

# La filtration au service du traitement de l'eau

## Le procédé Nord Américain Vortisand™

Diminuer la consommation d'eau

Augmenter la production

Économiser l'énergie

Par Laurent Belime, membre AICVF, directeur de Sonitec France.

Outre les filtrations membranaires qui commencent à être bien connues, le procédé phare des Nord Américains est le filtre à sable ultrafin Vortisand™, ultra rapide et ultra performant. Appliqué aux circuits de refroidissement ou de chauffage, il permet des économies d'énergie significatives par l'accroissement de l'efficacité des échangeurs de chaleur, réduit les coûts d'entretien, optimise l'efficacité des traitements, diminue les rejets, économise l'eau d'appoint.

La société québécoise Sonitec a été fondée en 1986 par Alain Blais et Denis Deschênes à Saint-Laurent, près de Montréal. Elle a réussi à développer des solutions uniques en matière de traitement de l'eau pour les secteurs commercial, industriel et institutionnel. Les systèmes d'osmose sont utilisés, entre autres pour dessaler l'eau de mer et alimenter en eau potable de petites communautés et des complexes hôteliers sur les côtes de l'Amérique Latine. Cette société a développé et commercialisé le filtre à haute efficacité Vortisand™, suite à l'acquisition d'une technologie américaine il y a plus de vingt ans, puis amé-

lioré les performances, multiplié de nouvelles applications et développé un vaste réseau de distribution. À l'origine utilisé pour les piscines, ce procédé trouve son intérêt pour les circuits de tours de refroidissement, de chauffage, de climatisation, pour la pré-osmose et pour de nombreuses autres applications nécessitant une fine filtration, dans des secteurs variés (recyclage des eaux, filtration des eaux de pluie, etc.). Avec plus de 1000 installations outre Atlantique, elle y est ainsi devenue la référence au niveau de la performance, pour certaines applications. Elle a nommé Laurent Belime pour développer les applications en France et permettre

aux utilisateurs de bénéficier de ces procédés ultra performants).

### Les tours de refroidissement

Le principe de refroidissement de l'eau par l'air atmosphérique est lui-même responsable de multiples problèmes rencontrés dans l'opération et l'entretien des équipements. La présence de poussières, limon, pollen, bactéries et autres particules en suspension dans l'air contamine l'eau, ce qui nécessite un traitement chimique souvent difficile à contrôler. Jumelée à une eau d'appoint souvent chargée en particules solides, cette eau impropre fait du circuit de refroidissement un milieu privilégié pour le développement de micro-organismes. D'autre part, lorsqu'un système est encrassé, le rendement de l'échangeur de chaleur est plus faible. Les besoins énergétiques sont alors accrus, même dans le cas où l'épaisseur de l'encrassement n'est que de 150 microns (légèrement plus épais que des cheveux). Si des dépôts se forment sur

| Tableau 1    |                          |                |                          |                                          |                                                               |
|--------------|--------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|              | Performance groupe froid | Système propre | Encrassement évaporateur | Encrassement condensateur et évaporateur | Encrassement condensateur et évaporateur et température basse |
|              | Capacité (kW FRIG)       | 1 760          | 1 566,4                  | 1 397,4                                  | 1 263,7                                                       |
|              | Puissance absorbée (kW)  | 280            | 259                      | 235                                      | 219                                                           |
| Évaporateur  | Facteur d'encrassement   | 0,0010         | 0,0010                   | 0,0010                                   | 0,0010                                                        |
|              | T° eau entrée (°C)       | 12,2           | 11,6                     | 11,1                                     | 9,5                                                           |
|              | T° eau sortie (°C)       | 6,7            | 6,7                      | 6,7                                      | 5,5                                                           |
|              | Débit (m³/h)             | 272,4          | 272,4                    | 272,4                                    | 272,4                                                         |
|              | Pertes de charges (m)    | 4,97           | 4,97                     | 5,00                                     | 5,03                                                          |
| Condensateur | Facteur encrassement     | 0,00025        | 0,00025                  | 0,00100                                  | 0,00100                                                       |
|              | T° eau entrée (°C)       | 29,4           | 29,4                     | 29,4                                     | 29,4                                                          |
|              | T° eau sortie (°C)       | 34,6           | 34,0                     | 33,6                                     | 33,2                                                          |
|              | Débit (m³/h)             | 340,5          | 340,5                    | 340,5                                    | 340,5                                                         |

