle, un hôtel d'une capacité de 72 chambres utilise les EG de douches après traitement pour l'alimentation des chasses d'eaux des toilettes depuis septembre 2012 après avoir obtenu une autorisation par arrêté préfectoral. L'ARS est en charge du suivi des résultats des analyses du contrôle de surveillance (aspect, couleur, odeur, pH, température, coliformes totaux, *Escherichia Coli*, Entérocoques, numération des germes aérobies revivifiables à 22 °C, 36°C ou 37 °C, chlore libre et total, turbidité, DBO<sub>5</sub>, DCO). Une identification des réseaux a été prévue. L'ARS n'a transmis aucune information supplémentaire à l'Anses.

### 3.3.1.2 Retours d'expériences indiqués par les professionnels

Afin de prendre en compte tous les éléments techniques entrant dans la mise en œuvre et le fonctionnement des systèmes de réutilisation des EG, six entreprises commercialisant des procédés de traitement des EG en vue d'une réutilisation ont été auditionnées. Les interrogations du GT ont porté notamment sur la qualité des EG, les méthodes pour garantir une qualité d'EGT, les réalisations en France et à l'étranger (à l'échelle collective et/ou individuelle), la maintenance et l'entretien préconisés. La FP2E a également été conviée en vue de faire bénéficier de son retour d'expériences tant en France qu'à l'international ; il a également été tenté d'obtenir sa position sur la réutilisation des EG, notamment sur le risque de retours d'eau, les possibles conséquences sur la distribution publique de l'eau et si elle disposait d'un recensement de ce type de dysfonctionnement.

Les informations ci-après sont issues des auditions.

#### ► **Expérience d'Annecy**

Lors de son audition, la FP2E a présenté la première expérience française de réutilisation des EG à l'échelle d'un immeuble d'habitations situé à Annecy. La FP2E a également communiqué au GT un rapport sur une étude expérimentale menée sur ce site de 1996 à 2001 (Brehant *et al.* 2002). L'installation de réutilisation des EG a été arrêtée en 2001 en raison de son coût élevé, jugé non rentable pour l'exploitant pour une capacité de 10 m<sup>3</sup>/j.

L'immeuble de 64 appartements locatifs a été conçu de manière à pouvoir récupérer les EG issues des salles de bain, des cuisines et du lavage du linge afin de les réutiliser dans 40 appartements après traitement pour alimenter les chasses d'eau des toilettes, *via* un réseau spécifique.

La filière de traitement d'une capacité de 10 m<sup>3</sup>/j comprenait un bioréacteur à membranes (BRM) (boues activées et ultrafiltration) et une chloration (eau de Javel). Les EG étaient stockées avant et après traitement.

Ce projet a été autorisé en 1999 par la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS) de Haute-Savoie sous réserve de garantir :

- un approvisionnement constant des chasses d'eau des toilettes ;

- une séparation totale entre les réseaux d'EDCH et d'EGT avec une identification claire de chaque réseau ;
- une installation d'un système de commutation EGT réutilisée/EDCH en cas de dysfonctionnement ;
- une information des utilisateurs ;
- une absence de nuisance olfactive ;
- une qualité d'eau avec une absence de coliformes thermotolérants et un taux de chlore résiduel maintenu à 0,3 mg/L.

Les objectifs du projet étaient :

- d'évaluer la quantité et la qualité des EG ;
- d'évaluer les performances et la fiabilité du traitement par membranes et l'évolution de la qualité dans le réservoir et le réseau ;
- d'estimer les coûts d'investissement et d'exploitation, ainsi que les bénéfices de la réutilisation des EGT ;
- d'évaluer l'acceptation du public et des parties prenantes ;
- d'informer les professionnels du bâtiment sur les avantages, les bénéfices et les contraintes de ce type de projet.

Chaque chasse d'eaux de toilettes était alimentée par les deux réseaux, EDCH et EGT avec une garde d'air, pour prévenir toute interconnexion. Le réseau a été identifié avec des rubans adhésifs de couleur jaune-brun.

Les habitants concernés par le double réseau ont été prévenus et ont signé un document s'engageant à ne pas faire de travaux sur ces réseaux.

Des prélèvements ont eu lieu périodiquement pendant au moins trois mois en 4 points du système de réutilisation : EG, EG dans le réservoir de stockage, EG dans le bioréacteur à membrane (BRM), EG à la sortie du BRM et avant chloration (perméat). Il n'y a pas eu de prélèvement au point d'usage. Les trois prélèvements réalisés dans la bûche de stockage d'EGT ne sont pas exploitables en raison de sa contamination par une fuite d'eau provenant du BRM.

52 paramètres ont été suivis quotidiennement ou hebdomadairement : 11 paramètres microbiologiques et 43 paramètres physico-chimiques (9 métaux, composés organiques, azotés et phosphorés, MES, dureté). Les résultats disponibles dans le rapport de Brehant *et al.* (2002) correspondent à la phase de croissance de la biomasse du BRM.

Les caractéristiques des EG sont cohérentes avec celles décrites au paragraphe 2.

**Tableau VIII : Caractéristiques de l'eau grise brute (échantillons moyens 24h) de l'expérimentation conduite dans un immeuble d'habitation à Annecy (d'après Brehant *et al.* 2002)**

Paramètre	Unité	Minimum	Maximum	Moyenne	Nombre d'échantillons
pH		7,1	8,7	7,82	18
Turbidité	NTU	60	>200	117	21
MES	mg/L	71	215	134	25
DCO totale	mgO <sub>2</sub> /L	471	912	720	25
DCO soluble	mgO <sub>2</sub> /L	369	690	520	24
DBO <sub>5</sub> totale	mgO <sub>2</sub> /L	275	580	420	22
COT	mgC/L	149	252	209	3
COD	mgC/L	122	197	164	3
NTK	mgN/L	3,9	22,8	14,2	25
NH <sub>4</sub> total	mgNH <sub>4</sub> /L	0,06	18,8	2,11	25
NO <sub>3</sub> dissous	mgNO <sub>3</sub> /L	< 0,2	10,3	-	25
P total	mgP/L	5,4	26,7	11	23
PO <sub>4</sub> dissous	mgPO <sub>4</sub> /L	1,5	29,3	7,1	25
Résidu sec	mg/L	510	776	684	9
Huiles et graisses	mg/L	90	280	159	5
Coliformes totaux	UFC/100 mL	1,8 10 <sup>6</sup>	1,8 10 <sup>8</sup>	1,27 10 <sup>7</sup>	8
Coliformes thermotolérants	UFC/100 mL	3,0 10 <sup>5</sup>	1,6 10 <sup>8</sup>	7,31 10 <sup>6</sup>	18
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL	7,6 10 <sup>5</sup>	2,04 10 <sup>7</sup>	3,49 10 <sup>6</sup>	9
Entérocoques	UFC/100 mL	9,2 10 <sup>3</sup>	3,34 10 <sup>4</sup>	1,58 10 <sup>4</sup>	9
Staphylocoques totaux	UFC/100 mL	7,5 10 <sup>4</sup>	7,0 10 <sup>5</sup>	2,29 10 <sup>5</sup>	2
Staphylocoques pathogènes	UFC/100 mL	<10000			1
<i>Salmonelles</i>	UFC/200 mL	Absence			7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100 mL	5,0 10 <sup>4</sup>	5,2 10 <sup>6</sup>	3,42 10 <sup>5</sup>	5
SBASR	UFC/100 mL	<100			1
Bactériophage ARN F+	UFP/100 mL	2,06 10 <sup>5</sup>			1

Par ailleurs, en sortie du BRM et avant chloration, la turbidité présentait une valeur moyenne de 0,2 et 0,5 NTU (8 échantillons), les teneurs MES et DBO<sub>5</sub> ont toujours été inférieures aux seuils de détection (respectivement de 2 mg/L et 10 mgO<sub>2</sub>/L).

En sortie de BRM et avant chloration, sept paramètres microbiologiques ont été suivis (CT, Coliformes thermotolérants, *E. coli*, Entérocoques intestinaux, *Salmonelles*, *Pseudomonas spp.*, Bactériophage ARN F+). La plupart des résultats disponibles (entre 3 et 8 échantillons suivant les paramètres) montrent une absence de détection de ces paramètres dans le volume d'eau échantillonné à l'exception de quelques échantillons : *Pseudomonas spp.* retrouvé sur les 3 échantillons (maximum de 3 UFC/100 mL), des CT (1 UFC/100 mL pour quatre échantillons) et des Coliformes thermotolérants (1 UFC/100 mL pour deux échantillons).

► *Observation du GT :*

*Le protocole mis en place ne permet pas de tirer de conclusions de nature à faire évoluer les informations disponibles par ailleurs dans la littérature.*

### 3.3.2 Retours d'expériences étrangères

#### 3.3.2.1 Retours d'expériences publiés

Les projets ou expérimentations évoqués dans les publications ont majoritairement été rédigés pour décrire un système de traitement ou pour les comparer (Andersen *et al.* 2007 ; Birks *et al.* 2004 ; Boyjoo *et al.* 2013 ; Chaillou *et al.* 2011 ; Christova-Boal *et al.* 1996 ; Eriksson *et al.* 2003 ; Eriksson *et al.* 2010 ; Hernández Leal *et al.* 2010 ; Hourlier *et al.* 2011 ; Hills *et al.* 2002 ; Imhof et Muhlemann 2005 ; Laine 2001 ; Lazarova *et al.* 2003 ; Ledin 2001 ; Li *et al.* 2009 ; March *et al.* 2004a ; O'Toole *et al.* 2012 ; Otterpohl 2002 ; Palmquist et Hanæus 2005 ; Prathapar *et al.* 2005 ; Ramon *et al.* 2004 ; Winward *et al.* 2008). Le GT ne les détaillera pas dans le présent rapport. Toutefois, ces publications et des lignes directrices (NRMCC 2006 ; Santé Canada 2010 ; OMS 2006b ; Environment Agency 2011) ont notamment permis de caractériser les EG, d'en connaître leur provenance et de déterminer les usages domestiques possibles pour la réutilisation des EGT.

Les raisons de l'abandon de certains projets sont évoquées dans le paragraphe 3.3.4.

#### 3.3.2.2 Retours d'expériences cités par les professionnels

Les industriels auditionnés ont indiqué commercialiser des procédés de traitement en Europe, en Antarctique, au Japon, au Maghreb, au Brésil, en Chine, dans l'Océan Indien, en Nouvelle-Calédonie et à Abu Dhabi. Les retours d'expérience ont portés sur des réalisations en Antarctique, au Japon, au Royaume-Uni, en Allemagne et en Australie. Les informations décrites ci-après sont issues des auditions.

##### 3.3.2.2.1 *Antarctique*

Lors de son audition, l'entreprise FIRMUS France a indiqué au GT que les EG de la base polaire Concordia sont réutilisées. Il s'agit d'une initiative de l'agence spatiale européenne (ESA) dans la perspective des vols spatiaux de longue durée. Les eaux sont issues des douches, des eaux de condensation et de la cuisine.

Les étapes de la filière de traitement sont : bac à graisse pour les eaux de cuisine, dégrillage, préfiltration, bac de récupération, membranes d'ultrafiltration, de nanofiltration d'osmose inverse double passe. L'unité de traitement des EG de cette station est en service depuis mars 2005.

Vingt à quatre-vingt personnes résident sur place selon la saison. Les usages domestiques de l'eau pour lesquels les EGT sont utilisées sont l'hygiène corporelle (douche), le nettoyage des sols, le lavage du linge et les lave-vaisselle.

En moyenne deux fois par mois depuis 2005, des échantillons sont prélevés et analysés sur site avec des méthodes d'analyse rapide. Les résultats, qui permettent de contrôler et d'optimiser les performances du système ont été transmis au GT mais leur confidentialité interdit de les publier dans le présent rapport.

##### 3.3.2.2.2 *Japon*

Lors de son audition, la FP2E a indiqué que :

- Plus de 2500 immeubles japonais réutilisent les eaux usées, grises et/ou de pluie, majoritairement pour alimenter les chasses d'eau des toilettes.

- Le Japon préconiserait une réutilisation de l'intégralité des eaux usées en raison du volume insuffisant des EG.
- L'expérience japonaise aurait montré que seules les filières dimensionnées pour traiter un débit minimum de 1000 m<sup>3</sup>/j seraient économiquement rentables.

#### 3.3.2.2.3 Royaume-Uni

Lors de son audition, la FP2E a indiqué que depuis 2000, plusieurs projets ont été suivis au Royaume-Uni par une entreprise de cette fédération :

▶ Millenium Dome

Il s'agissait d'une réutilisation d'ENP mélangées (grises, pluviales et provenant d'un aquifère) ayant débuté en 2000 pour alimenter les toilettes d'un bâtiment recevant du public. La capacité du système est de 500 m<sup>3</sup>/j. L'expérience a été arrêtée vers 2010 en raison du coût d'exploitation jugé trop élevé par l'exploitant.

▶ Maisons individuelles

Plusieurs projets sont en cours sur des maisons équipées d'un système individuel de traitement. Le retour d'expérience de l'éco-quartier de Crest Homes montre que le temps de retour sur investissement serait supérieur à 45 ans.

#### 3.3.2.2.4 Australie

Lors de son audition, la FP2E a indiqué que le projet « Darling Quarter » identifié en Australie a pour objectif de réutiliser les eaux usées brutes de deux bâtiments et les eaux de pluie afin de réaliser une économie d'EDCH de 90 %. À l'issue d'une filière de traitement avancée (microfiltration et osmose inverse, désinfections aux rayonnements UV et chloration), les eaux non potables traitées sont utilisées pour l'alimentation des toilettes, le circuit de climatisation et l'arrosage des espaces verts. Les eaux de pluie collectées après ruissellement sur le toit subissent un traitement moins évolué et sont utilisées pour l'arrosage des espaces verts.

La qualité des eaux non potables traitées répond notamment aux objectifs de qualité mentionnés dans les recommandations australiennes de 2006 sur la réutilisation des eaux usées.

Une démarche HACCP (Hazard analysis critical control point) a été suivie pour la maîtrise de la qualité de l'eau et des risques sanitaires.

### 3.3.3 Traitement, transport et stockage des eaux grises

Les procédés développés pour traiter les EG sont principalement inspirés de ceux utilisés pour le traitement des eaux usées. Quatre catégories de filières de traitement peuvent être identifiées, en fonction du procédé de traitement principal (Hourlier *et al.* 2011 ; Jefferson *et al.* 2000) :

- les systèmes à deux étages, comportant une étape de macrofiltration (de type filtre à sable, filtre planté de roseaux) et/ou une étape de lagunage, parfois complétées par une désinfection ;
- les systèmes de traitements biologiques : filtres biologiques, boues activées ;
- la filtration membranaire : microfiltration, ultrafiltration, ou nanofiltration, éventuellement précédée d'un prétraitement ;
- les procédés hybrides, combinant des procédés biologiques et membranaires (bioréacteur à membrane, biofiltre aéré suivi d'une membrane, *etc.*).

En fonction de la nature du traitement principal, une étape de filtration grossière peut être proposée en amont, ainsi qu'une étape de désinfection en fin de traitement.

Le GT constate que les traitements proposés pour les habitats individuels sont moins évolués que ceux proposés dans les bâtiments collectifs.

Le tableau IX présente des exemples des principales caractéristiques des EG et EGT décrites dans la littérature, en fonction de ces filières de traitement en termes de performance sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

**Tableau IX : Exemples de caractéristiques d'eaux grises brutes et traitées en fonction du procédé de traitement utilisé (adapté d'Hourlier *et al.* 2011)**

		Caractéristiques des eaux – Plage de concentrations								
		Physico-chimiques (mg/L, sauf turbidité en NFU)					Microbiologiques (log UFC/100 mL)			
Réf.		MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	Turbidité	P <sub>tot</sub>	N <sub>tot</sub>	CT	CTh	Ent.
<b>Procédés à deux étages : filtration/lagunage et désinfection</b>										
EG brutes	R1	19 - 52	143 - 171	33 - 167	15 - 96	3,7 - 16,0	1,8 - 93	6,0 - 8,8	5,0 - 8,2	4,6
EGT		2,3 - 19	36 - 78	2 - 40	2 - 32	< 1 - 7,0	1,4 - 19	ND - 7,0	1,8 - 5,2	1,6
<b>Traitements biologiques</b>										
EG brutes	R2	26 - 95	119 - 339	41 - 300		1,7 - 1,9	6,0 - 8,0	3 - 8	1 - 8	3,1-4,4
EGT		3 - 11	6 - 47	4 - < 5		0,3 - 0,5	2,3 - 3,0	0,3 - 4,3	0,1 - 3,4	2,9
<b>Procédés de filtration membranaire</b>										
EG brutes	R3	18 - 35	40 - 410	25 - 195	12 - 140	9,7	16,7	3,3 - 5,5	4	4
EGT		0 - 18	3 - 130	1 - 86	0,3 - 1,9	6,7	16,7	ND - 3,4	ND	ND - 1,74
<b>Procédés hybrides biologiques à membrane</b>										
EG brutes	R4	30 - 78	50 - 463	41 - 181	10 - 133	1,0 - 4,9	6,0 - 15,2	3,1 - 7,7	2,4 - 5,8	3,1
EGT		0 - 4	2 - 51	1 - < 5	< 0,2 - 4,1	0,03 - 2,5	6,0 - 7,8	ND - 2,9	ND - < 2,3	1,8

CT : coliformes totaux, CTh : coliformes thermotolérants, Ent. : entérocoques

#### Références :

R1 : (Dallas et Ho 2005 ; Garcia-Pérez *et al.* 2013 ; Gerba *et al.* 1995 ; Günther 2000 ; Hills *et al.* 2002 ; Jefferson *et al.* 2000 ; March *et al.* 2004)

R2 : (Abdel-Kader 2013 ; Gerba *et al.* 1995 ; Gross *et al.* 2007 ; Laine 2001 ; Nolde 1999)

R3 : (Al-Jayyousi 2003 ; Hourlier *et al.* 2010 ; Jefferson *et al.* 2000 ; Li *et al.* 2008 ; Ramon *et al.* 2004 ; Šostar-Turk *et al.* 2005)

R4 : (Bani-Melhem et Smith 2012 ; Hocaoglu et Orhon 2013 ; Kim *et al.* 2009 ; Laine 2001 ; Merz *et al.* 2007 ; Paris et Schlapp 2010)

#### ► Performances des procédés :

Pour les procédés de macrofiltration et/ou de lagunage, seule la présence d'une désinfection chimique permet d'obtenir une EGT exempte de micro-organismes indicateurs de contamination fécale détectés (Jefferson *et al.* 1999). Toutefois, l'efficacité des oxydants peut être limitée en fonction de la teneur en matières organiques et en colloïdes dans les EGT. Pour ce type de procédés, la qualité de l'EGT s'améliore avec l'augmentation du temps de contact.

Les procédés biologiques s'avèrent efficaces pour l'élimination de la DBO<sub>5</sub>, de la DCO et des MES. Ils sont toutefois peu satisfaisants en termes de réduction des micro-organismes.

La filtration sur membranes de micro, ultra et nano filtration, permet généralement une excellente élimination des MES et de la turbidité. Le taux de réduction de la contamination microbienne est variable, et principalement lié au seuil de coupure de la membrane utilisée (Hourlier *et al.* 2011).

Les systèmes hybrides associant traitements biologique et membranaire permettent une forte réduction de la teneur en MES, en DCO, DBO<sub>5</sub> et de la turbidité. Ils permettent également l'abattement d'indicateurs de contamination fécale, certaines études montrant la non détection de CT et CTh dans les EGT (cf. tableau IX).

### 3.3.4 Points critiques identifiés

Bien que ces retours d'expériences mettent en évidence l'existence de technologies de traitement des EG avancées, certaines limites sont pointées lors de ces expérimentations : défaillances lors de la mise en œuvre ou de l'exploitation, manque de fiabilité des systèmes (pannes d'accessoires) et absence de signal d'alerte en cas de dysfonctionnement, difficultés de maintenance.

Les retours d'expériences répertoriés ci-dessus lors des auditions (cf. paragraphes 3.3.1.2 et 3.3.2.2) et dans la littérature scientifique (cf. paragraphe 3.3.2.1) ont permis de relever différents types de désagréments ou dysfonctionnements :

- Considérant que les graisses et huiles présentes dans les EG de cuisine posent problème en cas de réutilisation pour l'arrosage, l'installation d'un bac dégraisseur et l'utilisation de produits biodégradables sont conseillées par les industriels. Cependant, certains préfèrent que les EG provenant des cuisines ne soient pas réutilisées en raison de la difficulté de traitement.
- L'origine des EG ne peut pas être totalement maîtrisée du fait de pratiques individuelles imprévisibles comme les déversements, dans les réseaux domestiques, de produits toxiques et/ou dangereux.
- Une fermentation des EG a pu être observée lorsque le temps entre leur récupération et leur traitement a dépassé 1h30.
- Des problèmes de nuisances olfactives sont fréquemment évoqués.
- Des problèmes de contamination, de dégradation de la couleur et d'apparition d'odeur peuvent apparaître lors d'une durée de stockage des EGT supérieure à deux ou quatre jours suivant la filière de traitement et le type de procédé.
- La présence de tensioactifs, de sels ou de chlore dans les EG peut nuire à l'efficacité du traitement. Dans certains cas, un suivi de la conductivité est suggéré par les professionnels pour la gestion de la filière de traitement.
- Des coupures électriques ont entraîné l'arrêt de l'aération dans des filières de traitement biologique aérobie entraînant des défauts de traitement de l'EG.
- Des défauts d'entretien des dispositifs de traitement ont conduit à l'arrêt de certains projets de réutilisation des EG.
- Les EGT utilisées pour alimenter la chasse d'eau des toilettes sont parfois trop turbides, ce qui engendre une perception négative du public. L'addition d'un colorant de type alimentaire est alors parfois préconisée par les professionnels.
- Le volet sociologique a une importance non négligeable dans les expérimentations car le degré d'acceptabilité de la part des usagers peut conditionner le succès ou l'échec d'une opération.
- Les temps de retour sur investissement sont relativement longs (environ 10-15 ans).

### 3.4 Points à retenir

- La réutilisation des EG pour des usages domestiques s'est développée principalement dans des pays ou régions du Monde qui doivent faire face à des stress hydriques (Australie, Californie, etc.). À cet effet, des dispositions sont prises pour encadrer cette pratique. Il s'agit de réglementations (locales, nationales, fédérales), de normes, de lignes directrices et/ou de recommandations suivant les pays.
- Ces dispositions varient en fonction du contexte climatique et des pratiques locales. Il en résulte que les usages autorisés, les critères de qualité requis en fonction des usages et les mesures de maîtrise retenus sont relativement différents.
- Le GT constate que les usages domestiques d'EGT admis par ces pays sont :
  - majoritairement l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes, l'arrosage des espaces verts et le lavage à l'extérieur (voitures, mobilier, terrasse),
  - et également le lavage du linge, le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment, le refroidissement de l'air et l'alimentation des fontaines d'eau décoratives.

L'usage « hygiène corporelle » n'est pas évoqué dans les réglementations, lignes directrices et normes. Il n'a été cité que pour une situation très particulière lors des auditions : une station de recherche en Antarctique avec un traitement par osmose inverse et un suivi rigoureux associé notamment à une surveillance analytique de l'installation.

- Dans tous ces pays, des critères de qualité sont prescrits pour l'eau réutilisée (usées et/ou grises traitées). Sur le plan microbiologique, l'exigence de qualité implique la mise en œuvre d'un traitement de désinfection, qui n'est pas toujours explicitement préconisé.
- Une procédure de certification et/ou d'agrément des filières ou dispositifs de traitement a été instaurée dans quelques pays.
- Dans la plupart des cas, les mesures de maîtrise de risques recommandées visent la protection des réseaux de distribution d'EDCH contre les erreurs de connexions, la limitation de la durée du stockage, l'entretien et la surveillance des installations.

## 4 Identification des dangers

Le GT considère que la source d'approvisionnement en eau avant la génération d'EG est l'EDCH (cf. paragraphe 2.2.1). Celle-ci a une composition compatible avec tous les usages domestiques. Les sources possibles de contamination des EGT proviennent :

- des usages générant des EG (hygiène corporelle, nettoyage des sanitaires, le lavage des surfaces et le lavage du linge),
- de la filière de traitement, du transport et du stockage (sous-produits de désinfection, biofilms, relarguage de matériaux, prolifération des bactéries, etc.).

La présence de dangers microbiologiques et chimiques dans les EG et EGT varient, notamment parce que les qualités chimiques et microbiologiques dépendent du comportement humain et des matières déversées dans les EG.

### 4.1 Identification des dangers liés aux agents chimiques

Les caractéristiques chimiques des EG sont décrites dans le paragraphe 2.3.3.

Une revue de la littérature scientifique a permis de faire une synthèse des contaminants chimiques des EG recherchés dans la littérature scientifique. Les concentrations maximales rapportées dans la littérature scientifique pour ces contaminants sont détaillées dans l'annexe 4. Les données disponibles ne concernent que les EG provenant d'habitats (individuels et collectifs).

Compte tenu du faible nombre de publications recensées (cf. annexe 4) et de la diversité des situations de réutilisation des EG (situations géographiques, types d'habitats, types d'eaux grises collectées, etc.), le GT considère que les données disponibles ne fournissent qu'une indication sur la composition chimique des EG mais ne peuvent être considérées comme représentatives de la contamination chimique de toutes les EG.

#### 4.1.1 Sources de dangers chimiques et niveaux de contamination dans les eaux grises

Les contaminants chimiques dans les EG proviennent principalement de l'utilisation initiale des eaux, du transport, du stockage et des traitements des eaux réutilisées ou de l'entretien du système.

##### 4.1.1.1 Usages générant des EG

Sur la base des travaux de l'institut américain pour la santé NIH (National Institutes of Health, <http://householdproducts.nlm.nih.gov/>) et de l'Agence de l'eau Seine-Normandie (AESN 2013) et en fonction des usages les plus fréquents dans les salles de bain, cuisines et buanderies, quatre catégories de produits domestiques utilisés à l'intérieur de l'habitat ont été identifiés comme pouvant se retrouver dans les EG :

- les produits d'hygiène corporelle et les médicaments humains ;
- les produits d'entretien de la maison ;
- les produits de soins pour animaux de compagnie et produits de jardinage ;
- les produits de bricolage et de loisirs.

Un même contaminant peut appartenir à plusieurs catégories de produits domestiques. À titre d'exemple, plusieurs familles de contaminants sont décrites ci-après.

### ► Produits d'hygiène corporelle et cosmétiques

Le règlement (CE) n° 1223/2009 du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009 définit comme produits cosmétiques « toute substance ou tout mélange destiné à être mis en contact avec les parties superficielles du corps humain (épiderme, systèmes pileux et capillaire, ongles, lèvres et organes génitaux externes) ou avec les dents et les muqueuses buccales en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles ». Ainsi, les produits utilisés pour l'hygiène corporelle sont soumis à ce règlement.

