

# DÉSHUMIDIFICATION DE LA PISCINE DE L'INSEP

Par M. LE CHAPPELLIER

**L'humidité de l'air des bassins doit être fortement contrôlée à la fois pour le confort des usagers et la pérennité des bâtiments. La piscine de l'INSEP à Paris a opté pour un système de déshumidification thermodynamique**

## Introduction

Dans une piscine couverte, l'évaporation de l'eau des bassins et celle qui recouvre les plages et les corps des usagers provoque une hausse de l'humidité de l'air. Une humidité trop forte dans l'air intérieur de la piscine est à la fois dommageable pour le confort des usagers et pour la pérennité du bâtiment. A l'inverse une humidité trop faible est généralement mal perçue par les usagers et notamment ceux qui sont mouillés. En effet l'air sec augmente l'évaporation sur la peau. Il est donc indispensable de contrôler la teneur en vapeur de l'air intérieur en extrayant plus ou moins de vapeur. D'une manière générale la méthode s'articule autour de 3 points :

- détermination du (ou des) taux de vapeur à atteindre ;
- évaluation des quantités de vapeur produite pour les situations nominales et maximales ;
- conception du système de déshumidification.

On connaît deux grandes familles de système de déshumidification :

- la déshumidification par renouvellement d'air ;
- la déshumidification par renouvellement d'air et pompe à chaleur.

L'utilisation d'une pompe à chaleur conduit à augmenter la consommation d'électricité, et la déshumidification sans pompe à chaleur entraîne une dépense plus grande de gaz ou de fuel ou de chaleur. Les deux familles de systèmes peuvent être comparées en terme d'investissement, de consommation et de coût des consommations, de confort et d'efficacité. Il est clair que la compétition entre fournisseurs d'énergie a parfois influé sur le débat technologique et les choix techniques. Pour la piscine de l'INSEP (bois de VINCENNES à PARIS), nous avons opté pour un système avec déshumidification thermodynamique partielle.

Nous présenterons ici les raisons de ce choix, le système technique mis en place, les problèmes rencontrés lors de la mise en service puis la mise au point, et enfin les résultats obtenus. Nous chercherons ensuite à dégager de ce cas particulier quelques enseignements applicables pour d'autres projets de piscines sur le plan de l'efficacité du processus d'une part, et sur le plan du coût en terme d'heure de travail pour le bureau d'études.

## Présentation

### *Bassins et bâtiment*

Située dans le bois de VINCENNES à PARIS, la piscine de l'INSEP est un très important centre d'entraînement des nageurs français de haut niveau. Le hall des bassins comprend les plans d'eau suivants :

- Bassin de natation de 50 m x 12 m, volume 1100 m<sup>3</sup>, température 28 °C
- Bassin de water polo de 33,33 m x 20 m, volume 2000 m<sup>3</sup>, température 30 °C

Pendant la rénovation il a été ajouté 2 Spa de 5,2 et 7,8 m<sup>2</sup>. La variation de température de 0,5 °C des 2 bassins représente 1,3 x 10<sup>6</sup> kWh

Les bassins sont dans un grand hall avec 250 m<sup>2</sup> de vitrage sud incliné à 75° par rapport à l'horizontale et 160 m<sup>2</sup> environ de vitrage vertical orienté au nord. Pendant la rénovation, une grande partie de l'enveloppe a été isolée.

### *Qualité d'air et qualité d'eau*

La rénovation du traitement d'eau a été réalisée avant la rénovation du chauffage. Les résultats ont montré une bonne qualité d'eau avec un taux de chlore combiné faible (en général inférieur à 0,2 ppm). Il est donc possible de réduire notablement le renouvellement d'air sans risquer une

Par Michel LE CHAPPELLIER  
Docteur contrôle des systèmes  
Université de Compiègne  
Bureau d'études DIATECHNDE

Par M. LE CHAPPELLIER

teneur élevée en NH<sub>3</sub> ou en composé carboné chloré gazeux.

