



Atlas du froid

Étude de cas : Cooling Plant 7 de Pfizer

Le refroidissement est un des postes consommateurs d'énergie majeurs, et les besoins en réfrigération ne font que croître. Pour soutenir cette croissance, plusieurs éléments sont nécessaires: de nouvelles évolutions techniques, des solutions intégrées ainsi qu'une prise de conscience accrue de l'impact du refroidissement. La Plateforme du Froid va relever ces défis en créant un avenir durable pour le refroidissement. Nous réalisons cela en collaboration avec des producteurs, des utilisateurs finaux, des bureaux d'études, des frigoristes et tous les acteurs engagés qui sont concernés par le refroidissement. Nous essayons de collecter et de diffuser de la connaissance et des bonnes pratiques. Chaque année, nous organisons à cet effet la Journée de la Plateforme du Froid ainsi qu'une Formation en Froid. Nous sommes impatients de vous rencontrer à l'une de nos activités.

Le refroidissement industriel fait sans aucun doute partie des piliers de notre société de bien-être. Il n'est peut-être pas toujours visible, mais il est omniprésent. Cela va des aliments frais (viande, poisson, légumes) aux gaz cryogéniques. Bénéficier d'une température constante est également crucial dans le secteur pharmaceutique, notamment au cours du développement et de la production des vaccins, antibiotiques et médicaments synthétiques. Dans cette édition de l'Atlas du Froid, nous revenons plus en détail sur une nouvelle installation frigorifique de pointe chez Pfizer, avec la contribution de Baltimore Aircoil, Lubron et Johnson Controls.

Étude de cas: Cooling Plant 7 de Pfizer

PAR LENNERT SMETS | PFIZER INC

Pfizer Mfg. est une entreprise à vocation scientifique qui se consacre à la mise au point d'avancées qui changent la vie des patients. Pour atteindre ces objectifs, il y a plusieurs années, plusieurs MW de capacité de refroidissement supplémentaire ont été nécessaires sur le site de production de Puurs. C'est ainsi qu'a été lancé le projet de la "centrale de refroidissement 7" ou "cooling plant 7", dont la figure 1 donne un aperçu.

Durant la phase de conception du projet, on a depuis le début accordé beaucoup d'attention à l'efficacité énergétique et à la fiabilité. Plusieurs éléments y ont fortement contribué:

1. Automatisation

- Régulation des pompes sur la pression différentielle
- Pompes à vitesse variable
- Points de consigne de l'eau de refroidissement variables
- Free-cooling

2. Chillers

- COP élevés
- Refroidissement à bas GWP
- Chillers qui peuvent supporter de faibles températures de condenseur

3. Tours de refroidissement

- Circuit fermé refroidisseur par évaporation avec ventilateurs axiaux
- Combined Flow Technology
- Ventilateur silencieux
- Moteur de ventilateur à haut rendement

4. Traitement de l'eau

- Traitement de l'eau sur mesure
- Consommation d'eau réduite
- Coût de maintenance réduit des tours de refroidissement

CONFIGURATION

Le fonctionnement de principe de la centrale de refroidissement 7 est présenté de manière simple sur la page précédente à l'aide d'un schéma. L'élément central est le groupe frigorifique, dont le condenseur est refroidi par eau. La chaleur que l'eau de refroidissement capte dans le condenseur du groupe

frigorifique sera restituée à l'environnement et à nouveau refroidie à l'aide d'une tour de refroidissement à circuit fermé. Notons que les tours de refroidissement seront toujours réglées sur un point de consigne d'eau de refroidissement minimal ($T_{nb} + 2^{\circ}\text{C}$), ce qui va permettre d'accroître le COP (coefficient de performance) des chillers. En outre, quelques autres consommateurs d'eau de refroidissement sont raccordés aux collecteurs d'eau de refroidissement, qui est distribuée à l'aide de pompes booster à vitesse variable. Ces pompes sont réglées sur la pression différentielle à travers les consommateurs.

Au niveau de l'évaporateur du groupe frigorifique, la pompe est réglée sur un débit fixe entre le collecteur d'eau glacée froid et chaud afin de limiter le débordement. C'est également sur base de ce débit bipasse que les pompes et les groupes frigorifiques sont activés ou désactivés. Les pompes d'eau glacée sont également réglées sur la pression différentielles entre les consommateurs. Enfin, entre le collecteurs d'eau glacée et d'eau de refroidissement, on a installé des vannes de free-cooling qui relient les deux collecteurs entre eux, de façon à ce que l'eau de refroidissement et les tours de refroidissement puissent alimenter les consommateurs d'eau glacée durant les périodes plus froides.

