

## SOMMAIRE CAHIERS N° 22, 2020

### **L'acier galvanisé dans les circuits d'eaux : Règles pour assurer la pérennité**

**des installations.** *J. LÉDION<sup>1</sup>, L. NÉEL<sup>2</sup>.* (1) ARTS, 151, boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris, Tél 01.44.24.63.15 - Fax 01.42 16.92.13, [jean.ledion@ensam.eu](mailto:jean.ledion@ensam.eu). (2) CEFRACOR 28, rue Saint-Dominique 75007 Paris

### **ATP, circuits Management Tool in thermal water. ATP, Outil de gestion des circuits d'eau thermale.**

*J. Ph. FOUQUEY.* Hygie Concept. 1, allée Jean Rostand, Centre Montesquieu, 33650 Martillac

### **Colloque du 30 mars 2017**

### **INCIDENCE DES MOYENS DE STOCKAGE ET DE DISTRIBUTION SUR LA QUALITE DES EAUX RESSOURCES ALTERNATIVES**

Cette journée abordera l'influence des moyens de stockage et de distribution des eaux à différents stades (ressource, réservoirs, traitement, distribution) sur la qualité microbiologique et chimique des eaux et en particulier des points suivants :

**1) Gestion patrimoniale des ressources et des réseaux de distribution :** Protection contre les pollutions, conflits d'usages, concomitances d'activités (loisirs) et de finalité (réserves d'eau de précaution) sur les retenues d'eau, etc.), au plan quantitatif et qualitatif : conception, dimensionnement, entretien et renouvellement, bras morts, réservoirs, temps de stockage, sécurité anti intrusion etc.

Stockages courts ou longs et, en particulier, correspondance entre qualité de l'eau et valeur des structures patrimoniales (fréquence de puisage). Notamment pour les eaux potables, les eaux thermales

**2) Matériaux en contact avec l'eau (stockage et réseau de distribution) :** L'objectif est de faire le point des dernières avancées des connaissances dans les thématiques ci-dessus, au plan scientifique, technique et sanitaire.

Ce colloque pourra également aborder la problématique des moyens de stockage et de distribution des eaux dans les cas suivants :

**3) Matériaux en contact avec la réutilisation des eaux usées traitées** comme ressources en eau pour : l'irrigation, la réalimentation de nappes ou de cours d'eau ou la potabilisation après traitement complémentaire,

Ce thème a pris de l'importance de nos jours avec la notion d'économies. Les différentes catégories d'eau dans ce cas sont nombreuses et peuvent demander des conditions particulières pour le stockage, le transport, la distribution, ou même la réinjection dans le sol. Sont concernés :

**Les eaux de pluie :** Récupération et Réutilisation des eaux de pluie pour l'arrosage, le nettoyage des sols, l'alimentation des chasses d'eau ou de certains équipements à l'intérieur des immeubles collectifs ou individuels.

**De rivières (lacs de stockage)**

**Egalement concernées :** les eaux pour un usage non alimentaire, les eaux d'irrigation, les eaux de réserves incendies etc

## RESUMES

### **9h30 : Influence de stockage sur la qualité de l'eau de pluie et des eaux grises domestiques récupérées à l'intérieur du bâtiment.**

Zhang Siyu<sup>3</sup>, de Gouvello Bernard<sup>3</sup>, Garrec Nathalie<sup>1</sup>, Bulteau Gaëlle<sup>1</sup>, Lucas Françoise<sup>2</sup>, Chebbo Ghassan<sup>2</sup>. (1) CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment), (2) LEESU (Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains), (3) Ecole des Ponts ParisTech, Cité Descartes, Champs-sur-Marne 77455 Marne-La-Vallée Cedex 2