*Chaudière, réseau de chauffage et pompe à chaleur...*

La chaufferie centrale du site de l'INSEP (chaufferie M.T. EYQUEM) produit de l'eau chaude à 80/60 °C, et un réseau de chaleur distribue l'eau chaude à différents bâtiments dont la piscine. Afin de réduire les consommations d'énergie, la commande manuelle des équipements de la chaufferie aboutit à une diminution du débit de caloporteur et de la puissance de chauffage disponible lorsque la température extérieure s'élève. Il peut arriver que la puissance totale disponible devienne insuffisante lorsque la température extérieure chute.

Le projet de rénovation de la piscine ne comprenait pas la remise en ordre de la chaufferie. Il a donc été nécessaire de trouver une solution avec les caractéristiques suivantes :

- Lorsqu'il y a pénurie d'apport de chaleur du réseau due à la hausse de la température extérieure, il convient d'assurer :

1 : Chauffage de l'eau sanitaire

2 : Chauffage des bassins.

- Lorsqu'il y a pénurie d'apport de chaleur du réseau due à la baisse inopinée de la température extérieure après un période chaude les priorités sont :

1 : Chauffage du hall des bassins ;

2 : Chauffage de l'eau sanitaire (la priorité 2 est suffisante car il y a un stockage important) ;

3 : Chauffage des bassins.

Et alors est venue l'idée de récupérer une partie des chaleurs latentes de la vapeur d'eau résultant de l'évaporation de l'eau des bassins pour chauffer soit l'air du hall, soit l'eau sanitaire, et à défaut l'eau des bassins. Autrement dit en cas de besoin les bassins perdent de l'énergie pour chauffer le reste.

Le deuxième objectif du système est l'économie d'énergie.

Température extérieure	Température intérieure	Humidité intérieure
0 °C ou moins	29 °C	14 g/kg
18 °C et plus	25 °C	15,5 g/kg
entre 0 et 18 °C	variation linéaire de 29 à 25 °C	variation linéaire de 14 à 15,5 g/kg

## Le projet

### Objectif hygrothermique

La température et l'humidité de l'air intérieure sont conditionnées par deux impératifs :

- le confort des usagers ;
- la préservation du bâtiment.

Compte tenu de la constitution de l'enveloppe du hall des bassins, il a été nécessaire de prévoir des conditions variables en fonction de la température extérieure (voir tableau ci-dessus).

### Évaluation de l'évaporation

Les évaporations des plans d'eau, de l'eau sur les plages, et la production de vapeur des usagers sont évaluées pour les conditions précédentes. Il en résulte un débit d'air neuf requis pour assurer la déshumidification (voir tableau ci-dessous).

D'une manière générale l'évaporation d'un plan d'eau est considérée proportionnelle à (We-Wa), où Wa est l'humidité de l'air en gramme de vapeur par kilo d'air sec et We l'humidité saturante en g/kg d'un air qui serait à la température du plan d'eau. Les formules utilisées résultent des mesures et études de M.VILLAIN.<sup>(1)</sup>

## Le système

### Principe du conditionnement d'air

Afin de réduire la puissance maximum requise en provenance de la chaufferie centrale, afin de limiter le renouvellement d'air et de réduire les consommations d'énergie, et afin d'améliorer le confort pendant les périodes où l'air extérieur est chaud, il est prévu de combiner la déshumidification thermodynamique et la déshumidification par renouvellement d'air avec :

- un débit total soufflé de 53000 m<sup>3</sup>/h avec :

- renouvellement d'air modulé de 2000 à 37500 m<sup>3</sup>/h

- un traitement de 15500 m<sup>3</sup>/h sur une unité thermodynamique permettant une condensation de 140 kg de vapeur d'eau sur de l'air repris à 28° C et 15g/kg de vapeur, et permettant une condensation de 104 kg de vapeur d'eau sur de l'air repris à 29°C et 13 g/kg de vapeur.

Les conditions d'ambiance prévues pour les périodes froides répondent à 2 préoccupations :

- compenser l'effet de parois froides des baies vitrées,
- réduire le risque de condensation.

