

Et si on déshumidifiait les piscines municipales avec des machines à absorption ?



Une piscine publique couverte est un établissement coûteux aussi bien en termes d'investissement que de fonctionnement. Sa rentabilité financière est difficile à assurer et à assumer pour une commune. Alors, comment y remédier ?

Par Antoine Deschamps et Mikael le Borgne (ETT-R&D), François Boudehenn (CEA), François Nepveu (CEA)

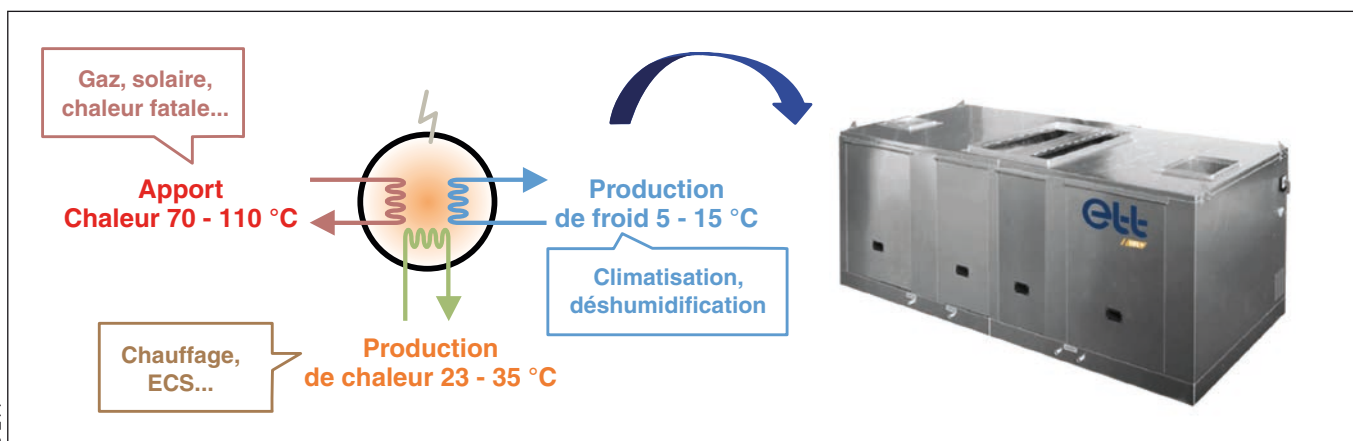


Figure 1. Projet ABSOHP : développement d'une machine à absorption $H_2O/LiBr$ optimisée pour la déshumidification et directement intégrée dans une centrale de traitement de l'air.

1. Constat

La piscine publique couverte est de très loin l'équipement communal ou intercommunal le plus fréquenté et le plus souvent cité comme équipement demandé par la population. Mais actuellement, le coût énergétique pour faire fonctionner confortablement une piscine couverte représente plus du tiers de son coût de fonctionnement. En moyenne, une piscine couverte type de 500 m² consomme plus de 3 000 MWh_{th}/an. Le chauffage et la déshumidification de l'air représentent 60 % du coût énergétique, loin devant le chauffage du bassin (30 %) et le chauffage de l'eau chaude sanitaire (10 %). Avec un parc de piscines publiques vieillissant (62 % ont plus de trente ans), une

nouvelle solution technique doit être envisagée, économe en énergie. Le remplacement dans ces centrales de traitement de l'air de la pompe à chaleur à compresseur électrique de vapeur par une machine à absorption fonctionnant sur un apport thermique permet d'envisager des systèmes à haute efficacité énergétique uniquement alimentés par une source de chaleur (énergie solaire, chaleur fatale ou chaudière à haut rendement).

2. Objectifs

Dans ce contexte, le projet ABSOHP (ABSORption Heat Pump) a un double objectif : d'une part développer une nouvelle machine à absorption $H_2O/LiBr$ (batterie de lithium) optimisée pour une

application de traitement de l'air (déshumidification et chauffage) ; d'autre part, intégrer pleinement la machine développée dans une centrale de traitement de l'air couplée à une chaudière à

ETT

Spécialiste des systèmes de traitement d'air à récupération d'énergie et des pompes à chaleur à haute performance énergétique, ETT accompagne les entreprises et collectivités qui interviennent dans les domaines de la grande distribution, de la distribution spécialisée, de l'industrie, des salles de spectacles, des piscines et de l'habitat collectif.

condensation. Ce projet a été labellisé en réponse à l'appel à projets de l'Ademe IPME-PEBI 2016 (projet lauréat au 30 mai 2016) et par le pôle de compétitivité EMC2 (23 mars 2016). Il a été réalisé en collaboration avec le CEA pour une durée de 24 mois et a démarré en septembre 2016 pour se terminer en septembre 2018. Les premières études montrent qu'intégrer l'évaporateur et le condenseur de la machine à absorption directement dans la veine d'air de la centrale de traitement de l'air (soit une machine à absorption à détente directe) permet des gains de performances de l'ordre de 15 % à 20 % et des gains de puissances frigorifiques de 50 % à 80 % par rapport à un couplage indirect via des boucles hydrauliques (figure 2).