Dans un contexte de développement durable visant notamment à épargner la ressource et économiser l'eau potable, l'eau de pluie et les eaux grises sont considérées comme des ressources alternatives d'intérêt. De nombreuses études scientifiques portent sur la caractérisation de l'eau de pluie et des eaux grises domestiques pour envisager leur utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment et couvrir des besoins ne nécessitant pas une qualité d'eau destinée à la consommation humaine. La production de ces deux types d'eaux est généralement réalisée *in-situ* et la littérature montre une variabilité importante de la qualité tant physico-chimique que microbiologique de ces eaux. Le stockage peut constituer une phase préliminaire de traitement, notamment par processus de sédimentation ou, pour les eaux grises par leur refroidissement. Mais il peut également se révéler un point critique majeur en favorisant le développement microbien et en induisant l'apparition de nuisances olfactives sous l'effet de différents facteurs (stagnation, température, anaérobiose). L'objectif de cette recherche est d'acquérir en conditions contrôlées ou maîtrisées, des données de caractérisation de l'évolution de la qualité microbiologique et physicochimique d'eaux alternatives brutes au cours de leur stockage dans des cuves en polypropylène (PP) au regard d'une eau potable également stockée dans les mêmes conditions. Pour cela, plusieurs campagnes expérimentales ont été menées au sein de la plateforme expérimentale AQUASIM du CSTB de Nantes. Les données acquises serviront à mettre en évidence les déterminants de l'évolution de la qualité des eaux stockées et à élaborer en conséquence des recommandations opérationnelles pour la gestion d'eaux alternatives stockées (préconisations de temps de séjour, modalités de vidange et de dimensionnement au regard des usages...).

### **10h15 : Utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge chez les particuliers.**

Westerberg Estelle<sup>1</sup>, Andres Yves<sup>2</sup>, Chubilleau Catherine<sup>3</sup>, Garrec Nathalie<sup>4</sup>, Mansotte François<sup>5</sup>, Montrejaud-Vignoles Mireille<sup>6</sup>, Vialette Michèle<sup>7</sup>, Panetier Pascale<sup>1</sup>. (1) Anses. (2) IMT Atlantique. (3) Centre hospitalier de Niort. (4) CSTB de Nantes. (5) ARS Normandie. (6) Université de Toulouse. (7) Institut Pasteur de Lille

En France, les pratiques de récupération et d'utilisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques sont en augmentation depuis plusieurs années dans un but de réaliser des économies d'eau et/ou de maîtriser le ruissellement et les inondations. Un arrêté ministériel du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie (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).

L'utilisation d'EDP pour le lavage du linge est autorisée à titre expérimental, sous réserve de mise en oeuvre de dispositifs de traitement de l'eau adaptés. De plus, l'installateur doit conserver la liste des installations concernées par l'expérimentation, et la tenir à disposition du ministère en charge de la santé. La réalité de l'utilisation de l'EDP pour le lavage du linge en France est peu documentée : elle existe mais semble marginale.

L'utilisation d'eau non potable pour des usages domestiques à l'intérieur de l'habitat implique la création à l'intérieur du bâtiment d'un réseau d'eau non potable. Cette situation engendre des risques d'interconnexion avec le réseau d'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) et de retours d'eau et, par conséquent, des risques sanitaires non négligeables. Pour limiter ces risques, il convient de respecter la norme NF EN 17171 et d'informer les particuliers usagers.

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 : elles peuvent se charger en métaux, matières organiques, micropolluants organiques et micro-organismes. Toutefois, la contamination physico-chimique et microbiologique de l'EDP varie fortement selon la saison, la pluviométrie (durée de l'évènement pluvieux, période de temps sec, etc.), la température, les caractéristiques de l'installation, la localisation géographique (rural/urbain), la nature et les caractéristiques du bassin versant ou encore des surfaces sur lesquelles ruissellent les EDP. Les données disponibles ne sont donc pas extrapolables d'un site à l'autre.

L'EDP utilisée pour l'alimentation des lave-linges constitue un vecteur potentiel de polluants chimiques et microbiologiques qu'il est difficile, en l'état actuel des connaissances, de comparer aux polluants, notamment microbiologiques, présents dans le lave-linge. En effet, différentes populations microbiennes colonisent l'intérieur

d'un lave-linge et y transitent. Ces micro-organismes peuvent être apportés par l'eau d'alimentation, les biofilms et le linge sale et sont susceptibles d'être retrouvés sur le linge à sa sortie de la machine à laver. Leur devenir est étroitement lié aux conditions de lavage (température, produits lessiviels, cycle et qualité de l'eau de rinçage) et aux autres étapes d'entretien du linge (séchage, repassage).

