

Les outils de modélisation énergétique des bâtiments très basse consommation

Thierry DUFORESTEL, Hassan BOUIA, Olivier HARTMANN (EDF R&D), Jean-Jacques ROUX, Gérard KRAUSS (CETHIL)

Article 1

Bilans énergétique et environnemental simulés d'un bâtiment passif équipé d'un échangeur air-sol, en Picardie

Stéphane Thiers¹, Bruno Peuportier¹

¹ ARMINES – Centre Énergétique et Procédés
Mines ParisTech : 60, bd Saint-Michel 75272 PARIS CEDEX 06
stephane.thiers@ensmp.fr

RESUME. Un bâtiment constitué de deux maisons individuelles mitoyennes, répondant au standard allemand « Passivhaus », a été réalisé en 2007 à Formerie (Oise). Ce bâtiment a été modélisé et son comportement thermique simulé à l'aide du logiciel de simulation dynamique des bâtiments COMFIE. Afin de prendre en compte son système de ventilation — comprenant un échangeur air-sol et un récupérateur sur air vicié — un modèle a été spécifiquement développé et intégré à COMFIE. Dans cet article, le comportement de ce bâtiment passif a été simulé, de même que celui d'un bâtiment analogue répondant seulement aux exigences de la réglementation thermique française RT2005. Les besoins de chauffage et le confort thermique des deux bâtiments sont comparés, puis un bilan environnemental, réalisé à l'aide de l'outil d'analyse de cycle de vie EQUER, montre les performances du standard Passivhaus en terme de consommation d'énergie primaire, de réchauffement climatique et de divers autres impacts. Dans le contexte français, le concept passif constitue une solution pour améliorer les performances énergétiques et environnementales des bâtiments.

MOTS-CLÉS : Bâtiment passif, Simulation, Analyse du cycle de vie

Article 12

Efficacité énergétique d'un système multitechnique de contrôle commande

Manuela Sechilariu, Christian Demian

Article 15

Production décentralisée d'énergie électrique d'origine renouvelable et éclairage à basse consommation

Manuela Sechilariu, Fabrice Locment, Christian Demian

Article 16

Modélisation sous Trnsys d'un appareil multifonctions

Eui-jong KIM¹, G.Krauss¹, H.Bouia², M.Mondot³

¹ **CETHIL** – Centre de Thermique de Lyon, INSA Lyon : 20, Av des Arts, 69621 Villeurbanne
eui-jong.kim@insa-lyon.fr, gerard.krauss@insa-lyon.fr,

² **EDF R&D** – Département ENERBAT, Site des Renardières, 77250, Ecuelles

³ **CETIAT** – Domaine scientifique de la Doua, 25 av. des arts, 69603, Villeurbanne

RESUME. Un appareil multifonctions regroupe dans une même enveloppe tous les composants permettant d'assurer les fonctions ventilation, chauffage, production d'eau chaude sanitaire (ECS), voire de rafraîchissement d'une maison individuelle à basse consommation énergétique. L'article propose une modélisation de ce type d'équipement dans l'environnement Trnsys V16.0. Le modèle complet est réalisé par assemblage des modèles élémentaires de chaque composant. Une comparaison avec des valeurs expérimentales en régime statique est proposée. Enfin le modèle a été couplé à un modèle de bâtiment à très haute performance énergétique.

MOTS-CLÉS : appareil multifonctions, Trnsys, maison à HPE

Article 17

Modélisation du Comportement Thermique d'une Maison Bois à l'Aide de Micromodèles Chaleur-Masse Distribués

Romain Rémond, Patrick Perré

AgroParisTech, UMR1093 (LERMAB), Engref, 14, Rue Girardet, 54000 Nancy.
remond@nancy-engref.inra.fr

RESUME. Il existe un couplage fort entre les transferts de masse et de chaleur au sein d'une paroi mais également entre les parois de l'enveloppe, via les échanges entre l'air intérieur et ces dernières. Cette complexité a été abordée en réalisant un modèle global à l'échelle de l'enveloppe qui utilise des micromodèles chaleur-masse comme module à l'échelle locale de la paroi. Dans ce code, chaque paroi a son authenticité propre (composition, conditions initiales, conditions aux limites, etc.). Quelques simulations ont été réalisées pour mettre en valeur le rôle joué par le bois dans la régulation du climat intérieur d'une construction. Les résultats montrent que les propriétés hygroscopiques du bois permettent d'améliorer le confort des occupants en réduisant considérablement l'amplitude des variations de l'humidité relative et en abaissant, dans une moindre mesure, l'intensité des pics de chaleur.

MOTS-CLÉS : maisons bois, transferts chaleur-masse, micromodèles distribués.

Article 19

Bâtiment industriel à consommations d'énergie maîtrisées – Démarche GENHEPI

Virginie Renzi¹, David Corgier¹

¹ INES RDI / CEA – Institut National de l'Energie Solaire
Savoie Technolac, BP 332, 50 avenue du Lac Léman, 73377 Le Bourget du Lac
virginie.renzi@cea.fr
david.corgier@cea.fr

RESUME. Les avancées dans le domaine de l'énergétique bâtiment sont nombreuses, notamment dans le résidentiel et le tertiaire, mais restent rares dans le secteur des bâtiments industriels. La présente étude porte sur la construction d'un bâtiment industriel à haute performance énergétique. Le projet, situé sur un site ICPE, comprend un bâtiment de bureaux et commodités, et une usine d'environ 16 000 m². Le bâtiment est modélisé dans l'environnement de simulation dynamique de TRNSYS, sur une année, pour les données météorologiques de Bâle. Ce bâtiment constitue un « démonstrateur » du programme GENHEPI qui vise à obtenir, dans des conditions économiques acceptables, des solutions techniques permettant la construction banalisée de bâtiments neufs à haute performance énergétique et la rénovation durable du parc immobilier existant. Le bâtiment permettra donc de vérifier en grandeur réelle la faisabilité et l'efficacité des solutions techniques mises en œuvre, ainsi que sa reproductibilité.

MOTS-CLÉS : simulation thermique dynamique, bâtiment industriel, méthodologie.

Article 23

Détermination Expérimentale du Facteur de Protection Solaire de Textiles Techniques Utilisés dans le Bâtiment

Eduardo Breviglieri Pereira de Castro¹

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora – Fac. de Engenharia / Engenharia de Produção
UFJF : Campus Universitário S/N, Martelos, 36036-900, Juiz de Fora, MG, BRÉSIL
eduardo.castro@ufjf.edu.br

RESUME. Cet article présente une méthode mise en œuvre pour déterminer expérimentalement les facteurs de protection solaire de certains textiles techniques par rapport au spectre solaire total. Dans le texte, les points principaux de caractérisation des tissus utilisés dans les bâtiments sont présentés aussi comme la méthodologie de mesure utilisée pour la détermination de leurs comportements face au rayonnement solaire. Ensuite, les résultats des mesures sont montrés. Finalement, on présente une équation simplifiée pour calculer les facteurs de protection solaire pour les membranes étudiées dont les paramètres sont leurs caractéristiques constitutives. Cette équation peut être utilisée dans des codes de simulation thermique du bâtiment pour un calcul plus précis des charges solaires en présence de dispositifs constitués de textiles.

MOTS-CLÉS : textiles techniques, rayonnement solaire, expérimentation.

Article 24

Influence du réchauffement climatique sur la consommation énergétique des maisons au Canada

R. Zmeureanu¹, G. Renaud², C. Darne³, J. Brau³

¹ Département du génie du bâtiment et des génies civil et de l'environnement

Université Concordia, Montréal, Canada zmeur@bcee.concordia.ca

² Département de génie civil, Université de La Rochelle, France yomrenaud@yahoo.fr

³ Département de Génie Civil et Urbanisme-CETHIL, INSA-Lyon, France

christelle.darne@insa-lyon.fr ; jean.brau@insa-lyon.fr

RESUME. Cet article présente une nouvelle méthode d'estimation de la consommation d'énergie de chauffage dans des maisons existantes soumises à l'influence du réchauffement climatique, en s'appuyant sur des scénarios de modèles climatiques établis. Basée sur la signature énergétique du bâtiment, développée à l'aide des factures de chauffage ou de relevés mensuels de consommation, cette nouvelle méthode peut être appliquée sur n'importe quelle maison individuelle. En perspective, ce nouvel outil permettra une estimation rapide de l'impact des changements climatiques sur les consommations d'énergie de chauffage d'une ville. Notre premier cas d'étude porte sur une maison canadienne, située à Montréal, où les résultats de la simulation montrent la réduction de chauffage à l'horizon 2040-2050. La méthode est ensuite appliquée à une série de 11 maisons existantes et montre que la consommation en énergie de chauffage pourrait diminuer de 8% à 17% entre les deux périodes étudiées.

