

Les dix ans de MocopÃ©e

La seconde Ã©dition du colloque MocopÃ©e, programme de recherche coordonnÃ©e par le SIAAP, l'UTC et l'INRAE, s'est tenue le 26 mars Ã la CitÃ© de l'Eau et de l'Assainissement de Colombes (Hauts-de-Seine) oÃ¹ le SIAAP dispose de l'une de ses six usines de traitement. L'Ã©vÃ©nement a rassemblÃ© plus de 250 scientifiques et opÃ©rateurs des services d'eau et d'assainissement. H2o avril 2024.Â

LES DIX ANS DE MOCOPÃ‰E

MOdÃ©lisation, ContrÃ’le et Optimisation des ProcÃ©dÃ©s d'Ã‰puration des Eaux

La seconde Ã©dition du colloque MocopÃ©e, programme de recherche coordonnÃ©e par le SIAAP, l'UTC et l'INRAE, s'est tenue le 26 mars Ã la CitÃ© de l'Eau et de l'Assainissement de Colombes (Hauts-de-Seine) oÃ¹ le SIAAP dispose de l'une de ses six usines de traitement. L'Ã©vÃ©nement a rassemblÃ© plus de 250 scientifiques et opÃ©rateurs des services d'eau et d'assainissement autour de FranÃ§ois-Marie Didier, prÃ©sident du SIAAP, Claire Rossi, directrice de l'UTC et Nathalie Touze, prÃ©sidente du centre INRAE ÃŽle-de-France. InitiÃ© en vue de promouvoir un assainissement performant et durable, le programme MocopÃ©e fÃªtait en mÃªme temps ses dix ans d'existence et le lancement de sa phase III, orientÃ©e vers le dÃ©ploiement industriel.

Martine LE BEC

illustrations SIAAP

H2o - avril 2024

Â

MocopÃ©e (MOdÃ©lisation, ContrÃ’le et Optimisation des ProcÃ©dÃ©s d'Ã‰puration des Eaux) a Ã©tÃ© crÃ©Ã©e en 2014 par interdÃ©partemental pour l'assainissement de l'agglomÃ©ration parisienne (SIAAP) en partenariat avec l'UniversitÃ© de Technologie de CompiÃ¨gne (UTC) et l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE). Ses objectifs sont d'accroÃ®tre la maÃ®trise et le niveau d'optimisation des filiÃ¨res de traitement, de progresser sur les questions relatives au vieillissement des ouvrages et d'accompagner l'adaptation de l'usine d'Ã‰puration aux enjeux de la transition Ã©cologique et Ã©nergÃ©tique du territoire francilien.

MocopÃ©e s'inscrit dans la dÃ©marche innEAUation portÃ©e par le SIAAP et ses partenaires scientifiques et techniques avec pour ambition de transformer les rÃ©sultats scientifiques en solutions opÃ©rationnelles pour les exploitants des usines de traitement des eaux usÃ©es.

L'effort d'innovation porte aujourd'hui sur les pratiques d'exploitation et de maintenance des systèmes industriels. Les fruits de la R&D doivent notamment permettre d'accroître la maîtrise et le niveau d'optimisation des filières de traitement, de progresser sur les questions relatives au vieillissement des ouvrages, et d'accompagner le changement de rôle de l'usine d'épuration, aujourd'hui rôle de dépollution, demain rôle de transformation de matière. Le programme recouvre quatre thématiques : 1. la métrologie et le traitement du signal ; 2. la modélisation et le pilotage des procédés d'épuration ; 3. la préservation de l'intégrité des systèmes de transport et de traitement ; 4. les concepts innovants dans le domaine du traitement des eaux usées (recherche amont, valorisation des ressources, dimension prospective).⁴

LA DÉMARCHE

Transformer les résultats scientifiques en solutions opérationnelles

Deux zones dites innEVation ont été créées sur l'usine Seine Aval du SIAAP afin de mettre à l'épreuve du terrain des solutions scientifiquement matures. Ces zones permettent aussi d'acquérir des données, de tester des méthodes et des innovations dans des conditions industrielles, avec des matrices réelles, dans des situations d'exploitation du quotidien.

C'est ainsi qu'est étudié, par exemple, le vieillissement des membranes utilisées pour le traitement des eaux usées. Plusieurs usines du SIAAP dont celle de Seine Aval sont équipées de bioréacteurs à membranes. Au total, les deux sites équipés totalisent 650 000 mètres carrés de surfaces membranaires, représentant un investissement de 80 millions d'euros pour une durée de vie relativement courte puisque de 5 à 10 ans. Pour garantir la gestion optimisée des ouvrages, des travaux de recherche ont été entrepris afin d'étudier le vieillissement de ces membranes et optimiser leur durée de vie. Le prototype industriel a été développé en partenariat avec le Laboratoire de gécologie chimique (LGC, CNRS/INP/Université Toulouse III), l'INRAE et les sociétés Polymem et Arkema. Il permet de projeter sur une période de 12 mois le comportement des membranes sur une durée de vie de 10 ans. Le pilote permet par ailleurs de tester des membranes innovantes qui pourraient s'avérer plus performantes.⁵

