

Gestion durable de l'eau dans le bâtimen

Dossier de Martine LE BEC
September 2010

Grand équipement de recherche et innovation sur l'eau - Le 1er grand équipement scientifique et technique de recherche & innovation pour la gestion durable de l'eau dans le bâtimen, Aquasim / CSTB, a été inauguré à Nantes, le 17 septembre 2010. Cette plateforme de recherche et innovation unique en Europe, va concentrer son action sur trois domaines majeurs : le bâtimen & la ville durable, la santé et le soutien à l'innovation. H2o septembre 2010.

AQUASIM / CSTB

Premier grand équipement scientifique et technique de recherche & innovation pour la gestion durable de l'eau dans le bâtimen

Martine LE BEC photos Martine Le Bec & CSTB

H2o - septembre 2010

À

Les pouvoirs publics, à travers le Grenelle de l'Environnement, ont fait de la gestion du cycle de l'eau dans le bâtimen, une préoccupation centrale. Le Centre scientifique et technique du bâtimen - CSTB, accompagne les acteurs de la filière : les collectivités locales, les opérateurs urbains, les industriels et les maîtres d'œuvre, face à cet enjeu majeur qui concerne tout à la fois le bâtimen et la ville durables pour la maîtrise des consommations et les économies d'eau ; la maîtrise des risques pour la santé et la sécurité des personnes et le soutien à l'innovation et à la recherche & développement.

Unique en Europe, le grand équipement Aquasim / CSTB qui vient d'être inauguré à Nantes, est dédié à l'expérimentation en vraie grandeur et la simulation des phénomènes intervenant dans le cycle de l'eau au sein du système bâtimen-parcelle-environnement.

Aquasim / CSTB simule de façon réaliste et accélérée le cycle de l'eau au sein de ce système interactif regroupant la collecte des eaux, leur transport, leur traitement, leurs usages et leur restitution à l'environnement. Il reconstitue les principaux événements pouvant provoquer les défaillances, le vieillissement et les nuisances. À l'échelle du bâtimen Aquasim met en œuvre la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie, le recyclage des différentes eaux usées, la maîtrise des risques de prolifération de bactéries, etc. À l'échelle de la parcelle quartier-ville, il met en application la réponse hydraulique de la parcelle aux événements climatiques, le comportement des systèmes d'évacuation par temps de pluie, l'épuration des eaux usées en assainissement autonome, etc.À

À

À

Enjeux & Priorités

Aquasim / CSTB concentre son action sur trois enjeux majeurs, qui débouchent sur des recherches scientifiques ambitieuses :

Le bâti et la ville durable

La récupération des eaux de pluie ou la "gestion durable des eaux de pluie" avec notamment un programme de recherche, pour le département de l'Hérault, visant à explorer le potentiel d'utilisation de l'eau de pluie pour le département.

Le rôle du végétal dans le développement urbain durable avec un programme mis en œuvre en collaboration avec l'Institut de recherche en sciences et techniques de la ville - IRSTV, pour analyser notamment l'impact du végétal sur les performances énergétiques, acoustiques et thermiques des bâtiments.

La récupération d'énergie des eaux grises avec un banc d'essai conçu pour mesurer le potentiel de gain énergétique associé au recyclage des eaux grises.

La sécurité sanitaire des populations et la maîtrise des risques

Les risques sanitaires dans les réseaux intérieurs avec notamment une étude menée en partenariat avec l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail - ANSES, et l'Université de Poitiers sur la maîtrise du risque de légionnelles dans les réseaux d'eau chaude sanitaire.

La problématique des eaux usées avec une étude menée sur le recyclage des eaux usées pour des usages non potables, en partenariat avec l'École des Mines de Nantes, le Laboratoire de génie des procédés Environnement Agroalimentaire - GEPEA, et le CRTT - Centre de recherche et de transfert de technologie de Saint-Nazaire.