MOTS-CLÉS : Méthode d'estimation, chauffage, maisons.

Article 25

Simulation de l'efficacité énergétique d'une façade double peau ventilée mécaniquement

Valentin Trillat-Berdal¹, Malorie Trillat-Berdal¹

¹ Patriarche & Co

4 allée du lac de garde – Taxiway – BP 285 73375 Le Bourget du Lac

m.trillat@patriarche.fr

RESUME. Nous étudions le comportement énergétique d'une façade vitrée ventilée mécaniquement exploitée pour le chauffage d'un bâtiment de 5 niveaux et d'une surface chauffée de 3000 m² situé dans la région parisienne. Des simulations dynamiques et thermo-aérauliques (CFD) réalisées sous TRNSYS et CFX ont permis de déterminer le gain énergétique et de l'optimiser en fonction des différents paramètres dont le débit imposé par la Centrale de Traitement d'Air (CTA). Les résultats montrent qu'un fort débit de ventilation, malgré un gain énergétique important, n'est pas intéressant car un échangeur de chaleur est nécessaire, entraînant des consommations énergétiques supplémentaires. Ainsi, un débit de ventilation plus faible, assurant uniquement les besoins du bâtiment en air neuf, apporte un gain énergétique intéressant et apporte 7 kWh de chaleur par m² de surface chauffée et par an.

MOTS-CLÉS : Mur vitré, ventilation mécanique, étude dynamique, étude CFD

Article 27

Intégration d'un modèle simplifié de matériau à changement de phase dans une plate-forme d'aide à la conception énergétique de bâtiments.

Alain Guiavarch¹, Denis Bruneau², Jean-Luc Dauvergne², Elena Palomo Del Barrio², Bruno Peuportier¹, Franck Clottes³

¹ Centre Energétique et Procédés, Mines ParisTech, 60 boulevard Saint Michel, 75272 Paris

² Laboratoire TREFLE, ENSAM, Esplanade des Arts et Métiers, 33405 Talence Cedex

³ Cellule ECOCAMPUS, ENSAM, Esplanade des Arts et Métiers, 33405 Talence Cedex.

RESUME.

L'intégration de matériau à changement de phase (MCP) dans l'enveloppe d'un bâtiment constitue une solution pour améliorer la performance thermique de celui-ci, notamment en termes de confort d'été. Les professionnels ont besoin d'outils adaptés permettant de dimensionner des enveloppes intégrant ce type de matériau et d'évaluer leur impact sur la consommation d'énergie et le confort thermique. Des travaux sont actuellement en cours pour intégrer un modèle MCP dans l'outil de simulation thermique PLEIADES-COMFIE distribué par la société IZUBA. Il s'agit d'un modèle simplifié de calcul de stockage d'énergie par chaleur latente. Ce modèle est couplé avec le modèle d'enveloppe du bâtiment présent dans COMFIE. Une démarche de validation qualitative du modèle couplé obtenu est proposée pour une paroi située entre l'extérieur et l'intérieur d'un bâtiment ; celle-ci est menée par comparaison avec des simulations effectuées sur un modèle détaillé mis en œuvre récemment au laboratoire TREFLE (UMR CNRS 8508).

MOTS-CLÉS : matériau à changement de phase, simulation thermique, bâtiment.

Article 28

Comparaison de différents systèmes énergétiques pour une maison basse consommation

Françoise Evin, Pierre-Henri Milleville, Emmanuelle Cayre, Stanislas Nosperger¹

¹ EDF R&D. – Centre des Renardières

Ecuelles, 77818 Moret sur Loing Cedex

francoise.evin@edf.fr, pierre-henri.milleville@edf.fr, emmanuelle.cayre@edf.fr

stanislas.nosperger@edf.fr

RESUME. Différentes solutions conduisant à des consommations d'énergie primaire inférieures au seuil du label BBC (Bâtiment basse consommation) sont comparées entre elles pour une maison de 115 m² représentative des maisons neuves françaises. La construction est de type traditionnel (parpaing + doublage intérieur polystyrène ou polyuréthane). Le chauffage est assuré par une pompe à chaleur air/eau, eau/eau ou air/air, par effet Joule ou par une chaudière gaz à condensation ou une chaudière à granulés de bois. Pour la production d'eau chaude sanitaire, les solutions retenues sont les chauffe-eau solaires individuels électriques ou gaz et les chauffe-eau thermodynamiques. Les solutions sont comparées entre elles suivant les critères : consommations énergétiques en énergie primaire, émissions de CO₂, consommations en énergie finale, coûts d'énergie et d'investissement des différentes solutions. Nous montrons que les pompes à chaleur pour le chauffage et les chauffe-eau thermodynamiques offrent les meilleurs compromis énergie / investissement / émissions de CO₂.

MOTS-CLÉS : Maison basse consommation, pompe à chaleur, étude technico-économique, émissions de CO₂.

Article 33

Conception de la station polaire Belge par simulation thermique dynamique

Roel De Coninck, Bertrand Labedan

Article 34

Comparaison de la consommation énergétique des installations de chauffage, avant et après réhabilitation

Florin Iordache¹, Vlad Iordache²

Université Technique de Construction de Bucarest
Faculté d'Installations, 66 Pache Protopopescu, sector 2 Bucarest

¹ fliord@instal.utcb.ro

² viordach@instal.utcb.ro

RESUME. Dans ce papier, on présente les consommations énergétiques d'une résidence suivie au cours de plusieurs années, avant et après la réhabilitation des installations de chauffage. L'effet énergétique de la réhabilitation de l'installation de chauffage est appris selon deux approches: théorique et expérimentale. Dans un premier temps le papier présente la modélisation théorique des processus de transfert de chaleur et de l'évaluation des pertes énergétiques. L'intégrale de ces pertes de chaleur nous conduit à l'évaluation de la consommation d'énergie. En ce qui concerne le bâtiment entier, on obtient des réductions de la consommations d'énergie thermiques d'environ 15% selon la modélisation théorique, alors qu'expérimentalement on a mesuré une réduction de 25 %. Ce supplément de 10% d'économie d'énergie est dû aux gains énergétiques intérieurs et à la façon dont les gens mettent les robinets thermostatiques sur une valeur inférieure à celle du confort intérieure.

MOTS-CLÉS : valves thermostatiques, économie d'énergie, bilan thermique.

Article 35

Effet de différentes solutions techniques sur les températures de non-chauffage et de non-refroidissement et sur le potentiel de free cooling dans les bâtiments de bureaux

Marcello Caciolo¹, Dominique Marchio¹, Pascal Stabat¹, Sila Filfli¹

¹ CEP – Centre Energétique et Procédés

Ecole des Mines de Paris: 60, Boulevard Saint-Michel 75272 Paris

marcello.caciolo@ensmp.fr

RESUME. Dans cette étude, on analyse au moyen de la simulation dynamique l'effet de différentes combinaisons de paramètres sur les températures de non-chauffage et de non-refroidissement des bâtiments de bureaux climatisés. Les paramètres qui influencent ces températures sont le niveau d'isolation, l'inertie thermique, les protections solaires, le ratio de surface vitrées, le type de fenêtres et de protections solaires, la perméabilité à l'air, le type de ventilation, les apports des équipements de bureautique et de l'éclairage et les températures de consigne. Le but est de proposer des solutions constructives conduisant à des bâtiments présentant trois saisons bien distinctes : une saison de chauffage, deux intersaisons sans besoin de chauffage ni de rafraîchissement, une courtes saison de rafraîchissement. Ainsi, on analysera si un recours à la ventilation naturelle est suffisant durant l'intersaison pour éviter les surchauffes. Cette étude constitue un préambule de la définition d'un nouveau concept de bâtiments climatisés, optimisés tant au niveau de l'enveloppe qu'au niveau des systèmes, appelé CLIMHYBU (CLIMatisation HYBride dans les immeubles de BUreaux).

