Commission européenne

Results Pack CORDIS sur l'innovation dans le secteur de l'eau

Une collection thématique des résultats de la recherche et de l'innovation financées par l'UE

Janvier 2020

Des solutions technologiques innovantes pour assurer la sécurité de l'eau actuelle et future en Europe

Recherche et innovation

Table des matières

3
Une solution locale adaptable, évolutive et économique pour la prévention des inondations en milieu urbain

5
L'analyse rapide et flexible de l'eau fait sensation dans l'industrie

7
Conception d'une solution complète de recyclage
des eaux usées pour l'industrie textile

9
Des technologies électrochimiques microbiennes pour traiter les eaux usées et produire de l'eau potable

11
Une irrigation à «énergie zéro» et à faible consommation d'eau pour l'agriculture

13
Des données satellitaires garantissent un flux régulier de ressources en eau

15
Vers la neutralité énergétique dans le traitement
des eaux usées à l'aide de technologies actuelles

17
Réduire la pénurie d'eau grâce à la restauration des aquifères souterrains pollués

19
La solution céramique offre des possibilités pour le recyclage des eaux usées

21
Des solutions pour les régions côtières en situation
de stress grâce aux eaux souterraines

Éditorial

Des solutions technologiques innovantes pour assurer la sécurité de l'eau actuelle et future en Europe

L'eau est l'essence de la vie et son abondance constitue un élément essentiel dans un environnement sain. Avec le changement climatique qui menace les ressources en eau à travers le monde, le maintien d'un approvisionnement en eau stable pour la consommation des humains et des écosystèmes constitue, dans l'ensemble, une préoccupation majeure, et de nouvelles solutions technologiques doivent donc être rapidement développées et mises en œuvre. Ce Results Pack CORDIS se concentre sur 10 projets financés par l'UE dont c'est justement l'objectif.

L'eau est une condition préalable à la vie humaine, animale et végétale, ainsi qu'une ressource indispensable pour l'économie. L'eau joue également un rôle fondamental dans le cycle de régulation du climat. Toutefois, face à la menace d'étés de plus en plus chauds et secs en raison du changement climatique, les inquiétudes grandissent quant à la durabilité de l'approvisionnement en eau et à la facilité d'en reconstituer les réserves. Bien que la pénurie constitue un problème dans certaines régions, le changement climatique peut également provoquer des inondations susceptibles d'endommager gravement l'environnement urbain et rural.

Une action coordonnée de l'UE

Les institutions européennes se sont engagées à assurer la sécurité future de l'Europe en matière d'eau. Il s'agit d'un défi dépassant véritablement les frontières nationales et qui ne peut être résolu par un seul pays. Un effort coordonné est donc nécessaire pour garantir une protection efficace des ressources en eau de l'UE.

D'un point de vue législatif, la directive-cadre sur l'eau de l'UE est la pierre angulaire de la politique de l'UE en matière de protection des eaux, et engage l'ensemble des États membres à protéger ainsi qu'à mettre en valeur leurs ressources en eau douce, dans le but de garantir le bon état des eaux de l'UE. Son champ d'action ne se limite pas seulement aux lacs, aux rivières et aux eaux souterraines, et s'étend jusqu'aux eaux de transition et aux eaux côtières. Les principaux outils de mise en œuvre de la directive sont les plans de gestion des bassins hydrographiques (RBMP) et les programmes de mesures, préparés tous les six ans.

La législation de l'UE relative à l'eau a été examinée en 2019. Des évaluations ont été réalisées en ce qui concerne la directive-cadre sur l'eau, ses directives connexes et la directive relative aux inondations, ainsi que la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires. La recherche et l'innovation viennent appuyer la mise en œuvre de ces directives.

Stimuler l'innovation dans le secteur de l'eau grâce aux progrès technologiques

Cependant, l'action politique, toute importante qu'elle soit, ne suffit pas. L'Europe doit se tourner vers l'innovation pour mettre au point des méthodes nouvelles et révolutionnaires garantissant la sécurité de son eau ainsi qu'un approvisionnement suffisant pour tous. Ce Results Pack couvre 10 de ces projets financés par l'UE, chaque projet apportant des solutions ambitieuses et des idées innovantes.

Ces projets contribuent à la réduction du stress et de la pollution hydriques, en améliorant la valorisation de l'eau et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le secteur de l'eau. Ils encouragent également la réutilisation de l'eau et des ressources. Par ailleurs, leurs objectifs s'inscrivent dans la stratégie et les priorités proposées par la nouvelle présidente de la Commission européenne, Ursula von der Leyen, dans le cadre du Pacte vert européen, du nouveau plan d'action en faveur de l'économie circulaire et de l'ambition «zéro pollution».

Une solution locale adaptable, évolutive et économique pour la prévention des inondations en milieu urbain

Les efforts de prévention des inondations urbaines ont souvent généré des systèmes coûteux et complexes basés sur des prévisions de précipitations souvent inexactes. Une nouvelle approche permet davantage d'agilité pour un investissement moindre.

© ChiccoDodiFC, Shutterstock

Il existe différents systèmes d'assainissement en temps réel (RTC) dans les villes européennes. Ces systèmes comprennent des réseaux de capteurs et du matériel de contrôle. Les décisions de contrôle sont centralisées, pilotées par les modèles de réseau et les données de précipitations obtenues par radar. Ces systèmes sont onéreux et nécessitent des niveaux élevés d'expertise.

Le projet CENTAUR (Cost Effective Neural Technique for Alleviation of Urban Flood Risk), financé par l'UE, a mis au point un système autonome et décentralisé, prêt à être commercialisé. CENTAUR a montré qu'il était possible d'obtenir une protection supplémentaire contre les inondations urbaines avec les réseaux de canalisations existants.

Contrôles intelligents pilotés par les données

Le système CENTAUR fonctionne en installant un dispositif de contrôle de flux (FCD) en amont d'un site d'inondation dans

CENTAUR étant basé sur des données, les décisions de contrôle de flux sont prises en fonction de mesures réelles des niveaux d'eau sur le site sujet aux inondations et en amont du dispositif de contrôle de flux et non sur des prévisions de modèle incertaines, comme dans les systèmes RTC à grande échelle précédents.

une section du réseau de drainage qui aurait une capacité disponible si le réseau en aval était inondé. Le FCD est directement intégré dans un regard existant et utilise des communications sans fil pour répondre de manière dynamique aux mesures de niveau d'eau dans le système de drainage local.

Le système de surveillance du niveau d'eau identifie les niveaux d'eau élevés dans un site sujet aux inondations et la capacité disponible en amont. L'algorithme de fonctionnement peut alors prendre la décision de fermer le FCD et de stocker de l'eau, réduisant ainsi le débit, et donc le niveau de l'eau, à l'emplacement le plus propice aux inondations, ce qui réduit les risques d'inondation.

Comme le système de communication est alimenté par l'énergie solaire et peut être connecté à une infrastructure à proximité, comme des lampadaires, il est très agile et peut être déployé rapidement. Par-dessus tout, le système CENTAUR peut être opérationnel sans modification structurelle du système de drainage et d'égout existant.

Comme l'explique Simon Tait, coordinateur du projet, «Les zones urbaines peuvent bénéficier d'une protection supplémentaire contre les inondations sans avoir à construire de nouvelles structures coûteuses, comme des réservoirs de stockage. Le fonctionnement étant local, les interventions peuvent être mises en place avec des moyens financiers limités et plus rapidement, sans attente de capitaux importants ni autorisation administrative pour une nouvelle construction». «Un autre avantage majeur de la technologie réside dans sa conception autonome qui permet de l'adapter de manière à couvrir des sites dont l'exposition aux inondations augmente au sein d'un réseau. Chaque système fonctionnant de manière autonome, ils ne dépendent pas les uns des autres, contrairement aux approches RTC existantes qui optimisent fréquemment les performances de tout un système.