L'avis de l'Anses relatif à l'«utilisation de l'eau de pluie pour le lavage du linge chez les particuliers – Faisabilité de l'expertise» de novembre 2016 décrit ces éléments et recommande notamment que les prescriptions techniques de l'arrêté du 21 août 2008 et des normes NF EN 1717 et NF 16-0052 soient respectées, et qu'une attention particulière soit portée sur l'entretien, la maintenance et l'identification du dispositif de collecte, stockage et utilisation de l'EDP.

1 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

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

## **10h45 : PAUSE CAFE**

### **11h15 : Avancée de travaux sur l'évolution des eaux de pluie et des eaux grises stockées. Association CAPRIS, 149, avenue du Maine, 75014 Paris**

Après une revue des différents types d'eaux froides en milieu hospitalier, les exigences et seuils associés en relation avec leur fonction et usage sont détaillées.

En tenant compte de la complexité de la problématique, d'ordre microbiologique, les principales causes de contamination rencontrées sont abordées sur un plan technique et technologique.

Les parties spécifiques des réseaux objets de contaminations relèvent de la conception initiale, de la maintenance, et de l'exploitation par les services médicaux.

Des cas pratiques de contaminations et de résolutions sont présentés.

Des orientations de recherche et de développement sont nécessaires dans ce domaine de plus en plus précisé par les hygiénistes.

## **12h REPAS SUR PLACE**

### **- APRÈS-MIDI -**

### **14h15 : Eaux destinées à la consommation humaine à bord des bâtiments de la Marine nationale : problématiques liées à la production, au stockage et à la distribution. (1) Rappel des modalités de production/stockage et distribution à bord des bâtiments de la marine (bâtiments de surface et sous-marins), (2) Exposés de l'incidence des moyens de stockage et de distribution sur la qualité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Le Roy Béatrice<sup>1</sup>, Saurat Dominique<sup>2</sup>, Demartini Anne<sup>1</sup>, Treguer Valérie<sup>1</sup>, Watier-Grillot Stéphanie<sup>3</sup>, Orlandini Philippe<sup>4</sup>, Allio Ingrid<sup>1</sup>. (1) Laboratoire d'Analyses, de Surveillance et d'Expertise de la Marine (LASEM) de Brest, (2) Service de Protection Radiologique des Armées (SPRA), (3) Centre d'Epidémiologie et de Santé Publique des Armées (CESPA), (4) Antenne vétérinaire de Brest**

Les eaux destinées à la consommation humaine (EDCH) sont les eaux, qui soit en l'état, soit après traitement, sont utilisées pour la boisson, pour la cuisson et la préparation des aliments, ainsi que pour tous les autres usages individuels et collectifs qui participent à garantir aux personnels de bonnes conditions d'hygiène (ablutions, douche, lavage des effets vestimentaires, entretien des locaux, etc.). Elles incluent les eaux chaudes sanitaires et les eaux froides, à l'exclusion des eaux techniques (incendie, ballast, etc).

La gestion de la qualité des eaux à bord des bâtiments de la Marine Nationale (MN) est essentielle afin de préserver l'autonomie des bâtiments et par conséquent leurs capacités opérationnelles. Les bâtiments de la MN peuvent être classés en deux catégories selon leur capacité de production d'eau : les bâtiments non producteurs d'eau et les bâtiments producteurs. Pour les premiers, la seule ressource d'approvisionnement est représentée par le réseau d'adduction du port base ou de tout autre réseau ou dispositif de stockage réputé délivrer des eaux de qualité sanitaire maîtrisée. Les seconds disposent en outre d'équipements de traitement de l'eau de mer grâce à l'utilisation d'osmoseurs ou de bouilleurs et différentes opérations de neutralisation / reminéralisation / chloration. Quel que soit le type de bâtiment, il aura à assurer en plus du stockage, la distribution des EDCH à bord. Celle-ci se fera au sein d'un réseau exclusivement affecté et conçu à cette fonction.

