

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 25 novembre 2016

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

relatif à l'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge chez les particuliers
Faisabilité de l'expertise

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 10 février 2015 par la Direction générale de la santé (DGS) pour la réalisation de l'expertise suivante : évaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation d'eau de pluie pour le lavage du linge chez les particuliers.

CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

► Contexte de la saisine

Les pratiques de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie (EDP) pour des usages domestiques sont en augmentation depuis plusieurs années dans un but de réaliser des économies d'eau et/ou de maîtrise du ruissellement et des inondations.

En décembre 2002, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) avait été saisi par la DGS sur les aspects sanitaires liés à l'utilisation d'EDP pour des usages domestiques (CSHPF 2006b). La position du CSHPF exprimée dans son avis du 5 septembre 2006 était la suivante :

- « en présence d'un réseau public délivrant une eau destinée à la consommation humaine conforme aux critères de qualité fixés dans le code de la santé publique, l'utilisation de l'eau du réseau présente la meilleure sécurité sanitaire pour l'ensemble des usages domestiques ;

- *pour les usages alimentaires (boisson, préparation des aliments, lavage de la vaisselle, ...) et les usages d'hygiène corporelle, l'utilisation d'une eau conforme aux critères de qualité fixés par les articles R.1321-1 et suivants du CSP¹ est obligatoire* ». Il faut souligner que le CSHPF incluait le lavage du linge dans les « usages d'hygiène corporelle ».
- *« pour les autres usages domestiques dans l'habitat (évacuation des excréta) et les usages connexes (arrosage des espaces verts, arrosage du potager, lavages des sols et des véhicules...), l'utilisation d'EDP sans traitement ne présente pas, sauf contexte environnemental particulier, de risques inacceptables pour la santé. »*
- *« l'EDP collectée en aval de toitures pouvait être utilisée pour des usages non alimentaires et non liés à l'hygiène corporelle, dès lors que ces usages n'impliquaient pas de création d'un double réseau à l'intérieur des bâtiments. »* (CSHPF 2006a)

La loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques prévoyait, en son article 49, un crédit d'impôt sur le revenu pour l'installation d'équipements de récupération et de traitement des eaux pluviales ainsi qu'un arrêté précisant les conditions d'usage de l'EDP dans l'habitat et les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance de ces équipements.

La disposition sur le crédit d'impôt a été abrogée le 1^{er} janvier 2014.

Un arrêté ministériel du 21 août 2008, relatif à la récupération des EDP et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, précise des conditions d'usage de l'EDP récupérée en aval des toitures inaccessibles, dans les bâtiments et leurs dépendances, ainsi que les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance des équipements nécessaires à leurs récupération et utilisations. Cet arrêté autorise l'utilisation de l'EDP à l'extérieur de l'habitation (usages domestiques et arrosage des espaces verts) et à l'intérieur (alimentation des chasses d'eau et lavage des sols intérieurs).

Cet arrêté précise une définition de l'EDP dans son article 1. Il prévoit, en particulier, dans son article 2 :

« III. — L'utilisation d'EDP 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. »

► **Demande**

L'arrêté du 21 août 2008 s'appuie sur des considérations gestionnaires sans expertise préalable sur les risques sanitaires. C'est dans ce contexte que la DGS a saisi l'Anses afin de :

¹ CSP : Code de la Santé Publique

- « définir les risques sanitaires potentiels directs et indirects que pourrait représenter la mise en œuvre d'une installation de récupération et d'utilisation d'EDP à laquelle serait raccordé un lave-linge ;
- évaluer les modalités de traitement de l'eau éventuellement nécessaires afin que l'EDP puisse être autorisée pour le lavage du linge. »

Les questions portent exclusivement sur l'usage « lavage du linge ».

Ces questions relatives à la problématique de sécurité sanitaire d'eaux en milieu domestique font écho aux travaux publiés antérieurement par l'Anses sur les risques sanitaires liés à l'utilisation des eaux grises (double réseau, usage lavage du linge abordé) (Anses 2015).

En accord avec la DGS, afin de déterminer la faisabilité de l'expertise et les suites que pourrait donner l'Agence aux questions posées, l'Anses a conduit une expertise basée principalement sur une recherche bibliographique et une série d'auditions.

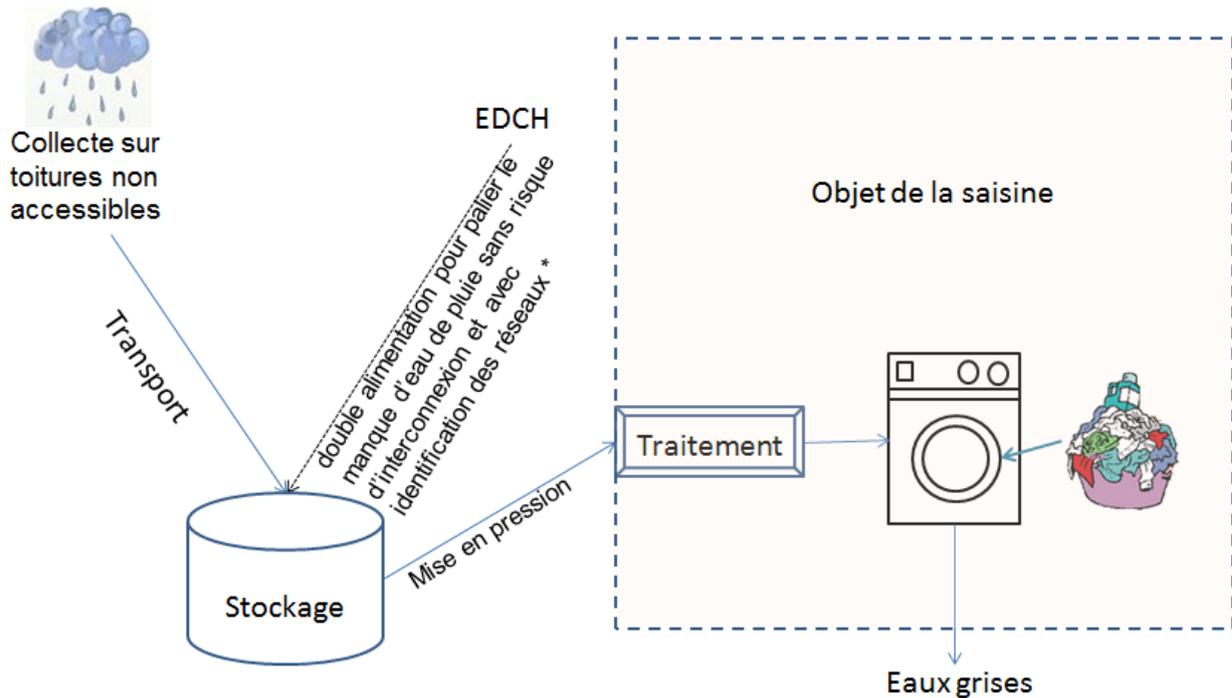
► **Champ de l'expertise**

L'EDP considérée dans le présent avis correspond à une eau récupérée en aval de toitures inaccessibles dont l'utilisation respecte les conditions d'usage, d'installation, d'entretien et de surveillance spécifiées par l'arrêté du 21 août 2008. Selon cet arrêté, l'EDP peut être non traitée ou partiellement, traitée ; est exclue de son champ d'application toute eau destinée à la consommation humaine (EDCH) produite en utilisant comme ressource de l'eau de pluie.

La figure 1 présente le parcours de l'EDP utilisée pour le lavage du linge, sur la base des prescriptions de l'arrêté du 21 août 2008 et situe le champ de l'expertise au regard du cadre réglementaire.

Le présent avis concerne uniquement l'EDP utilisé pour le lavage du linge en machine, dans des logements des particuliers dans des bâtiments individuels ou collectifs raccordés au réseau public d'EDCH. Elle ne porte pas sur d'autres usages éventuels de l'EDP.

Toutefois, afin de mieux analyser les risques sanitaires liés à la pratique, l'utilisation de l'EDP doit être prise en compte globalement pour certains aspects notamment pour connaître les contaminants de l'EDP utilisée et les caractéristiques des systèmes de collecte, de stockage et de distribution de l'EDP. De la même façon, les experts ont étudié l'efficacité des différentes étapes d'entretien du linge (lavage, séchage et repassage) quelle que soit la nature de l'eau employée.



* Le complément par le réseau d'EDCH se fait avec disconnection des réseaux par surverse totale, soit dans la cuve de stockage soit dans un bac tampon.

Figure 1 : Schéma du référentiel de l'étude du parcours de l'utilisation de l'eau de pluie pour l'usage de lavage du linge

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 CES « Eaux ». L'Anses a confié l'expertise au GT « Eau de pluie » (Annexe 1). Les travaux ont été présentés au CES, tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques, entre les mois de septembre 2015 et juillet 2016. Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires. Ils ont été adoptés par le CES « Eaux » réuni le 5 juillet 2016.

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).

Le GT s'est appuyé sur :

- Le rapport du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) de 2010 « Actions relatives à la récupération et l'utilisation de l'EDP » joint à la saisine (de Gouvello 2010) ;
- Une recherche bibliographique réalisée jusqu'au 16 juin 2016 avec les mots clés suivants :
 - « washing machine » et « rain water » ou « rainwater »,
 - « laundry » et « rain water » ou « rainwater »,

- « clothes » et « rain water » ou « rainwater »,
- « reuse laundry » ;
- « laundry infectious risk » ;
- Des rapports de littérature « grise » ;
- Des auditions des organismes et personnalités suivants:
 - Industriels français de l'eau de pluie (IFEP),
 - Fédération française des pressings et blanchisserie (FFPB),
 - Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E),
 - Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR),
 - Bernard de Gouvello, chercheur au CSTB ;
- Une consultation par courriel du groupement interprofessionnel des fabricants d'appareils ménagers (GIFAM) ;
- Une exploitation d'une consultation de l'ENDWARE¹ effectuée en avril 2014 par la Hongrie relative à l'utilisation de l'EDP pour l'alimentation en EDCH.

De plus, l'Anses a lancé en mars 2016, via l'IFEP, une enquête auprès des particuliers utilisant l'EDP pour le lavage du linge en machine, qui a donné lieu à l'enregistrement que d'une seule réponse.

ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES ET DU GT

Compte tenu des premières pistes investiguées, des constats qui s'en dégagent et afin de déterminer la faisabilité de l'expertise, le GT a structuré sa réflexion autour des questions répertoriées ci-après (cf. tableau 1).

Tableau 1 : Démarche scientifique suivie par le GT

Questions	Méthode et outils déployés
Quels sont les objectifs et pratiques du lavage du linge ?	- Recherches bibliographiques de la littérature scientifique et grise et consultations de sites internet
Quels sont les caractéristiques des précipitations en France ?	
Quel est le parcours des EDP ?	
Quelles sont les pratiques d'utilisation d'EDP pour le lavage du linge en France et à l'étranger ?	- Réalisation d'auditions - Recherches bibliographiques de la littérature scientifique et grise et consultations de sites internet - Exploitation d'une consultation de l'ENDWARE

¹ European Network of Drinking Water Regulator ; groupe informel en charge de l'élaboration de réglementations sur l'EDCH de pays membres de l'Union européenne.

Questions	Méthode et outils déployés
<p>Quelles sont les caractéristiques des EDP ruisselées, collectées ou distribuées ? Peut-on en déduire des données d'exposition et de contamination des EDP ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recherches bibliographiques de la littérature scientifique et grise - Exploitation des résultats de campagnes de mesures publiées des unités de recherches des experts du GT - Utilisation des données de ces documents : <ul style="list-style-type: none"> → Dans l'avis : synthèse et analyse des données françaises et européennes → Dans les annexes : tableaux de l'ensemble des données recensées internationales
<p>Quelle est l'efficacité des différentes étapes d'entretien du linge à l'égard des micro-organismes ?</p> <p>Facteurs influençant l'efficacité du lavage</p> <p>Transfert des contaminants microbiologiques au cours du lavage du linge</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recherches bibliographiques de la littérature scientifique et grise - Exploitation d'un rapport de revue de la littérature - Exploitation des résultats de campagnes de mesures non publiées d'unités de recherches des experts du GT - Analyse et synthèse des données de ces documents
<p>Quels traitements spécifiques de l'EDP pour l'alimentation des lave-linge sont proposés ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recherche bibliographique de littératures scientifiques et « grises » et consultations de sites internet
<p>Quels sont les risques sanitaires liés à l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Revue de la littérature : <ul style="list-style-type: none"> → Recherche systématique des informations épidémiologiques dans les bases de données de référence et d'évaluations de risques sanitaires → Recherche de cas
<p>Est-il possible de définir les risques sanitaires potentiels directs et indirects que pourrait représenter la mise en œuvre d'une installation de récupération et d'utilisation d'EDP à laquelle serait raccordé un lave-linge ?</p> <p>Est-il possible d'évaluer les modalités de traitement de l'eau éventuellement nécessaires afin que l'EDP puisse être autorisée pour le lavage du linge ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des réponses aux questions précédentes
<p>Quelles sont les recommandations à émettre ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Élaboration de recommandations - Identification de travaux complémentaires à mener pour améliorer les connaissances

1 Généralités

1.1. Objectifs et pratiques du lavage du linge

► Objectifs du lavage

Le but du lavage du linge est de nettoyer le linge (éliminer les salissures visibles) et d'éliminer les micro-organismes présents.

Il repose sur l'association de quatre facteurs interdépendants correspondant au diagramme (ou cercle) de Sinner (SKW 2010b) :

- la température (à froid jusqu'à 90°C) ; il est à noter qu'en dessous de 60°C, l'élimination des différents types de micro-organismes n'est pas garantie, notamment les spores ou kystes (cf. chapitre 4) ;
- le temps de lavage (très variable, de quelques minutes à une heure ou plus) ;
- une action mécanique (rotation, balancement du linge, éventuellement boules de lavage) ;
- une action chimique liée aux produits lessiviels et au pH alcalin mais modulée par la dureté de l'eau utilisée.

La diminution de l'action d'un de ces paramètres doit conduire à l'augmentation de l'action d'un autre paramètre pour conserver l'efficacité du lavage. Ces quatre facteurs influencent la qualité du nettoyage attendu et sont indissociables.

► Produits lessiviels

Les produits lessiviels ont des formulations complexes pouvant contenir plus de 25 ingrédients différents. Ils peuvent être constitués de détergents mouillants et dégraissants, d'alcalins, d'agents « anticalcaires », d'agents de blanchiment, d'enzymes, d'azurants, de neutralisants, d'assouplissants, d'agents de finition et de produits spécifiques éventuels (Nardello-Rataj et Ho Tan Tai 2006, SKW 2010b, a), notamment :

- Des tensio-actifs non ioniques ou anioniques, qui agissent par miscellisation, mouillent le linge, éliminent les salissures et les laissent en suspension dans le bain de lavage.
- Des agents « anticalcaires », qui vont adoucir l'eau en complexant des ions comme Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} (phosphates) ou en les échangeant avec les ions Na^+ (zéolites). En France, la mise sur le marché de détergents contenant des phosphates et destinés au lavage du linge par les ménages est interdite depuis 2007 (Décret n°2007-491 du 29 mars 2007 relatif à l'interdiction des phosphates dans certains détergents). Il est à noter que la teneur en phosphate et autres composés du phosphore dans les détergents textiles destinés aux particuliers est limité en Europe depuis 2012 par le règlement (CE) n°648/2004.
- Des agents de blanchiment, qui entrent dans la composition des produits lessiviels, ont pour objectif d'enlever les taches par oxydation. Il s'agit principalement de produits chlorés (hypochlorite de sodium, etc.) ou oxygénés (peroxyde d'hydrogène, perborate de sodium, percarbonate de sodium, etc.).
- Des enzymes, qui sont des biocatalyseurs puissants d'origines animale ou végétale, produits par des cellules d'organismes vivants et capables de dégrader rapidement et à

basse température les salissures de nature biologique ne pouvant être éliminées par les tensioactifs et les agents de blanchiment.

- Des agents alcalins, tels que le carbonate de sodium, qui sont généralement introduits dans les formulations de détergents pour stabiliser l'alcalinité et le pH. Le pH alcalin permet de neutraliser les salissures acides, de saponifier les taches grasses, d'augmenter l'élimination des taches et d'éviter que les salissures se redéposent sur les fibres. Par ailleurs, les enzymes et les agents de blanchiment sont plus actifs en milieu basique.
- Des agents azurants optiques peuvent être ajoutés pour que les textures blanches conservent leur blancheur après plusieurs lavages. Ceux sont des substances fluorescentes, incolores pouvant absorber la lumière située dans le proche UV.
- Des agents anti-mousses principalement à base de silicones peuvent être contenus par les lessives pour éliminer la mousse formées après l'utilisation de détergents à base de savon.
- Des parfums permettent de masquer l'odeur de certains ingrédients.

► **Pratiques**

Il existe de nombreuses pratiques d'entretien du linge (température, durée de lavage, sèche-linge, repassage, etc.). Par ailleurs, les habitudes de lavage correspondantes ont changé au fil du temps. Les personnes souffrant d'allergies cutanées apportent une attention particulière aux produits lessiviels qu'elles utilisent.

Certaines personnes abandonnent les produits lessiviels au profit de boules dites « de lavage » en bois ou en matériaux plastiques.

Dans certains foyers, l'utilisation de couches lavables ou la nécessité de laver des textiles destinés aux animaux domestiques engendre généralement le recours à des températures de lavage plus élevées.

► **Consommation d'eau**

Le Centre d'information sur l'eau (CIEAU) estime que l'eau utilisée pour le lavage du linge représente environ 12 % de la consommation domestique moyenne, qu'un lave-linge consomme entre 35 à 60 L à chaque lavage et que cette consommation varie en fonction du matériel et des programmes de lavage utilisés (<http://www.cieau.com/les-ressources-en-eau/en-france/les-usages-domestiques>).

1.2. Caractéristiques des précipitations atmosphériques en France

En France métropolitaine, le nombre de jours par an de précipitations de hauteurs supérieures à 1 mm varie de 40 (côtes méditerranéennes) à 180 (massif armoricain, Vosges)¹. Les hauteurs de précipitations moyennes annuelles varient de 500 mm pour les régions les plus sèches (côtes méditerranéennes, Anjou, Bassin parisien) à plus de 1 500 mm pour les régions de montagne. Dans les régions, départements, territoires et collectivités territoriales d'Outre-Mer, la situation est plus variable suivant la zone considérée, le type de climat et le relief. Les pluies sont généralement moins fréquentes mais plus intenses avec

¹ www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climat-en-france/le-climat-en-metropole#

des hauteurs cumulées annuelles de 1 100 mm à 4 700 mm et des durées de 40 à 220 jours¹.

1.3. Parcours des eaux de pluie

Après ruissellement et collecte, conformément aux préconisations de l'arrêté du 21 août 2008, l'EDP est stockée et peut être traitée ou distribuée directement suivant l'usage envisagé.

Un dispositif de filtration de maille inférieure ou égale à 1 mm est installé en amont de la cuve de stockage afin de limiter la formation de dépôts. Une décantation a lieu dans le réservoir de stockage. Des étapes supplémentaires de traitement, disponibles sur le marché, peuvent être ajoutées en fonction de la contamination des eaux et de l'usage envisagé de l'EDP :

- système automatique d'évacuation des premières eaux de ruissellement,
- filtration en amont et/ou en aval du stockage,
- élimination de polluants dissous par adsorption (par exemple sur charbon actif),
- réduction ou évacuation des sédiments remis en suspension,
- désinfection (par exemple avec des rayonnements ultra-violet),
- *etc.*

En complément de ces dispositifs, une mise en pression de l'eau est nécessaire afin de pouvoir la distribuer au sein d'un réseau spécifique qui doit, selon la réglementation, être distinct du réseau d'EDCH.

Lorsque le niveau d'eau dans la cuve de stockage est insuffisant, de l'EDCH est apportée, en complément, dans le réservoir de stockage d'EDP ou dans le réseau d'EDP distribuée, en respectant impérativement une disconnexion des réseaux par surverse totale (conforme à l'arrêté du 21 août 2008 et à la norme NF EN 1717). Cet apport est généralement réalisé au niveau d'un bac tampon d'EDCH protégé par une surverse totale ou parfois directement dans la cuve de stockage. Il est important de souligner que la qualité de cette EDCH est ensuite dégradée puisqu'elle emprunte le même parcours que les EDP et qu'elle peut être mélangée avec de l'EDP. Aussi, cette « EDCH dégradée » ne respecte plus les critères de qualité d'une EDCH aux termes de l'arrêté du 11 janvier 2007 « relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des EDCH ».

2 Pratiques d'utilisation d'eau de pluie pour le lavage du linge en France et à l'étranger

¹ www.meteofrance.com/climat/outremer

2.1 Réglementations, lignes directrices, recommandations et normes

2.1.1 France

2.1.1.1 Réglementation

En France, l'utilisation de l'EDP est autorisée pour le lavage du linge, à titre expérimental, par l'arrêté du 21 août 2008.

Selon cet arrêté, seules les EDP ruisselées en aval des toitures inaccessibles peuvent être utilisées, ce qui exclut donc d'autres types d'EDP ruisselées (eaux de ruissellement de parking, terrasses, etc.). Pour une utilisation à l'intérieur d'un bâtiment, les toitures inaccessibles ne doivent pas être en amiante-ciment ou en plomb. L'arrêté du 21 août 2008 ne mentionne pas le cas toutefois des toitures végétalisées qui étaient peu répandues à cette époque.

Les dispositifs de récupération d'EDP doivent être déclarés en mairie en application des articles R. 2224-19-4 du Code général des collectivités territoriales et L1321-7 du Code de la santé publique (CSP).

Par ailleurs, l'EDP ne peut pas être utilisée à l'intérieur des bâtiments, quels qu'en soient les usages, dans les :

- « établissements de santé et établissements, sociaux et médico-sociaux, d'hébergement de personnes âgées,
- cabinets médicaux, cabinets dentaires, laboratoires d'analyses de biologie médicale et établissements de transfusion sanguine,
- crèches, écoles maternelles et élémentaires ».

Les règles techniques suivantes sont notamment prévues par l'arrêté du 21 août 2008 :

■ Règles techniques générales

Tout raccordement, qu'il soit temporaire ou permanent, du réseau d'EDP distribuée avec le réseau de distribution d'EDCH est interdit.

Pour satisfaire les besoins en eau, lorsque le réservoir de stockage d'EDP est vide, l'appoint en eau du système de distribution d'EDP depuis le réseau de distribution d'EDCH peut être assuré sous réserve de la mise en place obligatoire d'un système de disconnexion par surverse totale installé de manière permanente (conformément à la norme NF EN 1717).

À proximité immédiate de chaque point de soutirage, une plaque de signalisation, comportant la mention « eau non potable » et un pictogramme explicite, doivent être apposés.

■ Règles techniques en cas de réseau d'EDP intérieur au bâtiment

Dans les bâtiments à usage d'habitation, ou assimilés, la présence de robinets de soutirage distribuant chacun des eaux de qualité différente est interdite dans la même pièce, à l'exception des caves, sous-sols et autres pièces annexes à l'habitation. Ces robinets doivent être verrouillables.

À l'intérieur des bâtiments, les canalisations d'EDP distribuées sont repérées de façon explicite par un pictogramme « eau non potable » placé à l'entrée et à la sortie des vannes et des appareils, aux passages des cloisons et des murs.

Une fiche de mise en service, telle que définie en annexe de l'arrêté du 21 août 2008, attestant de la conformité de l'installation avec la réglementation en vigueur, doit être établie par la personne responsable de la mise en service de l'installation.

■ **Contrôle des installations**

Afin de prévenir les risques de contamination du réseau d'EDCH, l'article 57 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a introduit la possibilité pour les agents du service d'eau, en cas d'utilisation d'une ressource en eau différente de celle provenant du réseau public de distribution, d'accéder aux propriétés privées pour procéder au contrôle des installations intérieures de distribution d'EDCH et des ouvrages de prélèvement, puits et forages. Cette possibilité de contrôle des installations privées s'applique aux équipements de récupération de l'EDP (décret n°2008-652 du 2 juillet 2008).

2.1.1.2 Normalisation

► **NF P 16-005 d'octobre 2011 (EDP)**

La norme NF P 16-005 sur les systèmes de récupération de l'EDP pour son utilisation à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments précise les prescriptions sur la conception, le dimensionnement, la mise en œuvre, la mise en service, l'entretien et la maintenance des équipements (AFNOR 2011).

L'EDP est définie comme l'« *eau provenant des précipitations atmosphériques non encore chargée de matières de surface. L'EDP est un fluide de catégorie 5 au sens de la norme NF EN 1717* ».

Cette norme ne mentionne pas les typologies de traitement. Elle indique seulement que le prétraitement sert à limiter « *la majorité des matières solides* » et que « *le cas échéant, selon la qualité de l'eau récupérée, sa durée possible de stockage et son usage visé hors ou dans un bâtiment, une filtration complémentaire peut être installée.* »

Une des exigences de la norme est une disconnexion totale des réseaux d'EDCH et d'EDP : disconnecteurs de famille A type A ou de famille A type B au sens de la norme NF EN 1717.

De plus, les canalisations doivent être identifiées pour ne pas prêter à confusion avec l'identification de celles distribuant l'EDCH (couleur, pictogramme, inscription « eau non potable »). Les robinets de soutirage doivent être verrouillables et leur ouverture se fait à l'aide d'un outil spécifique, non lié en permanence au robinet.

Par ailleurs, lorsque l'EDP est utilisée à l'intérieur des bâtiments, la norme prévoit des vérifications périodiques et un entretien adapté du dispositif d'utilisation d'EDP réalisés par un personnel qualifié ainsi que la tenue d'un carnet sanitaire.

► **NF EN 60456/A11 de novembre 2005 (lave-linge)**

La directive 95/12/CE de la Commission, portant modalités d'application de la directive 92/75/CEE du Conseil en ce qui concerne l'indication de la consommation d'énergie des machines à laver le linge domestiques, exige notamment l'annonce de la consommation d'eau ainsi que l'efficacité de lavage et d'essorage des appareils. Ainsi, la norme NF EN 60456/A11 de novembre 2005 définit les méthodes de mesure applicables destinées à déterminer ces caractéristiques et prévoit que les essais de performance des lave-linge s'effectuent à l'aide d'eau définie en termes de pression de distribution (240 ± 50 kPa), de

dureté ($2,5 \pm 0,2$ mmol/L) et de température ($15 \pm 2^\circ\text{C}$ pour l'eau froide alimentant le lave-linge). Aucune précision n'est apportée concernant la qualité d'eau qui garantit un bon fonctionnement de l'appareil de lavage du linge.

► **Marquage CE de 2001 et 2006 (lave-linge)**

La position du GIFAM est que tous les lave-linge mis sur le marché européen sont destinés à être utilisés avec de l'EDCH en invoquant notamment le fait que le constructeur, en apposant le marquage CE sur ses produits, s'engage formellement sur le respect des dispositions de toutes les directives européennes qui leur sont applicables. Les directives européennes relatives à la Sécurité générale des produits (2001/95/CE) et Basse-tension (2006/95/CE) imposent que les produits mis sur le marché soient sûrs. Cette exigence de sécurité ne se limite pas aux risques mécaniques et au matériel électrique et inclut des prescriptions d'ordre technique de mise en service, d'installation et de besoins d'entretien.

2.1.1.3 Guide technique

L'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (ASTEE) a publié, en décembre 2015, un guide technique intitulé « Récupération de l'EDP – Informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées *in situ* » (ASTEE 2015).

Le guide se réfère à l'arrêté du 21 août 2008 sur de nombreux points. De manière générique, il émet des préconisations et recommandations notamment de surveillance et de maintenance. Concernant spécifiquement l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge, il recommande :

- L'identification claire et le verrouillage du robinet destiné à alimenter un lave-linge lorsqu'il n'est pas connecté au lave-linge. Il est considéré qu'un robinet de lave-linge n'est pas un robinet de soutirage et donc qu'il n'est pas interdit d'en installer deux de qualités d'eau différentes dans une même pièce. Toutefois, le même document précise que « *dans la mesure du possible, le robinet alimenté à l'EDP destiné au lave-linge sera situé dans une pièce non dotée d'un robinet d'eau potable* ».
- Un traitement préalable de filtration de l'EDP par une cartouche avec un seuil de coupure de $5 \mu\text{m}$ suivi d'une filtration sur charbon actif mais il est estimé qu'il n'est « ni indispensable ni recommandable de recourir à une désinfection ».

