

Titre : Etude expérimentale et numérique de l'influence la variabilité des propriétés hygrothermiques sur les transferts couplés de chaleur et d'humidité à travers une paroi en bauge : échelles du matériau et de la paroi.

Mots clés : propriétés hygrothermiques, variabilité aléatoire, paroi en bauge, transfert couplés de chaleur et d'humidité, variabilité spatiale, simulations probabiliste.

Résumé : Cette thèse a pour but de retrouver les paramètres statistiques et géostatistiques de la variabilité des propriétés de la bauge, comme données d'entrée des modèles couplés de transfert de chaleur et d'humidité. Ceci est fait afin d'évaluer de manière plus fiable la variabilité des profils d'une paroi en bauge. D'une part la technique de construction en bauge, qualifiée de traditionnelle, consiste en un compactage aléatoire de levées successives et d'autre part les parois en bauge sont le siège de transferts couplés de chaleur et d'humidité. Ainsi, sur la base de méthodes probabilistes, des estimations de la variabilité, des propriétés et des réponses hygrothermiques de la paroi, ont été réalisées.

Dans un premier temps, une analyse de sensibilité d'un modèle de transfert couplé de chaleur et d'humidité a été réalisée par le biais d'approches locale et globale afin éventuellement, de réduire le plan expérimental. Nous avons constaté d'une part que la variabilité de toutes les propriétés en entrée du modèle, induit une variabilité importante de la pression de vapeur d'eau, moteur de transfert de l'humidité, allant de 200 à 1500 Pa.

Une étude expérimentale a été menée afin de quantifier la variabilité aléatoire des propriétés hygrothermiques par le biais d'essais de reproductibilité à l'échelle du matériau (échantillons fabriqués en laboratoire) et de la paroi (échantillons carottés). Ainsi, en comparaison avec les échantillons fabriqués en laboratoire, une représentation de la variabilité allant de 52% à 120% en fonction des propriétés, a été retrouvée. De plus, les paramètres géostatistiques des propriétés ont été identifiés.

Enfin, en vue de prédire la variabilité des réponses de la paroi aux sollicitations préalablement mesurées, trois approches de simulation probabilistes, basée une étude Monte Carlo paramétrique du modèle de transfert ont été réalisées. Une représentation de la variabilité expérimentale des profils de transfert allant jusqu'à 66% a été obtenue.

Title: Experimental and numerical studies of the variability of hygrothermal properties effects on the coupled heat and moisture transfer through a cob wall: material and wall scales

Keywords: hygrothermal properties, random variability, cob wall, coupled heat and moisture transfers, spatial variability, probabilistic design

Abstract: This dissertation aims to find statistics and geostatistics characterizing the variability of hygrothermal properties of a cob wall, related to coupled heat and moisture transfers models inputs. Indeed, this is performed to improve the reliability on the evaluation of temperature and humidity profiles in the cob wall. From one side, the building of a cob wall is purely traditional and consists of a random compaction of successive lifts. From another side, the coupled mechanisms of heat and moisture transfers are significant in cob walls. Hence, by the mean of probabilistic methods, the variability of the cob hygrothermal properties and responses had been assessed.

First, A sensitivity analysis of a coupled heat and moisture transfer's model was performed, by the mean of local and global approaches, in order to further reduce the experimental design. The variability of model inputs showed that both have an influence on moisture driving potential, known as the water vapour pressure, from 200 Pa to 1500 Pa variation range.

Second, An experimental study had been carried out in order to quantify the random variability of the hygrothermal properties related model inputs using reproducibility tests. This is done at material scale (specimens manufactured) and at wall scale (cored specimens). Hence, in comparison to the specimens manufactured in laboratory, a representativeness level of properties between 52% and 120% were achieved. Also, geostatistics as the correlation length and the nugget effect were found.

Finally, simulations were conducted in order to forecast the profile's variability previously measured. Three approaches of probabilistic design were conducted, based on a parametric Monte-Carlo study of the coupled transfer model. A representation of the profiles variability variability up to 66% was achieved.