

LE TRAITEMENT DE L'AIR DU COMPLEXE NAUTIQUE DE MONTPELLIER

Un dispositif de déshumidification original associé à un gestionnaire technique équipe le nouveau complexe nautique couvert de Montpellier.

Le district de Montpellier s'est doté d'une piscine olympique couverte dont l'ouverture est programmée pour la fin de l'année.

Le site du quartier d'Antigone (la fille d'Édipe et de Jocaste dans la mythologie grecque), rue Jacques Cartier, dont l'architecture a été confiée à Riccardo BOFILL, a été choisi pour l'implantation de cet équipement qui selon la volonté et l'ambition de ses géniteurs - sans complexes, eux - doit devenir LA référence européenne.

Pour servir « *le parti architectural inspiré et original* », il fallait une complicité parfaite entre le maître d'oeuvre et les bureaux d'études structures et équipements.

C'est pourquoi l'équipe qui collabore avec succès depuis quinze ans sur plusieurs programmes nationaux et internationaux a été reconstituée : Y. SERRA à Perpignan et A. VERDIER à Montpellier pour les structures et Michel GROS, ingénieur thermicien, à Toulouse, pour les équipements.

C'est ce dernier qui a défini et sélectionné en collaboration avec ECOENERGIE les procédés et composants permettant d'assurer l'équilibre thermodynamique en toutes saisons du hall abritant les plans d'eau.

Une double-peau pour éviter la buée

Il a fallu tout d'abord prendre des précautions particulières afin d'assurer la transparence des parois y compris en hiver.

Ainsi le maître d'oeuvre a imaginé une double-peau vitrée pour éviter l'apparition de la buée et assurer le meilleur confort en créant un micro-climat tampon. (Figure 1).

Elle est composée de 2 vitrages espacés d'une soixantaine de centimètres.

Par ailleurs, en fonction des conditions d'ambiance fixées pour les halls de la piscine : 27°C, 65% HR, la buée risquant de se former pour des températures de vitrage d'environ 19°C, de l'air chaud à grande vitesse est insufflé sur le verre intérieur par une buse orientable afin de le maintenir au-dessus de 20°C.

D'après les calculs effectués la température de surface reste supérieure au point de rosée jusqu'à -10°C extérieur.

Une centrale de traitement d'air spécifique de 30 000 m³/h d'air à température contrôlée de 15°C maintient en surpression cet espace d'un volume de 5000 m³ soit un taux de renouvellement de 6.

Enfin, toutes les liaisons entre double-peau et toiture ont été parfaitement isolées et sont étanches à l'air.