Sur ce second point, la DGS, membre du groupe de travail de l'ASTEE, précise, dans le guide, qu'il faut comprendre par « dispositifs de traitement adaptés » *a minima* une désinfection.

2.1.2 Organisation mondiale de la santé

Il n'existe pas de recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour l'utilisation de l'EDP pour des usages domestiques y compris le lavage du linge. Par contre, l'OMS cite la possibilité d'utiliser l'EDP, dans des cas particuliers, en tant que source d'EDCH (OMS 2011).

2.1.3 Union européenne

Un projet de norme européenne sur l'utilisation de l'EDP est en cours : « On-site water reuse systems — Part 1: The use of rainwater ».

Elle fournira des spécifications générales sur la conception, le dimensionnement, l'installation, l'identification, la maintenance et l'entretien des dispositifs d'utilisation de l'EDP

pour des usages domestiques dont le lavage du linge en machine. Elle devrait présenter des critères de qualité d'EDP suivant les usages.

2.1.4 Allemagne

L'Allemagne serait le pays européen où la pratique d'utilisation de l'EDP est la plus développée (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a). Des débats sur les risques sanitaires liés à une utilisation de l'EDP à l'intérieur de l'habitat (chasse d'eau, lavage du linge) ont eu lieu dans les années 1980 et 1990 et ont conclu à une absence de risque (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a). Toutefois, il n'y existe aucune réglementation spécifique.

L'article 3 d'un décret fédéral relatif à l'EDCH (TrinkwV, 2001) prévoit qu'une eau de qualité EDCH doit être utilisée pour le nettoyage d'objets susceptibles d'être en contact avec les aliments et le corps humain. Cela pourrait supposer que de l'EDP ne peut pas être utilisée pour le lavage du linge. C'est pourquoi, des jugements de Cours de justice allemandes ont statué favorablement sur le droit d'utiliser une eau non potable pour laver le linge en machine (Information recueillie lors de l'audition de l'IFEP). Ces jugements se basent notamment sur le fait que la liberté de choix des usagers doit être respectée. L'installation d'un deuxième robinet fournissant une eau d'une qualité moindre et l'utilisation de celle-ci pour le lavage du linge est possible et laissée à la discrétion de chacun (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a). Mais, les réseaux d'EDP doivent être identifiés et séparés du réseau d'EDCH.

Par ailleurs, l'Allemagne est le premier pays européen à avoir publié une norme relative aux dispositifs de récupération et d'utilisation de l'EDP : DIN 1989 « Systèmes d'utilisation des eaux pluviales » (Regenwassernutzungsanlagen). Son domaine d'application ne porte pas uniquement sur les usages domestiques. Pour certains usages de l'EDP demandant une qualité d'eau plus stricte, cette norme préconise un traitement avec des filtres à action mécanique, une sédimentation ; elle prévoit également que la maintenance et l'entretien soient effectués par des professionnels qualifiés.

2.1.5 Belgique

La récupération de l'EDP est obligatoire dans les nouveaux immeubles. Elle peut être utilisée pour l'alimentation de la chasse d'eau des toilettes, le lavage du linge ou des nettoyages. La réglementation prévoit que l'eau utilisée pour la douche et le bain satisfasse aux critères applicables à l'EDCH ou soit délivrée par le réseau public d'EDCH. Toutefois, l'utilisation de l'EDP n'est pas interdite au motif qu'un particulier a le droit d'utiliser l'eau qu'il veut dans sa maison (consultation de l'Endware d'avril 2014).

En Flandre, pour toute nouvelle construction ou lors d'un aménagement conséquent d'une construction existante, un arrêté impose l'installation d'une citerne d'EDP avec *a minima* une utilisation obligatoire de l'eau pour l'alimentation des chasses d'eau, et/ou le lave-linge et/ou un robinet extérieur (Arrêté du gouvernement flamand, 2004).

2.1.6 Danemark

L'utilisation de l'EDP est autorisée réglementairement pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes et de la machine à laver (Brug af regnvand, 2012).

Dans les établissements recevant du public, l'EDP alimentant les chasses d'eau ne peut être utilisée qu'après accord de la mairie. L'EDP ne doit pas être utilisée pour la lessive dans les établissements recevant du public. Est interdite l'utilisation de l'EDP pour les chasses d'eau et le lavage du linge dans les établissements accueillant des enfants de moins de 6 ans, les

hôpitaux et les établissements de soins infirmiers et d'autres établissements accueillant des populations sensibles (par exemple, handicapés physiques et mentaux) (consultation de l'Endware en décembre 2012).

2.1.7 Irlande

Il n'existe pas de réglementation spécifique relative à l'utilisation de l'EDP qui est rarement utilisée mais uniquement pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes (consultation de l'Endware d'avril 2014).

2.1.8 Pays-Bas

Il n'existe pas de réglementation spécifique relative à l'utilisation de l'EDP (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012b). À la suite des problèmes sanitaires liés à la présence de deux réseaux d'eaux de qualité différente dans l'habitat (eau non potable / EDCH), le gouvernement néerlandais a découragé la production et la distribution d'eau non potable à grande échelle (Anses 2015, Oesterholt *et al.* 2007).

2.1.9 Royaume-Uni

L'EDP est considérée comme une source pouvant être utilisée pour fournir un approvisionnement en eau à des fins domestiques (consultation de l'Endware d'avril 2014).

Il n'existe pas de réglementation spécifique relative à l'utilisation de l'EDP (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a). Toutefois, elle est rendue possible par les « *Building Regulations* » mais avec des exigences au niveau du stockage (étanche, ventilé, avec clapet, accessible uniquement pour les opérations de maintenance). Afin de prévenir les risques d'interconnexion, la réglementation relative à l'EDCH prévoit un dispositif anti-retour (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a).

La norme BSI-8515 de 2009 relative aux dispositifs de récupération de l'EDP traite de la conception, du dimensionnement, de la mise en œuvre, du suivi et la maintenance des dispositifs. Elle indique que l'EDP peut être utilisée pour l'alimentation des chasses d'eau, du lave-linge et de l'arrosage.

2.1.10 Suisse

Le guide de l'Office fédéral de l'environnement et des forêts (OFEPF) de 2003 recommande de privilégier l'infiltration naturelle de l'EDP et l'économie d'EDCH, d'utiliser judicieusement l'EDP et de mener en amont une réflexion sur la situation locale (disponibilité de la ressource en eau, type de sol pour l'infiltration) plutôt que de l'utiliser pour des usages domestiques. Ce guide recommande par ailleurs le lavage du linge à l'EDP dans les régions dans lesquelles l'eau a une dureté très élevée (OFEPF 2003).

2.1.11 États-Unis d'Amérique

Aux États-Unis la pratique d'utilisation de l'EDP varie suivant les zones géographiques et climatiques. Il n'existe pas de réglementation nationale encadrant cette pratique, mais des réglementations dans certains États ou municipalités. L'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge est autorisée lorsque l'utilisation de l'EDP à l'intérieur du bâtiment est autorisée (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a).

Certains États, comme la Californie, encouragent cette pratique selon le contexte local *via* des taxes incitatives, des réglementations et/ou des guides techniques.

2.1.12 Australie

En Australie, les pratiques d'utilisation d'EDP sont très courantes.

Il n'existe pas de réglementation nationale sur l'utilisation de l'EDP. Au niveau des États, des réglementations techniques locales existent et autorisent généralement l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge (de Gouvello, Gerolin, et Le Nouveau 2012a).

La norme AS/NZS 3500 (2003) indique les exigences portant sur la signalisation du réseau EDP, la protection du réseau d'EDCH et les dispositifs de disconnexion.

2.1.13 Synthèse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes en France, au niveau européen et international

Le tableau 2 présente la synthèse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes identifiées au niveau international.

Tableau 2 : Synthèse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes en France, en Europe et au niveau international.

Pays ou Instance	Type de d'encadrement pour l'utilisation de l'EDP	Spécificités des encadrements pour l'EDP pour le lavage du linge	Existence d'une pratique d'EDP pour le lavage du linge
France	R G N	R : Autorisée à titre expérimental sous réserve de modalités de traitement G (ASTEE) : filtration sur cartouche de 5 µm suivi d'une filtration sur charbon actif	Oui
Allemagne	R (EDCH) N	R (EDCH) : robinet d'EDP pour le lave-linge autorisé	Oui
Belgique	R	Autorisée	Oui
Danemark	R	Autorisée	Oui
Irlande	Aucun	/	Non
Pays-Bas	Aucun, pratique découragée par le gouvernement	/	Oui
Royaume-Uni	R (BR) N	Mentionnée dans la N	Oui
Suisse	G	Non	/
Australie	R locales G locaux N	Autorisée dans certains États	Oui
États-Unis	R locales G locaux N	Autorisée dans certains États	Oui
OMS	R pour l'utilisation de l'EDP comme source d'EDCH	Aucune	/
Union européenne	Aucune	Aucune	/

G : lignes directrices N : norme R : réglementation spécifique sur les pratiques d'EDP

R(EDCH) : utilisation de l'EDP traitée dans la réglementation relative à l'EDCH

R(BR) utilisation de l'EDP traitée pour certains usages dans la réglementation relative aux « *building regulations* ».

2.2 Pratiques françaises d'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge

Selon les représentants de l'IFEP auditionnés par l'Anses, le marché français s'est peu développé en raison d'un problème d'interprétation de la notion de « traitement adapté » de l'arrêté du 21 août 2008. Certains industriels n'ont pas développé l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge quand d'autres ont considéré que le terme « traitement adapté » signifiait

un traitement par filtration suivi d'une désinfection par rayonnements UV ou, pour d'autres, une simple filtration.

Via son réseau d'installateurs, l'IFEP effectue chaque année un recensement des dispositifs de récupération d'EDP vendus par des installateurs en France. Ils estiment que seulement 12 % des installations sont comptabilisées en raison d'une faible remontée d'informations et du fait de l'installation des dispositifs directement par les particuliers. Entre 2009 et 2016, un minimum de 150 installations avec un dispositif de traitement pour un usage de lavage du linge a été recensé. Leur répartition géographique (rurale/urbaine ou par département) est inconnue.

► **Points de vue marquants issus des auditions en relation avec les objectifs de la saisine**

Des organismes et/ou personnalités auditionnés ou contacts jugent que :

- La recommandation du guide de l'ASTEE concernant le traitement de l'EDP à réaliser en amont de son utilisation pour le lavage du linge est à suivre.
- Lors de la mise en œuvre d'une étape de désinfection (rayonnements UV ou autres) pour le lave-linge, le risque serait que le particulier considère son EDP traitée comme « potable » et l'utilise pour d'autres usages non autorisés (hygiène corporelle notamment).
- L'utilisation de l'EDP nécessite une maintenance, un entretien régulier et un savoir-faire professionnels.
- Certains désinfectants (dérivés chlorés par exemple) peuvent présenter un effet potentiellement dommageable sur le linge.
- En France, un seul cas de retour d'eau lié à un système de récupération d'EDP aurait été recensé. Les retours d'eau dans un habitat individuel sont diffus et très localisés donc il est très difficile de trouver l'origine de la contamination.
- Les acquéreurs d'immeuble comportant une installation de récupération d'EDP disposent rarement d'un schéma de récolement des réseaux intérieurs.
- Les conditions d'usage de l'EDP collectée en aval de toitures inaccessibles ainsi que les conditions d'installation, d'entretien et de surveillance prévues par l'arrêté du 21 août 2008 doivent être respectées.
- Une faiblesse dans le dispositif réglementaire est mentionnée : le service en charge de la distribution de l'EDCH ne dispose pas systématiquement d'informations sur l'existence des installations d'utilisation de l'EDP et ne peut ni effectuer ni cibler d'éventuels contrôles *a posteriori*. La disposition réglementaire de l'arrêté du 21 août 2008, qui introduit une obligation, pour le propriétaire, de déclarer en mairies de telles installations est très peu respectée. Les informations leur sont parfois transmises lors des demandes de permis de construire, mais cela ne concerne que les nouvelles constructions.
- Les lave-linge sont destinés à fonctionner avec une eau de qualité « eau potable ».
- Les blanchisseurs ne comptent pas utiliser l'eau de pluie puisqu'il existe d'autres techniques d'économie d'eau. En effet, les eaux de rinçage sont recyclées dans un tunnel de lavage ; elles sont utilisées comme eau de lavage au cours d'un même cycle de lavage. Toutefois, aucune eau n'est réutilisée pour le lavage suivant.

Par ailleurs, certains organismes et personnes auditionnés ont évoqué des limites dans l'application de l'arrêté du 21 août 2008 et notamment :

- Principe de déclaration : le principe déclaratif ayant montré ses limites, la réglementation gagnerait à être complétée de mesures visant en particulier les usagers d'EDP qui ne se déclarent pas et devrait permettre aux services communaux d'identifier ces usages de façon systématique.

- Principes techniques :
 - les contrôles prévus dans la réglementation sont à préciser (quels moyens ? par qui ?) ;
 - les dispositifs de traitement de l'eau adaptés avant lavage du linge nécessitent d'être précisés.

Constat du GT :

Des mesures d'encadrements relatifs à l'utilisation de l'EDP à des fins domestiques existent. Mis à part les cas de l'Allemagne et de la France, aucune prescription spécifique à l'usage « lavage du linge » est faite.

La France apparaît comme le seul pays où l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge fait encore débat parmi les pays auprès desquels des informations ont été recherchées.

En France, la pratique d'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge existe mais est impossible à quantifier : le recensement de l'IFEP est partiel, les installations sont rarement déclarées et il n'existe pas de dispositif de centralisation ou de collecte nationale des informations. Toutefois, de nombreux sites internet commerciaux français proposent des dispositifs d'utilisation d'EDP pour l'alimentation des chasses d'eau des toilettes et pour le lavage du linge.

Certains sites internet d'information de l'Administration publique indiquent qu'il est possible d'utiliser l'EDP pour le lavage du linge après des traitements adaptés sans mentionner qu'ils sont autorisés « à titre expérimental » (notamment www.service-public.fr). Les particuliers pourraient donc conclure que cette pratique est autorisée sans restriction et qu'elle garantit l'absence de risque sanitaire.

Il existe ainsi une incohérence des messages entre l'arrêté du 21 août 2008, certains sites internet d'information de l'Administration publique et les sites internet des entreprises commerciales. Une information claire et homogène du public est donc nécessaire avec mis en cohérence des sites d'information.

3 Caractéristiques des eaux de pluie

3.1 Cycle et facteurs de contamination des eaux de pluie

Les EDP sont contaminées sur leur parcours (atmosphère, toitures, système de collecte, réservoir de stockage et réseau), du fait de la pollution atmosphérique, de la contamination liée au lessivage des toitures, de la contamination du système de stockage par ses

ouvertures plus ou moins étanches et de la contamination avec les matériaux du système de collecte, de stockage et du réseau intérieur dédié à l'EDP.

3.1.1 Atmosphère

La composition des EDP météorites avant leur ruissellement sur une surface imperméabilisée, est liée à celle de l'atmosphère puisqu'elles se chargent de polluants gazeux et particulaires y compris microbiens. Selon la zone géographique considérée, et ses caractéristiques, la qualité des eaux météorites peut varier considérablement. Des composés organiques volatils (COV) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) notamment sont susceptibles de contaminer ces eaux dans les zones présentant une forte activité industrielle ou un fort trafic routier. Il en est de même pour les pesticides dans les zones présentant une activité agricole (Vialle 2011, Delort *et al.* 2010, Peter *et al.* 2014, Thomas et Greene 1993).

3.1.2 Toiture

La pluie lessive les toitures et entraîne des particules qui y sont déposées. En général, 75 à 85 % de la pollution contenue dans les EDP en aval des toitures est imputable au ruissellement sur les toitures, 15 à 25 % étant déjà contenus dans la pluie avant contact (Miquel 2003). L'eau se charge ainsi en divers contaminants : déchets, flottants matières en suspension (MES), matières organiques et nutriments (N, P), éléments traces métalliques (ETM) (Zn, Pb, Cu, Cr, Cd, Hg, *etc.*), composés traces organiques (pesticides, plastifiants, HAP, *etc.*), micro-organismes.

Les facteurs pouvant influencer la qualité des EDP en aval des toitures sont nombreux : position du toit (taille, pente et exposition), matériaux du toit (nature chimique, âge, revêtement, *etc.*), localisation du toit (proximité des sources polluantes), évènement pluvieux (intensité, vent, concentrations des polluants dans la pluie), autres facteurs météorologiques (saison, temps sec précédent la pluie, *etc.*), concentrations et type de contaminants dans l'atmosphère (émission, transport, demi-vie, *etc.*), propriétés chimiques des polluants (pression de vapeur, solubilité dans l'eau, constante de Henry, *etc.*) (Förster 1996).

Les produits utilisés pour le nettoyage et l'entretien des toitures, notamment les produits anti-mousses ou d'imperméabilisation, peuvent constituer une source de polluants organiques dans les EDP collectées (Van de Voorde *et al.* 2009).

De plus, les niveaux de pollution des EDP de ruissellement issues de différentes toitures localisées dans une même zone géographique sont très variables au fil des saisons et au cours d'un même évènement pluvieux (Förster 1996, Förster 1998, 1999). La vitesse du vent et de sa direction ont également une forte influence sur les caractéristiques des EDP collectées en aval des toitures (Evans *et al.* 2007).

3.1.3 Système de collecte

Des contaminations peuvent avoir lieu au moment de la collecte des EDP et lors de leur acheminement vers la cuve de stockage (gouttières en PVC, acier zingué, céramique, *etc.*).

Les concentrations en polluants sont plus élevées pendant les premières minutes d'un évènement pluvieux (Meera et Mansoor Ahammed 2006). Ce phénomène¹ est dû au

¹ « *first-flush* » : première chasse

lessivage par la pluie des polluants présents dans l'atmosphère, de ceux accumulés sur les surfaces durant la période de temps sec et des produits de corrosion des toitures.

Des systèmes dédiés à l'évacuation des EDP collectées au début d'un évènement pluvieux sont commercialisés. Toutefois, les critères permettant de déterminer la quantité effective d'eau à évacuer sont difficiles à estimer et varient suivant les études (Martinson et Thomas 2005, May et Prado 2006, Schriewer, Horn, et Helmreich 2008, Yaziz *et al.* 1989). Il est donc difficile d'évaluer le réel impact d'un tel système d'évacuation de ces EDP sur la qualité de l'eau recueillie.

3.1.4 Stockage

La nature du matériau de stockage peut impacter la qualité des EDP stockées. Celles stockées dans une cuve en béton ont des valeurs de pH, couleur, de turbidité et de carbone organique total (COT) plus élevées que celles stockées dans des cuves en matériaux plastiques (Despins, Farahbakhsh, et Leidl 2009, Zhu *et al.* 2004).

Selon les conditions (temps de séjour, température, écologie microbienne, *etc.*), le stockage peut favoriser la croissance bactérienne (Evans *et al.* 2007).

Par ailleurs, la sédimentation joue un rôle essentiel dans la diminution des charges de contaminants dans les EDP stockées (Spinks 2006, Vialle 2011).

Le stockage des EDP permet d'assurer l'adéquation entre la disponibilité de la ressource et le besoin. Il constitue une étape importante qui influe fortement sur la qualité des EDP récupérées. Toutefois, il reste peu étudié de façon globale en intégrant le dimensionnement des ouvrages et les conditions hydrauliques. Quelques auteurs étudient séparément l'influence de certains facteurs tels que les matériaux utilisés (Kim *et al.* 2012, Schets *et al.* 2010), les variations de température (Schets *et al.* 2010) et l'écologie microbienne (Kim et Han 2011) sur la qualité microbiologique ou la survie de pathogènes (Schets *et al.* 2010).

3.2 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de pluie

Les données européennes et internationales concernant la qualité physico-chimique des EDP ruisselées, collectées ou stockées sont présentées dans les annexes (cf. annexes 2 à 10). L'annexe 2 détaille les 20 études recensées par le GT pour obtenir des données de contamination. Il s'agit aussi bien de données de sites ruraux qu'urbains. Sept de ces études concernent des données françaises et ont été particulièrement exploitées pour la description des caractéristiques physico-chimiques.

3.2.1 Évolution de la qualité des eaux météorites vers les eaux ruisselées

La qualité des eaux météorites reflète la composition de l'atmosphère. Les valeurs de conductivité, couleur, turbidité et COT apparaissent plus élevées après ruissellement (cf. annexe 3).

3.2.2 Caractéristiques des eaux de pluie ruisselées, collectées ou stockées

3.2.2.1 Paramètres physico-chimiques

Les EDP collectées présentent un pH plutôt acide (cf. Tableau 3). Les valeurs de conductivité sont la plupart du temps inférieures à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les EDP de ruissellement de toiture sont faiblement chargées en ions mais la comparaison des valeurs minimum et maximum montre l'étendue des variations de certains paramètres analysés.

Les valeurs moyennes en DCO, DBO₅ et COT sont hétérogènes mais ne sont généralement pas élevées (respectivement de 3 à 4 mg/L, 30 à 85 mg/L et 2,3 à 18,3 mg/L). Malgré cela, celles du COT dépassent occasionnellement la référence de qualité dans l'EDCH et les valeurs maximales en DCO, DBO₅ et en COT peuvent quelquefois atteindre des concentrations rencontrées dans les eaux usées. Les limites et références de qualité des EDCH sont souvent dépassées

Tableau 3 : Valeurs minimales, maximales, moyennes et médianes de plusieurs paramètres physico-chimiques dans les eaux de pluie en Europe recensées dans la littérature (Gromaire-Mertz *et al.* 1999, Melidis *et al.* 2007, Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007, Schriewer, Horn, et Helmreich 2008, Vialle 2011)

Paramètre	Unité	Concentrations dans les eaux de pluie en Europe				Valeurs réglementaires		
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE	MÉDIANE	EDCH (A)	Eau usée traitée réutilisée (B)	Eau usée traitée (C)
pH	-	4,1 à 7,6	6,6 à 10,4	5,8 à 7,8	6,1 à 8,3	6,5 à 9		
Conductivité	µS/cm	13,5 à 56	113 à 242	41,2 à 56,2	37,9 à 103	180 à 1 000 (à 20°C)		
Couleur	mg Pt/L	<5	39 à 210	18 à 45	19 à 36	15		
Turbidité	NFU	0,5 à 10,9	6,1 à 20			1		
DBO ₅	mg/L	1 à 3	17 à 330	3 à 4	2 à 4			25 (D) 35 (E)
DCO	mg/L	5 à 30	34 à 600	<30 à 85	30		60	125 (D) 200 (E)
COT	mg/L	<0,5 à 1,5	1 à 160	2,3 à 18,3	2,2 à 5,8	2		
Dureté	°F	<0,1 à 24	3 à 74	1,2 à 1,6	1,1 à 40	Équilibre calco-carbonique		
TA	°F	<1	<1 à 4,4	<1	<1			
TAC	°F	<2	2,7 à 5,4	<2	<2	Équilibre calco-carbonique		
Cl ⁻	mg/L	0,2 à 16	4,0 à 16	1,9	1,7 à 7	250		
SO ₄ ²⁻	mg/L	0,01 à 1	0,21 à 13	0,06	1,8 à 8	250		
NO ₃ ⁻	mg/L	<0,1 à 5,3	2,7 à 13	0,8 à 1,5	0,8 à 7	50		
PO ₄ ³⁻	mg/L	<0,01	<0,1 à 0,62	<0,1 à 0,2	<0,1 à 0,2			
Mg ²⁺	mg/L	<0,1 à 0,4	0,6 à 3	0,2 à 1,2	0,2 à 0,6			
Ca ²⁺	mg/L	0,8 à 11	18,8 à 32,6	3,3 à 24,1	2,7 à 15,2			
Na ⁺	mg/L	<0,1 à 2	2,3 à 11	1,0 à 3,1	<0,1 à 0,9	200		
K ⁺	mg/L	<0,1 à 0,7	1,4 à 4,9	0,4 à 1,3	0,3 à 2,4			
NH ₄ ⁺	mg/L	<0,01	1,7 à 1,9	0,4 à 0,6	0,01 à 0,3	0,10		

A : Limites et références qualité des EDCH 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 CSP

B : Niveau A de qualité sanitaires des eaux usées traitées de 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

C : Concentration maximale à respecter (moyenne journalière) en sortie de station de traitement des eaux usées de l'arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO₅

D : Charge brute de pollution organique reçue par la station de traitement des eaux usées ≥ 120 kg/j de DBO₅

E : Charge brute de pollution organique reçue par la station de traitement des eaux usées < 120 kg/j de DBO₅

3.2.2.2 Éléments traces métalliques

Le contact des EDP, de pH acide, avec les surfaces métalliques est la plupart du temps à l'origine de la pollution en métaux retrouvée dans les EDP urbaines de ruissellement.

Les concentrations des ETM dans les EDP ruisselées sont globalement hiérarchisées ainsi : [Zn]>[Pb]>[Fe]>[Al]≥[Cu]>[Ni]>[Mn]>[Cr]>[Cd] (cf. Tableau 4).

Les valeurs médianes des EDP sont toujours inférieures aux limites et références de qualité réglementaires pour l'EDCH sauf pour le plomb. Elles présentent une forte variabilité selon le type de site étudié. Les concentrations maximales observées dépassent les valeurs réglementaires pour l'EDCH à l'exception de celles pour le chrome, le cuivre et le nickel.

Enfin, les concentrations en fer et en manganèse parfois très élevées sont à souligner. Même si elles ne constituent pas de risques pour la santé humaine, leur forte concentration dans l'eau est source de désagrément : odeurs putrides, taches sur le linge et les sanitaires, dépôts ferrugineux bouchant les canalisations et corrosion.

Le ruissellement s'accompagne d'une augmentation des concentrations moyennes notamment en aluminium, en fer, en cuivre, en zinc et en plomb. Le lessivage des toitures et des polluants accumulés à sa surface s'accompagne d'une détérioration globale de la qualité des eaux collectées en aval. Les concentrations en certains métaux augmentent fortement au fil du système de récupération et de distribution. La pollution métallique dans l'EDP récupérée dépend donc de la nature de la surface de collecte et de celle des descentes pluviales.

Tableau 4 : Valeurs minimales, maximales, moyennes et médianes en éléments traces métalliques (ETM) dans les EDP européennes recensées dans la littérature (Gromaire-Mertz et al. 1999, Melidis et al. 2007, Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007, Vialle 2011)

ETM	Unité	Concentrations dans les eaux de pluie en Europe				Valeurs réglementaires EDCH (A)
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE	MÉDIANE	
Al	µg/L	8,5 à 10,8	47 à 269	24,8 à 49,1	19,8 à 23,7	200
Cd	µg/L	< LQ à <0,5	0,07 à 32	-	0,02 à 1,3	5,0
Cr	µg/L	0,05 à <1,3	0,46 à 4,8	-	0,18 à < 1,3	50
Cu	µg/L	0,69 à 3	5,47 à 247	-	2,07 à 37	2000
Fe	µg/L	6,0 à 13,1	279 à 1403,6	-	11 à 224,9	200
Hg	µg/L	<0,1	<0,1 à 0,23	<0,1	<0,1	1,0
Mn	µg/L	<0,5	73	-	1	50
Ni	µg/L	< LQ à <10	0,8 à 12,2	-	0,7 à <10	20
Pb	µg/L	0,2 à 16	1,3 à 2764	-	0,3 à 493	10
Zn	µg/L	0,8 à 372	3,8 à 30000	76,6 à 6800	3,4 à 5600	-

A : Limites et références qualité des EDCH 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 CSP

LQ : limite de quantification

3.2.2.3 Micropolluants organiques

Les concentrations en micropolluants organiques mesurées en phase aqueuse sont très faibles. Les valeurs disponibles sont données à titre indicatif car il existe que peu d'études de

ces micropolluants organiques dans les eaux de ruissellement de toiture (cf. Annexe 4). La limite de qualité des EDCH est de 0,10 µg/L pour la somme de quatre HAP : benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène). Les concentrations trouvées dans la littérature sont toujours inférieures à cette valeur (cf. Annexe 4).