Une autre zone innEVation est dédiée à l'évaluation et la modélisation des émissions de protoxyde d'azote. Produit lors des étapes de traitement biologique par biofiltration, le protoxyde d'azote (N₂O) contribue de manière significative aux émissions de gaz à effet de serre de la filière de traitement de l'eau. Comprendre les mécanismes à l'origine de son apparition et préciser les conditions opératoires favorisant sa production est donc crucial pour mettre en place une stratégie de limitation. Le prototype installé en partenariat avec l'INRAE vise à reproduire le fonctionnement d'un biofiltre à échelle industrielle et à dresser une cartographie précise des émissions en fonction des pratiques d'exploitation. Ces données alimenteront un modèle mathématique estimant les émissions en fonction des conditions d'exploitation. Ce modèle d'aide à la décision permettra, à terme, d'objectiver les choix d'exploitation selon un ensemble de critères qu'ils soient économiques, environnementaux ou de performance.

LA MÉTHODE

recherche > pré-déploiement > déploiement

L'analyse opérationnelle de la programmation scientifique - Chaque année, les actions du programme Mocope sont systématiquement analysées. Cette première phase vise à recenser les différentes solutions développées puis à évaluer précisément leur maturité scientifique et technique, la complexité ainsi que le coût de mise en œuvre sur un site opérationnel. L'objectif est de sélectionner des solutions suffisamment matures pour

Le prÃ©-dÃ©ploiement de la solution innovante sur site industriel - Cette deuxiÃ¨me de phase de prÃ©-dÃ©ploiement sur site industriel a deux objectifs. Elle permet de tester la solution in situ et de valider son utilisation via des essais techniques. Cette phase est pilotÃ©e par la Mission Mutations Technologiques (MMT) en lien avec la direction Innovation du SIAAP. La MMT est implantÃ©e sur les sites opÃ©rationnels et s'appuie sur un rÃ©seau de rÃ©fÃ©rents aptes Ã garantir l'opÃ©ration du programme. Cette Ã©tape permet Ã©galement d'Ã©valuer en parallÃ¨le le cadre juridico-administratif comme les questions de propriÃ©tÃ© intellectuelle ou encore les compÃ©tences ou formations nÃ©cessaires Ã l'utilisation de la solution afin d'anticiper au mieux sa mise en œuvre.

Le dÃ©ploiement industriel - Sur la base des retours d'expÃ©riences techniques et juridico-administratifs, un arbitrage est rÃ©alisÃ©. Les solutions jugÃ©es pertinentes pourront alors Ãªtre dÃ©ployÃ©es sur l'ensemble des sites industriels.

"La dÃ©marche engagÃ©e par le SIAAP et ses partenaires scientifiques pour transformer les idÃ©es innovantes en solutions opÃ©rationnelles, est inÃ©dite. La force de cette dÃ©marche tient Ã sa dimension collective et Ã son ancrage dans le paysage opÃ©rationnel", dÃ©clare Vincent Rocher, directeur dÃ©lÃ©guÃ© Innovation, StratÃ©gie et Environnement.Â

EXEMPLES CONCRETS

Deux exemples concrets issus de la recherche scientifique du SIAAP et de ses partenaires ont Ã©tÃ© prÃ©sentÃ©s au colloque.Â

Mise en place d'une unitÃ© de dÃ©sinfection des eaux usÃ©es par acide performique en vue de la baignade en Seine - Au sein de MocopÃ©e, une action de recherche a Ã©tÃ© lancÃ©e entre 2017 et 2019 pour Ã©tudier les solutions innovantes visant rÃ©duire les concentrations bactÃ©riennes dans les rejets d'usine d'Ã©puration, en particulier la dÃ©sinfection par utilisation d'acide performique. Pendant trois ans, cette Ã©tude impliquant prÃ¨s d'une vingtaine de chercheurs a permis de vÃ©rifier les performances de dÃ©sinfection de la solution, ainsi que son innocuitÃ© environnementale. Ces travaux ont ainsi Ã©clairÃ© les choix des dÃ©cisionnaires en termes de dÃ©sinfection des rejets. ConcrÃ¨tement, ils se sont traduits par la construction d'une unitÃ© de dÃ©sinfection par acide performique sur l'usine Seine Valenton (Val-de-Marne). Celle-ci est opÃ©rationnelle depuis juin 2023.

DÃ©sinfection des eaux usÃ©es par injection d'acide performiqueÂ - Obtenu par rÃ©action entre eau oxygÃ©nÃ©e et acide formique, le procÃ©dÃ© permet de dÃ©sinfecter les rejets des usines d'Ã©puration.