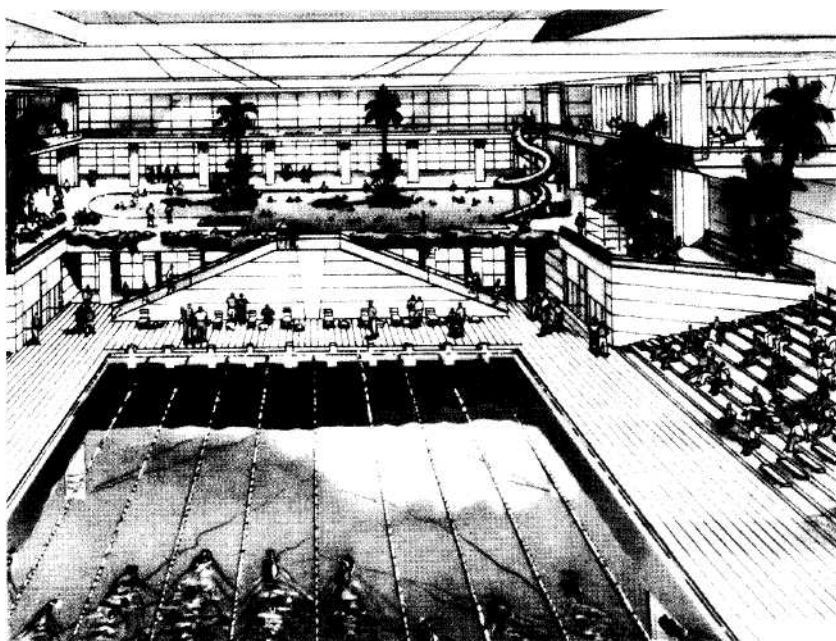
Diffusion de l'air dans les halls

Compte tenu de la hauteur importante, 12 m, des halls et des variations de température de l'air soufflé, le choix s'est porté sur des bouches à ailettes à position variable afin de maintenir le jet d'air sur les plages et gradins. Deux centrales de traitement d'air de 80 000 et 60 000 mVh à température et hygrométrie spécifiques contrôlées maintiennent cet espace d'un volume total de 54 100 m³ aux conditions définies.

Voir figures 2 et 3.

Une déshumidification originale

Les caractéristiques dimensionnelles de cette



Le traitement de l'air du complexe nautique de Montpellier

Figure 2.