Pour son intégration dans la centrale de traitement de l'air, les très faibles niveaux de pression (de l'ordre de la dizaine de mbar) de fonctionnement d'une machine à absorption $H_2O/LiBr$ vont cependant demander des architectures innovantes basées sur un dimensionnement et une intégration spécifiques des composants critiques au regard de l'équilibre coefficient d'échange/pertes de pression de la machine. Pour mener à bien ce projet, ETT et le CEA ont associé leurs compétences en thermodynamique et système de traitement de l'air.

3. Modélisation d'une machine à absorption (figure 3)

À partir d'essais expérimentaux effectués sur une machine commerciale, le projet a consisté dans un premier temps à développer un modèle numérique d'une machine à absorption. Cet outil a permis de dimensionner et d'évaluer les performances de chaque composant, et de quantifier l'impact de ces composants sur les performances globales du système. En parallèle, un cahier des charges sur le traitement d'air dans les piscines a permis de définir les conditions d'entrées et les conditions limites de fonctionnement. Le modèle numérique a ainsi été adapté et optimisé. En fonction des performances attendues sur les différents composants, un dimensionnement a été réalisé en cherchant le compromis coefficient d'échange/perde de charge.

En parallèle, le modèle numérique nous a permis de quantifier les gains entre une solution à couplage direct et indirect. Il en ressort que le couplage direct amène un gain de l'ordre de 63 % sur les puissances sur l'air (évaporateur et condenseur) et de 40 % sur l'eau (générateur et absorbeur), et un gain de 17 % sur le COPth du système et 9 % sur le COP. De plus, le modèle ne prend pas en compte

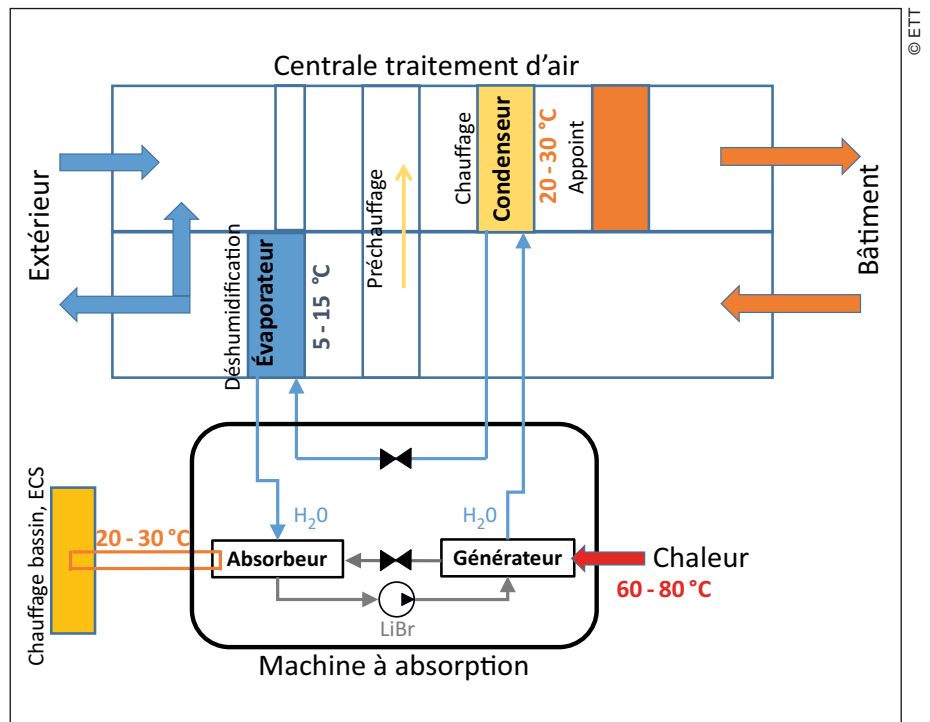


Figure 2. Description d'une solution à couplage direct entre une machine à absorption et une centrale de traitement d'air.

