

Titre en français : Evaluation de l'efficacité de parois de bâtiments par analyse énergétique

Titre en anglais : Evaluating the efficiency of building walls using energy analysis

Nom du directeur de thèse : KADOCH Benjamin

Tel : 04 91 10 68 67

E-Mail : benjamin.kadoch@univ-amu.fr

Laboratoire : IUSTI

Nom du co-directeur de thèse : FERRASSE Jean-Henry

Tel : 04 13 94 93 79

E-Mail : jean-henry.ferrasse@univ-amu.fr

Laboratoire : M2P2

Financement : demandé

Type de financement : Bourse ministérielle / ANR éventuellement

Résumé en français :

Le secteur du bâtiment est l'un des secteurs les plus énergivore en Europe. Afin de réduire ses consommations énergétiques, il est nécessaire d'améliorer l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment dans un cadre de rénovation des bâtiments anciens et de construction de bâtiments à zéro émission. Dans ce contexte, il est nécessaire de caractériser et d'identifier ce qu'est un "bon" mur. Il doit permettre une isolation thermique efficace pour des configurations de refroidissement ou de chauffage, c'est-à-dire en été ou en hiver. Toutefois, pendant les saisons intermédiaires comme le printemps ou l'automne, il peut arriver qu'une augmentation du transfert de chaleur soit nécessaire. Par conséquent, le contrôle du transfert de chaleur et de masse est crucial pour concevoir des bâtiments efficaces. Jusqu'à présent, toutes les mesures sont basées exclusivement sur le transfert de chaleur et ne prennent pas en compte l'influence de l'humidité. En effet, l'humidité est un paramètre important puisqu'elle a des effets non négligeables sur l'efficacité énergétique, la durabilité de la construction et la qualité de l'air intérieur. L'objectif de la thèse est donc de développer un indicateur thermodynamique innovant pour évaluer plus précisément la performance énergétique de l'ensemble du bâtiment, en considérant les transferts couplés de chaleur et de masse à travers des parois poreuses ainsi que les interactions entre le bâtiment avec les systèmes de chauffage, ventilation, et d'air conditionné. Cette approche se basera à la fois sur des expériences de laboratoire, des mesures in-situ et sur la modélisation numérique à plusieurs échelles (paroi, enveloppe du bâtiment, bâtiment avec systèmes). L'originalité est, à travers une compréhension des indicateurs classiquement utilisés dans le domaine du bâtiment et ceux dérivés des lois de la thermodynamique, de trouver les épaisseurs optimales de murs et d'isolation dans différentes conditions climatiques dynamiques.

Résumé en anglais :

The building sector is one of the most energy-intensive sectors in Europe. In order to reduce its energy consumption, it is necessary to improve the efficiency of the building envelope in a framework of renovation of old buildings and construction of zero emission ones. In this context, it is necessary to characterize what is a "good" wall. It must provide effective thermal insulation for cooling or heating

configurations, i.e., in summer or winter. However, during the intermediate seasons such as spring or fall, increased heat transfer is required for certain configurations. Therefore, the control of heat and mass transfer is crucial to designing efficient buildings. Until now, all measurements have only been based on heat transfer and have not taken into account the influence of humidity. Indeed, humidity is also a key parameter since it has a non-negligible effect on energy efficiency, durability of the construction and indoor air quality. The objective of this thesis is therefore to develop an innovative thermodynamic indicator to evaluate more precisely the energy performance of the whole building, considering the coupled heat and mass transfers through porous walls as well as the interactions between the building including with the heating, ventilation, and air conditioning systems. This approach will be based on laboratory experiments, in-situ measurements and numerical modeling for several scales (wall, building envelope, building with systems). The originality is, through an understanding of the indicators classically used in the building field and those derived from the laws of thermodynamics, to find the optimal wall and insulation thicknesses under different dynamic weather conditions.

Profil du candidat recherché :

Le candidat aura une formation d'ingénieur ou un Master 2 dans le domaine de l'énergétique et/ou thermodynamique. Il devra également avoir des compétences en calculs numériques.

Publications sur le sujet :

- Bejan, A., Jones, A. *Advanced Engineering Thermodynamics*. Wiley Online, 2016.
- Berger, J., Ferrasse, J.-H., Gasparin, S., Le Métayer, O., Kadoch, B. Critical assessment of the indicators for the evaluation of wall energy dissipation in transient regime. preprint, 2023.
- Catalina, T., Virgone, J., Blanco, E. Development and validation of regression models to predict monthly heating demand for residential buildings. *Energy Build.*, 2008, 40: 1825–1832.
- Charaka, A., Berger, J. et al.. Experimental assessment of the similarity law for a one-dimensional coupled heat and water vapor diffusion in hemp concrete. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 2023, 209: 124122.
- Choi, W., Ooka, R., Shukuya, M. Exergy analysis for unsteady-state heat conduction. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 2018, 116: 1124–1142.
- Kameni Nematchoua, M., Ricciardi, P., Reiter, S., Yvon, A. A comparative study on optimum insulation thickness of walls and energy savings in equatorial and tropical climate. *Int. J. Sustain. Built Environ.*, 2017, 6: 170–182.
- Sawadogo, M., Benmahiddine, F., Hamami, A.E.A., Belarbi, et al.. Investigation of a novel bio-based phase change material hemp concrete for passive energy storage in buildings. *Appl. Therm. Eng.*, 2022, 212: 118620.
- Strub, F., Castaing-Lasvignottes, J., Strub, M., Pons, M., Monchoux, F. Second law analysis of periodic heat conduction through a wall. *Int. J. Therm. Sci.*, 2005, 44: 1154–1160.

Insertion professionnelle après thèse : publique et privée