

La bio-détection de micropolluants en temps réel pour l'épuration de l'eau

ToxMate, une avancée technologique signée **ViewPoint**, marque un tournant dans la détection instantanée des **micropolluants** dans les eaux traitées des **stations d'épuration**, tant urbaines qu'industrielles, et des stations de potabilisation. Cet équipement de mesure se distingue par sa **régulation de température** d'une précision remarquable, fruit d'une collaboration étroite avec **SMC**.



Mais quel est le processus habituel actuellement ? Les gestionnaires de stations d'épuration procèdent régulièrement à des prélèvements d'échantillons d'eau, envoyés ensuite pour une **analyse physico-chimique**. Ce système présente de multiples inconvénients. Premièrement, ces analyses ciblées ne peuvent détecter qu'une sélection restreinte de micropolluants. De plus, elles souffrent de délais importants, n'étant pas effectuées en continu, et nécessitant parfois plusieurs jours, voire semaines, pour obtenir des résultats. Le coût associé à ces analyses constitue également un frein significatif. Ce manque de réactivité est préoccupant : non seulement les anomalies ne sont détectées qu'après un laps de temps considérable, mais elles ne concernent également qu'un nombre limité de micropolluants. Il est important de noter que l'eau, provenant de sources telles que les rivières ou les nappes phréatiques, peut renfermer une large variété de micropolluants. Parfois, la combinaison de ces substances peut créer un **effet « cocktail »**, conduisant à la formation de composés encore plus nocifs.

Révolution dans l'évaluation de la qualité de l'eau grâce à ToxMate

En effet, **ToxMate** représente une révolution dans la sphère du **de la détection des micropolluants**. Alors, comment fonctionne cette innovation remarquable ? Inspirée par la nature, cette invention repose sur l'observation que la faune aquatique a une forte sensibilité à la pollution humaine. ToxMate analyse les comportements de trois espèces **d'invertébrés aquatiques** - les gammares, sangsues et radix - qui sont naturellement présentes dans les milieux aquatiques d'eau douce. Grâce à une **caméra de vision industrielle**, l'appareil analyse leur comportement dans un flux continu. Ces organismes, en tant que **bio-indicateurs**, révèlent de manière fiable et efficace le niveau de pollution de l'eau. Les tests sur site ont démontré la sensibilité de ToxMate aux **mélanges de substances**, là où les capteurs physico-chimiques traditionnels se limitent à une détection partielle des molécules présentes dans l'eau. Ces invertébrés modifient leur comportement, comme leur position ou leurs mouvements, en réaction à la présence de micropolluants. Un exemple évident est la fuite, mais il y en a de nombreux autres. **ViewPoint** a développé une cartographie détaillée de ces comportements, en lien avec les polluants spécifiques. Des années de recherche en laboratoire, en collaboration avec **l'INRAE**, et l'utilisation de ToxMate dans divers environnements ont permis d'amasser une quantité considérable de données. Ces données aident à interpréter la présence de nombreux micropolluants en fonction des réactions des organismes.



Le comportement des invertébrés est analysé au moyen de caméras de vision

D'un dispositif de laboratoire à un équipement industriel éprouvé

L'industrialisation de cette solution a représenté un défi majeur. Aujourd'hui, ToxMate est employé aussi bien dans les stations d'épuration urbaines et industrielles que dans le cadre de la potabilisation. Frédéric Neuzeret, directeur production de ViewPoint, précise : « notre objectif a été d'établir une standardisation des conditions d'analyse. Il était nécessaire que tous les paramètres soient complètement identiques pour pouvoir interpréter correctement le comportement des invertébrés aquatiques ». Ainsi, divers challenges devaient être relevés comme les problèmes de vision utilisant une lumière infrarouge, mais également la régulation de température de l'effluent dans les différentes conditions de prélèvement.

ViewPoint a mis une solution en œuvre avec SMC de manière à réguler la température de l'eau au moyen d'un chiller avec une tolérance de **0,2° degré**, ce pour un débit d'environ 1l/minute. Pour assurer une telle précision de régulation, il n'était pas possible de mesurer la température simplement au niveau de l'échangeur tubulaire, il a donc été décidé de placer des sondes dans le bassin pour activer la puissance du Chiller de manière plus adéquate et rapide. La température dans un bassin est stratifiée et les sondes permettent de mesurer la température de manière plus exacte pour une régulation optimale. La communication se réalise en MODBUS sur RS-485.