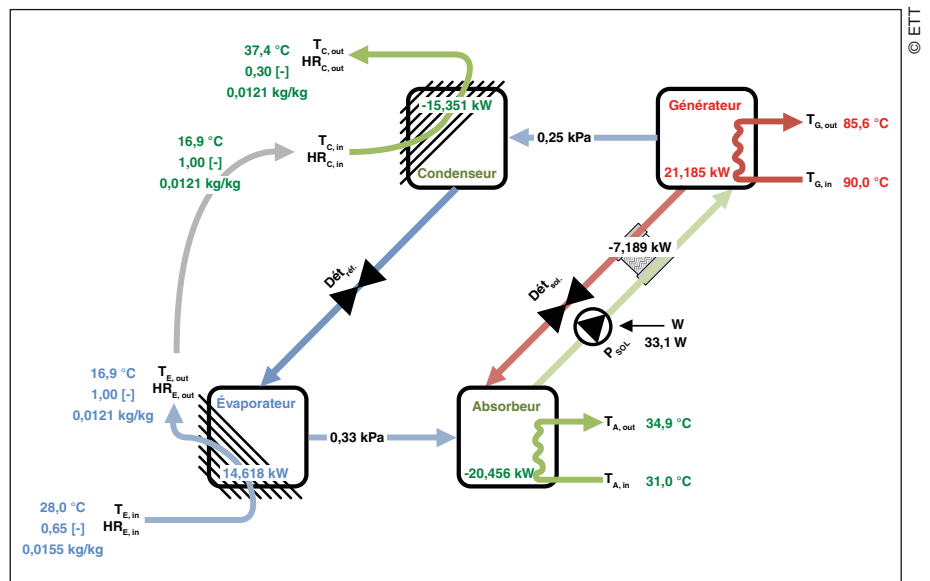


Figure 3. Modélisation de Pac absorption à couplage direct. L'air humide arrive à 28 °C et 65 % d'hygrométrie sur l'évaporateur. Il ressort à 16,9 °C déshumidifié et passe ensuite par le condenseur pour être réchauffé à 37,4 °C (déshumidification in-line).

les gains masqués : consommation électrique des pompes dans le cas d'un couplage indirect, coûts d'entretien, gain de compacité d'un système direct, etc.

4. Prototypage (figure 4)

Le modèle numérique nous a permis de dimensionner les différents échangeurs du prototype. Le prototype est construit sur la base d'un déshumidificateur simple flux. Il est composé d'une veine d'air et d'un compartiment technique. Le flux d'air est vertical ascendant afin de profiter au maximum des écoulements gravitaires

entre la partie HP (condenseur et générateur) et la partie BP (évaporateur et absorbeur). La puissance frigorifique visée est de 14,6 kW pour un débit de 2 300 m³/h. La fabrication du prototype a nécessité la résolution de trois grandes problématiques : la tenue au vide due à l'utilisation de l'eau comme fluide frigorigène, la tenue à la corrosion des différents composants due à l'utilisation du bromure de lithium, et une conception à très faible perte de charge en raison des pressions de fonctionnement notamment pour la partie basse pression.



Figure 4. Prototype ABSOHP : construction (monobloc) de la machine à absorption couplée à la centrale de traitement d'air.

5. Essais

Le prototype a ensuite été testé pendant plusieurs mois dans les laboratoires du CEA afin d'être caractérisé. Il en ressort que nous avons obtenu environ 55 % de la puissance frigorifique attendue : 8,1 kW pour un COPth de 0,56, soit un écart de 18 %. Ces résultats sont très encourageants pour un premier prototype, d'autant plus que l'analyse composant par composant nous a permis d'identifier que la partie basse pression n'est pas au niveau de performance attendu. Les résultats côté haute pression sont conformes aux attentes et valident la démarche et les méthodes de dimensionnement.

6. Perspectives

Le projet ABSOHP a permis de définir, réaliser et caractériser un premier prototype de machine à absorption à détente directe assurant la déshumidification et le préchauffage de l'air d'une piscine, mais également le préchauffage des bassins. Cette configuration permet d'atteindre un coefficient de performance global

d'environ 200 %, ce qui s'avère très encourageant.

Néanmoins, la phase de mise en route suivie de celle de caractérisation et d'analyse des performances a mis en évidence un certain nombre de points d'amélioration, notamment sur la partie basse pression. Les pistes d'amélioration sont clairement identifiées grâce à la caractérisation composant par composant.


L'étude des systèmes à absorption nous conforte dans la viabilité de cette solution, que ce soit en système direct ou indirect à la vue du contexte réglementaire actuel et à venir, en matière de performance énergétique et de gaz à effet de serre. L'utilisation des chaleurs fatales comme source d'énergie permet d'entrevoir un périmètre plus large que celui des piscines publiques (réseaux de chaleur, industrie). Au vu des perspectives d'applications, du contexte réglementaire et des performances obtenues, nous pensons clairement que l'absorption appliquée au traitement d'air et à la climatisation aura son rôle à jouer dans les années à venir, et ETT compte bien en être l'un des moteurs. ■





TEAMAO


la pompe à chaleur à l'esprit facile

OBÉIT À DISTANCE AVEC FRISQUETCONNECT



TEAMAO gère aussi bien votre CHAUFFAGE, gaz ou fuel, que votre EAU CHAUDE, se pilote d'un doigt avec **Ecoradiosystem Visio** et se contrôle à distance avec **FrisquetConnect**

 **Stage de formation PAC**

Une approche globale pour appréhender le produit dans sa mise en oeuvre et son usage, et découvrir **une solution réaliste, performante et économique.**

→ Pour en savoir plus, contactez votre représentant FRISQUET

PAC AIR/EAU


CHAUFFAGE

CONNECTIVITÉ

EAU CHAUDE

TEAMAO pour la gestion globale de votre installation d'1 circuit unique ou de 2 circuits chauffage radiateurs ou plancher chauffant

- ballon ECS TEAM 280L
- chaudière de relève



www.frisquet.com