FIABILITÉ

Afin d'accroître la fiabilité de la centrale de refroidissement, toutes les pompes, tous les chillers et toutes les tours de refroidissement ont été exécutés selon le principe n+1. Il y a donc toujours au min. 1 appareil en stand-by au cas où un

problème ou une panne se produirait. En outre, les API et les mesures critiques sont redondants, de sorte qu'en cas de panne, l'installation de refroidissement continuera toujours à fonctionner pour sauvegarder la production.

En ce qui concerne l'électricité, certaines tours de refroidissement et pompes à eau de refroidissement sont sur alimentation de secours en raison du refroidissement critique des processus. Et la tension de commande de la centrale de refroidissement est réglée sur dynamic no break (DNB), afin que les API restent toujours sous tension, ce qui permet de détecter une chute de tension et d'entamer la procédure de démarrage automatique.

COLLABORATION

Pour ce projet, Pfizer a pu faire appel à un certain nombre de partenaires de confiance qui, grâce à leurs compétences et à leur expertise, ont contribué au fait que la centrale cooling plant 7 ait été livrée avec de l'équipement de pointe et soit parée pour l'avenir.

Remerciements à York (Johnson Controls), Baltimore Aircoil Company (BAC), Lubron et Blue Projects

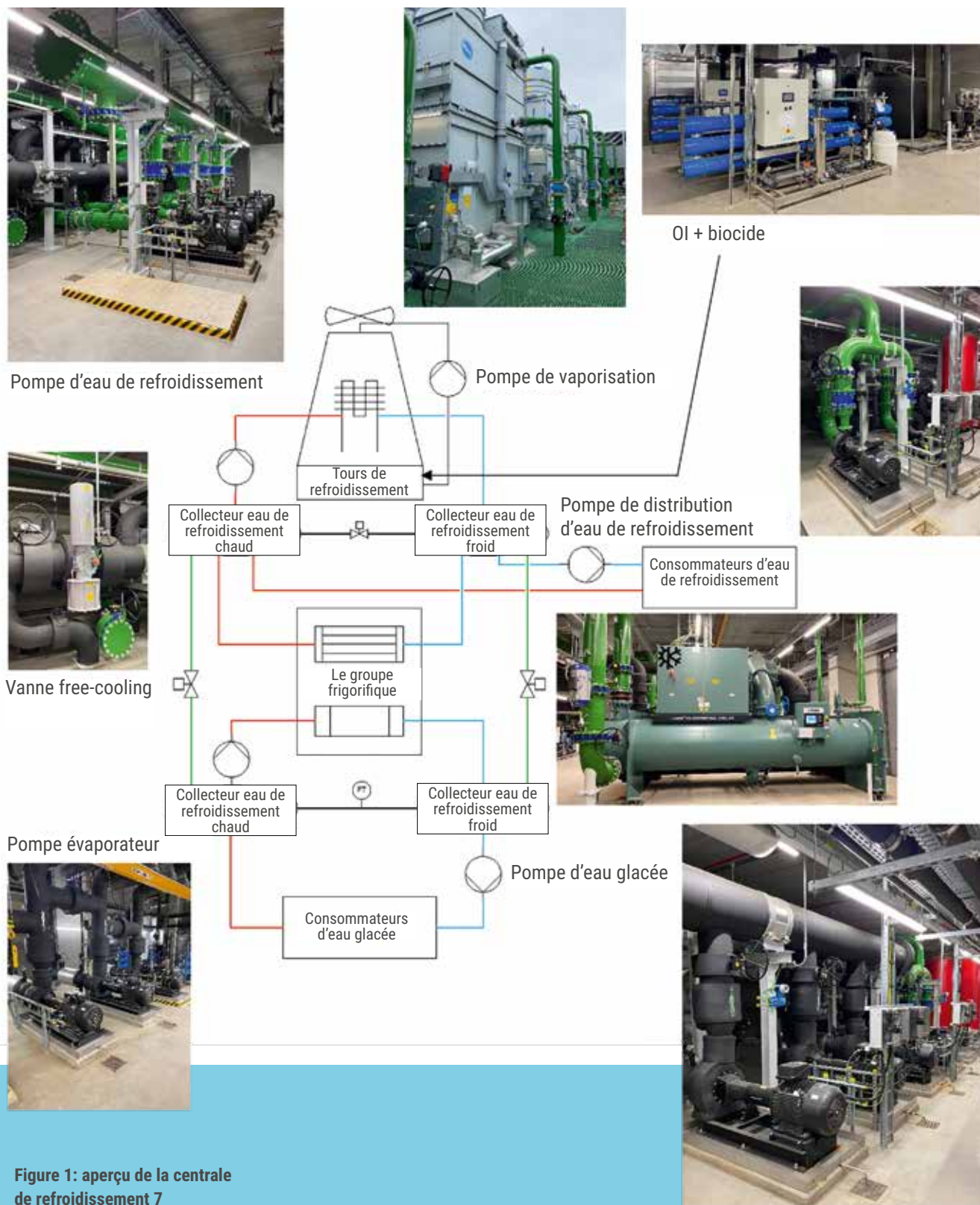


Figure 1: aperçu de la centrale de refroidissement 7

Pfizer Case

Traitement de l'eau par Lubron Watertechnologies

PAR CHRISTOPHE VANDENKERCHOVE | LUBRON

C'est après que Lubron ait été en charge du traitement de l'eau de huit tours de refroidissement différentes sur le site de Puurs, qu'on évoqua pour la première fois, fin 2019, le projet de nouveau bâtiment de Pfizer, le Coolplant 7. Sur le même site, la passivation de nouveaux refroidisseurs de liquide industriels galvanisés BAC fut alors terminée. Le souci majeur de Pfizer fut la recherche d'une solution permettant d'aborder la phase de passivation initiale des appareils galvanisés (batteries) de la manière la plus simple possible. C'est à ce moment-là, qu'en concertation avec les gens de BAC, nous avons conseillé d'envisager de prévoir des batteries en inox (coils), de façon à ce que cette phase de passivation initiale ne soit plus du tout nécessaire.

