



# BATH

## THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM

on

THE USE OF COMPUTERS FOR  
ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
RELATED TO BUILDINGS

Synopses Booklet




---

## LE CINQUIEME COLLOQUE INTERNATIONAL

L'UTILISATION DES ORDINATEURS  
POUR LES TECHNIQUES DE  
L'ENVIRONNEMENT ASSOCIEES  
A LA CONSTRUCTION

Recueil de résumés




---

6-9/7/1986

---





Titre : PLAN POUR LE DEVELOPPEMENT DE LA PROCHAINE GENERATION DE  
LOGICIELS INFORMATIQUES LIES A L'ANALYSE ENERGETIQUE DU  
BATIMENT

Auteur : J Hirsch  
J Clarke

Organisation : Université de Californie  
ABACUS, Université de Strathclyde

RESUME :

Nous avons pu observer dans les dernières années un certain nombre de systèmes de modélisation énergétique du bâtiment atteignant leur phase finale de développement. Bien que ces systèmes actuels offrent des capacités de modélisation sophistiquées, ils présentent un certain nombre de défauts qui pourront restreindre leur adaptation future en vue de satisfaire les besoins toujours plus exigeants des utilisateurs. La plupart de ces systèmes furent conçus au milieu des années 70 et furent créés sans aucune flexibilité pour un environnement informatique maintenant dépassé. De plus, ces systèmes furent développés de manière indépendante par des groupes dispersés à travers le monde (principalement aux Etats-Unis et en Europe), à l'aide de différents types d'algorithmes et de techniques de résolution. Par conséquent, ces chercheurs n'ont aucun moyen de comparer ou d'échanger directement les approches existantes; il leur est également difficile de collaborer en vue de l'amélioration des systèmes existants. Ces problèmes peuvent tous être résolus et c'est dans cette perspective qu'une nouvelle idée s'est développée, émanant simultanément de plusieurs groupes de recherche : le développement en collaboration d'un plan de travail qui conduira à l'établissement de spécifications claires et au développement consécutif de la prochaine génération de systèmes de modélisation énergétique de bâtiment.

Cette communication présente un plan pour le développement de la prochaine génération de logiciels informatiques de modélisation énergétique. La nouvelle approche constituera un progrès significatif sur les programmes existants et sera conçue pour faire face aux besoins de simulation de la recherche en bâtiment et des spécialistes de la conception des années 90. Le travail sera réalisé au cours des cinq prochaines années par le Laboratoire Lawrence Berkeley (avec un apport de fonds provenant du Département de l'Energie américain) et bénéficiera de la collaboration d'un certain nombre d'organisations d'Amérique et d'Europe.

Title                   PLAN FOR THE DEVELOPMENT OF THE NEXT-GENERATION  
                          BUILDING ENERGY ANALYSIS COMPUTER SOFTWARE

Author                 J Hirsch  
                          J Clarke

Organisation        University of California  
                          ABACUS, University of Strathclyde

Recent years have seen a number of building energy modelling systems reach the concluding phase of their development. Although these current systems offer sophisticated modelling capabilities, a number of deficiencies can be identified which will restrict any future adaptation to satisfy the needs of an increasingly demanding user community. Most of these systems were designed during the mid-1970's and were tailored in an inflexible manner for a now-outdated computing environment. Additionally, these systems were developed independently by groups around the world (mainly the U.S and Europe) using different types of algorithms and solution techniques. Thus there is no way for these researchers to directly compare or exchange existing approaches; it is also difficult for them to collaborate on improving the existing systems. These problems are all solvable and it is against this background that a new idea has begun to emerge simultaneously from a number of research groups: to develop collaboratively a plan of work which will lead to a clear specification and subsequent development of the next-generation of building energy modelling systems.

This paper presents a plan for the development of the next generation energy modelling computer software. The new approach will be a significant advance over existing programs and will be designed to meet the simulation needs of the building research and design community of the 1990's. The work will be carried out over the next five years by Lawrence Berkeley Laboratory (with funding from the U.S Department of Energy) and will enjoy collaborative inputs from a number of organisations in the U.S and Europe.

Titre SYSTEME D'AUTOMATISATION REPARTI DES FONCTIONS POUR LES  
BATIMENTS IBM

Auteur WALTER D HOULE

Organisation IBM Corporation, Atlanta, Géorgie.

Les systèmes de commandes automatiques de bâtiments se sont développés rapidement en progressant des unités de commande de gestion d'énergie marche/arrêt à base de temps, vers des systèmes d'automatisation des bâtiments avec commande numérique directe (DDC) à base de microprocesseur réparti. A la suite des baisses considérables du coût des commandes électroniques, il est maintenant possible et rentable d'installer des commandes entièrement électroniques au lieu d'unités de commandes à électro-fluides traditionnelles qui représentaient auparavant la norme.

Les systèmes centralisés informatiques traditionnels actuellement utilisés ont des inconvénients inhérents : Coût élevé de l'équipement, cycles d'installation longs, compétences complexes nécessaires de la part du personnel d'exploitation, responsabilités partagées entre les services sur les lieux d'installation, et durée de réaction lente vis-à-vis des données qui changent.

Les avantages inhérents de coût par l'utilisation de microprocesseurs multiples pour obtenir un fonctionnement en boucle fermée, une commande numérique directe, une gestion énergétique et des fonctions de sécurité, obligent à les utiliser dans toute nouvelle étude. Pour cela, un système réparti devra être conçu et le rôle actuel de l'imposant ordinateur central principal devra être réduit.

Cet exposé présentera une étude pour un système complet d'Automatisation des Installations qui tirera profit des ordinateurs personnels IBM (IBMPC) et des microprocesseurs du vendeur, suivant des configurations autonomes et réparties.

Title                    A DISTRIBUTED FACILITIES AUTOMATION SYSTEM FOR  
IBM BUILDINGS

Author                    Walter D Houle, Sr

Organisation            IBM Corporation, Atlanta, Georgia

Automatic building control systems have rapidly evolved from time-based on-off energy management controllers to distributed microprocessor-based direct digital control (DDC) Building Automation Systems. Precipitous decreases in the cost of electronic controls have now made it practical and cost effective to install all-electric controls instead of the traditional electro-pneumatic controllers which had heretofore been standard.

The traditional centralized computer systems now in use have some inherent disadvantages: high cost of equipment, long install cycles, complex skills required of operational personnel, split responsibilities between departments at sites, and slow reaction time to changing data.

The inherent cost advantages of using multiple microprocessors make it necessary that they be used in any new design. This requires that a distributed system be designed and that the present role of the strong central host computer be reduced.

This paper will present a design for a comprehensive Facilities Automation System which will utilize IBM Personal Computers (IBMPC's) and vendor microprocessors in stand-alone and distributed configurations.

Titre : REGULATION DES SYSTEMES DE CHAUFFAGE

Auteur : G LEVERMORE

Organisation : Polytechnic of South Bank.

La première partie de cet exposé traite des améliorations possibles concernant la régulation et l'économie d'énergie en remplaçant un contrôleur analogue simple par un contrôleur "numérique direct" à l'aide d'un algorithme adaptable. Le contrôleur analogique considéré est le compensateur, commun à beaucoup de grandes installations de chauffage. Ses performances sont examinées en résolvant les équations d'équilibre de la chaleur du débit de la chaudière, du débit du système et des besoins en chaleur du bâtiment. Bien que le compensateur soit considéré être une commande efficace, il peut mal fonctionner si le programme n'est pas soigneusement réglé. Même si le programme est correctement réglé, il y a encore quelques pertes d'énergie inhérentes ou un manque équivalent de régulation de la température de la pièce. Il est démontré que ces pertes peuvent être surmontées en utilisant un algorithme non linéaire pour utilisation sur un système de gestion d'énergie ou contrôleur "numérique direct". La dérivation de l'algorithme est présentée en détail et son potentiel d'économie d'énergie est indiqué comme significatif.

La deuxième partie de l'exposé examine les performances réelles de 30 plans de chauffage commandés par compensateurs analogues. Les performances sont jugées à partir de la corrélation de la consommation mensuelle en combustible avec le temps, (jours de degrés), sur 3 ans. Une analyse statistique des données tend à indiquer que la régulation pourrait être améliorée et qu'un contrôleur numérique pourrait apporter des économies significatives. Au cours de cette analyse, il ressortit qu'un index de qualité contrôle pouvait être déterminé, approprié au calcul sur un petit ordinateur. Nous pensons que cet index pourrait être un outil utile pour les gestionnaires d'énergie avec de grandes installations de chauffage et l'accès à un micro-ordinateur.

Title: CONTROL OF HEATING SYSTEMS

Author: G LEVERMORE

Organisation: Polytechnic of South Bank

The first part of the paper discusses the improvements that can be made in control and energy saving by replacing a simple analogue controller with a "direct digital" controller with an adaptable algorithm. The analogue controller considered is the compensator, common to many large heating installations. Its performance is examined by solving the heat balance equations of boiler output, system output and building heat requirement. Although the compensator is found to be an efficient control, it can perform poorly if the schedule is not carefully set. However carefully the schedule is set there is still some inherent energy loss or corresponding lack of control of room temperature. It is shown that these losses can be overcome by using a non linear algorithm for use on an energy management system or "direct digital" controller. The derivation of the algorithm is discussed in detail and its energy saving potential shown to be significant.

The second part of the paper examines the actual performance of 30 heating schemes controlled by analogue compensators. Performance is judged from the correlation of monthly fuel consumption with weather, (degree days), over 3 years. A statistical analysis of the data is shown to indicate that control could be improved and that a digital controller could make significant savings. In the course of this analysis it appeared that an index of control quality can be determined which would be suitable for calculation on a small computer. It is proposed that this index could be a useful tool for energy managers with large heating plant and access to a microcomputer.



Titre : METHODES DE PREDICTION DES TEMPERATURES POUR DES STRUCTURES LEGERES

Auteur : Dr. DEREK CROOME et PETER MOLESEY

Organisation : Université de Bath, Buro Happold.

Au cours des dernières années, les méthodes utilisées pour l'estimation des températures ou des charges d'installations en matière de bâtiments ont été basées sur les principes de transfert de la chaleur en régime permanent, en vue de les utiliser dans des calculs manuels ou encore des analyses graphiques simples. Ces méthodes, tout en utilisant des équations de transfert de la chaleur justes et fondamentales, se trouvaient simplifiées à l'extrême dans leur application et produisaient, au mieux, des estimations conservatrices des charges d'énergie pour les bâtiments traditionnels.

Le coût accru des équipements de chauffage et de refroidissement dans les bâtiments modernes, ainsi qu'une augmentation beaucoup plus rigoureuse des coûts des combustibles primaires, faisaient ressentir le besoin de méthodes de prédictions capables de réaliser des analyses exactes des spécifications de charges des bâtiments durant la première phase d'étude.

Parallèlement au rapide développement des calculateurs numériques, ces spécifications firent naître des modèles thermiques basés sur le transfert de la chaleur en régime non permanent et sur l'utilisation de techniques mathématiques plus élaborées.

En théorie, les variations de températures dans une serre ou un abri peuvent être étudiées en se servant d'un modèle de régulation linéaire à l'aide de deux entrées de base - les variations climatiques et le système de chauffage. Le gain du système est modéré par le contrôle thermostat dans l'espace, de sorte que suivant la réaction entre l'environnement extérieur, la structure et les traitements opérés dans l'espace, le gain augmentait ou diminuait selon le cas. La réponse dynamique du système peut être formulée en utilisant les données de conversions Laplace. A partir des nombreux modèles d'ordinateurs qui sont maintenant disponibles, trois modèles ont été choisis, chacun utilisant l'une des approches mathématiques les plus connues, afin de permettre l'évaluation de leurs performances pour la prédiction de températures internes de l'abri gonflable de l'Université de Bath ou d'autres structures légères avec leurs propriétés physiques uniques d'enveloppes de bâtiment minces, légères, opaques, transparentes ou translucides.

Il est fourni une comparaison des réponses thermiques à la suite de l'utilisation de modèles basés sur la différence limitée (équilibre de la chaleur), le facteur de réponse et les méthodes de tolérances, tels que développés par ABACUS (Architecture and Building Aids Computer Unit, Strathclyde), Granlund (UK) Ltd, et le CIBS respectivement.

**Title:**        TEMPERATURE PREDICTION METHODS FOR LIGHTWEIGHT STRUCTURES

**Author:**     Dr. DEREK CROOME and PETER MOSELEY

**Organisation:**     University of Bath, Buro Happold.

In recent years methods used in the estimation of temperatures or plant loads in buildings have been based on steady-state heat transfer principles, intended for use in manual calculation or simple graphical analysis. These methods, whilst using sound, basic heat transfer equations were over-simplified in their application and produced, at best, conservative estimates of energy loads in traditional buildings.

The increasing cost of heating and cooling equipment in modern buildings together with a much more severe increase in primary fuel costs required prediction methods capable of carrying out accurate analysis of building load requirements at the early design stage.

Along with the rapid development of digital computers these requirements produced thermal models based on the non-steady-state heat transfer in buildings, and using more elaborate mathematical techniques.

Theoretically the temperature variations in a glasshouse or an airhouse can be studied using a linear control model using two basic inputs - the climatic variations and the heating system. The gain in the system is moderated by the thermostat control in the space so that depending on the reaction between the outside environment, the fabric and the processes within the space the gain increased or decreased accordingly. The dynamic response of the system can be formulated using Laplace transforms. From the many computer models now available three models were chosen, each using one of the more popular mathematical approaches, to assess their performance when applied to internal temperature prediction of the Bath University airhouse or other lightweight structures with their unique physical properties of thin, lightweight, opaque, transparent or translucent building envelopes.

A comparison of thermal response is given using models based on the finite difference (heat balance), response factor and admittance methods as developed by ABACUS (Architecture and Building Aids Computer Unit, Strathclyde), Granlund (UK) Ltd, and the CIBS respectively.

**Titre :** Normes de communications et de transferts des données pour les systèmes de gestion du bâtiment

**Auteur :** Colin C Ashford

**Organisation :** Conseil Régional de Kent

RESUME :

L'IBWG (Interdepartmental Building Management System Working Group), un groupe de travail britannique du secteur public en contact étroit avec les utilisateurs commerciaux, possède une large expérience des problèmes causés par l'incompatibilité des produits de divers fabricants.

L'introduction décrit les types de problèmes qui existent avec les équipements actuels, les méthodes de préparation du transfert des données, les structures typiques de données, et la validation du transfert des données, en notant les incompatibilités. Nous exposerons l'arrière-plan de quelques solutions intérim, en indiquant les limitations possibles.

La principale partie de cet exposé s'intéressera aux nécessités de transfert d'informations concernant diverses configurations de systèmes, entre les terminaux, et les transferts d'aller et retour du central, en s'intéressant particulièrement à l'utilisation de ces informations dans le procédé de gestion d'un groupe d'immeubles. Nous inclurons la liaison avec d'autres équipements et la nécessité de partager les communications avec d'autres utilisateurs. Nous indiquerons les caractéristiques des différents types de réseaux locaux, avec les implications pour les systèmes de gestion de bâtiments. Les options disponibles, alors que les normes se développent, seront discutées, en notant les implications des développements en matière de communications.

La dernière partie portera sur les normes actuelles qui sont basées sur l'emploi de ISO 7498 : Interconnexion des Systèmes Ouverts.

Nous fournirons une bibliographie avec appendices portant sur des considérations de détail lorsque nécessaire.

Title..... Communications and data transfer standards for building management systems  
Author(s) . Colin C Ashford  
Organisation..... Kent County Council

The IBWG (Interdepartmental Building Management System Working Group), a UK public sector working party in close contact with commercial users has wide experience of the problems caused by inability of the products of various manufacturers to work together.

The introduction would demonstrate the types of problems that exist with present equipment, looking at the ways that data transfer is set-up, typical data structures, and data transfer validation, noting the incompatibility. The background to some of the interim solutions would be given, showing the limitations that arise.

The body of the paper would look at the needs for transfer of information for various system configurations, between outstations, and to and from the central office, especially related to the use of that information in the process of managing an estate. The interfacing to other equipment, and the need to share communications with other users will be included. The characteristics of the various types of local area networks will be given, with the implications for building management systems. The options available whilst developing standards will be discussed, noting the implications of developments in communications.