MOTS-CLÉS : free cooling, température de non chauffage, température de non climatisation

Article 37

Effet de l'inertie thermique, de la surface vitrée et du coefficient de forme sur les besoins en chauffage d'une habitation

Tiberiu Catalina¹, Joseph Virgone^{2,3}, Jean-Jacques Roux¹, Eric Blanco⁴

¹ CETHIL – Centre de Thermique de Lyon, INSA Lyon, 20 Avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex tiberiu.catalina@insa-lyon.fr | jean-jacques.roux@insa-lyon.fr

² DGCB – ENTPE, 3 rue Maurice Audin - 69518 VAULX en VELIN Cedex ³ Université Lyon 1 joseph.virgone@entpe.fr

⁴ AMPERE – Ecole Centrale de Lyon, Bâtiment H9, 36 Avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully Cedex eric.blanco@ec-lyon.fr

RESUME. Ce document expose les économies d'énergie qui pourraient être obtenues par la bonne conception du bâtiment en termes de morphologie, inertie thermique et surface vitrée. En s'appuyant sur une vaste base des données obtenues par des simulations en dynamique, cette étude donne des directions pour les architectes ou ingénieurs dans les tous premiers stades de leur projet. On montre qu'il existe une forte relation entre la forme du bâtiment et la demande en énergie du bâtiment, une économie d'énergie pourra être possible avec des réductions importantes par rapport au cas de référence. Un autre aspect de cette étude est d'illustrer l'interaction entre les paramètres, et quel est leur impact sur les besoins en chauffage pour les maisons individuelles. Il a été observé que la surface vitrée et la constante de temps du bâtiment sont couplées et qu'elles doivent être analysées ensemble et en détail dans le but de réduire au maximum la consommation d'énergie. L'effet le plus notable de l'inertie sur le bâtiment est surtout connu en mi-saison et en été. Un effet sur la consommation d'énergie de chauffage existe : nous avons observé une réduction de l'énergie de 10 à 15% en fonction de la surface vitrée et de la constante de temps choisie.

MOTS-CLÉS : constante de temps, coefficient de forme, surface vitrée, consommation d'énergie

Article 38

Optimisation paramétrique de l'ECS solaire et de la répartition des panneaux thermiques et PV pour une maison à bilan énergie positif

Bernard Tourancheau, Gérard Krauss et Richard Blanchard

Résumé : Nous présentons une étude de sensibilité paramétrique sur la simulation numérique dynamique des systèmes d'ECS solaire (CESI) et PV dans une maison à bilan d'énergie positif. Les paramètres d'optimisation concernent les capteurs, le ballon de stockage et le circulateur. Grâce à cette étude, des gains importants sont obtenus pour chacun des paramètres étudiés.

Nous réduisons d'un facteur trois les besoins énergétiques annuels en appoint et circulation du système initial dans un scénario de charge correspondant à une famille moyenne de quatre personnes. Nous poursuivons l'étude avec le PV afin de déduire la répartition optimale de la surface du toit solaire entre les capteurs thermique et PV. Notre résultat permet de produire plus d'électricité pour la revente au réseau.

Mots-clés : Optimisation d'un chauffe-eau solaire individuel (CESI), étude de sensibilité paramétrique utilisant TRNSYS, optimisation de la répartition de surface entre capteurs solaire thermique et PV

Article 39

Etude de l'étalonnage et du calibrage de capteurs de température embarqués sur un réseau sans fil de micro-contrôleurs

Bernard Tourancheau, Yannis Mazzer, Valentin Gavan, Frédéric Kuznik et Gérard Krauss

Résumé : Nous présentons nos travaux sur l'étalonnage de capteurs de température embarqués avec des micro-contrôleurs en réseau sans fil. Notre but est de calibrer les capteurs individuellement et donc d'améliorer la précision des mesures lors de leur utilisation. Les mesures d'étalonnage ont été réalisées dans une cellule gardée thermiquement et notre approche de calibrage utilise les capacités de calcul du système distribué constitué par le réseau sans fil de micro-contrôleurs pour effectuer automatiquement les compensations individuelles déduite de l'étalonnage. Une méthode pour effectuer ce calibrage à chaque mise en place du système est proposée.

Mots-clés: Réseaux de capteurs sans fil, Calibrage, Compensation logicielle

Article 41

Simulation de performance d'un système multi-sources d'énergie en utilisant le plancher chauffant pour chauffer un bâtiment

Shaokun LU ^{1,3}, DuyLong HA ², Eric ZAMAI ², Seddik BACHA ³, André MANIFICAT ¹

¹GRETh, Savoie Technolac, 50 av. du lac Léman, BP302, 73375 Le Bourget du Lac. Shaokun.lu@greth.fr

²G-SCOP, INPG, 46 av. Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex 1

³G2Elab, ENSIEG - BP 46, 38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex

RESUME. Ce travail de recherche est cofinancé par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) et le GRETh (Groupement pour la Recherche sur des Echangeur Thermique). Dans cet article, on présente :

- *En premier, la modélisation pour les composants thermique du bâtiment y compris le générateur thermique de type de couplage de pompe à chaleur et capteur solaire, l'émetteur thermique de type de plancher chauffant et le ballon de stockage de l'eau chaude.*
- *En second, l'implémentation des modèles sous l'environnement Matlab/Simulink et le contrôle 'tout ou rien'*
- *En troisième point, la discussion sur les résultats de simulation tant sur la consommation d'énergie qu'au niveau de confort.*

MOTS CLES: Simulation, Pompe à chaleur, Plancher chauffant, management énergétique du bâtiment

Article 42

Amélioration du confort d'été dans les bâtiments à ossature bois grâce à l'intégration d'un Double Mur Interne, Inerte et Ventilé pendant la nuit

Gilles Fraisse¹, Raphaël Boichot¹, Bernard Souyri¹

¹ LOCIE

Polytech'Savoie, Savoie Technolac, 73376 Le Bourget du Lac,
gilles.fraisse@univ-savoie.fr

RESUME. En France, les maisons à ossature en bois représentent environ 5 % des maisons individuelles. Même si la construction bois présente de nombreux atouts sur le plan environnemental (fixation du CO₂, matière première renouvelable, déchets de chantier réduits, énergie grise faible ...), les maisons à ossature bois sont néanmoins pénalisées par leur faible inertie. Un dispositif de refroidissement, de préférence peu consommateur d'énergie, doit être prévu pour assurer un confort thermique optimum lors des périodes les plus chaudes.

Cette étude vise à étudier la faisabilité d'un système améliorant le confort d'été dans les maisons à ossature bois en utilisant un Double Mur Interne, Inerte et Ventilé pendant la nuit (DMIIV). L'idée est d'obtenir une inertie supérieure (limitation des pics de température) et de sur-ventiler la nuit la lame d'air située au milieu de la paroi de façon à obtenir un refroidissement « actif » (utilisation d'un ventilateur). Le DMIIV constitue ainsi un mur rafraîchissant. Si de nombreuses études sur la sur-ventilation nocturne existent, la sur-ventilation de parois avec lame d'air interne est en revanche très peu abordée. Une première partie de cette étude a permis d'étudier l'impact du DMIIV sur le confort des occupants dans une maison à ossature bois. La modélisation du DMIIV est réalisée de façon simplifiée grâce à l'analogie électrique en supposant les coefficients d'échanges constants pour une vitesse d'air donnée. Parallèlement, une modélisation CFD des écoulements en convection forcée au sein du DMIIV a permis d'étudier finement l'effet de refroidissement et le gain obtenu grâce à la mise en place d'obstacles..

MOTS-CLÉS : ventilation nocturne, CFD, confort thermique.

Article 44

Optimisation de pilotage d'installation résidentielle de chauffage par micro-cogénération

Guillaume Foggia¹, Daniel Roye¹, Frederic Wurtz¹

¹ G2ELAB – Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble
ENSIEG : BP46, 38402 St-Martin-d'Herès Cedex,
Guillaume.Foggia@g2elab.inpg.fr

RESUME. Les systèmes à base de micro-cogénération pour le résidentiel sont une des clefs technologiques pour la réduction des besoins en énergie, en combinant une production énergétique locale et rendement total élevé. Ces systèmes nécessitent des stratégies de contrôle énergétiques adaptées, pour prendre en compte une tarification variable de l'énergie. Le problème de plan de production et de stratégie de stockage thermique est traité par optimisation : Programmation Linéaire en Variables Mixtes (PLVM) et Programmation Dynamique. Les deux méthodes sont comparées sur un cas d'application.

MOTS-CLÉS : Micro-cogénération, Pilotage énergétique, Optimisation.

Article 45

Gestion des flux électriques dans un bâtiment photovoltaïque

Duy Long Ha, Stéphane Ploix, Eric Zamai et Seddik Bacha

Abstract

Cet article se concentre sur une application de gestion de l'énergie dans l'habitat conçue dans le cadre du projet industriel ANR Multisol. Ce projet est né d'une collaboration entre différents partenaires : l'INES/CEA, Schneider Electric, le laboratoire G2ELab, le laboratoire G-SCOP et Armines. Ce projet vise à la mise en place d'un système de gestion d'énergie dans le bâtiment pour optimiser l'utilisation de l'énergie solaire produite par des panneaux photovoltaïques. En tant que partenaire de ce projet, nous transférons une partie de nos travaux de recherche pour proposer des algorithmes qui vont être intégrés au module de pilotage réactif et prédictif de Multisol. L'application présentée dans cet article correspond à une simulation sur un cas d'étude choisi pour valider, dans un premier temps, nos résultats de recherche.

