



HAL
open science

Evaluation des performances énergétiques d'un système de rafraîchissement adiabatique intégré au sein d'un bâtiment industriel

Antoine Breteau, Patrick Salagnac, Emmanuel Bozonnet, Mathieu Carage,
Jean-Marie Caous

► To cite this version:

Antoine Breteau, Patrick Salagnac, Emmanuel Bozonnet, Mathieu Carage, Jean-Marie Caous. Evaluation des performances énergétiques d'un système de rafraîchissement adiabatique intégré au sein d'un bâtiment industriel. Colloque International Franco-Québécois 2022 (CIFQ 2022): Villes et transition face aux défis climatiques et énergétiques., Jun 2022, Paris, France. hal-04428091

HAL Id: hal-04428091

<https://hal.science/hal-04428091>

Submitted on 31 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evaluation des performances énergétiques d'un système de rafraîchissement adiabatique intégré au sein d'un bâtiment industriel



Antoine BRETEAU^{a,b*}, Patrick SALAGNAC^a, Emmanuel BOZONNET^a, Mathieu CARAGE^b, Jean-Marie CAOUS^b

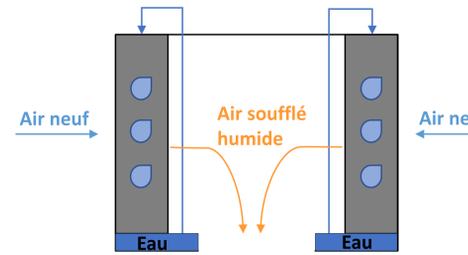
Introduction

Le marché de la climatisation suit une tendance haussière depuis quelques années notamment à cause du réchauffement climatique. Les systèmes de climatisation sont connus pour leur consommation d'énergie élevée et leur émission de GES importantes. Pour pallier à cette évolution et limiter le recours à ces systèmes, des solutions de rafraîchissement passif se développent.

Le principe du rafraîchissement adiabatique passif est d'utiliser l'énergie de la transformation d'état de l'eau liquide en vapeur après le passage de l'air chaud et sec dans un filet d'eau à pression atmosphérique. Cette énergie va permettre de refroidir et d'humidifier l'air fourni à l'environnement conditionné tout garantissant un confort thermique et estival. Ces notions de confort thermique et estival sont essentielles, elles permettent d'évaluer l'efficacité du système de rafraîchissement, mais aussi de satisfaire un certain confort aux occupants des bâtiments.

La présente étude a pour objectif d'évaluer les performances énergétiques d'un système de rafraîchissement adiabatique direct intégré au sein d'un bâtiment industriel. Un modèle numérique du système a été développé sur le logiciel de simulation thermique TRNSYS[®] puis couplé à un bâtiment industriel modélisé grâce au logiciel SketchUp[®].

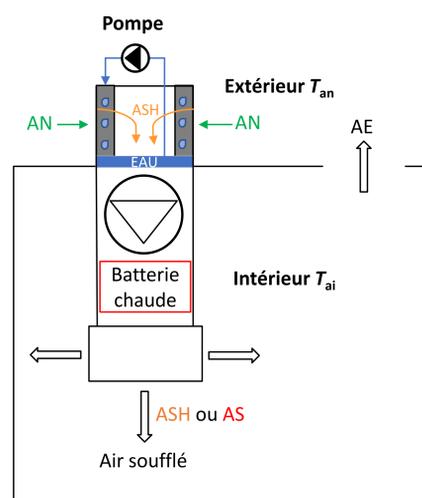
Une étude paramétrique est menée pour caractériser les performances de cette technique sous différentes conditions climatiques, et pour identifier les paramètres les plus influents de ce type de technologie.



Méthodologie

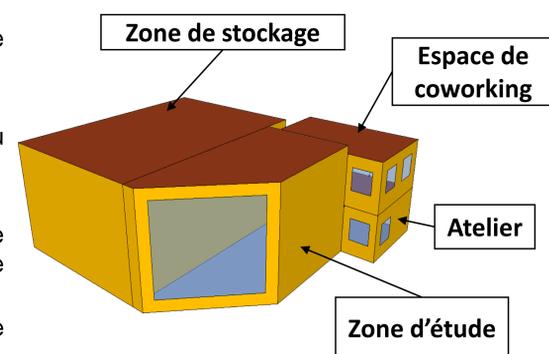
Système étudié

- Système en toiture composé d'un média humide, d'un ventilateur et d'une pompe.
- Permet le rafraîchissement de l'ambiance soit par free-cooling ou soit par rafraîchissement adiabatique direct.
- Débit nom. de ventilation : 12 000 m³/h.
- Efficacité de saturation du syst. : 85 %.
- La régulation du système se fait avec une bande proportionnelle sur l'écart de température entre la consigne intérieure et l'air intérieur T_{ai} .
- Le système est à l'arrêt lorsque la teneur en humidité relative intérieure ou extérieure est supérieure à 75 % afin de limiter l'augmentation de la teneur en humidité au sein du bâtiment.