La maîtrise de la qualité des EDCH à bord des bâtiments de la MN est encadrée par des dispositions réglementaires spécifiques. Elle repose sur deux volets complémentaires : la surveillance sanitaire, placée sous la responsabilité du

commandant du bâtiment, et le contrôle sanitaire, à la charge du Service de Santé des Armées (SSA). Les deux incluent des évaluations de l'état et du fonctionnement des installations d'EDCH, ainsi qu'un programme d'analyses effectuées sur des points déterminés, depuis la production jusqu'à la distribution. A côté des antennes vétérinaires qui réalisent des inspections périodiques des installations, les Laboratoires d'Analyses, de Surveillance et d'Expertise de la Marine (LASEM) sont des acteurs à part entière de cette démarche, à plusieurs titres. Ils effectuent tout ou partie des analyses de contrôle sanitaire et de surveillance au profit des bords (paramètres physico-chimiques, radiologiques et/ou microbiologiques). Les équipages disposent également de mallettes d'analyses, vérifiées annuellement par les LASEM, qui leur permettent de contrôler in situ les principaux indicateurs analytiques de production et de désinfection de l'eau.

Enfin, les LASEM contribuent conjointement avec les vétérinaires et les techniciens vétérinaires du SSA aux expertises en cas de non-conformités analytiques des EDCH, afin d'identifier l'origine des anomalies et d'orienter les bords sur les actions correctives à mettre en place.

Tout dysfonctionnement au stade de la production, du stockage ou de la distribution des EDCH risque d'en altérer la qualité sanitaire et d'aboutir au dépassement de références ou limites de qualité susceptibles d'entraîner des restrictions d'usage des EDCH. Les principales non-conformités eu égard aux critères réglementaires ont été observées sur le titre hydrotimétrique, certains métaux, des paramètres microbiologiques, le chlore libre et la turbidité. Dans la plupart des cas, les résultats d'analyses permettent de remonter aux principales origines de ces dysfonctionnements (stagnation prolongée en soutes ou dans le réseau, défaut de maîtrise des opérations chloration, etc) et orientent ainsi les équipages et les vétérinaires et techniciens des antennes vétérinaires militaires - conseillers techniques - vers une meilleure gestion de la qualité des eaux à bord.

**14h45 : Le réseau de distribution d'eau potable de Ngaoundéré et son impact sur la qualité de l'eau de consommation ».** Kouiyé Gabin Jules. Université de Ngaoundéré (Cameroun), Gabin.jules@yahoo.com

La présente communication, fait état de la qualité de l'eau distribuée par le circuit formel dans les ménages de Ngaoundéré, qu'assure la Camerounaise Des Eaux (CDE). Elle met en exergue l'influence de son réseau de distribution d'eau, des modes de conservation, sur la qualité de ce précieux liquide de consommation. A partir des enquêtes de terrain, des entretiens et des observations directes, il a été possible de mener à bien les investigations relatives à cette problématique. Au regard des faits, force est de constater que les moyens de stockage et les conduites de distribution de l'eau aux populations de Ngaoundéré sont déjà vétustes. Par conséquent, ils ont une incidence notable sur la couleur, le goût et l'odeur de cette ressource vitale. Ces moyens sont essentiellement constitués de châteaux d'eau, des tuyaux de types fontes ductiles qui font office de canalisation depuis 40 ans aujourd'hui. Cependant, cette eau aux caractéristiques jugées parfois douteuses, constitue un véritable réservoir de dissémination des maladies hydriques. Les plus récurrentes sont : la fièvre typhoïde, la dysenterie amibienne, la schistosomiase et le choléra qui impactent la santé des populations. Ainsi, pour pallier cette situation, certains des ménages ont alors développé des méthodes variées de potabilisation. Elles sont entre autres constituées du filtre à eau, de l'utilisation de l'hypochlorite de sodium, du calcium, et de l'ébullition.

**Mots clés :** Camerounaise Des Eaux (CDE), Réseau de distribution d'eau, stockage, qualité, maladies hydriques, potabilisation, Ngaoundéré.

#### **Les grandes lignes à développer**

I- Présentation de la logistique de distribution d'eau : Les châteaux d'eau, le réseau maillé et ses conduites (canalisations et autres...)

II- Le traitement de l'eau de consommation et sa qualité dans les ménages

III- Qualité de l'eau et influence sur la santé des populations

IV- Des méthodes alternatives de potabilisation de l'eau

**15h15 : Développement de biofilms dans une cuve alimentée en eau potable : bilan après 7ans de suivi.** Lédion Jean<sup>1</sup>, Houzé Sandrine<sup>2</sup>, Menet Marie-Claude<sup>2</sup>. (1) AMVALOR, 151, boulevard de l'Hôpital 75013 Paris. (2) Faculté de pharmacie de Paris

Pendant une durée d'étude de 7 ans, les biofilms formés sur différents matériaux, dans une cuve alimentée en eau potable, ont pu être caractérisés à l'aide de différentes techniques d'analyse.