3.2.2.4 Pesticides

Un balayage analytique de 405 molécules de type pesticides ou métabolites a été réalisé de façon mensuelle sur des eaux prélevées dans deux cuves de récupération des EDP en Haute-Garonne sur un site rural et en Midi-Pyrénées sur un site périurbain (Vialle 2011). Les pesticides retrouvés sont majoritairement des herbicides, puis des fongicides et des métabolites (cf. Annexe 10) :

- Zone urbaine : mecoprop (jusqu'à 4,8 µg/L), 4,6-dinitro-ortho-crésol (DNOC), métaldéhyde, acide 4-chloro-2-méthyl phenoxy acétique (2-4-MCPA) et métolachlore (plusieurs centaines de ng/L) ;
- Zone rurale : glyphosate (jusqu'à 6 µg/L), acide aminométhylphosphonique (AMPA), métolachlore, 4,6-dinitro-ortho-cresol (DNOC) et métaldéhyde (jusqu'à plusieurs centaines de ng/L suivant cet ordre).

Par ailleurs, l'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, fixe une limite de qualité de 0,1 µg/L par molécule individualisée et de 0,5 µg/L pour la totalité des pesticides recherchés pour l'EDCH.

En ne considérant que le nombre de pesticides détectés, une plus grande diversité a été observée en zone rurale par rapport à la zone périurbaine. Concernant la variation saisonnière du nombre de pesticides détectés, les conclusions sont similaires pour les deux sites étudiés : les échantillons qui ont conduit à l'identification du plus grand nombre de pesticides ont été prélevés à la fin du printemps et en été sur les deux sites et le dépassement des limites pour l'EDCH est systématique surtout du printemps à l'automne.

Enfin, des teneurs en benzalkonium (traitement des mousses) C12 (75 %) et C14 (25 %) trouvées dans les eaux de ruissellement de toiture sont, après un traitement anti-mousses, de l'ordre de 20 à 30 mg/L (toitures en béton) et 5 à 9 mg/L (tuiles en terre cuite) mesurées dans les premières eaux de ruissellement (Van de Voorde 2012).

3.3 Caractéristiques microbiologiques des eaux de pluie ruisselées, collectées ou stockées

Les études sur la qualité microbiologique des EDP récupérées ne donnent pas une vue exhaustive des micro-organismes présents tout au long du cycle de l'EDP vu que peu sont recherchés. Les indicateurs utilisés correspondent à la flore hétérotrophe (ou flore aérobie revivifiable), aux entérocoques et aux coliformes totaux et fécaux. Des micro-organismes pathogènes sont recherchés dans certaines études, décrites ci-après, mais de façon non systématique. Les dénombrements sont généralement effectués à l'aide de méthode par culture et plus rarement à l'aide de la biologie moléculaire (Kaushik et Balasubramanian 2012). Les données européennes et internationales concernant la qualité microbiologique des EDP récupérées sont présentées dans les annexes (cf. annexe 11 à annexe 15).

► Indicateurs de contamination

Les données concernant la flore hétérotrophe varient beaucoup d'une étude à l'autre et reflètent la variabilité de la contamination des différentes eaux analysées (cf. Annexe 11) : EDP ruisselée (collectée directement à la sortie d'une gouttière par un préleveur automatique), EDP stockée dans des conditions différentes (intérieur/extérieur ; cuve/bassin) ou EDP collectée au point d'usage. Certaines différences peuvent aussi être imputées aux méthodes d'analyse qui diffèrent notamment sur le choix du milieu de culture, de la température et/ou de la durée d'incubation.

La flore hétérotrophe est surtout utilisée pour étudier l'impact des conditions météorologiques (Evans, Coombes, et Dunstan 2006), comparer l'influence de différentes surfaces de collecte (Schets *et al.* 2010) ou de différentes conditions de stockage, ou encore appréhender l'efficacité d'un dispositif d'évacuation des EDP recueillies après un évènement pluvieux¹ (Despins, Farahbakhsh, et Leidl 2009, Coombes 2005) sur la qualité microbiologique des EDP récupérées. La flore aérobie est généralement comprise entre 10^3 et 10^6 UFC ou NPP/mL.

Les coliformes totaux sont moins fréquemment recherchés et leur concentration est généralement comprise entre non détecté et 10^4 UFC/100 mL (cf. annexes 12 et 14).

Les indicateurs de contamination fécale sont utilisés pour caractériser la qualité microbiologique de l'EDP récupérée afin d'évaluer la contamination par des déjections animales (oiseaux, reptiles, petits mammifères). Récemment, Hügler *et al.* (2014) ont montré que les moustiques *Culex pipiens* pouvaient également contribuer de façon non négligeable à la contamination d'EDP stockée dans des réservoirs dans le nord-est de l'Allemagne, expliquant ainsi des résultats faux positifs lors de la recherche d'une contamination fécale humaine. Les entérocoques sont plus résistants aux conditions environnementales par rapport à *E. coli* et la présence concomitante des deux indicateurs révèle une contamination récente. Leur présence peut indiquer la présence potentielle d'autres micro-organismes entériques pathogènes pour l'Homme plus difficile à détecter du fait de leur faible concentration ou de méthodes d'analyse plus coûteuses. Ces indicateurs peuvent être utilisés comme référence réglementaire pour une utilisation de l'EDP pour des usages domestiques. Dans les études européennes, des indicateurs de contamination fécale sont trouvés dans plus de 40 % des échantillons d'EDP ruisselées ou stockées et la recherche de ces indicateurs est systématique (cf. annexes 12 et 13). Le tableau en annexe 15 montre les mêmes tendances à l'échelle internationale. Les concentrations mesurées pour ces indicateurs sont variables mais ne dépassent généralement pas 10^4 UFC ou NPP par 100 mL. Ainsi, les concentrations peuvent atteindre $1,6 \cdot 10^4$ UFC ou NPP par 100 mL pour *E. coli* et 10^4 UFC ou NPP par 100 mL pour les entérocoques.

► Micro-organismes pathogènes

Les micro-organismes pathogènes ou pathogènes opportunistes recherchés appartiennent essentiellement à trois catégories : micro-organismes entériques, micro-organismes responsables d'infections respiratoires et micro-organismes susceptibles de provoquer des infections de la peau (cf. annexes 14 et 15). Les micro-organismes entériques les plus couramment recherchés sont *Salmonella sp.* et *Campylobacter sp.* du fait du portage aviaire important. Les parasites entériques *Cryptosporidium parvum* et *Giardia lamblia* ainsi que les virus responsables de gastro-entérites sont moins fréquemment recherchés notamment en raison des coûts d'analyse.

¹ first-flush

Parmi les micro-organismes responsables d'infections respiratoires, les légionelles et plus particulièrement *L. pneumophila* font l'objet d'une attention particulière et sont recherchées notamment lorsque l'EDP est destinée à l'alimentation et à la production d'eau chaude sanitaire (Ahmed *et al.* 2014, Simmons *et al.* 2001).

Les bactéries appartenant aux genres *Staphylococcus*, *Aeromonas* et *Pseudomonas* sont également surveillées compte tenu des infections de la peau qu'elles peuvent notamment provoquer. Par ailleurs, les deux derniers genres constituent de bons indicateurs de la survie de pathogènes hydriques dans les installations de récupération et d'utilisation d'EDP.

Albrechtsen (2002) s'est intéressé aux mycobactéries.

Plusieurs publications attestent de la présence, dans l'EDP ruisselée ou stockée, de micro-organismes pathogènes (*C. jejuni*, *Cryptosporidium sp.*, *Giardia sp.*, *Legionella sp.*, *M. avium*, *P. aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium perfringens*) même si leur occurrence reste relativement faible (Albrechtsen 2002, Birks, Colbourne, et Hobson 2004, Gikas et Tsihrintzis 2012, Schets *et al.* 2010, Vialle 2011, Zhang *et al.* 2013).

La présence d'espèces fongiques est très peu évoquée dans la littérature scientifique. Evans *et al.* (2007) recensent 5 à 16 espèces différentes sur les milieux de culture d'après l'aspect des colonies, mais l'identification n'est pas affinée et le risque sanitaire ne peut donc pas être appréhendé. De même, la présence de virus est peu étudiée (Sánchez, Cohim, et Kalid 2015).

3.4 Points à retenir

Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des EDP ruisselées en aval des toitures ou stockées rapportées dans les publications scientifiques sont hétérogènes.

Les EDP collectées présentent un pH plutôt acide, elles sont agressives ($1 < TH < 2,5^{\circ}F$; $TAC < 2^{\circ}F$). Les EDP de ruissellement de toiture sont habituellement faiblement chargées en ions. Les valeurs moyennes en DCO, DBO₅ et en COT ne sont généralement pas élevées (respectivement de 3 à 4 mg/L, 30 à 85 mg/L et en 2,3 à 18,3 mg/L), même si celles en COT ont dépassé occasionnellement la référence de qualité dans l'EDCH ; toutefois les valeurs maximales en DCO, DBO₅ et en COT peuvent être élevées suivant les études.

En général, les concentrations des éléments traces métalliques dans les EDP ruisselées sont faibles et variables et sont telles que $[Zn] > [Pb] > [Fe] > [Al] \geq [Cu] > [Ni] > [Mn] > [Cr] > [Cd]$. En principe, le ruissellement s'accompagne d'une augmentation des concentrations moyennes notamment en aluminium, en fer, en cuivre, en zinc et en plomb. Les concentrations en fer et en manganèse sont quelquefois élevées, ce qui pourrait tacher le linge.

Les concentrations en micropolluants organiques trouvées dans quelques rares études sont très faibles. Des pesticides peuvent être détectés et des dépassements de la limite de qualité applicable à l'EDCH dans les zones rurales exposées ont été décrits du printemps à l'automne.

Les micro-organismes pathogènes sont peu recherchés dans les études. Celles-ci s'intéressent principalement à la flore aérobie revivable et aux indicateurs de contamination fécale et/ou environnementale. La flore aérobie est généralement comprise entre 10³ et 10⁶ UFC ou NPP /mL, les coliformes totaux, *E. coli* et entérocoques sont généralement inférieurs à 10⁴ UFC ou NPP/100mL. Quelques études, qui ont plus spécifiquement porté sur des micro-organismes pathogènes ou opportunistes, ont montré la présence de *C. jejuni*, *Cryptosporidium sp.*, *Giardia sp.*, *Legionella sp.*, *M. avium*, *P. aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium perfringens*.

Compte tenu des variations locales en fonction de la saison, de la pluviométrie (durée de l'évènement pluvieux, période de temps sec, etc.), de la température, des caractéristiques de l'installation, de la localisation géographique (rural/urbain), de la nature et des caractéristiques du bassin versant et des surfaces sur lesquelles ruissellent les EDP, les experts considèrent que les données de contamination physico-chimiques et microbiologiques sont très variables et ne sont pas extrapolables d'un site à l'autre.

L'identification et la caractérisation des dangers microbiologiques et chimiques prépondérants n'est pas possible du fait de l'hétérogénéité de la composition des EDP et des variations d'un site à l'autre.

4 Efficacité des différentes étapes d'entretien du linge à l'égard des micro-organismes

L'entretien du linge comprend plusieurs étapes : lavage en machine, séchage et éventuellement repassage.

Un cycle de lavage en machine inclut un lavage, suivi d'un ou plusieurs rinçages et se termine par un essorage. Chacune de ces étapes est modulable en fonction de la nature des textiles et de l'appréciation de leur degré de salissure notamment en jouant sur des paramètres tels que la température, la durée, la quantité de produits lessiviels utilisés et la vitesse d'essorage.

4.1 Facteurs influençant l'efficacité du lavage

D'une manière générale, les facteurs qui peuvent déterminer l'efficacité de l'entretien du linge vis-à-vis des micro-organismes peuvent être :

- l'action physique lors de la rotation du tambour qui permet la mise en suspension des micro-organismes de la surface du textile et leur dissémination dans l'eau de lavage, phénomène qui s'accroît lors des rinçages,
- les actions thermiques qui impactent la survie des micro-organismes (température de lavage, séchage, repassage),
- l'action chimique qui se produit sous l'action des détergents au regard de leur composition,
- la durée du lavage qui permet de renforcer l'une ou plusieurs des trois autres actions.

La revue de Bloomfield *et al.* (2013) indique que plusieurs travaux ont été consacrés à l'étude du comportement de micro-organismes lors du processus de lavage ou au cours de certaines étapes en particulier pour mieux identifier le rôle de chaque paramètre sur leur survie.

4.1.1 Action thermique et action chimique

Les effets de la température sur la réduction microbienne durant le lavage sont à associer à l'action chimique, et plus particulièrement la présence de détergent, avec ou sans agent de blanchiment.

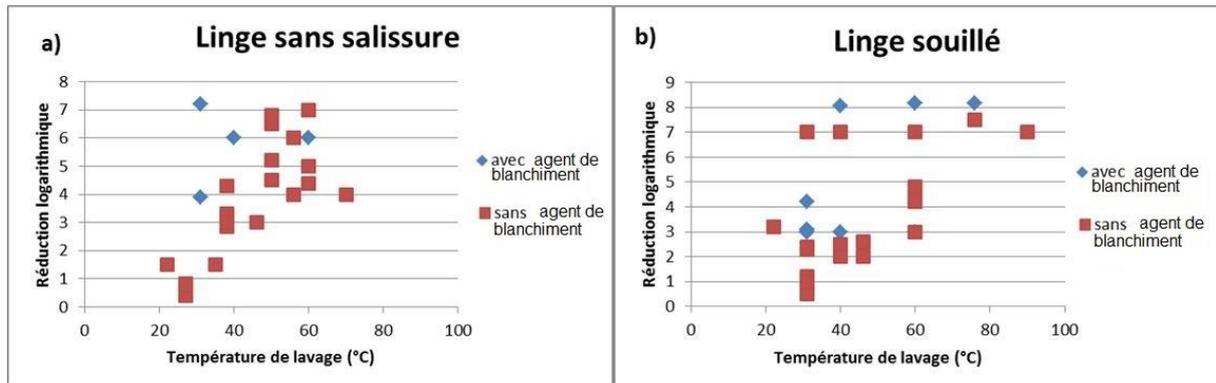


Figure 2 : Impact de la température de lavage et des détergents sur la réduction de *S. aureus* présent sur du linge artificiellement contaminé. (a) sans salissure (b) souillé par de la matière organique (d'après Bloomfield *et al* 2013).

La température de lavage et les détergents utilisés ont une action synergique qui a été démontrée par de nombreux auteurs (Block *et al.* 2001, Jaska et Fredell 1980, Lichtenburg *et al.* 2006, Linke *et al.* 2011, Patel, Murray-Leonard, et Wilson 2006, Walter et Schillinger 1975, Wiksell, Pickett, et Hartman 1973). La figure 2 présente une synthèse de données collectées par Bloomfield *et al.* (2013) concernant l'abatement de *Staphylococcus aureus* sur du linge artificiellement contaminé en présence ou non de salissures artificielles par de la matière organique.

Ainsi, l'effet synergique est constaté avec l'utilisation d'un détergent ne contenant pas d'agent de blanchiment et une température de plus de 40 °C. Cet effet est observé sur du linge présentant peu de salissures et dans une moindre mesure sur du linge artificiellement contaminé par de la matière organique. L'utilisation d'un détergent contenant des agents de blanchiment (avec ou sans dérivés chlorés) permet d'obtenir des réductions logarithmiques plus importantes qu'un détergent classique à des températures plus basses et cet effet n'est pas accentué avec l'accroissement de la température de lavage.

L'impact du processus de lavage sur la réduction microbienne dépend du type de micro-organisme considéré. Wiksell, Pickett, et Hartman (1973) ont conduit une étude sur des spores bactériennes de *Bacillus stearothermophilus*. Un lavage à 57 °C ou 63 °C a entraîné une réduction logarithmique de 1,5 (alors que pour *S. aureus*, elle était de 4,5).

Peu d'études sont disponibles sur l'efficacité du lavage du linge sur la survie virale. Parmi les études recensées, des données sont disponibles sur les virus nus (poliovirus, adénovirus, rotavirus, virus de l'hépatite A, bactériophages). Aucune différence de comportement entre les souches virales n'a été observée en fonction de la température de lavage et du type de détergent utilisé (sans agent de blanchiment) (Gerba et Kennedy 2007, Heinzl *et al.* 2010, Sidwell et Dixon 1969, Sidwell *et al.* 1971, Wiksell, Pickett, et Hartman 1973) (cf. Tableau 5).

Tableau 5 : Synthèse des niveaux de réductions obtenus pour différents virus (Bactériophage T3, poxvirus, poliovirus, adénovirus, rotavirus, virus de l'hépatite A) toutes données confondues en fonction de la température et en présence de détergent contenant des agents de blanchiment (d'après Bloomfield *et al.* 2013).

Température	N	Valeur de l'abattement (log)		
		Minimum	Médiane	Maximum
54-60°C	3	3,6	3,7	5,8
35-46°C	6	2,4	3,1 - 3,96	6,82
21-27°C	8	1,2	2,2 - 2,3	5,6

La température serait le facteur principal dans la maîtrise du risque viral en comparaison avec des produits détergents (Bloomfield *et al.* 2013).

Très peu d'études sont disponibles sur l'efficacité du lavage sur les contaminations fongiques. Les travaux mentionnés ont été conduits sur *Candida albicans* et *Trichophyton rubrum*. La température est le facteur principal dans la maîtrise du risque fongique. En présence de détergent (avec ou sans agent de blanchissement), les niveaux d'abattement sont de l'ordre de 2 à 3 log à 30 °C et de 5 à 7 log à 60 °C quelle que soit la souche étudiée (Block *et al.* 2001, Fijan *et al.* 2007, Hammer, Mucha, et Hoefler 2011).

4.1.2 Action physique (détachement/dilution)

Il est difficile de pouvoir comparer les résultats des différentes études publiées en raison du nombre de facteurs qui peuvent influencer le phénomène de détachement/dilution, tels que l'agitation, le nombre de cycles de rinçage, le volume d'eau utilisé pour le lavage et le rinçage, *etc.*

Une réduction de la contamination microbienne a été observée dans des études comparant le début du lavage et la fin du cycle, notamment dans l'eau de rinçage. À température faible, (20-30 °C), des abattements de l'ordre de 1,5 à 2,8 log ont été constatés pour les bactéries (Smith 1987).

4.1.3 Action thermique lors du séchage

L'impact de différentes conditions de séchage sur différents micro-organismes a été étudié (cf. Tableau 6).

Tableau 6 : Effet des conditions de séchage après le lavage sur la réduction de la contamination microbienne

Micro-organisme	Conditions de séchage	Réduction due au séchage (log)	Référence
<i>S. aureus</i> <i>B. stearothermophilus</i>	Séchage 20 min dans sècheur automatique à 40°C puis refroidissement 10 min	>1,69 >3,23	Wiksell, Pickett, et Hartman (1973)
<i>S. aureus</i>	Séchage 55°C, 28 min	1,03	Bloomfield <i>et al.</i> (2013)
<i>S. typhimurium</i>		2,77	
<i>Mycobacterium fortuitum</i>		2,5	
<i>S. aureus</i>	Séchage 55°C, 43 min	>2,04	
<i>S. typhimurium</i>		2,2	
<i>Mycobacterium fortuitum</i>		2,7	
<i>S. aureus</i>	24 h à température ambiante	0	Linke <i>et al.</i> (2011)
Poliovirus	20 h à température ambiante	>2,2	Sidwell et Dixon (1969)
Adénovirus Rotavirus Virus de l'hépatite A	28 min à température ambiante	1,4 0,1 0,1	Gerba et Kennedy (2007)

Si une contamination résiduelle est présente après le lavage, le séchage, notamment à haute température, peut entraîner une réduction logarithmique additionnelle pour les bactéries et virus.

D'après la synthèse de Bloomfield *et al.* (2013), les champignons sont particulièrement résistants au séchage.

4.1.4 Actions combinées

Patel, Murray-Leonard, et Wilson (2006) ont étudié l'efficacité du lavage du linge domestique et de l'ensemble du processus d'entretien comprenant le lavage, le séchage et le repassage sur la survie de *S. aureus*. La figure 3 présente le protocole d'étude utilisé.

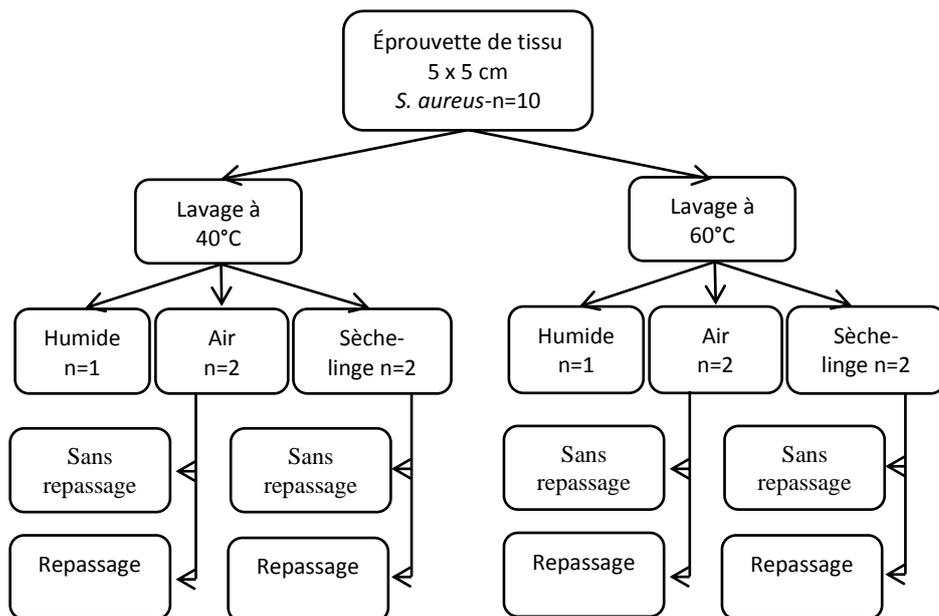


Figure 3 : Protocole d'essai utilisé par Patel *et al.* (2006) – deux coupons non contaminés sont considérés comme des témoins.

Les résultats, présentés dans le tableau 7, montrent que le lavage à la température de 40 °C est suffisant pour éliminer une contamination initiale de *S. aureus* de $5,8.10^8$ UFC/éprouvette. En revanche, ils notent que le lavage induit la contamination des tissus par de la flore environnementale. Les dénombrements de la flore aérobie revivifiable à 37 °C varient fortement selon la procédure de traitement des éprouvettes. La méthode de mise en évidence des micro-organismes sur le linge par « gélose contact » (extraction par transfert), utilisée classiquement pour évaluer la contamination microbiologique des textiles, donne des résultats inférieurs à ceux de la méthode par décrochage mécanique (extraction par agitation) des bactéries présentes sur le linge avant de les dénombrer. Quelle que soit la température de lavage utilisée, les dénombrements bactériens sont très élevés sur les éprouvettes de linge humide. Le séchage à l'air induit un abattement qui varie de 1 à 7 log selon les cas et le séchage par un sèche-linge assure un abattement important de 8 à 9 log.

Tableau 7: Dénombrements bactériens sur du linge initialement contaminé artificiellement par *S. aureus* après différentes étapes du processus d'entretien (d'après Patel *et al.*, 2006). Deux méthodes d'extraction des bactéries sont appliquées : par décrochage ou par contact.

Procédure d'entretien	Dénombrements bactériens (UFC/éprouvette)							
	Cycle de lavage à 40 °C ⁽¹⁾				Cycle de lavage à 60 °C ⁽²⁾			
	Décrochage		Contact		Décrochage		Contact	
	Bactéries aérobies revivifiables	<i>S. aureus</i>	Bactéries aérobies revivifiables	<i>S. aureus</i>	Bactéries aérobies revivifiables	<i>S. aureus</i>	Bactéries aérobies revivifiables	<i>S. aureus</i>
L	>10 ¹⁰	0	>10 ¹⁰	0	>10 ¹⁰	0	>10 ¹⁰	0
LSA	1,9x10 ⁹	0	210	0	2,3x10 ⁴	0	20	0
LSSL	250	0	4	0	6	0	0	0
LSAR	1,6x10 ³	0	25	0	66	0	35	0
LSSLR	0	0	0	0	0	0	0	0

L : lavage, SA : Lavage et séchage à l'air ; SSL : Lavage et séchage au sèche-linge ; R : Repassage

⁽¹⁾Contamination initiale : 5,8x10⁸ UFC/éprouvette ; ⁽²⁾Contamination initiale : 2,7x10¹⁰ UFC/éprouvette

À l'issue du repassage, les dénombrements bactériens sont faibles ou aucune détection n'est observée. Les auteurs concluent que la contamination environnementale des tissus peut être éliminée lors du séchage et du repassage. Ces conclusions sont valables quel que soit le type de textile dont le repassage est possible.

4.2 Transferts de microorganismes au cours du lavage du linge

4.2.1 Processus de transferts

La machine à laver n'est pas une enceinte stérile et contient des populations microbiennes constituées de micro-organismes :

- apportés par l'eau d'alimentation,
- provenant des biofilms présents sur les parois et les joints du lave-linge,
- portés par le linge sale.

Au cours du lavage, différents transferts de micro-organismes peuvent avoir lieu entre les différents compartiments eau, biofilm et linge (cf. Figure 4).

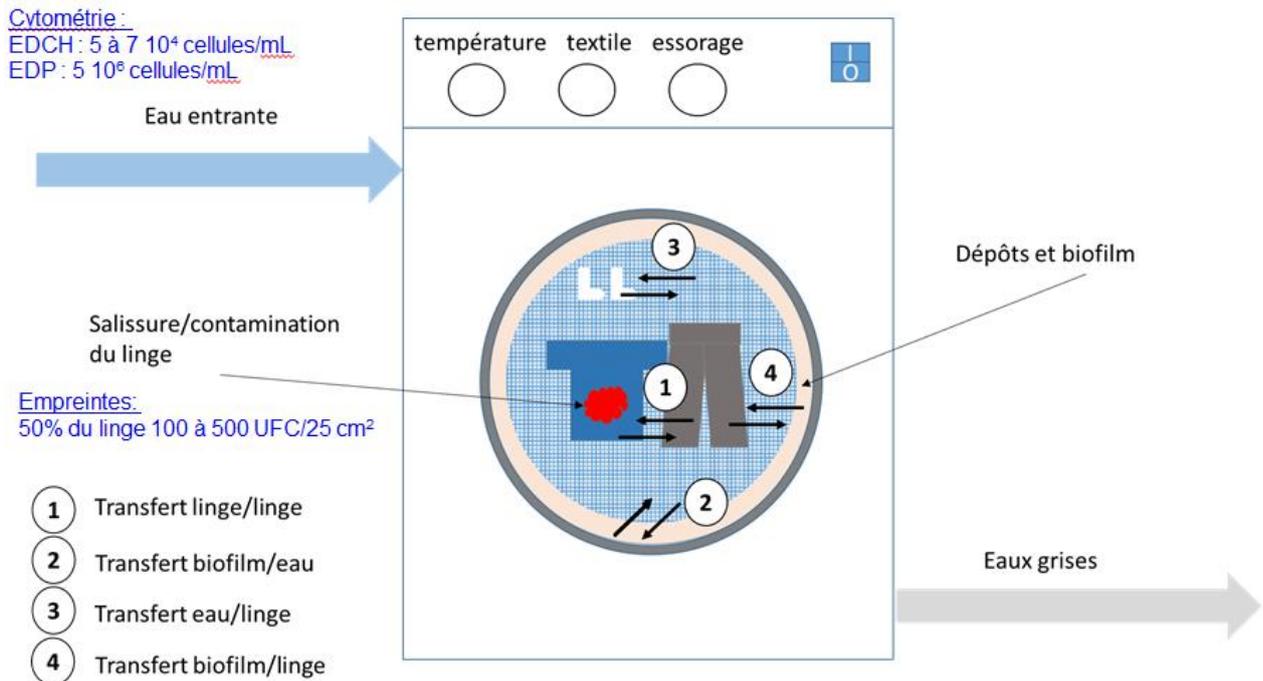


Figure 4 : Transferts microbiologiques au cours du lavage du linge

4.2.2 Transferts lors d'un lavage du linge domestique

4.2.2.1 Transfert des micro-organismes lors d'un lavage à l'EDCH

► Transfert linge/linge

Le transfert de micro-organismes présents sur du linge sale vers du linge stérile durant le lavage a été démontré par différents auteurs pour des bactéries (Ainsworth et Fletcher 1993, Cunliffe, Gee, et Ainsworth 1988, Davis et Ainsworth 1989, Wiksell, Pickett, et Hartman 1973) comme pour des virus (Gerba et Kennedy 2007, Heinzl *et al.* 2010, Sidwell et Dixon 1969).