Les conditions d'ambiance prévues

Température extérieure	-5	0	5	10	15	20
Humidité extérieure g/kg	2,2	3,5	4,8	6,5	8,5	9,8
Température intérieure	30	29	28	27	26	25
Humidité intérieure g/kg	14,0	14,0	14,4	14,8	15,3	15,5
Evaporation grand bassin	144 624	144 624	140 024	135 424	130 824	128 064
Evaporation petit bassin	109 080	109 080	104 580	100 080	95 580	92 880
Evaporation Spa	7 437	7 437	7 250	7 063	6 877	6 765
Evaporation plage	58 490	5 8490	55 196	51 903	48 610	46 634
Respiration	6 080	6 080	6 080	6 080	6 080	6 080
TOTAL EVAR g	325 710	325 710	313 130	300 550	287 970	280 422
Ren. d'air kg	27 603	31 020	32 561	36 066	42 662	49197

pour les périodes tempérées et chaudes répondent à 3 préoccupations :

- limiter les consommations d'énergie,
- limiter le risque de surchauffe qui est toujours présent lorsqu'une piscine possède de grandes baies vitrées,
- assurer le meilleur confort possible.

### Principe du réseau aéraulique

Le principe général de distribution est :

- reprises d'air centrales en partie basse ;
- soufflage périmétrique devant les baies vitrées.

En complément il est prévu un traitement particulier le long de la façade sud qui est largement vitrée afin d'obtenir sur la plage mitoyenne des températures sensiblement plus fortes en hiver et sensiblement plus fraîches en été que dans le reste du bâtiment.

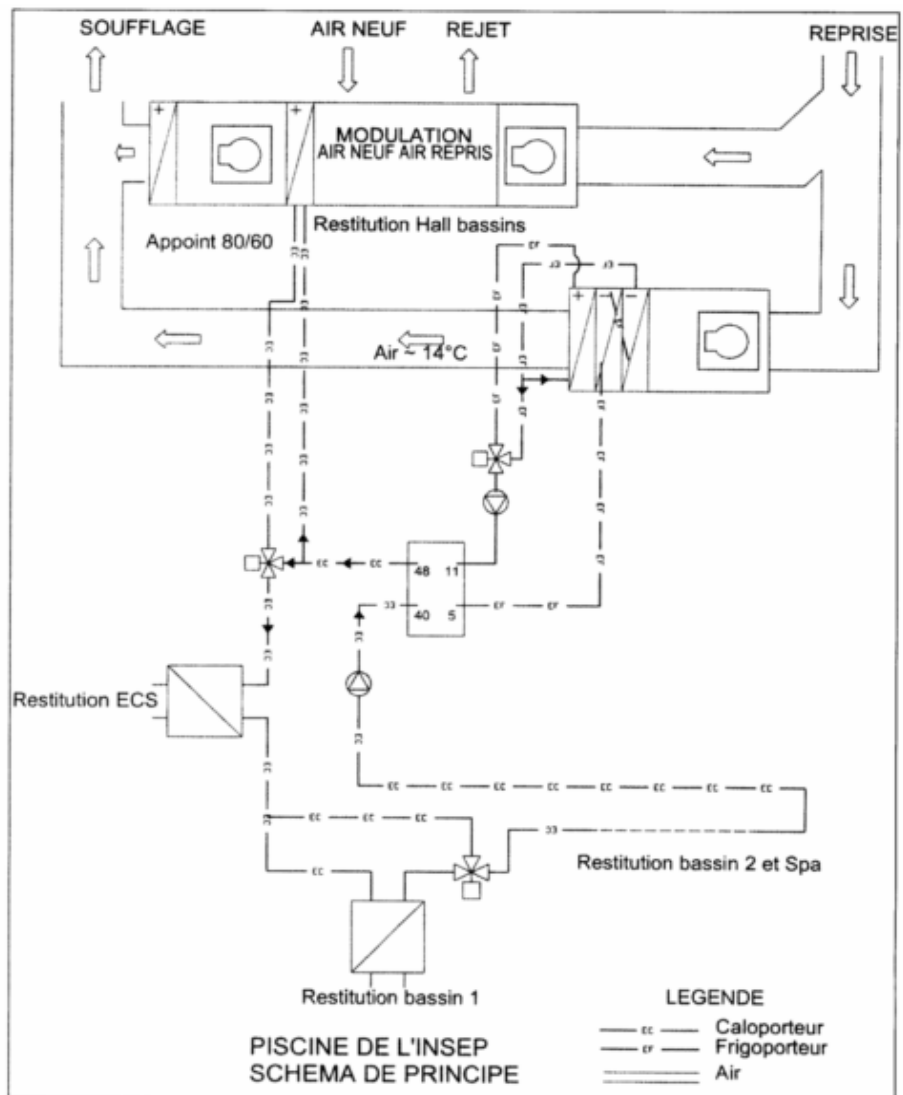
### Principe de l'unité thermodynamique et de la récupération