L'analyse des agents de perturbation endocrinienne dans l'eau.

Le soutien à l'innovation et à la R&D

La durabilité des matériaux dans les réseaux intérieurs avec notamment une collaboration avec Veolia, l'Université de

Rochelle et le Laboratoire d'Etudes des matériaux en milieux agressifs pour analyser le vieillissement des matériaux et développer des solutions innovantes en matière de robinetterie.

Les filières d'assainissement avec des activités de certification, recherche et développement (filières classiques, roseaux, micro-stations, etc.).

La récupération de calories des eaux usées avec des expérimentations permettant de réaliser des bilans matières (consommations d'eau froide et d'eau chaude sanitaire) sur une douche témoin et une douche équipée d'un dispositif de récupération de calories.

Expertises & moyens

Aquasim / CSTB réunit, sur un même site 15 ingénieurs et chercheurs et 11 techniciens, qui travaillent avec l'appui d'une soixantaine de personnes du département Hydraulique et équipements sanitaires du CSTB de Marne-la-Vallée, ainsi que 4 doctorants. Cette équipe regroupe des compétences et des expertises pointues dans des domaines variés et complémentaires : génie des procédés industriels de la chimie, génie industriel de l'environnement, chimie et microbiologie de l'eau, écologie des systèmes aquatiques continentaux, microbiologie fondamentale et appliquée, physico-chimie de l'environnement, traitement des eaux, automatismes, conception de produits industriels, mesures physiques, rhéologie et formulation des matériaux, maintenance industrielle, électromagnétique, etc.

Les différents essais biologiques et expérimentations menés sur le site s'inscrivent dans trois types d'approches scientifiques : l'approche intégrée, l'échelle pilote, la simulation numérique. Les mesures se font en grande nature, grâce à un ensemble de capteurs répartis sur les circuits intérieurs et extérieurs et renvoyant les données à un centre pilotage : le process est entièrement automatisé, informatisé et piloté par un système numérique de commande et de contrôle. Ce process a également conçu de manière à être évolutif et pouvoir s'adapter à des problématiques encore inconnues.

Des moyens d'analyse à la pointe de la technologie sont mis en œuvre au sein de divers laboratoires : un laboratoire d'analyse physico chimique des eaux (GC/MS, chromatographie ionique, spectrophotomètre UV, COTmètre...) ; un laboratoire d'analyse des polymères (DSC, ATG, spectroscopie IR...) ; un laboratoire magnétique et d'analyse métallographique (fraiseuse, traction/flexion, préparation des échantillons, microscope optique, IR, potentiostat...) ; un laboratoire de microbiologie (microbiologie traditionnelle, biologie moléculaire dont l'analyse des bactériales par PCR) en plus des analyses en ligne (pH, pression, température, conductivité).

Partenariats

Aux côtés de l'industrie du bâtiment et de l'industrie de l'eau (CIRSEE, Degrémont, Suez Environnement - Anjou Recherche, Veolia Eau), Aquasim / CSTB s'ouvre aux réseaux de chercheurs et aux laboratoires impliqués dans le domaine de l'eau. Il est intégré aux pôles de compétence Génie Civil et EMC2 (matériaux) de Loire-Atlantique et est un composant technique de l'Institut de recherche scientifique et technique de la ville. Outre son intégration dans le réseau universitaire et académique (GEPEA, École des Mines de Nantes - LEESU, École nationale des ponts et chaussées, etc.), il développe les liaisons scientifiques et techniques avec les établissements publics régionaux (LCPC-CEMAGREF), les centres techniques (CETIM), ainsi que les laboratoires européens (BRE Water Center au Royaume-Uni, KIWA aux Pays-Bas, l'Université d'Aix-la-Chapelle, DVGW en Allemagne). La majorité de ces partenaires sont, tout comme le CSTB, labellisés Carnot.