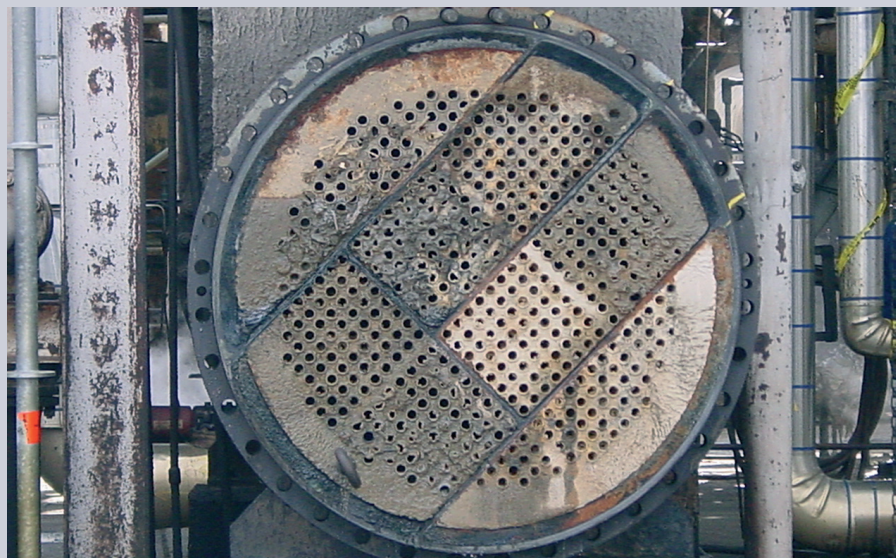


Photo 1 Surface d'échange embouée.

les parois des tubes du condenseur, ils augmentent la résistance de frottement, accélèrent la corrosion et nuisent au transfert de chaleur. > **Tableau 1**

Par ailleurs, les dispersants chimiques utilisés pour le conditionnement de l'eau ont pour objectif de maintenir les particules les plus fines possibles (en fait, sous les 5 microns) afin d'éviter qu'elles ne s'agglomèrent et ne se déposent. Les pompes de recirculation vont également maintenir les particules très fines à cause du cisaillement des aubes de la ou des roue(s).

Plusieurs analyses de tailles de particules dans l'eau de recirculation ont démontré que plus de 80 % des particules ont une taille comprise entre 1 et 5 microns. Ceci correspond à la taille des contaminants dans l'air (moyenne de 2,5 microns) qui se retrouvent dans l'eau.

Il est donc important d'enlever ou de filtrer ces particules avant qu'elles n'aient le temps de polluer le circuit d'eau, de s'agglomérer à d'autres particules et de se déposer dans le fond du bassin ou sur les surfaces d'échange de chaleur.

#### > Photo 1

C'est pourquoi, aux États-Unis, la recommandation faite par l'ASHRAE et les grands traiters d'eau est la suivante : "Toutes les tours de refroidissement devraient être équipées avec une filtration dérivée ultra fine".

### La filtration conventionnelle

Les filtres à sable conventionnels étant statiques, emprisonnent les solides et s'encrassent graduellement.

On doit donc renouveler régulièrement le sable filtrant. De plus, généralement spécifiés pour des particules de 10 microns ou plus, ils ne sont pas suffisamment efficaces. Les fines particules présentes dans l'eau ne sont pas filtrées, se concentrent et finissent pas se déposer là où elles peuvent causer des problèmes.