The final section would report on the present standards activity, which is based on use of ISO 7498 : Open Systems Interconnection.

A bibliography would be included, appendices being used to show detail considerations where necessary.

Titre : OUTILS INFORMATIQUES CONSACRES AU RENDEMENT ENERGETIQUE DANS LA  
GESTION DU SERVICE DE SANTE DE LA SECURITE SOCIALE

Auteur : B C OLIVER Ceng MIMechE MInstR FIHE

Organisation : Service de la Santé et de la Sécurité Sociale Britannique -  
Groupe de Travail

RESUME :

Si l'on tient compte que l'aspect le plus significatif affectant de bonnes performances énergétiques est celui de la gestion, le Service de la Santé et de la Sécurité Sociale britannique (DHSS) a créé un Code Énergétique (ENCODE) offrant des références complètes sur les besoins du gérant d'immeubles et de l'énergie. D'où l'utilisation d'une gamme toujours plus importante d'outils informatiques :

ENBUILD : Un système d'études et d'audit automatisé basé sur des techniques prouvées employées au Service de Santé de la Sécurité Sociale britannique depuis 1979. L'emploi du programme informatique rend non seulement l'étude et l'audit plus faciles, mais assure également la prise en compte de l'ensemble des informations.

ENCOMP : Un programme d'affectation des ressources permettant de sélectionner des mesures d'économie d'énergie suivant les besoins d'un immeuble et de les classer par ordre de préférence en fonction du budget alloué. Une assistance est offerte en ce qui concerne l'estimation des coûts et l'établissement des périodes de remboursement. La base de données neutre forme un outil incomparable pour la détermination des mesures.

ESP : Ce programme de simulation énergétique de l'université de Strathclyde est utilisé pour l'analyse des bâtiments existants faisant apparaître un problème énergétique connu, dans le but d'évaluer les moyens par lesquels une amélioration peut être obtenue de manière économique.

WIMS : Le module d'analyse énergétique de ce programme complet et populaire de gestion d'immeubles fera l'objet de discussions.

De plus, l'exposé traitera des systèmes de gestion informatiques des bâtiments et des systèmes de régulation des installations particulières aux hôpitaux du service de la santé. Une référence particulière sera faite au développement d'un certain nombre de systèmes faisant usage de matériels disponibles et de terminaux bon marché.

COMPUTER AIDS TO ENERGY EFFICIENCY IN THE  
MANAGEMENT OF THE NATIONAL HEALTH SERVICE

Title .....

Author(s) ..... B C OLIVER CEng MIMechE MInstR FIHE .....

Organisation ..... Department of Health and Social Security, - Works Group .....

Recognising that the most significant aspect affecting good energy performance is that of management, the DHSS has produced an Energy Code (ENCODE) which gives a comprehensive reference to the needs of the estate and energy manager. In doing so it uses an increasing range of microcomputer aids:-

**ENBUILD:** A computer assisted survey and audit system based on proven techniques used in the National Health Service since 1979. The use of the computer program not only makes survey and audit easier but ensures full coverage.

**ENCOMP:** A resource allocation program which enables energy saving measures to be selected as appropriate to the needs of an estate and for these to be ranked in order of preference to suit the available budget. Assistance is given in estimating costs and establishing payback periods. The neutral data base forms a valuable aid to the determination of measures.

**ESP:** The energy simulation program from Strathclyde University, which is used for the analysis of existing buildings with a known energy problem so as to assess ways in which improvement can be effected economically.

**WIMS:** The energy analysis module of this comprehensive and popular estate management program will be discussed.

In addition the paper will deal in with computerised building management and plant control systems as applied to National Health Service hospitals. Particular reference will be made to the development of a number of systems which use off the shelf hardware and low cost outstations.

Titre                    Les Logiciels d'Estimation Rapide du Prix des Travaux  
de Batiment aux Stades Amont de la Programmation et de  
la Conception

Auteur                  René Urien

Organisation        Centre Scientifique et Technique du Batiment

Pendant les phases de programmation et de conception des projets de bâtiment, les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'oeuvre peuvent faire appel à des méthodes informatisées d'estimation du prix prévisionnel de l'opération; plusieurs niveaux ou stades sont envisageables: le programme, l'esquisse, l'avant-projet sommaire (APS) ou détaillé (APD), et le projet.

Aux niveaux de l'APD ou du projet, et avant l'ouverture des plis, les logiciels d'estimation utilisés par les maîtres d'oeuvre sont en général calqués sur la méthode traditionnelle d'établissement des devis quantitatifs estimatifs (DQE). Ils présentent beaucoup de caractères communs avec ceux utilisés par certaines entreprises pour leurs remises de prix et de nombreux logiciels de ce type existent sur le marché.

La nécessité pour les concepteurs de s'engager sur des coûts d'objectifs imposait des méthodes d'estimation fiables et utilisables dès les étapes amont de la phase de programmation-conception, et rompant nécessairement avec la technique traditionnelle du devis estimatif sur métré détaillé.

Actuellement ces méthodes d'estimation sont partiellement informatisées. Mais la question évolue d'autant que la Direction de la Construction a lancé en 1984 une consultation pour la mise au point de "logiciels PIP" informatisés.

Actuellement, il semble que c'est l'ingénierie et plus généralement la maîtrise d'oeuvre qui investit dans le développement des méthodes d'estimation amont.

Deux tendances apparaissent:

- le chaînage avec d'autres modules économiques notamment sous l'angle de l'optimisation des charges d'exploitation et de gros entretien (module GRAL de la SCIC),
- l'insertion dans une chaîne intégrée de conception assistée par ordinateur; à cet égard les travaux les plus avancés en France sont vraisemblablement ceux en cours au sein de l'O.T.H.

Title                   SOFTWARE FOR RAPID ESTIMATES OF THE COST OF BUILDING  
                          WORK IN THE INITIAL STAGES OF SCHEDULING AND DESIGN

Author                 René Urien

Organisation       Centre Scientifique et Technique du Batiment

During the stages of building project scheduling and design, clients and project managers can make use of computerized methods to estimate the forecast cost of the project. There are several possible levels or stages: the programme, the draft, the outline preliminary design and detail preliminary design, and the final design.

At the outline preliminary design or final design levels, before opening of tenders, the estimate software used by the project managers is usually based on the traditional method for working out Bills of Costs and Quantities. It has some features in common with the software used by certain firms for submitting tenders, and there are many such software products available on the market.

Given that the designers have to commit themselves to cost targets, reliable estimating methods were required, which could be used from the initial steps of the scheduling and design stage. Such methods of course represent a complete breakaway from the traditional technique of quoting on the basis of a detailed survey.

At present, these estimate methods are partly computerized. However, the situation has changed, especially since the "Direction de la Construction" (French Building Office) sent out enquiries in 1984 for the development of computer "PIP software".

At present, it would seem that investment in the development of initial estimate methods is being made by the engineering firms and project managers.

There are two apparent trends:

- Linkage with other economics systems, especially with a view to optimizing operating and major maintenance costs (the SCIC's GRAL system);
- Incorporation in a computer-assisted design chain. In this field, the most advanced work in France is probably the work carried out by O.T.H.



Titre : LE BUREAU D'ETUDES INFORMATISE

Auteurs : H R Cater, C. Eng., MIMech.E, FCIBSE,  
M.Cons E.M.Soc S.I (Fr) MBIM  
E B H Stevens, BSs (Hons) MCIBSE

Organisation : Veryard Cater & Partners

RESUME :

L'exposé résume les procédures employées dans le passé et à l'heure actuelle pour changer du stade manuel au stade informatisé d'études, de dessins et de documentation. L'adoption de ces nouvelles techniques nécessite une remise en question des procédures de gestion, couvrant l'organisation du Bureau d'Etudes d'une part, et la modification des attitudes présentes d'autre part, en vue d'intégrer la nouvelle technologie dans le milieu du bureau d'études.

Les auteurs eux-mêmes utilisent des techniques informatisées depuis la fin des années 60 et possèdent une expérience de l'utilisation du traitement en série sur unité centrale ainsi que des services de traitement.

Face à cette expérience et à l'arrivée du micro-ordinateur considéré comme une machine appropriée à l'engineering et aux affaires à la fin des années 70, il fut décidé d'adopter cette philosophie pour offrir des possibilités d'informatiques internes par l'emploi de micro-systèmes.

L'exposé s'efforcera également d'apporter suffisamment de preuves pour encourager les plus petites organisations d'études à adopter ces techniques qui constituent maintenant une proposition viable. Les micro-systèmes sont également une solution alternative aux unités centrales et aux mini-ordinateurs qui ne sont pas encore viables du point de vue financier pour beaucoup d'organisations désireuses, malgré tout, de passer des méthodes manuelles traditionnelles vers des applications informatisées.

Title THE MICROBASED DESIGN OFFICE

Author H R Cater, C.Eng., MIMech.E, FCIBSE,  
M.Cons F.M.Soc S.I (Fr) MRIM  
E B H Stevens, BSs (Hons) MCIBSE

Organisation Veryard Cater & Partners

The paper is a summary of procedures that have or are being employed in moving from manual to micro based design, drawings and documentation. Adopting these new techniques requires some re-thinking of management procedures, on the one hand covering Drawing Office organisation, and on the other, changing established attitudes to accommodate the new technology into the design office environment.

The authors have been involved in using computerised techniques since the late 1960's with experience of using main frame batch processing and Bureaux services.

Against this background and the advent of the microcomputer as an engineering/business machine in the late 1970's, it was decided to adopt this philosophy to provide in-house computing based on the use of micro systems.

The paper will also attempt to provide sufficient evidence to encourage the smaller design organisation that adopting such techniques is now a viable proposition. Also an alternative to main frame or mini computers which may, for many organisations, still not be financially viable but who also see the need to move from traditional manual methods to computerised applications.

Titre : REGULATION OPTIMALE POUR LES SYSTEMES DE CLIMATISATION;  
HIERARCHIE DES SYSTEMES A GRANDE ECHELLE 11

Auteur : Charl E Janeke Pr Eng

Organisation : Janeke & Cumming Consultant Engineers,  
PO Box 27226, Sunnyside, 0132 Pretoria, Afrique du Sud

RESUME :

L'exposé porte sur la décentralisation de problèmes de régulation à grande échelle en matière de climatisation vers des modèles élémentaires et non-autonomes des pièces, en dirigeant la régulation des éléments individuels en temps réel via un hiérarchie D'EQUIPE. L'essentiel de ce plan de régulation réside dans le fait que les stratégies de régulation optimale concernant les éléments individuels des pièces sont résolues d'avance et indépendamment, via la programmation dynamique et les performances collectives assimilées via la hiérarchie D'EQUIPE. Cet exposé étudie spécifiquement la synthèse D'EQUIPE non-autonome par rapport à un plan autonome non-interactif qui avait été décrit auparavant.

Title OPTIMAL CONTROL FOR AIR CONDITIONING SYSTEMS;  
LARGE SCALE SYSTEMS HIERARCHY 11

Author Charl E Janeke Pr Eng

Organisation Janeke & Cumming Consultant Engineers, PO Box  
27226, Sunnyside, 0132 Pretoria, South Africa

Paper relates to decentralizing large scale control problems in Air Conditioning into elementary non-autonomous room models and orchestrating control of the individual elements in real time via a TEAM hierarchy. As substance of the control scheme optimal control strategies for the individual room elements are presolved off-line via Dynamic Programming and the collective performance equated via the TEAM hierarchy. This paper specifically elaborates on the non-autonomous TEAM synthesis vs an autonomous non-interactive scheme which have been previously reported.

Titre : PREDICTION INFORMATIQUE DE L'EFFET DES PANNEAUX IMPLIQUANT DES MATIERES A CHANGEMENT DE PHASES SUR LA CHARGE DE CHAUFFAGE ANNUELLE D'UNE MAISON FAMILIALE

Auteurs : Yuzo Sakamoto

Organisation : Institut de la Recherche sur le Bâtiment,  
Ministère de la Construction, Tsukuba, Japon  
Yukihisa Ebara  
Kanuma Laboratory, Dow Kahoh K.K., Kanuma, Japon.

RESUME :

Cette étude représente la première étape sur la prédiction de la quantité d'énergie économisée par l'emploi de panneaux impliquant des matières à changement de phase (PCM = Phase Change Material) sur des bâtiments au Japon. Le principal ingrédient du PCM étudié dans cette communication est l'exahydrate de chlorure de calcium. Il se transforme de la phase solide à la phase liquide à 27°C. En premier lieu, un modèle numérique utilisant la méthode de la différence limitée uni-dimensionnelle fut développé pour prédire le comportement thermique des panneaux PCM. Ensuite, ce modèle fut vérifié en comparant les résultats calculés avec les résultats mesurés dans une zone d'essai expérimentale. Le résultat de ce contrôle s'avéra satisfaisant. Enfin, l'effet des panneaux PCM sur la charge de chauffage annuelle d'une maison familiale fut prédit à l'aide d'un programme de calcul de charge thermique impliquant ce modèle numérique.

**Title** A COMPUTER PREDICTION ON THE EFFECT OF PHASE  
CHANGE MATERIAL PANELS ON ANNUAL HEATING LOAD  
IN A SINGLE-FAMILY HOUSE

**Author** Yuzo Sakamoto

**Organisation** Building Research Institute, Ministry of  
Construction, Tsukuba, Japan  
Yukihisa Ebara  
Kanuma Laboratory, Dow Kakoh K.K., Kanuma,  
Japan

---

This study is the first step in predicting the amount of energy saved by applying the phase change material (PCM) panels to buildings in Japan. The principal ingredient of PCM studied in this paper is calcium chloride hexahydrate. It changes from solid phase to liquid phase at 27°C. First, a numerical model using the one-dimensional finite difference method was developed in order to predict the thermal behaviour of PCM panels. Secondly, this model was verified by comparing the calculated results with the results measured in an experimental test box. The result of this verification was satisfactory. Finally, the effect of PCM panels on annual heating load in a single-family house was predicted using the thermal load computation program that involves this numerical model.

**Titre :** UN CODE INFORMATIQUE POUR LA SIMULATION DU COMPORTEMENT THERMIQUE DES BATIMENTS : APPLICATION AUX BATIMENTS PAR L'EMPLOI DE DISPOSITIFS PASSIFS

**Auteur :** P.C. Philippi, V.P. Nicolau, P.F. Abreu, J.A.B. da Cunha Neto

**Organisation :** Passive Systems Group - Service Technique Mécanique,  
Université Fédérale de Santa Catarina, Cx.P. 476  
88.000 Florianópolis, SC, Brésil

RESUME :

SPTÉ est un code informatique qui a été développé en vue de la simulation des performances thermiques des bâtiments. Ce code a été conçu en premier lieu pour prédire le comportement thermique des bâtiments sous des climats ensoleillés et chauds. Pour ces climats, la charge thermique est représentée principalement par les radiations solaires directes et de la voûte céleste. La configuration géométrique des surfaces internes s'obtient en calculant pour chaque pièce leurs facteurs d'élévations réciproques. Ceci est important pour calculer les échanges de rayonnement à ondes courtes et longues entre les surfaces. En ce qui concerne les ondes courtes, les échanges de rayonnement sont calculés en tenant compte des réflexions multiples : en fait, ce procédé peut devenir important pour la prédiction du champ de rayonnement interne dans des conditions d'insolation élevée. La transmission de la chaleur à travers la construction est modélisée en se servant des fonctions de transfert. Il en ressort un système linéaire d'équations algébriques dont la complexité dépend de deux facteurs principaux : les cloisons de surface pour chaque pièce et les données climatiques qui peuvent comprendre les radiations solaires directes et de la voûte céleste par heure, l'aspect nuageux, les coefficients de turbidité atmosphérique et autres données complémentaires qui peuvent servir à accroître l'exactitude du modèle. Le système de simulation informatique fut utilisé avec succès pour prédire les performances thermiques des bâtiments appartenant à Centrais Elétricas do Sul do Brasil (ELETROSUL). Ces bâtiments possèdent des toits ventilés afin de réduire les charges solaires, et des conduits encastrés souterrains ayant le rôle d'échangeurs de chaleur afin d'atténuer les fluctuations de température de l'air intérieur. Nous présentons les résultats de cette simulation avec une analyse des coûts des conduits souterrains.