Article 46A

Prévention des blackouts grâce au système de gestion d'énergie intelligent du bâtiment

Duy Long Ha, Stéphane Ploix, Eric Zamai et Mireille Jacomino

Abstract

Cet article est consacré à une application du système de gestion d'énergie pour le bâtiment dans le contexte de l'exploitation des réseaux électriques. L'objectif de cette application est de montrer l'intérêt du système de gestion de l'énergie dans le bâtiment pour le fournisseur d'énergie dans le problème de conduite et d'exploitation du réseau électrique. En effet, les bâtiments peuvent maintenant rendre des services dit "systèmes" au fournisseur grâce au système de gestion d'énergie. Nous pouvons donc envisager une nouvelle méthode d'exploitation du réseau en intégrant des flux d'information entre les fournisseurs d'énergie et les consommateurs. Un mécanisme de gestion des flux électriques composé de la coordination du système de production, du réseau de transport jusqu'au niveau le plus bas du réseau, le système gestion d'énergie dans le bâtiment, peut être imaginé.

Article 46B

Optimisation de la forme urbaine pour une meilleure utilisation de l'énergie solaire

Jérôme Henri Kämpf et Darren Robinson

Laboratoire d'Énergie Solaire et Physique du Bâtiment (LESO-PB), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Bâtiment LE, Station 18, 1015 Lausanne, Suisse

Résumé

Ce travail prend son inspiration d'un projet qui a pour objectifs la prédiction et l'optimisation de la performance environnementale de districts urbains. L'optimisation passe par la mise en œuvre d'Algorithmes Evolutionnaires (EA) dont le but est de trouver la configuration urbaine qui extrême la performance environnementale déterminée par un logiciel de prédiction. Notre logiciel de prédiction LESO-SUNtool (LESO Sustainable Urban Neighbourhood modelling tool) sera capable au terme de son développement de déterminer plusieurs indicateurs de performance tels que, par exemple, la consommation d'énergie, la production de CO₂ et l'utilisation de ressources renouvelables d'un district urbain. En attendant sa finalisation, nous avons testé l'optimisation par Algorithme Evolutionnaire d'un cas en apparence plus anodin : la forme urbaine paramétrée par des séries de Fourier, l'objectif étant la maximisation du potentiel solaire. Nous présentons dans ce papier la méthodologie de l'optimisation, la détermination du potentiel solaire, la paramétrisation de la forme urbaine en séries de Fourier, et finalement les résultats obtenus.

Article 49

Caractérisation des besoins énergétiques des bâtiments au Nord du Maroc

Somaia BABBAH¹, Ismael R. MAESTRE², Abdeslam DRAOUI¹, Paloma CUBILLAS², Francisco J. G. GALLERO²

¹ *Laboratoire d'Energétique – Equipe des Transferts Thermiques et Energétique (ETTE) – FST de Tanger – BP 416 – Tanger (Maroc)*

² *TEP221. - Grupo para la Calidad de las Instalaciones Térmicas – Escuela Politécnica Superior de Algeciras – Universidad de Cadiz (UCA) – (Espagne)*

babbahsomaia@yahoo.fr ; ismael.maestre@uca.es

RESUME. Dans le Nord du Maroc, beaucoup de bâtiments nouveaux sont mal adaptés au climat. Ceci a pour effet un climat intérieur inconfortable aussi bien en été qu'en hiver. C'est pour cela que des équipements de climatisation sont souvent installés quand les moyens économiques le permettent. Ceci abouti à une augmentation importante de la consommation finale d'énergie qui n'est pas désirée économiquement ce qui a un impact négatif sur l'environnement.

Notre étude a pour objectif d'étudier l'amélioration du confort hygrothermique des bâtiments dans la région du Nord du Maroc, à partir de l'amélioration des techniques de construction et de la caractérisation des matériaux de construction pour une utilisation rationnelle de l'énergie pour les appareils de climatisation et de la production de l'eau chaude sanitaire aussi bien en hiver qu'en été.

MOTS CLES : Qualification énergétique, Simulation des bâtiments, l'efficacité énergétique des bâtiments.

Article NS02

Méthode pour analyses exergetiques robustes d'installations solaires et de bâtiments

Michel Pons

**LIMSI. – Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sci. de l'Ingénieur
BP 133, Rue John von Neumann, Bât. 508, 91403 Orsay Cedex.
Michel.pons@limsi.fr**

RESUME. L'analyse exergetique d'une installation solaire, et au-delà d'un bâtiment, est confrontée à deux difficultés. 1) L'énergie solaire reçue est radiative. Son entropie n'est donc pas donnée par la formule $ds = \delta q/T$ mais doit être calculée par une approche spécifique au rayonnement. 2) La température de l'air extérieur varie continuellement, or c'est la référence par rapport à laquelle l'exergie est habituellement définie. En repartant des bases thermodynamiques, une définition robuste de l'exergie (en particulier solaire) peut être établie. Apparaissent alors des irréversibilités dont les causes sont inhabituelles mais parfaitement compréhensibles : décision d'utiliser des capteurs solaires plans ou bien à concentration, ou encore absence d'un stockage de chaleur entre le système et l'air extérieur.

MOTS-CLÉS : analyses second principe, énergie solaire, entropie

Article NS03

Analyse des systèmes de pompes à chaleur dans les conditions géographiques de la Roumanie

I. Boian¹, S. Fota¹

¹ Université Transylvanie de Brasov, Roumanie, Brasov : 5, Rue Turnului ,
boian@unitbv.ro

RESUME. Cette étude analyse la performance simulée pour les pompes à chaleur géothermique (PCG) couplées au sol (PCCS) et fournissant l'énergie pour le chauffage et le refroidissement de huit localités roumaines ayant des conditions géographiques et climatiques variées. Des conditions de conception identiques (sol, échangeur de chaleur avec le sol -ÉCS et caractéristiques de l'immeuble) ont été considérées pour toutes ces applications PCCS. La charge en climatisation (refroidissement) a été choisie comme critère de conception pour éviter l'utilisation d'une tour de refroidissement. Cette comparaison est destinée à mettre en évidence les différences de coûts relatifs aux boucles enterrées et à l'énergie livrée pour le chauffage et pour le refroidissement, en tenant compte de l'énergie nécessaire à l'exploitation. Les conclusions tirées de cette étude permettront de formuler certaines solutions liées à l'équilibre thermique du bâtiment et concernant la charge de chauffage et de refroidissement. Un bon processus de conception des PCCS a pour objectif un système durable qui conduit à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) ainsi qu'à la diminution de la consommation de combustibles fossiles. Ceci dans un contexte où les coûts, l'efficacité et la durabilité sont les variables d'un processus complexe liées à l'avenir de l'énergie dans le secteur du bâtiment.

MOTS-CLÉS : pompes à chaleur, étude comparatif, performance simulée.

Article NS08

Simulation des transferts hygrothermiques d'une paroi en béton de chanvre en régime dynamique

C. Maalouf¹ - A.D. Tran Le¹ - T.H. Mai¹ - E. Wurtz² - K. C. Mendonça³

¹ LTM. - Laboratoire de Thermomécanique, GRESPI, Université de Reims
Faculté des Sciences, BP. 1039, Moulin de la Housse,
F-51687 Reims, Cedex 2.

chadi.maalouf@univ-reims.fr, tran-001@etudiant.univ-reims.fr, ton-hoang.mai@univ-reims.fr

² INES, Savoie Technolac, 50 Avenue du lac Lemman, BP 332, 73375 Le Bourget du Lac.

etienne.wurtz@univ-savoie.fr

³ LST, Pontifical Catholic University, 1155, Prado Velho, Curitiba, Brazil k.mendonca@pucpr.br

RESUME : Le béton de chanvre est de plus en plus recommandé par les éco-constructeurs car le chanvre est une plante renouvelable, recyclable et qui ne se dégrade pas avec le temps. Elle répond ainsi parfaitement aux nouvelles exigences du bâtiment liées au label Haute Qualité Environnementale. Afin d'intégrer ce matériau dans le bâtiment, il est important d'étudier son comportement hygrothermique. Dans ce papier, on présente les premiers résultats de l'étude du comportement hygrothermique d'une paroi en béton de chanvre en régime dynamique et on la compare à d'autres matériaux utilisés actuellement dans la construction. Pour cela l'environnement orienté objet SPARK a été utilisé. Les transferts d'humidité se font sous forme liquide ou vapeur. La phase liquide est supposée se déplacer par capillarité tandis que la phase vapeur se diffuse en fonction des gradients de pression partielle de vapeur. Les simulations sont aussi utilisées pour tester plusieurs modèles de complexité décroissante : coefficients de diffusion variables, constants, diffusion isotherme et coefficients nuls (pas de transfert d'humidité).