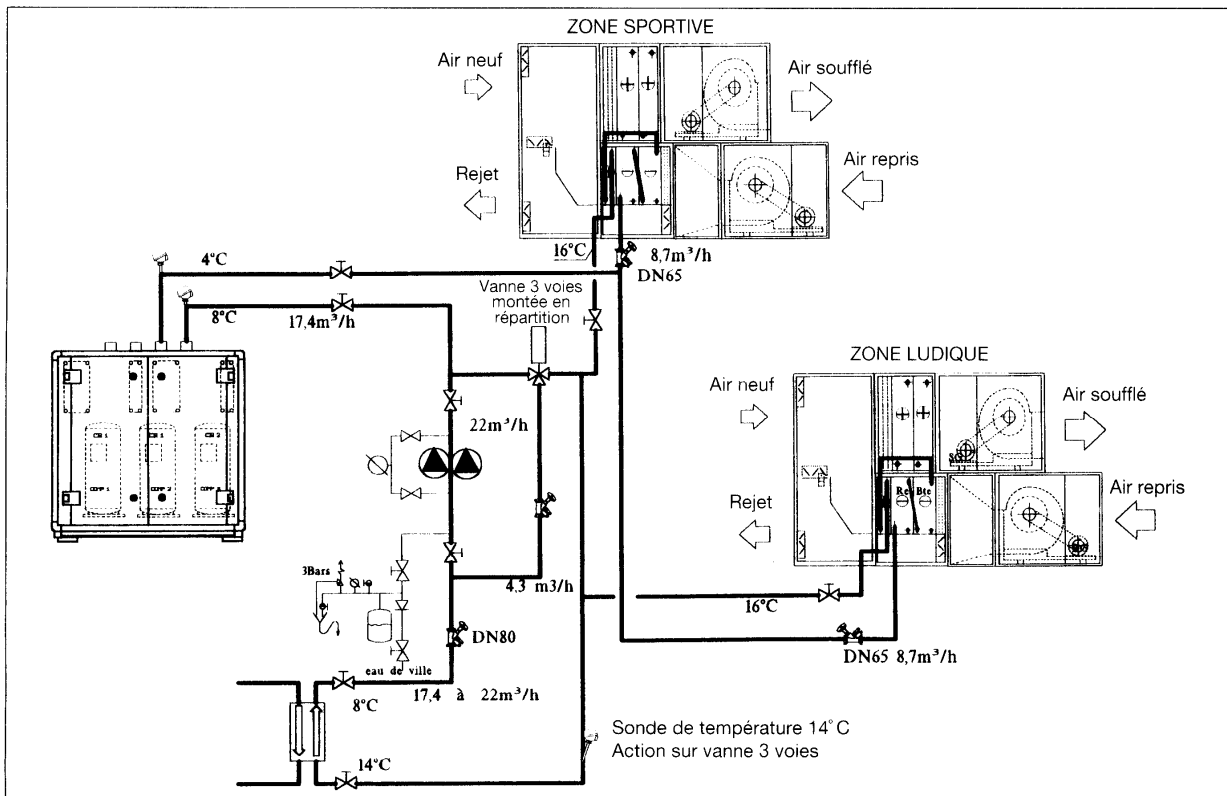
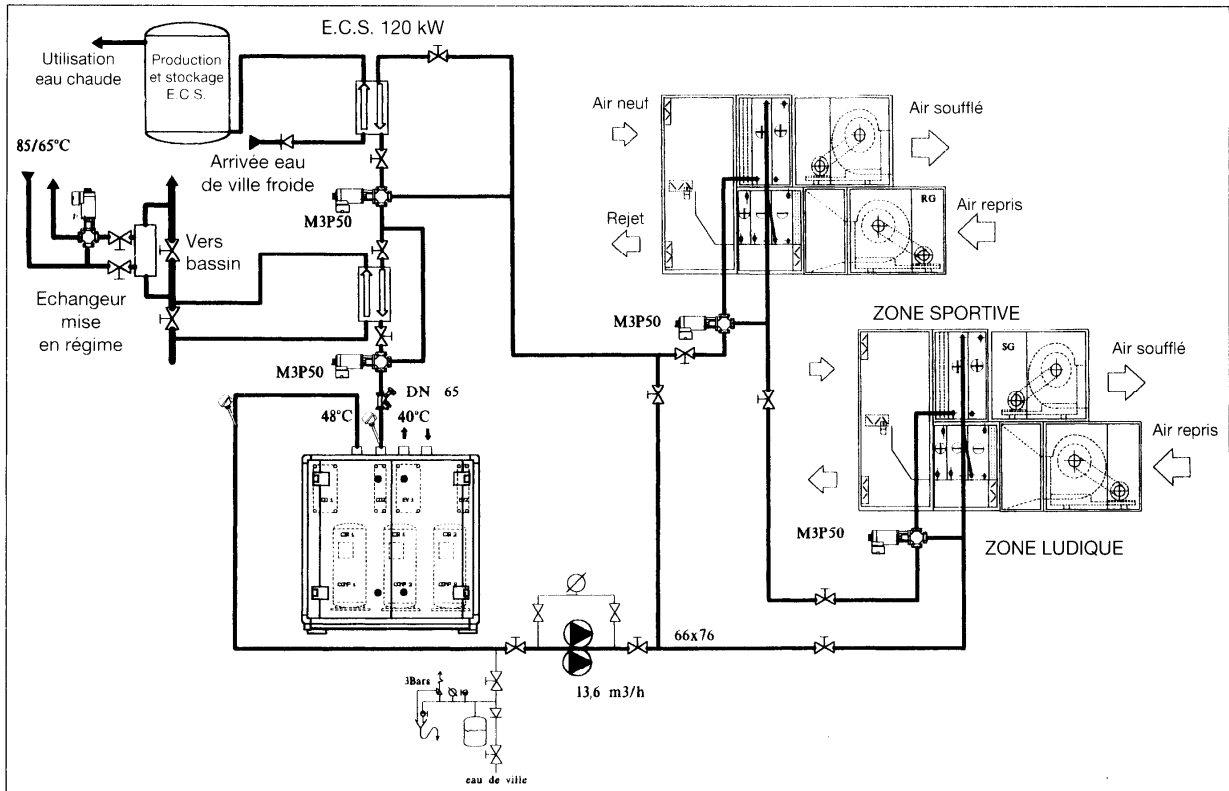