Les produits cosmétiques mis sur le marché doivent être dépourvus de propriétés néfastes pour la de santé humaine lorsqu'ils sont utilisés dans des conditions d'utilisation normales ou raisonnablement prévisibles. C'est pourquoi, avant la mise sur le marché d'un produit cosmétique, une évaluation est menée. Elle inclut non seulement le calcul de l'exposition considérant des conditions d'utilisation normales mais aussi la possibilité de survenue d'une exposition secondaire *via* d'autres voies que celles résultant d'une application directe (par exemple, inhalation d'aérosols, ingestion involontaire de produits pour les lèvres). Bien qu'un accent particulier soit mis sur l'évaluation de la toxicité locale (irritation de la peau et des yeux), de la sensibilisation cutanée et de la toxicité photo-induite en cas de présence de filtres ultraviolets, toutes les voies d'absorption toxicologiques importantes doivent être examinées ainsi que les effets systémiques.

Outre l'évaluation de la sécurité des produits, la présence de certains composants dans les produits cosmétiques est soumise à réglementation (règlement (CE) n° 1223/2009) :

- les substances listées à l'annexe II sont interdites ;
- les substances listée à l'annexe III ne peuvent être contenues dans les cosmétiques en dehors de restrictions prévues ;
- certains types de composants doivent être inscrits aux annexes du règlement et leur utilisation doit respecter les restrictions qui y sont définies :
  - les colorants (annexe IV) à l'exception des produits de coloration capillaire visés au paragraphe 2 ;
  - les agents conservateurs (annexe V) ;
  - les filtres ultraviolets (filtres UV - annexe VI).
- la présence de substances identifiées comme susceptibles de provoquer des réactions allergiques par le comité scientifique Européen pour la sécurité des consommateurs (CSSC) doit être indiquée dans la liste des ingrédients et l'attention des consommateurs doit être appelée sur la présence de ces ingrédients ;
- la présence de nanomatériaux doit être associée à un niveau élevé de protection de la santé humaine.

De par leur utilisation pour l'hygiène corporelle, les produits cosmétiques se retrouvent principalement dans des EG provenant de la salle de bain.

#### ■ Concentrations mesurées dans les EG

Les concentrations maximales en composants de cosmétiques et produits d'hygiène corporelle mesurées dans les EG brutes sont :

- parabènes pris individuellement : 39 µg/L pour le méthylparabène (Andersen *et al.* 2007 ; Erkiison *et al.* 2010 ; Hernandez Leal *et al.* 2010) ;
- filtres UV pris individuellement : 146 µg/L pour l'octocrylène (Erkiison *et al.* 2010 ; Hernandez Leal *et al.* 2010) ;
- phtalates pris individuellement : 160 µg/L pour le di-(2-éthylhexyl) phtalate (Almqvist & Hanaeus 2006 ; Palmquist & Hanaeus 2005) ;
- muscs pris individuellement : de 19,1 µg/L pour le galaxolide (Hernandez Leal *et al.* 2010) ;

- acides gras pris individuellement : 15,8 mg/L pour l'acide 9-octadécanoïque (Eriksson *et al.* 2003) ;
- triclosan : 35,7 µg/L (Almqvist & Hanaeus 2006 ; Hernandez Leal *et al.* 2010 ; Palmquist & Hanaeus 2005).

### ► Médicaments

Le transfert de résidus de médicaments dans les EG peut survenir :

- lors de l'application : lavage des mains après application d'un médicament par voie cutanéomuqueuse, *etc.* ;
- lors de l'hygiène corporelle ou du lavage du linge : résidus non absorbés pour des médicaments cutanés, après absorption par l'organisme et excrétion *via* la sueur, les cheveux, la salive, *etc.*

Ainsi, les résidus de médicaments se retrouvent principalement dans les eaux de salle de bain et de buanderie.

#### ■ Concentrations mesurées dans les EG

Aucune publication n'a recherché spécifiquement de médicaments dans les EG. Toutefois, le camphre, qui peut être utilisé comme principe actif médicamenteux, a été mesuré dans des EG avec une concentration maximale de 11,4 µg/L (Eriksson *et al.* 2003). L'utilisation de cette molécule comme principe actif n'est pas le seul usage pouvant expliquer sa présence dans les EG.

### ► Produits d'entretien

Les produits de nettoyage à usage domestique incluent des détergents, désinfectants et détartrants. Ils sont utilisés dans les salles de bain (nettoyant multi-usage, détartrant, eau de javel, *etc.*), les cuisines (liquide-vaisselle, nettoyant multi-usage, *etc.*) et pour le lavage du linge (lessive, adoucissant, eau de javel, *etc.*).

Vingt-six fragrances allergisantes sont à déclaration obligatoire dans les ingrédients des détergents, y compris les lessives, pour des concentrations supérieures à 0,01 % (règlement CE n°648/2004).

#### ■ Concentrations mesurées dans les EG

Des alkylphénols et des éthoxylates d'alkylphénols ont été dosés dans des EG à des concentrations atteignant 38 µg/L pour le nonylphénol (NP) et 49,7 µg/L pour le 4-NP monoéthoxylate (Almqvist & Hanaeus 2006 ; Eriksson *et al.* 2010 ; Hernandez Leal *et al.* 2010 ; Palmquist & Hanaeus 2005). Ces molécules ne sont pas spécifiques aux produits d'entretien de la maison. Elles pouvaient être utilisées dans la formulation de détergents industriels, de détergents domestiques, de produits cosmétiques, de produits pour le traitement des textiles, du bois, des métaux, *etc.* Leur utilisation dans les produits de nettoyage domestique, les produits cosmétiques et d'hygiène corporelle (sauf spermicides) et comme coformulants dans les pesticides et les biocides est interdite en Europe depuis 2005 par la Directive 2003/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2003.

### ► Produits de soins pour animaux de compagnie, de jardinage, de bricolage et de loisirs

Le déversement de produits d'animalerie, de jardinage, de bricolage ou de loisir dans des éviers ou lavabos est plus rare que pour les autres produits cités ci-avant et surviennent le plus souvent de manière ponctuelle.

Compte tenu de la grande diversité de leurs composants, il s'avère impossible de les lister de manière exhaustive.

Ces produits destinés à un usage domestique peuvent en outre contenir des substances ayant fait l'objet d'une classification par l'agence européenne de produits chimiques (Echa, European Chemicals Agency) en termes de dangerosité pour la santé. Dans ce cas, l'utilisateur est informé de la présence de ces substances sur l'emballage des produits (règlement (CE) n°1272/2008).

#### ■ Concentrations mesurées dans les EG

Des composants de peintures comme des solvants ont été dosés dans des EG jusqu'à 2,1 µg/L pour l'éthylbenzène (Eriksson *et al.* 2003) et 62 µg/L pour le mélange des isomères du xylène (Eriksson *et al.* 2003 ; Erkiesson *et al.* 2010). Comme pour les alkylphénols, ces molécules ne sont pas spécifiques à une catégorie de produits.

#### 4.1.1.2 Transport, stockage et traitements des EGT

La réutilisation des EG peut entraîner la migration vers les EGT de contaminants présents dans les matériaux utilisés pour les installations de collecte, de transport, de traitement et de stockage. La migration est dépendante de la qualité des matériaux utilisés, de leur adéquation avec l'utilisation qui en est faite, de la qualité des eaux ainsi que de l'entretien des installations. Plus le rapport entre la surface de matériaux et le volume d'eau est important, plus la migration est importante.

L'élimination des contaminants chimiques par traitement des EG peut être effectuée selon deux modalités principales :

- la rétention :
  - par aération forcée (ou stripping) des molécules volatiles,
  - par adsorption sélective ou non sélective,
  - par rétention membranaire ;
- la dégradation : la molécule est transformée, souvent partiellement :
  - par biodégradation,
  - par dégradation abiotique : oxydation ou photodégradation.

Le recours aux traitements par dégradation peut générer des produits de transformation. Le nombre de produits formés peut être très important, et ces produits sont potentiellement toxiques.

Les procédés de désinfection peuvent également conduire à la formation de nouvelles substances chimiques, organiques ou inorganiques (ozonides, organochlorés, *etc.*) appelées sous-produits de désinfection (SPD) (Mouly *et al.* 2008). L'étude de la formation des SPD dans les EDCH a mis en évidence que :

- l'importance des réactions avec l'ozone ou le chlore et ses composés dépend de la réactivité des contaminants avec l'agent oxydant appliqué, des concentrations et du temps de contact ;
- la matière organique représente une source importante de nombreux précurseurs pour la formation de sous-produits de chloration (SPC) ;
- en présence de rayonnements UV, la probabilité de survenue de réactions secondaires est fonction des doses d'irradiation utilisées et de la réactivité potentielle de la molécule aux rayonnements UV (Anses 2010a).

#### 4.1.1.3 Entretien de l'installation de réutilisation des EG

Le maintien de la qualité des EGT est lié à un entretien et un suivi attentifs des installations de traitement, de transport et de stockage.

L'entretien du système de réutilisation peut apporter de nouveaux contaminants si celui-ci utilise des produits chimiques et que les rinçages sont insuffisants pour les éliminer lors des mises en fonctionnement du système.

#### 4.1.2 Analyse des dangers liés aux contaminants chimiques présents dans les EG

Des valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont disponibles pour certains des contaminants chimiques identifiées dans les EG, principalement pour des expositions par voie orale et dans une moindre mesure pour les expositions par inhalation. Il n'existe que très peu de VTR pour l'exposition cutanéomuqueuse. En outre, peu de données existent sur les effets potentiellement induits par l'exposition à des mélanges de contaminants chimiques.

Au regard de la grande diversité de la nature et de la toxicité potentielle des contaminants chimiques susceptibles d'être présents dans les EG, le GT décide de ne pas effectuer une ERS pour chaque usage et pour chaque substance. Toutefois, le GT identifie les dangers associés à quelques contaminants ou familles de contaminants chimiques présents dans les EG.

##### ► Cas des contaminants pour lesquels des valeurs sanitaires existent dans les EDCH

Les limites de qualité pour les contaminants chimiques dans les EDCH ont été fixées en considérant la voie d'exposition la plus pénalisante (le plus souvent l'ingestion) et de manière protectrice pour la santé des consommateurs. C'est pourquoi, tant que la limite de qualité fixée pour une molécule dans l'EDCH n'est pas atteinte dans les EG, il n'est pas nécessaire d'évaluer les risques associés à sa présence dans celle-ci.

Pour toutes les molécules quantifiées dans les EGT décrites dans la littérature (annexe 4), les valeurs paramétriques disponibles concernant les EDCH ont été renseignées, en procédant par ordre, à partir :

- de la réglementation française<sup>1</sup> et européenne<sup>2</sup> ;
- des ERS dans les EDCH publiées par l'Anses ;
- de la quatrième édition des directives pour la qualité de l'eau de boisson de l'OMS (2011) ;
- des « drinking water standards and health advisories » de l'US-EPA (2012).

##### ■ Concentrations mesurées dans les EG

Pour 12 éléments chimiques<sup>3</sup> et 18 molécules organiques<sup>4</sup>, retrouvés dans la littérature scientifique, les concentrations maximales mesurées dans les EG sont inférieures aux limites fixées pour les EDCH (cf. annexe 4). Il n'est donc pas utile d'évaluer les risques associés.

##### ► Cas des cosmétiques

La toxicité de ces produits a été évaluée aux concentrations d'utilisation avant leur mise sur le marché. Dans les EG, ces produits sont dilués ce qui permet d'en déduire que l'exposition par les EGT est inférieure à celle liée à leur utilisation initiale. Dans le cadre de la présente

---

<sup>1</sup> Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

<sup>2</sup> Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

<sup>3</sup> antimoine, argent, baryum, bore, cadmium, chlore, chrome, cuivre, manganèse, nickel, sodium, zinc

<sup>4</sup> toluène, éthylbenzène, xylènes, dichlorophénol, 2,4,6 trichlorophénol, pentachlorophénol, chloroforme, bromodichlorométhane, dibromochlorométhane, bromoforme, butylbenzylphthalate, diéthylphthalate, di-n-butylphthalate, acénaphène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, fluoranthène

saisine, il n'apparaît donc pas pertinent de procéder à une analyse de risque liée à la présence de molécules utilisées dans la formulation des produits cosmétiques.

#### ► Cas des allergènes

Un allergène est un antigène capable de sensibiliser l'organisme de certains individus et de déterminer, lors de sa réintroduction, des manifestations allergiques (Vervloet 2003 ; Godeau 2004 ; Afssa, 2008). Les manifestations allergiques diffèrent en fonction des voies et des doses d'exposition, et de la sensibilité individuelle. Elles peuvent varier de la réaction locale au choc anaphylactique.

Les EG peuvent contenir des allergènes alimentaires dans les EG de cuisine ou les fragrances classées comme allergènes de contact établis par le CSSC (CSSC, 2012) dans les EG de salle de bain.

Le risque associé à la présence d'allergènes dans les EGT dépend de la sensibilité individuelle et n'a donc pas été évalué pour chaque usage. Toutefois, le GT remarque que la réutilisation des EG ne permet pas de tracer la présence des allergènes dont l'étiquetage est règlementé et que les personnes allergiques ne seront donc pas informées de la présence potentielle de ces allergènes dans les EGT.

#### ► Cas des utilisations « inappropriées »

L'impact de déversements ponctuels, accidentels ou délibérés, de produits chimiques dans le réseau de collecte des EG ne peut pas être évalué en raison de la très grande diversité du comportement des occupants et de celle des produits possibles. Toutefois, en fonction de la quantité de contaminants déversés et du volume total d'EG collecté (habitat individuel ou collectif par exemple), la concentration du contaminant dans les EG pourrait être significative. Ainsi, certains pics de contamination décrits dans la littérature sont expliqués par les auteurs par un déversement ponctuel, comme dans le cas du benzène dans des EG provenant des salles de bains d'appartements au Danemark (Eriksson *et al.* 2010).

##### ■ Exemple d'un médicament radiopharmaceutique : l'iode-131.

Lors du traitement de maladies de la thyroïde par ingestion d'iode-131 sous forme d'iodure de sodium ou de potassium, l'excrétion la plus importante après l'urine se fait *via* la salive. Cela peut conduire à une contamination des ustensiles de vaisselle, ainsi que des taies d'oreillers par l'excrétion de salive pendant le sommeil. La sueur est également un vecteur d'excrétion<sup>1</sup>. En conséquence, en cas de réutilisation des EG, les eaux de cuisine et de lavage du linge peuvent contenir une éventuelle contamination radiologique.

### 4.1.3 Prise en compte des dangers chimiques par les organismes internationaux

Dans les lignes directrices australiennes de 2006, le risque sanitaire lié aux contaminants chimiques est considéré comme faible lorsqu'il n'y a pas de déversement inapproprié dans les EG, et donc qu'il n'y a pas d'utilisations du réseau de collecte considérées comme « inappropriées » (NRMCC *et al.* 2006).

Santé Canada (2010) fait l'hypothèse que l'exposition aux produits chimiques présents dans les EGT utilisées pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes est faible comparativement aux autres expositions domestiques.

---

<sup>1</sup> Page internet [https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/3\\_NuclearMedicine/TherapeuticNuclearMedicine/Therapeutic\\_nuclear\\_medicine\\_-\\_specific\\_therapies.htm](https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/3_NuclearMedicine/TherapeuticNuclearMedicine/Therapeutic_nuclear_medicine_-_specific_therapies.htm) consultée le 11/06/2014

#### 4.1.4 Conclusion

Le GT estime que lors de la réutilisation des EG après un usage classique<sup>1</sup> des eaux, les dangers associés aux contaminants chimiques peuvent être considérés comme ne présentant pas un impact déterminant pour l'analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des EG. Toutefois, des usages inappropriés, imprévisibles, (nettoyage intensif, déversement de produit de bricolage, etc.) pourraient entraîner des concentrations significatives de contaminants chimiques dans les EG, lesquelles pourraient être associées à un risque sanitaire, en fonction de la nature et des concentrations des contaminants concernés.

### 4.2 Identification des dangers liés aux micro-organismes

Les agents pathogènes peuvent contaminer les EG à cause des utilisations initiales de l'EDCH (hygiène corporelle, lavage du linge, lavage des couches, etc.).

#### 4.2.1 Dangers microbiologiques

Les micro-organismes pathogènes et opportunistes présents dans les EG peuvent être apportés par les eaux provenant des douches, des baignoires, des lavabos, des lave-linges, des éviers et des lave-vaisselle.

Les dangers microbiologiques associés aux usages domestiques des EGT sont peu documentés. Les études portent davantage sur la recherche d'indicateurs de contamination fécale que sur celle de pathogènes.

**Le GT considère que les micro-organismes pathogènes et opportunistes présents dans les EG sont de la même nature que ceux retrouvés dans les eaux usées domestiques.**

Par analogie avec les études sur les eaux usées réutilisées, les dangers susceptibles d'être présents dans les EG sont de plusieurs types : bactéries, virus, protistes, levures et moisissures.

La liste est trop vaste pour qu'une revue exhaustive soit établie. Les principaux micro-organismes pathogènes et opportunistes qui peuvent être présents ont pour origine des rejets humains ou animaux et sont d'origine fécale, respiratoire ou cutanée. Par ailleurs, certains pathogènes peuvent se multiplier en raison de la composition des EG. Le GT liste des pathogènes susceptibles d'être présents et présentant un danger en s'appuyant sur les rapports de l'Agence relatifs à la réutilisation des eaux usées, à la qualité microbiologique des eaux usées et sur des données bibliographiques figurant en annexe 5 ; le rapport de l'Agence relatif aux baignades artificielles a également été consulté afin d'ajouter des micro-organismes engendrant des contaminations par voie cutanéomuqueuse (Afsset 2009 ; Anses 2012e ; Anses 2012f).

Ces pathogènes peuvent être responsables (Ahmed *et al.* 2011 ; Ahmed *et al.* 2010 ; Fewtrell et Kay 2007 ; Lye 2009 ; Simmons *et al.* 2008) :

- par ingestion, de troubles gastro-entériques (par exemple pour les bactéries salmonellose et campylobactériose, pour les protistes parasitaires cryptosporidiose et giardiase ou, pour les rotavirus et norovirus, diarrhée et vomissement, etc.) ;

---

<sup>1</sup> Les notions d'usages classique et inapproprié sont présentées dans le paragraphe 2.2.2

- par inhalation de gouttelettes d'eau ou d'aérosols, d'infections respiratoires (par exemple légionellose, mycobactérioses pour des infections d'origine bactérienne, atteinte de l'appareil respiratoire par les adénovirus, etc.) ;
- par contact cutané-muqueux, d'infections de la peau ou des muqueuses saines ou lésées ou des yeux (infections liées aux mycobactéries atypiques et aux *Pseudomonas spp.*, kératites amibiennes pour porteurs de lentille voir de certaines atteintes virales).

Certaines substances produites par les bactéries pourraient également constituer un danger, telles les endotoxines dont l'impact sanitaire est encore peu étudié.

## ► Bactéries

### ■ Caractéristiques

La bibliographie montre la forte présence d'indicateurs fécaux (cf. paragraphe 2.3.2 et annexe 6), soulignant la présence potentielle de pathogènes humains. La présence de substrats carbonés et nutritifs en grande quantité, les conditions de température et le temps de stockage peuvent permettre le développement de certaines espèces, principalement dans les biofilms. Par exemple, les légionelles (bactéries Gram négatives, ubiquitaires, présentes communément dans les lacs, les rivières et les sols humides) peuvent y trouver un environnement propice à leur croissance.

### ■ Concentrations mesurées dans les eaux grises

Les dénombrements d'indicateurs traceurs d'une contamination d'origine fécale est importante (par exemple  $10^6$  *E. coli*/100 mL, cf. figure 3). Certains auteurs ont également révélé la présence d'autres genres de bactéries telles que *Clostridium spp.* et *Pseudomonas spp.* (Gilboa et Friedler 2008 ; Ottoson et Stenström 2003 ; Winward *et al.* 2008).

Les études disponibles ne permettent pas de connaître la fréquence de présence de bactéries pathogènes ni leur concentration dans les EG et EGT. Leur présence est probable et dépend de l'état sanitaire de la population et de leur survie.

## ► Virus

### ■ Caractéristiques

Un grand nombre de virus entériques pathogènes pour l'Homme sont excrétés dans les fèces humaines. Incapables de se multiplier en l'absence de cellules-hôtes, ils peuvent persister et rester infectieux plusieurs jours voire plusieurs semaines, notamment à basses températures et en présence de particules. Même à faibles concentrations, ces virus peuvent être responsables d'une grande variété de pathologies humaines comme des méningites, des affections respiratoires, des gastro-entérites ou encore des hépatites voire des paralysies. Les doses infectieuses minimales sont faibles et estimées à moins de 10 virus ingérés.

Les norovirus sont les principaux virus responsables de gastro-entérites (Patel *et al.* 2008). La charge virale relarguée lors d'une infection est importante, environ  $10^{10}$  particules par 100 g de fèces pendant deux semaines. Cet exemple illustre la forte charge virale excrétée et le transfert possible dans les EG en fonction de l'état sanitaire de la population.

Les rotavirus (principale cause de gastro-entérite chez les enfants en bas âge), les entérovirus (syndrome pied-main-bouche, conjonctivites), les adénovirus (pneumonies, atteintes oculaires et gastroentérites) constituent également des dangers viraux potentiellement présents dans les EG brutes.

### ■ Concentrations mesurées dans les eaux grises

Par leurs caractéristiques et leur comportement différents dans l'eau, la charge en virus, potentiellement présents, ne peut pas être évaluée à partir des indicateurs de contamination fécale qui ne témoignent que de leur présence potentielle. Une seule étude s'est intéressée à leur présence dans les EG (O'Toole *et al.* 2012). Elle a porté sur les norovirus et les entérovirus. Pour 12 % des EG testées (n=111) du génome de norovirus (principalement génotype I, 11 %) a été retrouvé et 7 % des échantillons étaient contaminés par des entérovirus.

### ► Protistes

#### ■ Caractéristiques

Plusieurs protistes pathogènes peuvent se trouver dans les EG. Leur présence dans l'environnement, et plus particulièrement dans l'eau, est liée à une contamination fécale du milieu (Falkinham 2004).

Les *Giardia* sont des protistes flagellés monocellulaires. Cinq espèces sont décrites, dont une seule, *Giardia duodenalis*, est pathogène pour l'Homme.

Les *Cryptosporidium* sont des protozoaires monocellulaires, dont plusieurs espèces sont pathogènes pour l'Homme (*C. parvum*, *C. hominis*, *C. meleagridis*, *etc.*).

Ces parasites se présentent sous deux formes : le trophozoïte qui ne peut pas survivre hors de l'hôte à cause de sa fragilité et le kyste (ou oocyste pour *Cryptosporidium*) qui constitue la forme de dissémination. Sous cette forme les parasites sont protégés par une paroi complexe et possèdent une grande résistance au stress environnemental, aux désinfectants et à la dessiccation (Falkinham 2004). Leur survie dans l'environnement et leur résistance aux traitements de désinfection sont supérieures à celles des indicateurs de contamination fécale ; ces protozoaires peuvent donc être présents sans que ces derniers le soient (Mons *et al.* 2009).

*Cryptosporidium spp.* et *Giardia duodenalis* sont impliqués dans plus de 90 % des cas de gastro-entérites d'origine hydrique (Baldursson et Karanis 2011).

#### ■ Concentrations mesurées dans les eaux grises

Parmi les publications analysées, il n'a pas été retrouvé de données sur leur concentration dans les EG et EGT. En revanche, leur présence étant fréquente dans les eaux usées (Anses 2012e), le GT considère leur présence possible dans les EGT.

### ► Levures et moisissures

#### ■ Caractéristiques

Il existe entre 100 000 et 1 000 000 d'espèces de levures et moisissures. Si elles sont physiologiquement très diverses, la plupart sont capables de former des spores.

Elles sont extrêmement répandues dans l'environnement et certaines espèces sont commensales et isolés du tube digestif des êtres vivants (*Candida spp.* par exemple).

Extrêmement répandues dans l'environnement, certaines espèces sont cependant commensales de l'homme (*Candida spp.* par exemple) et seules quelques-unes sont des pathogènes (comme *Coccidioides immitis*), la plupart étant des pathogènes opportunistes, ne provoquant des symptômes que chez des individus immunodéprimés.

#### ■ Concentrations mesurées dans les eaux grises

De par leur origine il est probable que les EG contiennent un nombre plus important de cellules de levures et moisissures d'origine commensale que les autres type d'eau, l'exposition pourrait donc être accrue. Aucune donnée quantitative ou qualitative sur leur

présence, ou leur potentielle multiplication dans ce milieu n'ont été identifiés dans la littérature scientifique.

#### ► Endotoxines

Les endotoxines représentent une large gamme de molécules qui présentent une activité toxique pour l'Homme. Ces molécules sont issues des parois des bactéries Gram négatives. Lors de la lyse des bactéries, les résidus de ces parois restent présents dans les eaux qui peuvent présenter une certaine toxicité. Les symptômes sont variés : fatigue, fièvre, diarrhée, vomissement, mais aussi hypotension et inflammation pulmonaire *via* la réponse immunitaire.

O'Toole *et al.* (2008a) n'a observé une toxicité de ces composés que par inhalation et elle n'a pas été mise en évidence lors de l'ingestion. La dangerosité *via* la voie cutané-muqueuse (lors d'abrasion ou de lésions) a peu été étudiée. Les niveaux de toxicité, pour toutes ces voies, sont difficiles à définir.

#### ■ Concentrations mesurées dans les eaux grises

D'après une revue publiée par O'Toole *et al.* (2008a), les niveaux d'endotoxines mesurés sont de l'ordre d'une centaine d'UE (unités endotoxines)/mL pour les EDCH après traitement, d'environ 8 000 UE/mL pour les EG brutes et de 15 000 UE/mL pour les eaux usées. Pour les eaux dites « réutilisées » les valeurs moyennes observées sont de l'ordre de 5000 UE/mL avec des valeurs maximales de l'ordre de 20 000 UE/mL.

### 4.2.2 Virus, parasites transmis par un insecte vecteur

Les installations de réutilisation des EGT peuvent favoriser les stagnations d'eaux et par conséquent favoriser la prolifération de certains insectes vecteurs (gîtes larvaires potentiels) et ainsi augmenter le risque de transmission de maladies vectorielles (Queensland Government 2003).

### 4.2.3 Niveau de contamination microbiologique des eaux grises traitées

Les niveaux des contaminations microbiologiques dans les EG ont été renseignés à partir de l'étude de la bibliographie publiée entre 1990 et 2014 suivant les mots clés suivants : greywater, graywater, grey water, gray water, pathogen, virus, faecal indicator sur les moteurs de recherche Pubmed, Sciencedirect et Scopus.