Cette contamination croisée est plus importante à basse température qu'à des températures supérieures. Ainsworth et Fletcher (1993) ont démontré un transfert de contamination de linge contaminé par *S. faecalis* vers du linge initialement stérile de l'ordre de 0 à 1 log par surface de textile (1,5 cm²) à 50 °C (avec un niveau de contamination résiduelle non détectable), de 1 à 2,5 log par surface de textile (1,5 cm²) à 30 °C (contamination résiduelle de 2,5 log) et de 3,5 log par surface de textile (1,5 cm²) à 15 °C (contamination résiduelle de 5 log).

Linke *et al.* (2011), utilisant un détergent contenant des agents de blanchiment (avec un dérivé chloré), n'observent aucun transfert de *S. aureus* pour des températures de 30 à 60 °C. En revanche, l'utilisation d'une poudre sans agent de blanchiment entraîne un transfert des micro-organismes à 30 et 40 °C.

► Transfert eau et biofilm/linge

O'Toole, Sinclair, et Leder (2009) ont mesuré les transferts de *E. coli*, de bactériophages MS-2 ou PRD-1 et d'oocystes de *Cryptosporidium parvum* présents dans l'eau de lavage artificiellement contaminée vers du linge. Les taux de transfert mesurés variaient de 0,001 à

0,05 % selon les micro-organismes. La même expérience a été réalisée en utilisant des eaux grises recyclées. Les auteurs concluent que les taux de transfert sont un peu plus faibles quand il s'agit d'EDCH et supposent que cela est lié à la qualité physico-chimique de l'eau recyclée qui induit des modifications des propriétés de surface des micro-organismes et ou des différents textiles.

4.2.2.2 Transfert des micro-organismes lors d'un lavage à l'eau de pluie

Le GT a recensé deux études sur l'efficacité du lavage du linge dans des machines à laver alimentées en EDP (Callewaert *et al.* 2015, Holländer 1993).

► Niveau de contamination du linge

En Allemagne, Holländer (1993) compare la contamination initiale de linge sale, la contamination résiduelle de linge lavé à l'EDP avant et après séchage et la contamination de linge sec préalablement lavé à l'EDCH. Les niveaux de contamination du linge ont été évalués par empreinte sur gélose Mueller-Hinton de 25 cm². Le GT a classé les résultats (cf. Figure 5) selon 4 niveaux de contamination correspondant respectivement à 0 à 100 UFC/cm² (niveau 1), 100 à 500 UFC/cm² (niveau 2), 500 à 1000 UFC/cm² (niveau 3) et >1000 UFC/cm² (niveau 4).

Il ressort que :

- La contamination du linge sale est globalement réduite par le lavage avec de l'EDP : le pourcentage d'échantillons de niveau 2 passe de 65 % pour le linge sale avant lavage à 51 % pour le linge humide lavé à l'EDP, ceux de niveau 3 de 11 % à 6 %. Toutefois 11 % des échantillons de linge humide lavé à l'EDP dépassent 1 000 UFC/ cm² (niveau 4) contre seulement 2 % pour le linge sale avant son lavage.
- Plus de 60 % des échantillons de linge sec présentent une contamination de niveau 1, qu'il s'agisse de linge lavé à l'EDP (62 %) ou à l'EDCH (68 %), tandis que le linge sale avait majoritairement une contamination de niveau 2. La contamination de niveau 2 du linge sec est aux alentours de 30 % (28 % pour l'EDCH et 32 % pour l'EDP). Celles de niveau 3 et 4 sont inférieures à 4 % que ce soit pour le linge sec lavé à l'EDCH ou à l'EDP.
- Les bactéries sporulées sont détectées sur le linge sale et après chaque étape du processus de nettoyage.

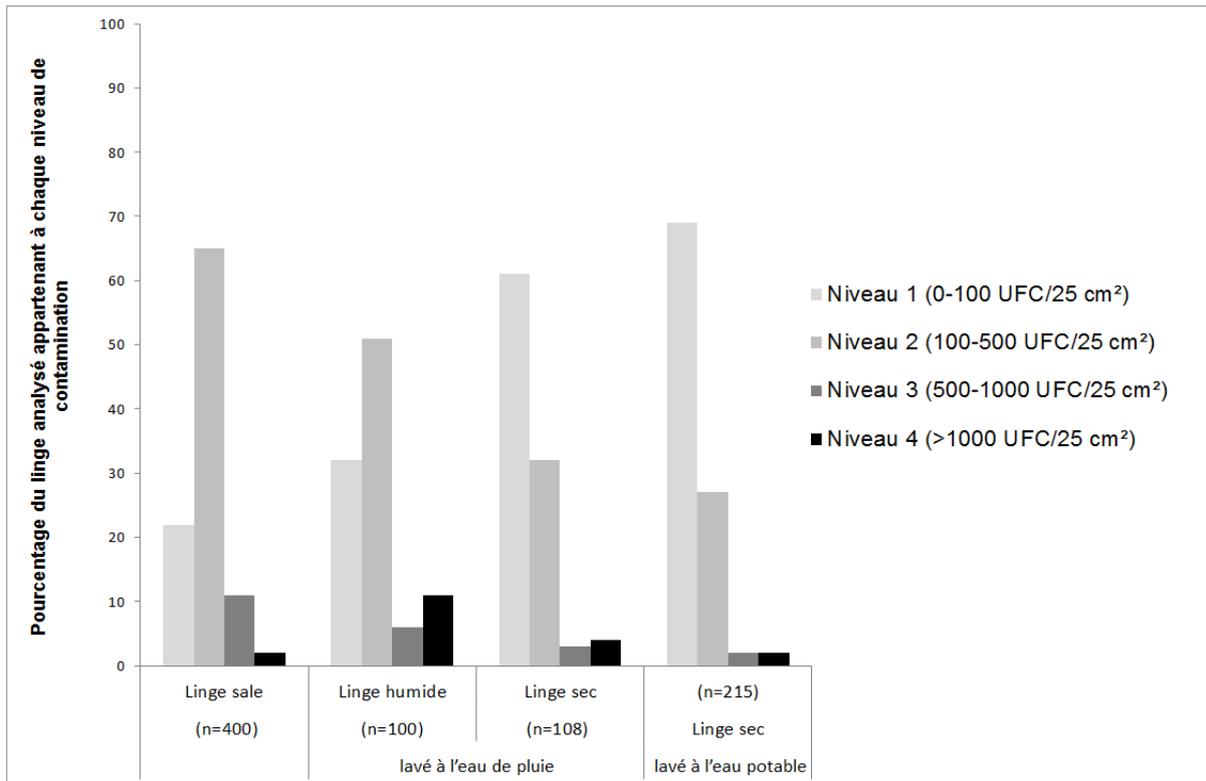


Figure 5: Effet du lavage sur le niveau de contamination du linge lavé à l'eau de pluie ou à l'eau potable (d'après Holländer (1993)).

► **Mise en évidence des transferts entre les différents compartiments**

Callewaert *et al.* (2015) ont étudié les transferts entre les différents compartiments eau/linge/biofilm dans 5 lave-linge domestiques alimentés par de l'EDP (n=3) ou de l'EDCH (n=2). Les machines à laver ont fonctionné le même jour selon un protocole défini incluant le chargement du linge (1 « jean », 5 « T-shirts », 5 paires de chaussettes, 5 sous-vêtements et des éprouvettes de coton de 25 cm²), le programme de lavage (30 °C – 500 rotations par minute) et avec la même lessive. Les dénombrements bactériens ont été réalisés par culture et cytométrie en flux et les microbiomes dans les différents compartiments (l'eau entrante, l'eau sortante, éprouvettes de coton de 25 cm² avant et après lavage) ont été étudiés à l'aide d'outils moléculaires. Il ressort de cette étude que les bactéries de l'eau et celles du biofilm présent dans la machine à laver auraient un faible tropisme pour le tissu. En revanche, les bactéries corporelles présentes sur le linge sale sont facilement transférées sur les éprouvettes de coton. Plusieurs bactéries responsables de mauvaises odeurs sont notamment retrouvées sur les tissus humides.

4.2.3 Transferts lors d'un lavage de linge hospitalier

Le GT a étudié les transferts microbiologiques décrits lors du lavage de linge hospitalier en raison du manque de données sur le lavage domestique. Des bactéries sont retrouvées en milieu hospitalier après traitement du linge. Il peut donc être supposé que ces bactéries peuvent également persister sur le linge des particuliers. En effet, certaines des bactéries présentes sur le linge résistent aux conditions physico-chimiques de traitement du linge en milieu hospitalier, sous forme sporulée notamment, alors que ces conditions sont plus drastiques, plus standardisées et mieux maîtrisées que chez les particuliers. De plus, chez le

particulier, le linge peut être lavé à une température plus basse, avec moins d'eau de rinçage et des produits lessiviels moins performants qu'en milieu hospitalier.

► **Contamination des tenues et linges professionnels**

Plusieurs études ont concerné la contamination des tenues professionnelles hospitalières. Wong, Nye, et Hollis (1991) ont montré que les poches et les poignets de tenues professionnelles sont contaminées par *S. aureus* ; Yamaguchie *et al.* (1994) a montré la présence de *E. faecium* résistant à la vancomycine sur du linge et des surfaces proches de patients colonisés. Boyce *et al.* (1997) ont relevé que, dans 65 % des cas après les soins, la tenue des infirmiers est contaminée par *S. aureus* résistant à la méthicilline de patients colonisés ou infectés.

Sifuentes *et al.* (2013) ont observé que des lingettes utilisées pour l'entretien de l'environnement hospitalier peuvent rester contaminées malgré le lavage en blanchisserie hospitalière.

Dans leur revue, Fijan et Turk (2012) ont recensé des études montrant la persistance de micro-organismes après lavage en blanchisserie hospitalière et la rapide contamination des tenues et autres linges hospitaliers par des micro-organismes de l'hôpital. Ils ont également noté que des études montraient la persistance d'entérocoques résistants à la vancomycine dans des draps 11 semaines après inoculation.

► **Efficacité du lavage du linge hospitalier**

Dans leur revue, Fijan et Turk (2012) ont pu recenser quelques travaux, certains datant de 1975, qui ont étudié la persistance de micro-organismes sur du linge hospitalier après lavage industriel, en fonction de la durée et de la température de lavage, ainsi que de l'ajout ou non d'agents désinfectants (dérivés chlorés). Malgré le lavage à 60 °C ou plus, différentes études ont montré la persistance d'entérobactéries, d'entérocoques, de *Pseudomonas aeruginosa*, de *S. aureus* et de spores de *Clostridium difficile*. Toutefois, les taux d'abattement ne sont pas précisés et ne permettent pas de déterminer l'efficacité du traitement du linge.

Dans cette même revue de littérature, il est noté que quelques études ont montré que le lavage du linge hospitalier par le personnel à son domicile ne garantit pas sa décontamination, certaines tenues ayant été à l'origine d'infections nosocomiales (Fijan et Turk 2012). D'autres auteurs ont montré que le lavage des tenues au domicile des soignants était aussi efficace que celui réalisé en blanchisserie hospitalière (Kiehl, Wallace, et Warren 1997, Patel, Murray-Leonard, et Wilson 2006). Toutefois, dans leurs revues de littérature, Bearman *et al.* (2014) et Schulster (2015) rappellent que les tenues hospitalières doivent être lavées à température élevée si elles sont lavées au domicile des soignants. Lakdawala *et al.* (2011) ont montré que si le lavage permet d'éliminer *S. aureus*, les tenues se contaminent lors du lavage par des bactéries à Gram négatif, mais que le repassage élimine cette contamination.

► **Contamination de patients et soignants à partir du linge hospitalier**

Des cas groupés d'infections associées aux textiles hospitaliers sont rares. Au niveau international, deux revues de littérature citent une douzaine de cas groupés au cours des 43 dernières années (Schulster 2015) et quelques autres situations (Fijan et Turk 2012). Les textiles impliqués sont des vêtements dont ceux d'enfants, draps, serviettes et matelas. Aucun cas de transmission croisée n'est lié à un procédé de blanchisserie industrielle. Les infections acquises observées sont liées à des défauts de manipulation du linge ou au non-respect du port des équipements de protection individuels requis.

Les investigations de cas groupés ont relevé que des tenues de professionnels et linges hospitaliers ont pu être à l'origine d'infections chez des patients, notamment dues à *Bacillus cereus*, *Clostridium difficile*, *Gordonia bronchialis* (Balm *et al.* 2012, Balm *et al.* 2011, Barrie *et al.* 1994, Cheng *et al.* 2015, Duffy *et al.* 2014, Hosein *et al.* 2013, Sooklal, Khan, et Kannangara 2014, Wright *et al.* 2012).

Les causes identifiées sont les suivantes :

- l'exposition du linge propre à une contamination environnementale lors de son stockage dans les services de soins ;
- un défaut dans le processus de blanchisserie.

Les défaillances identifiées du processus de traitement du linge dans ces revues et études sont des températures trop basses, des produits lessiviels en concentration insuffisante ou des mélanges de types d'articles, certains étant très souillés et lavés avant des linges fragiles sans rinçage du tunnel de lavage comme, par exemple, des bandeaux de lavage du sol lavés avant des draps de couveuse de néonatalogie.

4.3 Problèmes techniques et esthétiques potentiels sur le lavage du linge lavé à l'eau de pluie

L'EDP pourrait engendrer des problèmes de corrosion du lave-linge et de gestion de dosage non adapté des lessives (Ledin 2002).

De plus, des mauvaises odeurs et des colorations de vêtements ont été observées (Ledin 2002). Ces phénomènes peuvent être dus notamment à la présence de fer et de manganèse.

4.4 Points à retenir

Au sein du lave-linge, divers micro-organismes se côtoient provenant :

- de l'eau d'alimentation du lave-linge,
- du biofilm de la machine à laver,
- du linge sale.

Ces différents micro-organismes sont susceptibles d'être retrouvés sur le linge sortant de la machine à laver par des processus de transfert complexes qui ont lieu au cours du lavage du linge avec de l'EDCH ou de l'EDP et qui dépendent de facteurs liés :

- au fonctionnement propre du lave-linge (volume d'eau, durée du cycle de lavage, température de lavage, vitesse du cycle d'essorage),
- aux propriétés et concentrations des produits lessiviels,
- à la nature des textiles lavés,
- à la contamination microbiologique initiale des textiles lavés,
- aux capacités d'adhésion et de survie des micro-organismes.

Parmi les études de l'efficacité du processus de lavage du linge recensées, quelques travaux ont systématiquement pris en compte les différents facteurs influençant l'efficacité du lavage du linge. Les données ont montré qu'une baisse de la température de lavage avec de l'EDCH peut significativement accroître le taux de micro-organismes survivants et le transfert de ceux-ci à d'autres linges présents dans la machine. Le type de détergent utilisé a également un impact sur une décroissance du nombre de micro-organismes, mais

également sur le transfert de micro-organismes entre les linges. La présence d'agent de blanchiment (avec ou sans dérivés chlorés) accentue la réduction microbienne. Toutefois, il faut souligner que les formulations des produits lessiviels sont différentes suivant les pays aussi une comparaison stricte avec le cas français n'est pas possible. La vitesse, et le temps de lavage ne sont pas des facteurs étudiés pour l'abatement des micro-organismes. Mais, ces travaux ont conclu que ces facteurs contribuent significativement, isolément et de façon combinée, à l'efficacité du lavage. Par ailleurs, les propriétés intrinsèques des micro-organismes, contribuent à la spécificité de leurs réponses aux stress chimiques et physiques subis.

Après le lavage du linge, d'autres facteurs peuvent également influencer la survie microbienne : le type de séchage du linge et le repassage.

Les analyses approfondies des causes de transmission croisée de micro-organismes à partir du linge en milieu hospitalier confirment l'importance de la maîtrise des températures de lavage et des concentrations en produits lessiviels pour garantir la qualité microbiologique du linge ainsi que la séparation des linges lavés en fonction de leur utilisation et de leur degré de salissure.

La qualité de l'eau de lavage et de rinçage a été ponctuellement étudiée mais les études conduites ne permettent pas de comparer l'utilisation d'EDP récupérée et celle d'EDCH. Les transferts de micro-organismes de l'EDP vers le linge lors du lavage et du rinçage ont été très peu étudiés et les conditions et modalités d'analyse mal connues quand ils l'ont été. Il est donc difficile d'estimer l'importance relative de ces transferts de l'EDP au linge par rapport aux transferts de micro-organismes déjà décrits de linge à linge en présence d'EDCH, les transferts pouvant s'effectuer différemment suivant le type d'eau utilisé.

Les études relatives aux transferts des micro-organismes ont chacune des objectifs spécifiques et ne permettent pas au GT de conclure. Les données ne laissent toutefois pas apparaître de risque microbiologique important pour la population générale en bon état de santé.

Le GT considère que les contaminations microbiologiques de linge à linge sont prépondérantes. Ainsi, le transfert des contaminations serait plus fort entre linges qu'entre l'eau et le linge.

5 Traitement spécifique de l'eau de pluie utilisée pour l'alimentation des lave-linge

Dans la littérature scientifique, les traitements de l'EDP utilisée pour un usage à l'intérieur du bâtiment sont étudiés essentiellement dans les zones de fort stress hydrique où cette ressource est susceptible d'être utilisée pour produire de l'EDCH ou de l'eau chaude sanitaire (ECS). Ainsi, Simmons *et al.* (2008) insistent sur la nécessité d'assurer une montée en température à 60°C des systèmes de production d'ECS à partir d'EDP pour éviter la prolifération de légionelles. Récemment Dobrowsky *et al.* (2015) ont évalué un système de « pasteurisation » solaire pour produire en grande quantité de l'EDCH à partir d'EDP.

Peu de travaux citent l'utilisation de l'EDP (Callewaert *et al.* 2015, Holländer 1993) pour l'alimentation des lave-linge et dans ces travaux, il n'est fait mention d'aucun traitement spécifique de l'eau pour cet usage.

Compte tenu de la variabilité de la qualité microbiologique des EDP, la présence quasi systématique d'indicateurs de contamination fécale et la présence même épisodique de

certaines pathogènes, Oosterholt *et al.* (2007) recommandent *a minima* l'utilisation d'un traitement de l'EDP par un filtre à sable pour tous les usages à l'intérieur du bâtiment ne nécessitant pas l'utilisation d'EDCH mais excluent le recours de cette eau pour l'alimentation des lave-linge.

Des solutions techniques de traitement sont proposées sur le marché par filtration et/ou désinfection par rayonnements UV. Certaines de ces solutions sont recensées dans un guide technique de l'ASTEE de 2015, mais aucune n'a fait l'objet d'étude approfondie concernant la qualité d'eau obtenue au regard de l'usage envisagé (ASTEE 2015). « Bruxelles Environnement » (administration de l'environnement et de l'énergie de la Région de Bruxelles-Capitale) préconise une modalité de traitement destinée à protéger les équipements et non pour des raisons sanitaires (filtration aux seuils de 1 à 9 µm) (Bruxelles Environnement 2010).

Il est important de noter que les solutions de traitement nécessitent une maintenance spécifique pour garantir le bon fonctionnement des dispositifs (changement régulier des cartouches de filtration, des lampes à rayonnements UV).

6 Risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge

6.1 Voies d'exposition

Les transmissions de micro-organismes pathogènes ou contaminants chimiques provenant de l'EDP récupérée peuvent se produire suivant deux modalités :

- directe : par contact cutané de l'EDP récupérée avec les mains, soit lorsque le linge mouillé est retiré du lave-linge, soit par contact cutané avec les surfaces du lave-linge mouillées par des éclaboussures ;
- indirecte :
 - par contact cutané avec le linge en contact plus ou moins prolongé avec la peau (vêtements, sous-vêtements),
 - par ingestion suite à des contacts main/bouche lors de la manipulation du linge : linge en contact avec les denrées alimentaires (torchons, serviettes), linge utilisé par de jeunes enfants (peluches, langes, *etc.*).

Les expositions peuvent également être accidentelles (interconnexions entre réseaux d'EDP et d'EDCH, dérive relative à l'usage du robinet dédié à l'alimentation en eau du lave-linge).

6.2 Population exposée

Au regard du champ d'expertise déterminé pour cette saisine, la population exposée est la population générale à son domicile.

Au sein de cette population, certaines personnes pourraient être plus sensibles à une exposition à l'EDP utilisée pour le lavage du linge. Ces personnes plus vulnérables pourraient être :

- Les populations à risque d'allergie cutanée, ayant des maladies de peau ou des peaux atopiques ;

- Les jeunes enfants mettant régulièrement le linge à la bouche ;
- Les personnes immunodéprimées¹ ;
- Les personnes en hospitalisation à domicile ;
- Les personnes hospitalisées dont le linge est lavé à la maison, et leur entourage ;

Les personnes vivant à côté de sites industriels ou de sites agricoles où l'EDP contient davantage de contaminants chimiques, sont davantage exposées.

6.3 Effets sanitaires de l'utilisation de l'eau de pluie

Les experts constatent qu'il existe peu de données publiées sur les effets sanitaires liés à l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge. Peu de relations dose-réponse existent pour les dangers microbiologiques et pour les voies cutanées.

Une seule étude d'évaluation des risques sanitaires (ERS) robuste a été identifiée sur ce sujet pour une des voies d'exposition retenues : Gibson, Rose, et Haas (1999) ont évalué le risque sanitaire lié à l'ingestion par contact main-bouche, lors d'un cycle de lavage standard de linge contaminé par des selles contenant 1 g de *Shigella*, entre 1 cas de shigellose pour 100 millions à 10 cas par million de personnes. Ce risque est considéré comme négligeable. Une autre ERS a été réalisée mais elle concerne l'exposition par inhalation, non retenue par le GT (Schoen et Garland 2015).

Il n'a pas été trouvé d'étude épidémiologique concernant les risques sanitaires liés à l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge.

6.3.1 Maladies infectieuses

En toute hypothèse, si les micro-organismes pathogènes présents dans les EDP se transfèrent sur le linge, des gastro-entérites pourraient alors survenir chez des jeunes enfants portant fréquemment le linge sec à la bouche (peluche, linge, tee-shirt). Ce risque peut exister aussi pour la personne chargée de retirer le linge de la machine à la fin du cycle de lavage : d'une part, en manipulant le linge mouillé et d'autre part, par contact direct entre l'EDP et les surfaces mouillées du lave-linge. Toutefois, ce phénomène de transfert de contaminants existe entre les linges (vêtement contaminé vers un vêtement pas ou peu contaminé) et donc indépendamment du type d'eau.

Des épidémies de gastro-entérites liées à la récupération d'EDP ont été décrites, notamment au Pays-Bas, du fait d'une interconnexion du réseau d'EDCH et du réseau d'EDP (KIWA 2003). Des cas de légionellose liés à la récupération d'EDP pour l'alimentation de douches ont également été rapportés en Nouvelle-Zélande (Simmons *et al.* 2008) mais ne sont pas liés à l'utilisation d'EDP pour le lavage du linge.

¹ Selon une méthodologie de Santé Publique France (anciennement 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/mm³) 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).

6.3.2 Intolérance cutanée

Dans leur revue, Zhong *et al.* (2006) indiquent que du fait du « microclimat » créé entre la peau et les vêtements, des interactions entre peau et textiles vestimentaires sont observées et qu'elles sont notamment liées à la nature des fibres textiles et aux teintures et additifs utilisés. Toutefois, la composition des lessives peut avoir une incidence sur la réaction cutanée au linge ou aggraver la sécheresse cutanée des peaux atopiques. Dans leur revue, Crawford et Zirwas (2014) indiquent que les surfactants pourraient provoquer des irritations cutanées chez des personnes à risque d'allergie cutanée, ayant des maladies de peau ou des peaux atopiques. La réduction de cette sécheresse cutanée chez des personnes sensibles a été observée après utilisation de lessives non ioniques contenant peu d'additifs (Kiryama, Sugiura, et Uehara 2003). La présence d'enzymes dans la composition des produits lessiviels qui permet une réduction de la température de lavage, n'augmenterait pas les risques d'irritation cutanée (dont prurit, exacerbation de l'eczéma, érythème) (Basketter *et al.* 2008) comme des études plus anciennes l'avaient déjà relevé (Bolam, Hepworth, et Bowerman 1971, Valer 1975a, b).

6.3.3 Risques non spécifiques à l'usage « lavage du linge »

6.3.3.1 Réservoirs de stockage de l'EDP et gîtes larvaires

Une augmentation de l'incidence des cas de maladies vectorielles est observée depuis plusieurs années en métropole suite à l'augmentation et l'accélération des transports, maritimes et aériens (CNEV 2012)¹. La dissémination mondiale des virus Zika, de la dengue et du Chikungunya incite à porter une attention particulière aux moustiques vecteurs qui se reproduisent dans les eaux stagnantes en l'absence de prédateurs.

En outre, les stockages d'EDP peuvent constituer des gîtes larvaires pour les insectes vecteurs. Conformément à l'arrêté du 21 août 2008, les aérations des réservoirs doivent être munies de grille anti-moustiques de mailles de 1 millimètre au maximum.

Il est donc essentiel de s'assurer que les systèmes de récupération et d'utilisation d'EDP, quel que soit l'usage envisagé à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, ne majorent pas l'émergence des insectes vecteurs. Ainsi, en Argentine, Troncoso (2016) recommande qu'un soin particulier soit accordé à l'entretien des ouvrages de stockage qui doivent être maintenus fermés, afin d'éviter qu'ils ne deviennent un habitat privilégié des moustiques.

Ce risque de développement de gîte larvaire n'est pas spécifique à la récupération de l'EDP. Les experts s'interrogent sur une meilleure prise en compte dans les règles de construction et d'urbanisme des risques liés aux insectes vecteurs pour limiter la création de leurs gîtes.

6.3.3.2 Présence d'un réseau d'eau non potable dans l'habitat

L'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge implique la construction d'un réseau supplémentaire d'EDP distribuée dans les bâtiments. Un réseau d'eau non potable dans l'habitat 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. Toutefois, plusieurs réseaux d'eau existent déjà dans l'habitat : EDCH, réseau d'ECS et système de chauffage.

¹ CNEV : Centre national d'expertise sur les vecteurs.

Comme indiqué dans le rapport et avis de l'Anses relatifs à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques, des cas groupés de maladies infectieuses ont été décrits notamment aux Pays-Bas montrant des cas d'interconnexions (KIWA 2003, Oosterholt *et al.* 2007).

La FP2E a recensé un cas de retour d'eau lié au système de récupération de l'EDP.

Il a été estimé en Australie que le risque d'interconnexion entre un réseau d'EDCH et un réseau d'ENP est non négligeable et pourrait concerner 1 maison sur 1 000 par an (NRMMC *et al.* 2006).

En mars 2015, dans une commune du Cantal, un retour d'eau d'un réseau privé d'une maison (puits), vers le réseau public d'EDCH a provoqué une épidémie due au virus de l'hépatite E, rapportée dans le bulletin de veille sanitaire, de février 2016, de la cellule épidémiologique de Santé Publique France en région Auvergne-Rhône-Alpes (Vaissière 2016). Aucun dispositif de disconnexion avec le réseau public d'EDCH n'était installé. L'article conclut que pour diminuer le risque d'épidémie hydrique, il faut « *prévenir la contamination des réseaux d'eau potable par retour d'eau du à l'utilisation d'eau de pluie et d'eaux de ressources privées à l'intérieur des bâtiments* ».

Afin de prévenir ce risque d'interconnexion et de retour d'eau, il est donc primordial de respecter les règles de protection des réseaux d'eau de l'arrêté du 21 août 2008 et la norme NF EN 1717.

6.4 Points à retenir

- L'identification et la caractérisation exhaustive des dangers microbiologiques et chimiques prépondérants n'est pas possible du fait de l'hétérogénéité des pratiques locales, de la composition des EDP et des conditions géographiques. S'agissant des données microbiologiques, il n'existe pas de données objectivant des relations dose-réponse quels que soient les micro-organismes.
- Aucune étude épidémiologique portant sur le risque infectieux en lien avec l'exposition à du linge lavé avec des EDP n'a été identifiée. Une seule étude d'évaluation des risques sanitaires jugée robuste a été identifiée, relative à l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge : elle conclut à un risque négligeable (Gibson, Rose, et Haas 1999).
- Il n'est pas possible de conclure à l'existence d'un potentiel risque d'intolérance ou d'allergie cutanée lié à l'utilisation d'EDP pour le lavage du linge. Ce risque est déjà documenté et fonction de la composition des produits lessiviels et/ou des textiles.