L'unité "UTLG 600" refroidit de l'eau de 11 °C à 5 °C environ et chauffe de l'eau de 40 à 48 °C environ :

- L'eau froide est utilisée dans un échangeur double (contre courant) pour refroidir l'air venant du hall des bassins. Après refroidissement, l'air déshumidifié est réchauffé jusqu'à 14 °C environ par l'eau tiède sortant de l'échangeur double (Système ECOENERGIE). L'eau fraîche est alors renvoyée dans l'unité "UTLG 600" qui la sous refroidit à nouveau.
- L'eau qui sort du condenseur à 48 °C environ est utilisée pour chauffer en priorité l'air du hall des bassins passant sur la centrale "classique" à modulation d'air neuf, puis pour chauffer l'ECS et enfin le solde de chaleur disponible est versé aux bassins.

Il y a donc trois réseaux de chauffage indépendant du point de vue hydraulique :

- réseau 80/60 venant de la chaufferie ;
- réseau caloporteur avec le condenseur de l'unité thermodynamique ;
- réseau frigoporteur avec l'évaporateur de l'unité thermodynamique.



### Et voilà les vrais problèmes...

...que l'on appelle aussi mise en mains et mise au point technique. Cette mise au point a été réalisée de novembre 99 à septembre 2000 et a comporté une campagne de mesures puis des simulations.

### Équilibrage thermique du soufflage

L'installation comporte :

- 2 réseaux de reprise (reprise basse est, et, reprise basse sud-ouest, nord-ouest) ;
- 2 centrales d'air, l'une assurant la déshumidification thermodynamique, l'autre assurant le chauffage et l'appoint de déshumidification par air neuf ;
- un caisson de mélange en aval des 2 centrales d'air ;

- 2 réseaux de soufflage (gaine de soufflage nord du côté du bassin de 33 m et gaine de soufflage sud du côté du bassin de 50 m). L'air sortant de la centrale thermodynamique est entre 13 et 14 °C avec une humidité comprise entre 92 et 97 %, lorsque le compresseur est en fonctionnement. Ces conditions hygrothermiques sont stables. Par contre la température et l'humidité de l'air sortant de la centrale de chauffage et déshumidification par air neuf sont très variables. La température varie de 25 °C à 40 °C et l'humidité varie de 12 à 16 g de vapeur par kg d'air suivant les besoins. Comme l'indique le tableau suivant, les résultats au soufflage (Nord 33 et Sud 50) sont différents suivant l'importance du chauffage.

Par M. LE CHAPPELLIER

<i>Temps doux légèrement ensoleillé (12 °C). Le faible chauffage du soufflage sud est compensé par l'ensoleillement.</i>			
SUIVI INSEP 10 janvier 14 Heures			
	Température	Humidité %	Humidité g/kg
Reprise est	25,5	75,1	15,5
Reprise nord ouest 33	26,3	73,6	15,9
Reprise sud ouest 50	26,7	71,5	15,3
Soufflage nord 33	30,8	55,0	12,9
Soufflage sud 50	24	60,2	11,0
Plage sud	26,2		
Plage nord	26,3		
<i>Temps frais couvert (6 °C). La température de consigne est automatiquement relevée pour compenser les effets de paroi froide et limiter les condensations. On constate un écart de température sensible entre les différentes plages.</i>			
SUIVI INSEP 20 janvier 10 Heures			
	Température	Humidité %	Humidité g/kg
Reprise est	27,8	63,4	14,1
Reprise nord ouest 33	27,3	68,6	14,9
Reprise sud ouest 50	27,5	66,2	14,8
Soufflage nord 33	35,8	35	12,9
Soufflage sud 50	26	52	11,0
Plage sud milieu	26,2		
Plage nord	27,5		
<i>Afin de régler le problème les solutions ont été : - modification du débit de la centrale de déshumidification en modifiant les poulies ; - pose de déflecteurs dans le caisson de mélange.</i>			