Les données issues des onze articles disponibles<sup>1</sup> sont présentées sur la figure 3 (cf. paragraphe 2.3.2) et en annexe 6. Les analyses concernant la qualité de l'eau portent le plus souvent sur des indicateurs de contamination fécale et non pas sur les micro-organismes pathogènes. Les pathogènes sont peu recherchés. La présence des indicateurs de contamination d'origine fécale indique que celle des pathogènes est possible.

Concernant les EGT, les données sont disparates, spécifiques aux traitements utilisés et ne tiennent pas compte d'un grand nombre de facteurs tels que le stockage après traitement ou l'état sanitaire de la population, c'est pourquoi il n'a pas été possible d'utiliser ces données.

---

<sup>1</sup> Chaillou *et al.* (2011), Winward *et al.* (2008), Ottoson et Stenström (2003), Laine (2001), Birks *et al.* (2004), Surendran et Wheatley (1998), Rose *et al.* (1991), Christova-Boal *et al.* (1996), Birks et Hills (2007), Friedler *et al.* (2006) et Gilboa et Friedler (2008)

Globalement, la qualité microbiologique des EG est assez dégradée (cf. annexe 6). Le niveau de contamination des EG en micro-organismes pathogènes (légionelles, mycobactéries atypiques, parasites, virus, etc.) est peu documenté. Les bactéries du genre *Pseudomonas* et *Staphylococcus* ont toujours été identifiées lorsqu'elles ont été recherchées (Gilboa et Friedler 2008 ; Winward *et al.* 2008). Une étude a porté sur la recherche de *Legionella sp.*, *E. coli* O157:H7, entérovirus dans les EG et EGT en excluant les eaux de cuisine mais aucun résultat d'analyse n'a été positif (Birks et Hills 2007). *Campylobacter sp.* n'a pas été retrouvé lorsqu'il a été recherché (Birks et Hills 2007 ; Winward *et al.* 2008).

Il est rappelé qu'O'Toole *et al.* (2012) ont recherché qualitativement la présence d'entérovirus sans dénombrement dans les EG et que 12 % des échantillons (n=111) contenait du génome de norovirus et 7 % celui d'entérovirus.

Les indicateurs de contamination fécale sont présents dans tous les prélèvements effectués sur les EG avec un dénombrement de l'ordre de  $10^6$  UFC/100 mL pour *E. coli*,  $10^5$  UFC/100 mL pour les entérocoques intestinaux et  $10^7$  UFC/100 mL pour les coliformes (annexe 6).

Les résultats des études montrent une grande variabilité de la concentration en micro-organismes dans les EG. Par exemple, il existe plus de 3 log de différence pour les entérocoques intestinaux. Elle peut s'expliquer par l'hétérogénéité des systèmes étudiés (types d'eau récupérée, nombre d'habitants, habitudes, état sanitaire, etc.) et des méthodes analytiques utilisées.

#### ► Efficacité des traitements appliqués aux eaux grises

Un traitement de désinfection efficace et adapté doit être appliqué pour éliminer ces pathogènes (Anses 2010a).

Les micro-organismes présentent des résistances différentes aux différents traitements. Par exemple, les kystes de *Giardia duodenalis* sont très résistants. Un minimum de 45 minutes de contact sont nécessaires pour les détruire avec une concentration de chlore libre de 1 mg/L, à pH 7,5 et à 25°C (Korich *et al.* 1990). L'ozone présente une plus grande efficacité, mais les rayonnements UV représentent le traitement le plus efficace contre ces protozoaires (Medema *et al.* 2003).

Les traitements désinfectants (UV, chlore etc.) n'ont que peu d'effet de réduction aux valeurs utilisées en traitement de l'eau. La quantité de bactéries indicatrices de contamination fécale permet une bonne estimation de la quantité d'endotoxines (O'Toole, 2008a).

L'efficacité de la désinfection peut être basée sur le suivi de paramètres indicateurs microbiologiques et chimiques.

#### 4.2.4 Dose infectieuse

Les doses entraînant l'infection par ingestion sont généralement plus faibles pour les virus et les protistes (1-10 particules virales ou kystes pour une DI50) que pour les bactéries (une moyenne d'environ 100 bactéries selon le type de bactérie pour la DI50) (NRMMC *et al.* 2006 ; Teunis et Havelaar 2002).

#### 4.2.5 Données épidémiologiques

Malgré l'existence de dangers microbiologiques, soulignés par les résultats des analyses microbiologiques, des informations sur l'épidémiologie des maladies hydriques causées spécifiquement par l'utilisation des EGT n'ont pas été retrouvées dans la littérature scientifique. Le guide de l'US-EPA (2012) mentionne qu'il n'existe pas de cas de maladies infectieuses documentés aux États-Unis consécutifs à une réutilisation des EG. L'absence

de documentation ne peut toutefois exclure l'existence de cas. De plus, l'absence de micro-organismes pathogènes dans une analyse ne permet pas d'écartier le risque puisqu'ils ne sont présents que si une personne malade ou un porteur asymptomatique a contaminé les EG. Aussi, les eaux doivent recevoir un traitement approprié.

### 4.3 Points à retenir

- Sur le plan chimique, la contamination peut être apportée par l'usage initial des eaux (produits utilisés pour l'hygiène corporelle, l'entretien de la maison, le soin des plantes et des animaux, le bricolage et les loisirs), du transport, du stockage et des traitements des eaux réutilisées ou de l'entretien du système. La nature et les concentrations en contaminants chimiques dans les EG sont très variables et dépendent des situations géographiques, types d'habitats, types d'eaux grises collectées, *etc.*

Le GT considère que lors de la réutilisation des EG après un usage classique des eaux<sup>1</sup>, les dangers associés aux contaminants chimiques peuvent être considérés comme ne présentant pas un impact déterminant pour l'analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des EG. Toutefois, des usages inappropriés (nettoyage intensif, déversement de produit de bricolage, *etc.*), imprévisibles, pourraient entraîner des concentrations significatives de contaminants chimiques dans les EG, lesquelles pourraient être associées à un risque sanitaire, en fonction de la nature et des concentrations des contaminants concernés

- Sur le plan microbiologique, la contamination peut être apportée par l'hygiène corporelle, le soin des animaux et le lavage du linge et de la vaisselle. Le niveau de contamination des EG et EGT est peu renseigné dans la littérature scientifique. Étant données leurs origines, le GT considère donc que la nature de la contamination n'est pas sensiblement différente de celle des eaux usées domestiques.

---

<sup>1</sup> Les notions d'usages classique et inapproprié sont présentées dans le paragraphe 2.2.2

## 5 Exposition

### 5.1 Populations exposées

Les populations pouvant être en contact avec les EGT réutilisées et ainsi être exposées aux contaminants présents dans ces dernières sont :

- les résidents et/ou occupants du bâtiment (habitat, bureau, atelier, etc.) où une réutilisation est mise en place ;
- les utilisateurs occasionnels qui peuvent être en contact pendant une période plus courte lors d'une visite ou d'un séjour dans un lieu où la réutilisation a été mise en place (hôtel, résidence de vacances, etc.) ;
- les professionnels intervenant sur les installations de réutilisation des EG pour le ménage ou la maintenance.

Les risques sanitaires potentiels encourus vont dépendre d'une part de certains paramètres liés au mode et à la nature de l'exposition (durée, fréquence, voie, intensité, etc.) et, d'autre part, de la présence et des niveaux de contaminants (microbiologiques et/ou chimiques et de leurs propriétés). Les effets sanitaires potentiels induits sont également étroitement liés à l'état de santé des personnes exposées.

En effet, au sein de la population figurent des sujets pouvant réagir de manière particulière à des expositions et développer un effet sanitaire particulier. Ces personnes constituent une fraction de la population et sont désignées sous le terme de « populations vulnérables » (Hines *et al.* 2009). En France, dans le cadre de la politique de santé publique, il est d'usage de considérer *stricto sensu* comme populations vulnérables les jeunes enfants, les femmes enceintes, les personnes immunodéprimées<sup>1</sup> et les personnes âgées (Gerba *et al.* 1996).

Dans le cas de l'utilisation des EGT, les experts attirent particulièrement l'attention sur le cas des nourrissons, des personnes âgées, des personnes immunodéprimées et des personnes allergiques par contact à des produits d'hygiène corporelle et d'entretien.

Les incertitudes qui subsistent à la fois sur les caractéristiques biologiques (génétiques, métaboliques, etc.) des personnes vulnérables ainsi que sur la nature et les niveaux de contamination des EG ne permettent pas de conduire une analyse de risque pour ces catégories de populations vulnérables.

La vulnérabilité est une caractéristique qui intègre non seulement les facteurs de sensibilité et de susceptibilité de la personne mais aussi des facteurs sociaux et culturels, notamment le statut socio-économique. Le caractère « vulnérable » est susceptible d'évoluer au cours du temps et en fonction des types et niveaux d'exposition.

La sensibilité est définie comme un risque sanitaire augmenté dû à l'existence d'une

---

<sup>1</sup> Selon une méthodologie de l'InVS et du Réseau d'alerte, d'investigation et de surveillance des infections nosocomiales (RAISIN) est considérée comme immunodéprimée une personne qui présente une maladie évoluée (hémopathie, cancer métastatique, infection à VIH avec CD4 < 500/mm<sup>3</sup>) ou dont le traitement diminue la résistance à l'infection (traitement immunosuppresseur, chimiothérapie, radiothérapie, corticothérapie ≥ 30 jours, corticothérapie récente à hautes doses c'est-à-dire supérieures à 5 mg/kg de Prednisolone pendant plus de 5 jours) (InVS et RAISIN, 2012).

susceptibilité et des différences d'exposition.

## 5.2 Voies d'exposition

Les voies d'exposition possibles pour les usages domestiques considérés sont les suivantes :

### ▶ Cutanéomuqueuse

L'exposition par voie cutanéomuqueuse peut être liée à un contact direct avec des EGT (immersion des mains, projection de gouttelettes *etc.*) ou à un contact indirect avec des résidus d'EGT déposés sur des surfaces, sur des textiles, *etc.* La transmission est facilitée en cas de peau lésée.

### ▶ Inhalation

Tout usage susceptible de produire des aérosols ou des gouttelettes de taille inférieure à 100 µm peut être responsable d'une exposition par inhalation. Selon la taille et la vitesse des particules émises, celles-ci peuvent pénétrer plus ou moins profondément dans l'arbre respiratoire en fonction du mode de respiration, nasal ou oral (CEN 1993 ; ISO 1995).

### ▶ Ingestion

Cette voie d'exposition peut être directe ou indirecte.

Pour les usages étudiés, l'ingestion directe d'EGT ne peut être qu'accidentelle et concerne principalement les jeunes enfants.

L'ingestion indirecte peut être le résultat de projections ou d'une contamination des surfaces par des EGT. Dans ce cas, la transmission peut se faire par un contact main-bouche (Santé Canada 2010 ; Queensland Government 2003). En outre, tous les micro-organismes sur la main ne seront pas nécessairement ingérés même si le contact main-bouche se produit.

## 5.3 Particularités des expositions selon les usages des eaux grises traitées réutilisées

### 5.3.1 Hygiène corporelle

L'hygiène corporelle concerne le lavage des mains, des dents et du corps (incluant bain et douche).

#### ▶ Fréquence d'exposition

La fréquence d'exposition de la population générale est de une à plusieurs fois par jour.

#### ▶ Exposition par voies cutanéomuqueuse, orale et respiratoire

L'hygiène corporelle expose :

- directement toutes les surfaces cutanées et muqueuses ;
- à un risque d'ingestion directe d'eau notamment lors du lavage des dents ;
- aux aérosols produits notamment lors de la douche.

L'exposition par voie cutanéomuqueuse est majoritaire, sauf en cas d'ingestion accidentelle ou liée à des comportements particuliers (jeunes enfants, *etc.*).

### 5.3.2 Alimentation des chasses d'eau des toilettes

#### ▶ Fréquence d'exposition

Une chasse d'eau des toilettes est vidée plusieurs fois par jour par un usager.

Dans un bâtiment collectif, la fréquence d'exposition du personnel d'entretien est liée au nombre de toilettes nettoyées.

► **Exposition par voie cutané-muqueuse et par ingestion main/bouche**

Les contaminants présents dans les gouttelettes d'eau déposées sur les surfaces environnantes comme l'abattant des toilettes exposent les usagers par contact ou indirectement par ingestion suite à un contact main bouche (O'Toole *et al.* 2008). Barker et Jones (2005) ont décrit une contamination conséquente des surfaces après l'utilisation d'une chasse d'eau alimentée avec de l'EDCH jusqu'à 83 cm autour de la cuvette des toilettes.

► **Exposition par inhalation**

Barker et Jones (2005) et Johnson *et al.* (2013) montrent que des aérosols potentiellement infectieux peuvent être produits pendant l'utilisation de la chasse d'eau de toilettes alimentées par de l'EDCH. Cependant, aucune étude n'a encore clairement démontrée ou réfutée la transmission de maladies par les aérosols produits par cette source.

Les recommandations australiennes pour la réutilisation des EG calculent une exposition moyenne attribuable à l'ingestion d'aérosols produits par les chasses d'eau de toilettes de 0,01 mL par tirage, soit une estimation de 11 mL par personne par année (NRMMC *et al.* 2006).

**Le GT juge que :**

- **l'exposition par inhalation est faible ;**
- **les enfants seraient plus exposés du fait de leur taille ;**
- **le personnel d'entretien serait plus exposé du fait de la fréquence des nettoyages ;**
- **la contamination de l'eau de la cuvette des toilettes peut être liée autant à la contamination de l'eau utilisée pour l'alimentation de la chasse d'eau qu'à celle présente dans la cuvette et souillées par les matières fécales et l'urine (Friedler et Gilboa 2010).**

### 5.3.3 Lavage du linge

Dans le cas de l'usage des EGT pour le lavage du linge, les transmissions de pathogènes ou contaminants chimiques peuvent se produire suivant deux modalités :

- directe : par exemple par contact des EGT avec les mains lorsque le linge est retiré de la machine à laver,
- indirecte : par exemple par contact cutané avec le linge ou avec les surfaces contaminées par des éclaboussures ou par contact main/bouche lors de la manipulation du linge.

► **Fréquence d'exposition**

Le GT estime que la fréquence d'utilisation du lave-linge peut varier d'une fois par jour à plusieurs fois par semaine.

► **Exposition par voie cutané-muqueuse et par ingestion main/bouche**

Plusieurs auteurs relatent des contaminations microbienne du linge, des mains et de l'air des machines à laver alimentées avec de l'EDCH ou des ENP. Aucun article n'a été trouvé sur la contamination du linge par des contaminants chimiques.

Des micro-organismes contenus dans les EGT peuvent se déposer sur les textiles lavés et leur transfert dépend du textile (O'Toole *et al.* 2009 ; O'Toole *et al.* 2008b). Gibson *et al.* (1999) présumant un taux de transfert des bactéries du linge humide vers les mains de 50 %. Ce taux est une estimation prudente faite avec une évaluation quantitative des risques. Le taux de transfert des bactériophages MS2 du linge humide vers les doigts,

calculé par O'Toole *et al.* (2009), serait égal 0,19 %. Mais les auteurs n'ont pas pu calculer celui pour *E. coli* ni celui pour *C. parvum*. Celui pour les bactéries Gram négatives serait de l'ordre de 0,3 à 0,5 % (Mackintosh et Hoffman 1984). Le transfert des bactéries à partir de tissus humides est supérieur à celui des tissus secs (Sattar *et al.* 2001). Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau utilisée pour le lavage du textile influencent le transfert microbien qui serait supérieur pour les eaux réutilisées comparativement aux EDCH (O'Toole *et al.* 2008b). Les auteurs estiment que la cause pourrait être une amélioration de la survie microbienne dans l'eau réutilisée et/ou à la modification des propriétés de surface des micro-organismes et/ou du tissu. Dans cette expérimentation, les eaux ont été déchlorées avant l'utilisation et donc ce sont des constituants chimiques autres que le chlore qui peuvent être responsables des résultats observés.

La personne en charge de la manipulation du linge après lavage est exposée par voie cutané-muqueuse et/ou par ingestion par contact main bouche (récupération dans le lave-linge, étendage, pliage, rangement) (O'Toole *et al.* 2008b).

De plus, le linge lavé sec expose la personne qui le porte ou qui l'utilise par contact direct avec la peau pendant un temps plus ou moins prolongé. Les cas des personnes allergiques et des jeunes enfants, qui portent fréquemment du linge et des peluches à la bouche, doivent être considérés.

#### ► Exposition par inhalation

L'utilisateur du lave-linge lors de l'ouverture peut être exposé à des contaminants chimiques volatils ou des aérosols vecteurs de micro-organismes ou de contaminants chimiques. Toutefois, O'Toole *et al.* (2008b) n'ont pas trouvé dans l'air des tambours des lave-linge les micro-organismes initialement présents dans l'eau de lavage et de rinçage.

Oesterholt *et al.* (2007) signalent que la contamination par voie aérienne peut se faire *a posteriori* lors de l'utilisation d'un sèche-linge.

### 5.3.4 Lavage du sol à l'intérieur

#### ► Fréquence d'exposition

Le GT considère que la fréquence du lavage d'un sol est supérieure à une fois par semaine. Le personnel de nettoyage et les jeunes enfants peuvent être exposés plusieurs fois dans une journée.

#### ► Exposition par voie cutané-muqueuse et par ingestion main/bouche

Deux catégories de populations peuvent être exposées :

- la personne qui assure l'entretien des sols par contact des mains et des avant-bras avec de l'eau réutilisée,
- les jeunes enfants qui jouent à même le sol.

#### ► Exposition par inhalation

Le GT estime que le lavage manuel des sols n'engendre pas la production d'aérosols. Cependant, au regard des caractéristiques chimiques des EG et EGT, l'ajout de produits de nettoyage sans précaution est susceptible de produire des composés volatils.

### 5.3.5 Lavage des surfaces extérieures

Il s'agit du nettoyage des terrasses, des cours, du mobilier de jardin et des véhicules.

#### ► Fréquence d'exposition

Le GT considère que la fréquence de lavage peut varier entre une fois par semaine et une fois par mois, selon les saisons pour les personnes disposant d'un espace extérieur. Les

sols à l'intérieur sont lavés plus souvent que les surfaces extérieures et les contacts cutanés directs avec le sol sont plus importants dans l'habitat. Il en résulte une fréquence d'exposition plus élevée pour un lavage à l'intérieur.

▶ **Exposition par voie cutané-muqueuse et par ingestion main/bouche**

Le GT a estimé que l'exposition était la même que pour le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment sous réserve de ne pas utiliser un nettoyeur haute pression. Cette restriction tient à la production importante de gouttelettes d'eau et des éclaboussures qui expose l'utilisateur par contact avec d'autres parties du corps.

▶ **Exposition par inhalation**

Cette exposition n'est à considérer que dans le cas de l'utilisation d'un nettoyeur à haute pression qui génère des aérosols et gouttelettes d'eau.

### 5.3.6 Refroidissement d'air

▶ **Fréquence d'exposition**

L'exposition des occupants du bâtiment est permanente lors de l'utilisation du système de refroidissement. La durée de cette utilisation dépend de la température extérieure.

▶ **Exposition par inhalation**

La prolifération des micro-organismes dans les circuits d'eau et la dispersion des micro-organismes par la formation et l'entraînement d'aérosols engendrent une exposition aux légionelles ou à d'autres micro-organismes hydriques.

Le GT juge que l'utilisation d'EGT pour le refroidissement d'air n'est à l'origine que d'une exposition essentiellement par inhalation pour les occupants du bâtiment. Les professionnels effectuant des réparations peuvent également être exposés par contact cutané si les aérosols tombent sur leur peau.

### 5.3.7 Fontaine d'eau décorative

▶ **Fréquence d'exposition**

La fréquence d'exposition dépend de plusieurs facteurs (type, localisation, taille, saison, etc.). Elle est variable et difficile à apprécier.

▶ **Exposition par voie cutané-muqueuse et par ingestion main/bouche**

Ces expositions peuvent concerner des usagers non avertis notamment des enfants susceptibles de plonger les mains, voire de se baigner dans les fontaines.

▶ **Exposition par inhalation**

Certains types de fontaines peuvent produire des aérosols. Dans ce cas, tous les occupants du bâtiment sont exposés.

## 6 Analyse des risques liés à l'usage des eaux grises traitées

Les données nécessaires pour conduire une ERS sont insuffisantes ou manquantes. Par ailleurs, plusieurs paramètres présentent une grande variabilité spatiale et temporelle : la qualité des EG à traiter, l'état de santé des occupants, les comportements, les filières de traitement, les modalités de l'exploitation des ouvrages *etc.* Il est difficile de procéder à une identification rigoureuse précise et exhaustive des dangers et d'apprécier les expositions. C'est pourquoi le GT estime qu'une ERS liée à cette pratique et applicable à toutes les situations ne peut être conduite de manière robuste.

Chaque projet de réutilisation des EG constitue un cas particulier, ce qui justifie un encadrement réglementaire à l'échelon national s'appuyant sur une démarche systématique d'analyse des risques. L'analyse doit s'appuyer sur le recensement des points critiques pour chaque usage domestique et pour le système de réutilisation.

### 6.1 Points critiques liés au parcours des eaux grises avant leur traitement jusqu'à l'utilisation des eaux grises traitées

#### 6.1.1 Usages générant des EG

Comme indiqué au paragraphe 4.1, des utilisations inappropriées de l'eau en amont de la réutilisation d'EG, pourraient entraîner leur contamination par des concentrations significatives de contaminants chimiques ou microbiologiques, lesquels pourraient être associés à un risque sanitaire.

#### 6.1.2 Traitement

La désinfection des EG par le chlore ou ses composés pourrait générer des SPD (cf. paragraphe 4.1.1.2) dont les effets néfastes pour la santé sont documentés pour certains d'entre eux.

La formation des SPD peut être réduite. Une surveillance de la qualité des eaux est nécessaire (par exemple en réduisant le COT dans le cadre d'une désinfection par le chlore) et/ou par l'utilisation d'un procédé de désinfection approprié et sa maîtrise.

#### 6.1.3 Transport et stockage

Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des EGT peuvent également avoir un impact sur le réseau les distribuant ainsi que sur les accessoires en contact. Si le contenu particulaire est important et que la vitesse de circulation est faible, un dépôt peut se former au cours du temps et obstruer progressivement les canalisations, ou tout du moins réduire la section de passage. La formation de ce dépôt peut également être associée à un développement accru de biofilm en surface, d'autant plus si les EGT contiennent de fortes concentrations de micro-organismes et de matières organiques (Chen *et al.* 2013).

L'accumulation de matières indésirables dans les réseaux d'EGT dépend fortement de la qualité des EG et de leur traitement (Imhof et Muhlemann 2005).

Un facteur majeur affectant les caractéristiques des EG est leur temps de séjour dans le réseau de collecte variant de quelques minutes à quelques jours suivant les filières de traitement (Jefferson *et al.* 2001).

Le stockage des EGT est difficile et peut induire un développement ou une plus longue survie des bactéries pathogènes présentes. Le nombre de coliformes thermotolérants augmente fortement pendant les premiers jours de stockage, suggérant une augmentation du nombre de micro-organismes pathogènes aussi (Imhof et Muhlemann 2005).

Un effet important est la dégradation chimique et biologique des matières organiques, dans le réseau de transport et pendant le stockage. Les réactions chimiques peuvent avoir lieu pendant le stockage et le transport des EGT, et ainsi causer des changements dans la composition chimique de l'eau. La croissance biologique peut conduire à une augmentation des concentrations de micro-organismes. La présence de nutriments tels que phosphates, ions ammonium, nitrates et matière organique favorisera cette croissance microbienne. Ces évolutions peuvent également engendrer des produits de transformation et métabolites (Imhof et Muhlemann 2005).

Par ailleurs, la durabilité des réseaux intérieurs véhiculant des EGT n'est pas connue. Une possible interaction EGT/matériau conduisant à un vieillissement accéléré du réseau doit être prise en considération selon les matériaux.

#### 6.1.4 Présence d'un réseau d'EGT

La réutilisation des EG dans les bâtiments implique la construction d'un réseau supplémentaire pour la distribution des EGT vers les points d'usage. Celui-ci peut engendrer des risques soit liés à sa mise en œuvre ou à son exploitation et entretien soit liés à la qualité de l'eau transportée (Oesterholt *et al.* 2007 ; Santé Canada 2010 ; NRMMC 2006).

Une des principales craintes des services sanitaires de la plupart des pays développés est le risque d'interconnexions entre le réseau de distribution d'EDCH et celui véhiculant une eau de qualité différente comme les EGT. Ces craintes sont basées sur des retours d'expérience : il a été montré que la séparation totale de réseaux ne peut être assurée à long terme et/ou à grande échelle dès lors qu'un double réseau existe.

Aux Pays-Bas, des systèmes d'approvisionnement en ENP ont été installés dans plusieurs lotissements construits à la fin des années 1990. Ces résidences étaient approvisionnées en ENP pour les chasses d'eau, lave-linge et robinets de jardin. Ces eaux provenaient de sources différentes et recevaient un traitement limité. Aucune législation pour la qualité de ce type d'eau n'existait à l'époque et le gouvernement néerlandais a accepté six projets pilotes. Quatre ont été étudiés avec attention pendant environ 16 mois. Des réseaux d'ENP ont ainsi été réalisés. Des interconnexions avec le réseau EDCH ont néanmoins eu lieu suite à de mauvais raccordements. De plus, les ENP traitées étaient susceptibles d'être contaminées par des micro-organismes pathogènes. Des plaintes d'utilisateurs portant sur l'odeur et la couleur de l'eau ont été recensées (Oesterholt *et al.* 2007).

Le rapport du Kiwa Water Research (2003) a inventorié les problèmes et dysfonctionnements survenus lors d'un suivi de sites pilotes réalisé en 2001 et 2002. Ainsi, un exemple d'erreur de raccordement a été recensé à Leidsche Rijn attribué à une négligence de l'entrepreneur et un contrôle insuffisant des opérations. L'EDCH a été contaminée par de l'ENP engendrant une probable épidémie de gastro-entérites, une augmentation de cas de gastro-entérites ayant été observée dans le quartier desservi par l'EDCH contaminée. Le service médical municipal a estimé en 2001 que 200 personnes avaient présenté des problèmes de santé consécutifs à ce mauvais raccordement. Ce rapport du Kiwa de 2003 a inventorié une quinzaine d'autres mauvais raccordements malgré

le fait que différents contrôles avaient permis de constater que le réseau d'ENP était de couleur différente de celui de l'EDCH.

Par ailleurs, l'ENP utilisée avait engendré davantage de corrosion et de dépôts calcaires que l'EDCH.

En 2003, la plupart des projets ont été arrêtés en raison d'une qualité insuffisante de l' « eau ménagère » distribuée et du coût élevé (Kiwa Water Research 2003). Le gouvernement néerlandais a découragé la production et la distribution de l'ENP sur une grande échelle (Oosterholt, 2007).