7 Conclusion

- ▶ Composition physico-chimique et microbiologique de l'EDP collectée

Les EDP se contaminent lors de leur passage dans l'atmosphère lors du ruissellement sur les toitures, dans le réservoir de stockage puis dans le réseau.

Les caractéristiques des EDP collectées en aval des toitures telles que définies dans l'arrêté du 21 août 2008 présentent une forte hétérogénéité tant d'un point de vue physico-chimique que microbiologique. Les EDP sont en général acides, peu minéralisées et agressives. Elles peuvent se charger en métaux, matières organiques, micropolluants organiques et en micro-organismes.

Les données physico-chimiques et microbiologiques des EDP ne sont pas extrapolables d'un site d'utilisation à l'autre.

- ▶ Évolution de la contamination du linge au cours du processus d'entretien du linge.

Le devenir des micro-organismes sur le linge est étroitement lié aux conditions de lavage, (température, produits lessiviels, cycle et qualité de l'eau de rinçage), aux autres étapes d'entretien du linge (séchage, repassage) et à leur synergie.

Le GT estime que le transfert de micro-organismes de linge à linge au cours du lavage est prépondérant par rapport au transfert à partir de l'eau de lavage ou du biofilm du lave-linge.

Au vu des pratiques en blanchisseries industrielles et des épidémies recensées en milieu hospitalier, la qualité de l'eau de rinçage est primordiale pour limiter la contamination du linge.

- ▶ Faisabilité d'une évaluation des risques sanitaires ?

Il n'est pas possible de réaliser une ERS liés à l'utilisation de l'EDP pour l'alimentation des lave-linge. En effet, la caractérisation du risque ne peut être conduite car :

- l'identification des dangers est difficile à réaliser du fait de la variabilité des compositions qualitatives et quantitatives des EDP et de l'hétérogénéité des pratiques de lavage du linge et des conditions locales,
- les données de relation dose-réponse des micro-organismes sont peu nombreuses et non adaptées aux voies d'exposition identifiées,
- l'exposition est difficile à estimer du fait de l'absence d'études et de retours d'expériences concernant les modalités d'usage et de mise en œuvre du lavage du linge avec de l'EDP.

Cette absence de données et d'études vient probablement du fait que l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge semble faire ou avoir fait l'objet de débats techniques ou réglementaires ailleurs qu'en France et en Allemagne.

- ▶ Quelles modalités de traitement adapté ?

Au vu de l'hétérogénéité des données publiées, des conditions locales, des pratiques des particuliers pour le lavage du linge et de l'impossibilité de réaliser une ERS, il ne peut être proposé ni de limites de qualité pour l'eau d'alimentation des lave-linge ni de traitement générique de l'EDP pour le lavage du linge en machine de la population générale.

8 Recommandations

Le GT souligne qu'il est primordial que les prescriptions techniques de l'arrêté du 21/08/2008, de la norme NF 16-005 (EDP) et de la norme NF EN 1717 (protection du réseau EDCH) soient respectées notamment celles concernant la disconnexion des réseaux d'eau, l'entretien, la maintenance, le robinet de soutirage à l'intérieur du bâtiment.

Les experts recommandent :

- Que l'EDP ne soit pas utilisée pour le lavage du linge des populations suivantes :
 - les populations à risque d'allergie cutanée, ayant des maladies de peau ou des peaux atopiques ;
 - les jeunes enfants car ils mettent régulièrement le linge à la bouche ;

- les personnes immunodéprimées ;
 - les personnes en hospitalisation à domicile ;
 - les personnes hospitalisées dont le linge est lavé à la maison, et leur entourage ;
 - les personnes vivant à côté de sites industriels et de sites agricoles, où l'EDP contient davantage de contaminants chimiques.
- Que les dispositifs de traitement de l'EDP commercialisés soient accompagnés d'un mode de gestion pour protéger le particulier usager : le dispositif de traitement devra être fiable, pérenne, facile à entretenir par un particulier et ne pas engendrer de dérives d'usage.
 - Qu'une réflexion nationale pour un changement de méthode concernant le principe actuel de déclaration des installations d'utilisation d'EDP à l'intérieur de bâtiments soit lancée. En effet, aucun retour d'expériences en habitat collectif ni individuel ayant eu recours à l'utilisation d'EDP pour le lavage du linge en machine n'est disponible. De plus, il n'est pas possible de recenser ni de contrôler les installations.
 - Que la conception et la gestion des dispositifs d'utilisation de l'EDP, qui impliquent un savoir-faire professionnel notamment au regard de la protection du réseau public d'EDCH, soient réalisées par des professionnels ayant la compétence pour la maintenance et l'entretien de tels systèmes, qui ne sont pas à la portée d'un particulier non qualifié. De plus, une appropriation par les utilisateurs et l'information au public sont aussi des conditions indispensables pour assurer la sécurité sanitaire de l'utilisation de l'EDP.
 - Qu'une qualification des professionnels de l'EDP soit conçue.
 - Qu'un plan de récolement de l'installation (réseau, traitement, etc.) soit établi et tenu à disposition des personnes chargées de l'entretien, de la maintenance et du suivi de l'installation et que, les locataires soient *a minima* informés de l'existence d'un système d'utilisation d'EDP à l'intérieur du bâtiment.
 - Que soit ajouté un diagnostic de présence de réseau d'eau non potable avant la vente de tout bien immobilier.
 - Que les particuliers soient mieux informés des bonnes pratiques d'hygiène et d'entretien du linge (tri du linge, température, repassage) afin de limiter les contaminations.
 - Que les dispositifs de récupération d'EDP soient protégés afin d'éviter la création de gîtes larvaires et la prolifération d'insectes vecteurs.

9 Amélioration des connaissances

Au terme de cette expertise, le GT constate que les données existantes ne permettent pas d'objectiver les pratiques d'utilisation d'EDP et de ses usages et en particulier de l'usage pour le lavage du linge. À cette fin, les experts estiment que des retours d'expérience et des enquêtes *in situ* devraient être menés.

En mars 2016, via l'IFEP, l'Anses a initié une enquête auprès des particuliers ayant un dispositif d'utilisation d'EDP pour le lavage du linge recensés par des adhérents afin d'estimer les pratiques des usagers, les traitements, les éventuels changements des habitudes de lavage de linge, le niveau de satisfaction des usagers. Au moment de la publication de cet avis, une seule réponse a été reçue.

Par ailleurs, dans le cas de l'utilisation d'une ressource différente de l'EDCH pour le lavage du linge en machine, les experts considèrent que des études devaient être conduites pour renseigner :

- la contribution de la flore de cette eau alternative dans la contamination globale de l'eau de lavage et dans le transfert des micro-organismes de l'eau vers le linge,
- l'impact de la composition physico-chimique de l'EDP, différente de celle de l'EDCH, sur le transfert des micro-organismes de l'eau vers le linge,
- l'abattement de la contamination observable/observée sur le linge humide après séchage et/ou repassage,
- l'intérêt d'un rinçage avec une EDCH au vu des cas d'épidémies recensées en milieu hospitalier (infections cutanées) et des pratiques des blanchisseries industrielles,
- le risque d'allergie ou d'intolérance cutanée engendré par l'utilisation d'EDP pour le lavage du linge s'ajoutant éventuellement au risque lié aux lessives déjà identifié,
- les caractéristiques des EDP récupérées en aval des toits végétalisés inaccessibles, non encadrés par l'arrêté du 21 août 2008, et le potentiel risque sanitaire associé.

Pour ce dernier point il faudrait considérer l'impact de l'utilisation successive de deux types d'eau de qualité différente sur les biofilms (implantation, libération de cellules planctoniques) et prendre en compte les considérations techniques et réglementaires permettant la double alimentation du lave-linge.

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 les conclusions et les recommandations issues de l'expertise collective menée au sein du groupe de travail dédié et validés par le CES « Eaux ».

La présente expertise conclut un cycle de travaux¹ de l'Agence portant sur diverses mesures et développements technologiques mis en œuvre pour répondre à la problématique sanitaire liée aux risques ponctuels et/ou durables de raréfaction de la ressource en eau.

L'expertise a mis en évidence les éléments suivants :

- les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des EDP collectées en aval des toitures, telles que définies dans l'arrêté du 21 août 2008 sont très hétérogènes et non transposables d'un site à l'autre ;
- la situation relative à la récupération et l'utilisation de l'EDP en France, en général et en particulier pour le lavage du linge est peu documentée malgré l'article 5 de l'arrêté du 21 août 2008 prévoyant une déclaration d'usage en mairie ;
- les données relatives aux dispositifs de traitement de l'eau utilisés en France malgré l'obligation de les déclarer au ministère en charge de la santé (article 2 de l'arrêté du 21 août 2008) sont quasiment inexistantes.

Dans ces conditions, une ERS liés à l'utilisation de l'EDP pour l'alimentation des lave-linge ne peut être réalisée, ni être proposés des traitements génériques de l'EDP pour le lavage du linge en machine.

Cependant, compte tenu des éléments mis en évidence dans l'expertise, l'Agence recommande que l'EDP ne soit pas utilisée pour laver le linge des populations suivantes :

- les populations à risque d'allergie cutanée, ayant des maladies de peau ou des peaux atopiques ;
- les jeunes enfants car ils mettent régulièrement le linge à la bouche ;

¹ Rapport d'expertise de 2008 relatif à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage ou l'irrigation. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX-Ra-EauxUsees.pdf>

Avis de 2010 relatif 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. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2009sa0288.pdf>

Avis et rapport d'expertise de 2012 relatifs à la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation des cultures, l'arrosage des espaces verts par aspersion et le lavage des voiries. <https://www.anses.fr/sites/default/files/files/EAUX2009sa0329Ra.pdf>

Avis et rapport d'expertise de 2014 relatifs aux risques sanitaires associés au recyclage d'effluents de lavage dans les filières de traitement d'eau destinée à la consommation humaine et modalités de gestion à mettre en œuvre (Proposition d'une démarche d'analyse du risque). <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2011sa0041Ra.pdf>

Avis et rapport d'expertise de 2015 relatifs à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2011sa0112Ra.pdf>

Avis et rapport d'expertise de 2016 relatifs aux risques sanitaires liés à la recharge artificielle de nappes d'eau souterraine. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2012SA0255Ra.pdf>

- les personnes immunodéprimées ;
- les personnes en hospitalisation à domicile ;
- les personnes hospitalisées dont le linge est lavé à la maison, et leur entourage ;
- les personnes vivant à côté de sites industriels et de sites agricoles, où l'EDP contient davantage de contaminants chimiques.

S'agissant de l'utilisation de l'eau de pluie en France, et particulièrement pour le lavage du linge, des retours d'expérience sont nécessaires. Dans cette perspective, les travaux du Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) et particulièrement l'enquête menée durant l'été 2016, dont l'objectif est de mieux connaître la pratique d'utilisation d'eau de pluie en France, pourraient constituer une première étape permettant d'esquisser l'état des lieux des pratiques de récupération et d'utilisation des eaux de pluie.

S'agissant du lavage du linge, l'Anses préconise l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques du lavage du linge, quel que soit le type d'eau utilisé, afin de permettre aux particuliers d'être informés des pratiques d'entretien du linge (tri du linge, température, repassage) à mettre en œuvre afin de viser une hygiène optimale du linge.

L'Agence rappelle et souligne les enjeux et risques sanitaires liés à l'utilisation d'eau non potable (ENP) pour des usages domestiques à l'intérieur de l'habitat, impliquant la création d'un réseau d'ENP, déjà mis en exergue dans ses travaux antérieurs¹. Des publications d'investigations d'épidémie d'origine hydrique, notamment 2 récentes (Mansotte *et al.* 2016, Vaissière 2016), illustrent cette problématique. Mansotte *et al.* (2016) et Vaissière (2016) mentionnent l'existence de connexions des réseaux intérieurs d'eau de forages privés et du réseau d'EDCH public mises en évidence en Gironde et en Auvergne dans le contexte évoqué ci-dessus. Un retour d'eau d'un puits privé vers le réseau d'EDCH est à l'origine d'une de ces épidémies en Auvergne (agent microbiologique suspecté étant le virus de l'hépatite E) (Vaissière, 2016).

L'Agence insiste sur la nécessité d'appliquer dans le bâtiment les prescriptions techniques concernant la disconnexion des réseaux de l'arrêté du 21 août 2008, de la norme NF 16-005 (EDP) et de la norme NF EN 1717 (protection du réseau EDCH) mais aussi les prescriptions d'entretien, de maintenance et celles concernant le robinet de soutirage à l'intérieur du bâtiment.

De plus, l'Anses réitère ses recommandations visant à éviter le risque de confusion et d'interconnexion (Anses, 2015) : 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.

Docteur Roget GENET

¹ Avis et rapport d'expertise de 2015 relatifs à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2011sa0112Ra.pdf>

MOTS-CLES

Eau de pluie, réutilisation des eaux, lave-linge, analyse du risque, risques infectieux liés au lavage du linge

Rainwater, rain water, water reuse, washing machine, laundry, reuse laundry, laundry infectious risk, Health risks

BIBLIOGRAPHIE

► Publications

AFNOR. 2011. NF P 16-005 Systèmes de récupération de l'eau de pluie pour son utilisation à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

Ahmed, W., H. Brandes, P. Gyawali, J. P. S. Sidhu, et S. Toze. 2014. "Opportunistic pathogens in roof-captured rainwater samples, determined using quantitative PCR." *Water Research* 53:361-369. doi: 10.1016/j.watres.2013.12.021.

Ahmed, W., L. Hodggers, J. P. S. Sidhu, et S. Toze. 2012. "Fecal indicators and zoonotic pathogens in household drinking water taps fed from rainwater tanks in Southeast Queensland, Australia." *Applied and Environmental Microbiology* 78 (1):219-226. doi: 10.1128/AEM.06554-11.

Ainsworth, P., et J. Fletcher. 1993. "A comparison of the disinfectant action of a powder and liquid detergent during low temperature laundering." *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 17:67-73.

Albrechtsen, H. J. 2002. "Microbiological investigations of rainwater and graywater collected for toilet flushing." *Water Science and Technology* 46:311-316.

Anses. 2015. "Analyse des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux grises pour des usages domestiques". 2011-SA-0112. 124p. <https://www.anses.fr/fr/system/files/EAUX2011sa0112Ra.pdf>.

ASTEE. 2015. "Guide technique : Récupération de l'EDP – Informations et recommandations relatives à la réalisation de dispositifs utilisant les eaux issues de toitures et stockées in situ." 1ère édition : décembre 2015. 65p. http://www.astee.org/site/wp-content/uploads/2016/04/GuideASTEEREUP_18-04.pdf.

Balm, M. N. D., R. Jureen, C. Teo, A. E. J. Yeoh, R. T. P. Lin, S. J. Dancer, et D. A. Fisher. 2012. "Hot and steamy: Outbreak of *Bacillus cereus* in Singapore associated with construction work and laundry practices." *Journal of Hospital Infection* 81 (4):224-230. doi: 10.1016/j.jhin.2012.04.022.

Balm, M. N. D., C. Teo, Jureen R., R. T. P. Lin, et D. A. Fisher. 2011. "Massive hospital-wide bacillus outbreak related to hospital linen and construction." *BMC Proceedings* 2011,5(Suppl 6):O77.

Barrie, D., P. N. Hoffman, J. A. Wilson, et J. M. Kramer. 1994. "Contamination of hospital linen by *Bacillus cereus*." *Epidemiology and Infection* 113 (2):297-306. doi: 10.1017/S0950268800051724.

- Basketter, D. A., J. S. C. English, S. H. Wakelin, et I. R. White. 2008. "Enzymes, detergents and skin: Facts and fantasies." *British Journal of Dermatology* 158 (6):1177-1181. doi: 10.1111/j.1365-2133.2008.08561.x.
- Bearman, G., K. Bryant, S. Leekha, J. Mayer, L. S. Munoz-Price, R. Murthy, T. Palmore, M. E. Rupp, et J. White. 2014. "Healthcare personnel attire in non-operating-room settings." *Infection Control and Hospital Epidemiology* 35 (2):107-121. doi: 10.1086/675066.
- Birks, R., J. Colbourne, et R. Hobson. 2004. "Microbiological water quality in a large in-building, water recycling facility." *Water Science & Technology* 50 (2):165-172.
- Block, C., B. Hartog, P. Lemaire, et N. Stelter. 2001. "Determination of the microbicidal effect of laundry detergents." *Tenside Surf Det* 38 (3):140-146.
- Bloomfield, S.F., M. Exner, C. Signorelli, et E.A. Scott. 2013. "Effectiveness of laundering processes used in domestic (home) settings. International Scientific forum on home hygiene." 63p. International Scientific Forum on Home Hygiene. <http://www.ifh-homehygiene.org/review/effectiveness-laundering-processes-used-domestic-home-settings-2013>
- Bolam, R. M., R. Hepworth, et L. T. Bowerman. 1971. "In-use evaluation of safety to skin of enzyme-containing washing products." *British medical journal* 2 (760):499-501.
- Boyce, J. M., G. Potter-Bynoe, C. Chenevert, et T. King. 1997. "Environmental contamination due to methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: Possible infection control implications." *Infection Control and Hospital Epidemiology* 18 (9):622-627.
- Callewaert, C., S. Van Nevel, F. M. Kerckhof, M. S. Granitsiotis, et N. Boon. 2015. "Bacterial exchange in household washing machines." *Frontiers in Microbiology* 6 (DEC). doi: 10.3389/fmicb.2015.01381.
- Cheng, V. C. C., J. H. K. Chen, S. C. Y. Wong, S. S. M. Leung, S. Y. C. So, D. C. Lung, W. M. Lee, N. J. Trendell-Smith, W. M. Chan, D. Ng, L. To, A. K. W. Lie, et K. Y. Yuen. 2015. "Hospital Outbreak of Pulmonary and Cutaneous Zygomycosis due to Contaminated Linen Items from Substandard Laundry." *Clinical Infectious Diseases* 62 (6):714-721. doi: 10.1093/cid/civ1006.
- CNEV. 2012. "Introduction d'arthropodes vecteurs au niveau des plateformes portuaires et aéroportuaires - Identification des principaux risques". 14p.
- Coombes, P.J. ; Dunstan, H. ; Spinks, A. ; Evans, C. ; Harrison, T. 2006. "Key Messages from a Decade of Water Quality Research into Roof Collected Rainwater Supplies." 1st National HYDROPOLIS Conference 2006 Perth, Western Australia
- Coombes, P.J. ; Kuczera G. ; Kalma JD. 2000. "Rainwater quality from roofs, tanks and hot water systems at figtree place." Hydro 2000 : 3rd International Hydrology and Water Resources Symposium of The Institution of Engineers, Perth, Australia 20-23 Novembre.
- Coombes, P. J. 2005. "Integrated water cycle management: Analysis of resource security." *Water* 32 (2):34-44.
- Coombes, P.J. ; Kuczera G. ; Kalma JD. 2000. "Rainwater quality from roofs, tanks and hot water systems at figtree place." Hydro 2000 : 3rd International Hydrology and Water Resources Symposium of The Institution of Engineers, Perth, Australia 20-23 Novembre.

- Crawford, C., et M. J. Zirwas. 2014. "Laundry detergents and skin irritancy--a comprehensive review." *Skinmed* 12 (1):23-31.
- CSHPF. 2006a. Avis : Position relative aux enjeux sanitaires liés à l'utilisation d'eau de pluie pour les usages domestiques. 5p.
- CSHPF. 2006b. Position relative aux enjeux sanitaires liés à l'utilisation d'eau de pluie pour les usages domestiques. 80p.
- Cunliffe, V., R. Gee, et P. Ainsworth. 1988. "An investigation into some aspects of the efficiency of low-temperature laundering." *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 12 (1):95-106. doi: 10.1111/j.1470-6431.1988.tb00470.x.
- Davis, S., et P. Ainsworth. 1989. "The disinfectant action of low-temperature laundering." *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 13 (1):61-66. doi: 10.1111/j.1470-6431.1989.tb00005.x.
- de Gouvello, B. 2010. Actions relatives à la « récupération et l'utilisation de l'eau de pluie » Convention DGS-CSTB 2009. 49p. : CSTB.
- de Gouvello, B. , A. Gerolin, et Le Nouveau N. 2012a. Panorama international de l'utilisation de l'eau de pluie - Volume 1 : Etudes de cas. 114p. édité par CSTB ONEMA, LEESU.
- de Gouvello, B. , A. Gerolin, et Le Nouveau N. 2012b. Panorama international de l'utilisation de l'eau de pluie - Volume 2 : Enseignements pour le cas français. 28p. édité par CSTB ONEMA, LEESU.
- Delort, A. M., M. Vaïtilingom, P. Amato, M. Sancelme, M. Parazols, G. Mailhot, P. Laj, et L. Deguillaume. 2010. "A short overview of the microbial population in clouds: Potential roles in atmospheric chemistry and nucleation processes." *Atmospheric Research* 98 (2-4):249-260. doi: 10.1016/j.atmosres.2010.07.004.
- Despins, C., K. Farahbakhsh, et C. Leidl. 2009. "Assessment of rainwater quality from rainwater harvesting systems in Ontario, Canada." *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA* 58 (2):117-134. doi: 10.2166/aqua.2009.013.
- Dobrowsky, P. H., M. Carstens, J. De Villiers, T. E. Cloete, et W. Khan. 2015. "Efficiency of a closed-coupled solar pasteurization system in treating roof harvested rainwater." *Science of the Total Environment* 536:206-214. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.126.
- Duffy, J., J. Harris, L. Gade, L. Schulster, E. Newhouse, H. O'Connell, J. Noble-Wang, C. Rao, S. A. Balajee, et T. Chiller. 2014. "Mucormycosis outbreak associated with hospital linens." *Pediatric Infectious Disease Journal* 33 (5):472-476. doi: 10.1097/INF.0000000000000261.
- Eau France. 2016. Observatoire des services publics d'eau et d'assainissement de l'ONEMA (SISPEA) - Panorama des services et de leur performance en 2013.
- Evans, C. A., P. J. Coombes, et R. H. Dunstan. 2006. "Wind, rain and bacteria: The effect of weather on the microbial composition of roof-harvested rainwater." *Water Research* 40 (1):37-44. doi: 10.1016/j.watres.2005.10.034.
- Evans, C. A., P. J. Coombes, R. H. Dunstan, et T. Harrison. 2007. Identifying the major influences on the microbial composition of roof harvested rainwater and the implications for water quality. In *Water Science and Technology*, édité par A. Deletic et T. Fletcher.

- Fijan, S., S. Koren, A. Cencič, et S. Šostar-Turk. 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. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2006.08.020.
- Fijan, S., et S. S. Turk. 2012. "Hospital textiles, are they a possible vehicle for healthcare-associated infections?" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 9 (9):3330-3343. doi: 10.3390/ijerph9093330.
- Förster, Jurgen. 1996. "Patterns of roof runoff contamination and their potential implications on practice and regulation of treatment and local infiltration." *Water Science and Technology* 33 (6):39-48. doi: 10.1016/0273-1223(96)00329-0.
- Förster, Jürgen. 1998. "The influence of location and season on the concentrations of macroions and organic trace pollutants in roof runoff." *Water Science and Technology* 38 (10):83-90. doi: 10.1016/S0273-1223(98)00736-7.
- Förster, Jürgen. 1999. "Variability of roof runoff quality." *Water Science and Technology* 39 (5):137-144. doi: 10.1016/S0273-1223(99)00095-5.
- Gerba, C. P., et D. Kennedy. 2007. "Enteric virus survival during household laundering and impact of disinfection with sodium hypochlorite." *Applied and Environmental Microbiology* 73 (14):4425-4428. doi: 10.1128/AEM.00688-07.
- Gibson, L. L., J. B. Rose, et C. N. Haas. 1999. "Use of quantitative microbial risk assessment for evaluation of the benefits of laundry sanitation." *American Journal of Infection Control* 27 (6):S34-S39. doi: 10.1016/S0196-6553(99)70040-4.
- Gikas, G. D., et V. A. Tsihrintzis. 2012. "Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater." *Journal of Hydrology* 466-467:115-126. doi: 10.1016/j.jhydrol.2012.08.020.
- Gromaire-Mertz, M. C., S. Garnaud, A. Gonzalez, et G. Chebbo. 1999. "Characterisation of urban runoff pollution in Paris." *Water Science and Technology* 39 (2):1-8. doi: 10.1016/S0273-1223(99)00002-5.
- Gromaire, M. C., Katerine Lamprea-Bretauudeau, C. Mirandebret, E. Caupos, et M. Seidl. 2014. "Organic Micropollutants in Roof Runoff - A Study of the Emission/Retention Potential of Green Roofs." 13th International Conference on Urban Drainage, Sarawak, Malaysia, 7-12 September 2014.
- Hammer, T. R., H. Mucha, et D. Hofer. 2011. "Infection Risk by Dermatophytes During Storage and After Domestic Laundry and Their Temperature-Dependent Inactivation." *Mycopathologia* 171 (1):43-49. doi: 10.1007/s11046-010-9347-9.
- Heinzel, M., A. Kyas, M. Weide, R. Breves, et D. P. Bockmühl. 2010. "Evaluation of the virucidal performance of domestic laundry procedures." *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 213 (5):334-337. doi: 10.1016/j.ijheh.2010.06.003.
- Holländer, R.; Block D. ; Walter C. 1993. "Hygienische Aspekte bei der Wasche mit Regenwasser." *Forum Städte Hygiene* 44 (sept.-oct.):252-256.
- Hosein, I. K., P. N. Hoffman, S. Ellam, T. M. Asseez, A. Fakokunde, J. Silles, E. Devereux, D. Kaur, et J. Bosanquet. 2013. "Summertime *Bacillus cereus* colonization of hospital newborns traced to contaminated, laundered linen." *Journal of Hospital Infection* 85 (2):149-154. doi: 10.1016/j.jhin.2013.06.001.

- Hügler, M., H. Petzoldt, R. Nitshe, B. Hamsch, et A. Korth. 2014. "Mosquitoes as source for enterococci in drinking water samples." IWA World Water Congress and Exhibition, Lisbon (Portugal), 21-26 September 2014.
- Huston, R., Y. C. Chan, T. Gardner, G. Shaw, et H. Chapman. 2009. "Characterisation of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks." *Water Research* 43 (6):1630-1640. doi: 10.1016/j.watres.2008.12.045.
- Jaska, J. M., et D. L. Fredell. 1980. "Impact of detergent systems on bacterial survival on laundered fabrics." *Applied and Environmental Microbiology* 39 (4):743-748.
- Jordan, F. L., R. Seaman, J. J. Riley, et M. R. Yoklic. 2008. "Effective removal of microbial contamination from harvested rainwater using a simple point of use filtration and UV-disinfection device." *Urban Water Journal* 5 (3):209-218. doi: 10.1080/15730620801977174.
- Kaushik, R., et R. Balasubramanian. 2012. "Assessment of bacterial pathogens in fresh rainwater and airborne particulate matter using Real-Time PCR." *Atmospheric Environment* 46:131-139. doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.10.013.
- Kiehl, E., R. Wallace, et C. Warren. 1997. "Tracking Perinatal Infection: Is It Safe to Launder Your Scrubs at Home?" *MCN The American Journal of Maternal Child Nursing* 22 (4):195-197.
- Kim, M., et M. Han. 2011. "Composition and distribution of bacteria in an operating rainwater harvesting tank." *Water Science and Technology* 63 (7):1524-1530. doi: 10.2166/wst.2011.410.
- Kim, M., J. Ravault, M. Han, et K. Kim. 2012. "Impact of the surface characteristics of rainwater tank material on biofilm development." *Water Science and Technology* 66 (6):1225-1230. doi: 10.2166/wst.2012.245.
- Kiryama, T., H. Sugiura, et M. Uehara. 2003. "Residual Washing Detergent in Cotton Clothes: A Factor of Winter Deterioration of Dry Skin in Atopic Dermatitis." *Journal of Dermatology* 30 (10):708-712.
- KIWA. 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.*
- Lakdawala, N., J. Pham, M. Shah, et J. Holton. 2011. "Effectiveness of low-temperature domestic laundry on the decontamination of healthcare workers' uniforms." *Infection Control and Hospital Epidemiology* 32 (11):1103-1108. doi: 10.1086/662183.
- Ledin, A.; Albrechtsen, H. J.; Auffarth, K.; Baun, A.; Boe-Hansen, R.; Eriksson, E.; Mikkelsen, P. S. 2002. "Development of methodology for hazard identification of rainwater collected for reuse." *Proceedings of the Ninth International Conference on: Urban Drainage, Portland, Oregon USA, 8-13 Sept. 2002.*
- Lee, J. Y., J. S. Yang, M. Han, et J. Choi. 2010. "Comparison of the microbiological and chemical characterization of harvested rainwater and reservoir water as alternative water resources." *Science of the Total Environment* 408 (4):896-905. doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.11.001.
- Lévesque, B., D. Pereg, E. Watkinson, J. S. Maguire, L. Bissonnette, S. Gingras, P. Rouja, M. G. Bergeron, et É Dewailly. 2008. "Assessment of microbiological quality of drinking water from household tanks in Bermuda." *Canadian Journal of Microbiology* 54 (6):495-500. doi: 10.2175/106143002X139839.