À

Financements

Dès la genèse du projet, l'État s'est montré partie prenante dans la réalisation de cet équipement, ainsi que les investisseurs privés tels que Suez Environnement et le Centre technique des industries marquantes - CETIM, qui ont monté des partenariats scientifiques avec le CSTB. Aquasim / CSTB bénéficiait également du soutien du Fonds européen de développement régional - FEDER, de la région Pays de la Loire et de Nantes Métropole.

Le budget d'investissement d'Aquasim / CSTB s'est élevé à 9,45 millions d'euros d'euros ainsi répartis.

Le financement Aquasim /CSTB est assuré par l'État à hauteur de 14 % - la région Pays de la Loire et Nantes Métropole 18 % - les partenaires industriels, 5 % - Europe FEDER, 30 % - le CSTB, 33 %.

Le CSTB supporte, pendant les trois premières années de fonctionnement de la plateforme, l'équipe scientifique associée et le budget fonctionnement, de l'ordre de 1,5 million d'euros annuels.

PROTEGER LES QUALITÉS ORGANOLEPTIQUES DE L'EAU

partenaire

Veolia

À

Les matériaux utilisés pour les réseaux d'eau peuvent avoir un impact sur le goût et l'odeur de l'eau qui y circule.

Aquasim / CSTB identifie les facteurs de risque et évalue l'influence des paramètres de conception et d'exploitation du réseau intérieur.

Pour identifier les facteurs du réseau qui vont du robinet au consommateur, les travaux sont réalisés : d'une part, sur la caractérisation physico-chimique des eaux ayant transité dans le réseau intérieur (type de matériau, temps de séjour etc.) ; et, d'autre part, par des analyses sensorielles permettant de décrire la qualité organoleptique de ces eaux.

Le traitement des données par une approche statistique, sur un banc d'essais à l'échelle 1, du réseau de type individuel et collectif, permettra de dégager l'impact des paramètres de conception et d'exploitation des réseaux d'eau froide sanitaire, sur l'apparition de goûts et d'odeurs de l'eau.

RENFORCER LA DURABILITÉ DES CANALISATIONS

partenaires

Veolia, Laboratoire d'étude des matériaux en milieux agressifs, Université de la Rochelle

À

La santé publique et la maîtrise de la qualité sanitaire de l'eau des réseaux intérieurs sont les enjeux majeurs pour les exploitants. Aquasim / CSTB étudie l'impact des stratégies d'exploitation des réseaux d'eau intérieurs sur la durabilité des canalisations.

Le maintien en conditions saines dans un réseau d'eau chaude implique des stratégies de traitement thermique et/ou chimique, lorsque ceux-ci ont un dimensionnement hydraulique adapté. Ces pratiques ne sont toutefois pas sans conséquences sur la durabilité des matériaux des canalisations.

Les travaux de thèse réalisées à Aquasim / CSTB visent à étudier l'impact : la mise en place d'essais de vieillissement accélérée à l'échelle 1, en mode dynamique, apporte des réponses fiables.

L'exploitant pourra alors s'appuyer sur ces simulations de comportement de ces réseaux, à moyen ou long termes pour pouvoir orienter ses choix de conception et ainsi adapter sa stratégie d'exploitation.

À

Â

OPTIMISER LE RECYCLAGE DES EAUX GRISES

partenaires

Laboratoire GEPEA, École des Mines de Nantes, CRTT de Saint-Nazaire

Â

Des solutions de recyclage des eaux grises existent. Elles se développent actuellement dans certaines zones arides ou très densément peuplées ; elles visent à pallier l'épuisement progressif de leurs réserves en eau. Aquasim / CSTB a le traitement des eaux grises par bioréacteur à membranes immergées, pour un recyclage à l'intérieur du bâtiment.Â

Les eaux recyclées peuvent être substituées à l'eau potable dans des applications pour lesquelles une moindre qualité est suffisante (les toilettes par exemple). Toutefois, parce que les performances des procédés de traitement sont peu connues, la réutilisation d'eau traitée à l'intérieur du bâtiment reste peu répandue.

