

- Chauffage
- Ventilation
- Rafraîchissement
- Réfrigération
- Énergies renouvelables
- Régulation
- Sanitaire
- Plomberie

Chaud Froid *Performance*

Informatique

Quand la maquette numérique bouleverse les métiers

L'informatique pour l'ingénierie du bâtiment vit-elle un tournant ? En observant l'évolution de l'offre de produits et en écoutant les spécialistes de la maquette numérique réunis mi-juin à l'occasion de leur BIM's day annuel, on peut l'affirmer. Mais les solutions les plus pointues paraissent encore surdimensionnées pour la plupart des chantiers.



p.28

www.edipa.fr

Juillet-Août 2013

p.10

→ NI CHAUD NI FROID

La rénovation de l'habitat, une action dans le sens de l'histoire



Avec Bruno Lechevin, président de l'Ademe

p.36

→ CHANTIER

Le Dôme de Vincennes : générateur thermodynamique et modulation d'air neuf pour une piscine HQE



Cette piscine construite en partenariat public-privé bénéficie d'un traitement des eaux et de l'air ambiant particulièrement élaboré. L'exploitant technique analyse en permanence les résultats de fonctionnement pour améliorer les rendements énergétiques et le confort des usagers.

p.40

→ TECHNIQUE

Transfert d'énergie : exploiter un bâtiment existant sur un ouvrage neuf

Intervenant comme référent HQE sur la construction de deux bâtiments d'enseignement en Alsace, l'auteur décrit comment près de 9 000 m² de locaux sont chauffés et rafraîchis en exploitant les pertes de la chaufferie existante et le gisement de froid de l'eau du sous-sol. Des solutions à très faibles impacts environnementaux.

SURDOUÉ !
SOLUTIONS EAU CHAUDE SANITAIRE ET CONDENSATION TERTIAIRE & DOMESTIQUE

INSTALLATIONS COLLECTIVES ET DOMESTIQUES

ACV
excellence in hot water

www.acv.com

voir page 15

Générateur thermo modulation d'air neuf

Cette piscine construite en partenariat public-privé met l'accent sur un traitement de l'air ambiant et un traitement des eaux particulièrement élaboré. L'exploitant technique analyse en permanence les résultats de fonctionnement pour améliorer les rendements énergétiques et le confort des usagers.

Le Dôme de Vincennes présente trois bassins en enfilade : bassin de 25 m, pataugeoire et bassin ludique. Cette construction HQE bénéficie en particulier d'un éclairage naturel qui réduit les consommations d'électricité pour l'éclairage intérieur.

Titulaire du contrat d'exploitation pour une durée de 25 ans dans le cadre d'un partenariat public-privé, l'entreprise Cofely tient à montrer la pertinence des technologies mises en œuvre au Dôme de Vincennes (Val-de-Marne). Cette piscine municipale HQE livrée en septembre 2011, construite dans le cadre d'un partenariat public-privé, se distingue par sa forme ovoïde au cœur de ce nouveau quartier résidentiel construit au bord des voies du RER. Dotée d'un bassin de 25 m à 6 couloirs, d'un bassin ludique et d'une pataugeoire, tous dans le même alignement, elle est éclairée naturellement par une orientation au sud et dispose d'un hall d'une très grande hauteur sous plafond.

L'ouvrage confié au cabinet d'architecture Boudry avait été réparti en deux lots : la partie gros œuvre à Urbaine de Travaux ; les équipements techniques à Cofely, filiale de GDF Suez.

Située en centre-ville, dans un quartier où réside une population jeune, cette piscine est dimensionnée pour recevoir jusqu'à 240 000 sportifs. Outre le grand public, elle accueille près de 50 groupes scolaires, des groupes de plongée, des activités d'aqua-fitness... La première année s'est soldée par 173 000 entrées. Le chiffre des 200 000 entrées devrait être atteint cette deuxième année.

