

Optimisation de l'exploitation de la station de traitement des eaux de la ville de Dinslaken, la plus grande usine de production d'eau potable par nanofiltration d'Allemagne

Peter Liebetanz, Haci Ozgencil et
Dr. Jean-Jacques Lagref -
Toray Membrane Europe
Marco Binder et Michael Hörsken -
Stadtwerke Dinslaken GmbH

Comment stabiliser efficacement la filtration au sein des membranes de nanofiltration et conserver ainsi un débit constant à basse pression, permettant de substantielles économies d'énergie et d'exploitation? Exemple sur la plus grande usine de production d'eau potable par nanofiltration d'Allemagne à Dinslaken.

ABSTRACT

Optimised operation of water treatment plant in the city of Dinslaken, Germany's biggest drinking water facility producing water by nanofiltration.

How can filtration be stabilised effectively within nanofiltration membranes and thus maintain constant flow at low pressure, making for substantial energy and operational savings? Example of the largest drinking plant producing drinking water by nanofiltration in Dinslaken, Germany.

P our garantir l'approvisionnement en eau de la ville de Dinslaken en Allemagne, le traiteur d'eau Wasserwerk Dinslaken GmbH exploite depuis 1961, le site de Löhnen qui se trouve à 4 km des bords du Rhin (figure 1).

En 1989, l'unité 1 de production, alimentée par 6 puits verticaux et 6 grandes pompes de 150 m³/h chacune, a été renforcée par

une seconde unité plus flexible de 3 puits, munie de 3 pompes à vitesse variable de 50 à 150 m³/h chacune.

En 2003, les capacités du site ont été portées à 400 m³/h minimum, avec un volume de traitement maximal de 1 100 m³/h. À l'heure actuelle, selon les accords locaux existant, les unités I et II peuvent produire un total de 5,6 millions m³ d'eau par an,



Figure 1: Vue aérienne de la station de traitement d'eau de Löhnen. En arrière-plan, le local de filtration membranaire.

sachant que la consommation d'eau quotidienne la plus élevée est de 19 000 m³.

Compte tenu des projets d'extraction de charbon dans la région de Mommbach, susceptibles de perturber les unités de la station de traitement d'eau de Löhnen en raison d'impuretés indésirables qui pourraient se retrouver dans les puits utilisés par la station, une nouvelle technique de filtration s'est avérée nécessaire.

Approvisionnement en énergie de la station de Löhnen

Le site est connecté à deux lignes électriques de 10-kV bien qu'une seule ligne soit suffisante à l'exploitation en plein régime pour la fourniture d'une puissance de 2 000 kVA. La seconde ligne électrique fournit une puissance supplémentaire de 700 kVA. Au regard des informations précédentes et dû au fait que les membranes sont utilisées à des régimes d'exploitation différents, deux générateurs électriques de secours ont été installés avec une capacité unitaire de 1 450 kVA. Cette installation parallèle permet d'assurer en cas de rupture de l'alimentation conventionnelle, l'alimentation de la station de nanofiltration, des unités de production d'eau mais également la station de pompage.

Rejet membranaire élevé

Le rejet des éléments minéraux dépend de la membrane utilisée. Sur le site de Löhnen, la

membrane Toray TMH20-430 en polyamide composite a été installée. Cette référence TMH20-430 a démontré durant les phases d'essai à la Rheinisch-Westfälische Institute for Water (IWW), les meilleures capacités de rejet de sels. Celles-ci furent proches des valeurs exprimées par les membranes d'osmose inverse. Un avantage supplémentaire fut la faible pression de moins de 8 bar nécessaires qui correspond assez bien avec la classification de la membrane, à savoir une membrane d'osmose inverse à basse pression.

Le taux de rejet en sel de la membrane sélectionnée est de 99,3 %. D'un point de vue conception, pour garantir une capacité totale de 1 100 m³/h, 11 lignes identiques

ont été construites, chacune d'une capacité de 110 m³/h (une ligne est gardée en réserve). Chacune des lignes est équipée d'une pompe d'alimentation à vitesse variable, deux préfiltres en série (de 5 µm et 1 µm), suivit par deux étages de nanofiltration. Chaque ligne contient 15 tubes de pression, dont 10 en parallèle au 1^{er} étage et 5 au 2^e étage. Suivant la fréquence d'utilisation des lignes, une partie des lignes est placée en standby après injection d'une solution aqueuse de bisulfite de sodium.