ENERGIE-EFFICIENTIE

Après avoir trouvé un accord quelques temps plus tard, nous nous sommes réunis autour d'une table avec Pfizer et les bureaux d'études concernés, afin d'équiper cette installation frigorifique de pointe d'un système de traitement de l'eau de pointe. Et c'est ainsi que cela s'est passé...

Les exigences que Pfizer a posé sur la table, étaient les suivantes:

- Tendre vers une consommation d'eau minimale
- Tendre vers une consommation de produits minimale
- Tendre vers une protection optimale des appareils
- Tendre vers un suivi étroit et une prise en charge complète
- 1 seul acteur qui place, commande, contrôle et entretient l'ensemble
- Prévoir une redondance sur les pièces cri-

tiques: sécurité de fonctionnement élevé
Durant la phase de conception, tendre vers une gestion aussi durable que possible fut une priorité pour les deux entreprises. Ce fut un aspect majeur nous permettant d'aboutir à notre proposition finale.

INSTALLATION RO 4-COOLER

Afin de satisfaire à toutes les exigences et à tous les souhaits de Pfizer, il fut décidé de recourir à une technologie membranaire, plus précisément l'Os-mose Inverse, pour l'eau d'alimentation des 10 refroidisseurs de liquide finaux. Environ 90% de l'eau RO est automatiquement mélangée à environ 10% d'eau de ville dure. Cette combinaison est extrêmement qualitative pour ce type d'installation frigorifique, ce qui permet de travailler avec un facteur d'épaississement élevé (environ 10).



On a en conséquence économisé pas mal sur le produit de traitement (plus de 80%) et sur la consommation d'eau. On a ainsi réduit les eaux évacuées de tours de refroidissement à moins de 90% par rapport au fonctionnement avec de l'eau de ville non traitée. Si on tient compte de la consommation d'eau totale, y compris l'évaporation et le rejet RO, on aboutit à une économie d'eau > 30%. Au final, c'est la configuration suivante qui a été élaborée: de l'eau de ville non traitée arrive – unité RO avec accessoires – réservoir tampon 10m³ – pompes Duplex qui pompent l'eau vers les tours de refroidissement.