Sur la base des premiers mois d'exploita-

tion, Cofely est en mesure de donner des détails sur les niveaux de consommation de cet équipement : la facture énergétique porte sur 800 000 kWh d'électricité et 600 000 kWh de gaz ; la consommation d'eau est de l'ordre de 24-25 000 m³. Si la consommation de gaz est inférieure de 20 % aux objectifs fixés avec la Ville de Vincennes, en revanche, celle d'électricité est de 30 à 40 % supérieure à ce qui était escompté. De même, la consommation d'eau enregistre une dérive de 13 %. Des données brutes que l'exploitant veut analyser. Il semble cependant que le choix par le constructeur d'une isolation intérieure inadaptée à une ambiance humide et aux nombreux ponts thermiques expliquerait en partie ces écarts. Le travail sur ces points se poursuit. Pour maîtriser les consommations de ce type d'établissement, deux équipements font l'objet d'un soin particulier de préconisation et d'installation, ainsi que d'un suivi de fonctionnement particulièrement pointu :

- le traitement de l'air et de la déshumidification ;
- le traitement de l'eau.

Un gain de 40 % pour le chauffage et la déshumidification

Pour Arnaud Volpilière, président de la so-

ciété EcoEnergie et fournisseur de l'équipement de chauffage, ventilation et déshumidification du Dôme, «les besoins d'énergie pour le chauffage de l'eau des bassins, des locaux et de la production d'eau chaude sanitaire s'élèvent en moyenne en France à environ 40 % de la facture d'énergie. Le chauffage des halls de bassins et le renouvellement d'air lié à la déshumidification emportent la plus grosse part des dépenses, avec 60 % des



Deux chaudières gaz à condensation et à brûleur modulant Atlantic Guillot de 980 kW produisent la chaleur pour la mise en température des bassins et l'alimentation de la pompe à chaleur à cycle à absorption.

dynamique et pour une piscine HQE

coûts énergétiques. Mon message est donc clair : lors de la conception, si l'on veut faire des économies d'énergie, c'est d'abord sur ce deuxième poste qu'il faut travailler.»

Alors que les équipements récents adoptent quasi unanimement un traitement d'air avec modulation d'air neuf, l'installation du Dôme de Vincennes associe à cette solution de récupération d'énergie une section thermodynamique. Son intérêt : le gain énergétique est amélioré et le confort peut être maîtrisé en permanence. Explications.

Une évaporation de 114 kg/h à 373 kg/h

Les concepteurs de piscine distinguent plusieurs régimes d'évaporation des plans d'eau. En premier lieu, l'évaporation des plans d'eau dits tranquilles, au repos. Constante, elle dépend de la température des bassins, de l'hygrométrie de



La pompe à chaleur Yazaki de 70 kW froid. Son bouilleur reçoit une eau à 88 °C et produit par échange thermique une eau glacée à 7 °C et une eau chaude de rejet de 35 °C. Ces deux flux sont exploités dans les centrales de traitement d'air de déshumidification et chauffage du hall des bassins.

l'air et de la surface des plans d'eau. La connaissance de ce «talon» d'évaporation est importante car elle permet de dimensionner le régime minimal du système de traitement d'air. Sur cette piscine, il a été évalué à 114 kg/h.

À ce régime de base, il faut ajouter l'évaporation produite lors de l'exploitation. À savoir :

- l'évaporation du plan d'eau agité liée à la fréquentation : le système de traitement d'air devra être dimensionné pour traiter ces pics et éviter condensation ou problèmes de qualité d'air ;
- l'évaporation liée aux jeux d'eau qui génèrent une surévaporation ;
- enfin, l'évaporation liée au taux de brassage de l'air et de la couverture des déperditions statiques du bâtiment en hiver.

Tous ces cas de figure font monter cette évaporation au maximum à 373 kg/h. Le système de traitement d'air est dimensionné pour couvrir ce niveau maximal de déshumidification.

Double flux thermodynamique à 48 000 m³/h

Sur la base d'un taux de brassage de l'air du hall des bassins de 3,5 à 4 vol/h, le bâtiment du hall est équipé d'une centrale de traitement d'air d'une capacité de 48 000 m³/h. Le flux repris chaud et humide est orienté vers deux sections :

- La première est la section dite thermodynamique. D'une capacité de 8 700 m³/h, cette centrale de traitement d'air est équipée d'une série de batteries à eau glacée d'une puissance maximale de 70 kW soumises à une loi d'eau de 7 °C/12,5 °C. Sachant que 1 kW de froid permet de traiter environ 1 kg d'eau contenu dans l'air des halls, ce premier étage couvre ainsi à lui seul 60 à 70 % du besoin de déshumidification.