Le rôle de l'antiscalant sélectif

Les performances d'exploitation sont intimement liées aux caractéristiques spécifiques du site. Dans le cas du site de Löhnen, les membranes sont soumises à un flux moyen de 25 l/m²/hr, avec un taux de conversion maximal de 87 %. Initialement, la station fut conçue avec un taux de conversion de 80 %. Un tel rendement n'aurait pas été atteignable sans l'emploi d'un inhibiteur de formation de cristaux, aussi appelé antiscalant. Avec une focalisation forte sur la sécurité et l'environnement, un antiscalant Ropur RPI à dégradation rapide basé sur la dernière génération de polyphosphonate de sodium a été utilisé. Une caractéristique des antiscalants Ropur

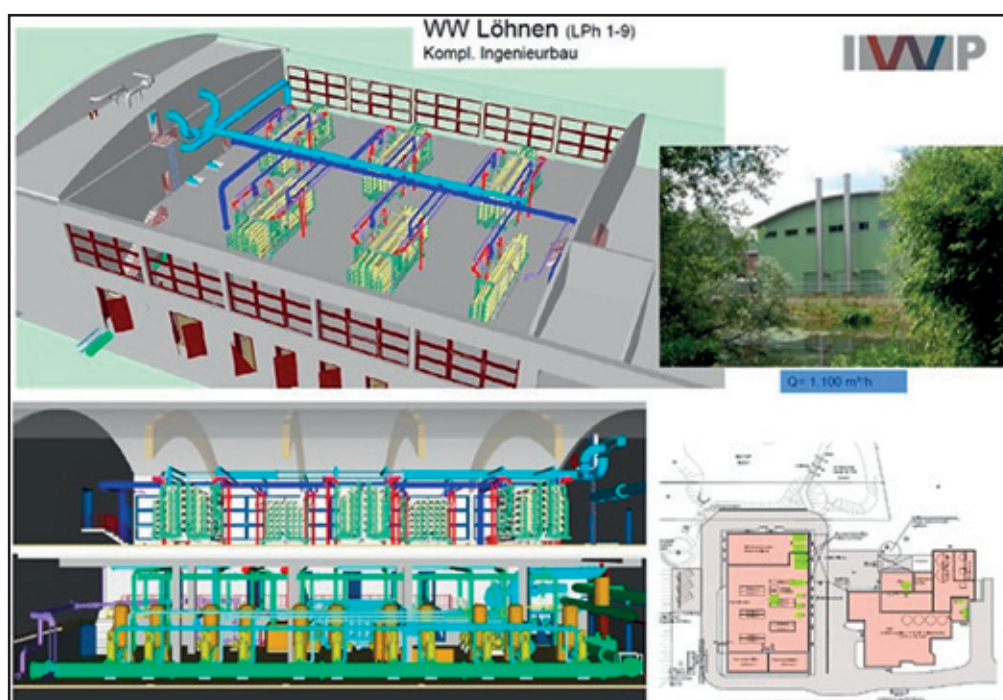


Figure 2: Visualisation de l'usine de traitement d'eau (avec la permission du bureau d'ingénierie Wetzels & Partner).

Tableau 1: Aperçu des coûts

Investissement 10,5 millions. Eur		
Coûts opérationnels	Coût annuel Keur	Coût spécifique Eur/m ³
Coût du crédit	1050	0,239
Pompes-Système de pression	275	0,063
Anti-scalant	130	0,03
Remplacement membrane	70	0,016
Gestion de la dureté de l'eau	150	0,034
Divers (produits de désinfection, filtres ...)	85	0,019
Coût total opérationnel	1710	0,0161
Coût total	1760	0,4

RPI est aussi leur infime teneur en phosphate qui a pour conséquence de maximiser leur action préventive sans compromis technique.

Historiquement, le premier antiscalant RPI a été commercialisé en 1987 par la compagnie Ropur AG, située à la frontière Franco-Suisse (Muenchenstein). Depuis 1987, les antiscalants RPI sont exclusivement fabriqués en Allemagne à partir d'ingrédients produits en Allemagne, pour assurer une qualité optimale aux produits RPI et par conséquent une efficacité maximale prouvée sur le marché. En 2003, la compagnie Ropur AG fut rachetée par la multinationale Japonaise Toray, pour devenir Toray Membrane Europe AG.