DÉTAIL DE L'EXÉCUTION

Pour des raisons de fiabilité et de normes imposées, nous avons choisi la conception suivante:

Données de départ fournies par Pfizer à Lubron :

Questionnement	Données reçues	Remarque
Nombre d'appareils	10 pièces	n+1 exécuté – livraison en 2 phases
Type d'appareils	BAC avec revêtement Baltibond et batterie inox	
Capacité frigorifique par appareil	1.850 KW	À pleine charge 100%
Capacité frigorifique totale	1.850 kW	final – 1re phase 7 appareils en service
Eau d'alimentation & pression	Eau de ville Puurs @ min 2 bar	
Espace disponible	Nouveau bâtiment: suffisamment d'espace disponible	
Lieu Traitement de l'eau	Rez-de-chaussée	
Lieu Tours de refroidissement	3e étage	

- 2 x unité RO qui fournissent environ 17,5 m³/h d'eau d'appoint
- 10 m³ d'unité tampon équipée d'un capteur de pression, d'un trop-plein, d'un vidage manuel, d'une commutation on/off RO
- Set de pompes Duplex équipé de 2 x pompes à vitesse variable CRNE qui fournissent chacune 35 m³/h @ 3Bar, montées sur skid en inox et équipées d'un API propre pour -entre autres- le fonctionnement cyclique.

CAPEX-OPEX

Lubron, a utilisé un calcul de faisabilité pour faire une comparaison parfaite entre le traitement traditionnel de l'eau (eau de ville, éventuellement avec adoucissement), d'une part, et l'utilisation de l'eau RO, d'autre part. Dans tous les scénarios (charge élevée/faible, heures de fonctionnement élevées/faibles)... l'osmose inverse s'est avérée extrêmement rentable et son retour sur investissement très rapide. Une fois ces chiffres sur la table et véri-

fiés par les cabinets d'étude, la poursuite de l'adjudication et l'avancement du projet ont été très rapides.

RÉSUMÉ

L'utilisation d'eau RO possède les avantages suivants:

- Moins de consommation d'eau (économie totale > 30%)
- Moins de consommation de produits (80% de produits de traitement anticalcaire/corrosion) en moins)
- Meilleure qualité de l'eau et donc garantie des appareils à long terme
- Maintenance élevée de l'installation
- Fiabilité élevée

De cette manière, le souhait le plus grand de Pfizer, à savoir emprunter un parcours durable en matière de traitement de l'eau, a été réalisé.

Remarque : Pour des raisons de confidentialité, les chiffres exacts des dépenses d'exploitation -entre autres- n'ont pas été divulgués dans ce rapport.

LUBRON WATERTECHNOLOGIES

Lubron Watertechnologies, qui possède des filiales en Belgique, aux Pays-Bas, en Allemagne et au Royaume-Uni, est depuis des années le fournisseur attitré de Pfizer en ce qui concerne le traitement de l'eau. Cela comprend la livraison d'équipements de traitement de l'eau (adoucisseurs, installations d'osmose inverse...), la fourniture de produits chimiques (produits de traitement (produits de traitement anticalcaire/corrosion, biocides pour lutter contre la microbiologie, y compris les légionelles) et le suivi du traitement en effectuant des contrôles chimiques périodiques, la maintenance des pompes doseuses et l'entretien des équipements de traitement de l'eau.

"La prise en charge totale est la clé".



Pfizer Case - Installation et maintenance des tours de refroidissement par Baltimore Aircoil Company

PAR BIEKE HELSEN | BALTIMORE AIRCOIL COMPANY

La collaboration entre Pfizer et Baltimore Aircoil Company remonte au début des années '80. C'est à cette époque que les premiers appareils BAC ont fait leur apparition sur le parc de tours de refroidissement de Pfizer. Au fil des ans, l'offre BAC s'est agrandie, et de nombreux autres appareils ont alors pu trouver une place chez Pfizer. Aujourd'hui, l'équipe BAC gère l'entretien de quelque 25 appareils BAC sur le site Pfizer.

PFIZER COOLPLANT 7

Lorsque le nouveau projet Pfizer Coolplant 7 fut lancé, la décision de placer des tours de refroidissement à circuit fermé FXVS – tout d'abord en 2020, puis également en 2021 – constitua une étape logique. Cet appareil offre la capacité la plus élevée par surface au sol du marché. Les tours de refroidissement FXVS à circuit fermé fonctionnent à l'aide de ventilateurs axiaux à grande efficacité énergétique et faibles émissions sonores; elles garantissent en outre une excellente capacité thermique. Les tours de refroidissement FXVS à circuit fermé peuvent être exécutées dans une configuration à éléments multiples lorsque de grandes capacités sont exigées.