«CENTAUR étant basé sur des données, les décisions de contrôle de flux sont prises en fonction de mesures réelles des niveaux d'eau sur le site sujet aux inondations et en amont du dispositif de contrôle de flux et non sur des prévisions de modèle incertaines, comme dans les systèmes RTC à grande échelle précédents», explique le professeur Tait.

Le pilote à Coimbra (Portugal) et le démonstrateur à Toulouse (France) ont prouvé que la technologie fonctionnait. Dans le projet pilote de Coimbra, plus de 60 tempêtes ont été contrôlées et le débit et la profondeur en aval ont été réduits de 37 % et 19 % respectivement. Le démonstrateur de Toulouse collecte toujours des données et ses performances sont en cours d'évaluation.

Une flexibilité pour une mise en œuvre étendue

CENTAUR contribue directement à répondre aux exigences de la directive de l'UE relative aux inondations et au tableau de bord de visualisation Web du système offrant aux services publics de l'eau la possibilité de montrer comment le système protège les citoyens et la propriété.

De plus, à l'avenir, le contrôle dynamique local des réseaux d'égouts permet de contrôler les rejets intermittents de trop-pleins d'égouts combinés dans les cours d'eau, en soutenant la mise en œuvre de la directive sur le traitement des eaux urbaines résiduaires et de la directive-cadre sur l'eau.

«Souvent, dans les zones urbaines, lorsque les systèmes de drainage et d'égout sont défaillants, les mêmes propriétés sont inondées à plusieurs reprises. La solution CENTAUR, rapide et rentable, permet désormais d'offrir une protection efficace contre les inondations aux sites où seuls un petit nombre de propriétés sont inondées», a ajouté le professeur Tait.

Les PME partenaires de CENTAUR ont commencé à commercialiser le système du projet à un prix cible inférieur à 100 000 EUR, quand un petit système RTC centralisé coûte plus d'un million d'euros. L'équipe cherche actuellement à étudier l'utilisation du système CENTAUR à plusieurs endroits dans un réseau d'égout ou de drainage pour un contrôle flexible et adaptable sur une vaste zone. Elle étudie également l'utilisation de CENTAUR pour une meilleure gestion des trop-pleins d'égouts combinés afin de réduire l'impact sur les eaux réceptrices et étudier l'impact de la manipulation des flux du réseau d'égout sur la réduction des coûts de pompage et de traitement (en énergie et produits chimiques) dans les stations de traitement des eaux usées.

PROJET
CENTAUR – Cost Effective Neural Technique for Alleviation of Urban Flood Risk

COORDONNÉ PAR
Université de Sheffield au Royaume-Uni

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
sheffield.ac.uk/centaur

L'analyse rapide et flexible de l'eau fait sensation dans l'industrie

Le projet CYTO-WATER financé par l'UE a développé un système d'analyse sur site innovant capable de détecter rapidement la présence de différents micro-organismes dans l'eau.

© CYTO-WATER

Le processus analytique, qui dure moins de deux heures, a été validé pour la détection des micro-organismes *Legionella* et *Escherichia coli*, mais peut facilement être adapté pour détecter d'autres micro-organismes. Une détection rapide signifie que des mesures décisives peuvent être prises, ce qui constitue un élément déterminant pour garantir qu'une épidémie potentielle peut être maîtrisée.

«Les maladies infectieuses causées par des micro-organismes constituent le risque pour la santé associé à l'eau, à la boisson et au bain le plus courant et le plus répandu», explique le directeur technique du projet, le Dr Vicente Catalan, de Labaqua en Espagne.

«La réduction des risques de maladies d'origine hydrique améliorera la réputation et la compétitivité d'entreprises comme les sociétés de distribution d'eau, les hôtels, les industries de l'alimentation et des boissons et les usines de produits chimiques».

Des résultats rapides

La nouvelle plate-forme fonctionne en concentrant automatiquement un échantillon d'eau et en étiquetant automatiquement chaque micro-organisme en cours d'examen. Avec un cytomètre d'imagerie à fluorescence, chaque micro-organisme spécifique marqué dans l'échantillon est détecté et comptabilisé. «Ce

cytomètre d'imagerie fonctionne comme une sorte de microscope sans lentille qui identifie la présence d'un microorganisme en fonction de la fluorescence émise», explique le Dr Catalan.

L'un des principaux avantages du système réside dans la possibilité de le déployer sur site, ce qui évite l'envoi d'échantillons au laboratoire et l'attente des résultats qui peut prendre plusieurs jours. Dans le cas de *Legionella*, les méthodes traditionnelles basées sur l'isolation de cultures peuvent prendre jusqu'à 12 jours, tandis que la plateforme CYTO-WATER (Integrated and portable image cytometer for rapid response to *Legionella* and *Escherichia coli* in industrial and environmental waters) fournit des résultats concluants en à peine deux heures. «Il s'agit d'un avantage déterminant dans le diagnostic rapide des menaces à la qualité pour les eaux environnementales et industrielles», déclare le Dr Catalan.

Les résultats obtenus dans la détection de Legionella et E. coli démontrent les capacités techniques du système.

Autre avantage: chacun des trois modules impliqués dans l'échantillonnage, l'étiquetage et le comptage des agents pathogènes peut être vendu individuellement, ouvrant ainsi un marché potentiellement beaucoup plus vaste. Le module d'étiquetage automatique, par exemple, peut être adapté à un flux de travail de laboratoire pour différents secteurs comme les hôpitaux ou les universités.

«CYTO-WATER est une plate-forme universelle qui s'applique à tous les micro-organismes d'origine hydrique», souligne le Dr Catalan. Le potentiel est immense, de la surveillance de *Pseudomonas* et de *Mycobacterium* en milieu hospitalier à la détection des altérations et des agents pathogènes dans les usines de produits alimentaires et de boissons».

Des spécifications élevées

Pour en arriver là, l'équipe du projet CYTO-WATER a dû résoudre un certain nombre de défis techniques clés. Par exemple, les échantillons d'eau doivent être concentrés pour améliorer la détection des agents pathogènes et le cytomètre d'imagerie doit être suffisamment sensible et robuste pour respecter des normes réglementaires strictes. Différents modules de la plateforme ont été adaptés et validés individuellement pour garantir leur conformité avec les spécifications du marché. «L'intégration des technologies impliquées dans la concentration, l'étiquetage et la détection des agents pathogènes dans un système analytique miniaturisé constituait un autre défi», ajoute le Dr Catalan.

La performance opérationnelle en condition réelle a ensuite été évaluée. Une comparaison environnementale et économique avec l'échantillonnage par sondage traditionnel a montré que CYTO-WATER était plus efficace sur le plan environnemental pour détecter *Legionella* et moins coûteux, car nécessitant moins de personnel et de moyens de transport.

Après l'achèvement officiel du projet en mai 2018, de nouveaux plans de commercialisation et d'exploitation sont en cours d'élaboration pour déterminer comment affiner les coûts de fabrication. Des analyses commerciales seront également menées pour déterminer le niveau de la demande pour la plate-forme et ses modules individuels.

«Les résultats obtenus dans la détection de *Legionella* et E. coli démontrent les capacités techniques du système», déclare le Dr Catalan. «Cependant, des études de marché pour d'autres applications doivent encore être menées afin d'évaluer pleinement le potentiel commercial».

PROJET
CYTO-WATER – Integrated and portable image cytometer for rapid response to Legionella and Escherichia coli in industrial and environmental waters

COORDONNÉ PAR
Labaqua en Espagne

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
cytowater.eu

Conception d'une solution complète de recyclage des eaux usées pour l'industrie textile

Les solutions efficaces de recyclage des eaux usées industrielles sont compatibles avec la nouvelle génération d'innovations en matière de développement durable. Une proposition du concept EColoRO, intégré au projet ECWRTI peu coûteux et respectueux de l'environnement, semble adaptée.

L'eau douce devient une ressource de plus en plus rare du fait de la demande cumulée de plusieurs secteurs. Pour pallier cette raréfaction pour l'industrie, des mesures sont actuellement étudiées pour optimiser l'utilisation de l'eau.