Le risque de raccordement entre les deux systèmes de distribution est non négligeable et pourrait concerner 1 maison sur 1 000 (NRMMC *et al.* 2006). Les erreurs humaines ne peuvent donc être totalement exclues, que ce soit lors de la mise en œuvre du réseau d'ENP dans l'habitat, ou bien lors de travaux ou interventions sur le réseau intérieur. Il a donc été démontré par retour d'expérience qu'une interconnexion entre le réseau d'EDCH et le réseau d'EGT peut avoir pour conséquence la contamination du réseau EDCH par des micro-organismes pathogènes pour l'Homme et ainsi l'apparition de maladies gastro-intestinales plus ou moins graves par ingestion d'une EDCH contaminée.

De plus, les dispositifs de traitement des EG se trouvent souvent à proximité d'un appoint secondaire en EDCH pour garantir une continuité de fourniture d'eau en cas d'une production insuffisante d'eau traitée pour l'usage envisagé. Ceci implique une forte proximité spatiale des deux types de réseaux, et donc un risque accru de contamination.

Afin de prévenir ce risque d'interconnexions, il est donc primordial de respecter certaines règles de protection des réseaux d'eau. Celles-ci sont précisées dans la norme NF EN 1717 (2001) qui traite des moyens à mettre en œuvre pour prévenir la pollution de l'EDCH, et les exigences générales des dispositifs de protection pour empêcher la pollution par retour. En effet, au cours de son transport dans le réseau de distribution, l'EDCH subit des variations de pression et de débit. Ces variations peuvent entraîner une inversion du sens normal de circulation sous l'effet de chute de pression ou de refoulement en aval (contre-pression). Ces phénomènes sont appelés retours d'eau. Cette norme préconise les dispositifs à mettre en œuvre afin de protéger les réseaux intérieurs en fonction du type de fluide qui pourrait être en contact avec l'EDCH. Selon les définitions précisées dans ce document, les EG sont considérées comme un fluide de catégorie 5, c'est-à-dire un « *fluide présentant un danger pour la santé humaine en raison de la présence d'éléments microbiologiques ou viraux* ». La mise en œuvre d'un réseau d'EGT dans les bâtiments doit donc inclure l'installation de dispositifs de protection de type AA ou AB (respectivement par surverse totale ou par surverse avec trop plein non circulaire) en vue de protéger les réseaux et éviter tout contact physique entre l'EDCH et les EGT.

Un autre point critique est que les réseaux et leurs équipements doivent pouvoir être clairement identifiés par des personnes malvoyantes et celles<sup>1</sup> ne sachant pas lire ou maîtrisant mal l'usage du français

### 6.1.5 Présence d'un robinet d'EGT

La présence d'un robinet de soutirage d'EGT constitue un risque non négligeable d'utilisation de l'EGT pour d'autres usages non prévus et par des personnes non informées voire des

---

<sup>1</sup> Il s'agit notamment des enfants en bas âge de moins de 6 ans, des personnes étrangères ne maîtrisant pas la langue française, des personnes illettrées ou analphabètes

enfants pouvant engendrer une exposition accidentelle par ingestion si l'ouverture du robinet n'est pas verrouillée.

### 6.1.6 Stagnation d'eaux

La présence d'eaux stagnantes dans des installations mal entretenues ou mal conçues peut constituer un habitat de reproduction idéal pour certains moustiques, les mouches, *etc.* La prolifération de certains insectes pourrait augmenter la transmission de maladies vectorielles (Queensland Government 2003).

### 6.1.7 Conclusion

Dans le cas de doubles réseaux intérieurs, les littératures scientifique et grise<sup>1</sup> identifient le risque de contamination du réseau EDCH par interconnexion comme élevé et prévoit des mesures telles que :

- proscription d'interconnexion avec le réseau d'EDCH (par exemple Allemagne, Royaume-Uni, Australie, États-Unis),
- identification différenciée de réseaux (par exemple Portugal, Allemagne, Australie, États-Unis),
- limitation de la durée de stockage (par exemple Australie, États-Unis).

Pour éviter les confusions et les interconnexions, l'identification claire des réseaux (couleur, pictogramme, *etc.*) doit être comprise par toutes les populations y compris les personnes malvoyantes et celles ne sachant pas lire ou maîtrisant mal l'usage du français.

## 6.2 Points critiques en fonction des usages

### 6.2.1 Hygiène corporelle

Se laver régulièrement le corps et les mains permet d'assurer confort et hygiène en luttant notamment contre la persistance et la transmission des micro-organismes d'origine fécale et cutanée. La totalité de la surface corporelle est exposée directement de façon prolongée lors de la douche ou le bain.

De plus, la charge organique résiduelle des EGT compromet l'efficacité des opérations de lavage ou de rinçage pour lesquelles elles seraient utilisées. Le risque sanitaire est lié non seulement à de tels usages mais aussi à l'installation, à ces fins, d'un point de puisage d'EGT dans l'habitat qui pourrait être utilisé à mauvais escient.

### 6.2.2 Alimentation des chasses d'eau des toilettes

Le temps de séjour dans les canalisations et réservoirs de chasse d'eau des toilettes peut varier de quelques minutes en cas d'utilisations successives à plusieurs jours en cas d'absence des habitants. Si la qualité des EGT utilisées entraîne un dépôt ou une accumulation de matières au niveau de ces accessoires, une prolifération de certains micro-organismes ou une augmentation de la quantité de biofilm sur les parois peuvent se produire. Il en résulterait une contamination plus forte de ces eaux et donc un risque plus

---

<sup>1</sup> Allen *et al.* 2010 ; BSI 2010 ; BSI 2011 ; Department of health WA 2010 ; Environment Agency 2011 ; EPA Victoria 2013 ; ETA 905 ; FBR 2005 ; Kiwa Water Research 2003 ; Oesterholt *et al.* 2007 ; NRMCC 2006 ; NSF/ANSI 2011 ; NSW Department of health 2005 ; Sante Canada 2010 ; US-EPA 2012 ; WRAS 1999

élevé. La qualité des EGT utilisées pour l'évacuation des excréta doit donc permettre de limiter ces phénomènes en cas de stagnation ou de stockage prolongés.

Les comportements des usagers sont également des facteurs de risques d'altération de la qualité des EGT. Des mesures préventives peuvent limiter ces risques grâce à une éducation et une information des résidents. Par exemple, pour limiter les contaminations mains-bouches, un lavage des mains systématique avec de l'EDCH après un passage aux toilettes devra être rappelé.

Une entreprise auditionnée par le GT a signalé que la couleur des EGT présentes dans la cuvette induit un nettoyage accru. Un risque sanitaire potentiel en lien avec la formation de SPD est à envisager.

Les EGT dans la cuvette des toilettes devraient également être esthétiquement acceptables. Christova-Boal *et al.* (1996) relatent une augmentation du nettoyage des abattants en raison des taches provoquées par les EG non traitées. Aussi, les EG doivent être suffisamment traitées de façon à éviter l'apparition de taches sur les parois internes de la cuvette des toilettes.

Par ailleurs, l'utilisation de douchettes alimentées en EGT sur les chasses d'eau de WC provoquerait un contact direct avec la peau d'une grande quantité d'eau.

Les professionnels techniques (plombiers, *etc.*) constituent une population à risque en raison des opérations de maintenance et de réparation des chasses et des canalisations d'EGT alimentant la chasse d'eau. Ces cuvettes sont habituellement alimentées à l'EDCH qu'ils réalisent. Aussi, le plombier doit être absolument prévenu du risque sanitaire supplémentaire lié aux EGT. Ainsi, les canalisations et chasse d'eau doivent être correctement identifiées comme étant alimentées par des EGT. Toutefois, le professionnel technique est habituellement exposé lors des manipulations des canalisations des eaux usées domestiques qui sont potentiellement plus contaminées que les EG. Il doit prendre les mêmes précautions que celles habituellement prises lors des maintenances des réseaux d'eaux usées domestiques.

### ► Conclusion

Utiliser les EGT pour alimenter les toilettes peut engendrer des risques sanitaires.

Dans certains pays, l'utilisation des EGT pour l'alimentation des toilettes est subordonnée à la mise en œuvre de mesures préventives (cf. paragraphe 3.1).

### 6.2.3 Lavage du linge

Deux cas sont envisageables :

- un usage partiel pour le seul cycle de lavage avec ajout de lessive et utilisation d'EDCH pour le cycle de rinçage ;
- un usage pour l'alimentation totale en eau du lave-linge (lavage avec ajout de lessive et rinçage) ;

Le premier cas implique l'installation de deux robinets de soutirage d'eau, distribuant de l'EDCH et de l'EGT dans une même pièce à proximité du lave-linge.

Les types de linge sont trop nombreux et les pratiques de lavage trop diverses pour qu'il soit possible de les prendre en considération pour l'analyse des risques.

Aucune étude portant sur la contamination chimique du linge liée aux EGT réutilisées n'a été recensée.

Le GT remarque que l'usage d'EGT est susceptible d'agir sur la corrosion ou l'entartrage de la machine à laver. La norme NF EN 60456 de novembre 2005 « *Machines à laver le linge pour usage domestique - Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction* » indique que les lave-linge doivent être testés avant leur mise sur le marché avec de l'eau d'une dureté de 2,5 (soit 25 °f) ± 0,2 mmol/L.

Mainali *et al.* (2014) n'ont observé visuellement aucun signe de corrosion ou d'entartrage du lave-linge après 50 cycles de lavage avec de l'eau usée réutilisée. Le GT remarque que cette publication n'apporte pas d'information sur l'entartrage et la corrosion lors d'une utilisation plus longue et représentative de la réalité.

Sur le plan de la contamination microbienne, plusieurs études signalent une réduction du nombre de micro-organismes présents sur le linge sale sous l'action de différents facteurs (température de l'eau, détergents, eau de javel, *etc.*) lors d'un lavage.

Fijan *et al.* (2007) constatent que l'un des facteurs de la réduction en micro-organismes est la température de lavage. L'élimination des micro-organismes dépend aussi d'une combinaison des produits de lavage utilisés, de la durée des cycles de lavage et de l'action mécanique de la machine à laver. Les résultats montrent que *Mycobacterium terrae* et *Candida albicans* survivent au lavage à 45 °C ; *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes* et *Pseudomonas aeruginosa* survivent à 60 °C, mais aucun des micro-organismes recherchés n'a été trouvé après un lavage à 75 °C. Tous les micro-organismes recherchés ont survécu à la phase de pré-lavage à 35 °C. Ces auteurs ont également jugé importante l'élimination mécanique de la plupart des micro-organismes des textiles après l'utilisation d'EDCH dans le processus principal de lavage, après le pré-lavage. Aussi, le lavage du linge en machine ne permet pas dans tous les cas d'assurer la réduction des micro-organismes pathogènes du fait des comportements et habitudes diverses des foyers, des modalités de lavage et du textile.

O'Toole *et al.* (2008b) estiment que le processus de transfert microbien de l'eau au tissu durant le cycle de lavage de la machine est complexe. Ils montrent son lien aux éléments du cycle de la machine à laver elle-même, tels que la durée du cycle, l'agitation de l'eau de lavage et la vitesse du cycle d'essorage. Des mécanismes d'adhésion et de détachement des micro-organismes sur le tissu se produisent continuellement pendant le cycle de machine à laver et dépendent des propriétés du textile et des micro-organismes.

Les détergents et autres produits de lessive présents dans les eaux de rinçage peuvent agir sur la survie microbienne et sur les taux de transfert des micro-organismes vers les textiles, puis vers la peau.

O'Toole *et al.* (2008b) estiment que l'utilisation de l'EGT pour le lavage des vêtements dans une machine à laver apporte une contamination microbienne engendrant un risque sanitaire inférieur à celle qui peut être apportée par le linge sale.

Töpfer *et al.* (2003) cité dans Nolde (2005) ont comparé la contamination microbienne de vêtements lavés avec de l'EDCH et des EGT pour des températures de lavage de 30, 60 et 95 °C. Sur les 84 échantillons de vêtements séchés par un sèche linge, aucune différence n'a été observée microbiologiquement entre ceux lavés et rincés avec de l'eau grise recyclée

et ceux avec de l'EDCH. Le GT a considéré que cette étude ne permettait pas de conclure quant au transfert des micro-organismes de l'EGT vers le linge car la qualité microbienne a été évaluée en utilisant les dénombrements des bactéries hétérotrophes et non des micro-organismes indicateurs entériques. De plus, la contribution du sèche linge ne peut pas être distinguée de celle du lavage.

Holländer *et al.* (1993) montrent que la qualité microbiologique du linge lavé par une machine alimentée par de l'eau de pluie stockée en citerne et celle du linge lavé à l'eau du réseau de distribution ne diffèrent pas de manière significative. Selon ces auteurs, les bactéries seraient fortement éliminées sous l'action combinée de la lessive et des hautes températures (> 60°C), puis par le rinçage le séchage et le repassage.

#### ► Conclusion

Des pathogènes ou contaminants chimiques peuvent être transférés de l'EGT vers le linge.

L'installation de deux robinets de soutirage d'eau, distribuant l'un de l'EDCH, l'autre de l'EGT, dans une même pièce, peut être source de confusion et de contaminations.

### 6.2.4 Lavage des sols à l'intérieur et utilisations à l'extérieur de l'habitat ou du bâtiment

Le nettoyage ou le lavage permettent d'assurer un aspect agréable (notion de confort) et un niveau de propreté (notion d'hygiène). Cette opération d'entretien se fait en combinant plusieurs éléments : action chimique (agents détergents, détartrants et/ou désinfectants), action mécanique, température et temps d'action. Selon les pratiques individuelles, un rinçage à l'eau claire peut avoir lieu (ARLIN Bourgogne 2013).

Dans le cas de l'usage des EGT, l'ajout de ces produits chimiques peut interférer avec le résiduel de matières organiques présent. Le GT juge que les produits de transformation formés peuvent être néfastes pour la santé et l'environnement.

#### 6.2.4.1 Lavage des sols à l'intérieur de l'habitat

Les points critiques ne sont listés que pour le lavage du sol se faisant manuellement et avec des balais sans utilisation de moyens électriques (balai électrique, monobrosse, autolaveuse, etc.).

L'exposition se fait principalement lors de l'immersion des mains et des avant-bras dans le récipient contenant les EGT (cf. paragraphe 5.3.4). Cette exposition dépend de la surface de peau en contact avec l'eau et le sol, de la fréquence d'utilisation des EGT pour le nettoyage et de leur contamination.

Deux autres aspects liés à l'utilisation de produits détergents, désinfectants ou détartrants pour le nettoyage doivent être pris en compte :

- les caractéristiques des EGT doivent être telles qu'elles ne puissent pas réduire, voire neutraliser l'efficacité de ces produits ;
- la production éventuelle de sous-produits de réaction avec la matière organique et les contaminants chimiques.

Outre le risque lié à l'usage, celui lié à l'installation d'un point de puisage qui peut être utilisé à mauvais escient pour d'autres usages doit être souligné.

#### 6.2.4.2 Utilisation à l'extérieur de l'habitat ou du bâtiment

##### ► **Nettoyage à l'aide d'un nettoyeur haute pression**

L'utilisation d'un nettoyeur à haute pression est concevable uniquement pour un nettoyage à l'extérieur de l'habitat. Il peut générer la production d'une grande quantité d'aérosols, qui compte tenu de la qualité des EGT, sont susceptibles de contenir des micro-organismes pathogènes et ainsi d'augmenter les risques de contamination principalement par inhalation (cf. paragraphe 4.2). D'une façon plus générale, cette remarque vaut pour toutes les utilisations qui peuvent conduire à la formation d'aérosols.

Les dispersions des aérosols varient avec la typologie des nettoyeurs à haute pression. De plus, il y a un déficit de connaissances concernant les micro-organismes présents dans les EGT et pouvant s'aérosoliser.

##### ► **Lavage des surfaces extérieures (terrasse, voiture, mobilier, etc.)**

Les surfaces extérieures peuvent être entretenues avec de l'EGT par action mécanique avec ou sans ajout de produits d'entretien.

##### ► **Arrosage des espaces verts**

Les expertises sur la réutilisation des eaux pour l'arrosage des espaces verts et jardins ont déjà été menées par l'Agence (Afssa 2009, Anses 2012). De plus, l'arrosage des espaces verts par des eaux usées traitées est encadré par l'arrêté du 2 août 2010 modifié<sup>1</sup>, relatif à *l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts*. Il n'existe pas d'argument pour que les contraintes fixées dans ce cadre soient différentes pour les EGT. Aussi, l'analyse des risques ne sera pas faite pour l'usage « arrosage des espaces verts » dans le présent rapport.

#### 6.2.4.3 Conclusion

##### ► **Lavage des sols à l'intérieur du bâtiment**

Il n'existe pas de recommandation, réglementation ou norme internationales indiquant des valeurs à respecter pour une réutilisation des EGT pour l'usage « lavage des sols à l'intérieur du bâtiment ».

Cet usage suppose l'installation d'un point de puisage dans l'habitat qui peut engendrer des risques sanitaires et ne peut exclure la formation de sous-produits de transformation après l'ajout d'un produit d'entretien (cf. 6.1).

##### ► **Utilisations à l'extérieur du bâtiment**

Afin d'éviter tout risque de contamination, les pays autorisant l'usage des EGT pour le lavage à l'extérieur recommandent qu'elles soient désinfectées avec dans certains cas une limite de chlore résiduel (cf. tableau VI).

L'utilisation d'EGT pour un lavage à l'extérieur implique la présence en dehors de l'habitat d'un point de puisage dont la manipulation doit être protégée pour éviter tout risque de confusion (cf. paragraphe 7.5.2).

Des critères de qualité devront être fixés pour la réutilisation des EGT pour l'extérieur.

---

<sup>1</sup> Arrêté du 25 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts

De manière générale pour les usages lavages à l'intérieur ou à l'extérieur :

- le port d'un équipement de protection individuelle (EPI) tel que des gants de ménage est un moyen de prévention efficace ;
- l'ajout de produits d'entretien représente un risque supplémentaire de formation et de présence de contaminants chimiques ;
- l'utilisation d'EGT avec un nettoyeur haute pression engendre des risques de génération d'aérosols.

### 6.2.5 Systèmes de refroidissement d'air

Les systèmes de refroidissement par voie humide fonctionnent par échange de chaleur entre l'eau et l'air (tours aérorefrigérantes utilisées pour le refroidissement de l'eau réchauffée au contact d'installations produisant de la chaleur) ou entre l'air et l'eau (installations de rafraîchissement de l'air de locaux). Les systèmes peuvent être à refroidissement évaporatif, adiabatiques ou mixte. Leur description détaillée et la réglementation française sont présentées en annexe 7.

#### ► Systèmes à refroidissement évaporatifs

Les systèmes de refroidissement sont donc susceptibles d'exposer des personnes à des aérosols contaminés pouvant entraîner un risque d'infections, notamment respiratoires, en particulier pour les populations vulnérables.

Les systèmes à refroidissement évaporatif, ouverts ou fermés qui mettent en œuvre une dispersion d'eau dans un flux d'air favorisent la prolifération dans les circuits et la dissémination dans l'atmosphère de légionelles. Ils sont soumis à la rubrique 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement et aux prescriptions générales définies par arrêtés.

#### ► Systèmes adiabatiques

Les systèmes adiabatiques induisent moins de risques que les systèmes évaporatifs dans la mesure où ils utilisent une eau « propre », issue du réseau, voire désinfectée, et respectent certains critères techniques, comme la vitesse de l'air.

Les systèmes à brumisation peuvent limiter le risque de contamination de l'eau par une désinfection en amont de la brumisation (rayonnements UV, etc.). L'absence de circuit et le fonctionnement en « eau perdue » permettent de limiter encore ce risque, ces systèmes étant configurés pour n'être utilisés qu'avec de l'eau du réseau, dite « propre ».

Les systèmes à pulvérisation d'eau dans l'air sont souvent utilisés en alternance avec la mise en circulation de l'air par les ventilateurs. Sous réserve d'un fonctionnement correct de l'automate de contrôle, on constate pour ces systèmes une absence d'entraînement vésiculaire. Comme pour la brumisation, le fonctionnement en « eau perdue » limite le risque de contamination.

Les systèmes dits « à média », qui pré-humidifient l'air par passage au travers d'un média imprégné d'eau, sont conçus pour supprimer les aérosols, et à ce titre limitent le risque de dispersion. La plupart des systèmes fonctionnent en « eau perdue » avec de l'eau issue du réseau. Certains systèmes utilisent de l'eau en recirculation sur une durée de 24 heures, avant d'effectuer une purge du circuit. Dans de bonnes conditions d'exploitations (vitesse de l'air contrôlée, taux d'humidification limité à 80-85 %), le risque de prolifération et d'entraînement de gouttelettes d'eau contaminées est donc limité.

► **Systemes mixtes**

Les systemes « mixtes », qui combinent le mode humide évaporatif avec d'autres modes de fonctionnement (sec et/ou adiabatique), sont soumis à la même réglementation que les systemes humides évaporatifs classiques.

► **Conclusion :**

Les systemes de refroidissement font appel à des systemes techniques complexes nécessitant notamment un stockage de l'eau. Par ailleurs, les exigences en termes de valeurs limites sont peu compatibles avec les caractéristiques des EGT (cf. annexe 7). Utiliser des EGT pourrait aggraver le risque par formation de sous-produits de désinfection.

### 6.2.6 Fontaines d'eau décoratives

Les fontaines peuvent être installées à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations, des immeubles ou des bâtiments recevant du public. Les caractéristiques de ces fontaines sont variables (forme, taille de bassin, nombre et hauteur de jets d'eau, recyclage de l'eau, etc.). L'eau utilisée dans ces installations recircule et n'est pas renouvelée à chaque passage, engendrant une dégradation de la qualité de l'eau au cours du temps.

Les risques sanitaires liés à ces installations sont liés à la production possible d'aérosols et à un contact éventuel notamment pour des jeunes enfants ou les professionnels chargés de l'entretien.

Plusieurs épidémies ayant pour origine des fontaines décoratives ou récréatives alimentées en EDCH ont été décrites (cf. tableau X). Ces fontaines sont situées dans les hôtels ou restaurants, dans des établissements hospitaliers ou dans des parcs aquatiques.

Différents micro-organismes sont associés à ces épidémies qui ont touché des enfants, des adultes et/ou des patients. Les infections sont respiratoires lorsqu'il s'agit de *Legionella pneumophila*, générales pour *L. anisa* (fièvre de Pontiac) ou gastro-intestinales (*Cryptosporidium spp*, *Giardia duodenalis*, Norovirus, etc.).

Ainsi, le risque de transmission d'infections respiratoires et gastro-intestinales à partir de l'EDCH utilisée pour alimenter des fontaines décoratives ou récréatives n'est pas négligeable. Ce risque ne peut être qu'augmenté si l'eau alimentant ces équipements n'est pas potable.

Tableau X : Épidémies associées à des fontaines décoratives alimentées par de l'EDCH

Source	Pays, année	Type de fontaine et qualité de l'eau l'alimentant	Population exposée	Pathologies et effectifs	Implantation des fontaines	Causes
Haupt <i>et al.</i> (2012)	USA, Wisconsin, 2010	Fontaine décorative, EDCH	Patients, visiteurs, etc.	8 patients atteints de légionellose	Zone publique d'un hôpital	Nettoyage de routine et entretien insuffisant
Palmore <i>et al.</i> (2009)	USA	Fontaine décorative, EDCH	Patients	2 patients atteints de légionellose	Secteur de radiothérapie	Malgré filtre et traitement par ozone
Correia <i>et al.</i> (2001)	Portugal	Fontaine d'un parc	Population générale	11 participants à un concert	Fontaine d'un parc où a eu lieu un concert de rock	Cause non identifiée
MMWR (1998)	USA, Minnesota 1997	Fontaine décorative Eau recirculante, filtrée, chlorée	Population générale	369 cas de gastroentérite à <i>C. parvum</i>	Fontaine décorative à jets	Pas de nettoyage des filtres
O'Loughlin <i>et al.</i> (2007)	USA, Dakota 2005	Fontaine décorative EDCH	Population générale	18 cas de légionellose	Petite fontaine récréative d'un restaurant	Cause non identifiée
Fenstersheib <i>et al.</i> (1990)	USA, Californie, 1988	Fontaine décorative EDCH	Population générale et personnel	34 cas de fièvres de Pontiac à <i>Legionella anisa</i> 42 % du personnel de l'hôtel avec des taux sériques élevés anti <i>L. anisa</i>	Fontaine décorative d'un hôtel	Défaut de traitement de l'eau
Hlady <i>et al.</i> (1993)	USA, Floride 1992	Fontaine décorative EDCH recirculante	Population générale	5 cas de légionellose	Fontaine décorative	Défaut d'entretien du réseau de la fontaine
Jones <i>et al.</i> (2003)	USA, 2003	Fontaine décorative EDCH	Population générale et personnel	117 cas de fièvres de pontiac à <i>Legionella anisa</i>	Fontaine décorative d'un restaurant	Cause non identifiée

### ► Conclusion

Des épidémies se sont produites suite à une exposition à des eaux contaminées provenant de fontaines d'eaux décoratives alimentées avec de l'EDCH mais mal entretenues ou mal traitées. La réutilisation des EGT de par leurs caractéristiques et leur stockage est de nature à aggraver le risque d'exposition à des légionelles.

## 6.3 Démarche de hiérarchisation des risques microbiologiques

La méthode de hiérarchisation des risques liés à la réutilisation des EGT pour des usages domestiques (usages mentionnés au paragraphe 3.4) s'appuie sur la méthode d'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC). Cette méthode permet d'établir une criticité, pour chaque usage et chaque voie d'exposition retenus pour l'analyse. Le calcul de criticité effectué permet de hiérarchiser les risques liés à chaque usage et chaque voie d'exposition. La méthode est appliquée au risque microbiologique pour la population générale et ne tient pas compte de l'efficacité des différents traitements pouvant être mis en œuvre. L'analyse du risque chimique n'a pas pu être réalisée et est écartée au regard des conclusions rappelées dans le paragraphe 4.1.

La criticité est le produit de l'impact (ou effet ou gravité) et de la probabilité de survenue d'un événement (indice d'occurrence, exposition à un micro-organisme ici). Plus la criticité est élevée, plus le risque lié à la survenue de l'évènement est élevé.

Pour chaque voie d'exposition, la probabilité d'exposition aux micro-organismes pathogènes présents dans les EGT réutilisées dépend de la fréquence et des volumes d'exposition. La gravité dépend de la pathogénicité du micro-organisme pour la voie considérée.

La gravité estimée correspond à celle attendue en population générale.

Pour mémoire, le GT considère que l'arrosage des espaces verts avec des EGT rentre dans le cadre de l'arrêté du 2 août 2010 modifié relatif à *l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts*, et qu'il n'est pas utile de le considérer pour la présente démarche.