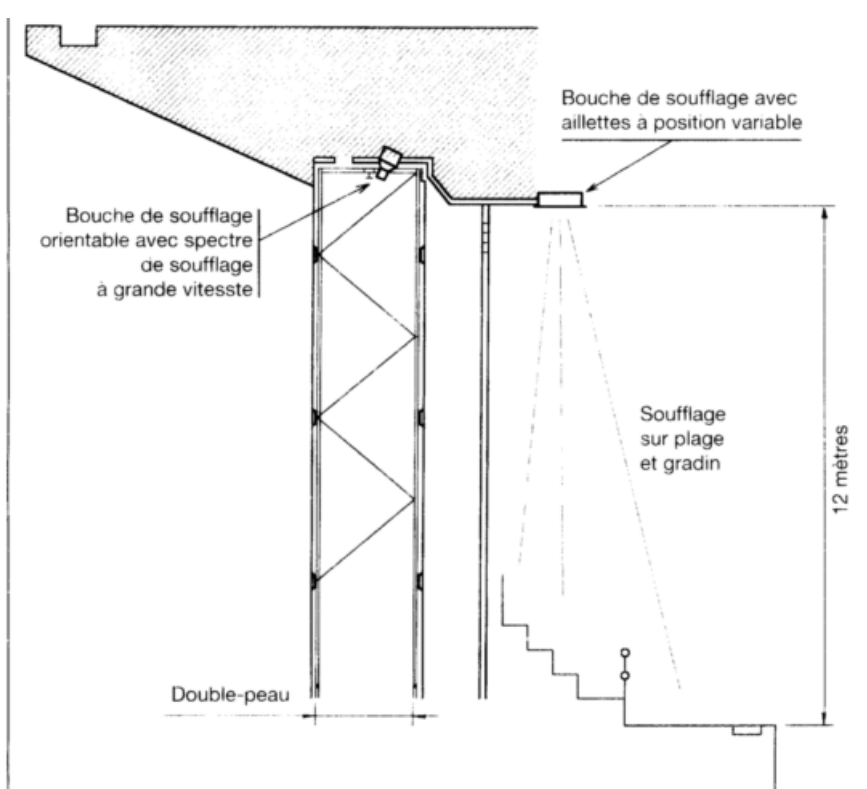