### La filtration centrifuge sur sable

La solution technique utilise un principe de filtration simple et efficace : l'utilisation de la force centrifuge (effet vortex) pour faire tourbillonner l'eau brute au-dessus du média filtrant (sable), facilite l'enlèvement des plus grosses particules tout en augmentant de façon significative la surface de filtration à l'intérieur du réservoir. La turbulence favorise l'accumulation des particules sur les parois intérieures du réservoir, permettant ainsi l'utilisation d'un sable beaucoup plus fin sans problème de colmatage. L'eau ainsi débarrassée d'une grande partie de ses impuretés est filtrée en passant au travers du média filtrant pour ensuite être collectée. Les contaminants emmagasinés au-dessus du sable seront par la suite expulsés par des lavages à contre-courant, lesquels ne nécessitent

### Filtre Vortisand

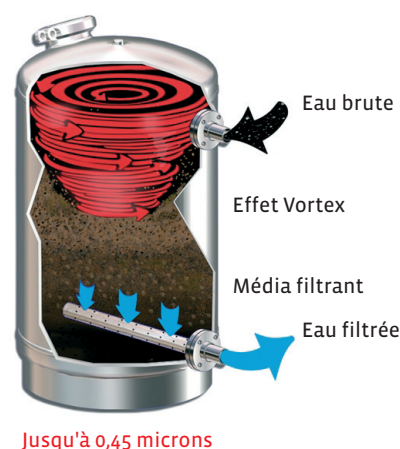


Photo 2 Coupe d'un filtre Vortisand.

qu'un volume d'eau plus faible que les systèmes conventionnels de filtration au sable. Cette solution permet donc des cycles de filtration plus longs et une filtration beaucoup plus fine (jusqu'à 0,45 microns). > **Photo 2**

### Diminuer la consommation d'eau

Au Texas, l'eau est rare et la ville de San Antonio encourage les initiatives l'économisant. Bâti en 1980, l'immeuble «One Alamo Center» contient des bureaux sur 8 étages, totalisant une surface de 15 800 m<sup>2</sup>. La climatisation est assurée par des groupes froids d'une puissance totale de 2 500 kW froid, dont les condenseurs sont raccordés aux tours aéro-réfrigérantes. Le volume du circuit primaire est de 72 m<sup>3</sup> et les pompes de recirculation ont un débit d'environ 480 m<sup>3</sup>/h.

Situé dans un environnement urbain, la contamination du circuit d'eau des tours par les particules donnait de la nourriture aux bactéries, encourageant ainsi leur prolifération. D'autre part, les tamis fins se colmataient, provoquant des arrêts de pompes. Les dépôts étaient constitués essentiellement de fer et les vitesses de corrosion étaient élevées. Ces solides abrasifs en suspension enlevaient le film protégeant les circuits de la corrosion.

Un filtre ultrafin à 0,45 micron, d'un débit dérivé de 22,7 m<sup>3</sup>/h, constitué d'un réservoir de 76 cm de diamètre et 1,40 m de hauteur,

fut installé en 2004. Outre la résolution des problèmes, sa mise en place a permis d'augmenter les cycles de concentration de 3,7 à 5,5, d'où une réduction de la consommation d'eau servant aux purges de 40 %.

Augmenter la production

Commercial Alcohols Inc., qui a débuté ses opérations seulement en 1989, a progressé au point de devenir le premier fabricant et distributeur d'alcool et d'éthanol au Canada. Les 29 personnes du site de Tiverton sur les bords du lac Huron produisent chaque année, depuis plus de quinze ans, 26 millions de litres de bioéthanol, utilisé comme carburant automobile. Cinq tours aéro-réfrigérantes totalisent une capacité de refroidissement de 12 300 kW froid avec un débit de recirculation de 1 100 m³/h. L'entreprise, classée parmi les 50 compagnies les mieux gérées du Canada, a installé en 2003 un filtre ultrafin d'un débit dérivé de 68,1 m³/h, constitué de trois réservoirs de 0,76 x 1,40 m chacun.

➤ **Photo 3**

L'utilisateur est très satisfait et a fait des économies considérables : le retour sur investissement de l'installation a été de 12 mois, réparti de la façon suivante : 13 % par la diminution de la consommation de produits chimiques, 20 % par l'économie d'eau d'appoint, des économies de maintenance, et substantiellement en augmentation des capacités de production, particulièrement l'été.



Photo 3 Filtre ultra-fin constitué de trois réservoirs avec un débit dérivé de 68,1 m³/h.

Diminuer le risque légionelle

En enlevant les particules de l'eau, le filtre ultrafin d'une part optimise l'efficacité des traitements chimiques et biocides et d'autre part, met les bactéries à la diète. Dans le tableau ci-dessous relevé chez Météo Canada à l'aide d'un compteur Laser de particules, modèle Spectrex SPC 510, les particules de toute nature, organiques, minérales ou biologiques ont été comptées avant et après traitement.