**A COMPUTER CODE FOR SIMULATING THE THERMAL BEHAVIOUR OF  
BUILDINGS: APPLICATION TO BUILDINGS USING PASIVE DEVICES**

P.C. Philippi, V.P. Nicolau, P.F. Abreu, J.A.B. da Cunha Neto

**PASSIVE SYSTEMS GROUP**

Mechanical Engineering Department  
Federal University of Santa Catarina, Cx.P. 476  
88.000 Florianópolis, SC, Brasil

A computer code, SPTE, has been developed for simulating the thermal performance of buildings. The code has been especially conceived for predicting the thermal behaviour of buildings in sunny and warm climates. For those climates, the thermal load is mainly represented by direct and sky vault solar radiation. The geometrical configuration of the internal surfaces is obtained for each room by calculating their reciprocal view factors. This is important for computing the short and long waves radiant exchanges between the surfaces. For short waves, the radiant exchanges are computed by taking multiple reflections into account: in fact, this process can be important in predicting the internal radiant field in conditions of high insolation. Heat conduction through the framing is modeled using transfer functions. A linear system of algebraic equations is obtained, and its complexity depends on basically two factors: the surface partition used for each room, and the climatic data, which may include hourly direct and sky vault solar radiation, cloudiness, atmospheric turbidity coefficients and other complementary data that can be useful to increase the accuracy of the model. The computer simulation system was successfully used to predict the thermal performance of buildings belonging to Centrais Elétricas do Sul do Brasil (ELETROSUL). These buildings use ventilated roofs for reducing solar loads and underground earth embedded ducts acting as heat exchangers for attenuating temperature fluctuations of the interior air. Results of the simulation are presented and a cost analysis is made for the underground ducts.



Titre : ANALYSE DES ERREURS DU DOMAINE FREQUENCE DES  
FONCTIONS DE TRANSFERT Z POUR LES PLAQUES  
MULTI-COUCHES

Auteur : D G Stephenson, G P Mitalas, K Ouyang

Organisation : Conseil de Recherche National, Canada

La précision des courants de chaleur calculés en utilisant les fonctions de transfert 'Z-transform' dépend dans quelle mesure les fonctions de transfert correspondent à la réponse de fréquence de la plaque par rapport à la gamme de fréquences des températures de commande. Cet exposé compare la réponse de fréquence des fonctions de transfert avec la réponse de fréquence exacte des plaques multi-couches. La gamme de fréquence sur laquelle la fonction de transfert correspond à la réponse de la plaque dépend de la période d'échantillonnage et du nombre de termes dans le numérateur et le dénominateur de la fonction de transfert. Ce dernier facteur reflète le nombre de valeurs propres de la plaque qui sont utilisées pour déterminer les coefficients du dénominateur polynôme.

L'exactitude du rapprochement dépend également de la manière où les coefficients du numérateur polynôme sont déterminés. L'exposé compare la réponse de fréquence des fonctions de transfert obtenue à l'aide de deux procédures différentes :

1. Par l'évaluation des courants de chaleur causés par une variation en rampe de la température de commande.
2. Par le rapprochement de la réponse avec une variation sinusoïdale de la température de commande.

Dans la dernière approche, le choix des fréquences par lesquelles la fonction de transfert correspond à la réponse de la plaque affecte la largeur de bande utilisable de la fonction de transfert. Cet exposé présente également les moyens expérimentaux possibles en vue de déterminer les fonctions de transfert pour les murs.

Les exemples démontrent qu'un rapprochement correct peut être atteint sur une gamme importante de fréquences en utilisant les fréquences de rapprochement et l'intervalle d'échantillonnage selon des lignes de conduites spécifiques.

Title: FREQUENCY DOMAIN ERROR ANALYSIS OF Z-TRANSFER FUNCTIONS FOR MULTILAYER SLABS

Authors: D G Stephenson, G P Mitalas, K Ouyang

Organisation: National Research Council, Canada

The precision of heat fluxes calculated using Z-transform transfer functions depends on how closely the transfer functions match the frequency response of the slab over the frequency range of the driving temperatures. This paper compares the frequency response of the transfer functions with the exact frequency response of multilayer slabs. The frequency range over which the transfer function matches the response of the slab depends on the sampling period and on the number of terms in the numerator and denominator of the transfer function. This latter factor reflects the number of eigenvalues of the slab that are used to determine the coefficients of the denominator polynomial.

The closeness of the match also depends on how the coefficients of the numerator polynomial are determined. The paper compares the frequency response of transfer functions obtained by two different procedures:

1. By evaluating the heat flux due to a ramp variation of the driving temperature
2. By matching the response to a sinusoidal variation of driving temperature

In the latter approach the choice of the frequencies at which the transfer function matches the slab's response affects the usable bandwidth of the transfer function. The paper also discusses possible experimental ways to determine transfer functions for walls.

The examples show that a good match can be achieved over a wide range of frequency by choosing the matching frequencies and sampling interval in accordance with specific guidelines.

Titre : EVALUATION DES MOUVEMENTS D'IMPURETES ENTRE LES PIECES

Auteur : George N Walton

Organisation : Centre de Technologie du Bâtiment  
National Bureau of Standards  
(Bureau National de Normalisation)

RESUME :

Le développement des méthodes d'infiltration et de calcul de débit d'air, justifié par le besoin d'une qualité de l'air à l'intérieur des locaux, a conduit à une simulation automatisée des mouvements d'impuretés entre les pièces. Le modèle, qui sous-entend le brassage total de l'air des pièces, démontre que les encadrements de portes permettent un brassage rapide de l'air entre les pièces des bâtiments employant le chauffage par air forcé. Il confirme également qu'il est tout-à-fait rentable sur le plan énergétique de se débarrasser des impuretés à leur source. Une modélisation détaillée des variations de concentration d'impuretés dans une pièce n'est pas possible actuellement pour des simulations d'analyse énergétique à long terme. La nécessité d'une modélisation automatisée est démontrée par le comportement subtil d'un système très simple qui se débarrasse des impuretés par une ventilation forcée.

Title ESTIMATING INTERROOM CONTAMINANT MOVEMENTS  
Author George N Walton  
Organisation Centre for Building Technology,  
National Bureau of Standards

Development of infiltration and interroom airflow calculation methods, driven by a concern for indoor air quality have led to a computer simulation of interroom contaminant movement. The model, which assumes fully mixed room air, shows that open doorways provide rapid mixing between rooms in buildings using forced air heating. It also confirms that it is most energy efficient to remove the contaminant nearest its source.

Detailed modeling of the variations in contaminant concentration within a room is not presently feasible for long term energy analysis simulations. The need for computer modeling is demonstrated by the subtle behaviour of a very simple system which removes contaminants by forced ventilation.

Titre : PREDICTION DE LA TRANSMISSION SONORE EN MATIERE DE BATIMENTS EN  
UTILISANT LA MER

Auteur : G Vermeir, P Mees

Organisation : Laboratoire pour la Physique de Construction,  
K U Leuven, Belgique

RESUME :

Cet exposé traite de la prédiction de transmission sonore aéroportée en matière de bâtiments. La MER est utilisée en tant que modèle de calcul. Nous examinons brièvement la théorie et présentons le programme informatique. D'autres modèles, selon les développements de GERRETSEN, sont inclus avec raison dans l'approche générale. Trois applications du programme sont discutées : la transmission sonore directe, la transmission latérale structurelle et la transmission latérale aéroportée.

**Title** PREDICTION OF SOUND TRANSMISSION IN BUILDINGS  
USING SEA

**Author** G Vermeir, P Mees

**Organisation** Laboratory for Buildings Physics, K U Leuven,  
Belgium

This paper deals with the prediction of airborne sound transmission in buildings. As a calculation model the SEA is used. The theory is briefly reviewed and a computer program is presented. Other models as developed by GERRETSEN are shown to fit well within the general approach. Three applications of the program are discussed: direct sound transmission, structural flanking transmission and airborne flanking transmission.

---

Titre : L'EMPLOI ET LA VALIDATION DES PROGRAMMES DE SIMULATION  
INFORMATIQUES POUR LA CONCEPTION SOLAIRE PASSIVE DES BATIMENTS  
AU PORTUGAL.

Auteur : A Canha da Piedade, A Moret Rodrigues,  
J. Pedro de Freitas

Organisation : Institut Supérieur Technique,  
Université Technique de Lisbonne

RESUME :

Au Portugal, l'on a procédé à plusieurs tentatives ces dernières années afin d'arriver à l'optimisation du comportement thermique des bâtiments, c'est-à-dire en faisant appel plus précisément aux techniques solaires passives. Cette perception accrue de la conception énergétique fit naître un intérêt concernant les outils logiciels de modélisation et de simulation numériques permettant aux concepteurs de prédire les performances thermiques et l'utilisation énergétique plus facilement et plus exactement dans le domaine du bâtiments.

Nous décrivons deux programmes informatiques basés sur les modèles de réseaux thermiques - une technique exacte largement acceptée pour la simulation des performances dynamiques des bâtiments massifs - et leur validation par rapport aux performances observées des "cellules d'essai" contrôlées.

Title THE USE AND VALIDATION OF SIMULATION COMPUTER PROGRAMMES FOR PASSIVE SOLAR BUILDING DESIGN IN PORTUGAL

Author A Canha da Piedade, A Moret Rodrigues, J Pedro de Freitas

Organisation Instituto Superior Técnico, Technical University of Lisbon

In Portugal several attempts have been made these last years to lead to the optimisation of thermal behaviour of the buildings, namely, resorting to passive solar techniques. This increasing awareness of the energy-conscious design gave place to an interest of digital modeling and simulation software tools which enables designers to an easier and accurate prediction of thermal performance and energy use in building.

Two computer programmes based on thermal network models - an accurate and widely accepted technique for simulating the dynamic performance of massive buildings - and their validation against the observed performance of monitored "test cells" are described.



Titre : Etude individuelle de conception intégrée : Les résultats obtenus dans l'établissement scolaire de Clacton St John six ans après.

Auteur : Brian King C. Eng., John Packer, BSc.

Organisation : Amazon Energy Electricity Council, Londres

RESUME :

Nous décrivons dans cet exposé les leçons applicables à la CAO et les résultats de projets obtenus des études de conception, de la mise en service et des contrôles ultérieurs d'une école primaire à faible énergie, Clacton St John. Les travaux poursuivis dans le cadre des opérations normales du bureau d'études du Service Architecture du Conseil Régional de l'Essex ont fait intervenir la première application interne d'un programme particulier de modélisation thermique dynamique, Tas<sup>0</sup>, mis au point par une université, pour des travaux d'études de conception réelle. Dans la mesure du possible, les résultats de ces travaux ont été séparés pour décrire en premier lieu l'expérience d'exploitation pour chacun des principaux systèmes de l'école. Ensuite, nous décrivons la CAO et son impact sur le processus de conception avec la possibilité unique d'examiner l'ensemble du bâtiment, sa structure et ses systèmes, alors qu'un problème thermique intégré encourageait le travail de conception intégrée en équipe et influençait directement le type des programmes suivants. Il en ressortit une compréhension significative des capacités possibles débouchant sur des méthodes et moyens ayant depuis permis une réalisation plus complète du potentiel en matière de modélisation thermique dynamique appliquée à la conception.

Title                    INTEGRATED DESIGN CASE STUDY: THE RESULTS  
                          AT CLACTON ST JOHN'S 6 YEARS ON

Author                   B King, Amazon Energy Ltd

Organisation           J Packer Environmental Engineering Section  
                          Electricity Council

Described in this paper are the CAD lessons and project results obtained from the design, commissioning and subsequent monitoring of a low energy primary school, Clacton St John. The work which took place within the normal day-to-day design office framework of the Architect's Department, Essex County Council involved the ~~first in-house application of a particular university developed~~ dynamic thermal modelling program, Tas<sup>o</sup>, to live design work. Where possible the results of this work have been separated to describe firstly the operating experience, for each of the major systems in the school. Secondly CAD and its impact on the design process where unique ability to view the total building, fabric and systems, as an integrated thermal problem encouraged integrated design team working as well as directly influencing later program style and ability significant insight was obtained into methods and facilities which have since enabled fuller realisation of the potential of dynamic thermal modelling to the design.

Titre : ETUDE DE CONCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT ASSISTEE PAR ORDINATEUR  
CONCERNANT UNE EXPOSITION MOBILE TECHNOLOGIQUE

Auteurs : C.T. Barket et J.C. Lam

Organisation : Ove Arup & Partners, 13 Fitzroy Street, Londres W1P 6BQ,  
Angleterre

RESUME :

L'ordinateur a fait l'objet d'un emploi intensif dans l'exécution des études de conception d'un bâtiment d'exposition mobile de l'informatique, commandé par un important constructeur d'ordinateurs. L'exposition sera soumise à des conditions atmosphériques rigoureuses, tout en maintenant un milieu interne stable. L'itinéraire comporte 20 métropoles européennes, dont les conditions climatiques de certaines sont très différentes, à savoir Madrid et Helsinki. Le bâtiment doit de plus prendre en charge un grand nombre de personnes et de matériel informatique. Cette communication présente quelques-unes des facettes des études de conception de l'environnement, dans lesquelles l'ordinateur est intervenu. Ces facettes englobent entre autres l'analyse thermique, la configuration optimale du gros oeuvre externe, les prévisions en matière de mouvements d'air micro-climatiques et la répartition des températures, le traitement graphique tridimensionnel ainsi que l'éclairage diurne.

## COMPUTER-AIDED ENVIRONMENTAL DESIGN FOR A HIGH TECHNOLOGY TRAVELLING EXHIBITION

C.T. Barker and J.C. Lam

Ove Arup & Partners, 13 Fitzroy Street, London W1P 6BQ, England.

Computer has been used extensively in the design of a travelling exhibition building for information technology, commissioned by a major computer manufacturer. The exhibition will be subjected to severe external weather conditions while maintaining a stable internal environment. The itinerary covers 20 European cities, some with very different climates (e.g. Madrid and Helsinki). Furthermore, it has to accommodate a large number of people and computer equipment. This paper describes some aspects of the environmental design, in which computer has played a role. These include thermal analysis, optimum external fabric configuration, prediction of micro-climate air movement and temperature distribution, 3 dimensional graphics and daylighting.

Titre : Techniques d'études de conception et de commande applicables à l'acoustique des pièces.

Auteur : G. Vermeir.

Organisation : Laboratoire de Physique de la Construction, K.U. Leuven, Belgique

RESUME :

Il est étudié les principes et les applications de la technique de traçage aux rayons. Il sera illustré un important progiciel de prévision des critères acoustiques des pièces. Ce progiciel s'applique aux problèmes de répartition des bruits dans des études de bruit dans les usines et à l'étude des critères acoustiques des pièces, tels que la période de réverbération, la période d'extinction, la clarté dans des études d'auditoriums, de salles de théâtres et de concerts.

Il est étudié, à titre d'alternative, une méthode appelée la méthode de "traçage de cônes". Elle constitue le moyen pratique d'aborder le modèle image-source. L'avantage de cette optique est une position réceptrice bien définie et la possibilité de prévoir une réponse des impulsions. La réponse des impulsions représente l'outil fondamental pour la simulation de l'acoustique des salles envisagée dans les expériences auditives.

Title DESIGN AND CONTROL TECHNIQUES FOR ROOM ACOUSTICS

Author G. Vermeir,

Organisation Laboratory of Building Physics, K.U.Leuven, Belgium.

#### SYNOPSIS

The principles and applications of the ray-tracing technique are considered. An important software package for the prediction of room-acoustical criteria will be illustrated. It applies to problems of sound distribution in studies of factory noise and to the study of room acoustical criteria, such as reverberation time, early decay time, clarity in studies of auditoria, theatres and concert halls.

As an alternative a so-called 'cone-tracing' method is considered. This is a practical way to approach the image-source model. The advantage of this approach is a well defined receiver position, and the possibility for a prediction of the impulse response. The impulse response is the basic tool for the simulation of the expected room acoustics by auditive experiments.

Titre : La méthode des images pour la simulation des performances acoustiques dans les espaces clos.