## Défauts d'enveloppe

Après la mise en service, il est apparu des condensations en arrière du parement intérieur et sur les secteurs de l'enveloppe avec une isolation insuffisante. Les conditions prévues (depuis l'APD) ont du être légèrement modifiées (voir tableau ci-dessous). Il convient de noter que d'une part cette baisse de l'humidité de l'air en période froide réduit l'efficacité de la déshumidification thermodynamique d'autre part une idée " géniale " assez répandue consiste à dire que le traitement d'air (et non pas le défaut d'enveloppe) est à l'origine des condensations.

## Apports solaires

La piscine possède une surface de baies vitrées orientées au sud-ouest d'environ 200 m<sup>2</sup> (245 m<sup>2</sup> en tableau) inclinée à 75° par rapport à l'horizontale.

Comme les pertes thermiques du hall des bassins sont de 6,6 kW/°C, il suffit lorsque la température extérieure est de 16 °C, d'un apport solaire de 66 kW pour assurer l'équilibre thermique. Cela correspond à un apport par m<sup>2</sup> de 330 W. En fait 40% de l'énergie solaire traversant le vitrage sont absorbés par l'eau du bassin de 50x12 m<sup>2</sup>. De ce fait les apports solaires dans le bassin de 50 m sont souvent suffisants pour amener ce bassin à 28 °C (température d'utilisation). Il a été observé en

Température extérieure	Température intérieure	Humidité intérieure
0 °C ou moins	29 °C	13 g/kg
18 °C et plus	25 °C	15,5 g/kg
entre 0 et 18°C	variation linéaire de 29 à 25 °C	variation linéaire de 13 à 15,5 g/kg

et août 2000, que la température de ce bassin dépassait 29 °C alors qu'il ne bénéficiait d'aucun autre apport que les apports solaires. Les apports solaires génèrent 2 problèmes : d'une part la surchauffe du bâtiment qui est pénible lorsque le taux d'humidité de l'air extérieur est élevé, et d'autre part l'impossibilité d'évacuer la chaleur vers les bassins.

## Chauffage des bains bouillonnants

La piscine de l'INSEP possède deux bains bouillonnants. Ces 2 bains bouillonnants sont chauffés entre 32 et 38 °C. Toutefois ces bains bouillonnants ne possèdent pas de filtration. Chaque bain bouillonnant est alimenté par l'eau d'un grand bassin. Cette eau est chauffée, puis envoyée dans le bain bouillonnant et retourne ensuite dans le grand bassin. Soit D le débit massique circulant dans le bain bouillonnant, T<sub>bas</sub> la température du bassin, et T<sub>spa</sub> la température du bain bouillonnant, l'énergie apportée au bassin par l'intermédiaire du bain bouillonnant pendant un temps est :  $Q = D * C_p * (T_{spa} - T_{bas}) * Temps$  En période d'ouverture avec une occupation faible ou nulle les puissances sont :

- Bassin : 50mx12m à 28 °C  
Puissance venant du SPA : 62,7 kW  
Pertes par évaporation : 57 kW
- Bassin : 33mx20m à 30 °C  
Puissance venant du SPA : 50,2 kW  
Pertes par évaporation : 84 kW