MOTS - CLES: béton de chanvre, modélisation, comportement hygrothermique, SPARK.

Article NS10

Analyse du bilan de l'environnement lumineux intérieur

Michel Perraudau, Samuel Carré

CSTB – Département Acoustique et Éclairage
Pôle Éclairage Électricité Électromagnétisme
11 rue Henri Picherit - B.P. 82341 - 44323 NANTES CEDEX 3
michel.perraudau@cstb.fr, samuel.carre@cstb.fr

RÉSUMÉ. Dans l'optique de la double optimisation thermique/éclairage et consommation/confort, il a été développé une méthode de calcul destinée à évaluer, sur une période plus ou moins longue, l'environnement lumineux intérieur en lumière du jour ainsi que les besoins en lumière artificielle de complément. Intégrée au logiciel de photo-simulation PHANIE elle peut-être appliquée aux configurations géométriques les plus complexes. Permettant de prendre en compte la mise en place des protections solaires ainsi que les possibilités offertes par l'installation d'éclairage électrique (fractionnement et/ou gradation), la méthode permet alors de contrôler au mieux les différents aspects du confort visuel et d'en évaluer les conséquences sur la durée d'utilisation et la consommation électrique de l'installation d'éclairage. Si cette méthode fournit des résultats que l'on souhaite aussi proches que possible de la situation réelle, elle doit d'abord être considérée comme une méthode de comparaison entre plusieurs configurations d'éclairage et de gestion de celui-ci.

MOTS-CLÉS : éclairage intérieur, confort visuel, méthode de calcul

Article NS11

Etude numérique des « puits canadiens » pour la diminution des consommations énergétiques liées à la ventilation des bâtiments

Raluca Hohotă, Iolanda Colda, Dumitru Enache, Mihai Găvan, Ruxandra Enache

Université Technique des Constructions Bucarest
Bdul. Lacul Tei nr. 124, sector 2, Bucarest, Roumanie – 020396,
hohota@instalatii.utcb.ro

RESUME. Ce travail fait partie d'un projet de recherche qui vise la proposition des solutions afin de diminuer les consommations énergétiques pour ventilation et climatisation des bâtiments en Roumanie. Les résultats présentés ici sont issus d'un modèle numérique concernant le comportement d'un puits canadien introduit dans le système de ventilation d'un bâtiment situé à Bucarest. Le modèle numérique mis au point permet l'évaluation précise des économies d'énergies engendrées par l'adjonction d'un puits canadien au bâtiment. Le travail présente aussi une étude paramétrique concernant les grandeurs caractéristiques d'un puits canadien : débit d'air, longueur et diamètre.

MOTS-CLÉS : puits canadiens, modélisation numérique, TRNSYS

Article NS16

Critères de choix d'un système pour assurer l'énergie nécessaire au confort thermique et à la production de l'eau chaude sanitaire.

Gabriel Ivan, Dumitru Chisalita, Nicolae Ivan

Université Technique de Constructions Bucarest

Bd. Lacul Tei, 122-124, tel: +40-1-2421208, fax: +40-1-2420781

Résumé

On choisit souvent un système, le plus simple, pour le chauffage d'un logement et pour la production de l'eau chaude sanitaire. En exploitation, l'énergie utilisée sera réduite, ou bien au contraire, selon les performances du système. Avec la crise actuelle de l'énergie, il est important d'essayer de minimiser l'énergie consommée. L'auteur présente quelques critères permettant le choix du système le plus pertinent pour certains logements.

Article NS17

Analyse énergétique d'une maison individuelle, méthodes d'amélioration des performances thermiques

Gabriel Ivan, Dumitru Chisalita, Nicolae Ivan

Université Technique de Constructions Bucarest

Bd. Lacul Tei, 122-124, tel: +40-1-2421208, fax: +40-1-2420781

Résumé

Le travail présenté porte sur une analyse de pertes énergétiques d'une maison à partir des paramètres mesurés pendant plusieurs mois. Les performances thermiques et le gain énergétique d'un bâtiment sont déterminés à partir des coefficients thermiques établis par les normes en vigueur. Les méthodes permettant d'économiser l'énergie sont présentées.

Article NS18

Analyse de jets d'air en interaction en vue de leur intégration dans les Unités Terminales de Diffusion d'Air

Amina Meslem¹, Ilinca Nastase² et Olivier Martin¹

¹ LEPTIAB – Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert et de l'Instantanéité : Agro-industrie et Bâtiment

Université de La Rochelle : Av. Michel Crépeau, Pôle Sciences et Technologies, 17000, La Rochelle

amina.meslem@univ-lr.fr

² UTCB – Université Technique de Construction de Bucarest, Faculté d'Equipement Technique
66, Av. Pache Protopopescu, 021414, Bucarest

RESUME. L'analyse de l'écoulement moyen résultant de deux jets d'air coalescents ou d'un linéaire de jets parallèles est proposée pour deux géométries d'orifice de soufflage, un orifice lobé en forme de croix et un orifice circulaire de référence. Les résultats montrent que pour un même débit et une même section de soufflage, la géométrie lobée par rapport à la géométrie circulaire, conduit à un écoulement global plus homogène et à un meilleur brassage avec l'air ambiant. La portée est également plus importante, ce qui permet dans une optique d'économie d'énergie dans le domaine du traitement d'air du bâtiment, de réduire les débits soufflés sans avoir à faire des concessions sur les aspects de confort.

MOTS-CLÉS: Jets d'air, jets coalescents, mélange, conditionnement d'air, bâtiment

Article NS20

Perception de la qualité des ambiances intérieures soumises à des transferts thermo-aérauliques

Frédéry Lavoye, Françoise Thellier, Sandra Spagnol, Bérangère Lartigue

Université de Toulouse – Université Paul Sabatier - Laboratoire PHASE

Physique de l'Homme Appliquée à Son Environnement

118 Route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 9

fredery.lavoye@gmail.com ; thellier@cict.fr

RESUME. Cette étude a pour objectif de développer des méthodes d'analyse de « confort thermique » dans le contexte de constructions actuelles répondant à des objectifs d'économie d'énergie : maisons passives, très isolées, peu inertes et chauffées par air, ou bâtiments tertiaires en climat chaud rafraîchit naturellement par ventilation transversale et brassage d'air. Ces méthodes passent par le développement d'une plate forme de simulation thermique dynamique intégrant non seulement la modélisation du bâtiment et de ses systèmes mais aussi l'occupant en termes de régulation thermo physiologique et comportementale. Elles montrent que l'intégration de l'habitant dans son habitat dans une étude énergétique est tout à fait accessible et offrent la possibilité d'évaluer la performance d'un projet également en termes de qualité de l'ambiance grâce au calcul d'indicateurs appropriés à chaque cas.

MOTS-CLÉS : Plate forme de simulation, jugement thermo-sensoriel, thermorégulation humaine.

Article NS21

Analyse exergetique d'un système solaire combiné

Guillaume Deckert¹, Radu Zmeureanu²

¹ CETHIL. – Centre de Thermique de Lyon
INSA Lyon 69621 Villeurbanne, France
guillaume.deckert@insa-lyon.fr

² Département du génie du bâtiment et des génies civil et de l'environnement
Université Concordia, Montréal, Canada
zmeur@bcee.concordia.ca

RESUME. La plupart des études sur la performance des systèmes énergétiques installés dans les bâtiments utilisent le rendement énergétique comme le critère de performance. Cette étude a pour but d'estimer le rendement exergetique, selon la deuxième loi de la thermodynamique, d'un système solaire combiné, qui est conçu pour chauffer une maison à faible consommation énergétique située à Montréal. Le modèle mathématique a été écrit et résolu dans l'environnement SEI (Solveur d'Equations pour l'Ingénierie). On constate la forte différence, pour ce cas d'étude, entre le rendement exergetique annuel du système solaire combiné, de 0,11, et le rendement énergétique de 0,80-0,89.

MOTS-CLÉS : exergetie, énergie, solaire, système combiné

Article NS22

Réduction de la consommation énergétique et l'obtention d'un haut niveau de confort hygrothermique et visuel à l'aide des outils de simulation.