### 6.3.1 Indice d'occurrence

L'indice d'occurrence est le produit de la fréquence d'exposition et du volume d'exposition pour l'usage domestique envisagé et pour la voie d'exposition considérée.

La fréquence d'exposition correspond à la fréquence de l'usage domestique envisagé. Elle ne varie pas selon la voie d'exposition considérée. L'échelle de cotation de la fréquence d'exposition retenue est la suivante :

- 1 : fréquence nulle
- 2 : fréquence faible, inférieure à 1 fois par mois
- 3 : fréquence moyenne, comprise entre 1 fois par semaine et 1 fois par mois
- 4 : fréquence élevée, comprise entre 1 fois par jour et 1 fois par semaine
- 5 : fréquence très élevée, supérieure à 1 fois par jour

Le volume d'exposition représente le volume auquel la personne est exposée lors de l'usage des EGT ; il varie selon la voie d'exposition considérée. L'échelle de cotation du volume d'exposition retenue est la suivante :

- 1 : volume d'exposition nul
- 2 : volume d'exposition faible, inférieur ou égal à 1 mL
- 3 : volume d'exposition moyen, entre 1 mL et 1 L
- 4 : volume d'exposition élevé, entre 1 L et 100 L
- 5 : volume d'exposition très élevé, de plus d'une centaine de litres.

Pour établir les deux échelles de cotations, le GT retient des classes estimées comme représentatives des différents usages.

Un indice d'occurrence est calculé par usage et par voie d'exposition pour la population générale (cf. tableau XII). Les valeurs des fréquences et des volumes d'exposition pour la population générale sont déterminées à dire d'experts en s'appuyant sur l'analyse des points critiques (cf. paragraphes 6.1 à 6.2).

La matrice de calcul de l'indice d'occurrence présentée dans le tableau XI permet de caractériser différents niveaux d'exposition.

**Tableau XI Caractérisation des niveaux d'occurrence**

Fréquence	Volume	Indice d'occurrence	Niveau d'occurrence
1 à 5	1 à 5	1	occurrence nulle
		]1 ; 4]	occurrence faible
		]4 ; 9]	occurrence moyenne
		]9 ; 16]	occurrence élevée
		]16 ; 25]	occurrence très élevée

**Tableau XII : Indices d'occurrence des expositions de la population générale liés aux usages domestiques déterminés à dire d'experts**

Usages	Fréquence d'exposition	Volume d'exposition			Indice d'occurrence = Fréquence x volume		
		orale	respiratoire	cutanéomuqueuse	orale	respiratoire	cutanéomuqueuse
Chasse d'eau des toilettes	5	2	2	2	10	10	10
Lavage du linge							
avec rinçage à l'EDCH	4	1	1	2	4	4	8
avec rinçage à l'EGT	4	3	1	4	12	4	16
Lavage des sols à l'intérieur du bâtiment	4	2	1	3	8	4	12
Refroidissement d'air	5	1	3	1	5	15	5
Lavage des surfaces extérieures							
avec nettoyeur à haute pression	3	2	4	5	6	12	15
sans nettoyeur à haute pression	3	2	1	3	6	3	9
Fontaine d'eau décorative	5	3	3	2	15	15	10
Hygiène corporelle	5	3	2	5	15	10	25

### 6.3.2 Gravité

La gravité dépend du micro-organisme et de la voie d'exposition considérés.

Il n'est toutefois pas possible de réaliser l'analyse des risques associés à l'ensemble des pathogènes potentiellement présents, faute de données sur leur concentration dans les EG et EGT, et sur l'état sanitaire des populations exposées. Aussi, quelques micro-organismes représentatifs de ceux présents dans les EG ont été choisis pour l'analyse des risques. Ce choix s'est réalisé principalement sur quatre critères :

- représentativité de trois types d'organismes pathogènes rencontrés (virus, bactéries et protistes),

- résistance importante dans l'environnement et aux traitements classiques de l'eau,
- micro-organismes représentatifs des trois voies d'expositions (orale, cutanéomuqueuse et respiratoire),
- micro-organismes supposés présents dans les EGT.

En respectant ces critères, le GT retient les micro-organismes suivants : *Legionella pneumophila* (bactérie représentative d'infections par inhalation), les staphylocoques pathogènes, *Pseudomonas aeruginosa* et les mycobactéries atypiques (bactéries présentes dans les eaux et représentatives d'infections par l'exposition cutanéomuqueuse), les Norovirus, (virus représentatifs de d'infections par ingestion) *Cryptosporidium parvum* et *Giardia duodenalis*, (protistes représentatifs également d'infections par ingestion) et enfin les Adénovirus (qui présentent à la fois un risque par ingestion et par inhalation).

L'échelle de cotation de la gravité retenue est la suivante :

- 1 : gravité nulle, pas d'effet
- 2 : gravité faible, effet réversible, sans séquelle
- 3 : gravité moyenne, effet avec séquelle
- 4 : gravité élevée, décès possible

Le tableau XIII présente les cotations de la gravité retenues pour chaque micro-organisme et par voie d'exposition pour la population générale.

**Tableau XIII : Gravité par voie d'exposition pour la population générale**

Micro-organisme	Gravité par exposition		
	ingestion	inhalation	cutanéomuqueuse
<i>Legionella pneumophila</i>	1	4	1
<i>Staphylocoques pathogènes</i>	1	1	2
Norovirus	2	1	1
Adénovirus	2	2	1
<i>Cryptosporidium parvum</i>	2	1	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	1	3
<i>Giardia duodenalis</i>	2	1	1
Mycobactéries atypiques	1	2	3

Pour rappel : 1 = gravité nulle, pas d'effet

### 6.3.3 Criticité

Le calcul de l'indice de criticité des risques liés aux usages domestiques des EGT pour chaque usage, chaque micro-organisme d'intérêt et chaque voie d'exposition est présenté en annexe 8.

Le tableau XIV indique les indices de criticité maximum estimés par usage et voie d'exposition.

**Tableau XIV : Indices de criticité des risques liés aux usages domestiques des eaux grises traitées déterminés à dire d'experts.**

Usages	Indice de criticité maximum par exposition		
	Ingestion	Inhalation	Cutanéo-muqueuse
Alimentation des chasses d'eau des toilettes	20	40	30
Lavage du linge avec rinçage par des EGT	24	16	48
Lavage du linge avec rinçage par EDCH	8	16	24
Lavage des sols à l'intérieur du bâtiment	16	16	36
Lavage des surfaces extérieures avec nettoyeur à haute pression	12	48	45
Lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression	12	12	27
Refroidissement d'air	10	60	15
Fontaine d'eau décorative	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>30</b>
Hygiène corporelle	30	40	75

En gras : indice de la fontaine d'eau décorative servant de seuil pour chaque voie d'exposition

Cellule grisée : indice maximal strictement inférieur à celui de la fontaine d'eau décorative pour les expositions par inhalation et par ingestion (soit respectivement < 30 et < 60) et un indice maximal inférieur ou égal à celui des fontaines d'eau décorative pour la voie cutané-muqueuse (soit ≤ 30).

Des épidémies provoquées par une exposition par ingestion et/ou par inhalation d'eaux contaminées par des fontaines d'eaux décoratives utilisant de l'EDCH sont documentées (cas de cryptosporidiose et de légionellose cf. paragraphe 6.2.6). **Le GT choisit donc les indices maximum des fontaines comme les limites à ne pas dépasser pour les voies d'exposition respiratoire et orale.**

**En revanche, aucune épidémie liée à une exposition par voie cutané-muqueuse n'est à ce jour documentée : il est donc décidé de ne pas utiliser strictement l'indice maximum des fontaines pour une exposition par voie cutané-muqueuse. Une adaptation est proposée : pour la voie cutané-muqueuse, l'indice maximum pour un usage doit être inférieur ou égal à celui de la fontaine d'eau décorative par voie cutané-muqueuse ; de plus la valeur de 30 correspond à l'indice le plus pénalisant.**

Les indices maximum de criticité pour l'usage « fontaine d'eau décorative » sont : 30 pour une exposition par ingestion, 60 pour la voie d'exposition respiratoire et 30 pour la voie cutané-muqueuse.

Ainsi, malgré les limites de la démarche, le GT considère que les usages présentant un niveau de risque nul à faible (cf. tableau XV) sont ceux répondant aux critères :

- un indice maximal strictement inférieur à celui de la fontaine d'eau décorative pour les voies d'exposition respiratoire et orale, soit respectivement < 30 et < 60,
- et un indice maximal inférieur ou égal à celui des fontaines d'eau décorative pour la voie cutané-muqueuse, soit ≤ 30.

Dans le tableau XIV, les cases satisfaisant ces critères sont grisées.

Tableau XV : Niveaux de risques liés à l'usage d'eaux grises traitées.

Indice de criticité selon l'exposition			Niveau de criticité	Niveau de risque
Ingestion	Inhalation	Cutanéo-muqueux		
1	1	1	criticité nulle	risque nul
]1 ; 30[	]1 ; 60[	]1 ; 30]	criticité faible	risque faible
[30 ; 100]	[60 ; 100]	]30 ; 100]	criticité très élevée	risque très élevé

Les usages satisfaisant les deux critères énoncés ci-dessus pour les 3 voies d'exposition sont :

- chasse d'eau des toilettes,
- lavage du linge avec rinçage par EDCH,
- lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression.

Le GT rappelle qu'un usage des EGT pour le lavage du linge avec rinçage par EDCH implique la présence de deux robinets de soutirage d'eau distribuant deux eaux de qualité différente dans une même ; le GT juge que cette situation peut être source de confusion et engendrer un risque (cf. paragraphe 6.2.3).

Ainsi, afin de caractériser les différents niveaux de criticité, le GT présente une matrice de calcul dans le tableau XV.

## 6.4 Points à retenir

- L'usage des EGT implique une identification très claire des réseaux d'eaux et des points de distribution. Le risque de confusion lié à l'existence de deux points de distribution (EGT et EDCH) dans un même local est important, et la maîtrise de ce point critique ne peut pas être garantie.

Les risques sanitaires liés à une connexion entre les réseaux d'EDCH et d'EGT constituent un point critique difficile à maîtriser.

- Les épidémies provoquées par des fontaines d'eau décoratives alimentées avec de l'EDCH sont notamment liées à un défaut de traitement ou d'entretien ainsi qu'à leurs modalités de fonctionnement (recirculation de l'eau avec peu de renouvellement). Ces constats et le résultat de la démarche de hiérarchisation des risques montrent que cet usage présente trop de risque pour la santé, notamment de contamination par *Legionella sp.*, pour qu'il puisse être envisagé avec de l'EGT.
- L'analyse des risques montre que les EGT peuvent être adaptées à trois usages sous réserve du respect de critères de qualité stricts et d'une information adaptée destinée aux utilisateurs :
  - alimentation de la chasse d'eau des toilettes,
  - lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression,
  - arrosage des espaces verts.
- Les EGT ne peuvent être utilisées pour le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment parce que cet usage :

- suppose l'installation d'un point de puisage dans l'habitat qui peut engendrer des risques sanitaires ;
  - ne peut exclure la présence et la formation de contaminants chimiques après l'ajout d'un produit d'entretien ;
  - expose fréquemment les jeunes enfants qui jouent à même le sol.
- Le risque sanitaire est jugé trop important pour que les EGT puissent être utilisées pour les systèmes de refroidissement d'air. De plus, cette utilisation n'est pas compatible avec les prescriptions de la réglementation française relative à cette pratique.
- L'emploi d'un nettoyeur haute pression générant une grande quantité d'aérosols aggrave les risques sanitaires et n'est pas compatible avec une utilisation des EGT pour des usages domestiques.
- La démarche de hiérarchisation telle que déroulée aboutit à un risque nul à faible pour une réutilisation des EGT pour le lavage du linge avec rinçage par l'EDCH. Toutefois, celle-ci implique la présence de deux robinets de soutirage d'eau, distribuant deux eaux de qualité différente dans une même pièce, en eau dans une même pièce ce qui peut être source de confusion et engendrer un risque. En l'état actuel des connaissances et des données disponibles, le GT estime que les EGT ne peuvent être utilisées pour le lavage du linge même avec un cycle comprenant un rinçage à l'EDCH.

## 7 Conclusions et recommandations

Le GT constate que, compte tenu de leurs caractéristiques, les EG ne peuvent en aucun cas être réutilisées, quels que soient les usages, sans un traitement préalable en vue de réduire leurs contaminations chimique et microbiologique. L'objectif de ce traitement doit être de garantir un niveau de risque sanitaire nul à faible. Il implique la mise en œuvre de moyens et/ou de technologies appropriés qui exigent un savoir faire tant pour sa conception que pour sa gestion. De plus, une appropriation par les utilisateurs et l'information au public sont aussi des conditions indispensables pour assurer la sécurité sanitaire de l'opération.

Une analyse « bénéfiques/risques » et une étude de la faisabilité technique et économique devraient précéder toute décision de réutiliser les EG pour s'assurer que le bilan global de l'opération sur le plan sanitaire et environnemental reste positif voire neutre. Par ailleurs, le GT estime que les décideurs (particuliers, copropriétaires, élus, etc.) doivent être informés sur les impacts sanitaires, environnementaux et économiques de l'opération de réutilisation des EG avant la décision.

Compte tenu de ses impacts, la pratique de réutilisation des EGT doit aussi être encadrée. À cet effet, le GT propose des recommandations. Il souligne qu'elles ne valent que pour des EGT ne présentant pas de pollutions ponctuelles ou chroniques liées à une collecte anormalement élevée de produits chimiques (par exemple soude, produits de bricolage et de jardinage, etc.).

### 7.1 Origines et identification des eaux grises réutilisables

Le GT estime qu'en l'état actuel des connaissances, seules les EG provenant de la douche, de la baignoire, du lavabo et du lave-linge présentent des caractéristiques compatibles avec un usage après traitement.

Le GT recommande d'éviter la réutilisation des EG issues des cuisines qui présentent une forte charge en matières organiques et particulaires (notamment les graisses). D'ailleurs, certains industriels, et la plupart des conclusions des publications scientifiques, ne l'envisagent pas pour éviter la mise en œuvre d'un traitement spécifique trop contraignant.

### 7.2 Parc immobilier concerné

La réutilisation des EG peut être envisagée dans des bâtiments à usages d'habitation (collective ou individuelle), les établissements recevant du public ou à vocation tertiaire.

S'agissant des établissements de santé et des établissements sociaux et médicaux-sociaux, d'hébergement de personnes âgées ; des cabinets médicaux, des cabinets dentaires, des laboratoires d'analyses de biologie médicale et des établissements de transfusion sanguine ; des crèches, des écoles maternelles et élémentaires, considérant que :

- par précaution, les personnes vulnérables (nourrissons, personnes âgées, personnes immunodéprimées, personnes allergiques par contact à des produits d'hygiène corporelle et d'entretien, etc.) doivent éviter les usages conduisant à un contact avec les EGT ;
- l'utilisation d'eau de pluie est interdite à l'intérieur de ces établissements (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) ;
- les EG sont plus contaminées que les eaux de pluie,

la réutilisation des EG ne doit pas être permise dans ces établissements.

### 7.3 Usages domestiques des eaux grises traitées réutilisées

En l'état actuel des connaissances, le GT considère que, sous réserve de la mise en œuvre d'un traitement et de mesures de gestion appropriées, les EGT peuvent être adaptées à trois usages :

- l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes,
- l'arrosage des espaces verts,
- le lavage des surfaces extérieures sans génération d'aérosols (et donc sans utilisation de nettoyeur à haute pression) ; l'ajout de produits d'entretien étant déconseillée.

Le GT propose que ne soient pas permis les usages suivants :

- l'hygiène corporelle,

car il expose la population à un risque sanitaire tel qu'il justifie une EDCH ;

- le lavage des surfaces extérieures avec un nettoyeur haute pression,
- l'alimentation des fontaines d'eaux décoratives,
- le refroidissement d'air,

car ils exposent les utilisateurs et/ou la population à un risque sanitaire lié à la production d'aérosols pouvant être contaminés ;

- le lavage des sols à l'intérieur du bâtiment,

car il expose les utilisateurs et/ou la population à un contact cutané prolongé et fréquent et à des produits de transformation par réaction avec les produits d'entretien ;

- le lavage du linge,

car il implique la présence de deux robinets de soutirage d'eau dans la même pièce avec un risque élevé de confusion d'utilisation.

### 7.4 Limites de qualité des eaux grises traitées

La forte diversité et le niveau de contamination microbiologique des EG sont tels qu'aucun des usages évoqués précédemment ne peut être envisagé sans désinfection préalable. Pour que cette opération soit efficace, il faut que l'eau présente des caractéristiques physico-chimiques adaptées (turbidité, COT, etc.). Elles peuvent être spécifiques au procédé de désinfection appliqué.

Les usages envisageables peuvent être classés en deux catégories d'exigences :

- l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes et le lavage des surfaces extérieures pour lesquels les limites de qualité doivent être définies,
- l'arrosage des espaces verts pour lequel les niveaux de qualité sanitaire doivent être identiques à ceux définis dans l'arrêté du 2 août 2010 modifié relatif à « *l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts.* »

Pour la première catégorie, le GT propose les limites de qualité présentées dans le tableau XVI ci-après. Une surveillance de la qualité doit être mise en œuvre :

- Des paramètres microbiologiques : *E. coli* et les entérocoques intestinaux retenus pour évaluer l'efficacité de la désinfection bactérienne. Leur présence dans les EGT désinfectées signifie que les pathogènes ayant une résistance égale ou supérieure au désinfectant appliqué peuvent également être présents. Il faut noter que les

entérocoques intestinaux présentent une plus grande résistance aux rayonnements UV (Medema *et al.* 2003) et au chlore (OMS 2004). C'est pourquoi le GT propose que la qualité cible soit la non détection d'*E. coli* et d'entérocoques intestinaux dans 100 mL. En cas de détection, des mesures correctives doivent être mises en œuvre.

- Des paramètres physico-chimiques : turbidité, MES, DBO<sub>5</sub> et COT en tant qu'indicateurs d'efficacité du traitement, de maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau désinfectée et de l'aspect esthétique de l'eau produite. La valeur pour le COT a été fixée, à dire d'experts, par analogie avec une eau de piscine qui contient de la matière organique et doit être désinfectée (Afsset 2010). Dans le cas d'une désinfection par des produits chlorés, un résiduel de chlore libre est requis afin de garantir une désinfection efficace.
- Le GT recommande qu'un prélèvement d'eau soit réalisé à l'un des points de distribution de l'EGT afin d'analyser l'ensemble de ces paramètres, à une fréquence définie au paragraphe 7.5.4 ci-après.

**Tableau XVI : Critères de qualité des EGT recommandés pour certains usages domestiques (alimentation des chasses d'eau des toilettes, lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression, etc.)**

Usage domestique	Paramètre	Qualité d'EGT préconisée au point d'usage
Alimentation des chasses d'eau des toilettes Et Lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression	<i>Escherichia coli</i>	non détecté/100 mL
	Entérocoques intestinaux	non détecté/100 mL
	Turbidité	2 NFU au point d'usage et < 0,5 NFU en entrée du réacteur UV le cas échéant <sup>1</sup>
	MES	< 10 mg/L
	DBO <sub>5</sub>	< 10 mg/L
	COT	< 5 mg/L
	Résiduel de chlore libre	entre 0,1 et 0,5 mg/L en cas de chloration
Arrosage des espaces verts	Conformes à la classe A de l'annexe I de l'arrêté du 2 août 2010 modifié relatif à <i>l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts</i>	

En cas d'usages multiples, dont l'arrosage des espaces verts, les critères de qualité fixés pour l'usage le plus contraignant s'appliquent à l'ensemble des usages.

<sup>1</sup> cf. Arrêté du 9 octobre 2012 relatif aux conditions de mise sur le marché et d'emploi des réacteurs équipés de lampes à rayonnements ultraviolets utilisés pour le traitement d'eau destinée à la consommation humaine pris en application de l'article R. 1321-50 (I et II) du code de la santé publique

## 7.5 Modalités techniques de mise en œuvre

Ces modalités portent sur la conception et l'entretien des installations de collecte, de traitement, de stockage et de distribution des EGT.

Ces installations doivent être conçues de manière à respecter les critères de qualité d'eau traitée requis en fonction de l'usage final envisagé tout en garantissant la protection des réseaux intérieurs d'EDCH. Entre autres, elles doivent également éviter la prolifération des insectes et les nuisances olfactives.

Par ailleurs, le GT estime que les EGT ne doivent pas être utilisées en boucle fermée du fait des contaminations cumulées susceptibles d'être générées.

### 7.5.1 Traitement

La réutilisation des EG nécessite la mise en place d'une filière de traitement comportant plusieurs étapes. Les technologies disponibles et leurs combinaisons possibles sont très variées. Leur mise en œuvre et leur exploitation exigent un savoir-faire qui dépasse les compétences d'un particulier.

Le GT rappelle que la définition des traitements appropriés en fonction des usages n'entre pas dans le champ de l'expertise.

Le GT souligne qu'en aucun cas le traitement ne doit dégrader la qualité de l'eau, par exemple par la formation d'une quantité de sous-produits de désinfection néfaste pour la santé et l'environnement.

### 7.5.2 Réseaux de collecte et de distribution

Les canalisations de collecte et de distribution d'EG et EGT doivent être séparées et réalisées de manière à éviter tout risque de contamination par retour d'eau dans le réseau d'EDCH. Une disconnexion visible par surverse totale des réseaux doit être prévue. À cet effet, le GT demande de respecter les exigences de la norme NF EN 1717.

Afin d'éviter tout risque de confusion par les usagers et les professionnels, le réseau d'EGT, y compris les éléments auxiliaires, doit être clairement identifié par une signalétique appropriée et distincte de celle du réseau d'EDCH (couleur et marquage de canalisation, avertissements tels que « eau non potable » ou « ne pas boire ») adaptée également aux personnes malvoyantes et celles<sup>1</sup> ne sachant pas lire ou maîtrisant mal l'usage du français

Tout point de puisage d'EGT doit être interdit à l'intérieur du bâtiment pour éviter une mauvaise utilisation y compris directement sur l'arrivée d'alimentation en eau des chasses (douchettes, robinets, etc.). Les robinets distribuant de l'EGT utilisés pour l'arrosage ou le lavage à l'extérieur doivent être munis de poignées amovibles (clés de sécurité) et ne pas se trouver à proximité d'un robinet d'EDCH.

Un court-circuit (by-pass) doit être installé pour permettre l'évacuation à l'égout des EGT en cas de défaillance du système de traitement.

### 7.5.3 Stockage des eaux grises traitées

La réutilisation des EG nécessite deux lieux de stockage : pour les EG et pour les EGT.

---

<sup>1</sup> Il s'agit notamment des enfants en bas âge de moins de 6 ans, des personnes étrangères ne maîtrisant pas la langue française, des personnes illettrées ou analphabètes

Le GT souligne que comme pour les eaux usées domestiques l'expérience montre que le temps entre la production des EG et leur traitement ne doit pas dépasser 90 minutes afin d'éviter la fermentation.

Le temps de stockage de l'eau traitée ne doit pas dépasser 48 h (cf. paragraphe 3.3.4). En cas de non utilisation du système pendant un temps prolongé (congelés, absence prolongée de plus de 48h), le GT recommande que le système soit vidangé avant remise en service. Cette préconisation vaut aussi pour le réservoir de chasse d'eau des toilettes dans le cas où l'eau stockée dans celui-ci ne serait pas renouvelée à la réoccupation des locaux.

#### **7.5.4 Entretien et contrôle des installations de réutilisation**

Au regard des auditions réalisées, le GT préconise qu'une inspection et qu'un entretien de l'installation (réseau et système de traitement) soient réalisées au moins deux fois par an pour assurer sa maintenance et sa fiabilité et pour vérifier le respect des objectifs de qualité par des analyses portant sur les paramètres définis au paragraphe 7.4. Les opérations de maintenance nécessitent un savoir faire et l'intervention de professionnels formés et équipés de protection. Le GT recommande qu'un contrat de maintenance et d'entretien soit obligatoirement prévu. La fréquence de ces opérations doit être adaptée à la taille et aux caractéristiques de l'installation.

De plus, une auto-surveillance hebdomadaire de l'installation de traitement doit être assurée (par exemple mesure de turbidité, du chlore résiduel le cas échéant, fonctionnement de la lampe à rayonnements UV) par une personne ayant une formation adaptée. Le GT rappelle que cette fréquence a été proposée par des fabricants ou exploitants lors de leur audition. Un carnet de suivi de l'installation doit être tenu.

Le GT recommande qu'un guide de bonnes pratiques, fourni par le fabricant, soit mis à disposition des utilisateurs et de l'ensemble des personnes intervenant sur l'installation pour l'entretien, la maintenance et le suivi.

Pour éviter les risques d'interconnexions, la conformité des réseaux de distribution interne au bâtiment doit être contrôlée par un organisme indépendant (marquage, signalétique, etc.) avant la mise en service puis, selon une fréquence qui pourrait être quinquennale et, obligatoirement, lors d'une mutation de propriété.

#### **7.5.5 Qualification de la filière de traitement**

Afin de valider un bon fonctionnement de la filière de traitement, le GT recommande qu'une évaluation de l'efficacité du traitement soit effectuée par un organisme indépendant avant sa commercialisation afin de vérifier notamment le respect des critères de qualité fixés au paragraphe 7.4. Le protocole de qualification des performances devra être élaboré par les entités compétentes.

### **7.6 Information des populations exposées**

Les trois catégories de populations exposées précédemment définies au paragraphe 5.1 (résidents, utilisateurs occasionnels, professionnels) doivent être informées de l'existence d'un système de réutilisation des EGT et sur les risques sanitaires éventuels.

Un plan de recollement de l'installation (réseau, traitement, etc.) doit être établi et tenu à disposition des personnes chargées de l'entretien, de la maintenance et du suivi de l'installation.

Dans le cas d'un immeuble collectif, une charte et le règlement de copropriété doivent engager les copropriétaires et les locataires à éviter une mauvaise utilisation du système de collecte (usages inappropriés, etc.), de traitement puis de réutilisation des EGT. Des affichages dans les parties communes et des réunions régulières organisées par le syndicat doivent compléter le dispositif d'information des personnes.

Dans le cas d'une utilisation professionnelle de l'immeuble (bureau, ateliers), les personnes doivent être informées, notamment afin d'éviter le déversement dans les lavabos d'un effluent pouvant compromettre la réutilisation des EG.

## 7.7 Populations professionnelles

Pour les personnes intervenant sur les installations de réutilisation d'EG pour le ménage ou la maintenance, les mesures préventives suivantes devraient être rappelées :

► **Prévention collective :**

- Ne pas utiliser de nettoyeur à haute pression
- Informer les professionnels sur les éventuels risques sanitaires liés à la réutilisation des EG et les mesures préventives à respecter (dont les pratiques d'hygiène de base) ;
- Assurer une formation particulière à l'hygiène et notamment au lavage des mains (risque de manuportage à la bouche et aux muqueuses du visage) ;
- Fournir aux travailleurs qui ne peuvent avoir accès à des installations sanitaires, des conteneurs d'eau potable et du savon ou des moyens de nettoyage sans eau (mousse, gel liquide ou lingettes antiseptiques), à séchage rapide ;
- Mettre à disposition une trousse de secours et tous les moyens nécessaires pour nettoyer, désinfecter et protéger les plaies cutanées.