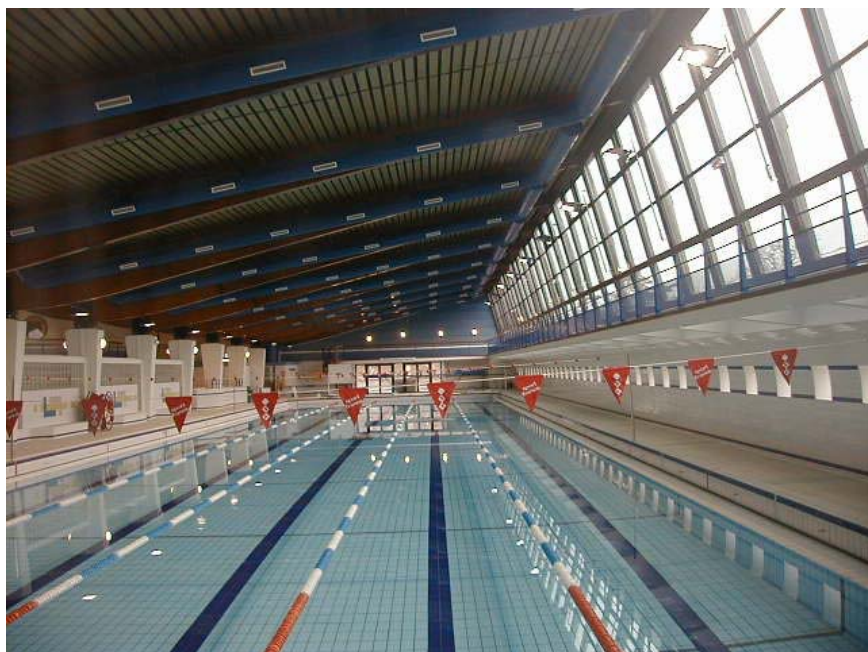
Comme par ailleurs, les périodes de forte agitation de l'eau sont rares pour le bassin de 33 m et de l'ordre de 1 h par jour pour le bassin de 50 m, il en résulte que le chauffage continu des bains bouillonnants entraîne :

- dans le bassin de 50 m un excès de chauffage qui vient en aggravation des apports solaires ;
- une couverture de la moitié environ des besoins du bassin de 33 m.

Le problème a été résolu :

- Dans un premier temps en ramenant à 32 °C les températures des SPA et en divisant le débit par 5 en période d'inutilisation (période d'occupation 14 heures par jour, durée d'utilisation 3 heures sur 14 environ). Pendant l'inoccupation (10 heures

Par M. LE CHAPPELLIER



**Piscine de l'INSEP - Hall du bassin d'entraînement (50 x 12 m).  
En haut, le réseau de soufflage, à droite, les baies vitrées.**

par jour) le chauffage est arrêté.

- Dans un deuxième temps en arrêtant le chauffage des bains bouillonnants en inutilisation et en chauffant le flux d'eau alimentant le bain bouillonnant à 38 °C uniquement en période d'utilisation.

#### *Chauffage des bassins*

Les bassins sont chauffés par :

- l'énergie solaire et l'éclairage,
- les bains bouillonnants,
- la récupération des chaleurs latentes condensation,
- le réseau de chauffage.

Afin de disposer d'une réserve, permettant d'utiliser les chaleurs latentes de récupération, il a été nécessaire de régler différemment les bandes proportionnelles des vannes trois voies du réseau de récupération et du réseau de chauffage :

- régulation du chauffage du réseau chaudière : ouverture maximum 0,2 °C sous la consigne et bande proportionnelle de 0,1 °C.
- régulation du chauffage du réseau condenseur : ouverture maximum à la consigne et bande proportionnelle de 1 °C pour le bassin de 33 x 20 m<sup>2</sup> qui reçoit peu d'énergie solaire, et bande proportionnelle de 0,6 °C pour le bassin de 50 x 12 m<sup>2</sup> qui peut recevoir une quantité importante d'énergie solaire.

#### *Évacuation des chaleurs excédentaires*

##### **Position du problème**

Traditionnellement le système "ECOENERGIE" est conçu en dimensionnant la puissance froid suffisamment bas de telle manière que les chaleurs disponibles au condenseur puissent toujours être évacuées. Le principe de dimensionnement consiste à considérer les pertes dues à l'évaporation lorsque les bassins ne sont pas utilisés.