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les tours de refroidissement FXVS font appel à une technologie de transfert thermique combiné unique. L'eau pulvérisée qui passe d'abord par la batterie de refroidissement est ensuite dirigée sur une surface de ruissellement, dans laquelle elle est à nouveau refroidie. Cela garantit un transfert de chaleur optimal. En combinaison avec

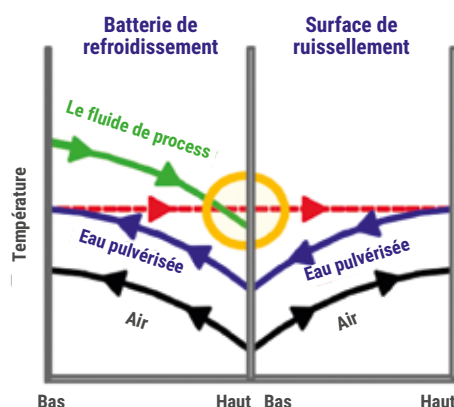
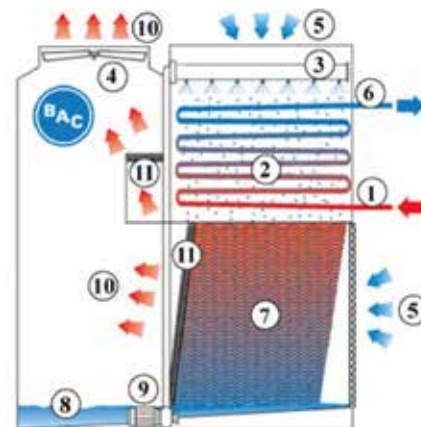
des ventilateurs axiaux et des moteurs de ventilateur à haut rendement, cela donne le refroidisseur ayant la plus grande efficacité énergétique sur le marché.

La technologie de courant combiné optimise le transfert de chaleur sensible de la batterie en refroidissant l'eau de pulvérisation (en règle générale de 4 à 7°C). En combinaison avec le flux d'air parallèle, le FXVS peut refroidir jusqu'à des températures inférieures à la température d'eau de pulvérisation. Ce qui le rend plus efficace que d'autres refroidisseurs disponibles sur le marché.

Principe de fonctionnement

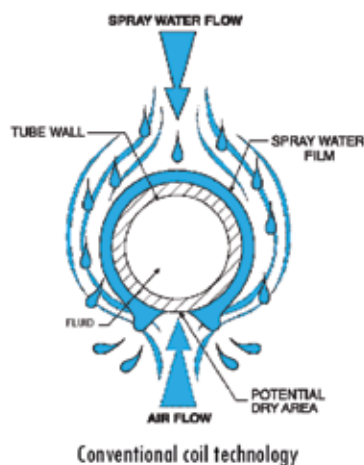
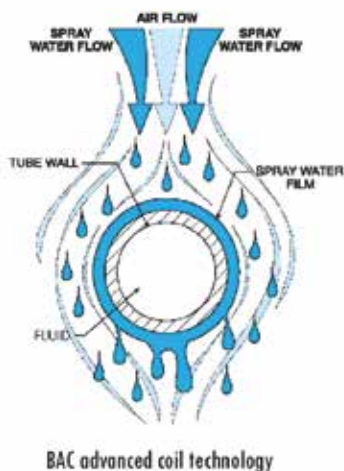
Le FXVS associe la fonction d'une tour de refroidissement et un échangeur de chaleur dans un seul appareil. Le fluide de process chaud (1) circule de chaque côté de la tour à travers une batterie d'échange de chaleur (2), qui est mouillée par un système de pulvérisation (3). Alors que l'eau pulvérisée s'écoule, un ventilateur axial (4) aspire l'air (5) au-dessus de la batterie. Le processus d'évaporation refroidit le fluide (6) à l'intérieur des batteries. L'eau pulvérisée et l'air étant plus froids au sommet de la

tour, le fluide de process passe de bas en haut des batteries. L'eau pulvérisée s'écoule sur une surface de ruissellement (7), où elle est refroidie avant de tomber dans le bassin d'eau (8). Les pompes de pulvérisation (9) font recirculer l'eau refroidie vers le sommet de la tour. L'air chaud saturé (10) sort de la tour à travers les éliminateurs de gouttelettes (11) qui éliminent les gouttelettes d'eau de l'air.