Le concept EColoRO intégré au projet ECWRTI (ECOLORO: Reuse of Waste Water from the Textile Industry) a démontré l'efficacité de l'utilisation combinée de l'électrocoagulation (EC) et de la flottation pour éliminer efficacement polluants, colorants et produits chimiques des eaux usées de l'industrie textile.

Cette innovation est suivie en aval par les procédés à membrane d'ultrafiltration et d'osmose inverse (OI). L'approche a montré que le concept EColoRO permet de réutiliser les eaux usées de façon plus rentable que d'utiliser de l'eau douce puis rejeter les déchets.

Le concept EColoRO

ECWRTI a œuvré à la mise sur le marché d'un nouveau concept technologique séparant l'eau, les organométalliques et la saumure salée des eaux usées pour produire une eau propre pleinement réutilisable dans l'industrie textile.

© ECWRTI

L'innovation consiste à traiter en premier lieu les effluents d'eaux usées par électrocoagulation, une technologie bien connue de l'industrie galvanique où les ions Fe^{3+} sont libérés du fer par électrolyse provenant de courants directs basse tension. Le Fe^{3+} coagule directement avec les impuretés présentes dans les eaux usées textiles, ce qui donne des flocs arrondis qui peuvent être éliminés de l'eau par décantation.

Après coagulation et flottation/sédimentation, l'eau passe à travers des procédés à membrane, la boue ainsi produite est déshydratée dans une presse à chambre à filtre classique et l'eau extraite est recyclée pour être réutilisée comme source d'eau douce. Comme le précise Eric van Sonsbeek, copropriétaire de la société EColoRO, «le taux de recyclage traditionnel des eaux usées est d'environ 70 %. Grâce à la technologie ECWRTI, si la saumure d'OI peut être concentrée et cristallisée à une échelle commerciale, les taux de récupération devraient dépasser les 95 %».

EColoRO propose de nouvelles approches de gestion et de distribution de l'eau pour les parcs industriels et les usines, et aucune solution comparable n'étant encore disponible à cette échelle, la proposition est unique.

En comparaison de la technologie conventionnelle, l'un des apports majeurs du concept EColoRO réside dans l'intensité du processus, qui permet d'éviter les technologies coûteuses souvent utilisées dans le traitement des eaux usées comme l'oxydation avancée – grâce à la décoloration efficace du processus d'électrocoagulation.

En outre, à la différence des traitements biologiques, de l'électrocoagulation et des traitements physico-chimiques, la correction du pH est moins gourmande en exigences de dosage. Comme aucune bactérie n'est impliquée dans le processus, la sensibilité de ces processus pour les pH bas et élevés est plus faible.

Comme le résume M. van Sonsbeek: «Comparé aux processus conventionnels, le concept EColoRO représente la configuration la plus flexible, évolutive et modulaire disponible à ce jour, et son encombrement est faible. Il convient également aux applications de réaménagement, de friches industrielles ou vierges».

Vers une industrie saine, durable et compétitive

La disponibilité à long terme de l'eau potable à un prix abordable est une priorité clé de l'Union européenne, la directive-cadre 2000/60/CE traite spécifiquement de la prévention et de la réduction de la pollution pour protéger l'environnement et les écosystèmes aquatiques. Elle favorise également l'utilisation durable de l'eau tout en réduisant l'impact des inondations et de la sécheresse.

Comme l'ajoute le Dr Ir. Andreas ten Cate, directeur du développement du commerce international à Institute for Sustainable Process Technology: «Pour trouver de nouvelles solutions, de nouveaux services et de nouvelles technologies, l'innovation pour une utilisation durable de l'eau dans la société et dans l'industrie prend une importance considérable pour l'UE, comme en témoignent les activités du Partenariat européen d'innovation (PEI) sur l'eau. EColoRO propose de nouvelles approches de gestion et de distribution de l'eau pour les parcs industriels et les usines, et aucune solution comparable n'étant encore disponible à cette échelle, la proposition est unique».

Travailler sur la technologie à l'échelle pilote a permis au projet de déterminer les paramètres de conception finaux d'un démonstrateur.

PROJET
ECWRTI – ECOLORO: Reuse of Waste Water from the Textile Industry

COORDONNÉ PAR
Institute for Sustainable Process Technology aux Pays-Bas

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
ecwrti.eu

Des technologies électrochimiques microbiennes pour traiter les eaux usées et produire de l'eau potable

La symbiose industrielle dans l'économie circulaire transforme la sortie d'un processus en une entrée pour un autre. Le projet iMETland a démontré que les eaux usées urbaines peuvent être épurées de manière durable et utilisées pour l'irrigation sans coût énergétique, en utilisant des bactéries qui produisent un courant électrique à partir de polluants.

Pour contribuer à combler le fossé entre les solutions hydriques innovantes et la première application commerciale, le projet iMETland a développé une application à grande échelle d'une technologie respectueuse de l'environnement qui traite les eaux usées urbaines produites par les petites communautés, avec un coût énergétique nul. Cette technique associe des biofiltres de milieux humides artificiels à des technologies électrochimiques microbiennes (MET).

La combinaison de bactéries électroactives avec un matériau électroconducteur a permis de décupler les taux de dépuration des techniques traditionnelles. De plus, du fait du très faible

© iMETland

poids de la biomasse, l'encrassement des biofiltres par les sédiments (colmatassion) est évité.

Le processus élimine les polluants des eaux usées de façon décisive et, après traitement électro-oxydant, produit une eau exempte de tout agent pathogène et adaptée à l'irrigation. Ayant déjà passé les phases de recherche et de développement pilote, le financement de l'UE a permis à iMETland de mettre en place une démonstration à grande échelle pour accélérer la mise sur le marché.

Exploiter le réseau social de cellules vivantes

La technique iMETland de réduction des polluants induite par les bactéries utilise essentiellement la même méthode de récupération de l'énergie que celle utilisée pour la nourriture. Le Dr Abraham Esteve-Núñez, coordinateur du projet, explique: «Nous extrayons des électrons des aliments qui sont à leur tour consumés par l'oxygène que nous respirons. Le matériau électroconducteur utilisé dans notre système montre une capacité illimitée à accepter les électrons. Les bactéries peuvent donc continuer à consommer des polluants à un taux plus élevé».

Nous extrayons des électrons des aliments qui sont à leur tour consumés par l'oxygène que nous respirons. Le matériau électroconducteur utilisé dans notre système montre une capacité illimitée à accepter les électrons. Les bactéries peuvent donc continuer à consommer des polluants à un taux plus élevé.

Les électrons traversant le matériau de biofiltre électroconducteur iMETland créent un courant électrique qui permet aux communautés microbiennes d'interagir à distance. L'optimisation de cette «conversation électronique» dans la communauté microbienne améliore l'efficacité des efforts de nettoyage.

Une fois tout contaminant chimique éliminé de l'eau, iMETland peut générer de l'eau de javel à partir du chlorure naturellement présent dans l'eau, ce qui tue les bactéries, créant ainsi une eau sans danger pour l'irrigation.

Ce qui rend la technologie particulièrement innovante réside dans l'intensité de la capacité du métabolisme de la bactérie électroactive à convertir la pollution en électricité, proportionnelle à l'élimination des polluants. Plus elles mangent, plus la quantité d'électricité récoltée augmente et en mesurant l'électricité générée, les opérateurs peuvent contrôler l'efficacité de la bactérie à éliminer les contaminants avec des outils intelligents spécialement conçus.

«Le principal défi d'iMETland consistait à s'adapter à des conditions réelles comme des changements saisonniers imprévus. Nous avons donc testé les hivers froids d'Europe du Nord et les étés chauds de la Méditerranée», explique le Dr Esteve-Núñez. Il ajoute: «La domination de l'organisme Geobacter électroactif en présence d'oxygène a constitué une bonne surprise, cela a permis d'augmenter les performances de la technique. Cette bactérie a toujours été cultivée loin de l'oxygène, notre découverte nous rappelle ainsi que l'adaptation naturelle est plus forte que les préjugés scientifiques».