Cette section est dite thermodynamique parce que le froid produit pour son fonctionnement est généré par une pompe à



L'eau chaude en sortie du bouilleur de la Pac à absorption alimente les trois échangeurs de réchauffage de l'eau des bassins.

chaleur à absorption, une machine Yazaki de 70 kW froid. Le choix de ce type de générateur repose aussi sur la logique d'équipement des locaux techniques. Pour fonctionner correctement, un tel groupe à absorption à bain de bromure de lithium doit recevoir, à l'entrée de son «bouilleur», un flux d'une température de 70 à 95 °C. Ici, la température d'entrée a été fixée à 88 °C.

Cette énergie est fournie par deux chaudières gaz à condensation Guillot de 980 kW chacune, dimensionnées pour assurer en deux jours – délai réglementaire – la remontée en température de l'eau des bassins lors des renouvellements annuels. Pour que ces chaudières puissent condenser dans les meilleures conditions, l'eau en sortie de la pompe à chaleur à absorption, d'une température de 83 °C, est exploitée pour plusieurs autres usages. En particulier sur les batteries d'eau chaude de la seconde centrale de traitement d'air, pour produire de l'eau chaude sanitaire et pour alimenter les échangeurs sur système de réchauffage des bassins.

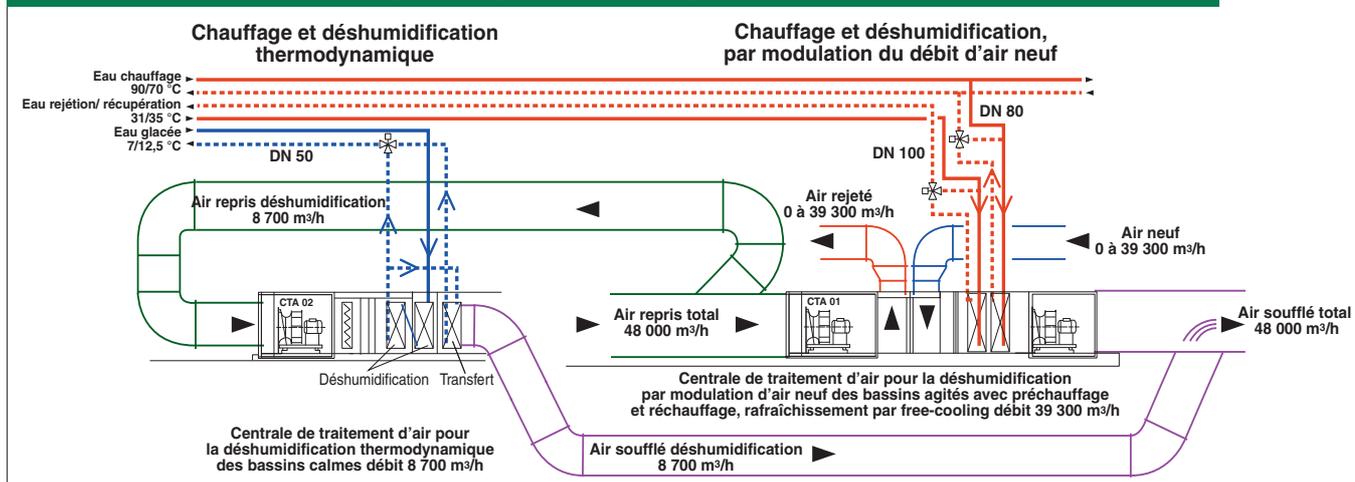
En fonctionnement permanent, la machine thermodynamique rejette aussi une eau à 35 °C pour une puissance de 170 kW : ce gisement de calories est utilisé pour préchauffer l'eau chaude sanitaire.

L'exploitation thermodynamique de la machine Yazaki se poursuit dans la centrale de traitement d'air de déshumidification. Description du process.



Les centrales de traitement d'air dédiées à la déshumidification de l'air du hall des bassins. La plus petite (à gauche), de 8 700 m³/h, assure plus de la moitié de la déshumidification en condition de bassins dits tranquilles. Ses deux groupes de batteries froides – déshumidification et transfert – permettent de préchauffer l'air avant passage dans une CTA plus classique (à gauche) à modulation d'air neuf. Sur le côté, on voit les boîtiers électroniques de variation de vitesse des motoventilateurs en amont et en aval des batteries chaudes.

