

Projet :

Modélisation/Identification d'ordre adéquat du couplage thermique des équipements électriques et thermiques du bâtiment

Laboratoires LMT - SATIE

Résumé

Ce projet s'intéresse à la modélisation des phénomènes thermiques dynamiques dans l'habitat. L'intégration des apports énergétiques des appareils électriques dans la simulation de la thermique du bâtiment devient primordiale dans le cadre de la certification basse consommation et de la nouvelle réglementation 2012 (consommations inférieures à 50 kWh/(an.m²). Des projets ayant pour objectif d'affiner la précision des simulateurs dans le domaine de la thermique du bâtiment sont en cours de développement (programme SIMBIO ou ANR SUPERBAT). Ces projets ont pour but de modéliser ces 'nouveaux bâtiments' en tenant compte du comportement des personnes dans cet habitat. Cependant les modèles des apports dus aux appareils électriques restent très simplistes et ne peuvent rendre compte des phénomènes physiques rapides. Par ailleurs, ces modèles utilisent des approches du premier ordre pouvant être inadaptées pour le chauffage discontinu dans les bâtiments BBC. Nous proposons dans ce projet de développer des modèles électriques équivalents plus pertinents sur la base de résultats issus de simulation directe-CHT (Computational Heat transfer).

Responsables scientifiques

Rachid Bennacer (PR, LMT)
Marie Ruellan (MCF, SATIE)

Membres de l'équipe-projet avec la proportion de temps consacré au projet

LMT :

Rachid Bennacer (LMT-génie civil, méthodes de volumes finis, méthodes LBM)
Caroline De Sa (LMT-génie civil)

SATIE :

Marie Ruellan (SATIE-génie électrique, optimisation de systèmes couplés)

H. Park : doctorante encadrée par les deux responsables du présent projet (Ruellan, Bennacer et Monmasson)

Description de la problématique scientifique

Dans les bâtiments à basse consommation et plus particulièrement en période d'été, les apports métaboliques et électriques internes peuvent devenir déterminants (apports de chaleur). Une meilleure connaissance du comportement de ces bâtiments devient nécessaire pour assurer une meilleure gestion de l'énergie globale.

Des modèles de bâtiments avec différents niveaux de modélisation existent et des projets visent à mieux modéliser le bâtiment en tenant compte des phénomènes présents dans les bâtiments basse consommation [1] (voir Fig. 1). Cependant ces modèles de bâtiment n'intègrent pas de modèles fins des appareils électriques. L'intégration d'une modélisation plus réaliste des apports, associés à une modélisation thermique globale, devraient permettre une meilleure compréhension du comportement de ces nouveaux bâtiments. Le second verrou concernera l'identification de l'ordre du modèle électrique suffisant pour capturer les modes dominants du bâtiment. Plusieurs variantes existe et dont la pertinence selon le cas n'est toujours pas établie [2]

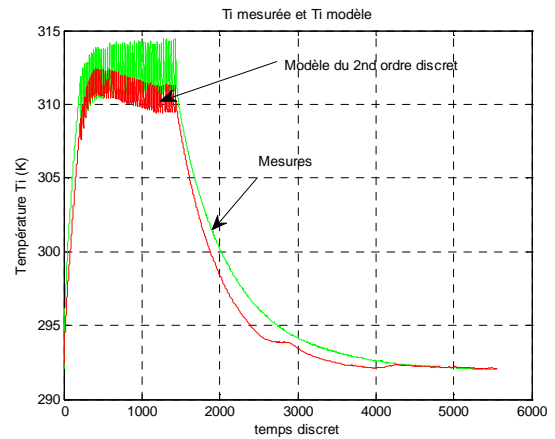


Fig.1 Modèle 2nd ordre discret avec MCR et mesures

Des travaux avec des mesures expérimentales ont été effectués dans le cadre de la thèse de H. Park et ont permis d'établir les premiers modèles [3]. Cependant ces modèles ne permettent toujours pas de modéliser correctement les phénomènes dynamiques de restitution de flux en situation de régulation en chauffage discontinu.