➤ **Tableau 2**

**Nettoyer les circuits fermés**

L'immeuble 1000 de la Gauchetière à Montréal contient deux salles de pompes, une

au premier l'autre au 45<sup>e</sup> étage, 4 circuits fermés de chauffage et d'eau glacée de 28 m³ chacun, un grand nombre de vannes et des centaines de mètres de tuyauteries. En théorie, un circuit fermé devrait rester très propre, mais nous voyons souvent une situation complètement différente. Dans ce cas d'étude, la contamination provenait de solides en suspension issus de la corrosion et de micro-organismes. Leur filtration par cartouche, panier ou poche, est peu efficace, nécessite une surveillance continue et des remplacements réguliers, d'où une certaine pénibilité, des oublis, des coûts de main d'œuvre et de matériels. L'exploitant a demandé conseil à un spécialiste du traitement d'eau. L'analyse des particules ayant montré que la majorité des matières en suspension se situait entre 2 et 8 microns, le traiteur d'eau a recommandé un conditionnement de l'eau travaillant de concert avec un filtre ultrafin Vortisand™ à 0,45 micron installé en dérivation. L'installation d'un filtre sur chaque circuit n'étant pas réalisable, il a été proposé un filtre portatif avec un réservoir d'un diamètre de 0,50 m et d'une hauteur de 1,00 m, utilisable tour à tour sur chaque boucle. Après six semaines d'installation sur le premier circuit, le niveau de fer est passé de 45 mg/l à 2 mg/l, l'utilisation d'agents prescrits par le traiteur d'eau ayant permis de précipiter

| Tableau 2 Météo Canada - nombre et dimensions des particules |                         |                          |                         |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Dimensions (micron)                                          | Pré filtration (nombre) | Post filtration (nombre) | Efficacité d'enlèvement |
| 1 à 2                                                        | 6 177                   | 201                      | 97 %                    |
| 2 à 4                                                        | 14 713                  | 208                      | 99 %                    |
| 4 à 8                                                        | 4 493                   | 74                       | 98 %                    |
| 8 à 16                                                       | 955                     | 18                       | 98 %                    |
| 16 à 31                                                      | 56                      | 0                        | 100 %                   |
| total particules                                             | 26 394                  | 501                      | 98 %                    |
| taille moyenne                                               | 2,79                    | 2,34                     |                         |
| MES (mg/l)                                                   | 2,08                    | 0,03                     | 99 %                    |



les oxydes de fer dissous. L'eau devenue complètement propre, le filtre « tourne » désormais environ deux mois sur chaque circuit. L'exploitant est extrêmement satisfait et « le retour sur investissement est excellent ».

### Économiser l'énergie

Le Palais de Justice de Longueuil a ouvert ses portes en 1987 et regroupe toutes les juridictions de la Cour supérieure et de la Cour du Québec. D'une superficie totale de 15 750 m<sup>2</sup>, l'édifice abrite des salles d'audience et des bureaux administratifs répartis sur deux étages. Sa gestion est assurée par la Société Immobilière du Québec (SIQ). La conception initiale du bâtiment a été réalisée pour permettre une utilisation optimale des équipements, ainsi qu'une récupération et un transfert de chaleur maximum. Le système est composé d'un ensemble de 9 refroidisseurs d'une capacité unitaire de 70 kW froid, qui desservent les zones internes et le refroidissement de l'air extérieur et de 20 pompes à chaleur de 37 kW chaud qui alimentent les zones périphériques. Ces pompes à chaleur fonctionnent en mode climatisation en été et en mode chauffage en hiver, selon les besoins. L'ensemble des équipements est raccordé d'un côté de l'échangeur à plaques, à un réservoir d'eau mitigée et à un système de chauffage. Côté primaire, on retrouve deux tours de refroidissement de 528 kW chaud pour une capacité totale de 1 056 kW chaud, avec débit de recirculation de 102 m<sup>3</sup>/h par tour. Les tours fonctionnent toute l'année jusqu'à une température extérieure d'environ -10°C.