Déshumidification et chauffage : une partie thermodynamique, l'autre à modulation d'air neuf



Une partie de l'air repris est prioritairement déshumidifiée par des batteries froides ; l'autre partie est traitée et réchauffée par des batteries chaudes sous deux différentes lois d'eau. L'air est mélangé dans la gaine de soufflage.

En entrée de cette CTA, l'air repris dans le hall des bassins de natation est d'une température d'environ 27 °C et d'une humidité de 15 g/kg. Il traverse une unité dite DU-Tr, pour «déshumidification-transfert», composée successivement de batteries froides et de batteries de préchauffage à flux à contre-courant.

La déshumidification est assurée par une batterie d'une puissance de 100 kW alimentée en eau glacée à 7 °C. Elle porte l'air à 9 °C et abat l'humidité à 7,4 g/kg, soit l'élimination de près de 70 l/h, ainsi que du chlore contenu dans l'air.

L'eau glacée sort de cette étape de traitement à environ 21 °C. Avant de la renvoyer à l'évaporateur de la machine à absorption, ce flux est à nouveau exploité dans la batterie de transfert situé en aval de celle de déshumidification. D'une puissance de 30 kW, elle remonte la température de l'air à 20 °C sans modifier son taux d'humidité.

En sortie de batterie de transfert, la température de l'eau a été abattue à environ 16 °C. Pour éviter de dégrader le rende-

ment de la machine à absorption, cette température est descendue à 12,5 °C à l'aide d'un bypass placé sur le départ à 7 °C.

● La seconde section de traitement d'air repose sur une technologie classique de modulation entre le volume restant d'air repris – au maximum, 39 300 m³/h – et d'air neuf. Cette CTA de déshumidification est dotée de deux types de batteries chaudes pour assurer le réchauffage final de l'air à environ 40 °C : la première alimentée en eau de rejet de la pompe à chaleur (régime de 35 °C au départ, 31 °C au retour), la seconde avec de l'eau issue des chaudières à condensation (régime de 90 °C au départ, 70 °C au retour).

Moduler température et débit d'air

Pour suivre en permanence les variations d'ambiance dans le hall des bassins en fonction des conditions extérieures et de la fréquentation de la piscine, le gestionnaire de l'équipement dispose d'une pa-

lette de moyens pour maîtriser les points de consigne de confort.

En premier lieu, les chaudières choisies possèdent des brûleurs capables de moduler de 8 à 100 %. Exploitées en tandem, elles poussent leurs capacités jusqu'au taux de modulation théorique de 4 à 100 %, mais en temps normal, seule une chaudière est utilisée pour alimenter la machine à absorption Yazaki.

En deuxième lieu, les batteries à eau froide et à eau chaude des centrales de traitement d'air sont toutes munies de vannes trois voies qui permettent de moduler les températures d'eau en entrée. Enfin, si sur la CTA thermodynamique le groupe motoventilateur travaille en permanence à débit constant, en revanche, sur la centrale de traitement d'air à modulation d'air repris et d'air neuf, les groupes sont équipés d'un module de variation de vitesse. Cette électronique de pilotage des moteurs offre une grande souplesse de fonctionnement. En fonctionnement normal, le régime est d'environ 70 % du débit total nominal. La



Le local technique dédié à l'alimentation des bassins de la piscine. Toutes les pompes sont gérées par une électronique de pilotage à vitesse variable.



Le module de production d'ozone et les tours de contact avec les eaux du grand bassin.

régulation par automate et par les actions de l'exploitant permettent de moduler les débits pour tenir en permanence les objectifs d'humidité de l'air et de température d'ambiance.