Les matériaux utilisés sont des tubes dans lesquels l'eau circule à l'intérieur, alors qu'elle est quasi-stagnante à l'extérieur. Ceux-ci ont été prélevés régulièrement, tout au long de la période de 7 ans, pour la caractérisation des microorganismes (par culture et/ou PCR, par spectrométrie MALDI-TOF), mais aussi de la fraction inorganique par spectrométrie infrarouge et de la topographie par microscopie électronique à balayage.

On a donc utilisé, pour chaque prélèvement, un élément tubulaire démontable de 10 cm de long, qui était placé en série et immergé dans la cuve, en faisant alterner un matériau inerte non nutritif (titane) et un matériau nutritif (tuyau

mixte PE/caoutchouc). On dispose bien ainsi d'un système où l'on peut comparer le biofilm formé en eau quasi stagnante (à l'extérieur des tubes) avec le biofilm formé sous écoulement (à l'intérieur des tubes). L'étude a été effectuée avec une eau, légèrement déchlorée par dégazage naturel, de très faible turbidité (0,15 NFU), de faible COT (0,5 mg.L<sup>-1</sup>) sans inoculation de microorganismes exogènes. Cela a permis de tirer un certain nombre de conclusions utiles pour la compréhension des phénomènes liés au développement du biofilm.

On a ainsi pu montrer que cette technique est pertinente pour obtenir rapidement des biofilms (moins de 2 mois), que les développements bactériens obtenus sont généralement induits par les bactéries autotrophes de l'eau, et que le dépôt de matières minérales est en synergie avec les développements biologiques. A court terme, l'écoulement de l'eau conduit à des biofilms beaucoup plus fournis que ceux obtenus en zone stagnante, mais à long terme l'écart tend à se résorber. En ce qui concerne la nature des matériaux, ceux qui sont considérés comme nutritifs (caoutchouc, PE,..) donnent des cinétiques de formation du biofilm plus rapides que ceux qui sont considérés comme inertes (aciers inoxydables, titane) ou bactériostatiques comme le cuivre. Mais à long terme (au-delà d'un an) les différences s'estompent.

D'autre part, les bactéries identifiées, varient beaucoup selon les divers milieux de culture utilisés, mais sont généralement les mêmes sur tous les matériaux. Cependant, la composante biologique ne se limite pas aux développements bactériens. Plusieurs espèces de champignons ont pu être mises en évidence ainsi que différentes amibes. En outre, divers autres parasites, sans doute d'origine aérienne, ont été retrouvés, à long terme, dans les biofilms (acariens, pollens, et c.)

On a aussi pu confirmer que les produits minéraux (généralement un mélange silicates/phosphates) sont pratiquement aussi importants en masse que la matière organique, et ce, dès le début de la formation du biofilm. Ils sont bien caractérisés (formule, cristallinité) grâce à la technique d'analyse par spectrométrie d'absorption infrarouge sur micropastilles.

Enfin, on a pu montrer que les biofilms formés sur le tuyau d'alimentation de la cuve (simple passage, sans déchloration) étaient les mêmes que ceux obtenus sur les tubes immergés avec recirculation de l'eau à l'intérieur du matériau. Cette dernière technique s'avère donc légitime pour obtenir un résultat rapide en matière de caractérisation des microorganismes présents et de la composante minérale.

**15h45 : PAUSE CAFE**

**16h15 : Relargage de certains métaux lourds dans l'eau de consommation humaine par les canalisations de distribution : étude de quelques échantillons de la région d'Alger.** *Bensemmane Radia*, Lanasri Sabrina, Hamaidi Zineb, Ksouri Djamila, Reggabi Mohamed, Hadjoudj Ouahiba. Laboratoire d'Hydrologie-Bromatologie du Département de Pharmacie de la Faculté de Médecine d'Alger. Laboratoire Central de l'Hôpital Ait Idir d'Alger