FXVS-1218C-36H-PW Vloeistofkoeler met gesloten circuit:

Nombre d'unités	10 (7 déjà installées)
Puissance frigorifique (par appareil)	1850 kW
Débit de liquide	88,4 l/s
Température d'entrée	32,2°C
Température de sortie	27,2°C
Température du thermomètre mouillé	22,0°C
Moteur de ventilateur	3 x 15 kW
Exécution	Revêtement Baltibond hybride avec batterie de refroidissement en RVS 304L



Avantages de la technologie de courant combiné

La charge du jet d'eau (l/s par m²) à travers la batterie est en général 3 à 4 fois plus élevée que dans le cas d'un refroidisseur de liquide conventionnel; il en résulte plus de transfert de chaleur sensible et moins de transfert de chaleur latente. Les tubes de la batterie sont recouverts d'un épais film d'eau, ce qui limite grandement le risque de zones sèches et réduit drastiquement le risque d'encrassement. L'air et l'eau pulvérisée circulent parallèlement; il en résulte une meilleure couverture en eau.

Avec de l'eau froide pulvérisée, le calcaire a tendance à rester en solution au lieu de se déposer sur la batterie sous forme de matière solide. La majeure partie de l'évaporation se déroule à travers la surface de ruissellement. Il en résulte un refroidissement sensible à travers la batterie de refroidissement. Cela minimise le risque de dépôts de calcaire sur la batterie de refroidissement et réduit la maintenance à son niveau minimal.

INSPECTION AISÉE ET MAINTENANCE RÉDUITE

Nos appareils à courant combiné permettent l'accès à tous les composants critiques, y compris durant le fonctionnement de l'appareil. Le système de distribution d'eau, la partie supérieure de la batterie de refroidissement et la surface de ruissellement sont aisément accessibles, même en cas de fonctionnement humide.

Les tours de refroidissement FXVS à circuit fermé sont rapidement et facilement accessibles. L'inspection et la maintenance des appareils peuvent dès lors être effectuées de manière sûre et confortable.

L'équipe de maintenance de Pfizer s'est déjà rendue à plusieurs reprises sur le site de production de BAC à Heist-op-den-Berg. Ce qui lui permet de découvrir ce qui est neuf, de trier des affaires courantes avec notre équipe technique et de recevoir un feedback sur les améliorations potentielles. La volonté de Pfizer de trouver également des solu-

tions durables et efficaces sur le plan énergétique correspond parfaitement à l'approche de BAC.

DES APPAREILS SILENCIEUX

La tour de refroidissement à circuit fermé FXVS possède une entrée d'air d'un seul côté, et l'eau est acheminée dans le bassin d'eau froide sans bruit d'éclaboussures. Pfizer a opté pour des ventilateurs à faible niveau sonore, ce qui entraîne une réduction du niveau sonore de 10 dB(A). On a par ailleurs également opté pour des silencieux pour réduire encore un peu plus le bruit.

Des performances fiables

La tour de refroidissement FXVS est un refroidisseur certifié Eurovent. Aucun test sur site n'est de ce fait nécessaire, car la capacité thermique est assurée par un bureau indépendant. Cela se traduit également par l'absence de coûts opérationnels imprévus. Les appareils sont en outre équipés de notre revêtement hybride breveté Baltibond hybride coating, qui prolonge la durée de vie de l'appareil, facilite le nettoyage et engendre des économies d'eau.

CONCLUSION

Avec 25 appareils BAC sur son site de Puurs, Pfizer peut être assuré du fait que sa production soit en permanence efficace et fiable. La collaboration de 40 ans démontre que chacun a trouvé en l'autre un partenaire de confiance, tant pour l'achat de nouveaux appareils que pour la maintenance et le suivi après installation.

Baltimore Aircoil Company est un fabricant de renommée internationale de systèmes de transfert de chaleur pour applications diverses. A partir de notre vision "Réinventez le refroidissement pour un monde durable", nous apportons des améliorations continues à la conception ainsi qu'à la capacité thermique de nos produits. Au cours des années, nous avons dans ce but développé et perfectionné de nombreuses fonctions qui font aujourd'hui office de norme pour les applications frigorifiques à travers le monde.