Les travaux réalisés par Aquasim / CSTB et ses partenaires évaluent l'efficacité d'un bioréacteur à membranes immergées pour le traitement des eaux grises. Sont mesurées l'activité biologique et l'influence de certains paramètres opératoires sur les performances hydrauliques et épuratoires de ce procédé.

L'approche retenue permettra d'optimiser son fonctionnement afin d'obtenir une qualité d'eau satisfaisante pour les usages non potables.

Â

RÂ‰CUPÂ‰RER LES CALORIES DES EAUX GRISES

partenaire

SolenoveÂ‰nergie

Â

La production d'eau chaude sanitaire reprÃ©sente entre 15 et 35 % de l'Ã©nergie consommÃ©e. Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, les bÃ©timents rÃ©sidentiels de type basse consommation se gÃ©nÃ©ralisent. Aquasim / CSTB Ã©tudie le potentiel de rÃ©cupÃ©ration de calories sur les eaux grises grÃ¢ce Ã un banc de recherche innovant.

La consommation Ã©nergÃ©tique peut Ãªtre rÃ©duite grÃ¢ce Ã la valorisation des calories non utilisÃ©es et rejetÃ©es dans les eaux grises et ce, pour rÃ©chauffer l'eau froide alimentant le ballon d'eau chaude ou le robinet de douche.

Il est possible d'estimer le potentiel de rÃ©cupÃ©ration de calorie des eaux grises issues des douches en fonction des conditions d'usage :

- la tempÃ©rature de l'eau froide ;
- le volume et la tempÃ©rature de l'eau de douche ;
- le nombre de douches successives.

Le banc de recherche est instrumentÃ© pour rÃ©aliser des bilans matiÃ¨res (consommations d'eau froide et d'eau chaude sanitaire) sur une douche tÃ©moin et sur une douche Ã©quipÃ©e d'un dispositif de rÃ©cupÃ©ration de calories. Le gain Ã©nergÃ©tique peut alors Ãªtre estimÃ© pour diffÃ©rentes configurations de fonctionnementÂ (avec une Ã©conomie substantielle jusqu'Ã prÃ‰s de 50 % sur les coÃ»ts de consommation d'eau chaude sanitaire).

Ces travaux ont un double objectif : d'une part, mesurer le potentiel de rÃ©cupÃ©ration de calories sur les eaux grises, en estimant les gains Ã©nergÃ©tiques associÃ©s ; et, d'autre part, dÃ©montrer l'absence de risques sanitaires pour les diffÃ©rentes conditions de mises en œuvre des procÃ©dÃ©s.Â

Â

AMéliorer la performance des eaux usées

partenaires

Abas, Aliaxis, APC, Aquatris, AutoPure, Bionest, COC Environnement, Eloy Water, Graf, Kessel, Kingspan, Nassar, Premier Tech, Sebico, Neve Environnement, Phytoplus, Sotralentz, Stoc Environement, Veolia, Fib, Voisin, Envipur, Eparco, JPR Systems

À

La réglementation et la normalisation incitent à rechercher des solutions technologiques d'épuration des eaux adaptées aux maisons individuelles ou aux petites collectivités. Aujourd'hui, la plateforme d'épuration d'Aquasim / CSTB permet une approche de solutions à l'échelle 1 en conditions réelles ou contrôlées.

Destinés à la recherche et à l'évaluation (avis technique, marquage CE, etc.), ces travaux visent une meilleure protection des milieux naturels.

Aquasim / CSTB permet en un même lieu, de :

- reproduire les conditions hydrodynamiques rencontrées en sortie d'habitation ;
- évaluer les performances épuratoires en conditions normales ou sollicitantes à court, moyen ou long termes des systèmes d'épuration ;
- déterminer les conditions d'infiltration des eaux usées traitées en fonction de la nature des sols.