Auteurs : E. Cirillo, I. Fato, F. Piccininni

Organisation : Université de Bari

RESUME :

La méthode des images appliquée à l'acoustique architecturale est un critère géométrique adoptant les mêmes concepts que les théories de l'optique, afin de calculer la pression sonore dans tout emplacement d'un espace clos. L'acoustique géométrique, tout en ne permettant toujours pas de résoudre tous les problèmes en matière d'acoustique, c'est-à-dire, d'intelligibilité de la parole, permet à priori de connaître les performances acoustiques des espaces clos, devenant de la sorte un outil extrêmement utile dans le cadre des études de conception.

En conséquence, il est impératif que le concept d'un onde sonore soit remplacé par le concept d'un rayon sonore, se basant sur la théorie en matière d'optique de la loi de la réflexion, selon laquelle le rayon, pendant la réflexion, reste dans le plan, y compris le rayon incident, le rayon réfléchi et le rayon normal à la surface et que l'angle du rayon incident est le même que celui du rayon réfléchi.

Le phénomène d'interférences est négligé et, en outre, des relations de phases réciproques, de sorte que l'intensité sonore totale n'est que la totalisation de leurs intensités.

Il est obtenu une précision suffisante dans l'évaluation du champ sonore avec des sources d'images d'ordre élevé. La durée des calculs ainsi que leur complexité indique que l'emploi du programme informatique de la méthode des images est facilement mise en oeuvre sur un ordinateur personnel dans le cas d'une salle rectangulaire dotée de murs réguliers, tandis qu'en général, en présence d'un nombre de murs supérieur à six ou de formes irrégulières, le programme informatique exige un énorme volume de mémoire et une vitesse de calcul suffisante.

Il est décrit dans cette communication l'emploi de l'ordinateur dans l'évaluation du champ sonore et la méthode de détermination des paramètres identiques utiles aux études de conception acoustique dans les salles de formes régulières ou les salles de formes diverses. Il a été exécuté une étude de salle modèle et il a été observé une bonne concordance entre les prévisions informatiques et les résultats des expériences.

Title THE IMAGE METHOD FOR SIMULATING THE ACOUSTICAL  
PERFORMANCE OF ENCLOSED SPACES

Author E CIRILLO I FATO F PICCININNI

Organisation Universita Di Bari

The image method applied to architectural acoustics is a geometrical criterion takes by optical theories same concepts in order to calculate the sound pressure level in any location of an enclosed space. The geometrical acoustics still not solving all acoustic questions, i.e. the speech intellegibility, a priori allows to know the acoustic performance of enclosed spaces, so becoming very useful tool for design.

Therefore the concept of a sound wave must be replaced instead by the concept of a sound ray taking by optical theory the law of reflection according to the ray, during reflection, remains in the plane including the incident ray, reflected ray and the normal to the surface and that the angle of incident ray is same of the angle of reflected ray.

The interference phenomena are neglected, what is more, the mutual phase relations so that the total sound intensity is simply the summation of their intensities.

Enough accuracy in evaluation of the sound field with high order image sources is obtained. The length of calculations and their complexity show usefulness to use of computer.

The computer program of image method is easily implementable on a personal computer in the case of rectangular room with plane walls while, as regards the general case, when there are more than six walls or irregular shapes, the computer program requires a vast amount of memory and sufficient speed of calculation.

In this paper it is described the use of computer in the evaluation of the sound field and to determine some parameters useful to acoustic design in regular shape room or in room with any shape. A model room was performed and it is founding good agreement between computer prediction and experimental results.



Titre : MODELISATION DES SYSTEMES HVAC BASEE SUR LES  
COMPOSANTS INTEGRES

Auteur : Dr. MARTIN GOUGH

Organisation : Amazon Energy, Milton Keynes.

Les procédures d'emploi courant pour la conception et l'évaluation des systèmes HVAC (chauffage, ventilation, climatisation) peuvent être divisées en trois classifications principales : les méthodes de conception manuelles, les procédures manuelles simplifiées (méthode empirique) et les solutions informatisées.

L'approche informatisée, avec l'avantage évident d'une vitesse et d'une exactitude fortement accrues, n'a reçue jusqu'à présent qu'une acceptation limitée parmi les ingénieurs d'études, principalement à cause du manque de flexibilité concernant la gamme des systèmes qui peuvent être modélés et à cause des interfaces utilisateurs relativement primitives offertes avec le logiciel de conception HVAC.

Dans le but de surmonter ces limitations, un nouveau progiciel de simulation thermique a été développé par Amazon Energy. Le progiciel, nommé B:Tas<sup>o</sup>, atteint la flexibilité et l'emploi désirés par l'adoption d'une approche de la modélisation des systèmes basée sur les composants, avec une interface graphique qui facilite une création très rapide, mettant en forme et évaluant les différentes conceptions alternatives. Les options de simulations offertes par B:Tas<sup>o</sup> reflètent les phases successives dans le procédé d'étude et s'étendent du calibrage automatique basé sur les conditions d'étude spécifiées par l'utilisateur jusqu'à la simulation complètement intégrée heure par heure par laquelle toutes les équations du système et du bâtiment sont résolues simultanément.

Cet exposé présente une description des possibilités du programme, un compte rendu de la base théorique et un exemple d'un projet utilisant B:Tas<sup>o</sup>.

Title                    INTEGRATED COMPONENT-BASED HVAC SYSTEMS MODELLING

Author                  Dr Martin Gough

Organisation          Amazon Energy, Milton Keynes

Procedures in current use for the design and evaluation of HVAC systems may be divided in three broad classes: manual design methods, simplified manual procedures ('rules of thumb') and computer-based solutions.

The computer-based approach, with its obvious advantage of greatly increased speed and accuracy, has until now received only limited acceptance among design engineers principally because of a lack of flexibility with regard to the range of systems that can be modelled and the relatively primitive user-interfaces offered with HVAC design software.

With the aim of overcoming these limitations a new thermal simulation package has been developed by Amazon Energy. The package, B:Tas<sup>o</sup> reflect successive stages in the design process and range from automatic sizing based on user-specified design conditions to fully integrated hour by hour simulation in which all system and building, equations are solved simultaneously.

This paper presents a description of the capabilities of the program, an account of the theoretical basis and an example of a project in which B:Tas<sup>o</sup> was used.

Titre : L'APPLICATION DE METHODES DE RECHERCHES OPTIMALES  
VIS-A-VIS DE L'ETUDE DES SYSTEMES HVAC

Auteur : J A WRIGHT et V I HANBY

Organisation : Département de Génie Civil,  
Université de Technologie, Loughborough.  
(Department of Civil Engineering)

Il existe plusieurs aspects dans l'étude et la sélection d'équipements des systèmes HVAC (chauffage, ventilation, climatisation) qui pourraient être améliorés par l'application de techniques de recherche optimale. Les bases de données, représentant des séries de composants fabriqués et de paramètres d'exploitation tels que les points de réglage des contrôleurs, les débits de masse et les températures, peuvent être recherchés afin d'apporter des solutions optimales pour différents critères tels que le coût initial, le coût d'exploitation, la valeur actuelle nette ou la consommation en énergie primaire.

Les problèmes d'optimisation peuvent être classifiés selon les types de fonctions utilisées pour décrire le système, les contraintes sur le problèmes et la présence de subordonnés sur les variables du système. Cette étude présente les relations des modèles de systèmes HVAC avec cette base et décrit la formulation des modèles de systèmes et l'organisation des bases de données qui représentent les séries de composants des fabricants afin de permettre l'application de méthodes de recherche systématique.

Deux méthodes de recherche directe ont été mises en oeuvre dans une série complète de programmes d'études et de simulations des systèmes HVAC. L'exposé décrit la structure d'ensemble de la série et discute les résultats de l'emploi de techniques de recherche optimale jusqu'à l'analyse de systèmes pris comme exemple pour une application de récupération de la chaleur. Les principaux points discutés sont les formes des fonctions objectives, les conceptions alternatives indiquées par les différentes fonctions objectives et une brève estimation des ressources informatiques nécessaires pour résoudre les problèmes d'optimisation de ce type.

Title: THE APPLICATION OF OPTIMAL SEARCH METHODS TO  
HVAC SYSTEMS DESIGN

Author: J A WRIGHT and V I HANBY

Organisation: Department of Civil Engineering,  
University of Technology, Loughborough

There are many aspects of HVAC system design and equipment selection which could be improved by the application of optimal search techniques. Data bases which represent ranges of manufactured components and operating parameters such as controller set points, mass flow rates and temperatures can be searched to provide optimal solutions for different criteria such as first cost, running cost, net present value or primary energy consumption.

Optimisation problems may be categorised according to the types of functions used in describing the system, the constraints on the problem and the presence of bounds on the system variables. The paper discusses the relationship of HVAC system models to this framework and describes the formulation of system models and the organisation of data bases which represent manufacturers' ranges of components in order to permit the application of systematic search methods.

Two direct search methods have been implemented within a comprehensive suite of HVAC systems design and simulation programs. The paper describes the overall structure of the suite and discusses the results of the use of the optimal search techniques to the analysis of example systems taken from a heat recovery application. The main points discussed are the shapes of the objective functions, the alternative designs indicated by the different objective functions and a brief appraisal of the computing resources required to solve optimisation problems of this type.

**Titre : PROCEDURE DE CALCUL INTEGREE PERMETTANT DE PREVOIR L'AERATION  
NATURELLE DANS LES BATIMENTS**

**Auteur : Edward H. Mathews**

**Organisation: Université de Pretoria, Pretoria 0001, Afriquedu Sud.**

**RESUME :**

Il est étudié une procédure de calcul destinée à prévoir les régimes envisagés d'aération naturelle dans les bâtiments, pendant la phase d'étude. Cette procédure intègre trois méthodes de calcul, à savoir une méthode de prévision des pressions provoquées par les températures, une méthode de calcul des répartitions des pressions générées par le vent autour des bâtiments, et la troisième méthode porte sur l'analyse des réseaux des écoulements d'air en résultant dans les bâtiments. Les expériences effectuées montrent que ces méthodes sont valides. Les trois méthodes peuvent être utilisées non seulement pour prévoir l'aération naturelle, mais aussi pour prévoir de multiples autres applications d'ingénierie de l'environnement, par exemple la prévision des charges thermiques dans les bâtiments et les vents autour des bâtiments, ainsi que pour l'exécution des études de conception des systèmes de ventilation mécanique.

Title                    AN INTEGRATED COMPUTATIONAL PROCEDURE TO PREDICT  
NATURAL VENTILATION IN BUILDINGS

Author                   Edward H Mathews

Organisation           University of Pretoria  
Pretoria 0001  
South Africa

SUMMARY

A computational procedure to predict expected rates of natural ventilation for buildings at the design stage is investigated. This procedure integrates three computational methods, namely one to predict temperature induced pressures, another to compute wind generated pressure distributions around building, and the third to analyse the networks of resulting air flows in buildings. Experiments show that these methods are valid. The three methods can be used not only for the prediction of natural ventilation, but also for many other environmental engineering applications, e.g. the prediction of heat loads in building and of environments around buildings, as well as for the design of mechanical ventilation systems.

Titre : SOLUTION NUMERIQUE DE JETS D'AIR DE VENTILATION

Auteur : A A Setrak H B Awbi

Organisation : Collège Napier, Edinbourg.

Des jets turbulents muraux sont communément utilisés pour la diffusion d'air de ventilation ou d'énergie thermique dans un espace ventilé ou climatisé. Afin d'éviter tout courant d'air dans la zone occupée, il est important que la plupart de l'énergie cinétique des jets soit dissipée près du plafond. Les performances des dispositifs de diffusion d'air est évaluées de manière expérimentale suivant BS 4773. Cependant, il est maintenant possible de calculer la diffusion turbulente de jets d'air de ventilation grâce à la naissance de techniques de calcul sophistiquées.

Dans le cadre de cette étude, la diffusion de jets muraux isothermiques et non isothermiques est prédite en utilisant une solution de différence limitée aux équations paraboliques et elliptiques qui décrivent le débit turbulent des jets d'air. Le jet mural plane est étudié en se servant de modèles de turbulence à équation simple et à équation double et les résultats de ces deux modèles sont comparés avec les données expérimentales. Les résultats se comparent bien avec les mesures, ce qui prouve le rôle de la modélisation mathématique pour la prédiction du mouvement d'air dans des zones fermées ventilées mécaniquement.

Title                                    NUMERICAL SOLUTION OF VENTILATION AIR JET

Authors                                A A SETRAK   H B AWBI

Organisation                         Napier College, Edinburgh

Turbulent wall jets are commonly used for the diffusion of ventilation air or thermal energy into a ventilated or air-conditioned space. To avoid the occurrence of draughts in the occupied one, it is important that most of the jet kinetic energy is dissipated close to the ceiling. The performance of air diffusion devices is evaluated experimentally in accordance with BS 4773. However, with the advent of sophisticated computational techniques it is now possible to calculate the turbulent diffusion of ventilation air jets.

In this investigation, the diffusion of isothermal and non-isothermal wall jets is predicted using a finite difference solution of the parabolic and elliptic equations describing the turbulent flow in air jets. The plane wall jet is investigated using single-equation and two-equation turbulence models and the results from the two models are compared with experimental data. The good agreement with measurements affirms the role of mathematical modelling for the prediction of air movement in mechanically ventilated enclosures.



Titre : OPTIQUES EN MATIERE DE MODELISATION MATHEMATIQUE AUX  
APPLICATIONS D'AERATION ET D'INFILTRATION DE L'AIR

Auteur : W. A. Liddament.

Organisation : Air Infiltration Centre, Bracknell, Angleterre.

RESUME :

La présente communication a pour objet de faire ressortir la gamme de modèles mathématiques d'aération et d'infiltration d'air mis à la disposition du concepteur et d'indiquer le niveau adapté de matériel informatique connexe nécessaire à la prise en charge de ces méthodes de modélisation.

La description porte tout d'abord sur une étude des méthodes empiriques simples, prévues pour les calculs d'études de base. Il est étudié l'applicabilité de ces méthodes et certaines de leurs insuffisances sont mises en valeur. Les méthodes de modélisation des flux théoriques sont ensuite étudiées et l'accent est en particulier mis sur une évaluation de la représentation numérique des mécanismes de flux ainsi que des forces motrices connexes. Il est aussi indiqué les lignes générales des impératifs minimum en matière de données, nécessaires à l'exécution de simulations d'études fiables.

La communication fournit en conclusion une description de quelques algorithmes actuellement disponibles, des directives concernant la sélection d'une technique adaptée à des applications spécifiques ainsi qu'une analyse de la fiabilité et des incertitudes des méthodes de calcul actuelles.

# MATHEMATICAL MODELLING APPROACHES TO AIR INFILTRATION AND VENTILATION APPLICATIONS

M W LIDDAMENT,

AIR INFILTRATION CENTRE, BRACKNELL.

The objective of this paper is to highlight the range of air infiltration and ventilation models that are available to the designer and to indicate the appropriate level of associated computer hardware that is necessary to support these modelling methods.

The description begins with a discussion on simple empirical methods intended for basic design calculations. The applicability of these methods is discussed and some of their shortcomings are highlighted. Theoretically based flow modelling methods are then considered with particular emphasis on an appraisal of the numerical representation of the flow mechanisms and of the associated driving forces. The minimum data requirements which are necessary in order to undertake reliable design simulations are also outlined.

The paper concludes with a description of some currently available algorithms, guidelines on selecting an appropriate technique for specific applications and an analysis of the reliability and uncertainties of present calculation methods.

**Titre : SYSTEME EXPERT CONCERNANT UN BATIMENT PERFORMANT SUR LE PLAN BIOCLIMATIQUE ET ENERGETIQUE DANS DES CONDITIONS CLIMATIQUES CHAUDES ET HUMIDES OU CHAUDES ET SECHES.**

**Auteurs : Carolyn Dry et Baruch Givoni**

**Organisation : VP+ & SU et Université de Los Angeles (UCLA)**

**RESUME :**

Ce projet a été soutenu par l'armée américaine. Il s'agit d'un système expert concernant les performances bioclimatiques et énergétiques. Il avait pour objectif d'indiquer à un utilisateur, par le truchement d'un système expert interactif, les méthodes de construction tenant compte des exigences de confort les plus efficaces et les plus performantes sur le plan énergétique, dans les conditions climatiques humides et chaudes ou les conditions climatiques sèches et chaudes.