Pfizer Case - Faible facture énergétique grâce à des COP élevés avec la York YZ

Nous avons été contactés il y a quelques années par Pfizer pour nous demander comment nous envisagions l'avenir en matière de machines refroidies par eau. Il nous a été demandé de proposer un appareil éco-énergétique présentant les caractéristiques suivantes: Fiable en termes de rendements et de capacités frigorifiques; Faible GWP et réfrigérant sûr (A1 ininflammable); Facilité d'entretien (coût réduit); Efficacité énergétique, avec donc des COP et EER élevés, non seulement à pleine charge mais aussi à charge partielle. La dernière phrase est l'un des points pour lesquels nous sommes réputés depuis longtemps; des COP élevés: un véritable crédo chez York.

Au cours d'un agréable meeting, nous avons présenté le chiller YZ. Ce refroidisseur centrifuge trouve ses racines dans la division marine (sous-marine) de York. Grâce à sa ligne de transmission à paliers magnétiques industriels, nous pouvons déjà apporter une réponse directe à différentes questions qu'ils nous ont posées:

- Plus besoin d'huile et de gestion de l'huile
- Les révisions et changements de joints appartiennent au passé
- Avec cette ligne de transmission, nous pouvons travailler avec de l'eau de tour de refroidissement jusqu'à 9°C, ce qui présente les avantages suivants:
 - Efficacité énergétique : des COP/EER de 35 peuvent ici être atteints
 - Nous pouvons de ce fait proposer du free-cooling via le chiller, plus besoin

de placer d'échangeur de chaleur supplémentaire.

- Faible niveau de bruit et de vibrations (rappelez-vous les racines sous-marines).

L'appareil fonctionne au réfrigérant (basse pression) R1233zd avec un GWP de 4 et une classification ininflammable A1. Ces appareils sont testés et certifiés selon le standard AHRI 550-590 max. Ce qui a également été démontré durant un test de performance dans notre usine de Nantes (France).

Depuis, 3 chillers YZ de 3.200 kW chacun ont été installés dans la centrale frigorifique 7; tous ont été sélectionnés sur des conditions 11 / 6 et 31 / 36°C. Pfizer a ensuite installé 5 autres appareils YZ au cours des trois dernières années.



Répetons les avantages majeurs:

- Faible facture énergétique grâce à des COP élevés que nous pouvons atteindre avec les YZ
- Peu de frais de maintenance durant la durée de vie des appareils: pas de révisions, de frais relatifs à l'huile...
- Faible niveau sonore et de vibrations
- Réfrigérant ininflammable à faible GWP
- Fonctionnement très flexible: l'appareil peut fonctionner avec un débit variable au niveau de l'évaporateur et du condenseur
- Sélections réalisées sur mesure

Si vous désirez plus d'informations sur ces appareils, n'hésitez pas à me contacter via dirk.goovaerts@jci.com ou au +32 475 69 09 48

Les COP/EER indiqués pour les unités Pfizer en fonction de l'eau d'alimentation de la tour de refroidissement et du pourcentage de charge :

Partload Data (Minimum Condenser Water Temperature)										
CEFT (°C)	% LOAD									
	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
31.00*	6.340	6.528	6.410	6.177	5.901	5.486	4.891	4.178	3.314	2.705
30.00*	6.560	6.818	6.768	6.568	6.263	5.820	5.161	4.401	3.514	2.737
27.00*	7.249	7.679	7.905	7.856	7.532	7.005	6.295	5.359	4.215	2.910
24.00*	7.911	8.637	9.056	9.254	9.234	8.709	7.902	6.763	5.265	3.296
21.00*	8.447	9.588	10.29	10.76	10.98	10.83	10.09	8.652	6.777	4.222
18.00*	8.990	10.35	11.66	12.43	13.09	13.43	13.32	11.77	9.121	5.754
15.00*	9.459	10.98	12.70	14.35	15.79	16.75	17.14	16.20	13.09	8.130
12.00*	9.958	11.60	13.63	15.73	18.51	21.02	23.34	23.78	20.69	13.37
9.00*	10.50	12.17	14.18	17.04	19.89	25.96	32.01	35.72	31.48	-