Teresa de Queiroz Gaudin, Gérard Gaudin

RESUME. Cet article présente la synergie entre les différents acteurs et les stratégies passives et techniques mises en place pour réaliser un bâtiment ayant une consommation réelle inférieure de 30% à la consommation réglementaire (niveau THPE-ENR) et un haut niveau de confort hygrothermique et visuel. Pour obtenir ces résultats, des outils d'aide à la conception ont été utilisés : Simulation Thermique Dynamique (TRNSYS, 2006) et Calcul du Facteur de Lumière du Jour en 3D. Grâce à une collaboration étroite entre le maître d'ouvrage, l'équipe de maîtrise d'oeuvre et l'assistant au maître d'ouvrage AMO-HQE®, les objectifs ont été atteints. Cet article montre les apports des outils d'aide à la conception, les aspects plus significatifs et les résultats obtenus grâce à un intense travail de bonification effectué entre les phases esquisse, APS et PRO.

MOTS-CLÉS : Haute Qualité Environnementale, Simulation Thermique Dynamique, Facteur de Lumière du Jour.

Article NS24

Modèle modal de simulation du comportement thermique des bâtiments. Confrontation avec TRNSYS

Safa Saidane, Leila Gharbi, Nadia Ghrab-Morcos

Unité de Recherche Energétique des Bâtiments et Systèmes Solaires,
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, B.P.37, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie.
safa_saidane2006@yahoo.fr, leila.gharbi@enit.rnu.tn, nadia.ghrab@enit.rnu.tn

RESUME. Nous avons développé un code de modélisation et de simulation du comportement thermique des bâtiments non conditionnés en régime dynamique. Ce logiciel permet d'évaluer les températures d'air et de surfaces des parois d'un local soumis à des sollicitations météorologiques réelles. Notre choix s'est porté sur la méthode modale associée à une réduction par agrégation linéaire optimisée permettant de simuler le comportement thermique réel d'un bâtiment à l'aide d'un nombre réduit de paramètres, tout en gardant une précision satisfaisante. Cette communication présente le modèle modal que nous avons développé ainsi que la comparaison de ses résultats de simulation avec ceux du logiciel TRNSYS, sur des séquences météorologiques tunisiennes typiques d'été et d'hiver, et pour des cellules à parois multicouches de différentes inerties.

MOTS-CLÉS : modélisation thermique des bâtiments, analyse modale, réduction de modèles.

Article NS26

Simulation de l'efficacité énergétique d'un bâtiment sur fondations géothermiques

Vincent Partenay, Peter Riederer, Sandrine Pincemin

CSTB – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
290 route des Lucioles 06904 Sophia Antipolis
vincent.partenay@cstb.fr

RESUME.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet COFOGE (COncption de FOndations GEothermiques), dont l'objectif est de faciliter l'introduction des installations de fondations géothermiques en France en identifiant les freins et les moteurs à leur développement. Le but ici est d'analyser le comportement énergétique d'une telle installation pour différentes configurations et d'identifier les cas pour lesquels elle pourrait être adaptée. Le système est simulé pour un bâtiment de bureaux type de 5000 m² pour deux types de chauffage : pompe à chaleur seule et pompe à chaleur combinée avec une chaudière à gaz. Deux modes d'émission dans le bâtiment sont également étudiés : ventilo-convecteurs et plafonds rayonnants. Les climats de Trappes et Nice sont utilisés pour effectuer les simulations. Enfin, 12 types de sol différents sont appliqués au système, prenant en compte ou non des écoulements souterrains. Le système est simulé dans l'environnement Trnsys et utilise les besoins horaires du bâtiment sur l'année obtenus au préalable et de manière indépendante. Les résultats sont principalement analysés sur des simulations annuelles mais les effets à plus long terme sont également abordés.

MOTS-CLÉS : Stockage thermique, Pieux énergétiques, Géothermie.

Article NS27

Etude des réponses harmoniques pour la caractérisation de l'inertie

Essia ZNOUDA¹, Nadia GHRAB-MORCOS¹, Gilles LEFEBVRE²

¹ ENIT. – Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis
ENIT : B. P. 37, Le belvédère, 1002 TUNIS,
essia.znouda@enit.rnu.tn
nadia.ghrab@enit.rnu.tn

² CERTES. – Centre d'Etudes et de Recherche en Thermique Energétique et Systèmes
CERTES-IUT-Université Paris 12 : 61, Avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil,
gilles.lefebvre@univ-paris12.fr

RESUME. Nous proposons dans ce travail de caractériser l'effet de l'inertie thermique des bâtiments par les fonctions de transferts harmoniques. Nous choisissons de nous baser sur le comportement en régime harmonique parce que les principales sollicitations auxquelles sont soumis les bâtiments ont des tendances périodiques. Une analyse en série de Fourier des sollicitations « Température extérieure » et « Flux solaire » montre que les harmoniques les plus influentes sur le comportement des bâtiments en régime harmonique sont celles de période 24h. Nous en déduisons que les fonctions de transferts correspondant à cette période sont suffisantes pour évaluer le niveau d'inertie du bâtiment.

MOTS-CLÉS : inertie thermique, régime harmonique, série de Fourier.

Article NS29

Synthèse sur la modélisation thermo-hygro-aéraulique des bâtiments dans l'Annexe 41 de l'Agence Internationale de l'Energie

Monika Woloszyn^{1,*}, Carsten Rode², Jean-Jacques Roux¹

¹ CETHIL, Université de Lyon : Université Lyon 1, CNRS UMR5008, INSA Lyon
INSA Lyon, bat. Carnot, 69621 Villeurbanne cedex,

*monika.woloszyn@insa-lyon.fr

² Technical University of Denmark, Brovej, Bygning 118, DTU, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark

RESUME. L'Annexe 41 de l'Agence Internationale de l'Energie (programme ESBCS) s'est intéressée aux transferts couplés thermo-hygro-aérauliques dans les bâtiments. L'objectif était d'une part d'améliorer les connaissances scientifiques et d'autre part d'analyser les effets de la réponse couplée thermo-hygro-aéraulique des bâtiments sur le confort des occupants, les consommations énergétiques et la durabilité de l'enveloppe. Ce projet de quatre ans (2004-2008) a rassemblé les scientifiques de 39 institutions et universités, situées dans 19 pays à travers le monde. Une partie importante de ce projet a été consacrée à la modélisation thermo-hygro-aéraulique des bâtiments. Six exercices de simulation ont été conduits, donnant des éléments de validation des codes de calcul. Par ailleurs des travaux de modélisation ont été développés à plusieurs échelles : des modèles globaux simplifiés, à travers des modèles multi-zones, jusqu'à une approche CFD intégrée avec des codes de transferts couplés à travers les parois. Le présent article illustre certains aspects du travail réalisé dans le cadre de l'Annexe 41.

MOTS-CLÉS : transferts couplés, thermo-hygro-aéraulique, Agence Internationale de l'Energie

Article NS30

Développement d'un outil pour l'optimisation des besoins d'une habitation et le choix des systèmes à énergie renouvelable

Tiberiu Catalina¹, Joseph Virgone^{2,3}, Eric Blanco⁴

¹ CETHIL – Centre de Thermique de Lyon, INSA Lyon, 20 Avenue Albert Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex
tiberiu.catalina@insa-lyon.fr

² DGCB – ENTPE, rue Maurice Audin - 69518 VAULX en VELIN Cedex, ³ Université Lyon 1
joseph.virgone@entpe.fr

⁴ AMPERE –Ecole Centrale de Lyon, Bâtiment H9, 36 Avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully Cedex
eric.blanco@ec-lyon.fr

RESUME.

Cet article décrit un outil d'aide à la décision, SERAD, qui a été créé dans le but d'être utilisé comme un instrument pour prédire et optimiser la demande énergétique des bâtiments, pouvant également être utilisé comme un moyen de conception/choix des systèmes d'énergie renouvelable. Dans une première phase, les besoins en chauffage d'une habitation sont obtenus via des modèles de prédiction. Ces modèles ont été obtenus préalablement par une analyse de régression à partir d'un grand jeu de données réalisé par des simulations en régime dynamique. Les entrées de ces modèles sont le facteur de forme, l'inertie thermique du bâtiment exprimée par une constante de temps, le coefficient moyen de déperdition par transmission (U_{bat}), la surface des baies vitrées définie comme le ratio surface vitrée/surface habitable et un coefficient de climat qui tient compte de la température extérieure et du rayonnement solaire. Les sorties des modèles sont les besoins mensuels en énergie et sont exprimées en kWh/m³/mois. La deuxième phase correspond à la conception des systèmes à énergie renouvelable. Dans cette étape, le dimensionnement des systèmes ainsi qu'un calcul économique de rentabilité et un calcul de l'impact environnemental sont réalisés. Dans la dernière étape, une méthode d'aide à la décision est utilisée pour le choix du système ou multi-système qui convient le mieux vis à vis des critères énergétiques, économiques et environnementaux.