Il a tout d'abord été utilisé un système expert universel afin qu'un concepteur puisse indiquer ses conditions de décisions, les conditions externes et les objectifs. Ceci n'offrait qu'une faible interaction avec les informations fournies uniquement lors de la phase initiale. En raison de la configuration des liaisons d'informations et de la nécessité de disposer d'une stratégie, les auteurs ont estimé qu'il était nécessaire de mettre au point un mode très interactif pour l'utilisateur et ceci a été exécuté.

Les résultats fournis par ce dernier système expert ont été plus adaptés aux cas testés qu'au système expert moins interactif.

Title            AN EXPERT SYSTEM ON BIOCLIMATIC AND ENERGY EFFICIENT BUILDING  
                  IN HOT/HUMID OR HOT/DRY CLIMATES

Authors           Carolyn Dry and Baruch Givoni

Organisation    VP and Su and UCLA

The U.S Army supported this project. It is a bioclimatic and energy efficient expert system. The goal was to tell a user through an interactive expert system the best ways of building, energy efficiently, for comfort in hot, dry climates.

A universal expert system was used at first for a designer to state his decision conditions, external conditions and goals. This offered little interaction with information given only at the beginning stage. Because of the form of the information links and the necessity for strategizing, the authors felt it necessary to develop a very interactive mode for the user. This was done.

The results given by this later expert system were more appropriate for the cases tested than for the less interactive expert system.

Titre : SYSTEMES EXPERTS

Auteur : Dr Alan Dunn

Organisation : Institute of Environmental Engineering  
Polytechnic of the South Bank  
Londres

RESUME :

Dans les années récentes, les recherches dans le domaine de l'Intelligence Artificielle ont fait l'objet d'une remarquable renaissance en partie dû aux systèmes experts. Il s'agit de programmes informatiques incorporant non seulement les données mais également les connaissances et l'expertise organisées de telle manière que l'ensemble puisse être utilisé pour résoudre les problèmes d'une façon apparemment intelligente. L'institut Technique de l'Environnement a depuis plusieurs années travaillé sur le développement des progiciels de CAO pour la conception des systèmes de chauffage/ventilation/climatisation et, reconnaissant le potentiel des systèmes experts pour résoudre les problèmes ne relevant pas des techniques de programmation conventionnelles, a débuté un certain nombre de projets de recherche englobant l'application ou l'évaluation de systèmes experts dans l'industrie des services du bâtiment. Les projets suivants sont présentés et décrits dans cette communication.

ACE, un système expert aidant les concepteurs dans la sélection de systèmes de climatisation, a été développé durant les trois dernières années en collaboration avec le "Knowledge Based Systems Centre".

Un projet, parrainé dans l'industrie et recherchant les occurrences de défauts et de détérioration des systèmes dans de larges réfrigérant d'eau, examine l'emploi des systèmes experts à temps réel en vue d'interpréter les données de détection et diagnostiquer les défauts existants ou imminents.

Une étude de praticabilité est actuellement en cours, en collaboration avec la Metropolitan Police afin de développer un système expert conseillant les architectes sur le plan de la construction et de l'espace dans les commissariats de police et obtenir ainsi des performances acoustiques satisfaisantes.

Le développement d'un auto-contrôleur est en cours par l'emploi de techniques de programmation selon les règles afin d'emmagasiner les connaissances sur le système qui est utilisé pour réajuster les paramètres d'un algorithme de contrôle numérique direct.

Un projet examinant des interfaces alternatives aux programmes de CAO est en train de considérer l'emploi de systèmes experts pour produire des interfaces capables de s'adapter plus facilement aux besoins spécifiques de l'utilisateur.

## EXPERT SYSTEMS

Dr Alan Dunn

Institute of Environmental Engineering  
Polytechnic of the South Bank  
London

In recent years research into Artificial Intelligence has experienced a remarkable renaissance led in part by expert systems. These are computer programs that embody not only data but knowledge and expertise organised in such a way that it may be applied to solve problems in an apparently intelligent manner. The Institute of Environmental Engineering has for many years been involved in the development of CAD packages for HVAC design and, recognising the potential of expert systems to solve problems not amenable to conventional programming techniques, has initiated a number of research projects that involve the application or appraisal of expert systems within the building services industry. The following projects are introduced and described in the paper.

ACE, an expert system to assist designers in the selection of air conditioning systems, has been developed over the last three years in collaboration with the Knowledge Based Systems Centre.

An industrially sponsored project investigating the occurrence of faults and system deterioration in large water chillers is examining the use of real-time expert systems to interpret sensory data and diagnose current or impending faults.

A feasibility study is being undertaken, in collaboration with the Metropolitan Police to develop an expert system to advise architects on the construction and spatial layout within police stations to achieve satisfactory acoustic performance.

The development of an adaptive controller is being undertaken using rule-based programming techniques to store historic knowledge about the system which is used to re-tune the parameters of a direct digital control algorithm.

A project examining alternative interfaces to CAD programmes is considering the use of expert systems to produce interfaces better able to adapt to specific user requirements.

Titre : SYSTEMES SPECIALISES POUR L'ETUDE DES SERVICES  
DE BATIMENTS AVEC REFERENCE PARTICULIERE A LA  
RECUPERATION DE LA CHALEUR PAR L'AIR

Auteur : Gavin Hamilton

Organisation : Centre Informatique de BSRIA

Ceux-ci comprennent l'assistance à la préparation du dossier d'étude; les conseils sur la sélection de l'équipement et du système; la vérification de la conformité avec les réglementations statutaires ou avec les codes d'étude. Les systèmes spécialisés peuvent aider au diagnostic rapide des défauts dans des installations de services complexes. Etant donné que l'une des caractéristiques importantes des systèmes spécialisés consiste à pouvoir expliquer à l'utilisateur pour quelles raisons les questions sont posées et peuvent justifier leurs conclusions, le raisonnement de tels systèmes d'expertise devient à la portée du profane, bien que demeurant dans un domaine plutôt bien défini et étroit.

Cet exposé décrit un système d'expertise qui apporte des conseils sur la sélection appropriée d'un équipement de récupération de la chaleur par l'air. Ce domaine de connaissance a été sélectionné car il est possible de "l'encapsuler" sur ordinateur du fait qu'il existe une expertise interne considérable : c'est un domaine d'expertise relativement bien défini et bien établi qui, cependant, n'est pas largement disponible, particulièrement dans les petites organisations d'étude.

Les auteurs ont utilisé un certain nombre de classes de systèmes d'expertise et des langages informatiques spéciaux et l'exposé décrit dans quelle mesure ces classes et ces langages sont appropriés pour représenter différents types de connaissance utilisés par les ingénieurs des services de bâtiments. Nous décrirons les caractéristiques du logiciel, c'est-à-dire sa facilité d'apprentissage et d'utilisation, sa flexibilité aux changements dans la base de connaissances, la stratégie de recherche et la communication.

Title EXPERT SYSTEMS FOR BUILDING SERVICES DESIGN WITH PARTICULAR REFERENCE TO AIR TO HEAT RECOVERY

Author Gavin Hamilton

Organisation BSRIA Computer Centre

These include assisting preparation of the design brief, advising on equipment and system selection, checking for compliance with statutory regulations or design code. Expert systems could assist the rapid diagnosis of faults in complex services installations. Since an important feature of expert systems is that they can explain to the user why questions are being asked and can justify their conclusions, they can make the reasoning of an expert, albeit in a well-defined, rather narrow problem domain, accessible to the layman.

This paper will describe an expert system which advises on an appropriate selection of air to air heat recovery equipment. This knowledge domain was selected as being suitable to "encapsulate" on computer because there was considerable in-house expertise: it is a relatively well defined and well-established area of expertise which is not, however, widely available, especially in small design organisations.

A number of commercially available expert system shells and special computer languages have been used by the authors and the paper will discuss the suitability of these different shells and languages to represent different types of knowledge used by building services engineers. Features of the software such as ease of learning and of use, flexibility to changes in the knowledge base, search strategy and communication will be described.



Titre : CALCUL DU TRANSFERT DE LA CHALEUR PAR DEBIT D'AIR  
ET CONVECTION DANS DES ENCEINTES CLIMATISEES  
RECTANGULAIRES

Auteur : F Alamdari G P Hammond W S Mohammad

Organisation : Ecole d'Engineering Mécanique, Institut de  
Technologie de Cranfield.  
(School of Mechanical Engineering,  
Cranfield Institute of Technology)

Il est maintenant largement reconnu qu'afin de développer des méthodes réalistiques pour l'étude des bâtiments en apportant une attention particulière à l'énergie, il est nécessaire de remplacer les procédures normales traditionnelles par celles qui simulent la réponse dynamique du système. Dans ces approches modernes, l'accent est placé sur la simulation des performances thermiques transitoires de la structure du bâtiment, alors que l'échange de chaleur par convection est modelé en utilisant des approximations plutôt grossières. Afin d'obtenir les moyens de déterminer des coefficients de transfert de chaleur par convection, une hiérarchie de méthodes de calcul réciproques et solidaires a été développée par les auteurs de la contribution proposée et leurs collaborateurs (Cf. F. Alamdari, G.P. Hammond & C. Melo, Proc. First U.K. National Heat Transfer Conf., Leeds, Vol. 2, 1984, pp. 1201-1211). Ces méthodes vont des approches "d'un niveau inférieur", telles que l'analyse du profil du jet mural pour simuler des jets d'alimentation d'air et des corrélations de données améliorées pour la convection par poussée, jusqu'au développement d'un modèle de débit "de niveau supérieur" basé sur le volume limité analogue aux équations "élliptiques" principales concernant le débit d'air complexe par jet des pièces. Les deux modèles de niveau inférieur et supérieur ont été utilisés pour développer et vérifier un code informatique "de niveau intermédiaire", formant le principe fondamental pour engendrer des données de transfert de la chaleur par convection pour les modèles dynamiques de bâtiments. La contribution proposée tiendra compte du calcul de l'échange de chaleur par convection, dans des enceintes rectangulaires à trois dimensions, lorsque les effets de la poussée sont significatifs. (Les rapports précédents s'entretenaient largement des débits dépourvus de poussée dans des enceintes à deux dimensions; approximations qui simplifient largement la tâche de calcul). Nous essayerons d'évaluer les circonstances dans lesquelles il est possible d'employer différentes méthodes de calculs. Cette évaluation sera fondée sur les nécessités pour la simulation thermique de bâtiment en termes d'exactitude, d'économie et de facilité d'emploi pour l'utilisateur.

Ces travaux ont été soutenus par une aide du Conseil de Recherche des Sciences et Techniques britannique GR/C/2419.0, et font partie du programme spécialement encouragé par le Conseil sur "l'Energie dans les bâtiments". Les noms des auteurs sont donnés alphabétiquement.

Title                    COMPUTATION OF AIR FLOW AND CONVECTIVE HEAT  
TRANSFER WITHIN SPACE-CONDITIONED, RECTANGULAR  
ENCLOSURES

Authors                F Alamdari   G P Hammond   W S Mohammad

Organisation        School of Mechanical Engineering, Cranfield  
Institute of Technology

It is now widely recognised that in order to develop realistic methods for the energy-conscious design of buildings, it is necessary to replace the traditional steady-state procedures by ones which simulate the dynamic response of the system. The emphasis in these modern approaches is placed on simulating the transient thermal performance of the building fabric, whereas convective heat exchange is modelled using rather crude approximations. In order to obtain means for determining realistic convective heat transfer coefficients, a hierarchy of interacting and interdependent calculation methods have been developed by the authors of the proposed contribution and their co-workers (see, for example, F Alamdari, G P Hammond & C Melo, Proc First UK National Heat Transfer Conf, Leeds, Vol 2, 1984, pp 1201-1211). These methods range from 'lower-level' approaches, such as wall-jet profile analysis to simulate supply air jets and improved data correlations for buoyancy-driven convection, to the development of a 'high-level' flow model based on finite-volume analogues to the governing 'elliptic' equations for the complex, jet-induced room airflow. Both the higher and lower-level models have been used to develop and verify an 'intermediate-level' computer code, which formed the basis for generating input convective heat transfer data for dynamic building models. The proposed contribution will consider the computation of convective heat exchange within three-dimensional, rectangular enclosures when buoyancy effects are significant. (The earlier reports were largely concerned with non-buoyant flows in two-dimensional enclosures; approximations which greatly simplify the computational task). It will attempt to evaluate the circumstances under which it is appropriate to employ the various calculation methods. This assessment will be based on the requirements for building thermal simulation in terms of accuracy, economy and user friendliness.

The work to be reported was supported by the UK Science and Engineering Research Council grant GR/C/2419.0, and forms part of the Council's specially promoted programme on 'Energy in Buildings'. The authors' names appear alphabetically.

Titre : SIMULATION DYNAMIQUE SIMULTANEE DE L'ECOULEMENT D'AIR ET DE L'ENERGIE DANS LES BATIMENTS.

Auteur : Dr. Donald J. McLean

Organisation : ABACUS, Département d'Architecture et des Techniques du Bâtiment, Université de Strathclyde

RESUME :

L'un des principaux développements dans le domaine des progiciels de simulation des performances des systèmes d'environnement (PSE) énergétiques des bâtiments et des installations, a été constitué par l'intégration d'une technique capable d'exécuter l'analyse dynamique de l'écoulement d'air à titre de partie intégrante de l'analyse thermique des bâtiments, permettant ainsi la modélisation dynamique simultanée de l'énergie et de l'écoulement d'air dans le gros oeuvre des bâtiments.

Afin de modéliser l'infiltration, le déplacement d'air intra-zone et interzone, à titre de fonction des écarts de température et de pression existant entre l'intérieur et l'extérieur (et entre les zones de raccordement), il est nécessaire de préciser le réseau des fuites dans tout l'ouvrage ainsi que la répartition des pressions de surface associées au bâtiment à titre de fonction des conditions locales de vent et de topographie. La technique utilise ces données pour modéliser les déplacements d'air dynamique et s'écarte ainsi fortement des algorithmes classiques, employant les renouvellements d'air de calcul ayant fait l'objet d'une évaluation globale et des résultats significativement différents ont été obtenus dans diverses situations.

Cette communication décrit sommairement le modèle et les exigences en matière de données. Elle fournit une comparaison et un examen des écarts dans les impératifs énergétiques des zones et les températures (obtenues au moyen du progiciel PSE), dans les cas suivants : 1) en appliquant les renouvellements classiques d'air et 2) en appliquant les renouvellements d'air provenant d'un modèle d'écoulement d'air avec 3) les résultats d'une simulation simultanée complète d'écoulement d'air et d'énergie. En dernier lieu, le modèle a été appliqué à divers projets, allant de centres commerciaux et de cours intérieurs clos à des études d'habitations classiques et il est sommairement décrit plusieurs études individuelles.

Title                    SIMULTANEOUS DYNAMIC SIMULATION OF AIR FLOW AND ENERGY IN BUILDINGS

Author                  Dr Donald J McLean

Organisation          ABACUS  
Department of Architecture & Building Science  
University of Strathclyde

One of the recent major developments to the ESP (Environmental System Performance) building/plant energy simulation package has been the integration of a technique capable of performing dynamic air flow analysis as part of the building thermal analysis, thereby permitting simultaneous dynamic modelling of energy and air flow within the building envelope.

In order to model infiltration, intra-zone and inter-zone air movement as a function of pressure and temperature differences which exist between inside and outside (and between connecting zones) it is necessary to specify the leakage network throughout the structure and surface pressure distribution associated with the building as a function of local topography and wind conditions. The technique uses this data to model the dynamic air movements and is thus considerably different from traditional algorithms using globally assessed design air change rates and has shown significantly different results in a number of circumstances.

This paper briefly describes the model and its data requirements. It compares and discusses differences in zone energy requirements and temperature levels (obtained from ESP) when

1. applying traditional air changes rates and
2. applying air change rates from an air flow model with
3. the results of a full simultaneous air flow/energy simulation.

Finally, the model has been applied to a number of projects ranging from enclosed shopping malls and atria to traditional house design and several short case studies will be described.