► **Prévention individuelle :**

- Conseiller le port de gants imperméables ;
- Conseiller le port systématique de protection individuelle des yeux s'il y a risque d'éclaboussures au niveau du visage (lors de nettoyage, de réparation ou de manipulation du système de réutilisation des EG) : lunettes avec protecteurs latéraux rigides ou un écran facial anti éclaboussures.
- Nettoyer et désinfecter toute blessure immédiatement et la recouvrir d'un pansement imperméable ;
- Recouvrir toute plaie cutanée sur peau dénudée avec un pansement imperméable, avant de débuter le travail.

## 7.8 Limites de la réutilisation

Dans le cas d'un habitat collectif permanent ou temporaire, l'attention des résidents et des concepteurs de l'installation de réutilisation des EG doit être particulièrement attirée sur deux points :

- Si un résident est atteint d'une maladie infectieuse transmissible par voie hydrique, les EG collectées dans son logement devraient alors être rejetées directement dans le réseau d'eaux usées.
- Une personne vulnérable doit pouvoir éviter un contact avec les EGT dans son logement, dans les parties communes et également lors d'un usage à l'extérieur.

Ces deux points se réfèrent aux notions de libre arbitre, de confidentialité et de responsabilité individuelle et collective dans le cadre de la conception et de la gestion de ce type d'installation.

## 7.9 Plan de gestion des risques

Dans le cas des immeubles d'habitat collectif et d'usage professionnel, un plan de gestion des risques et dysfonctionnements doit être établi et comporter *a minima* les informations suivantes :

- caractéristiques de l'installation,
- définition des points critiques,
- mesures correctives,
- procédures à suivre en cas de défaillance,
- procédure d'entretien,
- carnet de suivi de l'installation,
- documents d'information des personnes concernées.

## 7.10 Amélioration des connaissances

Le GT constate que les données publiées qualitatives et surtout quantitatives sur les EGT et les risques associés sont peu nombreuses.

Il est donc indispensable que les autorités compétentes développent une stratégie pour améliorer les connaissances en vue d'une adaptation des présentes recommandations. Cette stratégie devrait viser à recenser les installations existantes et à réaliser une campagne de mesures sur ces mêmes installations. Elle devrait en outre viser à soutenir des travaux de recherche ayant pour objectif de mieux caractériser les :

- Niveaux de contaminations chimiques et microbiologiques des EG et EGT notamment concernant les espèces potentiellement pathogènes (bactéries, virus, protistes, levures et moisissures, *etc.*),
- Contaminants chimiques transférés sur le linge lors du lavage en machine,
- Paramètres utiles pour caractériser l'exposition (fréquence d'exposition, transfert cutané, *etc.*).

Enfin, le GT signale trois questions importantes n'entrant pas dans le champ de l'expertise, et pour lesquelles les réponses ne sont pas disponibles dans la littérature :

- L'efficacité des filières de traitement, et particulièrement en situation réelle,
- La production de sous-produits de désinfection liée à ces traitements,
- L'évolution de la biomasse et la prolifération de certains micro-organismes potentiellement pathogènes, au sein de ces dispositifs.

Le GT recommande qu'un suivi épidémiologique des populations exposées et notamment des professionnels soit réalisé.

## 8 Conclusions du groupe de travail

La réutilisation des eaux grises, en l'état actuel des connaissances, ne peut être envisagée que pour trois usages sous réserve que soient respectés des critères de qualité au point d'usage :

- Alimentation de la chasse d'eau des toilettes, lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur à haute pression : *Escherichia Coli* non détecté/100 mL, Entérocoques intestinaux non détecté/100 mL, turbidité < 2 NFU (et < 0,5 NFU en entrée du réacteur UV le cas échéant), MES < 10 mg/L, DBO<sub>5</sub> < 10 mg/L, COT < 5 mg/L, résiduel de chlore libre entre 0,1 et 0,5 mg/L en cas de chloration ;
- Arrosage des espaces verts : critères de qualité conformes à la classe A de l'annexe I de l'arrêté du 2 août 2010 modifié relatif à *l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts*

Cette réutilisation nécessite obligatoirement un traitement dont l'efficacité est difficile à garantir dans la mesure où elle est extrêmement dépendante des activités et comportements des utilisateurs et de l'entretien de la filière. La décision doit donc être le résultat d'une réflexion approfondie sur l'intérêt de l'opération au regard des impacts sanitaires et environnementaux qu'elle peut présenter. De plus, cette pratique doit donc être bien encadrée sur le plan réglementaire pour réduire autant que possible ces risques sanitaires. Les installations doivent aussi faire l'objet d'un entretien et d'un suivi très attentifs.

L'information des populations est également indispensable.

Enfin, des études et des recherches sont nécessaires pour améliorer les connaissances sur les eaux grises et pour permettre l'évaluation des risques sanitaires liés à l'usage des EGT pour des usages domestiques.

**Date de validation du rapport d'expertise collective par le groupe de travail par le comité d'experts spécialisé Eaux : 1er juillet 2014 à l'unanimité moins l'abstention d'un expert n'exprimant pas le souhait de rédiger un avis divergent.**

## 9 Bibliographie

### 9.1 Publications

Abdel-Kader A. M. (2013) Studying the efficiency of grey water treatment by using rotating biological contactors system. *Journal of King Saud University* 25(2), 89-95.

AESN (2013) Rapport final- Étude diagnostic des rejets de substances par l'utilisation des produits des ménages sur le bassin Seine-Normandie. CONFIDENTIEL 153p

Afssa (2008) Réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation. 2001-SA-0075. 71p.

Afssa (2009) Risques liés à la présence de levures et moisissures dans les eaux conditionnées. 54p.

Afssa (2010) Avis de l'agence française de sécurité sanitaire des aliments relatifs à l'évaluation des risques sur les effluents issus des établissements de transformation de sous-produits animaux de catégories 1,2 ou 3 à des fins de réutilisation pour l'irrigation des cultures destinées à la consommation humaine. 34p.

Afsset (2009) Risques sanitaires liés aux baignades artificielles. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 196p.

Afsset (2010) Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines Partie I : piscines réglementées Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 250p.

Afsset (2010) Évaluation des risques sanitaires liés aux piscines Partie I : piscines réglementées Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

Ahmed W, Gardner T, Toze S (2011) Microbiological quality of roof-harvested rainwater and health risks: A review. *Journal of Environmental Quality* 40(1), 13-21.

Ahmed W, Vieritz A, Goonetilleke A, Gardner T (2010) Health Risk from the Use of Roof-Harvested rainwater in Southeast Queensland, Australia, as potable or nonpotable water, determined using quantitative microbial risk assessment. *Applied and Environmental Microbiology* 76(22), 7382-7391.

Al-Jayyousi OR (2003) Greywater reuse: Towards sustainable water management. *Desalination* 156(1-3), 181-192.

Allen L, ChristianSmith J, Palaniappan M (2010) Overview of Greywater Reuse: The Potential of Greywater Systems to Aid Sustainable Water

## Management.

Almeida MC, Butler D, Friedler E (1999) At-source domestic wastewater quality. *Urban Water* 1(1), 49-55.

Almqvist H, Hanæus J (2006) Organic hazardous substances in graywater from Swedish households. *Journal of Environmental Engineering* 132(8), 901-908.

Andersen HR, Lundsbye M, Wedel HV, Eriksson E, Ledin A (2007) Estrogenic personal care products in a greywater reuse system. *Water Science and Technology* 56(12), 45-49.

Anses (2010a) Évaluation de l'innocuité des réacteurs équipés de lampes à ultraviolets et de l'efficacité de ces procédés pour la désinfection des eaux destinées à la consommation humaine. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. 89p.

Anses (2010b) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Clostridium perfringens*". 2010-SA-0235. 3p.

Anses (2010c) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "Virus de l'hépatite E". 2010-SA-0145. 3p.

Anses (2011a) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Cryptosporidium spp.*". 2010-SA-0232. 3p.

Anses (2011b) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*E.coli* entérohémorragiques (EHEC)". 2011-SA-0058. 4p.

Anses (2011c) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Entamoeba histolytica*". 2010-SA-0233. 3p.

Anses (2011d) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Giardia duodenalis*". 2010-SA-0230. 3p.

Anses (2011e) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "Norovirus". 2011-SA-0036. 3p.

Anses (2011f) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Salmonella*". 2011-SA-0057. 4p.

Anses (2011g) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques". 2011-SA-0117. 4p.

Anses (2011h) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Toxoplasma gondii*". 2010-SA-0274. 4p.

Anses (2011i) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "Virus hépatite A". 2010-SA-0236. 3p.

Anses (2012a) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Aspergillus flavus* et autres moisissures productrices d'aflatoxines". 2012-SA-0053. 3p.

Anses (2012b) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "Rotavirus". 2012-SA-0031. 3p

Anses (2012c) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Vibrio parahaemolyticus*".2011-SA-0210. 4p.

Anses (2012d) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Yersinia enterocolitica*, *Yersinia pseudotuberculosis*". 2011-SA-0262. 4p.

Anses (2012e) Note de l'Anses relative à la détermination de valeurs guides pour les paramètres microbiologiques dans les rejets des systèmes d'assainissement collectifs et non collectifs à l'amont d'usages sensibles. 2010-SA-0246.16p.

Anses (2012f) Réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. 2009-SA-0329. 137 p.

Anses (2014) Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : "*Cyclospora cayetanensis*". 2011-SA-0279. 3p.

ARLIN Bourgogne (2013) Guide d'entretien des locaux en Etablissement Médico-Social - Recommandations. 61p

Baldursson S, Karanis P (2011) Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2004-2010. *Water Research* **45**(20), 6603-6614.

Barker J, Jones MV (2005) The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet. *Journal of Applied Microbiology* **99**(2), 339-347.

Barnig C, Casset A (2012) Facteurs déclenchants : allergènes respiratoires (usuels et professionnels). *Revue des Maladies Respiratoires* 29(6), 810-819.

Birks R, Colbourne J, Hobson R (2004) Microbiological water quality in a large in-building, water recycling facility. *Water Science & Technology* **50**(2), 165-172.

Birks R, Hills S (2007) Characterisation of indicator organisms and pathogens in domestic greywater for Recyclin. *Environmental Monitoring and Assessment* **129**(1-3), 61-69.

Boyjoo Y, Pareek VK, Ang M (2013) A review of greywater characteristics and treatment processes. *Water Science and Technology* **67**(7), 1403-1424.

Brehant A, Lazarova V, Savoye P (2002) Suivi analytique et technique du recyclage en milieu résidentiel des eaux grises traitées par bioréacteur à membrane. 148p.

Calgua B, Fumian T, Rusiñol M, Rodriguez-Manzano J, Mbayed VA, Bofill-Mas S, Miagostovich M, Girones R (2013) Detection and quantification of classic and emerging viruses by skimmed-milk flocculation and PCR in river water from two geographical areas. *Water Research* **47**(8), 2797-2810.

Chaillou K, Gérente C, Andrès Y, Wolbert D (2011) Bathroom greywater characterization and potential treatments for reuse. *Water, Air, and Soil Pollution* **215**(1-4), 31-42.

Chen Z, Ngo HH, Guo W (2013) Risk control in recycled water schemes. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* **43**(22), 2439-2510.

Christova-Boal D, Eden RE, McFarlane S (1996) Investigation into greywater reuse for urban residential properties. *Desalination* **106**(1-3), 391-397.

Correia AM, Gonçalves G, Reis J, Cruz JM, Castro e Freitas JA (2001) An outbreak of legionnaires' disease in a municipality in northern Portugal. *Euro surveillance : bulletin europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin* **6**(8), 121-124.

CSHPF (2006) Position relative aux enjeux sanitaires liés à l'utilisation d'eau de pluie pour les usages domestiques (5/09/2006). 80p

Dallas S, Ho G (2005) Subsurface flow reedbeds using alternative media for the treatment of domestic greywater in Monteverde, Costa Rica, Central America. *Water Science & Technology* **51**(10), 119-128.

Donner E, Eriksson E, Revitt DM, Scholes L, Lützhøft HCH, Ledin A (2010) Presence and fate of priority substances in domestic greywater treatment and reuse systems. *Science of the Total Environment* **408**(12), 2444-2451.

Eisenstein L, Bodager D, Ginzi D (2008) Outbreak of giardiasis and cryptosporidiosis associated with a neighborhood interactive water fountain-Florida, 2006. *Journal of Environmental Health* **71**(3), 18-22.

Environment Agency Greywater for domestic users : an information guide. 2011, p. 31 p

Eriksson E, Auffarth K, Eilersen AM, Henze M, Ledin A (2003) Household chemicals and personal care products as sources for xenobiotic organic compounds in grey wastewater. *Water SA* **29**(2), 135-146.

Eriksson E, Donner E, Ledin A (2010) Presence of selected priority and personal care substances in an onsite bathroom greywater treatment facility. *Water Science and Technology* **62**(12), 2889-2898.

Falkinham JN, N. ; Bartram, J. ; Dufour, A. ; Portaels, F. (2004) Natural ecology and survival in water of mycobacteria of potential public health significance. In 'OMS. Pathogenic Mycobacteria in Water: A Guide to Public Health Consequences, Monitoring and Management (Chapitre 2).' Ed. S Pedley, Bartram, J., Rees, G., Dufour, A. and Cotruvo, J.) pp. 15-25. (IWA Publishing: Londres, UK)

Fenstersheib MD, Miller M, Diggins C, Liska S, Detwiler L, Werner SB, Lindquist D, Thacker WL, Benson RF (1990) Outbreak of Pontiac fever due to *Legionella anisa*. *Lancet* **336**(8706), 35-37.

Fewtrell L, Kay D (2007) Quantitative microbial risk assessment with respect to *Campylobacter* spp. in toilets flushed with harvested rainwater. *Water and Environment Journal* **21**(4), 275-280.

Fijan S, Koren S, Cencič A, Šostar-Turk S (2007) Antimicrobial disinfection effect of a laundering procedure for hospital textiles against various indicator bacteria and fungi using different substrates for simulating human excrements. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* **57**(3), 251-257.

Fleming CA, Caron D, Gunn JE, Horine MS, Matyas BT, Barry MA (2000) An outbreak of *Shigella sonnei* associated with a recreational spray fountain. *American Journal of Public Health* **90**(10), 1641-1642.

Friedler E, Gilboa Y (2010) Performance of UV disinfection and the microbial quality of greywater effluent along a reuse system for toilet flushing. *Science of the Total Environment* **408**(9), 2109-2117.

Friedler E, Kovalio R, Ben-Zvi A (2006) Comparative study of the microbial quality of greywater treated by three on-site treatment systems. *Environmental Technology* **27**(6), 653-663.

García-Pérez A., Harrison M., Grant B., Chivers C. (2013) Microbial analysis and chemical composition of maize (*Zea mays*, L.) growing on a recirculating vertical flow constructed wetland treating sewage on-site. *Biosystems Engineering* **114**(3), 351-356.

Gerba CP, Rose JB, Haas CN (1996) Sensitive populations: Who is at the greatest risk? *International Journal of Food Microbiology* **30**(1-2), 113-123.

Gerba CP, Straub TM, Rose JB, Karpiscak MM, Foster KE, Brittain RG (1995) Water quality study of greywater treatment systems. *Water Resources Bulletin* **31**(1), 109-116.

Gibson LL, Rose JB, Haas CN (1999) Use of quantitative microbial risk assessment for evaluation of the benefits of laundry sanitation. *American Journal of Infection Control* **27**(6), S34-S39.

Gilboa Y, Friedler E (2008) UV disinfection of RBC-treated light greywater effluent: Kinetics, survival and regrowth of selected microorganisms. *Water Research* **42**(4-5), 1043-1050.

Godeau P, Herson S, Piette J (2004). *Traité de médecine*. Flammarion Médecine-Sciences (Paris). 2004 (4ème édition)

Gross A, Shmueli O, Ronen Z, Raveh E (2007) Recycled vertical flow constructed wetland (RVFCW)-a novel method of recycling greywater for irrigation in small communities and households. *Chemosphere* 66(5), 916-923.

Gual M, Moia A, March JG (2008) Monitoring of an indoor pilot plant for osmosis rejection and greywater reuse to flush toilets in a hotel. *Desalination* 219(1-3), 81-88.

Guilbaud J, Massé A, Andrs Y, Combe F, Jaouen P (2010) Laundry water recycling in ship by direct nanofiltration with tubular membranes. *Resources, Conservation and Recycling* 55(2), 148-154.

Günther F (2000) Wastewater treatment by greywater separation: Outline for a biologically based greywater purification plant in Sweden. *Ecological Engineering* 15(1-2), 139-146.

Haupt TE, Heffernan RT, Kazmierczak JJ, Nehls-Lowe H, Rheineck B, Powell C, Leonhardt KK, Chitnis AS, Davis JP (2012) An outbreak of legionnaires disease associated with a decorative water wall fountain in a hospital. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 33(2), 185-191.

Hernández Leal L, Temmink H, Zeeman G, Buisman CJN (2011) Characterization and anaerobic biodegradability of grey water. *Desalination* 270(1-3), 111-115.

Hernández Leal L, Vieno N, Temmink H, Zeeman G, Buisman CJN (2010) Occurrence of xenobiotics in gray water and removal in three biological treatment systems. *Environmental Science and Technology* 44(17), 6835-6842.

Hernández Leal L, Zeeman G, Temmink H, Buisman C (2007) Characterisation and biological treatment of greywater. *Water Science & Technology* 56(5), 193-200.

Hills S, Birks R, McKenzie B (2002) The Millennium Dome "Watercycle" experiment: to evaluate water efficiency and customer perception at a recycling scheme for 6 million visitors. *Water Science & Technology* 46(6-7), 233-240.

Hlady WG, Mullen RC, Mintz CS, Shelton BG, Hopkins RS, Daikos GL (1993) Outbreak of Legionnaire's disease linked to a decorative fountain by molecular epidemiology. *American Journal of Epidemiology* 138(8), 555-562.

Hines RN, Sargent D, Autrup H, Birnbaum LS, Brent RL, Doerrer NG, Cohen Hubal EA, Juberg DR, Laurent C, Luebke R, Olejniczak K, Portier CJ, Slikker W (2009) Approaches for assessing risks to sensitive populations: Lessons learned from evaluating risks in the pediatric population. *Toxicological Sciences* 113(1), 4-26.

Hocaoglu SM, Orhon D (2013) Particle size distribution analysis of chemical oxygen demand fractions with different biodegradation characteristics in black water and gray water. *Clean - Soil, Air, Water* **41**(11), 1044-1051.

Hoebe CJPA, Vennema H, De Roda Husman AM, Van Duynhoven YTHP (2004) Norovirus Outbreak among Primary Schoolchildren Who Had Played in a Recreational Water Fountain. *Journal of Infectious Diseases* **189**(4), 699-705.

Holländer, R., Block, D., and Walter, C. (1993). Hygienische Aspekte bei der Wäsche mit Regenwasser. *Forum Städte-Hygiene* 44 (September/Oktober), 252-256.

Hourlier F, Massé A, Jaouen P, Lakel A, Gérente C, Faur C, Le Cloirec P (2010) Membrane process treatment for greywater recycling: Investigations on direct tubular nanofiltration. *Water Science and Technology* **62**(7), 1544-1550.

Hourlier F, Faur C, Gerente C, Lakel A, Masse A, Jaouen P, Le Cloirec P (2011) Eaux grises : caractérisation, traitement et recyclage. *Techniques de l'ingénieur* **W6 700**.

Imhof B, Muhlemann J (2005) 'Greywater treatment on household level in developing countries – A state of the art review.' (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG), Swiss Federal Institute of Technology Zurich: Suisse) 98

InVS, RAISIN (2012) Enquête nationale de prévalence 2012 des infections nosocomiales et des traitements anti-infectieux en établissements de santé.

Jefferson B, Laine AL, Stephenson T, Judd SJ (2001) Advanced biological unit processes for domestic water recycling. *Water Science & Technology* **43**(10), 211-218.

Jefferson B, Laine AL, Stephenson T, Judd SJ (2001) Advanced biological unit processes for domestic water recycling. *Water Science & Technology* **43**(10), 211-218.

Jefferson B, Palmer A, Jeffrey P, Stuetz R, Judd S (2004) Grey water characterisation and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. In. Vol. 50'. pp. 157-164)

Johnson DL, Mead KR, Lynch RA, Hirst DVL (2013) Lifting the lid on toilet plume aerosol: A literature review with suggestions for future research. *American Journal of Infection Control* **41**(3), 254-258.

Jones TF, Benson RF, Brown EW, Rowland JR, Crosier SC, Schaffner W (2003) Epidemiologic Investigation of a Restaurant-Associated Outbreak of Pontiac Fever. *Clinical Infectious Diseases* **37**(10), 1292-1297.

Kim J, Song I, Oh H, Jong J, Park J, Choung Y (2009) A laboratory-scale graywater treatment system based on a membrane filtration and oxidation process - characteristics of graywater from a residential complex. *Desalination* **238**(1-3), 347-357.

Kiwa Water Research (2003) Suivi d'eau ménagère, outil d'aide à la politique à suivre. Étude sur la qualité de l'eau ménagère et les effets de la consommation sur l'environnement et la clientèle.

Korich DG, Mead JR, Madore MS, Sinclair NA, Sterling CR (1990) Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochloramine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability. *Applied and Environmental Microbiology* **56**(5), 1423-1428.

Laine A (2001) Technologies for greywater recycling in buildings. Cranfield university,

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

Ledin AE, E.; Henze, M. (2001) Aspects of groundwater recharge using grey wastewater. In 'Decentralised sanitation and reuse : Concepts, systems and implementation.' pp. 354-370. (IWA Publishing: London, UK)

Li F, Wichmann K, Otterpohl R (2009) Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. *Science of the Total Environment* **407**(11), 3439-3449.

Lye DJ (2009) Rooftop runoff as a source of contamination: A review. *Science of the Total Environment* **407**(21), 5429-5434.

Mackintosh CA, Hoffman PN (1984) An extended model for transfer of micro-organisms via the hands: Differences between organisms and the effect of alcohol disinfection. *Journal of Hygiene* **92**(3), 345-355.

Mainali B, Pham TTN, Ngo HH, Guo W, Listowski A, O'Halloran K, Miechel C, Muthukaruppan M, Johnston R (2014) Introduction and feasibility assessment of laundry use of recycled water in dual reticulation systems in Australia. *Science of the Total Environment* **470-471**, 34-43.

March JG, Gual M, Orozco F (2004a) Experiences on greywater re-use for toilet flushing in a hotel (Mallorca, Island, Spain). *Desalination* **164**(3), 241-247.

March JG, Gual M, Simonet BM (2004b) A sensitive extracto-photometric method for determination of residual chlorine in greywater. *Journal of AOAC International* **87**(4), 852-855.

Martin-Latil S, Hennechart-Collette C, Guillier L, Perelle S (2012) Duplex RT-qPCR for the detection of hepatitis E virus in water, using a process control. *International Journal of Food Microbiology* **157**(2), 167-173.

Medema GJ, Hoogenboezem W, Van Der Veer AJ, Ketelaars HAM, Hijnen WAM, Nobel PJ (2003) Quantitative risk assessment of *Cryptosporidium* in surface water treatment. In. Vol. 47'. pp. 241-247)

Merz C, Scheumann R, El Hamouri B, Kraume M (2007) Membrane bioreactor technology for the treatment of greywater from a sports and leisure club. *Desalination* **215**(1-3), 37-43.

MMWR (1998) Outbreak of Cryptosporidiosis Associated with a Water Sprinkler Fountain - Minnesota, 1997. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **47**(40), 856-860.

MMWR (2000) Outbreak of gastroenteritis associated with an interactive water fountain at a Beachside Park - Florida, 1999. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **49**(25), 565-568.

MMWR (2009) Outbreak of cryptosporidiosis associated with a splash park - Idaho, 2007. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **58**(22), 615-618.

Mons C, Dumètre A, Gosselin S, Galliot C, Moulin L (2009) Monitoring of Cryptosporidium and Giardia river contamination in Paris area. *Water Research* **43**(1), 211-217.

Mouly DJ, E. ; Rosin, C. ; Beaudéau, P. ; Zeghnoun, A. ; Olszewski-Ortar, A. ; Munoz, J. F. (2008) Les sous-produits de chloration dans l'eau destinée à la consommation humaine en France - Campagnes d'analyses dans quatre systèmes de distribution d'eau et modélisation de l'évolution des trihalométhanes. 76p

Nolde E (1999) Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings - over ten years experience in Berlin. *Urban Water* **1**(4), 275-284.

Nolde E (2005) Greywater recycling systems in Germany – results, experiences and guidelines. *Water Science & Technology* **51**(10), 203-210.

NRMCC *et al.* (2006) (Natural Resource Management Ministerial Council), EPHC (Environment Protection and Heritage Council) et AHMC (Australian Health Ministers Conference) - National water quality management strategy (NWQMS) - Australian guidelines for water recycling : managing health and environmental risks (phase 1). 414p

O'Loughlin RE, Kightlinger L, Werpy MC, Brown E, Stevens V, Hepper C, Keane T, Benson RF, Fields BS, Moore MR (2007) Restaurant outbreak of legionnaires' disease associated with a decorative fountain: An environmental and case-control study. *BMC Infectious Diseases* **7**.

O'Toole J, Sinclair M, Leder K (2008) Recycled water exposure: Filling the data gaps. *Water* **35**(8), 52-57.

O'Toole J, Sinclair M, Leder K (2009) Transfer rates of enteric microorganisms in recycled water during machine clothes washing. *Applied and Environmental Microbiology* **75**(5), 1256-1263.

O'Toole J, Sinclair M, Malawaraarachchi M, Hamilton A, Barker SF, Leder K (2012) Microbial quality assessment of household greywater. *Water Research* **46**(13), 4301-4313.

O'Toole J, Leder K, Sinclair M (2008a) A Series of Exposure Experiments – Recycled Water and Alternative Water Sources : Part A - Aerosolsizing and Endotoxin Experiments. Research Report 45. Monash University, Department of Epidemiology and Preventive Medicine.

O'Toole J, Leder K, Sinclair M (2008b) A Series of Exposure Experiments – Recycled Water and Alternative Water Sources : Part B: Microbial transfer efficiency during machine clothes washing and microbial survival turf-grass experiments. Research Report 46. Monash University, Department of Epidemiology and Preventive Medicine.

Oosterholt F, Martijnse G, Medema G, Van Der Kooij D (2007) Health risk assessment of non-potable domestic water supplies in the Netherlands. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA* **56**(3), 171-179.