MOTS-CLÉS : outil de conception, systèmes d'énergie renouvelable, méthode multicritère

Article NS34

Étude du comportement thermique dynamique de l'enveloppe non isolée du bâtiment : cas des murs inertes

Julien Borderon¹, Richard Cantin¹, Joseph Virgone^{1,2}

¹ ENTPE, Université de Lyon, DGCB CNRS URA 1652 : rue Maurice Audin, 69518 Vaulx-en-Velin Cedex, julien.borderon@entpe.fr, richard.cantin@entpe.fr

² Université Lyon 1, IUT A génie Civil, 43 Bd du 11 nov., 69622 Villeurbanne Cedex, joseph.virgone@entpe.fr

RESUME.

Les bâtiments anciens sont régis par un fonctionnement physique relativement méconnu et très différent de celui des bâtiments d'après guerre. Les procédés constructifs ont évolué au fil des siècles ainsi que les matériaux utilisés. Le logiciel HEAT 3, utilisé pour cette étude, permet d'analyser le comportement dynamique d'un mur, le transfert de chaleur étant tridimensionnel. L'objectif de la simulation numérique présentée dans cet article est d'évaluer, pour différents types de parois de bâtiments anciens, hétérogènes et très inertes, dans un premier temps, le coefficient U de la paroi non isolée, et ensuite de déterminer les effets de déphasage et d'amortissement de cette paroi en régime dynamique. Les effets liés au transfert tridimensionnel sont montrés par comparaison à un transfert unidimensionnel.

MOTS-CLÉS : thermique, mur, inertie, bâtiments anciens

Article NS37

Développement d'un modèle multizone et d'une plateforme expérimentale. Stratégies de régulation avancées de la ventilation hygiénique

Olivier Jung¹, Mohamed El Mankibi, Pierre Michel

¹ LASH. – Laboratoire des Sciences de l'Habitat
ENTPE : 2, Rue Maurice Audin, 69518 Vaulx-en-Velin ,
olivier.jung@entpe.fr

RESUME.

Cet article présente le travail effectué au sein du Laboratoire des Sciences de l'Habitat dans le cadre du projet de travail Cli'Nat en collaboration avec l'ADEME et les entreprises ALDES, SOMFY et TECHNAL. L'objectif de ce travail est de développer et d'évaluer numériquement et expérimentalement des stratégies de contrôle pour des systèmes de ventilation hybride dans un bâtiment multizone.

Un bâtiment test situé sur le campus de l'ENTPE est aménagé en plateforme expérimentale. Elle offre la possibilité de simuler des occupations variables dans l'espace et le temps, et de tester le contrôle de composants de ventilation hybride spécifiques à ce projet. Un modèle numérique sur la base de cette plateforme expérimentale a été développé sous un environnement matlab/simulink. Il a permis après validation le test et l'évaluation rapide de multiples stratégies de contrôle multi-sources et multi-zonales.

MOTS-CLÉS : Ventilation hybride, Modélisation, Expérimentation.

Article NS38

Modélisation et simulation combinée des effets thermiques et visuels d'une façade de type double-peau sur une zone. Application à la commande optimale

GAVAN Valentin^{1,2}, MURESAN Cristian¹, ROUX Jean-Jacques², DUMORTIER Dominique³, WOLOSZYN Monika²

**¹ CSTB – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
84, Av. Jean Jaurès, Champs sur Marne 77447 Marne-la-Vallée Cedex 02, France
valentin.gavan@cstb.fr**

**² CETHIL – Centre de Thermique de Lyon, UMR5008, INSA-Lyon, Université Lyon 1, Lyon, France
9, rue de la Physique, 69100 Villeurbanne**

**³ CNRS – ENTPE,
3 rue Maurice Audin - 69518 Vaulx en Velin Cedex**

RESUME.

Pour optimiser le confort (visuel et thermique) et l'économie d'énergie, les études liées à la protection solaire deviennent de plus en plus importantes. En effet il est nécessaire d'utiliser le maximum du soleil en hiver (évitant l'éblouissement) et de réduire au minimum le rayonnement transmis pendant la saison chaude afin d'éviter les surchauffes. Une modélisation de ces façades double-peau (FDP) sera réalisée. Les FDP étudiés sont munies des stores vénitiens et de la ventilation mécanique. L'impact de cette façade sur l'environnement intérieur en termes d'ambiance visuelle et thermique est analysé. Notre modèle global de simulation est représenté par un ensemble de modèles secondaires, caractérisant la partie thermique et visuelle (éclairage naturel et artificiel) et le contrôle. Tous ces modèles de simulation sont couplés à une zone de bureau et puis mis en application dans SIMBAD (HVAC Simulator for Building and Devices). Des descriptions détaillées de ces modèles appliqués, avec les procédures de validation sont présentées dans le papier.

MOTS-CLÉS : façade double-peau, simulation thermique et visuelle, régulation.

Article NS39

Cellule expérimentale en vraie grandeur pour la validation des outils de simulation thermo-hygro-aérauliques

Amandine Piot^{1,2}, Charlotte Abelé¹, Monika Woloszyn², Jean Brau²

**¹ CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
24 rue Joseph Fourier, 38400 Saint Martin d'Hères
amandine.piot@cstb.fr**

**² CETHIL. – Centre de Thermique de Lyon
INSA Lyon : 20, Av des Arts, 69621 Villeurbanne**

RESUME. Un projet d'étude du comportement hygro-thermique d'une maison à ossature bois est en cours, comportant une étude expérimentale et numérique. Le support expérimental, une maison à ossature bois exposée au climat extérieur, est présenté ici, ainsi que les premiers résultats de mesures. Cette expérimentation permettra non seulement d'étudier différents composants d'une maison à ossature bois, mais également de valider un modèle numérique, brièvement décrit, qui à son tour sera utilisé pour une étude paramétrique plus fine.

MOTS-CLÉS : cellule expérimentale, ossature bois, validation de modèles hygrothermiques

Article NS41

Étude des échangeurs air-sol par la méthode convolutive des facteurs de réponse.

Pierre Tittlein¹, Gilbert Achard¹, Etienne Wurtz¹

¹ INES-RDI, LOCIE, Université de Savoie, 27 rue Marcoz, BP 1104,
73011 Chambéry, FRANCE,
pierre.tittlein@univ-savoie.fr

RESUME. Ce papier propose un modèle numérique d'échangeur air-sol (puits canadien) basé sur un découpage du problème en tranches perpendiculaires au tube de l'échangeur. Dans chaque tranche, le problème conductif est résolu par la méthode des facteurs de réponse pour réduire le temps de calcul. Les facteurs de réponse sont calculés à partir d'un logiciel qui résout le problème 2D par élément fini. On déduit ainsi dans chaque tranche le flux qui arrive au niveau du tube en fonction de la température d'air intérieur et des sollicitations extérieures. Un bilan le long du tube est alors réalisé pour connaître la température de sortie de l'air. Le modèle est ensuite comparé à un modèle analytique.

MOTS-CLÉS : puits canadien, simulation, facteur de réponse.

Article NS43

VISUAL COMFORT ANALYSIS FOR AN OFFICE BUILDING THROUGH THE WINDOW LUMINANCE CONTROL

SANTOS, Cynthia M. L; BASTOS, Leopoldo E. G; BARROSO-KRAUSE, Cláudia M.L.

RESUME : L'utilisation de l'éclairage naturel dans les ambiances de travail administratif est devenue un grand défi pour les architectes dû aux besoins lumineux rigoureux causés par la présence des ordinateurs. La verticalité de l'écran impose une protection contre l'éblouissement et l'excessive luminance de la fenêtre. Ce travail a pour but l'analyse d'un projet pour améliorer l'éclairage naturel pour un étage d'un bâtiment de bureaux à la ville de Rio de Janeiro, Brésil. En decourrence d'une étude de post-occupation au bâtiment il a été constaté que les usagers ne sont pas satisfait avec les conditions lumineuses aux bureaux (naturel et artificiel). Les niveaux des illuminances naturelles mesurées sont très basses, face le filtrage et distorsion de la couleur visible provoqué par une pellicule adhérente au vitrage pour réduire l'ensoleillement. Ainsi, un modèle virtuel a été considéré pour le bâtiment et des simulations ont été effectuées avec le logiciel "Desktop Radiance" pour trouver une moyenne d'utiliser l'éclairage naturelle sans problème de éblouissement sur les écrans des ordinateurs et proporcioner aux usagers le confort visuel et lumineuse. Les résultats obtenus montrent l'importance du contrôle de la luminance de la fenêtre, dès la conception du projet d'architecture, dont la position, l'orientation, les caractéristiques des ouvertures et du vitrage, bien comme les éléments de protection solaire doivent être soigneusement analysés. Ces facteurs ont une forte influence sur les efficacités lumineuses naturel et artificiel, comme pour le confort visuel et la performance énergétique du bâtiment en accord avec le développement durable.