Titre : L'INFLUENCE DE L'UTILISATEUR SUR LES RESULTATS  
OBTENUS PAR LES PROGRAMMES DE SIMULATION THERMIQUE

Auteur : D Bloomfield

Organisation : BRE

Dans beaucoup des études comparatives entreprises jusqu'à présent pour essayer de valider les programmes de simulation thermique servant à prédire le comportement des bâtiments, des différences de résultats extrêmement importantes ont été obtenues par différents utilisateurs du même modèle. Ces variations ont été du même ordre de grandeur que celles obtenues par un seul utilisateur de plusieurs modèles différents. Cet exposé aborde le sujet de l'importance de l'utilisateur et des décisions qu'il prend sur la façon de modéliser un bâtiment d'après les réponses finales qu'il obtient. A la suite de l'étude d'un certain nombre de différents modèles et des différentes façons de demander les mêmes données d'entrée de base, il apparaît évident que les spécifications d'un bâtiment et son mode d'utilisation sont extrêmement importantes. Dans la plupart des cas, les hypothèses sont internes au programme sur quelques-uns des paramètres-clés, c'est-à-dire que des valeurs implicites sont programmées dans le code et restent par conséquent en dehors du contrôle de l'utilisateur. En ce qui concerne les codes qui permettent une spécification très complète de la part de l'utilisateur, il est très rare que l'utilisateur moyen ou même très informé ait accès à toutes les valeurs requises. Il existe un compromis non seulement en matière de capacité d'utilisation mais également en matière d'exactitude, entre la structure d'entrée des données simple et concise et celle plus détaillée et plus longue. La probabilité d'erreurs pures introduites par l'utilisateur augmente alors que la complexité de la structure d'entrée devient plus détaillée. La majeure partie de la complexité dans la structure de données réside dans la spécification géométrique d'un bâtiment et dans le niveau de détails du bâtiment à décrire, par exemple la position des fenêtres dans un mur extérieur. Cet exposé décrit les résultats de quelques analyses de sensibilité qui ont été conduites pour rechercher l'importance de tels effets et présente quelques recommandations sur la manière appropriée de détailler une spécification de bâtiment. Aucune unanimité ne ressort de l'expérience des auteurs sur la façon de s'y prendre pour modéliser un bâtiment particulier - cette question ne peut bien sûr être considérée de manière isolée mais devrait être abordée dans le contexte du but pour lequel la simulation est entreprise. Nous considérons des questions comme le besoin de modélisation multi-zones qui augmente beaucoup la complexité de la description du bâtiment, ainsi que la durée d'exploitation nécessaire, en tenant compte de l'exactitude recherchée et de la capacité d'utilisation des programmes consécutifs.

Title                                    THE INFLUENCE OF THE USER ON THE RESULTS OBTAINED  
   FROM THERMAL SIMULATION PROGRAMS

Author                                    D Bloomfield

Organisation                            BRE

In many of the comparative studies so far undertaken in an attempt to validate thermal simulation programs for predicting the behaviour of buildings, extremely large differences in results have been obtained by different users of the same model. These variations have been of the same order of magnitude as those obtained by a single user of several different models. This paper addresses the subject of the importance of the user and the decisions he makes as to how to model a building on the eventual answers obtained. As a result of studying a number of different models and the various ways in which the same basic input data is requested, it has become apparent that the specification of the building and its mode of use is extremely important. In many cases assumptions are made internal to the program on some of the key parameters ie default values are programmed into the code and are thus outside user control. In the codes which allow a very full user specification it is very rare that the average, or even very well informed, user would have access to all of the values required. There is a trade-off not only in usability, but also in accuracy, between the simple, concise and the more detailed, lengthy data input structure. The probability of pure user-injected mistakes increases as the complexity of the input structure becomes more detailed. Much of the complexity in the data structure arises from the geometrical specification of a building and in the level of building detail described eg position of window in an external wall. This paper describes the results of some sensitivity analyses conducted to investigate the importance of such effects and presents some recommendations on how detailed a building specification need be. There is in the authors' experience no consensus on how to set about modelling a particular building - indeed, this question cannot be considered in isolation rather it should be addressed in the context of the purpose for which the simulation is being conducted. Issues such as the need for multi-zone modelling, which greatly adds to the complexity of the building description as well as the run time required, are considered in the light of required accuracy and consequent program usability.

Titre : UNE APPROXIMATION DE DEUXIEME ORDRE DES FONCTIONS  
DE TRANSFERT DE LA CHALEUR S'APPUYANT SUR LA  
METHODE DE PADE

Auteur : M JACOB

SOMMAIRE - Cet exposé présente des formules explicites afin d'obtenir une approximation de deuxième ordre des fonctions de transfert concernant une transmission de la chaleur dimensionnelle par les parois arbitraires à plusieurs couches. Les fonctions de transfert des pièces peuvent être déterminées si les facteurs d'échange de radiation sont fournis.

Les méthodes de premier ordre sont incomplètes en ce qui concerne la représentation des constructions lourdes. Dans ce domaine, elles sont uniquement capables de donner une bonne approximation du début ou de la partie asymptotique de la fonction de transfert. Des exemples comparent les résultats des calculs de deuxième ordre des charges et des températures des pièces avec ceux calculés par une méthode d'élément limité. Comme ces exemples le démontrent, l'approche de deuxième ordre décrit le comportement essentiel avec une exactitude suffisante pour être utilisée dans un but pratique. A l'aide de cette approximation, il est possible d'obtenir une réduction considérable du temps CFU pour les calculs informatiques.

MOTS CLES : Réponse thermique, parois multi-couches, fonction de transfert de pièce de deuxième ordre, exactitude suffisante, approximation Pade.

Title A SECOND ORDER APPROXIMATION OF HEAT TRANSFER FUNCTIONS  
BASED ON PADE METHOD

Author M Jakob

SYNOPSIS

Presented in his paper there are explicit formulas in order to obtain a second order approximation of transfer functions concerning one dimensional heat conduction through arbitrary multi-layer walls. Room transfer functions can be determined if the radiation exchange factors are given.

First order methods are lacking in the representation of heavy constructions. There they are only able to give a good approximation either in the beginning or in the asymptotic part of a transfer function. Examples are given to compare results of loads and room temperatures' second order computation with those calculated by a finite element method. As these examples show, the second order approach describes the essential behaviour with sufficient accuracy for practical purposes. By means of this approximation a considerable CPU-time reduction can be obtained for computer calculations.

KEY WORDS Thermal response, multi-layer walls, second order room transfer function, sufficient accuracy, Pade approximation.



Titre : LA GEOMETRIE DE RECEPTION DES RADIATIONS SOLAIRES  
PAR LES SURFACES INTERNES DES PIECES

Auteur : K M LETHERMAN et M H R YAU

Organisation : Department of Building, UMIST, Manchester.

En matière de calculs des effets de chauffage solaire et des charges de refroidissement pour l'air climatisé, nous assumons souvent que toutes les radiations transmises par l'ouverture des fenêtres atteindront le sol et seront alors réfléchies ou absorbées et radiées à nouveau. En fait, le chemin de la radiation dépendra de plusieurs facteurs, tels que l'orientation de la façade, la latitude et le moment de l'année, ainsi que de la taille, la forme et la position des fenêtres dans la pièce. La géométrie à trois dimensions du calcul de la position, de la forme et de la taille de la zone ensoleillée est compliquée. Cependant, elle peut être traitée facilement par un programme informatique numérique.

Le chemin apparent du soleil dans le ciel à une date donnée est déterminé par la latitude du site. Les moments de la journée où la lumière solaire est reçue par une façade de bâtiment dépendent également de l'orientation de la surface.

Un programme a été écrit pour le calcul des angles solaires pour chaque heure du jour à n'importe quelle latitude donnée, calculant ainsi le transfert de lumière solaire par une fenêtre sur une surface interne. La forme, la taille et la zone de surface ensoleillée pour chacun des murs et du sol de la pièce sont alors calculées.

Nous présenterons les résultats de sortie du programme et nous apporterons les conclusions générales.

Title THE GEOMETRY OF THE RECEPTION OF SOLAR RADIATION BY  
THE INTERNAL SURFACES OF ROOMS

Author K M Letherman & M H R Yau

Organisation Department of Building, UMIST, Manchester

In calculations of solar heating effects and cooling loads for air conditioning, it is often assumed that all the radiation transmitted through the window aperture will reach the floor surface, and will then be reflected or absorbed and re-radiated. In fact, the path of the radiation will depend on many factors, such as the orientation of the facade, latitude and time of year, as well as the size, shape and position of the windows in the room. The three-dimensional geometry of the calculation of the position, shape and size of the sunlit area is complicated. However, it can be handled conveniently by a digital computer program.

The apparent path of the sun through the sky on a given date is determined by the latitude of the site. The times of day in which sunlight is received by a building facade depends also on the orientation of the surface.

A program has been written which calculates the solar angles for each hour of the day at any given latitude, and computes the transfer of sunlight through a window onto an internal room surface. The shape, size and area of sunlit surface for each of the walls and floor of the room are then computed.

Results are presented of the output of the program and general conclusions are given.

**Titre : ANALYSE ASSISTEE PAR ORDINATEUR ET ETUDES DE CONCEPTION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT D'UN BATIMENT A PLUSIEURS ETAGES.**

**Auteurs : Prof. J. A. Swaffield et Dr. L.S. Galowin**

**Organisation : Heriot Watt University, Edimbourg et National Bureau of Standards, Washington. D.C.**

**RESUME :**

Le flux dans le réseau d'assainissement d'un bâtiment peut être caractérisé en tant que flux irrégulier à surface libre et en tant que tel se prête à l'analyse au moyen des techniques numériques. Bien que de telles solutions soient disponibles depuis de nombreuses années, leur application aux études de conception des réseaux d'assainissement des bâtiments n'a été rendue réalisable qu'avec la venue des installations informatiques rapides.

Il est présenté l'analyse de ce flux irrégulier, à surface libre dans les réseaux d'assainissement des bâtiments à plusieurs étages, se fondant sur la méthode d'écartés finis de solution caractéristique des équations d'ondes pertinentes. Le modèle informatique, écrit en langage Fortran, permet de prévoir les débits locaux et les hauteurs dans tout le réseau, reflétant aussi bien la hausse du front d'onde que l'affaiblissement global de l'impulsion se produisant, tributaire aussi bien des paramètres applicables à la tuyauterie, tels que la pente, la rugosité et le diamètre ainsi que la forme et la durée du profil de décharge de tout matériel.

L'incorporation de l'action de l'onde assure une fonction améliorée d'étude de conception, quantifiable sur le plan de la charge accrue, l'emploi de conduites de plus faible diamètre et l'aptitude à prendre en charge des études ou des combinaisons d'emploi de bâtiments spécifiques ; une amélioration sur les méthodes d'études actuelles s'appuyant sur des débits réguliers équivalents. De plus l'acheminement des solides et la capacité d'impulsion des drains alimentés à partir d'empilages verticaux peut être analysée ainsi que les restrictions applicables aux jonctions.

Il est présenté des techniques de calcul étudiées afin de représenter l'action des ondes et la gamme de conditions limites présentes dans un réseau type ainsi que les résultats de la validation à grandeur réelle en Angleterre et aux Etats-Unis.

Cette communication présente des simulations de réseaux types et indique en conclusion que l'application de l'ingénierie assistée par ordinateur aux études d'assainissement constitue un outil aussi commode qu'avantageux.

Title                    COMPUTER AIDED ANALYSIS AND DESIGN OF MULTISTOREY  
BUILDING DRAINAGE NETWORKS

Authors                Prof J A Swaffield                    Dr L S Galwin

Organisation        Heriot-Watt University  
Edinburgh & National Bureau of Standards  
Washington D C

The flow within a building drainage network may be characterised as free surface, unsteady flow and as such is amenable to analysis by the use of numerical techniques. While such solutions have been available for many years, it is the advent of a fast computing capability that has made their application to building drainage design practical.

The analysis of this unsteady, free surface flow within multistorey building drainage networks is presented, based upon the finite difference method of characteristics solution of the relevant wave equations. The computer model, written in Fortran, predicts local flow rates and depths throughout the network, reflecting both the wave front steepening and the overall surge attenuation that occurs, dependent upon both pipe parameters, such as slope, roughness and diameter and the form and duration of any appliance discharge profile.

Inclusion of wave action provides an enhanced design capability, quantifiable in terms of increased loading, the use of smaller diameter pipes and the ability to deal with specific building designs or usage patterns; an improvement on current design methods that rely on equivalent steady flow rates. In addition solid transport and the surge capacity of drains fed from vertical stacks may be analysed, as well as junction restrictions.

Computing techniques designed to represent both wave action and the range of boundary conditions present in a typical network are presented, together with results of full scale validation in both Britain and the U.S.A.

The paper presents typical system simulations and concludes that application of computer aided engineering to drainage design is both practical and beneficial.

Titre : Simulation des systèmes énergétiques des bâtiments

Auteur : Dr Joe A Clarke

Organisation : ABACUS, Service de l'Architecture et des Sciences  
du Bâtiment, Université de Strathclyde

RESUME :

Traditionnellement, les concepteurs de bâtiments et de chauffage/ventilation/climatisation ont toujours compté sur un nombre infini de méthodes de modélisation permettant de prédire les performances durant la phase de conception et d'habitation ultérieure. Ces méthodes sont basées sur des simplifications empiriques nombreuses et, dans la plupart des cas, restent confinées au domaine du calcul à l'état constant.

Il est bien connu que les systèmes énergétiques réels offrent des complexités de modélisation qui agiront pour dévoiler les insuffisances inhérentes aux méthodes traditionnelles. Des conditions de limites variables de temps sont la cause d'effets transitoires complexes; les actions de régulation sont essentiellement non-linéaires et peuvent causer des discontinuités; Les transferts de chaleur et de masse sont inextricablement liés ensemble; et le fait de mal assortir les bâtiments et les composants de l'installation pose des difficultés numériques. En réponse à ces complexités, une nouvelle génération de modèles commence à apparaître; une génération qui cherche à traiter les systèmes d'installations de bâtiments de façon entièrement intégrée et rigoureuse, tenant compte de la progression variable du temps et de l'imposition de conditions de limites réalistes et de contraintes de régulation.

Cet exposé soulignera les insuffisances de la génération actuelle des méthodes de modélisation et décrira les éléments de la nouvelle approche. De manière spécifique, l'exposé :

- classifiera les chemins de liaisons en matière de construction et de systèmes d'installations;
- Démontrera les représentations état-espace qui forment la base de la nouvelle approche; et
- détaillera les techniques numériques utilisées pour atteindre une intégration d'équations performante.

Enfin, en référence au progiciel de simulation ESP, nous présenterons en exemple la structure et le fonctionnement d'un système de modélisation de la nouvelle génération.

**Title** ..... Simulation of Building Energy Systems .....  
**Author(s)** ..... Dr Joe A Clarke .....  
**Organisation** ..... ABACUS, Dept of Architecture and Building Science, ...  
University of Strathclyde

Traditionally, building and HVAC designers have relied on a myriad of modelling methods to enable performance prediction during the design phase and post occupancy. These methods are based on numerous empirical simplifications and, in most cases, are confined to the steady state calculation domain.

It is well known that real energy systems present modelling complexities which will act to expose the deficiencies inherent in the traditional methods. Time varying boundary conditions cause complex transient effects; control actions are essentially non-linear and can cause discontinuities; heat and mass transfer are inextricably linked together; and the temporal mismatch between building and plant components pose numerical difficulties. In response to these complexities, a new generation of model has begun to emerge; a generation which seeks to treat building plant systems in a fully integrated and rigorous manner, allowing variable time-stepping and the imposition of realistic boundary conditions and control constraints.

This paper will outline the deficiencies of the current generation of modelling methods and describe the elements of the new approach. Specifically, the paper will:

- classify the heat and mass flowpaths found in building and plant systems;
- demonstrate the equivalent state-space representations which are the basis of the new approach; and
- detail the numerical techniques used to achieve efficient equation integration

Finally, and by reference to the ESP Simulation Package, the structure and operation of one new generation modelling system will be exemplified.

Titre : LA VALIDATION EMPIRIQUE

Auteur : Prof. NEIL T BOWMAN BSc. PhD. CEng. CPhys.  
MIEE MInstP. MCIBSE MIOA

Organisation : Ecole d'Architecture, Leicester Polytechnic.  
(School of Architecture, Leicester Polytechnic)

La validation empirique - si l'on compare les prédictions d'un modèle avec les performances mesurées de bâtiments réels - représente la phase finale suivant une approche schématique pour la validation de modèles dynamiques thermiques des bâtiments. C'est une technique essentielle si l'on espère déterminer l'exactitude du modèle complet, même dans des conditions très peu semblables au monde réel.