Contribuer aux priorités relatives à l'eau et aux eaux usées

La nature multidisciplinaire de iMETland s'aligne parfaitement avec les priorités en matière de traitement de l'eau et des eaux usées de l'Union européenne initiative PEI-Eau. Il répond en particulier à l'ambition de créer des pôles d'innovation dans le traitement de l'eau dans les régions où les systèmes de traitement des eaux usées et les installations d'assainissement ne sont pas appropriés. Comme le système réduit la quantité d'énergie nécessaire pour traiter les eaux usées, il diminue simultanément les coûts imputés aux municipalités et les émissions de CO_2.

Actuellement, les unités iMETland testées peuvent être intégrées dans de petites communautés pour l'irrigation de jardins ou d'espaces verts, et la solution à base de plantes augmente d'autant l'attrait visuel des installations. Les bâtiments publics constituent un autre objectif d'adoption de la solution. À cette fin, elle a déjà été mise en œuvre à IMDEA Water.

«Metland est déjà une marque déposée et le concept est prêt à être mis sur le marché par l'intermédiaire d'une nouvelle PME appelée METfilter, créée à cet effet», résume le Dr Esteve-Núñez.

PROJET
iMETland – A new generation of Microbial Electrochemical Wetland for effective decentralized wastewater treatment

COORDONNÉ PAR
IMDEA Water en Espagne

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

Une irrigation à «énergie zéro» et à faible consommation d'eau pour l'agriculture

Un consortium financé par l'UE a développé des systèmes d'irrigation photovoltaïques à grande échelle, entièrement alimentés par des énergies renouvelables et permettant de réduire la consommation d'eau d'environ 30 %.

© MASLOWATEN

Développée et testée dans le cadre du projet MASLOWATEN financé par l'UE, la technologie a depuis été transmise à 27 PME européennes, qui sont en train de commercialiser et d'installer les systèmes destinés aux agriculteurs. «Ces systèmes d'irrigation photovoltaïques ne viennent pas du futur», a déclaré le coordinateur du projet, le Dr Luis Narvarte de l'Université polytechnique de Madrid en Espagne. «Ils sont tout ce qu'il y a de plus présent et nous prévoyons une croissance rapide du marché».

Un problème urgent

L'irrigation revêt une importance vitale pour la sécurité alimentaire, l'emploi et le développement économique. Alors que l'agriculture irriguée occupe seulement 20 % de la surface cultivée de la terre, elle produit plus de 40 % de la nourriture mondiale. Dans les zones où les précipitations sont soumises à de fortes variabilités saisonnières et interannuelles, l'irrigation est essentielle pour soutenir la diversification des cultures, assurer le rendement et la qualité et stabiliser les approvisionnements en nourriture.

Cette dépendance à l'irrigation est cependant soumise à une pression croissante. Malgré les problèmes de pénurie d'eau, les terres sont trop souvent irriguées sans dispositifs ni contrôles efficaces sur le volume d'eau nécessaire. «De plus, l'irrigation modernisée est basée sur des systèmes d'arroseurs, de pivots et de goutte à goutte nécessitant de la pression pour fonctionner», note le Dr Narvarte. «Ces derniers consomment de l'électricité

produite avec des sources conventionnelles, entraînant des émissions de CO_2».

Cela est devenu une préoccupation majeure. Le Dr Narvarte estime que l'ensemble du bassin méditerranéen pourrait être confronté à une augmentation des besoins bruts en irrigation comprise entre 4 et 18 % du fait du seul changement climatique, si les systèmes d'irrigation ne sont pas améliorés.

Des solutions durables et commercialisables

Le projet MASLOWATEN visait donc à accélérer la commercialisation de systèmes d'irrigation intelligents fonctionnant à l'énergie renouvelable dans le secteur agricole, afin de donner aux agriculteurs les outils nécessaires pour atteindre une production durable à haut rendement. Cela a été réalisé en partie en supprimant les obstacles techniques aux systèmes d'irrigation photovoltaïque à grande échelle.

«Certains problèmes que nous avons surmontés étaient liés aux interruptions de puissance dues, par exemple, au passage des nuages et à l'adéquation de la production d'électricité photovoltaïque aux besoins en eau», explique le Dr Narvarte. «Nous avons pu évaluer le fonctionnement des démonstrateurs sur une période de deux ans».

Au cours du projet, cinq démonstrateurs grandeur nature ont été mis en place dans différentes régions d'Espagne, du Portugal, d'Italie et du Maroc. Chaque projet pilote couvrait les différents besoins des agriculteurs, des coopératives, des communautés d'irrigants et des agro-industries, et faisait l'objet d'un suivi sur deux ans pour démontrer leur fiabilité technique, leur faisabilité économique et leur respect de l'environnement. «Ces utilisateurs finaux ont ensuite communiqué leurs expériences et, croyez-moi, ils recommandent maintenant les systèmes d'irrigation à grande échelle à d'autres collègues».

Les démonstrateurs ont également fait preuve d'une économie impressionnante, permettant aux agriculteurs d'irriguer avec de l'électricité renouvelable et de réaliser des économies de coûts d'énergie comprises entre 60 % et 80 %. D'après les estimations, la consommation d'eau a été réduite de 22 % à 34 %. «Nous plaçons la période d'amortissement d'énergie et d'émissions de CO_2 entre deux et neuf ans, c'est-à-dire qu'il faudrait entre deux et neuf ans pour rembourser l'énergie et les émissions de CO_2 nécessaires à leur fabrication. La durée de vie opérationnelle de la technologie devrait être supérieure à 25 ans».

L'équipe du projet a mis au point des outils pour faciliter la pénétration sur le marché des systèmes d'irrigation photovoltaïque de grande puissance, comme des spécifications techniques assurant leur qualité et leur conception, des modèles de simulation, des accréditations environnementales et des plans d'entreprise pour leur commercialisation.

Nous avons estimé le marché potentiel de cette technologie à environ 16 GW rien que pour le sud de l'Europe.

Le Dr Narvarte est convaincu que des solutions durables à certains des problèmes les plus urgents du monde sont en cours de réalisation. «L'objectif ultime de MASLOWATEN consistait à garantir l'adoption de cette solution par le marché et avoir un impact réel sur l'économie et l'environnement en Europe», déclare-t-il. «Nous avons estimé le marché potentiel de cette technologie à environ 16 GW rien que pour le sud de l'Europe. Cela représenterait une activité potentielle d'environ 24 milliards d'euros, plus de 290 000 nouveaux emplois et une économie de plus de 16 millions de tonnes d'émissions de CO_2 chaque année».

PROJET
MASLOWATEN – MArket uptake of an innovative irrigation Solution based on LOW WATer-ENergy consumption

COORDONNÉ PAR
Université polytechnique de Madrid en Espagne

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
maslowaten.eu

Des données satellitaires garantissent un flux régulier de ressources en eau

La plateforme MOSES met les données d'observation de la Terre, recueillies à partir de satellites et de technologies de pointe en matière de prévision, à la portée des autorités et des organismes de l'eau, les aidant à prendre des décisions éclairées sur l'approvisionnement et la gestion des ressources.

Cela offre aux responsables des autorités de l'eau, aux institutions de recherche, et d'autres, les connaissances pour réduire au minimum les risques de sécheresse, diminuer la consommation inutile d'eau et offrir aux agriculteurs ce dont ils ont vraiment besoin pour leurs cultures; une tâche de grande importance, car l'agriculture est l'un des secteurs qui consomment le plus d'eau.

«Le projet a vu le jour en partie pour répondre aux défis soulevés par le changement climatique», explique le Dr Alessandro di Felice de l'ESRI, en Italie, et coordinateur du projet MOSES (Managing crop water Saving with Enterprise Services) financé par l'UE. «Tous les acteurs du secteur agricole savent que ce phénomène existe; par exemple, nous avons récemment constaté des sécheresses en Italie et des inondations en Roumanie. Nous voulions élaborer un outil de soutien qui aborde ces types de problèmes survenant de plus en plus de façon saisonnière.»