Une modélisation numérique directe (*CHT*) permettra de disposer de résultats de références précis spatialement et temporellement (basse et haute fréquence). L'objectif est d'une part d'établir à partir de ces résultats (*CHT*) obtenus un modèle basé sur des réseaux RC d'ordre supérieure et d'autre part de définir une stratégie¹ d'affinement de l'ordre du modèle équivalent **RC** afin de ne pas alourdir les simulations annuelles des bâtiments avec un faible pas de temps.

Originalité du projet

La force du projet est l'interaction pluridisciplinaire entre thermiciens et électriciens pour la modélisation de ces systèmes couplés. L'originalité tient également dans la volonté de modéliser finement les phénomènes dynamiques.

Objectifs

Pour résumer, les objectifs du présent projet sont les suivants :

- Développement d'un modèle générique des appareils électriques
- Développement d'un modèle *CHT* de parois couplée aux fonctionnements des appareils électriques (réfrigérateur, ordinateur, etc..)
- Coupler les modèles électriques équivalents des appareils électriques et du bâtiment
- Confronter le modèle complet du bâtiment et le modèle équivalent afin de déduire l'ordre adéquat du modèle électrique équivalent
- Formation à la recherche (stages de Master)
- Diffusion : publication communications et articles

¹ Méthode équivalente à la multigrille utilisée dans notre simulation directe CHT [4]

Planning prévisionnel

Ce projet d'interaction thermique-électrique sera d'une durée de 24 mois. Il permettra de lancer un à deux stages de Master M2 sur les deux ans. Une réunion mensuelle est programmée sur ces deux années de projet pour régulièrement faire un état d'avancement du projet.

Apport scientifique des différents partenaires à la réalisation du projet

Le SATIE a de fortes compétences en modélisation et simulation des systèmes électriques. Il développe des solutions originales de conversion et de traitement de l'énergie électrique en termes de modèles, outils d'analyse et d'optimisation, stratégies de contrôle et enfin de système.

Le LMT a une forte expertise dans le domaine du calcul scientifique et de la simulation numérique, pertinent de l'échelle locale à l'échelle globale. Sur le secteur génie-civil et environnement des actions couvrent déjà différents aspects des transferts au sein des matériaux de construction.

Planning prévisionnel et financement : fonctionnement et équipement

Un total de **17,5 keuros** est demandé pour 2 ans, qui se décompose comme suit :

Equipement

Capteur de température, d'humidité et de suivi de consommation énergétique du bâtiment²
TOTAL TTC incluant TVA 19.6% **6500,00€ TTC**

Fonctionnement (12 000 euros)

- Gratification de stage Master2 (420 €/mois) 5 000 € TTC
- Missions (conférences) 6 000 € TTC

Bibliographie

- [1]. C.Ghiaus, I.Hazyuk, Calculation of optimal thermal load of intermittently heated buildings, Energy and Buildings, vol.42, 1248-1258, 2010.
- [2]. G. Fraisse, C. Viardot, O. Lafabrie, G. Achard, "Development of a simplified and accurate building model based on electrical analogy", Energy and Buildings, vol. 34, 2002, pp. 1017-1031.
- [3]. H. Park, M.Ruellan, A. Bouvet, E. Monmasson, R. Bennacer, Thermal parameter identification of simplified building model with electric appliance, IEEE EPQU, 2011.
- [4]. [A.A. Mohamad, J. Sicard, R. Bennacer, Natural convection in enclosures with floor cooling subjected to a heated vertical wall, Int. J. Heat Mass Transfer 49. (1-2) (2006) 108-121

² Ces équipements après mise au point dans le cadre de ce projet, pourront servir à instrumenter le nouveau bâtiment de l'institut Farman (demande à formuler dans le futur auprès des responsables) afin d'assurer son analyse post-livraison. Ce bâtiment recherche constituera ainsi un équipement expérimental en soi.