Les données d'entrée du modèle et les données mesurées de performance du bâtiment doivent être des plus exactes pour obtenir des conclusions significatives à partir de la validation empirique. A l'aide d'études de documentation, de questionnaires et de contacts indirects avec les institutions de recherches, plus de 170 structures ont été identifiées pour être contrôlées de telle façon à produire des données d'une exactitude suffisante.

Par le contact direct avec un certain nombre d'institutions de recherches en Europe, aux U.S.A. et au Canada, il a été possible d'appliquer des critères d'acceptation plus rigoureux pour la sélection d'ensembles de données appropriés. Quelques exemples de ces travaux seront décrits.

Nous discuterons des questions telles que le niveau d'exactitude nécessaire pour le contrôle et les mesures, et nous présenterons des propositions servant à guider la sélection des données qui seront utilisées dans des études spécifiques de validation empirique.

Title: EMPIRICAL VALIDATION

Author: Prof NEIL T BOWMAN BSc PhD CEng CPhys MIEE  
MInstP MCIBSE MIOA

Organisation: School of Architecture, Leicester Polytechnic

Empirical validation - comparing the predictions of a model with the measured performance of real buildings - is the ultimate stage in a schematic approach to validating dynamic thermal models of buildings. It is an essential technique if the accuracy of the whole model, under conditions even remotely similar to the real world, is to be determined.

To obtain meaningful conclusions from empirical validation the model input data and the measured building performance data must be of the highest quality. By means of literature surveys, questionnaires and indirect contact with research institutions, over 170 structures have been identified which have been monitored in such a way as to produce data of sufficient high quality.

Through direct contact with a number of research institutions in Europe, USA and Canada it has been possible to apply more rigorous acceptance criteria for selecting suitable data sets. Some examples of this work will be reported.

Issues such as the required level of monitoring and measurement accuracy will be discussed, and proposals for guiding the selection of data for use in specific empirical validation studies will be presented.



Titre : ANALYSE DE SENSIBILITE DES MODELES THERMIQUES  
DYNAMIQUES DES BATIMENTS

Auteur : A D IRVING

Organisation : Laboratoire Rutherford Appleton,  
Chilton, Didcot, Oxfordshire.

Durant les vingt dernières années, beaucoup de codes informatiques ont évolué, simulant le comportement thermique dynamique des bâtiments. Une part intégrante de la validation de tels progiciels de simulation consiste à réaliser une analyse de sensibilité différentielle où plusieurs des valeurs de paramètres d'entrée sont ajustées et les changements provoqués sur les valeurs des paramètres de sortie sont utilisés pour obtenir les fonctions de réponse entre les différents paramètres d'entrée et de sortie.

Malheureusement, cette approche souffre de limitations importantes et, dans le passé, de telles analyses se sont avérées substantiellement incomplètes à cause de ce qui a été appelé le problème factoriel N (fondamentalement le nombre de façons dont une personne peut choisir différents ensembles de paramètres d'entrée pour pouvoir ajuster d'un ensemble complet de paramètres d'entrée N).

Une technique d'analyse de sensibilité stochastique a été développée qui apparaît surmonter cette insuffisance et celle-ci a été utilisée pour réaliser une analyse de sensibilité sur le modèle thermique britannique ESP de Strathclyde.

**Title:**        SENSITIVITY ANALYSIS OF DYNAMIC THERMAL MODELS OF BUILDINGS

**Author:**     A D IRVING

**Organisation:**    Rutherford Appleton Laboratory,  
                         Chilton, Didcot, Oxfordshire.

Over the past two decades many computer codes have evolved which simulate the dynamic thermal behaviour of buildings. An integral part of the validation of such simulation packages is to perform a differential sensitivity analysis where several of the input parameter values are adjusted and the induced changes in the output parameter values are used to deduce the response functions between the various input and output parameters.

Unfortunately this approach suffers severe limitations and in the past such analyses have been substantially incomplete due to what has been termed the N factorial problem (basically the number of ways one can choose different sets of input parameters to adjust from a total set of N input parameters).

A stochastic sensitivity analysis technique has been developed which appears to overcome this deficiency and it has been used to perform a sensitivity analysis on the UK Strathclyde thermal model ESP.

Titre : Technique informatique permettant de prêter assistance à la conception des bâtiments. Performances ayant rapport à l'environnement.

Auteur : A Newton

Organisation : Polytechnic of South Bank, Londres

### Resumé

Il est suggéré que les concepteurs de bâtiments ne font qu'un usage restreint de l'évaluation des performances ayant rapport à l'environnement dans le cadre de la mise au point de leurs études, mais la laissent à des contrôles par sondages occasionnels, qui sont fréquemment trop rares et exécutés trop tard pour pouvoir être utiles. La raison en est peut-être que le flux des études doit être interrompu pour exécuter un calcul ou pour mettre en oeuvre la plupart des programmes informatiques. Cette communication décrit un système dans lequel les utilisateurs ajustent les paramètres de constructions au moyen de boutons et de leviers de commande et disposent d'un affichage visuel d'une représentation graphique continue de l'évolution en résultant sur les performances ayant rapport à l'environnement.

La facilité d'établir un rapport entre la conception et les performances, sans avoir à considérer une conception comme admise, facilitent l'identification des rapports importants, afin d'explorer les variantes et d'obtenir les performances pratiques optimales.

Title                    A COMPUTER TECHNIQUE TO AID THE DESIGN OF BUILDINGS  
                              ENVIRONMENTAL PERFORMANCE

Author                    A Newton

Organisation            Polytechnic of South Bank, London

SUMMARY

It is suggested that building designers make too little use of evaluation of environmental performance whilst developing their designs but leave it to occasional spot checks, often too rarely and too late to be useful. This may be because it halts the flow of the design to do a calculation or to use most computer programs. This paper describes a system in which users adjust building parameters by moving control knobs or levers and see a continuous graphical representation of the resultant change in environmental performance.

The ease of relating design to performance without having to postulate one fixed design makes it easy to spot the important relationships, to explore alternatives and obtain the best practicable performance.

Titre : CALCUL SIMPLIFIE SUR MICRO-ORDINATEUR DE LA CONSOMMATION  
D'ENERGIE POUR LE CHAUFFAGE.

Auteur : Peter Basnett

Organisation : Electricity Council Research Centre

RESUME :

Il est présenté un programme, tournant sur les micro-ordinateurs Apricot, Sirius et IBM-PC ; ce programme permet d'effectuer le calcul des exigences en matières d'énergie pour le chauffage des bâtiments à chauffage intermittent, mono zone, avec une précision raisonnable.

Le calcul de l'énergie de préchauffage se base sur le concept de température interne moyenne du Code de l'Energie 2 de CIBS. Les gains solaires et les pertes par rayonnement d'ondes longues font l'objet d'un traitement sommaire, sur la base des équations de régression pour le rayonnement, en tant que fonction de la température extérieure moyenne journalière au cours de diverses périodes de la journée.

Il est disponible des données météorologiques applicables à 40 sites en Grande Bretagne et les calculs peuvent être exécutés soit pour une année complète, soit pour une saison de chauffage définie arbitrairement et il est tenu compte d'interruptions. L'occupation peut être d'un nombre d'heures par jour arbitraires et de jour par semaine, il est toutefois pris pour hypothèse que les gains internes sont identiques pendant toute la période d'occupation.

Les résultats sont fournis aussi bien sous forme de tables que de représentations graphiques en tant que diagrammes d'analyse de chauffage, indiquant une courbe de fréquence cumulative des exigences énergétiques totales et son accumulation à partir des gains et l'énergie fortuits fournis par le système de chauffage. Il est fourni des tables et diagrammes distincts pour les périodes d'occupation et de préchauffage.

Tandis que des fonctions particulièrement applicables aux systèmes de chauffage électrique sont incorporées dans le programme, ce dernier s'applique à toutes les sources de chaleur disponibles.

Les résultats des comparaisons effectuées entre les prévisions et les mesures de quelques bâtiments sont présentées afin de fournir une démonstration de la qualité des prévisions.

Title                    SIMPLIFIED CALCULATION OF HEATING ENERGY CONSUMPTION ON  
A MICROCOMPUTER

Author                    Peter Basnett

Organisation            Electricity Council Research Centre

A program is presented which runs on Apricot, Sirius and IBM-PC microcomputers and calculates the heating energy requirements of single zone, intermittently heated buildings with reasonable accuracy.

Calculation of preheating energy is based on the average internal temperature concept of CIBS Energy Code 2. Solar gains and long-wave radiation losses are treated crudely on the basis of regression equations for radiation as a function of daily average external temperature for different periods of the day.

Weather data is available for 40 locations in Great Britain and calculations may be performed either for a complete year, or for a heating season defined arbitrarily, and allowed to contain breaks. Occupancy may be for an arbitrary number of hours per day, and days per week, but internal gains are assumed to be the same throughout the period of occupancy.

Results are produced both as tables and graphically as 'Heating Analysis Charts' showing a cumulative frequency curve of total energy requirement and its build up from incidental gains and energy supplied by the heating system. Separate tables and charts are produced for the occupied and preheat periods.

While features particularly relevant to electrical heating systems are incorporated the program is relevant to all heat sources.

The results of comparisons between prediction and measurement for some 40 buildings are presented to demonstrate the quality of the predictions.

**Titre : PROGICIEL DE SYSTEMES EXPERTS DE CONCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT  
POUR EMPLOI LORS DE LA PHASE DES ESQUISSES.**

**Auteur : A. J. Baxter**

**Organisation : Hevacomp Ltd.**

**RESUME :**

Il a été établi un progiciel expert de conception destiné aux études de conception de l'environnement pendant la phase des esquisses. Le logiciel classique de conception exige que le concepteur établisse un problème, que l'ordinateur analyse alors, l'utilisateur peut ensuite modifier cette conception, en fonction des résultats obtenus. Ce progiciel permet au concepteur de définir sommairement sa solution initiale au moyen d'une "estimation optimale", le programme tente alors, en faisant appel à un ensemble spécifique de règles, de respecter les objectifs définis par l'utilisateur. Ces objectifs peuvent être spécifiques, tels que "conformité à la Partie FF des règlements de construction", ou peuvent être plus généraux, tels, à titre d'exemple "faible consommation énergétique".

Une fois les objectifs définis, la conception initiale peut faire l'objet d'une évaluation sur le plan de la conformité avec les objectifs et de nouvelles solutions peuvent être automatiquement générées, ces solutions pouvant être acceptées ou rejetées par le concepteur. Ce dernier peut, de cette manière, modifier sa conception, donner suite à d'autres objectifs ou passer à la mise au point de la conception.

Le progiciel comporte un ensemble de connaissances concernant l'analyse de la conception, qui sont incorporées dans des modules standard de calcul. Le progiciel comprend en outre des connaissances pertinentes à la résolution du problème, qui identifient les variables clés associées à des problèmes particuliers et fournit des suggestions quant aux directions des recherches susceptibles d'être fructueuses.

L'un des avantages particuliers d'un système expert de conception est constitué par la richesse des solutions pouvant être générées dont certaines d'entre elles auraient pu ne pas venir à l'esprit de l'utilisateur et d'autres pouvant se situer hors de son domaine d'expérience particulière.

Title                    AN EXPERT SYSTEMS ENVIRONMENTAL DESIGN PACKAGE FOR USE AT  
SKETCH PLAN STAGE

Author                  A J Baxter

Organisation          Hevacomp Ltd

An expert design package has been produced for environmental design at sketch plan stage. Traditional design software requires the designer to set up a problem which the computer analyses, the user then may amend this design depending on the results. This package enables a designer to loosely define his initial solution with a "best guess", the program will then, using specific sets of rules, attempt to comply with goals defined by the user. These goals may be specific, such as "comply with Part FF of the building Regulations", or more general eg "low energy consumption".

Once goals have been defined, an initial design can be appraised for compliance with the goals and new solutions can automatically be generated, which the designer can accept or discard. In this way, the designer can amend his design, pursue further goals or progress to fine tuning of the design.

The package incorporates a body of knowledge concerning the analysis of the design, which is embodied in standard calculation modules. It further incorporates knowledge related to problem solving, which identifies the key variables associated with particular problems and suggests likely fruitful directions of search.

A particular advantage of an expert design system is the richness of solutions that can be generated, some of which might not have occurred to the user and others which may be outside his particular experience.



**Titre :** PROGRAMME DE CALCUL DE L'ENERGIE POUR LES PHASES D'ETUDE DE DEBUT FAISANT APPEL AUX DONNEES GEOMETRIQUES PROVENANT D'UN SYSTEME DE CAO.

**Auteurs :** L. Heikkinen - PL Consulting, Finlande  
MKallavuo & Vaisanen, Laboratory of Building Economics, Finlande

**RESUME :**

Il a été remarqué, dans une étude portant sur l'utilisation de logiciel de calcul énergétique dans les bâtiments, que le concepteur ne fait ordinairement pas appel au logiciel de calcul de l'énergie pendant le processus de conception, que ce soit afin de comparer les diverses solutions lors des phases initiales, ou que ce soit afin de prévoir la consommation énergétique des bâtiments conformément aux plans définitifs. Cette situation est en partie tributaire du fait de l'absence de logiciels conviviaux pertinents lors des phases initiales de la conception et, en général, de l'important volume de travail nécessaire à l'exécution de tels calculs.

C'est la raison pour laquelle il a été mis au point au Centre de recherches techniques finlandais, un programme de calcul de l'énergie, tournant sur les ordinateurs IBM PC et compatibles, convenant aux phases initiales de la conception. Des efforts importants ont été faits afin de rendre l'interface utilisateur aussi conviviale que possible. Le programme incorpore des valeurs implicites, selon le type d'habitation et de système de chauffage, à titre d'exemple pour les gains thermiques internes, les renouvellements mécaniques d'air, les fuites d'air, le rendement du système de chauffage et les valeurs U. Il peut même être estimé les zones du gros-oeuvre des bâtiments, lorsque le nombre d'étages, la hauteur des étages, la surface totale des sols, le volume et le cercle sont connus. Les valeurs implicites peuvent être substituées simplement en tapant la valeur réelle à la place, lorsque la valeur implicite est affichée. L'élaboration du programme se base sur le logiciel intégré "Symphony".

Dans le but de permettre la réduction du volume de travail exigé pour la mesure et l'introduction des cotes des bâtiments, le problème principal est le moyen de transférer les données géométriques provenant du système de CAO aux programmes de calcul de l'énergie. Il a été exécuté une connexion prototype à trois systèmes commerciaux différents de CAO. Le principe de la solution de connexion est tel qu'il peut être employé pour pratiquement tout type de bâtiment et système de CAO.

Title                    ENERGY CALCULATION PROGRAM FOR EARLY DESIGN STAGES  
UTILISING GEOMETRIC DATA FROM A CAD SYSTEM

Author                  L Heikkinen  
                            PL Consultant

Organisation          Mkallavuo & M Vaisanen  
                            Laboratory of Building Economics  
                            Finland

In a study on the use of the building energy calculation software it was noticed that the designer doesn't usually use energy calculation software during design process, neither in order to compare different solutions in early stages nor to predict energy consumption of building according to final drawings. This situation depends partly on the fact that there is a lack of user friendly software for early design stages and, in general, on the great amount of work, which is required to perform such calculations.

That is why an energy calculation program, run by IBM PC and compatibles, suitable for early design stages was developed in the Technical Research Centre of Finland. Lots of effort was paid to make the user interface as friendly as possible. The program includes default values according to house type and heating system, for example for internal heat gains, mechanical air exchange, air leakage, efficiency of the heating system and U-values. Even the areas of the building envelope can be estimated when the number of storeys, storey height, total floor area, volume and circle are known. The default values can be overridden simply by typing the actual value to the place, where the default value appears. The program is developed using the integrated software "Symphony".

In order to decrease the amount of work required for the measuring and the input of the building dimensions the main issue is how to transfer geometric data from CAD-system to energy calculation programs. A prototype connection was made to three different commercial CAD-systems. The principle of the connection solution is such that it can be used for almost any kind of building and CAD-system.