Quel est l'intérêt d'une telle association de chaudières, pompe à chaleur et centrale de traitement d'air ? Pour Arnaud Volpilière, le rajout d'un étage thermodynamique à une production de chaleur par chaudière à condensation permet d'optimiser la performance globale des générateurs. Au rendement de la chaudière gaz, le bureau d'études Garnier ajoute le coefficient de performance de la Pac, estimé à 1,35. Le gain global par rapport à une récupération d'énergie par simple modulation d'air neuf avec de l'air extrait est d'environ 15 %. À noter que les calories rejetées par la pompe à chaleur suffisent parfois à maintenir la température de l'eau des bassins et de l'air, ce par des températures extérieures jusqu'à 5 °C. Le retour sur investissement d'une telle installation est ici estimé à 3-4 ans ; la durée de vie de la Pac à absorption est, elle, donnée pour 20 ans. Seule obligation : effectuer un tirage au vide de la pompe à chaleur toutes les 2 000 à 2 500 heures : un défaut de pression de vide entraînerait une cristallisation de la saumure qui rendrait cette machine inexploitable et irréparable. Au vu du prix de la Pac Yazaki, l'exploitant sait qu'il doit impérativement programmer cette opération.

Le site en chiffres

Superficie couverte totale : 4 366 m² ;
Bassin sportif : 375 m² ;
Bassin d'apprentissage : 250 m² ;
Pataugeoire : 62 m² ;
Spa : 6 m² ;
Volume du hall : 12 464 m³ ;
Taux de brassage aéraulique : 3,85.

Traitement d'eau par préozonation

Si le système de traitement d'air a aussi pour avantage de traiter massivement les polluants dérivés du chlore émis par les plans d'eau, le système de traitement d'eau fait appel à un équipement qui associe une préozonation et une finition de l'eau des bassins au chlore. La charge en désinfectant chloré, réputé agressif et cancérigène, est ainsi très fortement réduite.

Chaque bassin – bassin de natation de 25 m, bassin d'apprentissage et de loisirs et pataugeoire – possède son installation propre de traitement d'eau. Et chacun d'eux reprend le même concept. En sortie des bacs tampon de récupération des débordements, l'eau est mise en circulation par des pompes à vitesse variable calées sur le débit réglementaire. Le flux est d'abord mis en contact avec de l'air ozoné. La production d'ozone est suivie par des capteurs d'oxydant placés à la fois au niveau du générateur et dans le local technique. Ainsi :

- La régulation de l'ozone repose sur une mesure du chlore combiné et non sur le chlore libre. Ce pour éviter de «surozoner» l'eau et de perturber le traitement final au chlore. L'exercice de gestion technique consiste à équilibrer les oxydants et respecter l'action de chacun d'eux. Par ailleurs, le local technique présente en plusieurs points des capteurs d'ozone destinés à protéger les opérateurs – et les baigneurs – des éventuelles fuites.
- L'eau est ensuite soumise à un traitement chloré dans une unité sous pression Cilit. L'intérêt de cette désinfection en aval de l'ozonation est de réduire de pratiquement 50 % l'injection de chlore dans l'eau des bassins. Pour chaque bassin, une chambre d'analyse mesure en permanence la tempéra-

ture, le pH, le chlore libre, le chlore actif et le chlore total. Cofely souligne que ce matériel est sensible à la floculation et aux matières en suspension. En outre, les huiles solaires couvrent les capteurs et peuvent mettre l'analyseur en défaut – les décalages de mesures peuvent être d'une heure et demie. Le suivi métrologique impose une surveillance d'étalonnage mensuelle sur l'ensemble des sondes.

L'installateur et désormais exploitant confirme que la mise au point complète de la régulation du traitement d'eau demande concrètement six mois : un mois pour le calage des paramètres fixés par les constructeurs d'équipements, et cinq mois pour fixer les paramètres de traitement à l'ozone en fonction de la qualité des eaux. Des évolutions seront par ailleurs prochainement apportées au système de traitement : l'actuelle injection d'eau de javel va être remplacée par une production par électro-chloration. La technique maîtrisée depuis déjà plusieurs années en industrie, aujourd'hui autorisée en piscines, devrait permettre de maîtriser encore plus finement l'injection de désinfectant et de réduire la gêne des baigneurs et des personnels d'animation.

Les acteurs du chantier

Maîtrise d'ouvrage : Ville de Vincennes ;
Maîtrise d'œuvre : Atelier d'architecture Boudry ;
Travaux : Somifa IFD et Urbaine de travaux (groupe Fayat) ;
Bureau d'études thermique : BET Garnier ;
Installations thermiques : Cofely avec EcoEnergie ;
Exploitation : Cofely ;
Gestion et management de l'équipement (affermage pour 6 ans) : Espace Récréa.