Etude des performances énergétiques d'une paroi ventilée bioclimatique

Dwinanto SUKAMTO

Résumé de la thèse

Les orientations politiques actuelles imposent le bâtiment à énergie zéro (NZEB) comme nouveau standard de la construction neuve pour 2020. Par ailleurs, dans le domaine de la réhabilitation énergétique des bâtiments existants, la recherche de solutions pour la rénovation est un sujet fondamental. L'enjeu de cette démarche est l'efficacité énergétique des bâtiments pour la lutte contre le changement climatique et un des moyens pour y parvenir ce sont des parois innovantes bioclimatiques, qui sont la base des économies d'énergie dans le bâtiment de demain. Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans ce cadre et visent à caractériser les performances énergétiques d'une paroi ventilée bioclimatique.

La façade ventilée est souvent utilisée par les architectes. Une façade ventilée est composée de deux parois, séparées par une cavité ventilée. Outre l'aspect esthétique, le but premier de ce type de façade est de protéger les matériaux d'isolation en dissipant l'humidité. La façade ventilée permet également de réaliser des économies d'énergie. Pour toutes ces raisons, la façade ventilée peut être une solution intéressante pour les bâtiments existants et nouveaux.

Le premier chapitre de cette thèse présente le contexte énergétique en France et en Indonésie, l'évolution de la règlementation thermique du bâtiment et recense les différents types de parois ventilés et les indicateurs de performance utilisés dans la règlementation, un état de l'art sur les parois ventilés ainsi que sur leurs différents modes de fonctionnement.

Le deuxième chapitre de cette thèse présente le prototype de paroi ventilée développé, le dispositif expérimental mise en place pendant la thèse et la métrologie thermique développée pour caractériser le comportement thermique de la paroi ventilée.

La paroi ventilée étudié ici est une paroi avec un canal non hermétiquement isolé participant à l'apport d'air neuf au sein du bâtiment; un échange convectif a lieu dans la cavité selon l'axe

de la paroi, qui vient perturber le flux thermique radial entre les ambiances intérieure et extérieure. L'air en écoulement à l'intérieur de la cavité est alors préchauffé et introduit à l'intérieur du bâtiment. Ce dispositif permet alors la diminution des besoins en chauffage du bâtiment. L'échantillon étudié est composé de deux parois. La première est fixe tandis que la seconde est mobile permettant ainsi de faire varier l'épaisseur de la cavité ventilée.

Une boîte chaude gardée a été instrumentée afin de pouvoir caractériser les performances énergétiques de la paroi ventilée. La boîte chaude gardée est un dispositif composé de deux enceintes climatiques capables de reproduire des conditions de température et d'humidité relative choisies. La plage en température et en humidité va de -30°C à +60°C et de 10% à 98%. Chaque enceinte possède son propre groupe frigorifique garantissant la production de froid avec une précision sur la température de ± 2 °C. Chacune possède également 3 résistances électriques de 2.5 kW, garantissant la production de chaleur avec une précision sur la température de ± 3 °C. La boîte chaude gardée est connectée à un ordinateur permettant de contrôler les paramètres de température et d'humidité de chacune des enceintes.

Pour caractériser le comportement thermique de l'échantillon étudié, la paroi ventilée est équipée de plusieurs thermocouples et de fluxmètres permettant la mesure conjointe des températures de surface, de l'air à l'intérieur comme à l'extérieur de la cavité, ainsi que l'estimation des flux de chaleur de part et d'autre de la cavité ventilée. Dans chacune des cellules climatiques, plusieurs thermocouples permettent de déterminer les températures d'ambiance. Au niveau de chacune des parois de la cavité ventilée, plusieurs thermocouples et fluxmètres ont été installés sur quatre niveaux de hauteurs différentes et sont également répartis sur la largeur. Pour la mesure de la température d'air, des thermocouples ont été disposés à l'entrée et à la sortie de la cavité. L'écoulement d'air au sein de la cavité est généré à l'aide d'un ventilateur contrôlé par un variateur de tension et la mesure du débit est estimée à l'aide d'un anémomètre à fil chaud. Une caméra infrarouge est également utilisée afin d'avoir une estimation de la température de la paroi froide du dispositif.

Le troisième chapitre de cette thèse présente les résultats expérimentaux obtenus. Il s'agit des expériences spécifiques qui ont été entreprises pour tester le prototype ventilé développé et la boîte chaude gardée. Les expériences ont été réalisées en régime permanent Ces expériences ont été réalisées pour étudier le prototype de mur ventilé en termes de capacité à préchauffer l'air dans la cavité.

La température ambiante, la température de surface du prototype ventilé et les coefficients de transfert de chaleur moyens et locaux de la paroi ventilée sont déterminés expérimentalement. En outre, une analyse d'incertitude des coefficients de transfert de chaleur locaux est présentée. Les résultats expérimentaux montrent que la position verticale a une influence significative sur la valeur du coefficient de transfert de chaleur local. Enfin, l'influence de l'épaisseur de la lame d'air et du débit d'air sur les performances thermiques de la paroi ventilée est étudiée. Les résultats montrent que l'efficacité du préchauffage de la paroi ventilée augmente avec l'épaisseur de la lame d'air et diminue avec le débit d'air

Des conclusions générales et des perspectives rappellent les principaux résultats des travaux effectués et proposent des pistes d'améliorations pour la suite de cette étude.

Liste de travaux

1. D. SUKAMTO, M. SIROUX, F. GLORIANT, Hot Box Investigations of a Ventilated Bioclimatic Wall for NZEB Building Façade, Energies 2021, 14(1327), 2021, IF 2.702
2. D. SUKAMTO, F. GLORIANT, M. SIROUX, Thermal performance evaluation of a bioclimatic ventilated wall using a Hot Box, Proceedings of 6th International Conference on Sustainable and renewable energy engineering ICSREE 2021, Strasbourg, France, 2021
3. D. SUKAMTO, F. GLORIANT, M. SIROUX, Etude expérimentale des performances thermiques d'une paroi ventilée bioclimatique, Proceedings Congrès Société Française de thermique SFT Belfort, 2020
4. D. SUKAMTO, F. GLORIANT, M. SIROUX, Improved value of temperature different on climatic chamber for thermal conditions, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 673, Number 1, 2019
5. D. SUKAMTO, C. LEFOUL, F. GLORIANT, M. SIROUX Numerical study of a ventilated facade for the preheating air, Colloque Francophone sur l'Energie COFRET'18 Strasbourg, France, 2018