

Prix de thèse CODEGEPR 2022

Développement d'un nouveau concept de refroidisseurs à absorption compact et à bas coût : application au cas du rafraîchissement solaire pour des climats chauds

ALTAMIRANO CUNDAPI Amin

Docteur de l'Université Savoie Mont Blanc

La consommation énergétique mondiale augmente à vitesse alarmante. Dans le secteur du bâtiment, la consommation énergétique pour la climatisation a plus que triplé depuis 1990 et elle devrait encore tripler d'ici 2050, environ 70 % de cette augmentation provenant du secteur résidentiel. Aujourd'hui, ces besoins sont presque entièrement couverts par les systèmes à compression de vapeur. Cette dépendance à l'égard de l'électricité engendre déjà des problèmes de saturation des réseaux de distribution. Dans ce contexte, le cas du Mexique est particulièrement délicat car il est le deuxième pays au monde avec la plus grande proportion d'électricité utilisée pour le refroidissement des locaux (14%) et il dépend énergétiquement et économiquement des combustibles fossiles.

Les refroidisseurs à absorption sont une alternative car ils utilisent des réfrigérants naturels et peuvent fonctionner avec des sources de chaleur non polluantes telles que l'énergie solaire et la chaleur résiduelle. Cependant, ces systèmes restent, jusqu'à présent, coûteux et encombrants. De ce fait, ils représentent un très petit marché de niche (1% des besoins totaux de refroidissement dans le secteur du bâtiment). Cette thèse décrit le développement d'une nouvelle génération de refroidisseurs à absorption basés sur une nouvelle technologie de sorption adiabatique. La technologie proposée a été étudiée pour des applications résidentielles avec une source solaire thermique dans des pays à forte irradiation solaire, comme le Mexique.

Ce travail est articulé en différents chapitres dont le premier qui fournit un état de l'art sur les fluides de travail étudiés et les technologies d'échangeurs pour les refroidisseurs à absorption. Puisqu'aucun paramètre normalisé pour la caractérisation des échangeurs à sorption n'a été trouvé dans la littérature, les concepts d'efficacité thermique et massique généralisés pour les échangeurs à sorption non-adiabatiques ont ensuite été présentés. La mise en œuvre de ces efficacités pour caractériser les échangeurs de sorption des refroidisseurs à absorption est montrée au travers d'applications avec le fluide de travail $\text{NH}_3\text{-LiNO}_3$. En outre, étant donné l'importance de la caractérisation des refroidisseurs à absorption, d'autres méthodes de modélisation de refroidisseurs à absorption avec différents niveaux de compréhension sont également présentées et discutées.

L'étude d'un système de climatisation à absorption solaire-géothermique pour la ville de Monterrey (Mexique) a ensuite été abordée. Dans une première partie, la comparaison des deux fluides de travail classiques ($\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ et $\text{H}_2\text{O-LiBr}$) et d'un fluide de travail innovant ($\text{NH}_3\text{-LiNO}_3$) a été réalisée à l'aide d'un modèle en régime stationnaire. En outre, le dimensionnement des composants du système et une brève étude de viabilité économique sont proposés. Dans la deuxième partie, un refroidisseur à absorption à simple étage avec une configuration bi-adiabatique innovante est présenté et étudié par le biais d'un modèle dynamique. Le modèle a d'abord été utilisé pour définir les conditions de fonctionnement nominales du refroidisseur à absorption et les performances minimales requises des composants. Par la suite, son utilisation pour refroidir une maison lors d'une journée ensoleillée typique dans les conditions climatiques de Monterrey est étudiée et analysée. Finalement, la dernière partie de ce travail présente une nouvelle génération d'échangeur de sorption adiabatique à film ruisselant pour les refroidisseurs à absorption. La caractérisation de cet échangeur en désorption a été réalisée dans une large gamme de conditions de fonctionnement. Les résultats expérimentaux montrent des performances très élevées et valident le potentiel de la technologie de sorption adiabatique proposée. Par conséquent, sur la base de ces résultats, la construction d'un refroidisseur à absorption basé sur cette technologie semble très prometteuse.