À

REPRODUIRE LA PLUIE DE MANIÈRE RAISONNÉE

À quipement

Aquasim / CSTB

À

Les essais d'infiltration nécessitent des périodes d'arrosage longues et régulières rarement fournies naturellement. Pour recréer ces conditions, Aquasim / CSTB utilise un générateur de pluie rationaliste.

Ce générateur est capable de reproduire un panel d'événements pluvieux : crachin, pluie faible, pluie forte, averse d'orage... La distribution granulométrique des gouttes ainsi générées est proche de la réalité et représentative des pluviométries naturelles.

Le "générateur de pluie" permet de reproduire, de manière accélérée, des périodes de précipitations sous forme de scénarios pouvant aller de quelques heures à plusieurs jours.

Cet outil a une utilité directe sur les toitures ou les plateaux végétalisés (étude du phénomène de lessivage des nutriments) ainsi que sur les parcelles d'infiltration ('phénomène de lixiviation).

Il peut également être utilisé dans la soufflerie climatique Jules Verne (l'autre équipement phare du site CSTB de Nantes) pour des études en conditions pluvieuses très précises.

À

À valuer la performance et la qualité dans DES CONDITIONS CLIMATIQUES EXTRÊMES

À quipement

Aquasim / CSTB

À

Aquasim / CSTB dispose d'un bassin climatique permettant de confronter des échantillons à des conditions climatiques imposées de température, pluviométrie et d'hygrométrie. Les applications de ce bassin climatique sont multiples :

- mesurer les performances des systèmes de traitement des eaux usées sous des climats et/ou des types de sols différents ;
- étudier le comportement des puits canadiens (performances, risques microbiens) ;
- tester les structures alvéolaires de réservoirs enterrés de stockage d'eaux pluviales sous conditions contrôlées ;
- simuler les conditions climatiques extrêmes pour divers dispositifs (filtration assainissement, traitement, toitures végétalisées, etc.).

Performances :

- température de l'eau de 5 à 30 °C ;
- plage de température de la lame d'air au dessus de l'eau entre 3 et 30 °C ;
- hygrométrie de 30 à 80 % HR suivant les températures.

À

LES AUTRES BANCS D'ESSAIS

À

Satisfaire au mieux les attentes des consommateurs en eau adoucie - Le calcaire est la cause majeure de malcontentement des utilisateurs. L'adoucissement collectif de l'eau limite les problèmes domestiques liés à ces dépôts, mais peut dégrader leurs matériaux. Les études menées visent à résoudre ce problème :

-
Les travaux de recherche et de développement identifient les différentes qualités d'eau contribuant à la protection des canalisations, notamment en limitant le phénomène de corrosion. Ainsi, la mise en place d'un banc de vieillissement des matériaux permet de suivre, en continu, la qualité de l'eau et d'associer à celle-ci l'évolution des dépôts formés à la surface des canalisations.

-
Sur les résultats de cette étude, les filières de traitement et leurs conditions d'exploitation pourront être adaptées pour produire une eau qui répond aux attentes des utilisateurs vis-à-vis de la dureté de l'eau au robinet, tout en contrôlant la corrosion du réseau de distribution.

Ces travaux sont menés en partenariat avec Suez Environnement.

Augmenter la durée de vie de la robinetterie sanitaire - L'utilisation de matériaux de synthèse, notamment thermoplastiques, dans la robinetterie sanitaire ne cesse de progresser alors que le comportement de ces accessoires à long terme, en conditions de service, est peu connu. Le développement d'outils et de protocoles simulant le vieillissement accéléré en mode dynamique des accessoires en polymère des installations d'eau, permettra d'évaluer les produits finis (en taille réelle, dans un temps réel, la durabilité de ces équipements de robinetterie).

Les résultats de cette étude permettront aux industriels de la robinetterie sanitaire et bâti de mieux apprécier la conception de leurs produits, grâce à une meilleure compréhension des éventuels mécanismes de vieillissement, et d'estimer la durée de vie des composants plastiques utilisés en eau chaude.