MOTS-CLÉS : Confort Lumineux . Éclairage Naturel. Lumière Naturel aux Bureaux

Article NS44

Intérêts écologiques et performances techniques des mortiers de chanvre et chaux pour le bâtiment.

Laurent Arnaud¹, Driss Samri¹, Bernard Boyeux²

¹ Université de Lyon, Lyon, F-69003, France; Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, CNRS, URA 1652, Département Génie Civil et Bâtiment, 3, rue Maurice Audin, Vaulx-en-Velin, F-69120,

laurent.arnaud@entpe.fr

² LHOIST BCB,

Zac de Valentin, rue du Choumois B.P. 3011, Besançon, F-25045 Cedex,
bernard.boyeux@lhoist.com

RESUME. Ce papier traite des performances de mortiers de particules de chanvre (chênevotte) mélangées à un liant à base de chaux pour diverses applications dans le domaine du bâtiment : isolation en toiture, remplissage de structure porteuse, réalisation de chapes isolantes, enduit décoratif et isolant. La chènevotte, granulat végétal se caractérise par une porosité très élevée. Les mortiers de chanvre et chaux sont également des matériaux à forte porosité avec des pores de différentes tailles. Cette porosité élevée permet de justifier une résistance à la compression modérée ($R_c \approx 2\text{MPa}$), une absorption acoustique de l'ordre de 0,7, une conductivité thermique de l'ordre de $0,1\text{W/m}^\circ\text{C}$ et une forte capacité à réguler les taux d'humidité relative ambiants (confort d'hiver et d'été). Une étude expérimentale et théorique des échanges hygrothermiques permet de comparer les performances du béton de chanvre à celles du béton cellulaire et des briques terre cuite de type Monomur. Elle prouve que la seule conductivité thermique ne suffit pas à caractériser les transferts au sein des bétons de chanvre.

MOTS-CLÉS : mortier de chanvre, caractérisation physique, transferts hygro thermique

Article NS47

Modélisation simplifiée et éléments de validation expérimentale d'une installation de rafraîchissement solaire par absorption en climat tropical

Olivier Marc, Franck Lucas, Frantz Sinama, Alain Bastide, Eric Monceyron, François Garde

LPBS. – Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes

Université de La Réunion : IUT Département Génie Civil 97410 Saint Pierre,

olivier.marc@univ-reunion.fr

RESUME. Le rafraîchissement solaire est sans conteste une alternative intéressante pour résoudre les problèmes de consommation électrique des climatisations classiques à compression mécanique de vapeur. Le programme d'optimisation de procédés de rafraîchissement solaire (ORASOL) de l'ANR a été créé pour à la fois proposer une réflexion fondamentale, avec l'élaboration d'outils de simulation et de dimensionnement, mais aussi la réalisation de plusieurs installations pilotes de différentes puissances nécessaires à la compréhension et au développement de cette technologie. C'est dans ce sens que notre laboratoire le LPBS s'est proposé de mettre en place une plateforme expérimentale d'une puissance frigorifique de 30kW. Cette installation a démarré au début du mois de mars (période estivale à La Réunion) et nous présentons ici les premiers résultats. De plus nous nous proposons de réaliser un outil de simulation permettant de prédire le comportement de notre installation et du bâtiment dans son ensemble, sur des pas de temps quelconque et sans appoint de chaleur. Nous présentons ici une première étape de modélisation simplifiée de l'ensemble de l'installation ainsi que des éléments de validation expérimentale. Cette première phase a pour objectif d'évaluer les modèles de composants nécessitant une représentation détaillée.

MOTS-CLÉS : rafraîchissement solaire, simulation, expérimentation.

Article NS48

Prise en compte simultanée des exigences en éclairage naturel et des protections solaire dans les bâtiments en climat tropical

Murielle Martin¹, François Garde², Mathieu David², Laetitia Adélard², Gilbert Achard¹

¹LOCIE - Université de Savoie Campus scientifique - Savoie Technolac
73376 Le Bourget du Lac - CEDEX - France

²LPBS. –Laboratoire de Physique du Bâtiment et des Systèmes
Université de La Réunion. 40 avenue Soweto 97410 Saint-Pierre
murielle.martin@educ.univ-savoie.fr

RESUME.

Dans le domaine de la construction en climat tropical, la qualité de la protection solaire des vitrages est souvent privilégiée au détriment de l'éclairage naturel. Très peu de règles de conception existent par ailleurs dans ce domaine.

Ce papier se propose d'apporter des premiers éléments de réflexion sur la prise en compte des protections solaires efficaces couplées à un éclairage naturel de qualité. La protection solaire étudiée est de type débord. Dans un premier temps, le coefficient d'ensoleillement et le facteur solaire ont été calculés pour diverses orientations et différentes valeurs de débord, puis comparés aux exigences du référentiel PERENE. Dans un second temps, les niveaux d'éclairement moyens et l'autonomie en éclairage naturel de la salle sont déterminés pour différentes valeurs de débord. Il s'avère non seulement que les exigences de PERENE sont trop contraignantes en termes de facteur solaire à atteindre pour une solution de type débord mais également qu'il y a incompatibilité entre niveaux d'éclairement et protection solaire efficace. Il est proposé de rabaisser le niveau d'éclairement à 250 lux et de fixer un seuil minimum d'autonomie énergétique des locaux.

MOTS-CLÉS : Éclairage naturel, protection solaire, climat tropical.

Article NS49

Modélisation simplifiée des façades double peau avec store vénitien basée sur une méthode nodale

Lucie Gaüzère*, Frédéric Kuznik*, Jean-Jacques Roux*

*CETHIL. – Centre de Thermique de Lyon-INSA Lyon : 20, Av des Arts, 69621 Villeurbanne

RESUME : Le but de cet article est de présenter un modèle numérique de façade double peau équipée d'un store vénitien. Cet élément architectural est étudié en configuration été et avec différents débits de ventilation de la lame d'air et différents angle d'inclinaison des lamelles du store. Ce modèle nodal inclut une modélisation des transferts de masse basée sur les bilans massiques des débits définis par les différences de pression dans la façade double peau. Les transferts de chaleur par rayonnement et convection dans les canaux sont également pris en compte. La validation de ce modèle est effectuée grâce aux résultats expérimentaux obtenus sur la façade double peau de la cellule test Minibat du Cethyl. Le principal objectif de ce modèle est d'améliorer la compréhension du comportement de cet élément en été, notamment par rapport aux deux paramètres étudiés qui sont le débit d'air à l'entrée de la façade et l'angle d'inclinaison des lamelles du store.

MOTS CLES: façade double peau, modèle nodal, store vénitien, transferts de chaleur

Article NS50

Evaluation des performances énergétiques et du confort d'un bâtiment tertiaire rénové

Virginie Renzi¹, Françoise Burgun¹

¹ INES RDI / CEA – Institut National de l'Energie Solaire
Savoie Technolac, BP 332, 50 avenue du Lac Léman, 73377 Le Bourget du Lac
virginie.renzi@cea.fr
francoise.burgun@cea.fr

RESUME. De nombreux exemples de bâtiments neufs à haute efficacité énergétique existent mais les cas de rénovation sont plus rares. INES développe une méthodologie visant à orienter les choix des maîtres d'ouvrage très en amont des opérations et à généraliser le processus de réhabilitation. La première étude de cas est la rénovation d'un bâtiment tertiaire situé à Lyon. En phase conception, les outils de simulation dynamique couplés à une analyse économique ont permis d'orienter les choix techniques. Une fois la rénovation terminée, un monitoring complet du bâtiment et de ses systèmes sur une année permettra d'évaluer les performances réelles de la rénovation et de valider le modèle. Une étude poussée du confort (thermique, visuel et qualité de l'air intérieur) sera réalisée in situ et les mesures seront comparées aux résultats de simulation permettant d'évaluer la pertinence des outils numériques en termes de prédiction du confort.

MOTS-CLÉS : rénovation, confort, performance énergétique.

Article NS51