Dans le cas de l'INSEP, les apports solaires et les conséquences du chauffage des bains bouillonnants mettent en défaut ce principe. **Solution**

Compte tenu des observations et mesures opérées en été 2000, il apparaît que le chauffage du bassin de 50 x 12 m<sup>2</sup> au-delà de 28 °C est nettement inconfortable pour les nageurs qui s'entraînent. Nous avons en outre remarqué que l'énergie solaire seule pouvait amener le bassin au-delà de 28 °C. Il est donc nécessaire en été d'arrêter de chauffer ce bassin, quel que soit le mode de chauffage, si cette température est atteinte. Cela veut dire arrêt de la dissipation de chaleur excédentaire dans ce bassin, mais aussi arrêt du chauffage du bain bouillonnant, et évidemment arrêt de la dissipation d'énergie en utilisant l'échangeur de récupération du bain bouillonnant.

En conséquence en période de temps chaud ou doux et ensoleillé la dissipation d'énergie excédentaire ne peut être réalisée que sur le bassin de 33 x 20 m<sup>2</sup> car il est inutile de chauffer le bâtiment (l'évacuation de chaleur pour chauffer l'ECS est en général faible, à la piscine de l'INSEP). En admettant que dans ce bassin la température peut s'élever jusqu'à 31 °C sans gêne pour l'usager l'évapo-

**Piscine de l'INSEP - SPA**



Par M. LE CHAPPELLIER

ration est 132 kg/h, ce qui correspond à 87 kWh en chaleur latente. La puissance de restitution de 87 kW correspond à peu près à la moitié de la puissance minimale de restitution. Lorsque la dissipation de chaleur diminue, c'est-à-dire quand la température de la boucle d'eau du réseau condenseur ne peut pas être suffisamment abaissée, il est donc indispensable de prévoir une diminution du nombre de compresseurs en fonctionnement. Les solutions possibles consistent donc :

- soit à rejeter la chaleur excédentaire à l'extérieur, le système fonctionne alors partiellement comme un rafraîchissement par machine frigorifique ;
- soit à diminuer le nombre de compresseurs en fonctionnement lorsque la température de l'eau caloportrice s'élève à l'entrée du condenseur, le système ne fonctionne qu'en récupération d'énergie.

La deuxième solution qui n'occasionne pas de travaux supplémentaires sur l'installation a été choisie. Il convient de noter qu'elle n'est pas la meilleure en terme de confort et que la réduction du nombre de compresseur actif entraîne une nette diminution de la déshumidification par voie thermodynamique mais cela n'est pas gênant en période chaude. La régulation mise en place en janvier 2001 est définie dans le tableau ci-dessous.

	Compresseurs	Température d'enclenchement	Température de déclenchement
4	41	43	
3	42	44	
2	43	45	
1	46	48	

## Mesures et bilan énergétique

### Consommation d'énergie électrique

Consommation d'énergie électrique		
	P. élec. Watt	Intensité Ampère
Reprise CTA modulation	8 316	15
Soufflage CTA modulation	18 295	33
Total modulation	26 611	
Ventilateur déshumidification	7 207	13
Compresseur thermodynamique	79 113	142,7
Pompe réseau condenseur	2 938	5,3
Pompe réseau évaporateur	2 273	4,1
Total thermodynamique	91 531	
Total avec thermodynamique	118 143	
Total sans thermodynamique	38 016	
Surconsommation	80 127	

Dans le tableau précédent la ligne «TOTAL SANS THERMODYNAMIQUE» est la puissance qui serait consommée par une centrale avec modulation d'air neuf qui assurerait la même déshumidification que l'ensemble centrale thermodynamique plus centrale avec modulation d'air neuf installée à l'INSEP (ligne " Total modulation " divisé par 0,7).

### Condensats

Avec une température intérieure de 27,5 °C, une humidité de 14,5 g/kg, on a mesuré avec 4 compresseurs en fonctionnement :

- 120 kg/h de condensât (1<sup>ère</sup> mesure)
- 128 kg/h de condensât (2<sup>ème</sup> mesure)
- 132,1 kg/h de condensât (3<sup>ème</sup> mesure).

### Bilan énergétique

On a procédé à un bilan énergétique par type de temps en considérant des classes de jours de caractéristiques

homogènes.