Une meilleure gestion de l'eau

La plateforme en ligne réunit des technologies de cartographie et de systèmes d'information géographique (SIG), ainsi que des prévisions météorologiques pendant la saison et d'une saison à l'autre, qui offrent des informations stratégiques avant et

© MOSES

pendant la période d'irrigation (en mars et avril). Le fait d'être en mesure de mieux planifier l'approvisionnement et la répartition de l'eau avant le début de la période d'irrigation contribuerait à atténuer les pénuries d'eau, tandis que la surveillance saisonnière et continue des exigences en eau d'une culture permettrait aux fournisseurs d'ajuster leurs plans de répartition pendant la saison de croissance.

Après la période d'irrigation, les prévisions du système peuvent être comparées à ce qui s'est réellement produit, grâce à une analyse des économies atteintes en eau et en coûts. Cette stratégie peut aider à organiser l'approvisionnement et la répartition de l'eau avant la période d'irrigation suivante et à conseiller les agriculteurs à propos des risques concernant la pénurie d'eau.

«Habituellement, les organismes d'approvisionnement et de distribution distribuaient des volumes constants d'eau sans variations notables», explique la Dre Giulia Villani d'Agromet en Italie et partenaire du projet. «Le changement climatique, toutefois, a eu un effet dramatique, avec une variabilité importante en matière de précipitations et de températures. Par exemple, en 2014, dans le nord de l'Italie, nous avons connu un été très humide et, par conséquent, les volumes d'irrigation ont diminué, tandis qu'en 2017, nous avons connu un été extrêmement sec. Cette plateforme fournit des informations très utiles qui permettent de savoir si certaines zones auront besoin d'une quantité d'eau inférieure ou supérieure à la moyenne.»

Cette plateforme fournit des informations très utiles qui permettent de savoir si certaines zones auront besoin d'une quantité d'eau inférieure ou supérieure à la moyenne.

Éviter les crises

Dans le cadre du projet, quatre zones de démonstration ont été mises en place en Italie, en Espagne, en Roumanie et au Maroc. Différents scénarios concernant l'approvisionnement et la distribution d'eau ont été pris en compte, ainsi que les besoins des utilisateurs et la possible intégration des services locaux existants. Par exemple, dans le scénario type italien, l'eau est fournie par des systèmes d'irrigation sous-pression ou par des canaux. L'outil a permis aux autorités d'évaluer les besoins en eau pour l'irrigation au niveau du quartier, en offrant des indicateurs de sécheresse et des informations météorologiques, et en mettant l'accent sur les possibles problèmes techniques, comme les risques de coupure du courant.

L'outil s'est avéré efficace pour soutenir le rendement hydraulique d'une irrigation agricole, la surveillance des ressources en eau et la gestion des risques liés à la sécheresse et aux inondations. «Un des résultats positifs a été le fait que les utilisateurs finals impliqués ont demandé que les projets pilotes soient élargis», explique la Dre Maria Gabriella Scarpino de SERCO en Italie et partenaire du projet. «Cela prouve que le système a été perçu comme utile. Même s'il est encore un peu tôt pour se prononcer, nous estimons que, dans les zones où nous avons travaillé, les approches concernant l'utilisation de l'eau pour irrigation devront changer.»

Si les partenaires du projet continuent à utiliser la plateforme prototype, il est envisagé d'étendre les activités à travers un tiers. «Ce tiers serait un expert du secteur de la gestion de l'eau, qui offrirait le service aux utilisateurs finals, comme les organismes de gestion de l'eau, les consortiums d'assainissement et les associations d'agriculteurs, à travers une application web», explique le Dr di Felice.

La plateforme en ligne a été conçue pour être flexible et adaptable, elle est capable d'inclure de nouvelles caractéristiques et de nouveaux produits SIG liés à Copernicus, le système d'observation de la Terre par satellite de l'UE. Ces nouveautés pourraient inclure une imagerie optique à plus haute résolution pour les terres agricoles ou des mesures plus précises de la température de la surface terrestre. L'Europe doit faire un meilleur usage de ses ressources en eau si elle souhaite atteindre ses objectifs en matière de développement durable, et la plateforme MOSES offre un outil pratique pour aider à les atteindre.

PROJET
MOSES – Managing crOp water Saving with Enterprise Services

COORDONNÉ PAR
ESRI en Italie

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

Vers la neutralité énergétique dans le traitement des eaux usées à l'aide de technologies actuelles

Le traitement des eaux usées municipales en Europe consomme l'équivalent énergétique d'environ deux centrales électriques par an, mais ce processus pourrait générer l'énergie correspondante à douze d'entre elles. Le projet POWERSTEP, financé par l'UE, prouve qu'il est possible de mener à bien cette chimère.

Tandis que la majorité de l'industrie européenne du traitement des eaux usées, à l'aide d'améliorations en matière d'efficacité énergétique, entend atteindre la neutralité énergétique (où le traitement génère la même quantité d'énergie qu'il n'en consomme), les chercheurs indiquent que les ambitions pourraient être plus élevées.

Des études mettent en évidence le fait que le traitement des eaux résiduaires dans les usines de traitement pourrait déjà offrir une nouvelle source d'énergie renouvelable sans compromettre les performances. D'ailleurs, selon les calculs, l'énergie chimique potentielle contenue dans les eaux usées municipales en Europe est d'environ 87 500 GWh par an.

Le projet POWERSTEP (Full scale demonstration of energy positive sewage treatment plant concepts towards market penetration), financé par l'UE, entend montrer qu'il est possible d'établir des usines de traitement des eaux usées à énergie positive sans l'utilisation d'autres sources d'énergie renouvelables externes, uniquement avec l'énergie des eaux résiduaires.

Le concept global de POWERSTEP pourrait être atteint, en tirant des leçons à partir de six études de cas complètes réparties dans quatre pays, pour chaque étape essentielle du processus. Profitant de l'implication des partenaires industriels, le projet était en mesure d'opérer des démonstrations à grande échelle, ce qui a ouvert la voie à un lancement rapide sur le marché et soutenu les plans d'affaires des fournisseurs de technologie participants.

Intégration des technologies

POWERSTEP a été mis en place pour intégrer les diverses évaluations des technologies élaborées dans le cadre d'études de cas antérieures au projet. Cela a permis aux chercheurs de

© POWERSTEP

rationaliser des processus entiers comme la modélisation et la conception des programmes de traitement, la gestion mondiale de la chaleur et de l'énergie, l'empreinte carbonique et les options de conception intégrée.

La première étape essentielle du concept d'usine de traitement des eaux usées de POWERSTEP pour atteindre la neutralité énergétique, ou même la positivité énergétique, consiste à extraire le carbone. L'extraction d'eaux résiduaires riches en carbone (avec un taux d'extraction possible de 80 %, à l'aide de la technologie POWERSTEP) permet une forte hausse de la production de biogaz.

Le traitement des eaux usées neutre sur le plan énergétique n'est plus illusoire, nous avons montré qu'il est aujourd'hui totalement possible avec des technologies de pointe disponibles sur le marché.

En ce qui concerne l'amélioration des méthodes de traitement afin d'atteindre cet objectif, l'équipe a étudié l'extraction du carbone assistée (préfiltration), les processus innovants d'élimination de l'azote (comme le contrôle avancé, la désammonification du courant principal, le réacteur biologique à lentilles d'eau), la production de gaz à partir d'électricité (améliorations pour le biogaz) avec une approche de réseau intelligent, les concepts de production d'électricité à partir de chaleur (récupération thermoélectrique dans des unités de production combinée chaleur et électricité, cycle vapeur de Rankine, concepts de stockage de la chaleur) et les processus innovants en matière de traitement de l'eau (nitritation, stripage membranaire de l'ammoniaque).