Figure 3.



Le traitement de l'air du complexe nautique de Montpellier

Figure 1. Schéma de la double-peau.



piscine et les bases de calcul sont données dans les **tableaux 1 et 2**.

Les besoins

L'évaporation liée aux plans d'eau tranquilles est une constante, alors que l'évaporation liée à la présence des baigneurs, des occupants et au fonctionnement des équipements ludiques est aléatoire et très variable (**figure 4**).

Le choix technique a consisté à associer au déshumidificateur thermodynamique (dimensionné pour évacuer l'évaporation du plan d'eau tranquille) un caisson de modulation entre l'air à recycler et l'air neuf à introduire en remplacement de l'air humide rejeté.

L'humidité de l'air extérieur variant de 1,7 à 11 g/kg à Montpellier, c'est de 0 à

110 000 m³h d'air neuf qu'il sera nécessaire d'introduire pour combattre l'évaporation aléatoire suivant la saison.

Les moyens

Pour assurer la déshumidification de l'air de la piscine, le procédé ECOPMP+ a été retenu (**figure 5**) : P> Le lavage d'air : élimination des odeurs et des chloramines grâce aux 8 rangs d'ailettes (sur 16) de la batterie de déshumidification travaillant sur la courbe de saturation.

> L'équilibre thermodynamique entre la puissance récupérée au bassin (source froide) et la restitution (source chaude) permet d'assurer le fonctionnement en toutes saisons (maintien des conditions hygrothermiques) et d'éviter les sur-

chauffes (du bassin ou de l'air ambiant).

!> Une bonne efficacité énergétique : par rapport à un système classique le déshumidificateur « DUTR + », par ses circuits spécifiques, permet un gain d'enthalpie de 29% et un transfert de chaleur sensible sur l'air de 29% également.

Notons que les consommations d'électricité liées au fonctionnement des compresseurs étant réduites de 29% et le fonctionnement étant linéaire, les économies se font donc à la fois en kWh et sur les primes d'abonnement.

Pour ce qui est du chauffage urbain l'efficacité énergétique de ce procédé est de 5,87 car chaque kWh électrique économise 5,87 kWh de chauffage urbain.