Ces travaux sont réalisés en partenariat avec le Centre technique des industries mécaniques et les industriels de la robinetterie sanitaire.

Maîtriser la migration de constituants de matériaux dans les réseaux intérieurs - Les matériaux utilisés dans les installations fixes de production et de distribution d'eau pour la consommation humaine ne doivent pas, en principe altérer la qualité sanitaire ni les propriétés intrinsèques. Aquasim / CSTB étudie la migration des constituants des réseaux intérieurs qui véhiculent l'eau pour la consommation humaine. Ses travaux de recherche visent à mettre au point un protocole d'essais pour :

- valuer en mode dynamique les migrations dans l'eau des produits d'attachement (colles et adhésifs) des assemblages métalliques ;

- valider les méthodes d'extraction appropriées pour tenir compte des substances migrantes ;

- conduire des études de rapportabilité et de cinétique de migration, pour une substance donnée ;

- proposer une méthode permettant d'obtenir une preuve de conformité sanitaire des produits d'attachement, le système d'attestation de conformité sanitaire n'étant pas applicable en l'état pour ce faire.

Ces travaux sont réalisés en partenariat avec la Direction générale de la santé du ministère de la Santé et des Sports.

Maîtriser le risque légionnelles - La légionellose est une maladie mortelle pour 15 à 20 % des sujets atteints ; elle est causée par les bactéries du genre Legionella, qui rencontrent des conditions de croissance idéales dans les réseaux

d'eau chaude sanitaire (RESCS). Pour évaluer l'efficacité des traitements anti-légionnelles, Aquasim /CSTB utilise un banc d'essais reproduisant un RECS à échelle réelle. Les objectifs des travaux de recherche menés sur le banc d'essais ALPHEO sont :

- étudier le consortium microbien associé aux légionnelles dans le biofilm des RECS ;

- observer la dynamique des populations de légionnelles, après une étape de désinfection ;

- approfondir les connaissances sur les amibes, hôtes des légionnelles, dans le biofilm au sein des RECS.

Ces recherches permettront de proposer un protocole d'évaluation des procédures de désinfection anti-légionnelles et développer des indices biologiques permettant d'anticiper le risque sanitaire.

Ces travaux sont conduits en partenariat avec l'Agence nationale de sécurité sanitaire, le CIRSEE (Suez Environnement) et l'Université de Poitiers.

Vérifier les performances environnementales d'un mur végétal - La végétalisation des bâtiments est peu développée bien qu'elle soit utilisée depuis longtemps. Elle contribue néanmoins à la sauvegarde de l'environnement. Aquasim / CSTB vérifie l'interaction climat / produit / support et étudie différentes techniques de végétalisation. Deux murs expérimentaux pour végétaux sont installés :

À un mur vertical, équipé d'un système de récupération des eaux pluviales. Il est constitué de 48 alvéoles permettant l'installation de caissons de mesures hygrométriques, températures notamment ;

un mur horizontal, orienté ouest, pour faire des essais à l'échelle 1 avec le climat "nantais".

Aquasim / CSTB participe au développement de protocoles expérimentaux pour vérifier les performances énergétiques acoustiques, thermiques de cette technique, mais également les qualités d'eau rejetées, la résistance des végétaux suivant les types d'eaux, les expositions ou les pluviométries.

Ces travaux sont expérimentés en partenariat avec Urban Garden.

À

Générer un lien social indit par la recherche scientifique

Les recherches poursuivies par Aquasim / CSTB induisent des besoins en eau importants. L'organisme s'est donc associé au Service d'aide par le travail, ESAT Tournièvre Services, pour créer une blanchisserie employant sur le site des personnes en situation de handicap. Les eaux usées de cette blanchisserie sont récupérées et mélangées aux eaux de douches pour alimenter les bancs expérimentaux dédiés à la réutilisation des eaux grises.