- 705, 708 et 709 : très nuageux
- 698, 702, 707 et 697 : peu nuageux
- 704, 706, 710 et 711 : couverture nuageuse variable.

Les caractéristiques de température et d'humidité sont données dans le tableau ci-après.

Pour les jours nuageux (705,708,709) ou froid (698, 704, 706) ou doux et variable (710), et les jours bien ensoleillés mais pas chauds (697) l'ensemble de l'énergie récupérée peut être utilisé. Pour les jours peu nuageux et chauds seule une fraction de l'énergie récupérable par condensation des chaleurs latentes peut-être utilisée. On a considéré une fraction de 0,75 pour 707,0,5 pour 702 et 711. (voir tableau page suivante)

L'énergie totale fournie est 2 467 077 kWh chaleur pour 631 750 kWh électrique consommés. (Pour cette estimation nous avons considéré que la quantité de condensât n'est pas modifiée lorsque l'humidité intérieure varie entre 13,1 et 15,5 g de vapeur par kg d'air.

## Conclusion

Malgré les modifications et réglages du système la quantité de condensât mesuré est toujours resté légèrement en deçà des valeurs nominales données par le fabricant (141 kg/h). Il est vrai que cette dernière valeur est donné pour un air ambiant à 27 °C et 15 g de vapeur par kilo d'air et nous n'avons pas eu ces conditions en période de mesure. Malgré cela le système obtient des résultats assez satisfaisant en terme de consommation d'énergie et de coût des consommations.

Par ailleurs en excluant des besoins inopinés importants (eau chaude sanitaire ou renouvellement d'eau de bassin) l'ensemble de la piscine ne requiert plus d'énergie du réseau de chaleur lorsque la température extérieure atteint une valeur comprise entre 10 et 12 °C (variable en fonction du vent et du rayonnement). La demande de chaleur de la piscine en fonction de la température extérieure

# TRAITEMENT D'AIR DES PISCINES

Par M. LE CHAPPELLIER

Classe	705	708	698	704	706	702	697	707	709	710	711	Total
Temp. moyenne	4,35	6,65	0,95	4,85	6,45	15,75	13,25	14,55	13,15	10,95	17,85	
Humidité en g	4,9	5,3	3,5	4,8	5,2	7,45	7,35	8,4	8,25	7,2	10,5	
Temp. int.	27,3	26,9	27,8	27,2	26,9	25,425,8	25,6	25,8	26,2	25,0		
Hum int.	13,6	13,9	13,1	13,7	13,9	15,2	14,8	15,0	14,8	14,5	15,5	
Occurrence du type	0,091	0,096	0,077	0,085	0,091	0,063	0,058	0,085	0,135	0,121	0,096	
Fonct.compresseurs	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	
Condensât kg/h	126,7	126,7	126,7	126,7	126,7	63,4	126,7	95,0	126,7	126,7	63,4	
Air neuf en moins kg	14556	14692	13154	14278	14570	8187	16915,3	14352,4	19265,9	17306,8	12723,0	
Énergie air neuf	71561	68067	63307	64262	64378	12090	29608	33124	80399	77433	21968	586119
Énergie récupérée	130404	138307	110646	122500	130404	34122	82984	80335	193630	173872	51924	1249128
Élec. consommée	63810	67678	54142	59943	63810	22518	40607	45147	94749	85080	34267	631750

est donc voisine de celle d'une salle de sport. Toutefois un enseignement majeur de cette réalisation est que l'analyse précise de l'impact de l'environnement du système (mode de traitement d'eau et de chauffage des SPA, rôle des apports solaires, risque de condensation en fonction des compositions de l'enveloppe....) est nécessaire au niveau du projet, puis de la mise au point technique.

Ce type de système (satisfaisant du point de vue énergie) engendre un temps de travail d'ingénierie dont le coût doit être pris en compte dans la mission. A défaut, il est préférable d'y renoncer. ■

## Référence citée

[1] :L'hygrothermique des piscines.

Rapport du CSTB pour le Secrétariat d'Etat à la Jeunesse et aux Sports.

M. VILLAIN 16 novembre 1976