OMS (2004) Water treatment and pathogen control process efficiency in achieving safe drinking water. Organisation mondiale de la santé. Regional Office for the Eastern Mediterranean. Centre For Environmental Health Activities. Amman, Jordan.

OMS (2006a) Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 1. Organisation mondiale de la santé, Genève.

OMS (2006b) Overview of greywater management. Health considerations. Organisation mondiale de la santé. Regional Office for the Eastern Mediterranean. Centre For Environmental Health Activities. Amman, Jordan.

OMS (2011) Guidelines for drinking-water quality, 4th (current) edition. Organisation mondiale de la santé, Genève.

Otterpohl R (2002) Options for alternative types of sewerage and treatment systems directed to improvement of the overall performance. *Water Science & Technology* **45**(3), 149-158.

Ottoson J, Stenström TA (2003) Faecal contamination of greywater and associated microbial risks. *Water Research* **37**(3), 645-655.

Palmore TN, Stock F, White M, Bordner M, Michelin A, Bennett JE, Murray PR, Henderson DK (2009) A cluster of cases of nosocomial legionnaires disease linked to a contaminated hospital decorative water fountain. *Infection Control and Hospital Epidemiology* **30**(8), 764-768.

Palmquist H, Hanæus J (2005) Hazardous substances in separately collected grey- and blackwater from ordinary Swedish households. *Science of the Total Environment* **348**(1-3), 151-163.

Paris S, Schlapp C (2010) Greywater recycling in Vietnam - Application of the HUBER MBR process. *Desalination* **250**(3), 1027-1030.

Patel MM, Widdowson MA, Glass RI, Akazawa K, Vinjé J, Parashar UD (2008) Systematic literature review of role of noroviruses in sporadic gastroenteritis. *Emerging Infectious Diseases* **14**(8), 1224-1231.

Pidou M, Avery L, Stephenson T, Jeffrey P, Parsons SA, Liu S, Memon FA, Jefferson B (2008) Chemical solutions for greywater recycling. *Chemosphere* **71**(1), 147-155.

Prathapar SA, Jamrah A, Ahmed M, Al Adawi S, Al Sidairi S, Al Harassi A (2005) Overcoming constraints in treated greywater reuse in Oman. *Desalination* **186**(1-3), 177-186.

Queensland Government (2003) On-site Sewerage Code - Guidelines for the use and disposal of greywater in unsewered areas, N.R.a.M. Queensland Government, ed, 26p.

Ramon G, Green M, Semiat R, Dosoretz C (2004) Low strength graywater characterization and treatment by direct membrane filtration. *Desalination* **170**(3), 241-250.

Rodda N, Salukazana L, Jackson SAF, Smith MT (2011) Use of domestic greywater for small-scale irrigation of food crops: Effects on plants and soil. *Physics and Chemistry of the Earth* **36**(14-15), 1051-1062.

Rose JB, Shun GS, Gerba CP, Sinclair NA (1991) Microbial quality and persistence of enteric pathogens in graywater from various household sources. *Water Research* **25**(1), 37-42.

Santé Canada (2010) Recommandations canadiennes sur les eaux domestiques recyclées destinées à alimenter les chasses d'eau des toilettes et des urinoirs. Santé Canada,, Ottawa.

Sattar SA, Springthorpe S, Mani S, Gallant M, Nair RC, Scott E, Kain J (2001) Transfer of bacteria from fabrics to hands and other fabrics: Development and application of a quantitative method using *Staphylococcus aureus* as a model. *Journal of Applied Microbiology* **90**(6), 962-970.

SCCS (2012) Opinion on Fragrance allergens in cosmetic products.334p. SCCS/1459/11

Schaechter M., Medoff G., Eisenstein B.I (1999). Microbiologie et pathologie infectieuse. Paris : DeBoeck Université. 973 p.

Simmons G, Jury S, Thornley C, Harte D, Mohiuddin J, Taylor M (2008) A Legionnaires' disease outbreak: A water blaster and roof-collected rainwater systems. *Water Research* **42**(6-7), 1449-1458.

Šostar-Turk S, Petrinić I, Simonič M (2005) Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration. *Resources, Conservation and Recycling* **44**(2), 185-196.

Surendran S, Wheatley AD (1998) Grey-water reclamation for non-potable re-use. *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management* **12**(6), 406-413.

Teunis PFM, Havelaar AH (2002) Risk assessment for protozoan parasites. *International Biodeterioration and Biodegradation* **50**(3-4), 185-193.

Töpfer B, Gora A, Benedde M, Nolde E (2003) Mikrobiologische Untersuchungen zum Thema Wäschewaschen mit recycletem Grauwasser. *Abschlussbericht zum Umwelttechnischen Seminar, Technische Universität Berlin, Arbeitsgruppe Umwelthygiene.*

Travis MJ, Weisbrod N, Gross A (2008) Accumulation of oil and grease in soils irrigated with greywater and their potential role in soil water repellency. *Science of the Total Environment* **394**(1), 68-74.

US-EPA (2012) 2012 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. United States - Environmental protection agency, No. EPA 822-S-12-001, Washington, DC.

Vervloet D, Magnan A (2003). *Traité d'allergologie.* Flammarion Médecine – Sciences (Paris). 2003.

Winward GP, Avery LM, Frazer-Williams R, Pidou M, Jeffrey P, Stephenson T, Jefferson B (2008) A study of the microbial quality of grey water and an evaluation of treatment technologies for reuse. *Ecological Engineering* **32**(2), 187-197.

WRAS (1999) Guidance on Marking and Identification of Pipework for Reclaimed (Greywater) Systems produced by the Water Regulations Advisory Scheme.

## 9.2 Normes

AFNOR (2001) NF EN 1717 - Mars 2001 - Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour

AFNOR (2006) NF EN 60456/A11, Machines à laver le linge pour usage domestique, Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction, Indice de classement : C 73-171/A11, ICS : 97.060

AFNOR (2014) NF EN 16323 – Mai 2014 - Glossaire de termes techniques des eaux résiduaires

AFNOR (2003) NF X 50-110 - Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (indice de classement X 50-110).

BSI (2010) 8525-1:2010 Greywater systems – Part 1: Code of practice.

BSI (2011) 8525-2:2011 – Part 2 : Greywater systems Domestic greywater treatment equipment. Requirements and test methods.

CEN (1993) Workplace atmospheres: Size fraction definitions for measurements of airborne particles in the workplace. CEN standard EN 481. CEN, Bruxelles, Belgium.

ETA 0905. Sistemas Prediais de Reciclagem e Reutilização de Águas Residuais Cinzentas.

ETA 0906. Certificação de sistemas prediais de reutilização e reciclagem de Águas cinzentas.

FBR (2005) H 201 grauwasser recycling.

ISO (1995) Air quality - Particle size fraction definitions for health-related sampling. International Organization for Standardization, ISO standard 7708, ISO, Geneva, Switzerland.

NSF (2011) 350 Onsite Residential and Commercial Water Reuse Treatment Systems

SCHL (2005) Normes de réutilisation de l'eau et protocole de mise à l'essai.

### **9.3 Législation et réglementation**

ACT Government (2007) Greywater Use: Guidelines for Residential Properties.

Arizona Administrative Code Title 18, Chapter 9, Article 7.

Brug af regnvand (2012) Til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger Rørcenter-anvisning 003. ISBN 87-7756-560-6.

California Code of regulations TITLE 22.

California plumbing code (2010) Chapter 16A Non potable water reuse systems. P299-310

Code de l'environnement Article R214-5 - Partie réglementaire - Livre II : Milieux physiques - Chapitre IV : Activités, installations et usage - Section 1 : Procédures d'autorisation ou de déclaration - Sous-section 1 : Champ d'application.

Code de la santé publique Article L1331-10. Partie législative - Première partie : Protection générale de la santé - Livre III : Protection de la santé et environnement - Titre III : Prévention des risques sanitaires liés à l'environnement et au travail - Chapitre Ier : Salubrité des immeubles et des agglomérations.

Code de la santé publique Article R1321-1. Partie réglementaire - Première partie : Protection générale de la santé - Livre III : Protection de la santé et environnement - Titre II : Sécurité sanitaire des eaux et des aliments - Chapitre Ier : Eaux potables - Section 1 : Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles - Sous-section 1 : Dispositions générales - Paragraphe 1 : Champ d'application, limites et références de qualité.

Commission européenne (2012) Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions - Plan d'action pour la sauvegarde des ressources en eau de l'Europe. 14/11/2012.

Department of Health WA (2010) Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia. 58p

EPA Victoria (2013) Code of Practice – Onsite Wastewater Management, Environment Protection Authority, Victoria, Australia, Publication number 891.3.

Journal officiel de l'Union européenne (2006) DIRECTIVE 2006/7/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 15 février 2006 concernant la gestion de la qualité des eaux de baignade et abrogeant la directive 76/160/CEE.

Journal officiel de la République française (2007) Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. NOR : SANP0720201A.

Journal officiel de la République française (2008) 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. NOR: DEVO0773410A.

Journal officiel de la République française (2010). Arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts NOR: SASP1013629A.

Journal officiel de la République française (2012). Arrêté du 9 octobre 2012 relatif aux conditions de mise sur le marché et d'emploi des réacteurs équipés de lampes à rayonnements ultraviolets utilisés pour le traitement d'eau destinée à la consommation humaine pris en application de l'article R. 1321-50 (I et II) du code de la santé publique

Journal officiel de la République française (2013) Arrêté du 14 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement NOR: DEVP1305345A.

Journal officiel de la République française (2014) Arrêté du 25 juin 2014 modifiant l'arrêté du 2 août 2010 relatif à l'utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduaires urbaines pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts

Journal officiel des Communautés européennes (2003) Directive 2003/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2003 portant vingt-sixième modification de la directive 76/769/CEE du Conseil concernant la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses (nonylphénol, éthoxylate de nonylphénol et ciment)

Journal officiel des Communautés européennes (1998) Directive 98/83/CE du Conseil, du 3 novembre 1998, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Ministério das obras públicas, transportes e comunicações (1995) Decreto regulamentar n°23/95 de 23 de Agosto.

Ministerio de la presidencia (2007) Real decreto 1620/2007, de 7 diciembre, por el que se establece el regimen juridico de la reutilizacion de les aguas depuradas. BOE n°294 : 50639-50661.

Ministère de la santé et de la protection sociale (2004) Circulaire DHOS/E4/E2/DGAS/2C/DGS/7 A n° 377 du 3 août 2004 relative aux matériels de prévention et de lutte contre les fortes chaleurs dans les établissements de santé et les établissements d'hébergement pour personnes âgées. NOR : SANH0430413C

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (2003) D.M. 12-6-2003 n. 185 . Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152. Pubblicato nella Gazz. Uff. 23 luglio 2003, n. 169.

NSW Department of Health (2005) Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines, Part 4, Clause 43(1) Local Governments (Approvals) Regulation 1999.

Règlement (CE) n°648/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 31 mars 2004 relatif aux détergents

Règlement (CE) n°1272/2008 du Parlement européen relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances chimiques et des mélanges

Règlement (CE) n° 1223/2009 du Parlement Européen et du Conseil du 30 novembre 2009 relatif aux produits cosmétiques

---

# ANNEXES

---

## Annexe 1 : Lettre de saisine

2011-SA-0112



Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé

Secrétariat d'Etat chargé de la Santé

Direction générale de la santé

Sous-direction de la prévention des risques  
liés à l'environnement et à l'alimentation

Bureau de la qualité des eaux

DGS/EA4 - N° 175

Personne chargée du dossier : Nicolas LE PEN  
Tél. : 01.40.56.77.93  
E-mail : [nicolas.lepen@sante.gouv.fr](mailto:nicolas.lepen@sante.gouv.fr)

Paris, le 21 AVR. 2011

Le Directeur général de la santé

à

Monsieur le Directeur général de l'Agence  
nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,  
de l'environnement et du travail  
Direction de l'Evaluation des Risques (D.E.R.)  
UERE  
27-31 avenue du Général Leclerc,  
94701 Maisons-Alfort Cedex

**OBJET** : Evaluation des risques sanitaires liés à la réutilisation d'eaux grises pour des usages domestiques

**N/REF.** : DGS N° 110011 (Numéro de dossier à rappeler dans toute correspondance)

**PJ** : 1

### Contexte

La réutilisation des eaux grises consiste à récupérer les eaux provenant des douches, baignoires et lavabos et à les réutiliser après traitement. Dans certains cas, les eaux de la cuisine sont également assimilées aux eaux grises.

Les eaux grises sont des eaux non potables, présentant une contamination microbiologique et physico-chimique.

Dans un contexte de développement durable, la réutilisation des eaux grises est souvent présentée comme un moyen de préserver les ressources. Depuis quelques d'années, l'intérêt pour cette pratique s'est accru et certains pays se sont tournés vers cette solution alternative pour faire face à des pénuries d'eau.

En France, bien que le territoire ne soit pas en situation de pénurie d'approvisionnement en eau potable, cette pratique se développe notamment dans le cadre de la construction de bâtiments à haute qualité environnementale. Il convient de noter également que l'article 1 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (en modifiant l'article L. 111-9 du code de la construction et de l'habitation) prévoit qu'un décret en Conseil d'Etat définisse pour les constructions nouvelles, en fonction des différentes catégories de bâtiments, leurs caractéristiques et leur performance énergétiques et environnementales, notamment au regard de la consommation d'eau.

### Usages domestiques de l'eau

Le code de la santé publique (article R.1321-1) impose l'usage d'une eau potable pour l'ensemble des usages domestiques intérieurs. L'alimentation par un réseau d'eau non potable est interdite et soumise à dérogation préfectorale (article R.1321-57).

En effet, l'article R.1321-1 du code de la santé publique précise « *La présente section est applicable aux eaux destinées à la consommation humaine définies ci-après : 1° Toutes les eaux qui, soit en l'état, soit après traitement, sont destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments ou à d'autres usages domestiques, [...]* ».

Dans son avis du 5 septembre 2006 « Position relative aux enjeux sanitaires liés à l'utilisation d'eau de pluie pour les usages domestiques », le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France a proposé une définition des usages domestiques :

« la notion d' « usages domestiques » recouvre généralement :

- les usages alimentaires : boisson, préparation des aliments, lavage de la vaisselle,
- les usages liés à l'hygiène corporelle : lavabo, douche, bain, lavage du linge,
- les usages dans l'habitat (évacuation des excréta, lavage des sols,...) et usages connexes (arrosage des espaces verts, arrosage du potager, lavages des sols et des véhicules, ...); »

### Objet de la saisine

Considérant les éléments évoqués précédemment, je vous demande de procéder à une expertise scientifique et technique afin de :

- caractériser la qualité des eaux grises brutes selon leur origine et la qualité des eaux grises traitées selon le mode de traitement mis en œuvre ;
- évaluer les risques sanitaires associés à la réutilisation d'eaux grises pour les usages domestiques évoqués précédemment, à l'exception des usages alimentaires pour lesquels la nécessité de disposer d'eau potable ne semble pas devoir être remise en cause ;
- formuler des recommandations de gestion qui vous paraîtront pertinentes, que ce soit en termes d'obligation de résultats (c'est-à-dire des limites de qualité de l'eau différentes de celles définies pour les eaux destinées à la consommation humaine) ou en termes d'obligation de moyens (c'est-à-dire des performances de traitement et type de maintenance et de contrôle à mettre en œuvre). Les recommandations de gestion pourront être modulées en fonction du type de bâtiment visé (habitat individuel, habitat collectif, établissement recevant du public, etc). Il est suggéré de prioriser cette partie de l'expertise sur les usages intérieurs à l'habitat.

Je vous prie de bien vouloir me faire part de vos conclusions sous un délai de 18 mois sur la saisine suivante :

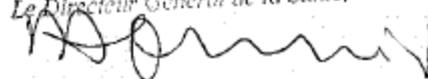
### EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES LIES A LA REUTILISATION D'EAUX GRISES POUR DES USAGES DOMESTIQUES

enregistrée à la Direction générale de la santé sous le numéro : 110011.

Vous vous appuyerez notamment sur les documents suivants :

- Rapport établi par le CSTB en juin 2010, à la demande de la DGS et du CSTB, que vous trouverez ci-joint. Ce rapport présente, à l'échelle internationale, un état des lieux des réglementations et des recommandations, une présentation des principaux dispositifs commercialisés et une analyse de retours d'expériences.
- OMS, Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, 2006.
- Environmental Protection Agency, Guidelines for water reuse, 2004.

Le Directeur Général de la Santé,



Pr Didier HOUSSIN

## Annexe 2 : Caractéristiques chimiques des eaux grises brutes selon leur provenance

	Température °C	Couleur Pt/Co	pH Unité	Turbidité NTU	MES mg/L	DBO <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /L	DCO totale mgO <sub>2</sub> /L	DCO soluble mgO <sub>2</sub> /L	COD mgC/L	Tensioactifs mgMBAS/L	N-total mg/L	NTK mg/L	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mgN/L	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mgN/L	P-total mgP/L	P-PO <sub>4</sub> mgP/L	Ratio DCO/DBO <sub>5</sub>	Ratio DBO <sub>5</sub> /DCO
<b>Pays</b>																		
Australie		60-100	6,4 - 8,1	60 - 240	48 - 120	76 - 200						4,6 - 20	< 0,1 - 15		0,11 - 1,8			
Royaume-Uni			7,6 8,1	92 102	76 40	252	433						1,56 0,53	0,9 0,34		1,63 45,5	1,7	0,6
Royaume-Uni					54 181 200		210 298 501	184 221 221					1,1 0,3 1,2	4,2 6 6,3		5,3 13,3 19,2		
Allemagne						50 - 100	100 - 200				5 - 10				0,2 - 0,6		2,0	0,5
Royaume-Uni			7,52 ± 0,28 7,57 ± 0,29 7,32 ± 0,27	84,8 ± 70,5 59,8 ± 43 164 ± 171	89 ± 113 58 ± 46 153 ± 226	146 ± 55 129 ± 57 155 ± 49	420 ± 245 367 ± 246 587 ± 379				8,7 ± 4,8 6,6 ± 3,4 10,4 ± 4,8					0,3 ± 0,1 0,4 ± 0,4 0,4 ± 0,3	2,9 2,8 3,8	0,3 0,4 0,3
Espagne			7,6 ± 0,23	20 ± 13	44 ± 31		171 ± 130				11,4 ± 9,4							
Maroc			7,6 ± 0,4	29 ± 11		59 ± 13	109 ± 33		0,30 ± 0,23		15,2 ± 4,5	11,8 ± 4,2	0,0 ± 0,0	1,6 ± 0,5	1,0 ± 0,4	1,8	0,5	
Espagne			6,8 ± 0,4	38,8 ± 20	32,2 ± 7		72,7 ± 50				4,1 ± 2							
Israël			7,3 ± 0,1		153 ± 83	44 ± 5	435 ± 130			4,1 ± 0,6	7,2 ± 1,8		0,65 ± 0,2		2,8 ± 1,3		9,9	0,1
Royaume-Uni				35 ± 16 42 ± 9		39 ± 17 166 ± 37	144 ± 63 575 ± 98		12 ± 4 56 ± 7		7,6 ± 3,0 16,4 ± 3,0		0,7 ± 0,7 1,0 ± 0,3	3,9 ± 1,6 7,5 ± 1,2		0,5 ± 0,2 1,3 ± 0,1	3,7 3,5	0,3 0,3
France			7,34 - 7,71	35,3 - 462	37,0 - 360,5	78 - 670	112 - 1001	29 - 257	17,2 - 90,4	0,3 - 11,1	4,3 - 15,9				0,2 - 1,12		1,4	0,7
Australie		50 - 70	9,3 - 10	50 - 210	88 - 250	48 - 290						1,0 - 40	< 0,1 - 1,9		0,062 - 42			
Royaume-Uni			8,1	108	68	472	725						10,7	1,6		101	1,5	0,7
Royaume-Uni					165		1815	1164					2	2		21		
Etats-Unis				39 - 296									0,1 - 3,47					
Etats-Unis				14 - 29									0,06 - 0,33					
France			7,20 ± 0,30	120 ± 17	78 ± 18		1340 ± 46											
Royaume-Uni						536	936						4,6	0,45		15,6	1,7	0,6
Royaume-Uni					235		1079	644					0,3	5,8		26		
Israël			5,7 ± 0,3		1250 ± 860	1042 ± 320	2180 ± 690			8,2 ± 1,0	22 ± 7,0		0,99 ± 0,6		3,7 ± 0,8		2,1	0,5
Allemagne						150 - 250	250 - 430										1,7	0,6
Jordanie			6		316		1500											
Suède			7,50		630	418	588				9,68				7,53		1,4	0,7
Afrique du Sud			8,1 - 9,8				280 - 310				206 ± 5,8	206 ± 2,7			69 ± 0,6	40 ± 7,0		

DBO <sub>7</sub>
mg/L et non mgN/L

## **Annexe 3 : Réglementation française relative à la réutilisation des eaux de pluie**

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 prévoit notamment :

- Concernant les usages domestiques « *I. — L'eau de pluie collectée à l'aval de toitures inaccessibles peut être utilisée pour des usages domestiques extérieurs au bâtiment. L'arrosage des espaces verts accessibles au public est effectué en dehors des périodes de fréquentation du public. II. — A l'intérieur d'un bâtiment, l'eau de pluie collectée à l'aval de toitures inaccessibles, autres qu'en amiante-ciment ou en plomb, peut être utilisée uniquement pour l'évacuation des excréta et le lavage des sols. III. — L'utilisation d'eau de pluie collectée à l'aval de toitures inaccessibles est autorisée, à titre expérimental, pour le lavage du linge, sous réserve de mise en œuvre de dispositifs de traitement de l'eau adaptés et :*  
— *que la personne qui met sur le marché le dispositif de traitement de l'eau déclare auprès du ministère en charge de la santé les types de dispositifs adaptés qu'il compte installer ;*  
— *que l'installateur conserve la liste des installations concernées par l'expérimentation, tenue à disposition du ministère en charge de la santé. » ;*
- Concernant le risque de contamination du réseau EDCH « *Tout raccordement, qu'il soit temporaire ou permanent, du réseau d'eau de pluie avec le réseau de distribution d'eau destinée à la consommation humaine est interdit. L'appoint en eau du système de distribution d'eau de pluie depuis le réseau de distribution d'eau destinée à la consommation humaine est assuré par un système de disconnexion par surverse totale avec garde d'air visible, complète et libre, installée de manière permanente et verticalement entre le point le plus bas de l'orifice d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine et le niveau critique. La conception du trop-plein du système de disconnexion doit permettre de pouvoir évacuer le débit maximal d'eau dans le cas d'une surpression du réseau de distribution d'eau de pluie. »*
- Concernant le risque d'interconnexion des réseaux « *A proximité immédiate de chaque point de soutirage d'une eau impropre à la consommation humaine est implantée une plaque de signalisation qui comporte la mention « eau non potable » et un pictogramme explicite. »*
- Concernant le risque d'ingestion de l'eau « *Dans les bâtiments à usage d'habitation ou assimilés, la présence de robinets de soutirage d'eaux distribuant chacun des eaux de qualité différentes est interdite dans la même pièce, à l'exception des caves, sous-sols et autres pièces annexes à l'habitation. A l'intérieur des bâtiments, les robinets de soutirage, depuis le réseau de distribution d'eau de pluie, sont verrouillables. Leur ouverture se fait à l'aide d'un outil spécifique, non lié en permanence au robinet. Une plaque de signalisation est apposée à proximité de tout robinet de soutirage d'eau de pluie et au-dessus de tout dispositif d'évacuation des excréta. Elle comporte la mention « eau non potable » et un pictogramme explicite. »*

## Annexe 4 : Concentrations en contaminants chimiques dans les eaux grises brutes

Les tableaux présentent les concentrations maximales en contaminants chimiques dans les eaux grises brutes rapportés dans la littérature scientifique (Almqvist et Hanæus 2006 ; Andersen *et al.* 2007 ; Eriksson *et al.* 2003 ; Eriksson *et al.* 2010 ; Hernández Leal *et al.* 2011 ; Hernández Leal *et al.* 2010 ; Hernández Leal *et al.* 2007 ; Ledin 2001 ; Palmquist et Hanæus 2005 ; Prathapar *et al.* 2005 ; Ramon *et al.* 2004) ; (Boyjoo *et al.* 2013 ; Donner *et al.* 2010 ; Imhof et Muhlemann 2005 ; Ledin 2001).