Comme l'explique le Dr Christian Loderer, «en Europe, l'autoapprovisionnement en énergie produite à partir des eaux usées, c'est-à-dire, la production de biogaz pour la production d'électricité, se trouve à des étapes très différentes. Dans certains pays comme les Pays-Bas et l'Allemagne, l'autoapprovisionnement est élevé, mais n'atteint pas la neutralité énergétique à 100 % (sauf dans très peu de cas). D'autres pays, notamment en Europe de l'Est, ont un autoapprovisionnement très faible, passant à côté de 50 à 80 % du potentiel énergétique de leurs eaux usées».

Cela met en évidence le fait qu'il existe une série d'obstacles à surmonter. L'un d'entre eux est qu'actuellement le biogaz issu du traitement des eaux n'est pas encore accepté comme une énergie renouvelable de qualité, par rapport au biogaz issu des cultures énergétiques. Pourtant, le biogaz issu des cultures n'est pas sans effets secondaires négatifs, comme la création de monocultures de maïs, l'utilisation excessive d'engrais et la libération de nutriments dans l'environnement aquatique. En revanche, le biogaz produit à partir de boues d'épuration ne présente pas ces effets secondaires négatifs.

Contribuer à l'économie circulaire

POWERSTEP, avec ses exemples pratiques sur la meilleure façon de produire de l'énergie renouvelable à partir des eaux usées, contribue considérablement aux efforts de l'UE vers une transition à l'économie circulaire, guidés par l'ambition d'atteindre la viabilité dans la société, l'économie et l'environnement. Ce fait a été récemment relevé par le directeur général de la DG Énergie de la Commission européenne, Dominique Ristori, qui a décrit POWERSTEP comme «très bien placé selon les priorités de l'union de l'énergie».

En outre, étant donné que l'électricité qui fait fonctionner les usines de traitement coûte environ deux milliards d'euros par an, les économies pourraient s'avérer notables. D'après le Dr Loderer, si les municipalités suivaient l'approche POWERSTEP, les citoyens de l'UE bénéficieraient directement de la réduction de leurs factures énergétiques.

«Le traitement des eaux usées neutre sur le plan énergétique n'est plus illusoire, nous avons montré qu'il est aujourd'hui totalement possible avec des technologies de pointe disponibles sur le marché», explique le Dr Loderer. Et avec l'usine de traitement des eaux usées d'Altenrhein, en Suisse, désormais équipée d'une unité de récupération d'azote complète qui a été étudiée en détail par EAWAG (partenaire de POWERSTEP), le projet prend de plus en plus d'ampleur.

Le regard tourné vers l'avenir, le Dr Loderer ajoute que «le traitement à énergie positive, jusqu'à 140-170 %, est également possible, mais il est nécessaire d'entreprendre plus de travaux sur la fiabilité technologique et la viabilité économique pour lancer des systèmes complets».

Dans l'immédiat, afin d'élaborer une preuve de concept montrant que la technologie fonctionne à petite et à grande échelle, l'équipe prend part à des discussions avec des partenaires industriels essentiels du projet pour décider la façon de mettre en place un réseau de petites usines de traitement des eaux usées qui adopteront partiellement les approches POWERSTEP.

PROJET
POWERSTEP – Full scale demonstration of energy positive sewage treatment plant concepts towards market penetration

COORDONNÉ PAR
Berlin Centre of Competence for Water en Allemagne

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
powerstep.eu

Réduire la pénurie d'eau grâce à la restauration des aquifères souterrains pollués

La lutte contre la pénurie d'eau devient l'un des principaux défis du XXIe siècle, et le fait d'en garantir un approvisionnement propre est essentiel dans le cadre de ses efforts. Le projet REGROUND a développé une innovation écologique en matière d'eau souterraine et il est prêt à l'introduire dans les marchés européens.

Dans le monde entier, la demande industrielle, agricole et municipale en eau s'accroît. En même temps, les ressources en eau sont de plus en plus dégradées, en raison de l'érosion et de la pollution des infrastructures.

Les métaux toxiques qui polluent les sites des eaux souterraines, les puits d'eau potable ou les sites de filtration sur berge représentent la menace la plus fréquente; mais il existe de nombreuses méthodes disponibles pour leur élimination ou immobilisation. Toutefois, ces méthodes demandent souvent un investissement technique et économique très élevé, les rendant inaccessibles à de nombreuses régions.

Afin de remédier à cette situation, le projet REGROUND, financé par l'UE, a développé une nanogéotechnologie à faible coût pour l'immobilisation de polluants toxiques. Le projet a utilisé cette technologie d'assainissement des eaux souterraines à l'échelle réelle, dans trois cas pilotes, et a installé deux barrières à grande échelle à l'intérieur de sites pollués par l'industrie, constatant la réduction du taux de métaux lourds toxiques dissous dans l'eau souterraine.

© TS Photographer, Shutterstock

Une barrière absorbante *in situ*

Avant le projet REGROUND, l'équipe comptait déjà quelques années d'expérience dans le développement d'une technologie qui injectait des nanoparticules (NP) d'oxyde de fer dans des panaches de polluants des eaux souterraines. La faisabilité de cette approche a été prouvée avec succès lors d'expériences en laboratoire et sur le terrain.

En décrivant REGROUND, le Dr Sadjad Mohammadian, coordinateur du projet, explique: «Notre consortium a travaillé sur plusieurs projets utilisant la nanotechnologie pour des applications environnementales. Différents aspects de la technologie proposée, notamment la distribution de particules dans le sous-sol, la synthèse de nouvelles particules, la réactivité et la toxicité environnementale, ont été développés par nos membres. Dans le cadre de REGROUND, nous avons unifié ces connaissances afin de les améliorer et de les commercialiser.»

En commercialisant notre technologie rentable, nous aiderons à stimuler l'innovation dans le secteur de l'eau, tout en facilitant les efforts public-privé dans l'objectif d'améliorer la récupération des eaux souterraines mondiales et européennes.

La méthode de barrière de REGROUND fonctionne en injectant des NP d'oxyde de fer de haute technologie dans les sédiments, en utilisant des puits simples dans les aquifères. Les NP se déplacent à des distances prédéterminées et ensuite elles précipitent sur le matériau de l'aquifère, sans en bloquer les pores.

Pour le Dr Mohammadian, cette étape représentait le plus grand défi du projet, «nous devions créer des NP métastables; c'est-à-dire, qui demeurent en suspension et qui ne précipitent ni ne sédimentent pas pendant la synthèse, la production, le transport et l'injection, ne commençant la précipitation qu'après l'étape d'injection». Comme continue de l'expliquer le Dr Mohammadian, «cela nous a obligés à développer un processus de synthèse innovateur, facilement adaptable aux propriétés de chaque aquifère».

L'eau souterraine polluée coule ensuite à travers cette zone de NP, où les métaux lourds toxiques dissous sont adsorbés par les NP, puis l'eau libre de métaux est relâchée en aval. Étant donné que cette méthode est facile à appliquer et ne nécessite pas une grande infrastructure ni l'extraction du sol, les coûts de nettoyage sont considérablement réduits.

L'approche cible spécifiquement l'arsenic, le baryum, le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb, le mercure et le zinc, tous identifiés comme les principaux polluants des eaux souterraines.

Après deux applications pilotes, REGROUND a adopté l'innovation dans deux aquifères pollués situés dans des sites industriels, en Espagne et au Portugal.

Les résultats du projet concernant le suivi à la suite de l'injection indiquent que les métaux lourds ont été éliminés avec succès aux niveaux ciblés par le plan d'assainissement. Ces résultats laissent entendre que la technologie est prête pour la commercialisation.

Le projet a en outre approuvé l'applicabilité de la technologie via deux tests pilotes supplémentaires. Dans un parc industriel en Allemagne, une contamination au zinc a été traitée tandis que des actions quotidiennes normales sur le site ont été réalisées. De plus, un puits d'eau potable en Iran contaminé par de l'arsenic géogénique a été nettoyé à l'aide de la technologie REGROUND. Ces cas ont montré que la technologie peut être appliquée dans un large éventail d'emplacements, indépendamment de la source et de la taille de la contamination.