Par son fonctionnement sur des boucles d'eau en circuits fermés ce dispositif garantit la simplicité d'utilisation et de réglage des différents organes le composant.

L'unité thermodynamique du procédé est installée en surabaissement de température du réseau d'eau glacée du quartier Antigone.

Cette boucle (régime de température 7/13°C) est amenée par l'unité thermodynamique à un régime de 4/16°C beaucoup plus adapté à la déshumidification.

Régulation d'humidité spécifique

Le confort, la qualité de l'air, la qualité de l'eau, dépendent du contrôle du couple température ambiante/humidité absolue, donc du pilotage du traitement d'air.

En effet, toutes les bases de calculs et toutes les formules permettant le dimensionnement des installations sont basées sur des écarts d'humidité spécifique ou pression partielle entre l'air ambiant et l'eau (saturation à la température de l'eau).

Une solution pour le contrôle de l'humidité spécifique en toutes saisons a été proposée par ECO ENERGIE avec le système Ecotronic (**figure 6**).

Tableau 1. (caractéristiques dimensionnelles.

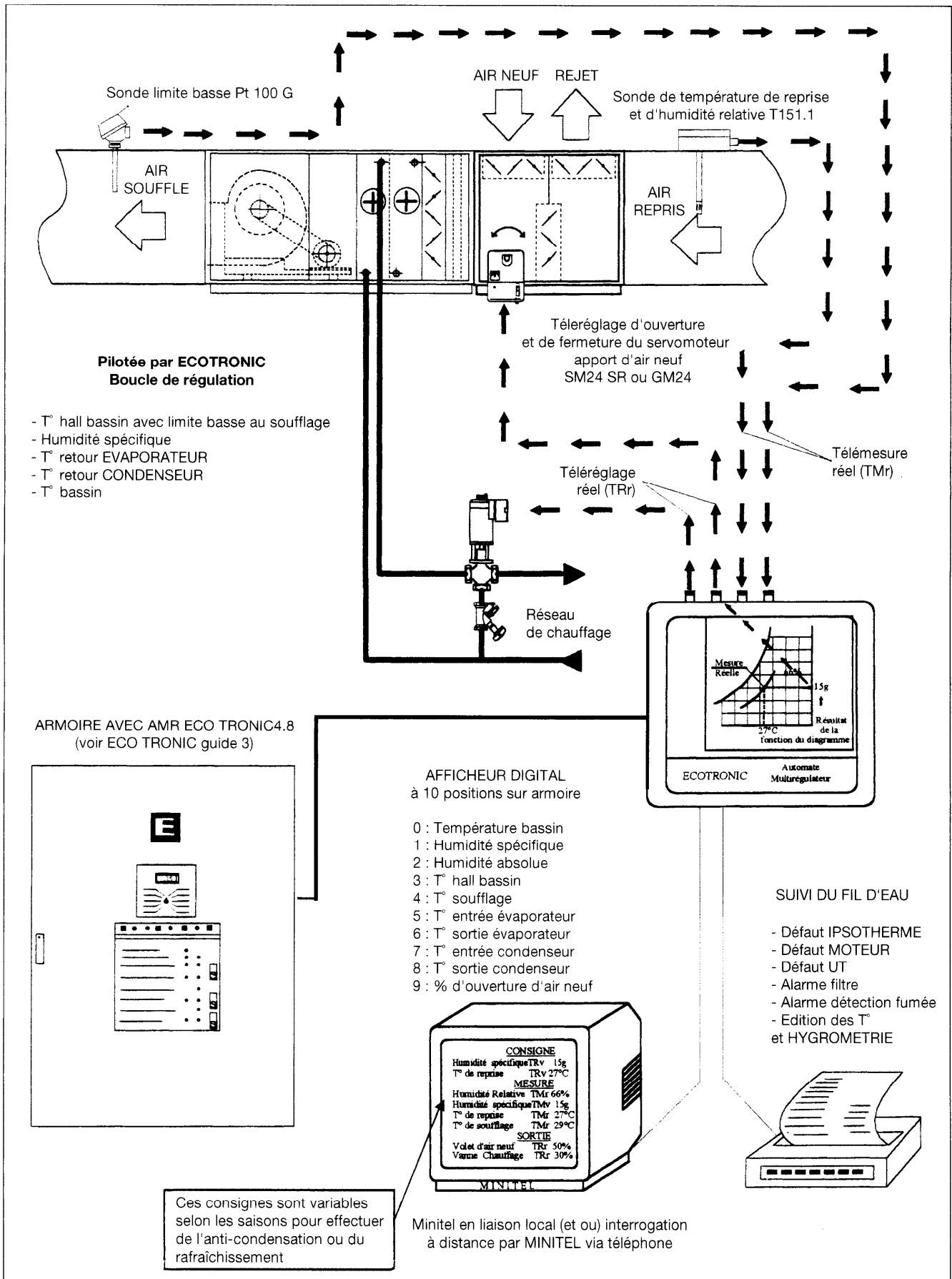
	Bassins sportifs	Bassins ludiques
Volume hall bassin(s)	37 400 m ³	16 700 m ³
Couple hygrothermique de l'air	27°C, 15 g/kg	27°C, 15 g/kg
Surface bassin(s)	1250 m ²	700 m ²
Volume bassin(s)	3750 m ³	450m ³
Température de(s) plan(s) d'eau	26°C	29°C
Jeux d'eau (rivière, spas, cascade, toboggan, etc.)		oui