L'antiscalant utilisé prévient les dégâts immédiats et irréversibles de la membrane (notamment de la surface active en polyamide) de quelques nanomètres d'épaisseur consécutivement à la formation de cristaux aux aiguilles acérées et abrasives dans le concentrât. Le concentrât, au-delà d'un taux de conversion limite, va passer dans un état physique complexe à savoir en sur-saturation de sels. Celui-ci va rapidement évoluer vers la formation d'une grande quantité de cristaux qui vont se loger entre les feuilles de membrane polyamide et sur les espaceurs. La vitesse de formation des cristaux peut alors se mesurer en millimètres par minute, soulignant une vitesse de croissance phénoménale. Pragmatiquement, les cas de cristaux les plus classiques observés en Europe sont les cristaux de carbonate de calcium CaCO_3 ou de sulfate de calcium CaSO_4 mélangés à des particules d'oxydes de fer.

Pour prévenir les risques de « scaling » à la station de Löhnen, le Ropur RPI est dosé à raison de 2 mg/L seulement. Les résultats obtenus depuis des années sont positifs, pour un coût minimal (tableau 1).

Symptômes et risques du scaling

Le dépôt se manifeste par une augmenta-

tion de la résistance à la filtration (un surcroît de pression est nécessaire) qui se traduit par une augmentation de la consommation en énergie, auquel s'ajoutera sur une échelle de temps supérieure, une usure prématurée des pompes.

Rapidement, la conjonction d'aiguilles de cristaux et d'une sollicitation hydrodynamique croissante va drastiquement accroître le risque d'abrasion et de perforage de la membrane. Cet incident est hélas irréversible. Symptomatiquement, la qualité du perméat va baisser rapidement (sa teneur en sels va augmenter) et les performances de la membrane vont se dégrader continuellement.

La seule alternative est alors le remplacement des membranes perforées.

Pour prévenir l'apparition de ces coûteux dommages, Toray Membrane Europe AG, fort de son expertise en filtration par membranes, a développé une gamme complète d'antiscalants. Chacune des 9 références existantes a été pensée pour bloquer un certain type de cristallisation ou d'encrassement, qu'il est possible de prévoir à partir de la composition de l'eau traitée. Chacune de ces références a été élaborée en conformité avec les législations locales, européennes et internationales en vigueur (NSF60, KIWA, ISO9001 and ISO14001).

Le choix de la génération de polyphosphonate la plus récente explique aussi en par-

tie les performances d'inhibition élevées pour un dosage toujours plus minime. Ainsi, les ingrédients employés ont permis d'atteindre une efficacité de séquestration 100 fois supérieure en comparaison avec l'ATMP standard. En inhibant la croissance de cristaux comme le CaCO_3 , CaSO_4 , ou les sulfates de baryum et de strontium, le RPI a permis de stabiliser efficacement la filtration dans les membranes de nanofiltration et ainsi de garder un débit constant à basses pressions, permettant de substantielles économies d'énergie et d'exploitation.

Conclusion

L'exploitation optimale, l'efficacité énergétique ainsi que la fiabilité de la station de Dinslaken sont le résultat de l'association d'ingénieurs, de designers et de managers tous expérimentés avec des éléments et inhibiteurs de hautes performances. L'exploitation de la station repose sur le réglage précis d'une douzaine de paramètres comme les débits, les pressions hydrauliques, le pH, le taux de conversion etc. ■

EUROFILTRÉS TECHNOLOGIES

L'innovation française dans la filtration industrielle

FILTRATION

- Crépines autonettoyantes
- Filtres à Tamis autonettoyants
- Séparateurs Centrifuges
- Filtres à Panier
- Filtres à Poche
- Filtres à Cartouches & Cartouches
- Filtres à Sable
- Filtres Tangentiels

APPLICATIONS

- Coupleurs pour Crépines
- Séparateurs pilotés par un débitmètre (débit de 20 à 500 m³/h)
- Groupe de séparateurs
- Systèmes de Filtration Automatiques
- Seuil de Filtration de 5 à 2000 µm
- Débits de 0.7 à 10 000 m³/h

FILTRATION HUILES DE TREMPÉ & HYDROCARBURES

- Produits LEFCO
- Conditionnement et filtration des Huiles de Trempe
- Cartouches spécifiques pour hydrocarbures
- Cartouches type Winslow

57, Avenue Paul Langevin // 51530 MARDEUIL - France
Téléphone : +33 (0)3 26 55 55 00
Contact: info@eurofiltres.com // Web : www.eurofiltres.com