Comme le résume le Dr Mohammadian, «les efforts pour la première application commerciale et la commercialisation ultérieure de cette technologie font partie intégrante de REGROUND. Cela permettra l'immobilisation de métaux toxiques polluants au sein des sites qui ont été laissés sans traitement jusque-là pour des raisons économiques ou techniques».

Stimuler l'innovation dans le secteur de l'eau

L'ambition de REGROUND s'inscrit dans le cadre de la politique de l'eau de l'UE, précisément de la directive 2013/39/UE, qui vise à commercialiser de nouvelles technologies de nettoyage de l'eau.

Dans l'immédiat, pour faire avancer davantage le travail accompli, l'équipe du projet entre sur le marché de l'assainissement des eaux souterraines en créant une entreprise dérivée. Cette entreprise, Col-Ferrox GmbH, propose ses produits et sa technologie pour traiter les métaux lourds et autres contaminations, comme le cyanure et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

En évoquant ce point, le Dr Mohammadian explique: «En commercialisant notre technologie rentable, nous aiderons à stimuler l'innovation dans le secteur de l'eau, tout en facilitant les efforts public-privé dans l'objectif d'améliorer la récupération des eaux souterraines mondiales et européennes.»

PROJET
REGROUND – Colloidal Iron Oxide Nanoparticles for the REclamation of Toxic Metal Contaminated GROUNDwater Aquifers, Drinking Water Wells, and River Bank Filtrations

COORDONNÉ PAR
Université de Duisburg-Essen en Allemagne

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
reground-project.eu

La solution céramique offre des possibilités pour le recyclage des eaux usées

Les membranes céramiques fabriquées à partir de matériaux recyclés d'origine locale pourraient faciliter le recyclage rentable des eaux usées traitées et aider à faire face aux pénuries d'eau.

© REMEB

Des essais sur les membranes développées par le projet REMEB, financé par l'UE, ont montré la manière dont les installations municipales peuvent filtrer et recycler les eaux usées de façon rentable pour des applications variées, notamment le nettoyage des rues et même l'irrigation agricole. L'innovation pourrait également permettre aux industries de recycler leurs propres eaux usées et, par conséquent, réduire les coûts et leur impact environnemental.

«Les membranes ont fait l'objet de tests à l'usine de traitement des eaux usées municipales d'Aledo, à Murcie, en Espagne», explique Elena Zuriaga de FACSA en Espagne, coordinatrice du projet REMEB. «Après leur succès, notre intention est de continuer

à travailler sur l'amélioration des membranes céramiques et d'apporter des solutions à l'environnement industriel.»

Réutilisation des ressources

Le traitement des eaux usées par filtrage d'un réacteur à membrane a été reconnu comme une possible solution pour accroître la quantité d'eau recyclée en circulation. Toutefois, ces réacteurs à membrane, qui utilisent souvent des membranes polymériques bon marché, ont tendance à avoir une faible résistance chimique, mécanique et thermique, ce qui limite leur efficacité. En outre, tous les pays ne sont pas à l'aise avec l'idée d'utiliser des eaux usées recyclées, une mentalité que Mme Zuriaga et son équipe souhaitent changer.

Nous devons être innovants et avoir l'esprit ouvert afin de trouver des solutions pour la réutilisation des eaux.

«Nous devons trouver de nouvelles façons de réutiliser les eaux», explique-t-elle. «En ce moment, l'Europe réutilise uniquement 2,4 % des eaux usées traitées, et notre travail doit se concentrer sur l'augmentation de ce nombre. Nous devons être innovants et avoir l'esprit ouvert afin de trouver des solutions pour la réutilisation des eaux.»

La pénurie d'eau est une question fondamentale et le tabou du recyclage des eaux usées se lève progressivement, comme l'indiquent les eaux utilisées pour le nettoyage des rues, soumises à des exigences moins strictes en matière de recyclage. Dans ces cas, les membranes céramiques pourraient offrir aux installations municipales un moyen économique pour fournir des eaux usées recyclées à ces fins. Pour des applications finales comme l'irrigation agricole où des normes plus élevées doivent être respectées, différentes normes concernant la membrane céramique s'appliquent aux couches sélectives spécifiques (en d'autres termes, la taille des pores est réduite).

Matériaux recyclés

Un autre élément important du projet REMEB était le fait qu'il entendait développer ces membranes à l'aide de matières premières et de déchets issus de la région, entraînant la réduction de la mise en décharge. Ainsi, le projet envisageait de créer de nouvelles sources de revenus potentiels pour les déchets industriels locaux.

«Dans la région espagnole voisine, Castellón (Communauté valencienne), d'où proviennent les matières premières que nous avons utilisées, cela s'est traduit par la fabrication de membranes céramiques à partir de déchets recueillis de l'industrie locale des carrelages, ainsi qu'à partir de déchets solides d'huile d'olive et de déchets de poudre de marbre», explique Mme Zuriaga. «Nous avons même essayé les déchets de la récolte du riz, car Valence est la région de la paella!»

D'autres matières premières qui ont fait l'objet d'essais en Espagne, ainsi que par les partenaires du projet en Italie et en Turquie, comprenaient le café et les coquilles d'amandes et de noisettes. La matière organique portée à des températures élevées est utilisée pour créer les pores qui permettent à l'eau de passer à travers la membrane. Après le développement, les membranes ont fait l'objet d'essais à l'usine des eaux usées municipales d'Aledo, à Murcie. Cette région a été sélectionnée pour l'étape de validation, car elle encourage la réutilisation des eaux recyclées à des fins agricoles.

«Un des défis a consisté à passer du laboratoire au niveau de l'industrie, où les processus sont beaucoup plus difficiles à contrôler», explique Mme Zuriaga. «Au début la céramique se fendait, mais nous avons découvert que nous étions capables de résoudre ce problème en modifiant les températures pendant le processus de frittage et en ajustant la composition.»

La production des membranes optimisées a été ensuite reproduite à l'échelle pilote avec les partenaires en Turquie et en Italie où, une fois de plus, des matériaux et déchets recyclés régionaux ont été utilisés. «Je suis très fière que nous soyons parvenus à fabriquer des membranes à partir de déchets industriels et agricoles, ce qui contribuera positivement à l'économie circulaire», explique Mme Zuriaga.

PROJET
REMEB – Eco-Friendly Ceramic Membrane Bioreactor (MBR) based on Recycled Agricultural and Industrial Wastes for Waste Water Reuse

COORDONNÉ PAR
FACSA en Espagne

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
remeb-h2020.com

Des solutions pour les régions côtières en situation de stress grâce aux eaux souterraines

Afin de garantir de l'eau douce pour l'eau potable, l'industrie et l'agriculture, il est nécessaire de changer complètement la façon dont nous gérons nos ressources en eau. C'est exactement ce que propose SUBSOL: ouvrir, réhabiliter et gérer les aquifères souterrains pour résoudre les problèmes d'eau du monde entier.

Partout dans le monde, les régions côtières se trouvent parmi les régions les plus productives économiquement et les plus peuplées. L'effet que cette demande importante exerce sur les ressources alimentaires, ainsi que sur les ressources en eau douce et les écosystèmes, expose ces zones à des risques liés à la pénurie d'eau saisonnière, l'intrusion d'eau salée et la disparition des zones humides. Et il est prévu que cette situation soit de plus en plus prononcée dans les prochaines décennies, nécessitant un changement radical de la gestion et l'utilisation des eaux, notamment en ce qui concerne le stockage d'eau douce et la réutilisation des eaux.

Le projet SUBSOL (bringing coastal SUBsurface water SOLutions to the market), financé par l'UE, a prouvé avec succès la capacité technique du sous-sol à stocker et conserver temporairement l'eau douce afin de garantir l'approvisionnement supplémentaire en eau pendant les périodes de pénuries. Le projet a élaboré une série d'approches pratiques portant sur le stockage et la gestion de l'eau (appelées solutions des eaux souterraines) qui peuvent être mises en œuvre pour résoudre les défis locaux et régionaux en matière d'eau douce.