Tableau 2. Base de calculs.

	Bassins sportifs (kg/h)	Bassins ludiques (kg/h)
Evaporation liée au plan d'eau tranquille : $16 \times S \times (W_e - W_a)/1000 =$	135,17	118,16
Evaporation maximale liée aux baigneurs $133 \times N \times (W_e - W_a)/1000 =$	52,67	294,66
Evaporation maximale liée aux jeux d'eau Rivière, spas, cascades, etc. =		42,74
Evaporation maximale liée aux spectateurs $1400 \times 0,1 =$	140,00	2,00
Evaporation totale prise en compte	327,84	457,56
Dans ce tableau : S : Surface du bassin N : Nombre de baigneurs simultanés W_e : Humidité saturante à la température de l'eau W_a : Humidité spécifique de l'air		

Le traitement de l'air du complexe nautique de Montpellier

Figure 6. Automate multirégulateur Ecotronic, régulation par humidité spécifique.



Le traitement de l'air du complexe nautique de Montpellier

Figure 4.

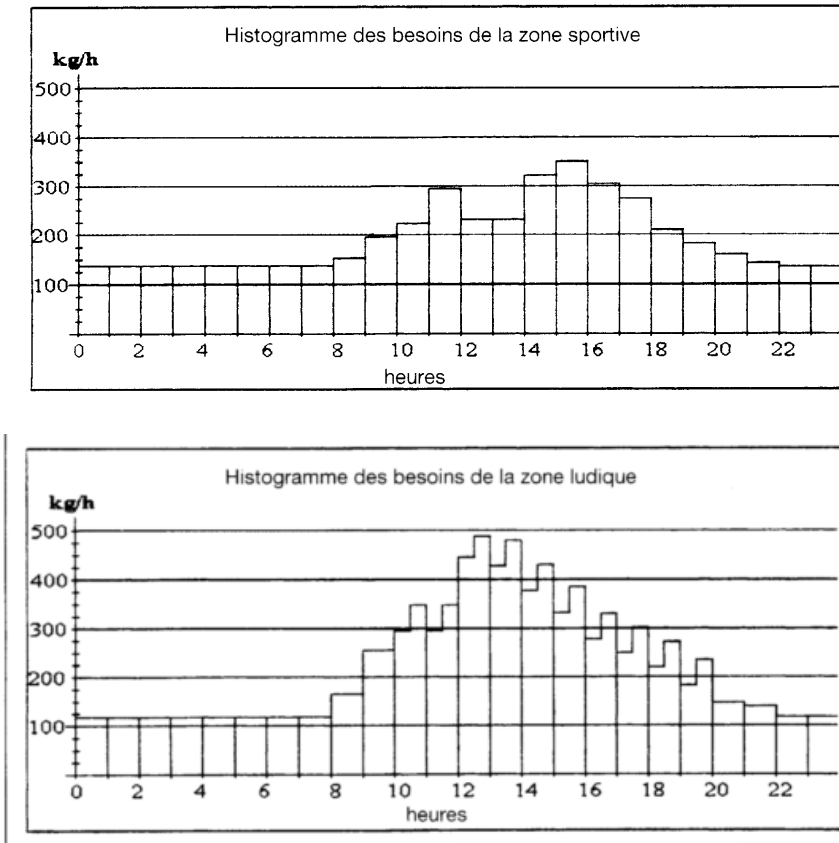
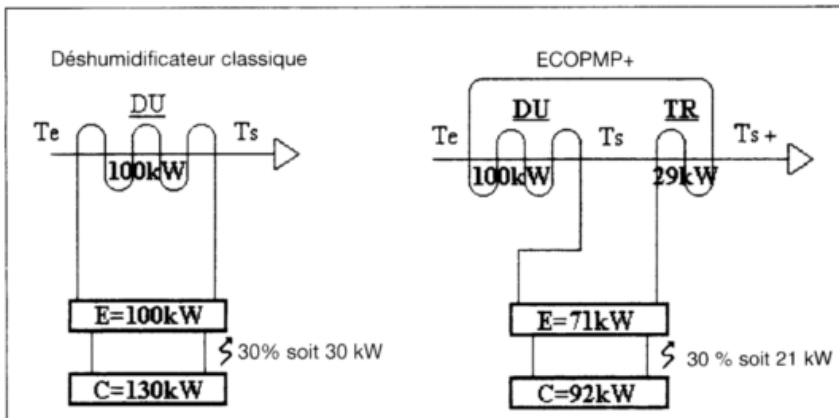


Figure 5.



Un déshumidificateur classique produit par son évaporateur E la puissance froide nécessaire à la différence d'enthalpie correspondant au travail de déshumidification de la batterie DU (l'évaporateur pouvant être directement dans la veine d'air, ce qui représente un gain d'échange mais moins de souplesse de régulation).

La spécificité d'ECOPMP+ est le découplage entre la puissance produite à l'évaporateur et la différence d'enthalpie par l'adjonction d'une batterie de transfert de chaleur sensible (Tr) qui permet :

- 1) de réchauffer l'air déshumidifié,
- 2) de réduire de la même valeur la puissance de l'évaporateur donc du compresseur,
- 3) de réduire la consommation électrique de $30 - 21,3 = 8,7$ kW,
- 4) d'éviter le risque de surchauffe ou de gaspillage d'énergie C s'él. DU.

Les sondes à miroir étant d'un coût inabordable et les sondes au chlorure de lithium inadaptées à l'ambiance chlorée et demandant un étalonnage fréquent, le choix s'est porté sur une sonde de laboratoire résistant aux ambiances agressives et mesurant simultanément la température et le degré hygrométrique.

Ces deux valeurs sont traitées par le système qui, par sa fonction calculateur et la programmation au préalable du diagramme de l'air humide (AICVF CASARI et VERON), délivre une valeur virtuelle d'humidité spécifique qui devient alors la valeur de référence pour le pilotage du déshumidificateur et le positionnement des clapets de dosage du caisson de modulation d'air neuf. Une scrutation toutes les minutes est opérée et les pilotages réajustés.

D'autres fonctions spécifiques peuvent être également développées sur ce procédé.