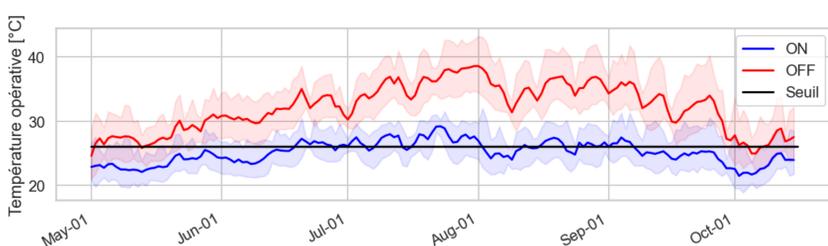
Cas d'étude

- Bâtiment industriel constitué de 4 zones thermoaérodynamiques.
- Seule la zone d'étude est ventilée mécaniquement.
- Seul l'espace coworking est chauffé.
- Bâtiment occupé de 9h à 19h, du lundi au vendredi.
- Surface : 100 m² ; hauteur : 8,60 m.
- Parois verticales extérieures d'une épaisseur de 22,5 cm avec 80 m² de vitrages orientés Sud-Est.
- Sol constitué d'une dalle béton de 15 cm non isolée.
- La toiture-terrasse est composée de 12 cm de panneaux isolants et 0,75 mm de bac acier.



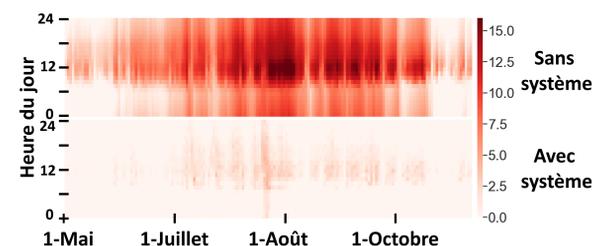
Résultats

Performance du système adiabatique



- Différence de température opérative avec et sans le système moyennée autour de 7°C sur la saison de refroidissement.
- Température opérative dépasse rarement 26°C lorsque le système fonctionne.
- Bonne capacité de rafraîchissement sensible du système, au regard de l'approche réglementaire.

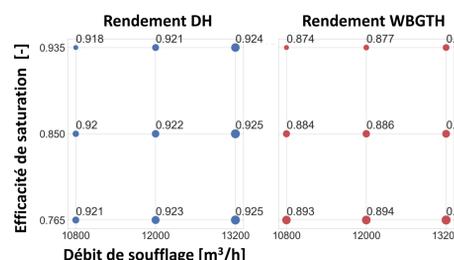
Inconfort thermique analysé en termes de surchauffe par rapport à la température limite de 26°C.



- La surchauffe, exprimée en degrés-heure (DH) sur la saison est réduite de 94 % lorsque le système est activé
- Le système de rafraîchissement est particulièrement efficace pour réduire l'inconfort estival notamment en juillet et août.

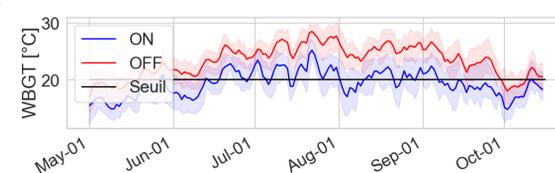
Etude paramétrique

- Analyse de l'impact du débit de soufflage et de l'efficacité de saturation.
- Variation faible des rendements avec ces deux paramètres (2 % maximum).
- Evolution croissante des deux rendements lorsque l'efficacité de saturation diminue et que le débit de soufflage augmente.



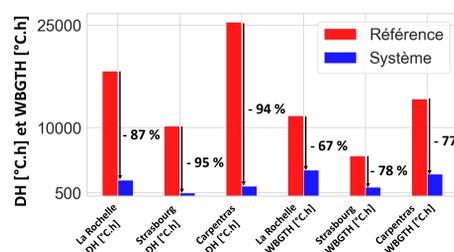
Utilisation de la température WBGT afin d'analyser l'inconfort thermique en termes de surchauffe en prenant en compte le phénomène d'évaporation.

- En moyenne, la température WBGT est de 3°C supérieur lorsque le système n'est pas en fonctionnement.
- Le système adiabatique ne permet pas d'assurer continuellement le confort d'été.

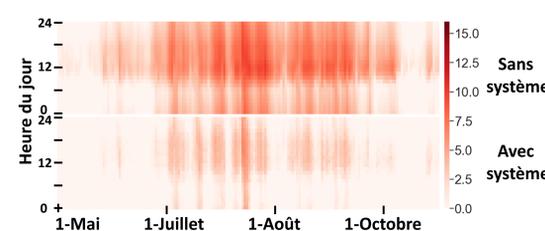


Impact de la localisation

- Réduction de 94 % du nombre de DH et de 77 % du nombre de WBGT pour la ville de Carpentras.
- Système moins efficace pour un climat océanique comme La Rochelle.
- Confort difficilement atteignable dans les régions sèches et chaudes.



- La surchauffe $WBGT$ (pour une valeur maximale de WBGT de 20,09°C définie en cohérence avec la limite $T_{op} = 26°C$ en ajoutant une condition d'humidité relative $HR = 50\%$) permet de montrer une réduction de 77 % de l'inconfort d'été lorsque le système est activé.



Conclusions

- Le débit de soufflage ainsi que l'efficacité de saturation impactent faiblement les rendements d'inconfort.
- L'utilisation de ce système dans les climats tempérés permet d'atteindre un confort d'été au sein d'un bâtiment industriel lors des périodes estivales.

- Impact considérable du système pour limiter l'inconfort estival.
- L'utilisation de l'indicateur de type $WBGT$ est plus pertinente pour ce système utilisant la chaleur latente d'évaporation.