Élaboration d'une boîte à outils de solutions des eaux souterraines

Les solutions des eaux souterraines (SWS, pour Subsurface Water Solutions) utilisent le potentiel du sous-sol à stocker l'eau. Le

© SUBSOL

SUBSOL a fait la démonstration de l'application des solutions des eaux souterraines avec succès, grâce aux innovations dans le prétraitement, les conceptions des puits d'eau et la modélisation et la gestion des eaux souterraines.

stockage d'eau dans le sous-sol a été utilisé pendant de nombreuses décennies à l'aide de techniques de gestion des systèmes de recharge des aquifères (MAR, pour Managed Aquifer Recharge) et de récupération du stockage des aquifères (ASR, pour Aquifer Storage Recovery). Par exemple, pour approvisionner en eau potable la partie occidentale des Pays-Bas, les eaux fluviales sont temporairement stockées dans les dunes.

L'équipe SUBSOL s'est concentrée sur le développement et la démonstration de différents concepts techniques pour stocker l'eau douce dans les zones côtières, où les aquifères d'eau saumâtre et saline prévalent aujourd'hui. Comme l'explique le Dr Gerard van den Berg, coordinateur du projet, «la récupération de l'eau douce stockée au préalable est particulièrement difficile dans les aquifères côtiers, car l'eau douce et l'eau saline finissent par se mélanger dans une certaine mesure. En outre, le flux d'eau souterraine peut entraver la récupération des eaux précédemment stockées».

Pour cette raison, tous les aquifères ne conviennent pas au stockage des eaux et c'est pourquoi SUBSOL a élaboré des concepts, fondés sur l'utilisation de puits horizontaux ou verticaux, et des systèmes avec une seule ou plusieurs grilles, qui pourraient optimiser les taux de récupération et de stockage des eaux.

En essayant diverses méthodes, SUBSOL a agrandi des sites de référence existants où des concepts pour le stockage de l'eau avaient déjà été mis en œuvre avec succès. Comme le détaille le Dr Van den Berg, «sur la base des expériences de ces sites de référence, une série des sites de reproduction a été mise en place. Les solutions des eaux souterraines ont fait l'objet de tests dans des conditions géologiques variées et à des fins diverses, par exemple, pour l'agriculture, l'eau potable, des applications industrielles et écologiques, ainsi que la réutilisation de l'eau».

Le projet en cours a créé une boîte à outils de conception de SWS, qui offre des informations sur la faisabilité technique des différentes options, notamment la ASR-Coastal (des puits verticaux avec plusieurs grilles), la Freshmaker (fondée sur des puits horizontaux avec extraction simultanée d'eau douce et d'eau saumâtre) et la Freshkeeper (fondée sur des puits verticaux avec extraction simultanée d'eau douce et d'eau saumâtre). Comme l'explique le Dr Van den Berg, «la boîte à outils est conçue pour aider les responsables de la gestion de l'eau à concevoir le meilleur système de SWS pour répondre à leurs besoins».

En ce qui concerne la garantie d'acceptation du marché pour ces solutions, SUBSOL a collaboré depuis le début avec des sociétés d'ingénierie et des utilisateurs finals, comme des membres de l'industrie de l'eau ou des services publics d'eau potable. Outre les tests sur les solutions des eaux souterraines en conditions naturelles, des études de marché ont également été menées concernant les marchés mondiaux. Ces études ont présenté un clair potentiel de l'application des SWS, non seulement en Europe du Nord-Ouest et dans la région méditerranéenne, mais aussi dans le Golfe du Mexique, au Brésil, en Chine, à Singapour et dans la région du Golfe.

Des problèmes urgents en matière d'eau exigent des solutions drastiques

La réutilisation de l'eau est l'une des approches les plus largement acceptées pour faire face au manque d'eau douce destinée à l'usage domestique et à l'irrigation. Cependant, les pratiques efficaces dépendent fortement de l'offre et la demande, en ce qui concerne les volumes, mais aussi le calendrier et la qualité. Le sous-sol offre une capacité presque illimitée de stockage temporaire et il a le potentiel de protéger l'eau injectée contre la dégradation de la qualité.

«SUBSOL a fait la démonstration de l'application des solutions des eaux souterraines avec succès, grâce aux innovations dans le prétraitement, les conceptions des puits d'eau et la modélisation et la gestion des eaux souterraines», explique le Dr Van den Berg.

La recherche de suivi et la mise en œuvre se concentreront sur l'adaptation des SWS de petite taille (2 à 30 ha) à des systèmes de taille intermédiaire (d'environ 250 ha dans des systèmes commerciaux déjà en construction) et sur les solutions des eaux à l'échelle régionale (> 1 000 ha). Ce travail est entrepris par des partenariats public-privé, avec des organismes de recherche et des sociétés de conseil qui développeront conjointement des applications SWS.

Entre-temps, SUBSOL laisse un ensemble de connaissances sous forme de données, d'informations et d'expériences qu'il a rendu disponible aux parties intéressées.

PROJET
SUBSOL – bringing coastal SUBsurface water SOLutions to the market

COORDONNÉ PAR
KWR Water B.V. aux Pays-Bas

FINANCÉ AU TITRE DE
H2020-ENVIRONMENT

SITE WEB DU PROJET
subsol.org

Results Pack CORDIS

Disponible en ligne en 6 langues: cordis.europa.eu/article/id/401167

Publié
au nom de la Commission européenne par CORDIS à
l'Office des publications de l'Union européenne
2, rue Mercier
2985 Luxembourg
LUXEMBOURG

cordis@publications.europa.eu

Coordination éditoriale
Zsófia TÓTH, Silvia FEKETOVÁ

Avis de non-responsabilité
Les indications en ligne concernant le projet et les liens publiés dans le numéro actuel de Results Pack CORDIS sont corrects au moment où cette publication est mise sous presse. L'Office des publications ne peut être tenu responsable des informations qui ne sont plus à jour ou des sites web qui n'existent plus. Ni l'Office des publications ni toute autre personne agissant en son nom ne sont responsables de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication ou de toute erreur qui pourrait subsister dans les textes, malgré l'attention portée à leur préparation.

Les technologies présentées dans cette publication peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle.

Ce Results Pack est une collaboration entre CORDIS et l'Agence exécutive pour les petites et moyennes entreprises (EASME)

PRINT	ISBN 978-92-78-42079-6	doi:10.2830/47391	ZZ-AK-19-023-FR-C
HTML	ISBN 978-92-78-42070-3	doi:10.2830/457174	ZZ-AK-19-023-FR-Q
PDF	ISBN 978-92-78-42076-5	doi:10.2830/406292	ZZ-AK-19-023-FR-N

Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne, 2020
© Union européenne, 2020

La réutilisation est autorisée moyennant mention de la source.
La politique de réutilisation des documents de la Commission européenne est régie
par la décision 2011/833/UE (JO L 330 du 14.12.2011, p. 39).
Toute utilisation ou reproduction de photos ou d'autres matériels qui ne sont pas protégés par les droits d'auteur de l'UE est soumise à une autorisation préalable à demander directement aux détenteurs desdits droits d'auteur.
Photo de couverture: © Dmitri Ma, Shutterstock

RESULTS PACK SUR L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Ce Results Pack se concentre sur la façon dont l'économie circulaire peut contribuer à réduire le problème des déchets en Europe. Des solutions innovantes font actuellement l'objet de recherches grâce au programme de financement européen Horizon 2020 et ce Results Pack CORDIS interdisciplinaire met en vedette certains des projets les plus passionnants qui s'occupent à promouvoir la réduction des déchets et l'amélioration de l'efficacité des ressources dans les secteurs du textile, de la construction, du photovoltaïque, de la sidérurgie, ainsi que des déchets encombrants et urbains.

Consultez le Pack sur
cordis.europa.eu/article/id/411500/fr

Suivez-nous aussi sur les réseaux sociaux!
facebook.com/EULawandPublications
twitter.com/CORDIS_EU
youtube.com/CORDISdotEU
instagram.com/cordis_eu

Office des publications de l'Union européenne

FR