Innovations techniques et collaboration étroite

Frédéric Neuzeret détaille les coulisses techniques de leur dernière innovation « Pour refroidir ou réchauffer l'eau pompée dans les bassins, il nous fallait un chiller. Après une analyse approfondie du marché, la solution de **SMC** s'est imposée, non seulement pour sa compacité inégalée, mais aussi pour sa fiabilité exceptionnelle. Ce qui a véritablement distingué SMC, c'est son expertise technique et son accompagnement dans le développement d'une solution sur mesure. La

robustesse du chiller s'est avérée être un atout majeur, garantissant une performance constante et fiable.

Outre ces aspects extrêmement importants, la collaboration avec SMC s'est concentrée sur la conception d'un **système de régulation de la température** en boucle fermée, sophistiqué et précis. Un système de régulation de la température en boucle fermée assez sophistiqué a été conçu. Il est basé sur des sondes déportées qui indiquent l'énergie à mettre en œuvre par le chiller. L'eau pompée passe par un échangeur de chaleur tubulaire en forme de serpentín avant d'atteindre la chambre de test où se réalisent l'analyse par caméra de vision industrielle. SMC a réalisé les modélisations et calculs thermiques afin de concevoir des prototypes en plastique et d'aboutir à une solution parfaitement stable. « SMC a été particulièrement réactif. En particulier, il nous fallait une adaptation au produit, car le chiller standard n'utilisait que des capteurs internes. SMC est venu très rapidement avec une solution pour réaliser la connexion à des sondes externes déportées », conclut **Frédéric Neuzeret**.

Le dernier élément est la robustesse du système aux eaux polluées. En fonction des applications, un filtrage est nécessaire. Un filtrage excessif génèrera des résultats partiels et une filtration insuffisante pourra générer des colmatages. Les surfaces en contact avec l'eau ont aussi été adaptées. Une solution qui fonctionnait était l'utilisation de verre, mais elle était complexe à fabriquer. SMC a donc proposé un échangeur en Inox, renforcé par une couche de Téflon, car l'Inox 316 seul ne suffisait pas, notamment pour résidus métalliques.



Fonctionnement de ToxMate : dans la partie supérieure, les invertébrés sont observés avec des caméras de vision. En bas à gauche, on peut voir dans la partie inférieure du ToxMate le système de contrôle de la température de SMC.

Impact de ToxMate sur le traitement de l'eau

L'impact de **ToxMate** sur le secteur du traitement de l'eau est indéniable. Des alertes sont déclenchées lors de la détection de réactions des organismes à un effet toxique de l'eau liés à la présence de micropolluants, de substances médicamenteuses ou à un effet cocktail de différentes substances chimiques. Les alertes de ToxMate sont quasi-instantanées et considérées comme les plus performantes du marché des stations de biosurveillance, permettant une gestion réactive des pics de toxicité.

Pour maintenir la qualité du traitement des eaux, mesurer en temps réel a évidemment une énorme valeur ajoutée. Mais au-delà de ça, c'est le processus industriel qui pourra être piloté de manière plus performante et en d'autres termes plus économiques. Les stations d'épuration des eaux sont déjà très automatisées et utilisent le digital, mais il leur manque encore des informations en temps réel sur la qualité de l'eau pour optimiser les traitements. Les quantités de produits physico-chimiques et la consommation énergétique seront sans doute réduits de manière significative. Par ailleurs, des analyses connexes à ToxMate peuvent quantifier la qualité des boues utilisées pour l'épandage agricole sans danger sanitaire. Il a aussi permis l'obtention de dérogations de pompage lors des périodes de pénurie d'eau en démontrant la non-nocivité des produits rejetés. C'est évidemment essentiel pour les industriels qui veulent éviter un arrêt de production.

Facilité d'Intégration et Fiabilité des Résultats

L'intégration de **ToxMate** dans les infrastructures existantes est remarquablement aisée. Lorsque les micropolluants ciblés sont connus, le processus est d'autant plus simplifié. Pour les stations d'épuration, le défi est plus grand en raison de la variabilité des substances présentes dans l'eau. Néanmoins, les résultats obtenus sont rapidement fiables, fournissant aux opérateurs des données précieuses pour une surveillance en temps réel de la qualité de l'eau. Cette avancée représente un progrès significatif dans l'automatisation et la numérisation des stations d'épuration, offrant une meilleure maîtrise et un contrôle accru de la qualité de l'eau, des aspects cruciaux pour l'optimisation de la production.