➤ En période de chauffage correspondant à des températures extérieures inférieures à -10°C, l'apport des zones internes et de l'énergie emmagasinée dans le réservoir d'eau mitigée est insuffisant. Il est alors nécessaire de fournir un apport énergétique par des chaudières d'appoint à gaz. Cette période de fonctionnement ne représente qu'environ 400 à 500 heures par an.

➤ Une réduction graduelle de l'efficacité énergétique de l'échangeur résultant de l'encrassement des surfaces a été observée. Cette baisse d'efficacité mettait le fonction-

**Tableau 3** Palais de Justice de Longueuil (Québec)

Application d'un Vortisand - Résultats de l'analyse énergétique

| Paramètres                                                        | Unités             | avant | après |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|
| <b>Circuit d'eau mitigée</b>                                      |                    |       |       |
| Puissance frigorifique fournie par les appareils                  | kW                 | 640,1 | 640,1 |
| Coefficient de performance moyen                                  |                    | 3,70  | 3,93  |
| Puissance électrique absorbée par les compresseurs et auxiliaires | kW                 | 192,2 | 180,9 |
| Température de sortie de l'eau mitigée                            | °C                 | 29,0  | 27,4  |
| Température d'alimentation de l'eau mitigée                       | °C                 | 33,5  | 30,4  |
| Charge thermique fournie à l'eau mitigée                          | kW                 | 813,1 | 802,9 |
| Économie d'énergie                                                | kWh                |       | 11,4  |
|                                                                   | %                  |       | 5,9 % |
| <b>Échangeur à plaques</b>                                        |                    |       |       |
| Charge thermique                                                  | kW                 | 813,1 | 802,9 |
| Différentiel de température                                       | °C                 | 2,62  | 1,20  |
| Coefficient d'échange de chaleur                                  | W/m <sup>2</sup> K | 3 598 | 7 773 |
| Coefficient d'échange de chaleur normal                           | W/m <sup>2</sup> K | 5 565 | 5 565 |
| Augmentation de la capacité d'échange                             | %                  |       | 116 % |
| <b>Circuit d'eau de refroidissement</b>                           |                    |       |       |
| Température à l'entrée des tours                                  | °C                 | 32,1  | 29,3  |
| Température à la sortie des tours                                 | °C                 | 24,6  | 26,1  |
| Consommation moyenne des tours                                    | kW                 | 8,2   | 8,1   |

nement de l'installation en péril du fait de la hausse de température de l'eau mitigée. Les opérations de nettoyage nécessaires étaient également de plus en plus longues et fréquentes, avec utilisation d'acides.

La solution a consisté à installer en dérivation pour la filtration d'eau côté primaire un filtre ultrafin de diamètre de 0,50 m et d'une hauteur de 1 m, avec une capacité de filtration de 13,6 m<sup>3</sup>/h, permettant ainsi d'optimiser le rendement énergétique de l'échangeur à plaques.

Depuis l'installation du filtre, il n'y a plus de perte de pression du côté eau mitigée et le différentiel de température est moins élevé (3°C au lieu de 4,5°C). L'échangeur fonctionne maintenant selon ses performances de conception d'origine, et ce, de façon continue et sans la nécessité de nettoyage. Depuis, les performances se maintiennent de façons optimales. Les principaux points suivants ont été observés : ➤ **Tableau 3**

- une réduction moyenne de température de fonctionnement d'environ 2°C dans les 2 circuits d'eau ;

- une économie d'énergie de l'ordre de 6 % sur la consommation électrique en particulier pour les unités de climatisation et de pompes à chaleur ainsi que pour le circuit tours aéro-réfrigérantes ;

- le coefficient d'échange de chaleur de l'échangeur à plaques a doublé.

Outre cette économie globale, l'optimisation du système a également eu pour effet de réduire la consommation de produits chimiques, plus efficaces avec l'eau libérée de particules en suspension. Depuis l'utilisation du filtre ultrafin (Vortisand™), il n'est plus nécessaire de démonter l'échangeur à plaques et de nettoyer le bassin des tours d'eau de refroidissement. Le retour sur investissement se compte en mois. ■

Pour toute question ou projet, veuillez contacter Laurent Belime, Ingénieur Conseil et Directeur de Sonitec France, laurent.belime@wanadoo.fr