- Lichtenburg, W., F. Gormond, R. Niedner, et I. Schulze. 2006. "Aspects of hygiene in low temperature washing." *SOFW Journal* 132:28-34.
- Linke, S., S. Gemein, S. Koch, J. Gebel, et M. Exner. 2011. "Orientating investigation of the inactivation of *Staphylococcus aureus* in the laundry process." *Hygiene und Medizin* 36:8-12.
- Mansotte, F., G. Dejean, S. Coquet, G. Gault, P. Beaudeau, et C. Galey. 2016. "Retour d'expérience sur une épidémie de gastro-entérites aiguës d'origine hydrique en Gironde, juillet 2010 " *Journées information eau, Poitiers*.
- Martinson, D.B., et T. Thomas. 2005. "Quantifying the first-flush phenomenon." 12th International Catchment Systems Conference, New Delhi, India.
- May, S., et R. T. A. Prado. 2006. "Experimental evaluation of rainwater quality for non-potable applications in the city of São Paulo, Brazil." *Urban Water Journal* 3 (3):145-151. doi: 10.1080/15730620600961213.
- Meera, V., et M. Mansoor Ahammed. 2006. "Water quality of rooftop rainwater harvesting systems: A review." *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA* 55 (4):257-268. doi: 10.2166/aqua.2006.008.
- Melidis, P., C. S. Akratos, V. A. Tsihrintzis, et E. Trikilidou. 2007. "Characterization of rain and roof drainage water quality in Xanthi, Greece." *Environmental Monitoring and Assessment* 127 (1-3):15-27. doi: 10.1007/s10661-006-9254-1.
- Miquel, G. 2003. "La qualité de l'eau et l'assainissement en France" Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques n°2152. 293p. <https://www.senat.fr/rap/l02-215-2/l02-215-21.pdf>.
- Nardello-Rataj, V., et L. Ho Tan Tai 2006. "Formulation des détergents - Produits d'entretien des articles textiles - Produits de lavage " *Techniques de l'Ingénieur* J2 280:1-20.
- 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'Toole, J., M. Sinclair, et K. Leder. 2009. "Transfer rates of enteric microorganisms in recycled water during machine clothes washing." *Applied and Environmental Microbiology* 75 (5):1256-1263. doi: 10.1128/AEM.01923-08.
- Oosterholt, F., G. Martijnse, G. Medema, et D. Van Der Kooij. 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. doi: 10.1017/S0950268806007497.
- OFEPF. 2003. (Office fédéral de l'environnement et des forêts). *Utilisation judicieuse de l'eau de pluie. Possibilité et limites. Conseils et critères*. 9p. édité par des forêts et du paysage Office fédéral de l'environnement.
- OMS. 2011. *Guidelines for drinking-water quality, 4th (current) edition - Chapitre 6*. Genève: Organisation mondiale de la santé.

- Patel, S. N., J. Murray-Leonard, et A. P. R. Wilson. 2006. "Laundering of hospital staff uniforms at home." *Journal of Hospital Infection* 62 (1):89-93. doi: 10.1016/j.jhin.2005.06.002.
- Peter, H., P. Hörtnagl, I. Reche, et R. Sommaruga. 2014. "Bacterial diversity and composition during rain events with and without Saharan dust influence reaching a high mountain lake in the Alps." *Environmental Microbiology Reports* 6 (6):618-624. doi: 10.1111/1758-2229.12175.
- Sablayrolles, C., A. Breton, C. Vialle, C. Vignoles, et M. Montréjaud-Vignoles. 2011. "Priority organic pollutants in the urban water cycle (Toulouse, France)." *Water Science and Technology* 64 (3):541-556. doi: 10.2166/wst.2011.580.
- Sánchez, A. S., E. Cohim, et R. A. Kalid. 2015. "A review on physicochemical and microbiological contamination of roof-harvested rainwater in urban areas." *Sustainability of Water Quality and Ecology* 6:119-137. doi: 10.1016/j.swaqe.2015.04.002.
- Sazakli, E., A. Alexopoulos, et M. Leotsinidis. 2007. "Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece." *Water Research* 41 (9):2039-2047. doi: 10.1016/j.watres.2007.01.037.
- Schets, F. M., R. Italiaander, H. H. J. L. Van Den Berg, et A. M. De Roda Husman. 2010. "Rainwater harvesting: Quality assessment and utilization in The Netherlands." *Journal of Water and Health* 8 (2):224-235. doi: 10.2166/wh.2009.037.
- Schoen, Mary E., et Jay Garland. 2015. "Review of pathogen treatment reductions for onsite non-potable reuse of alternative source waters." *Microbial Risk Analysis*. doi: 10.1016/j.mran.2015.10.001.
- Schriewer, A., H. Horn, et B. Helmreich. 2008. "Time focused measurements of roof runoff quality." *Corrosion Science* 50 (2):384-391. doi: 10.1016/j.corsci.2007.08.011.
- Sehulster, L. M. 2015. "Healthcare laundry and textiles in the united states: Review and commentary on contemporary infection prevention issues." *Infection Control and Hospital Epidemiology* 36 (9):1073-1088. doi: 10.1017/ice.2015.135.
- Sidwell, R. W., et G. J. Dixon. 1969. "Role of virucides in controlling virus dissemination by fabrics." *Journal of the American Oil Chemists Society* 46 (10):532-536. doi: 10.1007/BF02633177.
- Sidwell, R. W., G. J. Dixon, L. Westbrook, et F. H. Forziati. 1971. "Quantitative studies on fabrics as disseminators of viruses. V. Effect of laundering on poliovirus-contaminated fabrics." *Applied microbiology* 21 (2):227-234.
- Sifuentes, L. Y., C. P. Gerba, I. Weart, K. Engelbrecht, et D. W. Koenig. 2013. "Microbial contamination of hospital reusable cleaning towels." *American Journal of Infection Control* 41 (10):912-915. doi: 10.1016/j.ajic.2013.01.015.
- Simmons, G., V. Hope, G. Lewis, J. Whitmore, et W. Gao. 2001. "Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand." *Water Research* 35 (6):1518-1524. doi: 10.1016/S0043-1354(00)00420-6.
- Simmons, G., S. Jury, C. Thornley, D. Harte, J. Mohiuddin, et M. Taylor. 2008. "A Legionnaires' disease outbreak: A water blaster and roof-collected rainwater systems." *Water Research* 42 (6-7):1449-1458. doi: 10.1016/j.watres.2007.10.016.

- SKW. 2010a. (Schweizerischer Kosmetikund Waschmittelverband - Association suisse des cosmétiques et des détergents) "Agents de blanchiment – Que sont-ils et que font-ils ?" http://www.skw-cds.ch/fileadmin/skwcdsch/03_Wasch_und_Reinigungsmittel/Info_Corner/Publikation/en/Agents_de_blanchiment.pdf.
- SKW. 2010b. (Schweizerischer Kosmetikund Waschmittelverband - Association suisse des cosmétiques et des détergents) "La lessive aujourd'hui - Informations sur le thème de la lessive et de la protection de l'environnement". http://www.skw-cds.ch/fileadmin/skwcdsch/03_Wasch_und_Reinigungsmittel/Info_Corner/Publikation/en/la_lessive_final_2010.pdf.
- Smith, E. D.; Scholze Jr, R. J. 1987. "USA-CERL's wastewater recycle R & D program." 17th Intersociety Conference on Environmental Systems, Seattle, WA.
- Sooklal, S., A. Khan, et S. Kannangara. 2014. "Hospital Clostridium difficile outbreak linked to laundry machine malfunction." *American Journal of Infection Control* 42 (6):674-675. doi: 10.1016/j.ajic.2014.02.012.
- Spinks, A.T., R. H. Dunstan, T. Harrison, P. Coombes, et G. Kuczera. 2006. "Thermal inactivation of water-borne pathogenic and indicator bacteria at sub-boiling temperatures." *Water Research* 40 (6):1326-1332. doi: 10.1016/j.watres.2006.01.032.
- Spinks, J.; Phillips, S.; Robinson, P.; Van Buynder, P.;. 2006. "Bushfires and tank rainwater quality: A cause for concern?" *Journal of Water and Health* 4 (1):21-28. doi: 10.2166/wh.2005.059.
- Thomas, P. R., et G. R. Greene. 1993. "Rainwater quality from different roof catchments." *Proceedings of the IAWQ 1st International Conference on Diffuse (Nonpoint) Pollution: Sources, Prevention, Impact, Abatement* 28 (3-5):291-299.
- Troncoso, Alcides. 2016. "Zika threatens to become a huge worldwide pandemic." *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. doi: 10.1016/j.apjtb.2016.04.004.
- Vaissière, E. 2016. "Retour sur les investigations menées en Auvergne." *Bulletin de veille sanitaire de la Cellule de l'InVS en région Auvergne-Rhône-Alpes - Numéro 1 / février 2016. Les risques infectieux d'origine hydrique en Auvergne*
- Valer, M. 1975a. "Skin irritancy and sensitivity to laundry detergents containing proteolytic enzymes. I." *Berufsdermatosen* 23 (1):16-30.
- Valer, M. 1975b. "Skin irritancy and sensitivity to laundry detergents containing proteolytic enzymes. II." *Berufsdermatosen* 23 (3):96-115.
- Van de Voorde, A. 2012. "Thèse : Incidence des pratiques d'entretien des toitures sur la qualité des eaux de ruissellement - Cas des traitements par produits biocides."
- Van de Voorde, A., A. Tchang-Minh, B. de Gouvello, C. Carre, G. Chebbo, et M. C. Gromaire. 2009. "Stockage/utilisation des eaux de pluie : Quelle(s) incidence(s) des pratiques d'entretien des toitures sur la qualité et le potentiel d'usage des eaux de ruissellement ?" *Cahiers de l'ASEES* 14:45-53.
- Vialle, C. 2011. "Thèse : Etude du comportement hydraulique, physico-chimique et microbiologique d'un système de récupération d'eaux de toiture et évaluation de l'empreinte environnementale."

- Vialle, C., C. Sablayrolles, J. Silvestre, L. Monier, S. Jacob, M. C. Huau, et M. Montrejaud-Vignoles. 2013. "Pesticides in roof runoff: Study of a rural site and a suburban site." *Journal of Environmental Management* 120:48-54. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.02.023.
- Walter, W. G., et J. E. Schillinger. 1975. "Bacterial survival in laundered fabrics." *Journal of Applied Microbiology* 29 (3):368-373.
- Wiksell, J. C., M. S. Pickett, et P. A. Hartman. 1973. "Survival of microorganisms in laundered polyester-cotton sheeting." *Applied microbiology* 25 (3):431-435.
- Wong, D., K. Nye, et P. Hollis. 1991. "Microbial flora on doctors' white coats." *British Medical Journal* 303 (6817):1602-1604.
- Wright, S. N., J. S. Gerry, M. T. Busowski, A. Y. Klochko, S. G. McNulty, S. A. Brown, B. E. Sieger, P. Ken Michaels, et M. R. Wallace. 2012. "Gordonia bronchialis sternal wound infection in 3 patients following open heart surgery: Intraoperative transmission from a healthcare worker." *Infection Control and Hospital Epidemiology* 33 (12):1238-1241. doi: 10.1086/668441.
- Yamaguchie, E., F. Valena, S. M. Smith, A. Simmons, et R. H. K. Eng. 1994. "Colonization pattern of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*." *AJIC: American Journal of Infection Control* 22 (4):202-206. doi: 10.1016/0196-6553(94)90068-X.
- Yaziz, M. I., H. Gunting, N. Sapari, et A. W. Ghazali. 1989. "Variations in rainwater quality from roof catchments." *Water Research* 23 (6):761-765. doi: 10.1016/0043-1354(89)90211-X.
- Zhang, S., B. de Gouvello, N. Garrec, G. Bulteau, F. Lucas, et Chebbo G. 2013. "Caractérisation et évolution de la qualité microbiologique des eaux alternatives brutes stockées au niveau d'un bâtiment : premiers résultats expérimentaux." *European Journal of Water Quality* 44 (2):81-95.
- Zhong, W., M. M. Q. Xing, N. Pan, et H. I. Maibach. 2006. "Textiles and human skin, microclimate, cutaneous reactions: An overview." *Cutaneous and Ocular Toxicology* 25 (1):23-39. doi: 10.1080/15569520500536600.
- Zhu, Kun, Linus Zhang, William Hart, Mancang Liu, et Hui Chen. 2004. "Quality issues in harvested rainwater in arid and semi-arid Loess Plateau of northern China." *Journal of Arid Environments* 57 (4):487-505. doi: 10.1016/S0140-1963(03)00118-6.

► **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 (2011) NF P 16-005 Systèmes de récupération de l'eau de pluie pour son utilisation à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. In.)
- AFNOR (2003) NF X 50-110 - Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (indice de classement X 50-110).

AS/NZS 3500:2003 - Plumbing and drainage – Part 2 : Sanitary plumbing and drainage (révisée en 2008).

BSI (2009). Rainwater harvesting systems – Code of practice. BS8515:2009. 50 p.

DIN 1989 « Systèmes d'utilisation des eaux pluviales » (Regenwassernutzungsanlagen) en 4 parties (2002 à 2005).

► **Législation et réglementation**

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

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

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

Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5

Arrêté du gouvernement flamand établissant un règlement d'urbanisme régional concernant les citernes d'eaux pluviales, les systèmes d'infiltration, les systèmes tampons et l'évacuation séparée des eaux usées et pluviales, 2004.

Brug af regnvand, Til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, Rørcenter-anvisning 003, 4. Udgave, September 2012

Bruxelles Environment. 2010. Info fiches Eco construction - L'eau de pluie : comment l'utiliser - Utiliser l'eau de pluie pour le jardin, le nettoyage, le lave-linge est bénéfique pour vous et l'environnement - EAU 04.

Code de la santé publique Articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38. 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 1er : 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.

Code général des collectivités territoriales articles R. 2224-19-4

Décret n°2007-491 du 29 mars 2007 relatif à l'interdiction des phosphates dans certains détergents. NOR: DEVO0710002D

Décret n°2008-652 du 2 juillet 2008 relatif à la déclaration des dispositifs de prélèvement, puits ou forages réalisés à des fins d'usage domestique de l'eau et à leur contrôle ainsi qu'à celui des installations privatives de distribution d'eau potable. NOR: DEVO0801300D

Décret fédéral allemand sur l'eau potable (TrinkwV TrinkwasserVerordnung) (version originale de 1975, révisé en 2001).

Directive 1995/12 relative à l'information du consommateur par voie d'étiquetage

Directive 2001/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 3 décembre 2001 relative à la sécurité générale des produits

Directive 2006/95/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 décembre 2006 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives au matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension

Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. NOR: DEVX0400302L

Règlement (UE) n°259/2012 du Parlement Européen et du Conseil du 14 mars 2012 modifiant le règlement (CE) n°648/2004 en ce qui concerne l'utilisation des phosphates et autres composés du phosphore dans les détergents textiles destinés aux consommateurs et les détergents

pour lave-vaisselle automatiques destinés aux consommateurs

TrinkwV (2001) Trinkwasserverordnung im überblick. Übersicht über die Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21 mai 2001 (BGBl. I S. 959-980)

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation des intervenants

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

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Estelle WESTERBERG – Chef de projets scientifiques – Anses

Contribution scientifique

Mme Pascale PANETIER – Chef d'unité scientifique - Anses

Secrétariat administratif

Mme Virginie SADE – Anses

GROUPE DE TRAVAIL

Président

Mme Catherine CHUBILLEAU – Chef de service, Centre hospitalier de Niort – ERS, épidémiologie, santé publique, hygiène hospitalière, transfert des micro-organismes (eau vers textile et textile vers peau)

Membres

M. Yves ANDRÈS – Enseignant-chercheur, École des Mines de Nantes – Microbiologie, traitement des eaux alternatives, bioprocédés, stockage

Mme Nathalie GARREC – Ingénieur recherche et expertise, CSTB – Microbiologie et qualité des eaux de pluie, qualité des eaux de pluie, transfert des micro-organismes (eau vers textile, textile vers textile)

M. François MANSOTTE – Chef de service, ARS Basse-Normandie – Santé environnement, ERS, réglementation

Mme Mireille MONTRÉJAUD-VIGNOLES – Enseignant-chercheur émérite, Université de Toulouse – Traitement, chimie, qualité, et utilisation des eaux de pluie, transfert et devenir des contaminants dans l'environnement

Mme Michèle VIALETTE – Chef de service, Institut Pasteur de Lille – Microbiologie, virologie, transfert des micro-organismes (eau vers textile, textile vers textile)

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES Eaux – Date(s)

Président

M. Yves LÉVI – Professeur de santé publique et environnement – Université Paris Sud – Santé publique, Santé environnement, polluants émergents, évaluation de risques sanitaires, écologie microbienne

Membres

Mme Claire ALBASI - Directrice de recherche / Docteur ingénieur - UMR 5503, Laboratoire de génie chimique, CNRS-INPT-UPS, Toulouse - Produits et procédés de traitement de l'eau dont membranes, assainissement, chimie de l'eau, utilisation de ressources en eau alternatives.

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

M. Jean BARON - Responsable de département / Ingénieur de recherche - Eau de Paris - Matériaux au contact de l'eau, produits et procédés de traitement de l'eau (filiales de traitement).

M. Jean-Luc BOUDENNE - Professeur - Université Aix-Marseille - Métrologie des eaux, chimie et qualité des eaux. Laboratoire Chimie de l'environnement.

Mme Véronique BOUVARD - Spécialiste scientifique / Docteur en sciences - CIRC / OMS, Lyon - Toxicologie dont cancérogénèse.

Mme Corinne CABASSUD - Professeure - INSA, Toulouse - Laboratoire d'ingénierie des systèmes biologiques et des procédés, UMR INSA-CNRS-INRA - Produits et procédés de traitement de l'eau dont membranes, chimie de l'eau.

M. Jean CARRÉ – Retraité, Docteur en sciences – Hydrogéologie, ressources en eau, périmètres de protection des captages et expérience terrain.

Mme Catherine CHUBILLEAU - Praticien hospitalier / Docteur en pharmacie, Docteur en sciences - Centre Hospitalier de Niort - Épidémiologie, microbiologie de l'eau.

M. Olivier CORREC - Ingénieur de recherche / Docteur en sciences - CSTB - Matériaux au contact de l'eau, réseaux intérieurs.

M. Christophe DAGOT - Directeur adjoint / Professeur - ENSIL, Limoges - Assainissement, utilisation de ressources en eau 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.

Mme Sylvie DUBROU - Directeur de laboratoire / Docteur en pharmacie - Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris - Microbiologie de l'eau.

M. Robert DURAN - Responsable d'équipe / Professeur - Université de Pau et des Pays de l'Adour - Écotoxicologie.

M. Stéphane GARNAUD – Docteur en sciences – jusqu'au 14/06/2016 Responsable technique eau à la Mairie de Saint-Maur-des-Fossés et à partir du 15/06/2016 Ingénieur au Syndicat des eaux d'Île de France – Assainissement.

M. Jean-François HUMBERT - Directeur de recherche / Docteur habilité à diriger des recherches - UMR BIOENCO, INRA, Paris - Microbiologie de l'eau dont 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 BÂCLE - Retraitée - Docteur en médecine - Santé travail, microbiologie de l'eau.

M. Benjamin LOPEZ - Chef de projet / Docteur en sciences - BRGM, Orléans - Hydrogéologie, ressources en eau, modélisation.

M. Jacques-Noël MUDRY – Retraité, Docteur en sciences – Hydrogéologie, ressources en eaux, périmètres de protection des captages, expérience terrain.

M. Daniel PERDIZ - Maître de conférences / Pharmacien toxicologue - Université Paris 11 Sud - Toxicologie, génotoxicité, perturbateurs endocriniens dans l'eau.

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

M. Mohamed SARAKHA - Professeur - Institut de Chimie de Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal - Produits et procédés de traitement de l'eau, photochimie, oxydation avancée, chimie réactionnelle de l'eau.

Mme Marie-Pierre SAUVANT-ROCHAT - Professeur - Université d'Auvergne / Faculté de Pharmacie, Clermont-Ferrand - Santé publique et environnement, épidémiologie, évaluation de risques sanitaires.

Mme Michèle TREMBLAY - Docteur en médecine spécialiste en santé communautaire / Médecin conseil en santé au travail et en maladies infectieuses - Institut de santé publique du Québec / Direction de santé publique de Montréal - 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 dont virologie.

Mme Bénédicte WELTÉ - 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).

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) :

M. Bernard de GOUELLO – Ingénieur de recherche CSTB/LEESU

Industriels français de l'eau de pluie (IFEP) :

M. Christian LACOUR – Président de l'IFEP

M. Jérémie STENINGER – Secrétaire général de l'IFEP

Fédération française des pressings et blanchisserie (FFPB) :

M. Pierre LETOURNEUR – Vice-président de la FFPB

Fédération professionnelle des entreprises de l'eau (FP2E) :

M. Frédéric BLANCHET – Veolia Eau

Dr. Olivier SCHLOSSER – Médecin expert, Suez Environnement

M. Laurent BRUNET – Directeur Technique Eau France chez Suez Environnement

Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR) :

Mme Laure SEMBLAT – Chargée de mission, Département « Cycle de l'eau » FNCCR

1

Annexe 2 : Caractéristiques des sites d'études sur les eaux de ruissellement de toiture

Pays	Environnement	Matériau surface de collecte	Matériau du stockage	Lieu des prélèvements	Nombre d'échantillons	Période	Commentaires	Référence
Newcastle, Australie	urbain, proche trafic et zone industrielle	fer galvanisé	acier recouvert d'un polymère et fibre de verre	après ruissellement sur toiture	2 par cuve sur 2 cuves	1999	avant le « first-flush »	(Coombes 2000)
Newcastle, Australie	suburbain	acier Colourbond	-	après ruissellement sur toiture	77 issus de 11 événements pluvieux	mars 1999- janv. 2001		(Evans, Coombes, et Dunstan 2006)
Auckland , Nouvelle Zélande	rural, l'EDP utilisée comme ressource d'EDCH	fer galvanisé et autres (non précisé)	-	robinet d'eau froide de la cuisine	125 maisons	1996-1998	EDP utilisée comme ressource d'EDCH	(Simmons <i>et al.</i> 2001)
Victoria, Australie	zone subissant les fumées d'incendies	tuiles, zincalume, fer galvanisé, acier colourbound	béton, plastique, fibre de verre, fer galvanisé	robinet de distribution	ponctuel 49 cuves	2003	gouttières en métal peint, fer galvanisé, aluminium, zincalume, acier 9 systèmes avec « first-flush »	(Spinks 2006)
Xanthi, Grèce	urbain différentes densités d'habitation, de trafic, d'activités industrielles	tuiles en argile, fonte, béton...	-	après ruissellement sur la toiture	13 événements pluvieux sur 10 sites soit 130	déc. 2002- sept. 2004		(Melidis <i>et al.</i> 2007)
Ile de Kéfalonia, Grèce	peu d'émissions dues au trafic, aux activités industrielles ou liées à l'agriculture	ciment	béton armé	cuve	12 sur 13 cuve soit 156	Eté 2002- printemps 2005	avec « first-flush »	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
Tuscon, USA	-	asphalte, tuiles, goudron, acier galvanisé	PEHD ou plastique, béton, acier galvanisé (50%)	robinet sur la cuve ou dans la cuve	hiver 10 été 11 provenant de 11 cuves	En juillet 2004 et en déc. 2004	sans « first-flush »	(Jordan <i>et al.</i> 2008)
Munich, Allemagne	région rurale	zinc	-	après ruissellement sur toiture	38 issus de 17 événements pluvieux	mai 2004- mai 2005	-	(Schriewer, Horn, et Helmreich 2008)

Pays	Environnement	Matériau surface de collecte	Matériau du stockage	Lieu des prélèvements	Nombre d'échantillons	Période	Commentaires	Référence
Ontario, Canada	rural, urbain, industriel	acier, asphalte	plastique, béton	cuve	30 sur 7 sites soit 210	oct. 2006- oct. 2007	avec ou sans « first-flush »	(Despins, Farahbakhsh, et Leidl 2009)
Gangneung, Corée du sud	-	galvanisé	PVC	cuve	90 par an sur 1 cuve	2007-2008 (2ans)	gouttières et descentes pluviales en aluminium	(Lee <i>et al.</i> 2010)
France	Rural (maison individuelle)	Toit en pente avec tuiles en terre cuite	PEHD	après ruissellement sur toiture, cuve, sortie après traitement	52 à chaque point de prélèvement	Nov. 2009- Nov 2010	Sans « first flush » Gouttières et descentes en acier zingué	(Vialle 2011)
France	Semi-urbain (bâtiment collectif)	Toiture terrasse avec : polyester stabilisé, élastomère, paillettes d'ardoises ou granulés minéraux et film thermofusible	PEHD	après ruissellement sur toiture, cuve, sortie pour les usages	52 à chaque point de prélèvement	Nov. 2009- Nov 2010	Sans « first flush » Gouttières en PVC	(Vialle 2011)
France	Zone très urbanisée Toulouse hypercentre	Toit en pente avec tuiles en terre cuite Zone dégagée de toute interférence (eau météorite)	-	après ruissellement sur la toiture	4 eaux de ruissellement 4 eaux météorites	2009	Tuyau de descente en PVC Bassines PET HD (eau météorite)	(Sablayrolles <i>et al.</i> 2011)
Southeast Queensland Australie	Currumbin Ecovillage	-	Acier galvanisé Polyéthylène Acier Colorbond (réservoir de stockage de 7 à 25,5 m ³)	Robinet extérieur	Analyse ponctuelle de 24 réservoirs âgés de 1 à 5 ans	avant 2012	« First flush » dans 88 % des cas (20/24) EDP utilisée comme ressource d'EDCH Données disponibles au robinet de la cuisine)	(Ahmed <i>et al.</i> 2012)

Pays	Environnement	Matériau surface de collecte	Matériau du stockage	Lieu des prélèvements	Nombre d'échantillons	Période	Commentaires	Référence
Southeast Queensland Australie	Banlieue de Brisbane et région Gold Cost	-	Acier galvanisé Polyéthylène Acier Colorbond Réservoir de stockage de 1 à 25,5 m ³	Robinet à la base du réservoir	Analyse ponctuelle de 72 réservoirs	Mai-juillet 2014	Usage : eau potable et eau non potable	(Ahmed <i>et al.</i> 2014)
Singapour	Côte ouest de Singapour (émissions industrie chimique, raffinerie, centrale nucléaire et trafic automobile)	Eau de pluie collectée directement dans un collecteur réfrigéré et analysée dans les 12 heures suivant l'évènement pluvieux			15	Aout-septembre 2009		(Kaushik et Balasubramanian 2012)
France	Val de Marne (résidentiel dense, nœud routier et chemin de fer)	Béton et tuiles en terre cuite	flacons en verre de 20 L	Au droit des gouttières	9	Sept2010 à Oct. 2011	Banc d'essais (pente du toit de 40° ; 1m ² projetée : toute la pluie est recueillie)	(Van de Vorde, 2012)
France	urbain	Béton Acier galvanisé	Cuve en PP de 5m ³ Bassin avec liner EPDM	Robinet fond de cuve Prélèvement dans le bassin	9	Avril-juin 2012	Gouttière en PVC-C ou PVC	(Zhang <i>et al.</i> 2013)
France	Agglomération parisienne	- Un toit plat conventionnel (paillettes d'ardoise, bitume,élastomère SBS) - Un toit vert sur le même élastomère SBS, bitume, couche de drainage en polystyrène expansé, une couche de filtre géotextile en polypropylène non tissé, substrat (ponce naturelle, lave, compost d'écorces et compost vert, végétation		- après ruissellement sur la toiture -Entonnoir 1 m ² Pour les eaux météorites	10 évènements pluvieux	Janvier-décembre 2012.	Descentes de toit en PVC Entonnoir rectangulaire en acier inoxydable	(Gromaire <i>et al.</i> 2014)