Dans le cadre de la programmation scientifique innEVation plus de 15 chercheurs ont menÃ© des expÃ©riences pendant 3 ans en laboratoire et Ã l'Ã©chelle industrielle sur l'usine de Seine Valenton avec des rÃ©sultats trÃ¨s concluants. Elles ont permis de montrer une efficacitÃ© supÃ©rieure aux autres dÃ©sinfectants chimiques Ã faible dose pour l'Ã©limination des bactÃ©ries indicatrices fÃ©cales avec une disparition rapide du dÃ©sinfectant dans le milieu. Ces Ã©tudes ont Ã©galement dÃ©montrÃ© son absence d'effets sur l'environnement (faune et flore).

Â

PrÃ©-dÃ©ploiement de la sonde FluocopÃ©e - Pour garantir un traitement des eaux usÃ©es optimal, il est indispensable de pouvoir Ã©valuer la charge polluante Ã travers la demande chimique en oxygÃ¨ne (DCO) et la demande biologique en oxygÃ¨ne (DBO). La direction Innovation du SIAAP et le Laboratoire Eau Environnement et SystÃmes urbains (LEESU, Ã‰cole des Ponts ParisTech/UniversitÃ© Paris-Est CrÃ©teil) ont collaborÃ© pour dÃ©velopper un capteur utilisant la fluorescence 3D pour quantifier et qualifier la matiÃ¨re organique prÃ©sente dans l'eau. Six annÃ©es de travail collaboratif ont ensuite Ã©tÃ© nÃ©cessaires pour passer du concept Ã un prototype adaptÃ© Ã une utilisation industrielle. L'intÃ©rÃ©t opÃ©rationnel de ce capteur FluocopÃ©e rÃ©side dans la possibilitÃ© de mesurer, *in situ* et Ã haute frÃ©quence, la DCO et la DBO en 4 minutes, lÃ¶s les mesures en laboratoire sont chronophages, de deux heures Ã cinq jours. Depuis 2022, la sonde est testÃ©e par la MMT sur l'usine Seine Aval avec l'objectif de perfectionner le prototype pour ensuite l'industrialiser. Un brevet a Ã©tÃ© dÃ©posÃ©. Le SEDIF (Syndicat des Eaux d'ÃŽle-de-France) a lui-mÃªme installÃ© deux prototypes sur ses prises d'eau Ã Choisy-le-Roi et Neuilly-sur-Marne, cette fois donc pour mesurer la matiÃ¨re organique dans la ressource en eau utilisÃ©e pour la production d'eau potable. â—,

La sonde FluocopÃ©e analyse en temps rÃ©el et Ã haute frÃ©quence les diffÃ©rentes formes de matiÃ¨re organique prÃ©sente dans l'eau. TestÃ©e au prÃ©alable Ã Seine Aval afin de mieux caractÃ©riser la charge de pollution dans les eaux usÃ©es et adapter les procÃ©dÃ©s de traitement, la sonde va dÃ©sormais Ã©galement utilisÃ©e pour les eaux de surface et la production d'eau potable.

ResSources

innEAUvation - actualitÃ© de la recherche au SIAAP

EngagÃ© dans le cadre du projet SIAAP 2030, le processus innEAUvation vise Ã : 1. Placer les sujets industriels au coeur de la programmation scientifique pour mener les actions de recherche avec/et sur les sites industriels ; 2. Permettre l'accÃ“s aux avancÃ©es scientifiques par leur dÃ©clinaison en outils experts mobilisables dans le cadre d'Ã©tudes ; 3. Permettre l'accÃ“s aux avancÃ©es scientifiques par leur dÃ©clinaison en outils opÃ©rationnels (pratiques innovantes, solutions mÃ©tropolitaines et solutions numÃ©riques), transfÃ©rables sur les sites industriels ; 4. Permettre l'accÃ“s Ã la connaissance scientifique par la diffusion de documents Ã visÃ©e opÃ©rationnelle et l'organisation de manifestations dÃ©diÃ©es au partage et Ã la discussion autour de la programmation scientifique et de son opÃ©rationnalitÃ©.

Colloque MocopÃ©e - prÃ©sentations de la journÃ©e du 26 mars

Ouvrage - Innover dans les pratiques de maintenance et d'exploitation pour l'assainissement de demain. Â Enseignements scientifiques et techniques de la phase II du programme MocopÃ©e (2018-2022), paru aux Ã‰ditions Johannet (2023) Â

Les Fiches innEAUvation

#1 DÃ©sinfecter les eaux usÃ©es par acide performique - Performance et innocuitÃ© environnementale #2 La Seine face Ã un dysfonctionnement du systÃme d'assainissement francilien - Retour sur l'incendie Ã l'usine Seine Aval le 3 juillet 2019 #3

Le protoxyde d'azote en usine d'Assémentation : des mécanismes d'apparition aux stratégies de limitation #4 Evolution des populations piscicoles sur les grands axes franciliens