L'utilisation d'un autre mode de régulation (Hr = Hygrométrie relative ou enthalpie) n'aurait pas permis d'éviter les dérives de poids d'eau en cas de variation d'un ou plusieurs paramètres, dont la surchauffe. (Figure 7).

La température de rosée résultante immédiate T_r (source de la buée sur les vitres) ne pouvant être maintenue, les risques de condensation déjà importants deviennent inévitables.

Coût d'exploitation prévisionnel

Etablies en coordination entre le BET GROS et ECOENERGIE (pour la partie liée aux consommations énergétiques du hall bassins), le coût d'exploitation prévisionnel s'établit à

3 340 000 F par an, décomposé comme suit :

- > Consommation d'eau (renouvellement et ECS) : 340 000 F
- > Traitement chimique de l'eau : 200 000 F
- > Electricité pompage : 520 000 F
- Electricité énergétique : 300 000 F
- Autre énergie (chauffage urbain) : 820 000 F
- > Electricité éclairage et usage courant : 170 000 F
- > Primes d'abonnement énergies : 1 040 000 F.

Conclusion

Une piscine, quelle qu'elle soit, est avant tout un lieu de rencontres à vocation sportive et sociale, ayant pour inconvénient majeur des coûts d'exploitation très importants.

Aussi mettre en œuvre des solutions techniques, qui permettent de préserver les

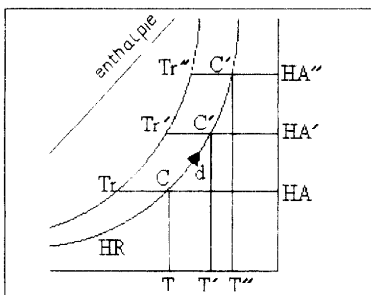
Le traitement de l'air du complexe nautique de Montpellier

Figure 7. Pourquoi la régulation par hygrométrie relative ne peut convenir.

Le contrôle du degré hygrométrique correspond à un contrôle de valeur relative (quantité de vapeur d'eau que l'air peut contenir pour une température donnée). Si la température n'évolue pas (en + ou en -), il est possible de maintenir la valeur HA, but de la régulation.

Toutefois, tous les locaux subissent des apports : machines en marche, éclairage et, plus particulièrement pour les piscines, le soleil avec effet de serre.

La température T va augmenter de un à plusieurs degrés (4 à 5 degrés ne sont pas rares) et le régulateur de degré hygrométrique va suivre la valeur de référence pour laquelle il est programmé et donc faire varier la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, par exemple :



Point de consigne	Les inconvénients majeurs dus à la variation de quantité de vapeur d'eau :		
	<ul style="list-style-type: none"> ▷ la suffocation des occupants : ▷ la condensation quasi permanente, donc atteinte des structures : ▷ la réduction de l'évaporation, qui peut paraître un avantage en réduisant les consommations, mais qui devient pernicieuse pour la qualité de l'eau et de l'air (yeux piquants, odeurs de chloramines, etc.). 		

	C	C'	C''
Température T	27°C	29°C	31°C
Hygrométrie relative de consigne HR	66%	66%	66%
Quantité de vapeur d'eau HA	15 g/kg	16,6 k/kg	18,7 g/kg
Température de rosée Tr	20,2°C	22°C	23,9°C

deux aspects les plus importants pour la collectivité que sont « Economies » et « Confort d'utilisation » a été et reste la démarche de toute l'équipe de la maîtrise d'œuvre.

L'utilisation dans cet établissement du procédé de déshumidification décrit associé à un gestionnaire technique, en harmonie avec les préoccupations de toute la chaîne des utilisateurs, a montré qu'il avait toutes les caractéristiques requises pour satisfaire aux exigences de ce type d'établissement. ■

LES PRINCIPAUX INTERVENANTS :

Maître d'ouvrage : Montpellier District (G. FRECHE).

Maître d'ouvrage délégué : SERM Montpellier.

Entreprise générale : DUMEZ SUD (M. ABERGEL).

Installateur : TUNZINI Montpellier (P. DAUGA).