Pays	Environnement	Matériau surface de collecte	Matériau du stockage	Lieu des prélèvements	Nombre d'échantillons	Période	Commentaires	Référence
France	Paris (centre)	Toits en tuile, zinc, ardoise	Cuves de 100 L	Gouttières en zinc ou cuivre	16 (7 pour hydrocarbures totaux)	1996-1997		(Gromaire-Mertz <i>et al.</i> 1999)

2 **Annexe 3 : Valeurs moyennes des principaux paramètres physico-**
 3 **chimiques dans les eaux de pluie : évolution « au fil de l'eau » pour deux sites**
 4 **(Haute-Garonne) (Vialle 2011).**

		Site rural	Site périurbain
pH	EM	6,6 ± 0,1	6,0 ± 0,4
	ER	6,5 ± 0,1	6,2 ± 0,3
Conductivité (µS/cm)	EM	20,6 ± 18,8	14,4 ± 10,5
	ER	36,9 ± 24,1	24,7 ± 14,8
Couleur (mgPt/L)	EM	13,8 ± 10,8	9,1 ± 9,8
	ER	26,3 ± 29,4	92,8 ± 55,4
Turbidité (NTU)	EM	6,3 ± 5,3	1,9 ± 1,0
	ER	7,3 ± 8,3	2,6 ± 0,8
COT (mg/L)	EM	4,2 ± 3,6	3,1 ± 2,6
	ER	6,7 ± 4,7	9,4 ± 7,8
DBO ₅ (mg/L)	EM	5,3 ± 1,9	7,0 ± 3,9
	ER	5,0 ± 2,1	4,0 ± ?
DCO (mg/L)	EM	37 ± 30	36,5 ± 2,1
	ER	< 30	59,0 ± 19,1
Nt (mg/L)	EM	0,6 ± 0,4	0,7 ± 0,7
	ER	4,1 ± 4,0	0,2 ± 0,1
Ptotal (mg/L)	EM	< 0,1	< 0,1
	ER	< 0,1	< 0,1
Dureté (mmol/L)	EM	0,1 ± 0,0	< 0,1
	ER	1,6 ± 0,1	1,2 ± 0,1
TA (°F)	EM	< 1	< 1
	ER	< 1	< 1
TAC (°F)	EM	< 2	< 2
	ER	< 2	2

EM = eaux météorites ; ER = eaux de ruissellement de toiture

5
6
7

8 **Annexe 4 : Valeurs minimales, maximales, moyennes et médianes de**
 9 **micropolluants organiques dans les eaux de pluie européennes recensées**
 10 **dans la littérature (Gromaire-Mertz *et al.*, 1999), (Sablayrolles *et al.*, 2011) et**
 11 **(Gromaire *et al.*, 2014)**

Paramètre	Unité	Concentrations dans les eaux de pluie en Europe				Valeurs réglementaires EDCH (A)
		MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE	MÉDIANE	
PAHs (16)	µg/L	<LQ	0,10	0,03	0,01	0,10 (A)
PAHs (13)	ng/L	<LQ à 21	12 à 75	-	18 à 33	
PCBs (7)	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
LAS (4)	µg/L	0.02	0,09	0,04	0,03	
MTBE	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
DEHP	µg/L	<LQ	1,10	0,28	<LQ	
NP1EO	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
TH	mg/L	<LQ à 0,04	0,11 à 0,82	<LQ	<LQ à 0,10	
Estradiol (E2)	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Bisphenol A	ng/L	18 à 25	21 à 84	-	32 à 95	
∑ NP	ng/L	48 à 100	120 à 320	-	80 à 200	
∑ OP	ng/L	2	12 à 27	-	3 à 9	

12 A : Limite de qualité des HAP (Pour la somme des composés suivants : benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène ,
 13 benzo[ghi]pérylène , indéno[1,2,3-cd]pyrène) dans les EDCH de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de
 14 qualité des eaux brutes et des EDCH mentionnées aux articles R.1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38 du CSP

15 DEHP : Phtalate de Di-2-éthyl Hexyle ; LAS : Sulfonates d'alkylbenzène linéaire ; MTBE : méthyl-ter-buthyl éther ;
 16 NP1EO : nonylphénol éthoxylate ; PAH : hydrocarbures aromatiques polycycliques ; PCB : polychlorobiphényles

Annexe 5 : Valeurs obtenues pour des paramètres classiques de suivi de la qualité des EDP ruisselées en aval des toitures.

Pays	Paramètre	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
France	MES (mg/L)	3	304	(29)	(Gromaire-Mertz <i>et al.</i> 1999)
	DCO (mg/L)	5	318	(31)	
	DBO ₅ (mg/L)	1	27	(4)	
Australie	Température (°C)	16	21	19	(Coombes 2000)
	pH	5,90	6,10	6,00	
	MES (mg/L)	17,10	178,00	97,55	
Australie	pH	5,2	10,2		(Spinks 2006)
	Turbidité (NTU)	<0,5	5		
	Couleur (mg Pt/L)	<2	25		
Nouvelle Zélande	pH	5,2	11,4	(7 ,3)	(Simmons <i>et al.</i> 2001)
Grèce	pH	7,4	8,3	7,77	(Melidis <i>et al.</i> 2007)
	Alcalinité (mg CaCO ₃ /L)	1,5	9,2	6,5	
Grèce	pH	7,63	8,80	(8,31)	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
	Conductivité (µS/cm)	56	220	(103)	
	Alcalinité (mg CaCO ₃ /L)	6	48	(42,5)	
	Dureté (mg CaCO ₃ /L)	24	74	(40)	
USA	pH	Hiver 6,4	Hiver 6,4	Hiver 7,1±0,1	(Spinks 2006)
		Eté 6,4	Eté 6,	Eté 7,4±0,3	
	Dureté (mg CaCO ₃ /L)	Hiver < LQ	Hiver 55	Hiver 22±6,7	
		Eté 22	Eté 85,0	Eté 40,6±5,6	
Turbidité (NTU)	Hiver 0,3	Hiver 4,4	Hiver 2,0±0,4		
	Eté 0,9	Eté 11,0	Eté 5,5±1,1		
COT (mg/L)	Hiver 0,6	Hiver 9,5	Hiver 2,8±1,0		
	Eté 1,8	Eté 58,0	Eté 14,6±6,1		
Allemagne	pH	5,8	8,4	6,7(6,7)	(Schriewer, Horn, et Helmreich 2008)
	Conductivité (µS/cm)	10	242	50(41)	
	COT (mg/L)	1,0	51,0	4,3(2,8)	
Canada	pH			7,3±1,0	(Despins, Farahbakhsh, et Leidl 2009)
	Turbidité (NTU)	0,9±0,5	2,6±3,1		
	Couleur (mg/L)	11,1±7,8	32,8±28,7		
	COT (mg/L)	1,8±1,0	8,5±8,3		
	Azote total (mg/L)	1,5±0,4	2,0±0,6		
Corée du Sud	pH	6,7	7,8	(7,3)	(Lee <i>et al.</i> 2010)

Pays	Paramètre	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
	Conductivité (µS/cm)	50	340	(170)	
France (habitat individuel rural)	pH	5,6	10,4	6,5 (6,2)	(Vialle 2011)
	Conductivité	13,5	235,0	56,2 (38,2)	
	Couleur (mgPt/L)	<5	39	17,5 (19)	
	Turbidité (NTU)	0,5	6,1	2,4 (2,0)	
	DBO ₅	<3	17	2,7 (<3)	
	DCO	<30	34	<30 (<30)	
	COT (mg/L)	<0,50	5,1	2,3 (2,2)	
	Dureté	<0,10	5,8	1,6 (1,1)	
	TA	<1,0	4,4	<1,0 (<0,1)	
	TAC	<2,0	5,4	<2,0 (<2,0)	
France (habitat semi-urbain collectif)	pH	4,1	6,6	5,8 (6,1)	(Vialle 2011)
	Conductivité	10,9	113	41,2 (37,9)	
	Couleur (mgPt/L)	<5	210	44,9 (35,5)	
	Turbidité (NTU)	1,1	12	3,5 (2,3)	
	DBO ₅	<3	330	38 (<3)	
	DCO	<30	600	85 (<30)	
	COT (mg/L)	1,0	160	18,3 (5,8)	
	Dureté	<1	3,0	1,2 (1,1)	
	TA	<1	<1	<1 (<1)	
	TAC	<2	2,7	<2 (<2)	
France	pH	5,22	7,03		(Zhang <i>et al.</i> 2013)
	Conductivité	34,8	122,1		
	Turbidité (NTU)	2	20		
	COT (ppm)	1,45	6,47		
	MES (mg/L)	0,2	43,6		

Annexe 6 : Concentrations en anions et cations des EDP ruisselées en aval des toitures.

Pays	Paramètre (mg/L)	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
Australie	Cl ⁻	5,70	7,60	6,65	(Coombes 2000)
	NO ₂ ⁻	1,10	1,50	1,30	
	NO ₃ ⁻	0,05	0,05	0,05	
	SO ₄ ²⁻	0,42	3,90	2,16	
	Ca ²⁺	0,70	1,68	1,19	
	Na ⁺	3,17	4,90	4,03	
	NH ₄ ⁺	0,20	0,20	0,20	
Australie	Cl ⁻	5,7	40,5	16,9±11,2 (10,3)	(Evans, Coombes, et Dunstan 2006)
	NO ₃ ⁻	0,3	5,7	2,4± 1,6(2,2)	
	SO ₄ ²⁻	3,6	19,7	8,2± 4,9(5,9)	
	Ca ²⁺	< LQ	7,3	2,9± 2,2(1,9)	
	Na ⁺	< LQ	27,9	11,2± 8,9(6,3)	
Grèce	NO ₃ ⁻	0,38	2,72	1,48	(Melidis <i>et al.</i> 2007)
	SO ₄ ²⁻	0,01	0,21	0,06	
	Ca ²⁺	10,99	32,60	24,06	
	Mg ²⁺	0,19	2,96	1,21	
	K ⁺	0,46	17,36	5,74	
	NH ₄ ⁺	0,12	1,32	0,47	
Grèce	Cl ⁻	3	16	(7)	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
	NO ₂ ⁻	0,003	0,043	(0,013)	
	NO ₃ ⁻	5,28	13,02	(7,04)	
	SO ₄ ²⁻	1	13	(8)	
	PO ₄ ³⁻	0,01	0,62	(0,09)	
	F ⁻	<0,01	<0,01	(<0,01)	
	Ca ²⁺	10,6	19,2	(15,2)	
	Mg ²⁺	0,4	2,4	(0,6)	
	K ⁺	0,7	3,6	(2,4)	
	Na ⁺	2	11	/	
	NH ₄ ⁺	0,01	0,05	(0,01)	
USA	Cl ⁻	Été, Hiver <LQ	Été 7,1 - Hiver 1,2	Été 1,8±0,7 - Hiver 0,2± 0,2	(Jordan <i>et al.</i> 2008)
	NO ₃ ⁻	Été, Hiver <LQ	Été 3,5 - Hiver < LQ	Été 0,7±0,3 - Hiver < LQ	
	SO ₄ ²⁻	Été, Hiver <LQ	Été 11,0 - Hiver < LQ	Été 4,2±1,5 - Hiver < LQ	
Corée du Sud	Cl ⁻	5	18	(7,5)	(Lee <i>et al.</i> 2010)
	NO ₃ ⁻	2,9	9,8	(6,8)	
	SO ₄ ²⁻	2	7,2	(4,1)	
	PO ₄ ³⁻	< LQ	0,04	(0,02)	
	Ca ²⁺	3,24	15,4	(6,4)	
	Mg ²⁺	0,5	2,7	(1,2)	
	K ⁺	1,3	5,9	(3,1)	
	Na ⁺	2,2	6,1	(3,2)	
NH ₄ ⁺	0,06	0,39	(0,09)		

Pays	Paramètre (mg/L)	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
France (habitat individuel rural)	Cl ⁻	0,6	4,0	1,9 (1,7)	(Vialle 2011)
	SO ₄ ²⁻	0,5	6,6	1,9 (1,8)	
	NO ₃ ⁻	0,5	7,8	2,7 (2,4)	
	PO ₄ ³⁻	<0,1	0,5	0,2 (0,2)	
	Mg ²⁺	<0,1	0,7	0,3 (0,2)	
	Ca ²⁺	1,0	18,8	4,7 (3,0)	
	Na ⁺	0,3	2,3	1,1 (0,9)	
	K ⁺	0,2	4,9	1,3 (0,8)	
	NH ₄ ⁺	<0,1	1,7	0,6 (0,3)	
France (habitat semi-urbain collectif)	Cl ⁻	0,2	4,1	1,4 (1,3)	(Vialle 2011)
	SO ₄ ²⁻	<0,1	5,3	1,2 (0,9)	
	NO ₃ ⁻	<0,1	3,6	0,8 (0,8)	
	PO ₄ ³⁻	<0,1	<0,1	<0,1 (<0,1)	
	Mg ²⁺	0,1	0,6	0,2 (<0,1)	
	Ca ²⁺	0,8	12,0	3,3 (2,7)	
	Na ⁺	<0,1	3,1	1,0 (1,0)	
	K ⁺	<0,1	1,4	0,4 (0,3)	
	NH ₄ ⁺	<0,1	1,9	0,4 (0,3)	

Annexe 7 : Concentrations en métaux des EDP ruisselées en aval des toitures.

Pays	Paramètre (µg/L)	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
France	Cd	0,1	32	(1,3)	(Gromaire-Mertz <i>et al.</i> 1999)
	Cu	3	247	(37)	
	Pb	16	2764	(493)	
	Zn	0,80	3,81	(3,42)	
Grèce	Zn	<10,0	77,0	10,0	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
	Fe	6	40	(11)	
	Cu	<2,5	13,0	(<2,5)	
	Cr	<1,3	4,8	(<1,3)	
	Cd	<0,10	0,19	(0,05)	
	Mn	<0,5	73,0	(1,0)	
	Ni	<10,0	12,2	(<10,0)	
	Pb	<2,0	6,9	(<2,0)	
Allemagne	Zn	300	30 000	6 800 (5 600)	(Schriewer, Horn, et Helmreich 2008)
	Cd	<0,5	0,8		
	Pb	<5	31,0		
USA	Zn	Eté < LQ Hiver < LQ	Eté 5 300 Hiver 5 400	Eté 1 500±600 Hiver 1 600±700	(Jordan <i>et al.</i> 2008)
	Fe	Eté < LQ Hiver < LQ	Eté 2 200 Hiver < LQ	Eté 200±200 Hiver < LQ	
	Cu	Eté < LQ Hiver < LQ	Eté 540 Hiver < LQ	Eté 50±50 Hiver < LQ	
	Mn	Eté LQ Hiver < LQ	Eté 150 Hiver < LQ	Eté 14±14 Hiver < LQ	
	Pb	Eté LQ Hiver < LQ	Eté 340 Hiver < LQ	Eté 41±30 Hiver < LQ	
	As	Eté LQ Hiver LQ	Eté < LQ Hiver 24	Eté < LQ Hiver 2±2	
Australie	Fe	<10	100	60	(Coombes 2000)
	Pb	<10	<10	<10	
	Ca	<2	<2	<2	
Corée du Sud	Zn	120	280	(160)	(Lee <i>et al.</i> 2010)
	Al	100	400	(225)	
	Cu	70	120	(85)	
	Cr	< LQ	10	(4,5)	
	Cd	< LQ	4	(1,5)	
	Mn	70	170	(115)	
	Pb	10	40	(27)	
	As	< LQ	6	(3)	

Pays	Paramètre (µg/L)	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
Australie	Zn	3	17 000		(Spinks <i>et al.</i> 2006)
	Fe	<50	780		
	Cu	5	580		
	Cr	<1	8		
	Cd	<0,2	6,7		
	Pb	<1	6		
	As	<1	7		
France (habitat individuel rural)	Al	10,77	47,02	24,77 (19,8)	(Vialle 2011)
	Cd	0,00	0,07	0,03 (0,02)	
	Cr	0,05	0,46	0,20 (0,18)	
	Cu	0,69	5,47	3,02 (3,31)	
	Fe	9,86	279,00	76,62 (37,84)	
	Ni	0,00	0,84	0,38 (0,29)	
	Zn	372,31	1185,51	631,65 (558,03)	
	Pb	0,18	1,32	0,51 (0,30)	
	Hg	<0,1	0,23	<0,1 (<0,1)	
France (habitat semi-urbain collectif)	Al	8,50	268,91	49,08 (23,69)	(Vialle 2011)
	Cd	0,01	0,16	0,07 (0,03)	
	Cr	0,07	0,64	0,23 (0,18)	
	Cu	1,07	41,96	5,66 (2,07)	
	Fe	13,05	1403,60	224,90 (96,36)	
	Ni	0,20	6,75	1,38 (0,70)	
	Zn	69,19	984,85	255,33 (194,32)	
	Pb	1,43	23,49	5,95 (3,78)	
	Hg	<0,1	<0,1	<0,1 (<0,1)	

Annexe 8 : Polluants organiques des eaux de pluie ruisselées en aval des toitures en France.

Pays	Paramètre	Unité	Min	Max	Moyenne (Médiane)	Référence
France (Toulouse)	PAHs (16)	µg/L	<LQ	0,10	0,03 (0,01)	(Sablayrolles <i>et al.</i> 2011)
	PCBs (7)	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	
	LAS (4)	µg/L	0,02	0,09	0,04 (0,03)	
	MTBE	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	
	DEHP	µg/L	<LQ	1,10	0,28 (<LQ)	
	NP1EO	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	
	Hydrocarbures totaux	mg/L	<LQ	0,11	<LQ	
	Estradiol (E2)	µg/L	<LQ	<LQ	<LQ	
France (Agglomération parisienne) <i>*Résultats à partir des boxplot</i>	PAHs (13)					(Gromaire <i>et al.</i> 2014)
	Eau météorite		18	75	(32)	
	Eaux : toit en bitume	ng/L	21	58	(33)	
	Eaux : toit vert		<LQ	12	(18)	
	Bisphenol A					
	Eau météorite		18	21	(32)	
	Eaux : toit bitumeux	ng/L	25	84	(78)	
	Eaux : toit végétalisé		23	25	(95)	
	NP (4)					
	Eau météorite		48	120	(80)	
	Eaux : toit bitumeux	ng/L	52	150	(85)	
	Eaux : toit végétalisé		100	320	(200)	
OP (4)						
Eau météorite		2	14	(7)		
Eaux : toit bitumeux	ng/L	2	12	(3)		
Eaux : toit végétalisé		2	27	(9)		
France	Hydrocarbures totaux	µg/L	37	823	(108)	(Gromaire-Mertz <i>et al.</i> 1999)

Annexe 9 : Pesticides dans les EDP ruisselées en aval des toitures en France et en Australie.

Pays - Type de système Période, point de prélèvement	Pesticides	Nombre d'échantillons	Nombre de positifs		Concentrations en µg/L			Référence
			Détectés	Quantifiés	min	max	moyenne (médiane)	
Australie, (26 cuves de récupération d'eau de pluie), juillet 2007	Diuron	1 campagne				0,79		(Huston <i>et al.</i> 2009)
	Simazine	122 pesticides				0,01		
	Terbutryn					0,01		
France, France (habitat individuel rural) , Nov.2009 – Nov. 2010	2,4-D	12	1	4	0,020	0,040	0,025 (0,020)	(Vialle 2011, Vialle <i>et al.</i> 2013)
	Acetochlore	12	1	4	0,020	0,080	0,050 (0,050)	
	Aclonifene	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	AMPA	12	<LQ	7	0,100	0,900	0,461 (0,300)	
	Azoxystrobin	12	<LQ	1	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
	Bénalaxyl	12	<LQ	1	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
	Boscalid	12	<LQ	4	0,020	0,060	0,038 (0,035)	
	Carbaryl	12	<LQ	1	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
	Carbendazime	12	1	5	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
	Clorméquat chlorure	12	<LQ	1	0,040	0,040	0,040 (0,040)	
	Chlortoluron	12	<LQ	1	0,070	0,070	0,070 (0,070)	
	Diméthéamide	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Diméthomorphe	12	3	1	0,050	0,050	0,050 (0,050)	
	DNOC	12	4	5	0,050	0,410	0,162 (0,080)	
	Diuron	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Epoxyconazole	12	<LQ	2	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
Fénuron	12	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		
Flurtamone	12	<LQ	2	0,020	0,020	0,020 (0,020)		
Flurochloridone	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		

	Flusilazole	12	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Formaldéhyde	12	<LQ	6	1,1	5,0	3,5 (3,5)	
	Glyphosate	12	<LQ	10	0,2	6,0	1,4 (0,50)	
	Hydroxyterbutylazine	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Iprovalicarbe	12	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Isoproturon	12	1	1	0,050	0,050	0,050 (0,050)	
	MCPPP mecoprop	12	<LQ	3	0,020	0,030	0,023 (0,020)	
	Mépiquat	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Métalaxyle	12	1	4	0,020	0,060	0,043 (0,045)	
	Métaldéhyde	12	<LQ	4	0,080	0,240	0,153 (0,145)	
	Métazachlore	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Métolachlore (R+S)	12	<LQ	7	0,040	0,680	0,277 (0,160)	
	Myclobutanyl	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Pendimethaline	12	<LQ	2	0,020	0,030	0,025 (0,025)	
	Simazine 2 hydroxy	12	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Spiroxamine	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Tébuconazole	12	3	2	0,060	0,070	0,065 (0,065)	
	Terbutylazine	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Terbutylazine deséthyl	12	2	2	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
	Triclopyr	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	MCPA	12	1	5	0,020	0,030	0,022 (0,020)	
France (habitat semi-urbain collectif), Nov 2009-Nov2010	2,4-D	12	<LQ	2	0,020	0,080	0,050 (0,050)	(Vialle 2011, Vialle <i>et al.</i> 2013)
	Acetochlor	12	<LQ	2	0,040	0,050	0,045 (0,045)	
	Aclonifen	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	AMPA	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Azoxystrobin	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Bénalaxyl	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Boscalid	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Carbaryl	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ		

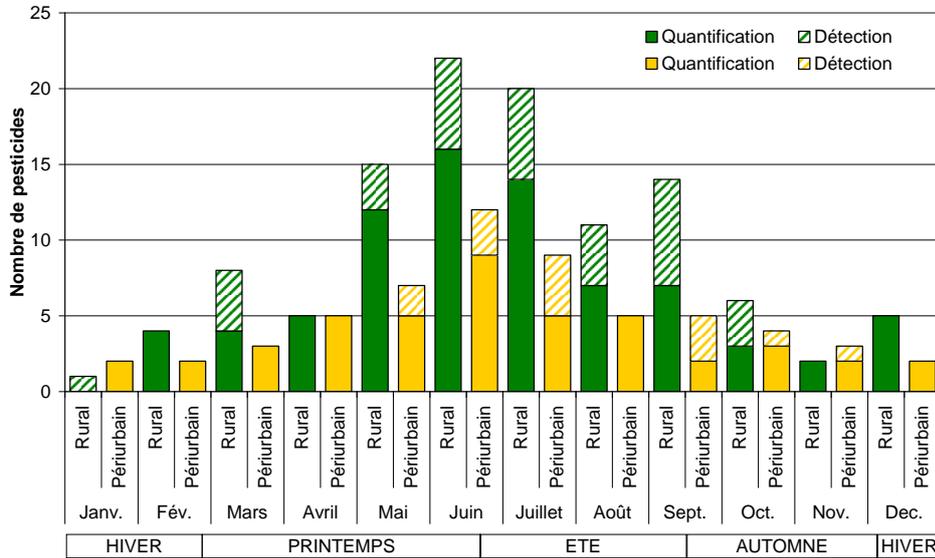
Avis de l'Anses

Saisine n°2015-SA-0037

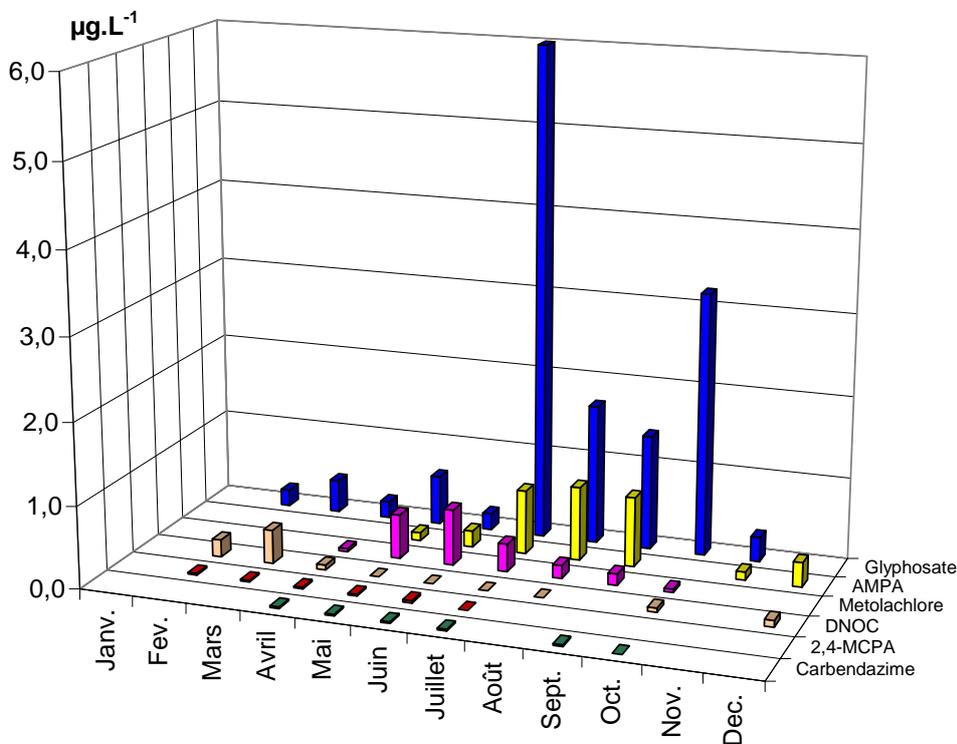
Carbendazime	12	2	2	0,020	0,020	0,020 (0,020)
Clorméquat chlorure	12	<LQ	2	0,040	0,050	0,045 (0,045)
Chlortoluron	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Diméthéamide	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Diméthomorphe	12	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
DNOC	12	3	6	0,050	0,570	0,240 (0,195)
Diuron	12	1	2	0,020	0,020	0,020 (0,020)
Epoxyconazole	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Fénuron	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Flurtamone	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Flurochloridone	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Flusilazole	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Formaldéhyde	12	<LQ	10	1,0	36,0	8,5 (4,0)
Glyphosate	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Hydroxyterbutylazine	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Iprovalicarbe	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Isoproturon	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
MCPPP mecoprop	12	<LQ	12	0,090	4,800	1,234 (0,425)
Mépiquat	12	<LQ	2	0,030	0,180	0,105 (0,105)
Métalaxyle	12	<LQ	2	0,040	0,050	0,045 (0,045)
Métaldéhyde	12	<LQ	3	0,110	0,240	0,177 (0,180)
Métazachlore	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Métolachlore (R+S)	12	<LQ	4	0,060	0,130	0,085 (0,075)
Myclobutanyl	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Pendimethaline	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

	Simazine 2 hydroxy	12	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Spiroxamine	12	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Tébuconazole	12	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
	Terbutylazine	12	<LQ	1	0,020	0,020	0,020 (0,020)	
	Terbutylazine deséthyl	12	<LQ	2	0,020	0,030	0,025 (0,025)	
	Triclopyr	12	<LQ	1	0,040	0,040	0,040 (0,040)	
	MCPA	12	1	2	0,080	0,200	0,140 (0,140)	
France (Val de Marne, résidentiel dense)	Benzalkonium (75% C12 et 25% C14) Toiture béton							
	Tuiles terre cuite	9	9	9	11 4	20000 à 30000 5000 à 9000		

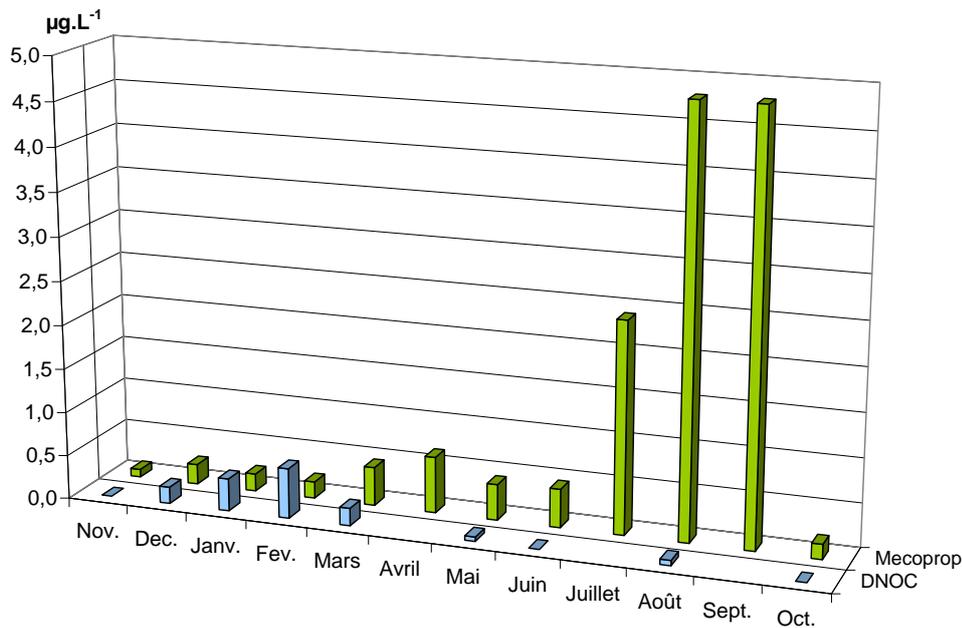
Annexe 10 : Pesticides dosés dans les EDP de 2 sites français d'après Vialle, 2011.