**Concentrations maximales en éléments chimiques rapportées dans des eaux grises brutes en fonction de l'utilisation initiale de l'eau.**

	<b>C<sub>max</sub></b> (µg/L)			
	Salle de bain	Buanderie	Cuisine	Toutes eaux brutes
Aluminium, Al	1 700	21 000	3 390	21 000
Antimoine, Sb	nr	nr	0,68	0,68
Argent, Ag	< 20	< 2	13	13
Arsenic, As	30	7	15	30
Baryum, Ba	130	19	28	130
Bismuth, Bi	< 20	nr	0,57	0,57
Bore, B	140	500	910	910
Cadmium, Cd	0,21	< 38	0,16	0,21
Calcium, Ca	105 000	14 000	38 000	105 000
Chlorures, Cl <sup>-</sup>	18 000	88 000	96 700	96 700
Chrome, Cr	36	< 25	130	130
Cobalt, Co	nr	< 12	1,51	1,51
Cuivre, Cu	120	270	260	270
Etain, Sn	6	nr	4,39	6,2
Fer, Fe	1 400	1 000	1 690	1 860
Magnésium, Mg	56 077	60 840	30 550	60 840
Manganèse, Mn	61	29	100	100
Mercure, Hg	36	0,29	0,47	36
Nickel, Ni	35	35	35	35
Platine, Pt	nr	nr	0,05	0,05
Plomb, Pb	104	83	140	140
Potassium, K	43 131	17 000	59 000	59 000
Silicium, Si	4 100	49 000	21 430	49 000
Sodium, Na	184 499	667 147	216 000	66 7147
Soufre, S	27 000	40 000	35 000	40 000
Zinc, Zn	6 300	440	1 800	6 300

nr = non recherché

## Concentrations maximales en composés chimiques organiques rapportées dans des eaux grises brutes

	<b>C<sub>max</sub></b> (µg/L)
Benzène	9,8
Toluène	16
Éthylbenzène	2,1
o-Xylène	0,7
m-Xylène	3,6
p-Xylène	
Xylènes - mélange d'isomères	62
Camphre	11,4
Dichlorophénol	0,13
2,4,6 Trichlorophénol	0,1
Pentachlorophénol	0,04
Trichloroéthylène	0,14
Tétrachlororéthylène	6,6
Chloroforme	0,23
Bromodichlorométhane	0,01
Dibromochlorométhane	1,1
Bromoforme	1
Éthylhexylméthoxycinnamate	67,7
4 méthylbenzylidène camphre	8,9
Octocrylène	146
Acide 2-phenylbenzimidazole-5-sulfonic (PBSA)	15,3
2 éthylhexyl salicylate (2EHS)	4,7
Avobenzone	17,4
Oxybenzone	4,9
Triclosan	35,7
Butylbenzyl phthalate	9
Di-(2-éthylhexyl) phthalate	160
Diéthyl phthalate	38
Di-isobutyl phthalate	8
Di-n-butyl phthalate	9,4
Méthylparabène	39
Éthylparabène	10,8
Propylparabène	8,4
Butylparabène	5,6
Isobutylparabène	2,3
Bisphénol A	1,2
Nonylphénols (NP)	38
Iso-NP	1,4
4-NP	5,95
4-NP monoéthoxylate	6,73
4-NP diéthoxylate	15,9
4-NP triéthoxylate	36,2
4-NP tétraéthoxylate	61,4
4-NP pentaéthoxylate	49,7
4-NP hexaéthoxylate	40,9
4-NP heptaéthoxylate	24,1
4-NP octaéthoxylate	3,3
4-octylphénol (OP)	0,16
4-OP monoéthoxylate	0,38

	<b>C<sub>max</sub></b> (µg/L)
4-OP diéthoxylate	0,6
4-OP triéthoxylate	4,74
4-OP tétraéthoxylate	3,1
4-OP pentaéthoxylate	2,6
4-OP hexaéthoxylate	0,81
4-OP heptaéthoxylate	0,44
4-OP octaéthoxylate	0,14
Acide hexanoïque	11,8
Acide octanoïque	283
Acide décanoïque	755
Acide dodécanoïque	680
Acide tétracanoïque	2 808
Acide hexacanoïque	7 020
Acide 9-octadécanoïque	15 863
Acide octadécanoïque	3 569
Acide eicosanoïque	189
Acénaphène	0,26
Acenphtylène	0,15
Anthracène	0,041
Benzo(a)pyrène	0,04
Benzo(ghi)pérylène	0,04
Chrysène	0,02
Fluoranthène	0,035
Fluorène	0,065
Naphtalène	0,042
Phénanthrène	0,12
Pyrène	0,05
Somme 16 HAP	0,43
Dibutyl étain	28,2
Diocetyl étain	0,021
Monobutyl étain	89,8
Monoocetyl étain	0,1
Tributyl étain	6,4
Tétrapolybromodiphényléthers	0,24
Tétrabromodiphényléther 47 (BDE-47)	0,22
Pentabromodiphényléthers	0,76
Pentabromodiphényléther 99 (BDE-99)	0,64
Pentabromodiphényléther 100 (BDE-100)	0,11
Hexabromodiphényléthers	0,007
Galaxolide	19,1
Tonalide	5,8
Acide hydroxycitrique (HCA)	11,5
Polychlorobiphényle (PCB) 105	0,029
PCB 118	0,12
PCB 156	0,032
PCB 157	0,026
PCB 167	0,015
Alkykbenzène sulfonate linéaire (LAS)	2 200

## Annexe 5 : Liste des organismes pathogènes ou opportunistes potentiellement présents dans les eaux grises

La liste présentée dans les tableaux ci-après a été établie sur la base des rapports de l'Anses sur la réutilisation des eaux usées (Anses 2012f), sur la qualité microbiologique des eaux usées (Anses 2012e) complété par certains pathogènes issus du rapport sur les baignades artificielles (Afsset 2009) et par les fiches Anses de dangers biologiques transmises par les aliments (Anses 2010b ; Anses 2010c ; Anses 2011a ; Anses 2011b ; Anses 2011c ; Anses 2011d ; Anses 2011e ; Anses 2011f ; Anses 2011g ; Anses 2011h ; Anses 2011i ; Anses 2012a ; Anses 2012b ; Anses 2012c ; Anses 2012d ; Anses 2014)

Bactéries				
Micro-organisme	Origine (H : homme ; A : Animal)	Voies de contamination	Pathologies associées	Populations cibles
<i>Aeromonas hydrophila</i>	environnement aquatique	ingestion, cutané-muqueuse, inhalation	gastro-entérite, infection cutanée, septicémie, infection oculaire, infection des voies respiratoires ou urinaires	population générale. Risque majoré si lésions cutanées
<i>Clostridium perfringens</i>	sol, eaux, fécale (A)	cutané-muqueuse	Diarrhée, violents maux de ventre, nausées, fièvre	population générale
<i>Escherichia coli</i> pathogènes	fécale (H, A)	ingestion	gastro-entérite, colite hémorragique, syndrome hémolytique et urémique	jeunes enfants de moins de 3 ans, personnes âgées, immunodéprimés
<i>Helicobacter spp</i>	fécale (H, A)	ingestion	ulcère gastrique, gastrite, cancer de l'estomac	population générale
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	H, A, sol et eau	cutané-muqueuse, inhalation	pneumopathie, Infection cutanée	personnes âgées, immunodéprimés
<i>Legionella pneumophila</i>	hydro-tellurique (biofilms, eaux douces chaudes)	inhalation	infections respiratoires	personnes immunodéprimées, fumeurs, insuffisants respiratoires, cardiopathies, personnes âgées
<i>Mycobacterium avium</i> Complex	hydro-tellurique	inhalation	infection cutané- muqueuse, infection respiratoire	personnes immunodéprimés enfants, personnes âgées
<i>Mycobacterium atypiques</i>	hydro-tellurique	cutané-muqueuse	infection cutané- muqueuse infection respiratoire	personnes immunodéprimés enfants, personnes âgées

<b>Micro-organisme</b>	<b>Origine</b> (H : homme ; A : Animal)	<b>Voies de contamination</b>	<b>Pathologies associées</b>	<b>Populations cibles</b>
<i>Pseudomonas spp.</i>	hydro-tellurique (biofilms), végétale, fécale (H, A) cutané-muqueuse (H, A)	inhalation, cutané-muqueux	otite, folliculite, infection urinaire ou respiratoire, conjonctivite	enfants, personnes âgées ou immunodéprimés, personnes atteintes de mucoviscidose
<i>Salmonella spp.</i>	fécale (A, H)	ingestion	gastro-entérite, fièvre typhoïde	nourrissons, personnes immunodéprimées, personnes atteintes de malnutrition, d'une achlorhydrie, d'une hypochlorhydrie ou d'une maladie néoplasique, ou suivant un traitement antiacide, une antibiothérapie à large spectre ou un traitement immunosuppresseur.
<i>Shigella spp.</i>	fécale (H)	ingestion	gastro-entérite	jeunes enfants
<i>Staphylococcus aureus</i>	cutané-muqueuse (H), fécale (H), hydro-tellurique (biofilms)	ingestion, Inhalation, cutané-muqueuse	gastro-entérite, infections cutanée et urinaire, otite, impétigo	personnes immunodéprimées, patient hospitalisé,
<i>Vibrio cholerae non-O1/nonO139, V. vulnificus, V. parahaemolyticus</i>	aquatique (mer et estuaires), fécale (H, A)	ingestion ,cutané-muqueuse	gastro-entérite, septicémie, infection cutanée, otite	jeunes enfants, personnes âgées, personnes immunodéprimées, sujets ayant une maladie sous-jacente (hépatopathies en particulier)
<i>Yersinia enterocolitica</i>	fécale (H, A)	ingestion	gastro-entérite fébrile (yersiniose), septicémie	enfants de moins de 10 ans, personnes immunodéprimées, personnes du groupe HLAB27 (Human Leucocyte Antigen)

Virus				
Micro-organisme	Origine (H : homme ; A : Animal)	Voies de contamination	Pathologies associées	Populations cibles
<i>Adenovirus</i>	fécale (H) et via les muqueuses	ingestion, cutanéomuqueuse, inhalation	gastro-entérite, conjonctivite maladie respiratoire aiguë	population générale, personnes immunodéprimées
<i>Astrovirus</i>	fécale (H, A)	ingestion	gastro-entérite	population générale
Coxsackievirus	fécale (H, A)	inhalation	méningite, herpangine (Coxsackie A), fièvre, infection respiratoire, myocardite, péricardite	population générale
<i>Norovirus</i>	fécale (H, A)	ingestion	gastro-entérite	population générale
<i>Echovirus</i>	fécale (H, A)	inhalation	méningite, encéphalite, infection respiratoire, rash cutané, diarrhée, fièvre, Myocardite et péricardite	population générale
<i>Enterovirus</i>	fécale (H)	ingestion, inhalation	maladie respiratoire, infection cutanée, cardiopathie, méningite, <i>etc.</i>	enfants
<i>Hépatite A</i>	fécale (H)	ingestion	hépatite infectieuse, syndrome pseudo-grippal, ictère, Troubles digestifs (nausées, douleurs abdominales)	adulte (infection plus sévère chez les adultes de plus de 40 ans)
<i>Hépatite E</i>	fécale (H, A)	ingestion	hépatite infectieuse, syndrome pseudo-grippal, ictère, anorexie	personnes présentant une maladie hépatique sous-jacente avec risque d'hépatite fulminante, sujets immunodéprimés avec risque d'infection chronique et de cirrhose, femmes enceintes
<i>Molluscipoxvirus</i>	(H) cutanée	cutanéomuqueuse	infection cutanée	personnes immunodéprimées
<i>Papillomavirus</i>	(H) cutanée et via les muqueuses	cutanéomuqueuse	infection cutanée et muqueuse	population générale
<i>Rotavirus</i>	fécale (H)	ingestion	gastro-entérite	population générale (infection plus grave chez les nourrissons)
<i>Virus influenza</i> (grippal)	aérienne (H, A)	inhalation	infection des voies aériennes supérieures et inférieures	personnes âgées, malades chroniques

Protistes				
Micro-organisme	Origine (H : homme ; A : Animal)	Voies de contamination	Pathologies associées	Populations cibles
<i>Acanthamoeba spp.</i>	hydro-tellurique	cutané-muqueuse	kératite chez porteurs lentilles, encéphalite amibienne granulomateuse. (Pathologies très rare)	porteurs de lentilles, personnes immunodéprimées
<i>Hartmannella spp.</i>	hydro-tellurique	cutané-muqueuse	kératite chez porteurs lentilles, encéphalite amibienne granulomateuse	porteurs de lentilles, personnes immunodéprimées
<i>Cryptosporidium spp.</i>	fécale (H, A) hydro-tellurique (oocystes)	ingestion	gastro-entérite aiguë, chronique chez les personnes immunodéprimées, potentiellement mortelle dans certaines populations à risque	enfants, personnes immunodéprimées
<i>Cyclospora spp.</i> <sup>18</sup>	fécale (H)	ingestion	gastro-entérite	personnes immunodéprimées
<i>Entamoeba histolytica</i> <sup>12</sup>	fécale (H)	ingestion	dysenterie amibienne, amibiase viscérale, amoebiose	population générale
<i>Giardia duodenalis</i>	fécale (H, A)	ingestion	gastro-entérite	personnes présentant un déficit en immunoglobuline A ou une hypochlorhydrie gastrique ou une malnutrition
Microsporidies	fécale (H, A)	ingestion, cutané-muqueuse	gastro-entérite aiguë, chronique chez les personnes immunodéprimées, potentiellement mortelle dans certaines populations à risque	personnes immunodéprimées
<i>Toxoplasma gondii</i>	fécale (oocystes émis par félidés)	ingestion	toxoplasmose	personnes immunodéprimées et femmes enceintes

<sup>18</sup> Non présent en métropole

**Levures et moisissures**

<b>Micro-organisme</b>	<b>Origine</b> (H : homme ; A : Animal)	<b>Voies de contamination</b>	<b>Pathologies associées</b>	<b>Populations cibles</b>
<i>Champignons (Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Cladosporium, Coccidioides immitis etc.)</i>	environnement (sol, eau)	ingestion, inhalation, cutanéomuqueuse	ictère, anorexie et diarrhées, possibilité de mycoses invasives,	
<i>Cryptococcus neoformans</i>	environnement (sol, eau)	inhalation, cutanéomuqueuse,	pneumopathies, Infection cutanée acnéique	personnes immunodéprimées
<i>Candida spp.</i>	environnement (eau, aliments) et espèces épiphytes	ingestion, cutanéomuqueuse	infection cutanée (intertrigo), otomycose	personnes immunodéprimées

## Annexe 6 : Données de contamination microbiologique des eaux grises brutes (UFC/100 mL)

Micro-organisme	Chaillou <i>et al.</i> (2011)	Winward <i>et al.</i> (2008)	Ottoson et Stenström (2003)	Laine (2001)	Birks <i>et al.</i> (2004)	Surendran et Wheatley (1998)	Rose <i>et al.</i> (1991)	Christova-Boal <i>et al.</i> (1996)	Birks et Hills (2007)	Friedler <i>et al.</i> (2006)	Gilboa et Friedler (2008)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	n/a	3,2. 10 <sup>4</sup>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	3,30. 10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	n/a	2,3. 10 <sup>3</sup>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	9,90. 10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella spp.</i>	n/a	ND	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND	n/a	n/a
<i>Campylobacter spp.</i>	n/a	ND	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND	n/a	n/a
Coliformes totaux	n/a	2,0. 10 <sup>5</sup>	1,3. 10 <sup>8</sup>	9,4. 10 <sup>3</sup>	1,0. 10 <sup>6</sup>	6,0. 10 <sup>6</sup>	6,1. 10 <sup>6</sup>	2,4. 10 <sup>7</sup>	2,2. 10 <sup>7</sup>	n/a	n/a
<i>E. coli</i>	2,07. 10 <sup>6</sup>	6,3. 10 <sup>2</sup>	1,0. 10 <sup>6</sup>	1,5. 10 <sup>3</sup>	2,4. 10 <sup>6</sup>	6,0. 10 <sup>2</sup>	7,9. 10 <sup>6</sup>	3,3. 10 <sup>3</sup>	3,9. 10 <sup>5</sup>	3,4. 10 <sup>5</sup>	3,80. 10 <sup>4</sup>
Entérocoques	1,0. 10 <sup>6</sup>	6,3. 10 <sup>2</sup>	2,5. 10 <sup>4</sup>	2,1. 10 <sup>3</sup>	2,0. 10 <sup>6</sup>	n/a	n/a	2,4. 10 <sup>3</sup>	2,5. 10 <sup>3</sup>	n/a	n/a
<i>Clostridium sp.</i>	n/a	1,0. 10 <sup>3</sup>	2,0. 10 <sup>3</sup>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	4,60
coliphage somatique	n/a	n/a	2,0. 10 <sup>3</sup>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND
Bactériophage ARN-F	n/a	n/a	ND	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND
Flore totale 36 ou 37°C	4,7. 10 <sup>9</sup>	n/a	n/a	n/a	3,0. 10 <sup>3</sup>	n/a	n/a	n/a	6,3. 10 <sup>6</sup>	2,60. 10 <sup>7</sup>	1,60. 10 <sup>7</sup>
<i>Giardia spp.</i>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1,5 kiste/L	n/a	n/a
<i>Legionella spp.</i>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND	n/a	n/a
<i>E. coli</i> O157 :H7	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND	n/a	n/a
Entérovirus	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	ND	n/a	n/a

n/a : non recherché ; ND : non détecté D détecté

	Valeur moyenne		Valeur maximale
--	----------------	--	-----------------

# Annexe 7 : Systèmes de refroidissement d'air

## ► Description des différents systèmes de refroidissement

Les systèmes de refroidissement par voie humide fonctionnent par échange de chaleur entre l'eau et l'air (tours aéroréfrigérantes utilisées pour le refroidissement de l'eau réchauffée au contact d'installations produisant de la chaleur) ou entre l'air et l'eau (installations de rafraîchissement de l'air de locaux). Leur classement est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Classement des systèmes de refroidissement

Systèmes à refroidissement évaporatif		Systèmes adiabatiques (pré-refroidissement de l'air par un phénomène adiabatique)		
Avec dispersion d'eau		Sans dispersion d'eau	Avec dispersion d'eau	
ouverts	fermés	imprégnation de média	pulvérisation	brumisation

(en gris : Systèmes soumis à la rubrique 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement)

Le système à refroidissement évaporatif est un système de refroidissement où l'eau du circuit primaire est refroidie soit en évaporation en contact direct avec le flux d'air (système dit ouvert), soit au travers d'un échangeur de chaleur dont l'eau du circuit secondaire est refroidie par évaporation d'eau en contact direct avec l'air (système dit fermé). L'eau à refroidir ruisselle sur un corps d'échange au travers duquel se fait le transfert thermique entre l'eau et le flux d'air ambiant.

Les systèmes adiabatiques utilisent le même principe que les systèmes secs (refroidissement par échange de chaleur sensible entre l'air et le fluide à refroidir) mais en optimisant les performances par pré-refroidissement de l'air entrant. Les systèmes se distinguent par les techniques de pré-humidification utilisées : l'air circule au travers d'un média imprégné d'eau, qui assure le refroidissement du flux d'air, ou alors l'eau est directement pulvérisée ou brumisée dans l'air.

## ► Réglementation française

### ■ Systèmes à refroidissement évaporatif

Pour les systèmes à refroidissement évaporatif, la qualité de l'eau d'appoint au niveau du piquage, définie par arrêté, respecte les critères suivants :

- *Legionella pneumophila* : inférieure au seuil de quantification de la technique normalisée utilisée
- MES : inférieure à 10 mg/L (Arrêté du 14 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2921 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement)

La qualité de l'eau d'appoint fait l'objet d'une surveillance au minimum annuelle. En cas de dérive d'au moins l'un de ces indicateurs, des actions correctives sont mises en place, et une nouvelle analyse en confirme l'efficacité, dans un délai d'un mois. L'année qui suit, la mesure de ces deux paramètres est réalisée deux fois, dont une pendant la période estivale.

La qualité physico-chimique de l'eau des circuits des systèmes à refroidissement évaporatif est définie selon les paramètres du tableau ci-dessous.

**Qualité physico-chimique réglementaire de l'eau des circuits des systèmes à refroidissement évaporatif**

Indicateur physico-chimique	Valeurs conseillées en circuit
Potentiel hydrogène (pH)	Données fournies par le constructeur de la tour et par le traiteur d'eau
Titre hydrotimétrique (TH)	25 à 30 degrés français maximum 0 à 10 degrés français (de préférence)
Titre alcalimétrique (TA)	2 à 10 degrés français
Titre alcalimétrique complet (TAC)	20 à 40 degrés français
Dosage du biocide oxydant libre résiduel	0,1 à 1 mg/L
Mesures du fer dissous et du fer total	inférieures à 0,2 mg/L
Matières en suspension (MES)	inférieures à 20 – 30 mg/L
Conductivité	800 à 1200 µS/cm

■ **Systèmes adiabatiques**

Pour les systèmes adiabatiques, la qualité de l'eau d'appoint est celle du réseau de distribution d'eau (Circulaire DHOS/E4/E2/DGAS/2C/DGS/7 A n° 377 du 3 août 2004 relative aux matériels de prévention et de lutte contre les fortes chaleurs dans les établissements de santé et les établissements d'hébergement pour personnes âgées).

Toutefois, l'eau contenue dans les circuits des systèmes adiabatiques peut, dans certains cas (stockage prolongé ou réchauffement de l'eau en période de forte chaleur, stagnation de l'eau lorsque les installations ne fonctionnent pas en continu), présenter des conditions favorables à la survie et à la prolifération de germes pathogènes tels que *Legionella pneumophila* et *Pseudomonas aeruginosa*. L'utilisation de ces équipements doit en conséquence faire l'objet de précautions particulières par les utilisateurs (contrôle de la qualité sanitaire de l'eau utilisée, conditions d'usage et de stockage éventuel de l'eau), notamment lorsqu'ils sont utilisés auprès de patients vulnérables et des personnes âgées dans les établissements de santé et les établissements d'hébergement pour personnes âgées.

L'utilisation de l'eau du réseau public non contrôlée spécifiquement au point de puisage est à proscrire dans ces équipements, sauf si elle respecte les seuils suivants :

- teneur en *Pseudomonas aeruginosa* inférieure ou égale à 1 UFC/100 mL ;
- et absence de *Legionella pneumophila*, c'est-à-dire un résultat inférieur à 250 UFC/L. L'expression du résultat devra porter le commentaire suivant : « *Legionella* et *L. pneumophila* non détectées » (norme NF T90-431).

En outre, pour limiter le développement potentiel de germes pathogènes, il est nécessaire de se conformer aux préconisations fournies par le constructeur fabricant et de mettre en œuvre des mesures préventives relatives à la conception de l'installation, à sa maintenance et à son entretien, ainsi qu'une surveillance de la qualité sanitaire de l'eau.

## Annexe 8 : Démarche d'évaluation des risques et calculs d'indices de criticité

Pour la fréquence d'exposition : 5 : supérieure à 1 fois par jour ; 4 : comprise entre 1 fois par jour et 1 fois par semaine

3 : comprise entre 1 fois par semaine et 1 fois par mois ; 2 : inférieure à 1 fois par mois ; 1 : nulle

Pour le volume d'exposition : 5 : de l'ordre de la centaine de litres ou plus ; 4 : entre 1 L et 100 L ; 3 : entre 1 mL et 1 L ; 2 : inférieur ou égal à 1 mL ; 1 : nul

Gravité : 4 décès possible ; 3 effet avec séquelle ; 2 effet sans séquelle ; 1 pas d'effet

Usage	Micro-organisme	Fréquence d'exposition	Volume d'exposition par			Gravité			Indice de criticité		
			ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée
Chasse d'eau des toilettes	<i>Legionella pneumophila</i>	5	2	2	2	1	4	1	10	40	10
	Staphylocoques	5	2	2	2	1	1	2	10	10	20
	Norovirus	5	2	2	2	2	1	1	20	10	10
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	5	2	2	2	2	1	1	20	10	10
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	2	2	2	1	1	3	10	10	30
	<i>Giardia duodenalis</i>	5	2	2	2	2	1	1	20	10	10
	Adénovirus	5	2	2	2	2	2	1	20	20	10
	Mycobactéries atypiques	5	2	2	2	1	2	3	10	20	30

Usage	Micro-organisme	Fréquence d'exposition	Volume d'exposition par			Gravité			Indice de criticité		
			ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée
Lavage du linge avec rinçage par EDCH	<i>Legionella pneumophila</i>	4	1	1	2	1	4	1	4	16	8
	Staphylocoques	4	1	1	2	1	1	2	4	4	16
	Norovirus	4	1	1	2	2	1	1	8	4	8
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	4	1	1	2	2	1	1	8	4	8
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	1	1	2	1	1	3	4	4	24
	<i>Giardia duodenalis</i>	4	1	1	2	2	1	1	8	4	8
	Adénovirus	4	1	1	2	2	2	1	8	8	8
	Mycobactéries atypiques	4	1	1	2	1	2	3	4	8	24
Lavage du linge avec rinçage par des eaux grises	<i>Legionella pneumophila</i>	4	3	1	4	1	4	1	12	16	16
	Staphylocoques	4	3	1	4	1	1	2	12	4	32
	Norovirus	4	3	1	4	2	1	1	24	4	16
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	4	3	1	4	2	1	1	24	4	16
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	3	1	4	1	1	3	12	4	48
	<i>Giardia duodenalis</i>	4	3	1	4	2	1	1	24	4	16
	Adénovirus	4	3	1	4	2	2	1	24	8	16
	Mycobactéries atypiques	4	3	1	4	1	2	3	12	8	48
Lavage des sols à l'intérieur du bâtiment	<i>Legionella pneumophila</i>	4	2	1	3	1	4	1	8	16	12
	Staphylocoques	4	2	1	3	1	1	2	8	4	24
	Norovirus	4	2	1	3	2	1	1	16	4	12
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	4	2	1	3	2	1	1	16	4	12
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	2	1	3	1	1	3	8	4	36
	<i>Giardia duodenalis</i>	4	2	1	3	2	1	1	16	4	12
	Adénovirus	4	2	1	3	2	2	1	16	8	12
	Mycobactéries atypiques	4	2	1	3	1	2	3	8	8	36

Usage	Micro-organisme	Fréquence d'exposition	Volume d'exposition par			Gravité			Indice de criticité		
			ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée
Refroidissement d'air	<i>Legionella pneumophila</i>	5	1	3	1	1	4	1	5	60	5
	Staphylocoques	5	1	3	1	1	1	2	5	15	10
	Norovirus	5	1	3	1	2	1	1	10	15	5
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	5	1	3	1	2	1	1	10	15	5
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	1	3	1	1	1	3	5	15	15
	<i>Giardia duodenalis</i>	5	1	3	1	2	1	1	10	15	5
	Adénovirus	5	1	3	1	2	2	1	10	30	5
	Mycobactéries atypiques	5	1	3	1	1	2	3	5	30	15
Lavage des surfaces extérieures avec un nettoyeur haute pression	<i>Legionella pneumophila</i>	3	2	4	5	1	4	1	6	48	15
	Staphylocoques	3	2	4	5	1	1	2	6	12	30
	Norovirus	3	2	4	5	2	1	1	12	12	15
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	3	2	4	5	2	1	1	12	12	15
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	2	4	5	1	1	3	6	12	45
	<i>Giardia duodenalis</i>	3	2	4	5	2	1	1	12	12	15
	Adénovirus	3	2	4	5	2	2	1	12	24	15
	Mycobactéries atypiques	3	2	4	5	1	2	3	6	24	45
Lavage des surfaces extérieures sans nettoyeur haute pression	<i>Legionella pneumophila</i>	3	2	1	3	1	4	1	6	12	9
	Staphylocoques	3	2	1	3	1	1	2	6	3	18
	Norovirus	3	2	1	3	2	1	1	12	3	9
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	3	2	1	3	2	1	1	12	3	9
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	2	1	3	1	1	3	6	3	27
	<i>Giardia duodenalis</i>	3	2	1	3	2	1	1	12	3	9
	Adénovirus	3	2	1	3	2	2	1	12	6	9
	Mycobactéries atypiques	3	2	1	3	1	2	3	6	6	27

Usage	Micro-organisme	Fréquence d'exposition	Volume d'exposition par			Gravité			Indice de criticité		
			ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée	ingestion	inhalation	voie cutanée
Fontaine d'eau décorative	<i>Legionella pneumophila</i>	5	3	3	2	1	4	1	15	60	10
	Staphylocoques	5	3	3	2	1	1	2	15	15	20
	Norovirus	5	3	3	2	2	1	1	30	15	10
	<i>Cryptosporidium parvum</i>	5	3	3	2	2	1	1	30	15	10
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	3	3	2	1	1	3	15	15	30
	<i>Giardia duodenalis</i>	5	3	3	2	2	1	1	30	15	10
	Adénovirus	5	3	3	2	2	2	1	30	30	10
	Mycobactéries atypiques	5	3	3	2	1	2	3	15	30	30





Agence nationale de sécurité sanitaire  
de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
14 rue Pierre et Marie Curie  
94701 Maisons-Alfort Cedex  
[www.anses.fr](http://www.anses.fr) /  @Anses\_fr