Nombre de pesticides détectés ou quantifiés au cours de l'année de suivi dans deux cuves de récupération des eaux de pluie.



Concentrations des pesticides les plus fréquemment quantifiés dans la cuve du site 1 en zone rurale.



Concentrations des pesticides les plus fréquemment quantifiés dans la cuve du site 2 en zone périurbaine.

Pour le premier site, les pesticides les plus fréquemment détectés étaient : glyphosate (83 %), DNOC (75 %), AMPA (58 %), métolachlore (R+S) (58 %), carbendazime (50 %), 2,4-MCPA (50 %). Les concentrations les plus élevées ont été celles du glyphosate (6 µg/L) et des concentrations de plusieurs centaines de ng/L ont été mesurées pour l'AMPA, le métolachlore, le DNOC et le métaldéhyde suivant cet ordre.

Pour le deuxième site, les pesticides les plus fréquemment détectés qui apparaissaient au moins une fois sur deux dans les échantillons sont le mecoprop (100 %) et le DNOC (75 %). Les plus fortes concentrations ont été atteintes pour le mecoprop (4,8 µg/L). Plusieurs centaines de ng/L ont également été mesurées pour le DNOC, le métaldéhyde, le 2,4-MCPA et le métolachlore.

L'arrêté du 11 janvier 2007 fixe comme limite de qualité 0,1 µg/L par substance individualisée et un total pesticides à 0,5 µg/L.

Annexe 11 : Exemples de données européennes concernant la qualité microbiologique des EDP : flore hétérotrophe.

Localisation	Type de prélèvement	Méthode	Moyenne (Médiane)	Min-Max	Unité	Référence
Flore hétérotrophe ou flore aérobie revivifiable						
Pays-Bas	Eau de pluie stockée dans 7 cuves de 4,2 à 115 m ³	R2A à 22°C R2A à 37°C	- -	<0,01.10 ⁶ - 2,1.10 ⁶ <0,01.10 ⁶ - 0,68.10 ⁶	UFC/mL	(Albrechtsen 2002)
Ile Céphalonie (Grèce)	Eau de pluie stockée	prEN ISO 6222 (22°C et 37°C)	22°C : 1 37°C : 2	0-120 1-100	UFC/mL	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
Pays-Bas	Eau de pluie stockée	EN ISO 6222 (22°C)	A ₂₀₀₅ : 1 022 A ₂₀₀₆ : 5 946 B ₂₀₀₅ : 1 894 B ₂₀₀₆ : 5 685 C ₂₀₀₅ : 9 100 C ₂₀₀₆ : 394 673 D ₂₀₀₅ : 131 383	610 – 1 960 505 – 15 950 95 – 5 455 536 – 18 636 3 100 – 15 100 392 – 3 045 000 62 150 – 18 3500	UFC/100mL	(Schets <i>et al.</i> 2010)
France	Eau de pluie ruisselée	Culture à 22°C Culture à 36°C	R _{22°C} : 45 486 (9 700) R _{36°C} : 26 651 (4 500) U _{22°C} : 71 794 (30 001) U _{36°C} : 51 165 (7 350)	10 – 63 200 25 -368 000 2 – 300 000 9 – 300 000	UFC/mL	(Vialle 2011)
Grèce	Eau de pluie au point d'usage	Culture à 22°C Culture à 37°C	- -	20 – 10 000 8 - 10 000	UFC/mL	(Gikas et Tsihrintzis 2012)
France	Eau de pluie stockée	PCA sans glucose à 36°C	- -	Cu : 1,78 à 4,28 Ba : 3,60 à 5,15	log UFC/mL	(Zhang <i>et al.</i> 2013)

A : toiture végétalisée ; B : toiture en caoutchouc végétalisée ; C : toiture et balcon ; D : toiture ; R : habitat individuel rural ; U : habitat individuel urbain ; Cu : Cuve en PP de 5m³ ; Ba : Bassin +Liner EPDM de 200 m³, II : installation individuelle de collecte et de récupération d'eau de pluie avec dispositif first flush

Annexe 12 : Exemples de données européennes concernant la qualité microbiologique des EDP : coliformes totaux.

Localisation	Type de prélèvement	Moyenne (Médiane)	Min-Max	Unité	Référence
Ile Céphalonie (Grèce)	Eau de pluie stockée	(11)	0 – 570	UFC/100mL	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
Pays-Bas	Eau de pluie stockée	A ₂₀₀₅ : 20	12 -37	UFC/100mL	(Schets <i>et al.</i> 2010)
		A ₂₀₀₆ : 104	24 -314		
		B ₂₀₀₅ : 15	6 - 18		
		B ₂₀₀₆ : 54	0 - 314		
		C ₂₀₀₅ : 3 818	160 – 10 900		
		C ₂₀₀₆ : 2783	0 – 15 500		
		D ₂₀₀₅ : 480	45 - 1004		
Grèce	Points d'usage	-	0 - 7 750	UFC/100mL	(Gikas et Tsihrintzis 2012)
France	Eau de pluie ruisselée	R : 668 (86)	9 – 10 001	UFC/100mL	(Vialle 2011)
		U : 570 (99)	1 – 10 001		

A : toiture végétalisée ; B : toiture en caoutchouc végétalisée ; C : toiture et balcon ; D : toiture ; R : habitat individuel rural ; U : habitat individuel urbain ; Cu : Cuve en PP de 5m³ ; Ba : Bassin +Liner EPDM de 200 m³, II : installation individuelle de collecte et de récupération d'eau de pluie avec dispositif first flush

Annexe 13 : Exemples de données européennes concernant la qualité microbiologique des EDP : indicateurs de contamination fécale.

Localisation	<i>E. coli</i>				Entérocoques				Référence
	UFC/100mL ou NPP/100mL				UFC/100mL ou NPP/100mL				
	Nombre d'échantillons	Echantillons positifs	Moyenne (médiane)	Min-Max	Nombre d'échantillons	Echantillons positifs	Moyenne (médiane)	Min-Max	
<u>Pays-Bas</u>									
EDP stockée dans 7 cuves de 4,2 à 115 m ³	11	78,6 %	(245)	4 - 990	-	-	-	-	(Albrechtsen 2002)
<u>Ile Céphalonie (Grèce)</u> EDP stockée	156	40,9 %	(0)	0-250	156	28,8	(0)	0-32	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
<u>Pays-Bas</u>			A ₂₀₀₅ : 5 A ₂₀₀₆ : 20 B ₂₀₀₅ : 4	4-10 0-53 0-7			A ₂₀₀₅ : 3 A ₂₀₀₆ : 22 B ₂₀₀₅ : 2	0-4 2-100 1-6	
EDP stockée	8 par cuve	92 %	B ₂₀₀₆ : 33 C ₂₀₀₅ : 125 C ₂₀₀₆ : 1934 D ₂₀₀₅ : 2	0-175 17-330 0-10000 0-6	8 par cuve	83	B ₂₀₀₆ : 167 C ₂₀₀₅ : 1720 C ₂₀₀₆ : 1555 D ₂₀₀₅ : 10	0-1255 0-9546 2-20	(Schets <i>et al.</i> 2010)
<u>France</u>	R: 53 U: 53	R: 79 % U: 79 %	R: 342 (9) U: 183 (40)	0-9999 0-2000	R: 54 U: 54	R: 100 % U: 100 %	R: 322 (45) U: 347 (30)	1-10001 0-8200	(Vialle 2011)
<u>Grèce</u>									
Point d'usage intérieur	10	-	-	0-200	10	-	-	0-62	(Gikas et Tsihrintzis 2012)
<u>France</u>	Cu : 9 Ba : 9	Cu : 55 % Ba : 44 %	- -	15-490		Cu : 55 % Ba : 44 %	62-1 072	1,79 - 3,03	(Zhang <i>et al.</i> 2013)

A : toiture végétalisée ; B : toiture en caoutchouc végétalisée ; C : toiture et balcon ; D : toiture ; R : habitat individuel rural ; U : habitat individuel urbain ; Cu : Cuve en PP de 5m³ ; Ba : Bassin +Liner EPDM de 200m³

Annexe 14 : Exemples de données européennes concernant la qualité microbiologique des EDP : micro-organismes pathogènes.

Catégorie	micro-organismes	Type d'EDP	% échantillons positifs (nb échantillon)	Min-Max	Référence
Pathogènes entériques	<i>C. jejuni</i>	EDP stockée	11,8 % (n=17)	Présence/Absence	(Albrechtsen 2002)
		EDP ruisselée	0 (n=2)		(Birks, Colbourne, et Hobson 2004)
		EDP stockée	Présence*	0 - >240 NPP/L	(Schets <i>et al.</i> 2010)
		EDP stockée	Présence*	-	(Zhang <i>et al.</i> 2013)
	<i>Salmonella sp.</i>	EDP ruisselée	0 (n=2)	-	(Birks, Colbourne, et Hobson 2004)
		EDP stockée	Absence	-	(Schets <i>et al.</i> 2010)
	<i>Cryptosporidium sp.</i>	EDP stockée	35,2 % (n=17)	0 – 50 Oocystes/L	(Albrechtsen 2002)
		EDP ruisselée	0 % (n=2)	Absence dans 1 L	(Birks, Colbourne, et Hobson 2004)
		EDP stockée	Présence*	0-1 Oocyste/L	(Schets <i>et al.</i> 2010)
		EDP ruisselée	R : 1 % (n=14) ; U : 1 % (n=14)	0-1 Oocyste/100 mL	(Vialle 2011)
	<i>Giardia sp.</i>	EDP stockée	0 % (n=17)	Absence dans 1 L	(Albrechtsen 2002)
		EDP ruisselée	50 % (n=2)	0-2 Oocystes/L	(Birks, Colbourne, et Hobson 2004)
		EDP stockée	Présence*	0-1 Oocystes/L	(Schets <i>et al.</i> 2010)
		EDP ruisselée	R : 0 % (n=14) ; U : 0 % (n=14)	Absence dans 100 mL	(Vialle 2011)
Entérovirus	EDP stockée	absence	-	(Schets <i>et al.</i> 2010)	
Pathogènes respiratoires	<i>Legionella sp.</i>	EDP stockée	71% (n=7) – absence de <i>L. pneumophila</i>	UFC/L	(Albrechtsen 2002)
		EDP ruisselée	Absence	-	(Birks, Colbourne, et Hobson 2004)
	<i>M. avium</i>	EDP ruisselée	R : 5,6 % (n=17) U : 23,5 % (n=17)	<i>L. pneumophila</i> 0 – 4100 UFC/L	(Vialle 2011)
		EDP stockée	7 % (n=14)	-	(Albrechtsen 2002)

Pathogènes cutanés et autres	<i>P. aeruginosa</i>	EDP stockée	7% (n=14)	-	(Albrechtsen 2002)
		EDP stockée	0% (n=156)	Absence	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
	EDP ruisselée	R : 53 % (n=17) ; U : 53 %	0-10 000 UFC/100 mL	(Vialle 2011)	
	<i>Aeromonas sp</i> (<i>A. hydrophila</i>)	EDP stockée	69 à 100 % (n=32 et n= 24)	0-85 000 UFC/100 mL	(Schets <i>et al.</i> 2010)
Autres	<i>Clostridium perfringens</i>	Point d'usage intérieur	-	0 – 43 UFC/100 mL	
		EDP stockée	0 %	Absence	(Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007)
		EDP stockée	-	0 - 31 UFC/100 mL	(Schets <i>et al.</i> 2010)
	<i>Pseudomonas syringae</i>	Point d'usage intérieur	-	0 – 200 UFC/250 mL	(Gikas et Tshrintzis 2012)

* : analyses ponctuelles

A : toiture végétalisée ; B : toiture en caoutchouc végétalisée ; C : toiture et balcon ; D : toiture ; R : habitat individuel rural ; U : habitat individuel urbain ; Cu : Cuve en PP de 5m³ ; Ba : Bassin +Liner EPDM de 200 m³, Il : installation individuelle de collecte et de récupération d'eau de pluie avec dispositif « first flush »

Annexe 15 : Exemples de données internationales concernant la qualité microbiologique des EDP ruisselées en aval des toitures (UFC=Unités Formant Colonies ; UG= unités génome, n/100mL=Nombre de micro-organismes pour 100 mL).

Pays - Type de système Période, point de prélèvement	Micro-organismes	Nombre d'échantillons	Pourcentage de positif (nombre)	Concentrations			Référence
				unité	min – max	moyenne (médiane)	
Newcastle, Australie 2 cuves Après ruissellement sur la toiture avant le first-flush	Bactéries hétérotrophes	4		UFC/mL	0 – 30	10	(Coombes 2000)
	Bactéries coliformes	4	0				
	Coliformes fécaux	4	0				
	<i>Pseudomonas spp.</i>	4		UFC/100 mL	0 – 330	110	
Australie 125 maisons, zone rurale, Auckland Robinet de distribution	Bactéries hétérotrophes	125		UFC/mL	1 – 130 000		(Simmons <i>et al.</i> 2001)
	Bactéries coliformes	125		UFC/100 mL	<1 – 19 000		
	Coliformes fécaux	125		UFC/100 mL	<1 – 840		
	Entérocoques	125		UFC/100 mL	<1 – 4 900		
	<i>Aeromonas spp</i>	125	16				
	<i>Campylobacter jejuni</i>	115	0				
	<i>Cryptosporidium spp.</i>	50	4				
	<i>Giardia spp.</i>	50	0				
<i>Legionella spp.</i>	23	0					
<i>Salmonella spp.</i>	115	0,9					
Australie 10 ans de suivi, 2 sites : A : 4 réservoirs de capacité entre 9000 et 15000 L, first-flush A1 : EDP ruisselée A2 : EDP stockée B : EDP stockée 2 réservoirs (2100 L), sans first flush	Bactéries hétérotrophes	A1 et A2 : 30 B : /		UFC/mL	10 – 30780	A1 : 1 360 A2 : 3 256 B : 1 252	(Coombes 2006, Coombes 2000)
	Bactéries coliformes	A1 et A2 : 30 B : /		UFC/100 mL	0 – 6840	A1 : 359 A2 : 834 B : 862	

	Coliformes fécaux	A1 et A2 : 30 B : /		UFC/100 mL	0 – 800	A1 : 135 A2 : 119 B : 55	
	<i>Pseudomonas spp.</i>	A1 et A2 : 30 B : /		UFC/100 mL	0 – 33200	A1 : 59 600 A2 : 6 768 B : 4 060	
Sao Paulo, Brésil Ecole polytechnique Eau de ruissellement en aval de la toiture	Bactéries Clostridium	60	91	n/100 mL		12±8	(May et Prado 2006)
	Bactéries coliformes	60	89	UFC/100 mL		70±24	
	Coliformes fécaux	60	50				
	Entérocoques	60	98	n/100 mL		19±7	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	60	17	UFC/100 mL		4±16	
Tuscon, USA 11 cuves de maisons individuelles Système sans first-flush En juillet 2004 et En décembre 2004 Dans la cuve ou robinet sur cuve	Bactéries hétérotrophes	Eté 11		UFC/mL		Eté 7,2±2,2.10 ⁶	(Jordan <i>et al.</i> 2008)
	Bactéries coliformes	Eté 11	Eté 91 Hiver 82			Eté 4,6±3,0.10 ⁵ Hiver 2,2±1,4x10 ³	
	Entérocoques		Eté 100 Hiver 64	n/100 mL		Eté 3,2±2,2x10 ⁵ Hiver 317±258	
	<i>E. coli</i>		Eté 27 Hiver 0	n/100 mL		Eté 8,8±5,9 Hiver 0	
Bermudes, Maison individuelle Robinet de distribution	Coliformes totaux	102	~90	n/100 mL	<10 – >20		(Lévesque <i>et al.</i> 2008)
	<i>E. coli</i>	102	~66	n/100 mL	<1 – >100		
Ontario, Canada 7 sites - Système avec ou sans first-flush - De oct. 2006 à oct. 2009 - Dans la Cuve	Bactéries coliformes	30 par site soit 210	17 à 89 selon le site	UFC/100 mL	1 – 398		(Despins, Farahbakhsh, et Leidl 2009)
	Coliformes fécaux	30 par site soit 210	De 7 à 54 selon le site	UFC/100 mL	1 – 400		
Corée du Sud	Bactéries coliformes	180	91,6	UFC/100 mL	0 – 320	(70)	(Lee <i>et al.</i> 2010)

De 2007 à 2008 - Dans la Cuve	<i>E. coli</i>	180	72	UFC/100 mL		(10)	
	<i>Salmonella</i>	8	0				
	<i>Vibrio</i>	8	0				
Australie, Victoria, 49 cuves, pendant une période d'incendies (2003), Robinet de distribution	Bactéries coliformes	49	90		0 – >1 000		(Spinks <i>et al.</i> 2006)
	Entérocoques	49	73		0 – >1 000		
	<i>E. coli</i>	49	32		0 – 99		
Australie, Newcastle 1 système, 11 évènements pluvieux De mars 1999-Janvier 2001 Eaux de ruissellement de toiture	Bactéries hétérotrophes	77		UFC/mL		1 362±194	(Evans, Coombes, et Dunstan 2006)
	Bactéries coliformes	77	82,5	UFC/mL		<4±0,76	
	Coliformes fécaux	77		UFC/mL		<2±0,42	
Southeast Queensland Australie Ecovillage	<i>Escherichia coli</i>	24	62,5 %	UFC/100 mL	3-230		(Ahmed <i>et al.</i> 2012)
	Entérocoques	24	91,7 %	UFC/100 mL	2-91		
	<i>Campylobacter</i> spp.	24	21 %	UFC/L	5-110		
	<i>Salmonella</i> spp.	24	4 %	UFC/L	7300		
	<i>Giardia lamblia</i>	24	12,5 %	kystes/L	120-580		
Banlieue de Brisbane et région Gold Cost Southeast Queensland Australie	<i>Escherichia coli</i>	72	74 % > Australian drinking water Guidelines	UFC/100 mL	0,5-3,7 Log	1,8 Log	(Ahmed <i>et al.</i> 2014)
	Entérocoques	72	74 % > Australian drinking water Guidelines	UFC/100 mL	0,3-3,6 Log	1,5 Log	
	<i>P. aeruginosa</i>	72	13 %	UG/100 mL		6 % quantifiable	
	<i>S. aureus</i>	72	15 %	UG/100 mL	2,8-4,6 Log	14 % quantifiable	

						3,8 Log	
	<i>L. pneumophila</i>	72	6 %	UG/100 mL		5 % quantifiable	
	<i>A. hydrophila</i>		29 %	UG/100 mL		19 % quantifiable	
Université nationale de Singapour	<i>A. hydrophila</i>	15	6,7 %	Présence/absence par PCR			(Kaushik et Balasubramanian 2012)
	<i>P. aeruginosa</i>	15	6 %				
	<i>K. pneumoniae</i>	15	20 %				
	<i>E. coli</i>	15	67 %				

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Démarche scientifique suivie par le GT.....	5
Tableau 2 : Synthèse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes en France, en Europe et au niveau international.	15
Tableau 3 : Valeurs minimales, maximales, moyennes et médianes de plusieurs paramètres physico-chimiques dans les eaux de pluie en Europe recensées dans la littérature (Gromaire-Mertz <i>et al.</i> 1999, Melidis <i>et al.</i> 2007, Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007, Schriewer, Horn, et Helmreich 2008, Vialle 2011)	21
Tableau 4 : Valeurs minimales, maximales, moyennes et médianes en éléments traces métalliques (ETM) dans les EDP européennes recensées dans la littérature (Gromaire-Mertz <i>et al.</i> 1999, Melidis <i>et al.</i> 2007, Sazakli, Alexopoulos, et Leotsinidis 2007, Vialle 2011)	22
Tableau 5 : Synthèse des niveaux de réductions obtenus pour différents virus (Bactériophage T3, poxvirus, poliovirus, adénovirus, rotavirus, virus de l'hépatite A) toutes données confondues en fonction de la température et en présence de détergent contenant des agents de blanchiment (d'après Bloomfield <i>et al.</i> 2013).	28
Tableau 6 : Effet des conditions de séchage après le lavage sur la réduction de la contamination microbienne.....	29
Tableau 7: Dénombrements bactériens sur du linge initialement contaminé artificiellement par <i>S. aureus</i> après différentes étapes du processus d'entretien (d'après Patel <i>et al.</i> , 2006). Deux méthodes d'extraction des bactéries sont appliquées : par décrochage ou par contact.....	31
Figure 1 : Schéma du référentiel de l'étude du parcours de l'utilisation de l'eau de pluie pour l'usage de lavage du linge.....	4
Figure 2 : Impact de la température de lavage et des détergents sur la réduction de <i>S. aureus</i> présent sur du linge artificiellement contaminé. (a) sans salissure (b) souillé par de la matière organique (d'après Bloomfield <i>et al.</i> 2013).	27
Figure 3 : Protocole d'essai utilisé par Patel <i>et al.</i> (2006) – deux coupons non contaminés sont considérés comme des témoins.....	30
Figure 4 : Transferts microbiologiques au cours du lavage du linge	32
Figure 5: Effet du lavage sur le niveau de contamination du linge lavé à l'eau de pluie ou à l'eau potable (d'après Holländer (1993).	34

ABBREVIATIONS

AMPA	: Acide aminométhylphosphonique
Anses	: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	: Agence régionale de Santé
ASTEE	: Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement
BSI	: British standards institution
CEN	: Comité européen de normalisation
CES	: Comité d'experts spécialisés
CNEV	: Centre national d'expertise sur les vecteurs
COD	: Carbone organique dissous
COT	: Carbone organique total
COV	: Composés organiques volatils
CSHPF	: Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CSP	: Code de la santé publique
CSTB	: Centre scientifique et technique du bâtiment
DBO	: Demande biochimique en oxygène
DCO	: Demande chimique en oxygène
DEHP	: Phtalate de Di-2-éthyl Hexyle
DGS	: Direction Générale de la santé
DNOC	: 4,6-dinitro-ortho-cresol
EDCH	: Eaux destinées à la consommation humaine
ECS	: Eau chaude sanitaire
EDP	: Eau de pluie
Endware	: European Network of Drinking Water Regulator
ERS	: Evaluation des risques sanitaires
ETM	: Élément trace métallique
FFPB	: Fédération française des pressings et blanchisserie
FNCCR	: Fédération nationale des collectivités concédantes et régies
FP2E	: Fédération professionnelle des entreprises de l'eau
G	: Lignes directrices
GIFAM	: Groupement interprofessionnel des fabricants d'appareils ménagers
GT	: Groupe de travail
HAP	: Hydrocarbures aromatiques polycycliques
IFEP	: Industriels français de l'eau de pluie
InVS	: Institut de veille sanitaire devenu Santé Publique France le 1 ^{er} mai 2016
LAS	: Sulfonates d'alkylbenzène linéaires
LQ	: Limite de quantification
MCPA	: Acide 4-chloro-2-méthyl phénoxy acétique
MES	: Matières en suspension
MTBE	: Metyl ter-butyl éther
NFU	: Formazine turbidity unit
NP1EO	: Nonylphenol éthoxylate
NPP	: Nombre le plus probable
NRMMC	: Natural resource management ministerial council

NTU	: Nephelometric turbidity unit
OMS	: Organisation mondiale de la santé
PAH	: Hydrocarbures aromatiques polycycliques
PCB	: Polychlorobiphényles
Ref.	: Référence
TA	: Titre alcalimétrique
TAC	: Titre alcalimétrique complet
TH	: Titre hydrotimétrique
UFC	: Unité formant colonies
UG	: Unité génome

TABLE DES MATIERES

Contexte et objet de la saisine	1
Organisation de l'expertise.....	4
Analyse et conclusions du CES et du GT.....	5
1 Généralités	7
2 Pratiques d'utilisation d'eau de pluie pour le lavage du linge en France et à l'étranger	9
2.1 <i>Réglementations, lignes directrices, recommandations et normes</i>	10
2.1.1 France	10
2.1.2 Organisation mondiale de la santé	12
2.1.3 Union européenne.....	12
2.1.4 Allemagne	13
2.1.5 Belgique	13
2.1.6 Danemark.....	13
2.1.7 Irlande.....	14
2.1.8 Pays-Bas	14
2.1.9 Royaume-Uni	14
2.1.10 Suisse	14
2.1.11 États-Unis d'Amérique.....	14
2.1.12 Australie.....	15
2.1.13 Synthèse des réglementations, recommandations, lignes directrices et normes en France, au niveau européen et international.....	15
2.2 <i>Pratiques françaises d'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge</i>	15
3 Caractéristiques des eaux de pluie	17
3.1 <i>Cycle et facteurs de contamination des eaux de pluie</i>	17
3.1.1 Atmosphère	18
3.1.2 Toiture.....	18
3.1.3 Système de collecte	18
3.1.4 Stockage.....	19
3.2 <i>Caractéristiques physico-chimiques des eaux de pluie</i>	19
3.2.1 Évolution de la qualité des eaux météorites vers les eaux ruisselées	19
3.2.2 Caractéristiques des eaux de pluie ruisselées, collectées ou stockées.....	19
3.3 <i>Caractéristiques microbiologiques des eaux de pluie ruisselées, collectées ou stockées</i>	23
3.4 <i>Points à retenir</i>	25
4 Efficacité des différentes étapes d'entretien du linge à l'égard des micro-organismes	26
4.1 <i>Facteurs influençant l'efficacité du lavage</i>	26
4.1.1 Action thermique et action chimique	26
4.1.2 Action physique (détachement/dilution).....	28
4.1.3 Action thermique lors du séchage	28
4.1.4 Actions combinées.....	29
4.2 <i>Transferts de microorganismes au cours du lavage du linge</i>	31
4.2.1 Processus de transferts.....	31
4.2.2 Transferts lors d'un lavage du linge domestique	32
4.2.3 Transferts lors d'un lavage de linge hospitalier	34
4.3 <i>Problèmes techniques et esthétiques potentiels sur le lavage du linge lavé à l'eau de pluie</i>	36
4.4 <i>Points à retenir</i>	36
5 Traitement spécifique de l'eau de pluie utilisée pour l'alimentation des lave-linge.....	37

6	Risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge	38
6.1	<i>Voies d'exposition</i>	38
6.2	<i>Population exposée</i>	38
6.3	<i>Effets sanitaires de l'utilisation de l'eau de pluie</i>	39
6.3.1	Maladies infectieuses	39
6.3.2	Intolérance cutanée.....	40
6.3.3	Risques non spécifiques à l'usage « lavage du linge »	40
6.4	<i>Points à retenir</i>	41
7	Conclusion	41
8	Recommandations	42
9	Amélioration des connaissances.....	43
	Conclusions et recommandations de l'Agence.....	45
	Annexes.....	58
	Tables des illustrations.....	90
	Abbréviations	91
	Table des matières	93