Titre : Modélisation des bâtiments : la clé de la CAD intégrée de construction.

Auteur : Robert Aish M. Des (RCA) Ph.D.

Organisation : GMW Computers Limited

### Resumé

Pour que la CAD soit efficace dans une équipe de conception pluridisciplinaires ou pluripartenaires, elle doit mettre à la disposition de l'utilisateur individuel les représentations convenables des informations de conception. Ces représentations peuvent être des plans orthographiques, des perspectives tridimensionnelles et autres données d'attributs non graphiques. Il est possible de mettre au point des systèmes distincts, sollicitant chacune de ces représentations à titre isolé. Il est toutefois généralement admis que de tels systèmes isolés sont susceptibles d'entraver plutôt que de faciliter la coordination et la cohérence des informations de conception.

L'une des formules alternatives consiste à mettre au point un système intégré de CAD, capable de prendre en charge une multiplicité de représentations. Les représentations sont toutes rattachées à un seul modèle tridimensionnel du bâtiment et favorisent par conséquent la cohérence et la coordination des informations de conception dans toute l'équipe pluridisciplinaire.

Cette communication décrit la base théorique ainsi que les avantages pratiques de la CAD fondés sur la modélisation des bâtiments et indique, en faisant appel à des exemples pratiques, comment la modélisation des bâtiments est devenue le concept clé dans la CAD intégrée de construction.

Title                    BUILDING MODELLING THE KEY TO INTEGRATED CONSTRUCTION CAD

Author                  R Aish MDes (RCA) PhD

Organisation          GMW Computers Limited

For CAD to be effective in a multi-disciplinary/multi-practice design team it must offer the individual practitioner appropriate representations of design information. These representations may be orthographic drawings, 3D perspective views and other non-graphic attribute data. It is possible to develop separate systems which address each of these representations in isolation. However, it is generally recognised that such isolated systems may hinder rather than facilitate the coordination and consistency of design information.

An alternative approach is to develop an integrated CAD system which is capable of handling multiple representations. Here all representations are related to a single 3D model of the building and therefore encourage consistency and coordination of design information across the whole multi-disciplinary team.

This paper will describe the theoretical basis and the practical benefits of CAD based on building modelling and will demonstrate, with practical examples, how building modelling has become the key concept in integrated construction CAD.

Titre : ETUDE INTEGREE DES SERVICES DE BATIMENTS ASSISTEE  
PAR ORDINATEUR

Auteur : Colin Mc Lelland

Organisation : BSRIA

Cet exposé abordera les questions d'utilisation des fonctions de calculs, de traitement des données et graphiques des ordinateurs de manière cohérente et coordonnée dans l'étude d'installations mécaniques et électriques des bâtiments.

Dans l'industrie de construction, il existe un certain nombre de professionnels différents s'efforçant de faire face à leurs spécifications individuelles pour les associer ensuite afin de produire une étude de bâtiment tout-à-fait intégrée et coordonnée.

En matière de services de bâtiments, il y a trois éléments qui doivent être associés pour produire "l'ingénieur" :

1. La fonction mathématique
2. La fonction de création des croquis
3. L'expérience et la connaissance

Dans un environnement manuel, ces éléments sont réunis pour produire une solution d'étude. En termes automatisés, il y a actuellement peu d'imitation de ce procédé intégré. Les résultats sont tirés des calculs, interprétés et introduits dans un autre élément du système informatique afin de produire un croquis. Si d'après le croquis, il s'avère que les résultats de calculs ne sont pas réalistes, il appartient alors à la séquence de calcul d'introduire des données révisées pour débiter à nouveau le cycle.

Chacun des éléments ci-dessus possède un équivalent informatique:

1. les logiciels d'études techniques
2. Dessins assistés par ordinateur
3. Systèmes d'expertise.

Afin d'imiter l'ingénieur, il est nécessaire d'intégrer ces éléments de façon à ce que les données associées au bâtiment, quel que soit le stade d'étude ou de construction, soient disponibles sur une base commune. Ainsi, les données physiques peuvent être extraites du modèle de bâtiment suivant les besoins par l'élément de calcul, les résultats étant ensuite ré-introduits dans le modèle, le modèle mis à jour et l'interaction avec d'autres éléments analysée. Les effets de toutes restrictions en découlant peuvent être calculés jusqu'à ce que la solution la plus satisfaisante soit obtenue.

L'exposé se concentre sur l'importance des données en matière d'étude, comme étant le mécanisme qui permet l'intégration des logiciels au profit de l'ingénieurs des services de bâtiments. Il définit la différence entre des données physiques fixes, les données concernant le projet qui sont nécessaires à toutes les professions et celles qui sont utilisées momentanément entre différents procédés d'étude en matière de services de bâtiments.

Title                    INTEGRATED COMPUTER AIDED BUILDING SERVICES DESIGN  
Author                    COLIN MCLELLAND  
Organisation            The Building Services Research & Information Association

This paper will address the issues of utilizing the calculating, data processing and graphical capabilities of computers in a coherent and co-ordinated manner in the design of mechanical and electrical installations for buildings.

In the construction industry there are a number of different professionals striving to meet their individual requirements and then meshing their inputs together to produce a fully integrated, co-ordinated building design.

In building services, there are 3 elements that go together to produce the "engineer".

1. Mathematical capability
2. Drawing Capability
3. Experience and knowledge

In a manual environment these elements are brought together to produce a design solution. In computing terms there is currently little mimicry of this integrated process. The results are taken from the calculation, interpreted and fed into another element of the computer system to produce a drawing. If, from the drawing the results of the calculation are found not to be feasible then it is back to the calculation sequence to key in revised data to start the cycle again.

Each of the above elements has a computer equivalent.

1. Technical design packages
2. Computer aided drafting
3. Expert systems

To mimic the engineer it is necessary to integrate these elements such that the data relating to the building, at whatever stage of design or construction, is available on a common basis. Thus the physical data can be extracted from the building model as required by the calculation element, the results then put back into the model, the model updated and the interaction with other elements analysed. The effects of any resulting restrictions can be calculated until the optimum solution is arrived at.

The paper will concentrate on the importance of data in design as the mechanism which enables the integration of software to the benefit of the building services engineer. It will define the difference between fixed, physical data, data regarding the project which is required by all professions and that which is used transiently between different design processes in building services.

Titre : Dans quelle mesure les algorithmes solaires sont-ils simples?

Auteurs : J K Whittle et J P Allen

Organisation : Department d'Architecture, Université de Nottingham

### Resumé

Les rayons solaires constituent une source d'énergie précieuse et peuvent, malgré cela, entraîner aussi des problèmes dans les milieux de la construction. Les modèles thermiques gérés par ordinateurs sont un outil idéal avec lesquels il est possible d'étudier les interactions entre le rayonnement et un bâtiment. Dans le but de simuler correctement ces interactions, il est nécessaire de résoudre des problèmes complexes de géométrie tridimensionnelle. De nombreux modèles, en conséquence, permettent de simplifier les calculs en adoptant plusieurs hypothèses. Il est fourni des exemples de ces simplifications, ainsi qu'une évaluation de leurs implications. Les études décrites se poursuivent à l'heure actuelle, toutefois des conclusions provisoires sont fournies. Il est identifié la nécessité, pour les modèles, d'inclure des niveaux de complexité de modélisation pouvant être sélectionnés par les utilisateurs.

title                    HOW SIMPLE CAN SOLAR ALGORITHMS BE?

Authors                J P Allen                    J K Whittle

Organisation          Department of Architecture, University of Nottingham

Solar radiation is a valuable source of energy, yet in the built environment it can also cause problems. Computer based thermal models are an ideal tool with which to study the interactions between the incoming radiation and a building. To simulate these interactions correctly it is necessary to solve complex three-dimensional geometric problems. Consequently many models simplify the calculations by making several assumptions. Examples of these simplifications are given along with an assessment of their implications. The work described is ongoing, however interim conclusions are given. The need for models to include user selectable levels of modelling complexity is identified.



**Titre : CONVENANCE DES ALGORITHMES DE COEFFICIENTS DE TRANSFERT THERMIQUE UTILISES DANS LES MODELES THERMIQUES DYNAMIQUES.**

**Auteurs : Dr. J. P. Allen et Dr. J. K. White**

**Organisation : Département d'Architecture, Université de Nottingham,  
University Park, Nottingham, NG7 2RD.**

**RESUME :**

Les coefficients de transfert thermique sont employés afin de représenter les interactions complexes de conduction, convection et de rayonnement aux surfaces du gros-oeuvre des bâtiments. De multiples modèles de simulation thermique dynamique informatisés mis au point à ce jour font appel à des représentations mono dimensionnelles des équations de conduction thermique. Ceci contraint la forme des coefficients de transfert thermique à présenter aussi une nature mono dimensionnelle, bien que dans la réalité, ce n'est de toute évidence pas le cas. Dans le but d'utiliser de tels coefficients mono dimensionnels de transfert thermique, il est impératif que des approximations soient faites.

L'une des facettes de l'exercice de validation du modèle thermique a été l'étude détaillée des divers sous-procédés et algorithmes de quelques modèles thermiques dynamiques discrets. Il a été exécuté un examen complet des algorithmes des coefficients de transfert thermique. Des études de sensibilité ont été effectuées, concernant, à titre d'exemple, la rugosité des surfaces, la vitesse, la direction, le profil et la turbulence des vents, les cotes des bâtiments, les propriétés thermophysiques de l'air, etc. Ces études ont permis l'évaluation de divers algorithmes dans le contexte de la modélisation thermique dynamique des bâtiments et devraient permettre de définir les conséquences des coefficients de transfert thermique dans les simulations globales des bâtiments.

Title THE APPROPRIATENESS OF HEAT TRANSFER COEFFICIENT  
ALGORITHMS USED IN DYNAMIC THERMAL MODELS

Authors Dr J P Allen Dr J K Whittle

Organisation Department of Architecture  
University of Nottingham  
University Park  
Nottingham NG7 2RD

SUMMARY

Heat transfer coefficients are used to represent the complex interactions of conduction, convection and radiation at the surfaces of the building envelope. Many of the dynamic thermal computer simulation models developed to date use one-dimensional representations of the heat conduction equations. This fact forces the form of the heat transfer coefficients to also be one-dimensional in nature, although in reality this manifestly is not the case. In order to utilise such one-dimensional heat transfer coefficients approximations must be made.

One facet of the thermal model validation exercise has been to look in detail at the various sub-processes and algorithms of some discrete dynamic thermal models. An extensive review of heat transfer coefficient algorithms has been performed. Sensitivity studies have been performed on for example surface roughness, the wind speed, direction, profile and turbulence, the building dimensions, the thermophysical properties of the air, etc. This has enabled the various algorithms to be assessed in the context of dynamic thermal modelling of buildings and should allow the significance of heat transfer coefficients in whole building simulations to be defined.

**Titre : VALIDATION DES ALGORITHMES DE CONDUCTION DANS LES MODELES THERMIQUES DYNAMIQUES**

**Auteurs : B. H. Bland et D. P. Bloomfield**

**Organisation: Building Research Establishment, Garston, R.U.**

**RESUME :**

Il est actuellement étudié, à titre de partie intégrante d'un projet de collaboration de BRE et SERC portant sur la validation des modèles thermiques dynamiques des bâtiments, les algorithmes de conduction et techniques applicables à leur vérification. Il est aussi mis au point de nouveaux tests et parmi ceux-ci citons l'évaluation de la convenance des algorithmes dans le but de prévoir les performances globales des bâtiments. Cette communication décrit une enquête de la précision des températures et des flux prévus par un modèle de simulation particulier, à savoir SERI-RES, basé sur un ensemble d'ouvrages simples, utilisant des solutions analytiques exactes en tant que modèles de vérité. Ces tests se basent sur des tests mis au point par l'Institut de la recherche de l'énergie solaire aux Etats-Unis et ont été mis en oeuvre en tant qu'outil d'étude des conséquences des variations de la représentation discrète spatio-temporelle dans l'algorithme des écarts finis explicites. Les résultats indiquent qu'il peut être obtenu une précision suffisante, mais que les directives fournies aux modélisateurs dans ce domaine sont insuffisantes et peuvent, dans certains cas, conduire à des erreurs de 20%. Il est préconisé que les hypothèses de ce type soient retirées du contrôle de l'utilisateur. Il sera sélectionné et publié au début de 1987, à titre de partie intégrante du rapport définitif du groupe de validation, un ensemble de tests révisés ainsi que les spécifications détaillées.

## VALIDATION OF CONDUCTION ALGORITHMS IN DYNAMIC THERMAL MODELS

B. H. BLAND

D. P. BLOOMFIELD

Building Research Establishment, Garston, UK

### ABSTRACT

As part of the BRE/SERC collaborative project on the validation of dynamic thermal models of buildings, conduction algorithms and techniques for their verification are being reviewed. New tests, including ones to assess the adequacy of the algorithms for the purpose of predicting whole building performance, are being devised. This paper describes an investigation of the accuracy of wall temperatures and fluxes predicted by one particular simulation model, SERI-RES, based on a series of simple wall structures, using exact, analytical, solutions as truth models. These tests are based on ones devised by the Solar Energy Research Institute in the USA and have been used as a tool to investigate the consequences of variations in the spatial and temporal discretisation in the explicit finite difference algorithm. Results indicate that sufficient accuracy can be achieved, but that the guidance given to modellers in this area is inadequate and can lead to errors of 20% in some cases. It is recommended that assumptions of this sort be taken out of the user's control. A set of revised tests with detailed specifications will be selected and published as part of the final report of the validation group in early 1987.

**Titre ; Echange des donnees entre les systemes de CAO dans l'industrie britannique du bâtiment.**

**Auteur ; Jeffrey D Wix**

**Organisation ; The Building Services Research and Information Association**

### Resumé

Cette communication, se fondant sur une étude exécutée par BSRIA pour le compte du Ministère de l'Environnement, examine les fonctions actuelles et potentielles ainsi que l'utilisation des échanges de données entre les systèmes de conception assistée par ordinateur dans l'industrie du bâtiment.

Il a été compris dans ce document une étude des utilisateurs de systèmes de dessin et de modélisation informatique, afin de déterminer leurs opinions et l'emploi des échanges de données. Cette étude a suscité un grand nombre de réponses, permettant ainsi de présenter les résultats en toute confiance.

Il a également été exécuté une étude parallèle des fournisseurs de systèmes et les résultats seront aussi présentés.

L'un des éléments particuliers de l'étude a porté sur les méthodes d'échange des données, la portée de leur standardisation, ainsi que leur pertinence particulière aux besoins de l'industrie du bâtiment. Ceci a conduit à souligner IGES (spécification initiale des échanges graphiques) dans l'étude et ses développements ultérieurs ainsi que les travaux du sous-comité d'IGES AEC aux Etats-Unis. Les raisons de cette étude particulière seront présentées ainsi qu'un examen des exigences particulières de l'industrie.

Title                    DATA EXCHANGE BETWEEN CAD SYSTEMS IN THE UK CONSTRUCTION  
INDUSTRY

Author                  Jeffrey D Wix

Organisation          The Building Services Research & Information Association

Based on a study carried out by BSRIA on behalf of the Department of the Environment, this paper reviews current and potential facilities and use of data exchange between computer aided design systems in the construction industry.

Part of this study was a survey of users of computer drawing/modelling systems to establish their views and use of data exchange. There was a high response to this survey which allows the results to be presented with confidence.

A parallel survey of system suppliers was also carried out and the results of this will also be presented.

A particular part of the study was to investigate methods of data exchange and the extent of their standardisation, together with their particular relevance to the needs of the construction industry. This led to an emphasis in the study on IGES (the Initial Graphics Exchange Specification) and its future developments and on the work of the IGES AEC sub-committee in the United States. The reasons for this emphasis will be presented together with a review of specific industry requirements.

**Titre : LE DEVELOPPEMENT D'APPLICATIONS INFORMATIQUES MODERNES ASSOCIEES AU BATIMENT VERS UNE SOLUTION INTEGREE SERVANT LA "CONSTRUCTION INTELLIGENTE" DES ANNEES 90**

**Auteur : Christopher Bream, Dip Arch (Oxford) RIBA, MBIM**

**Organisation : Welsmere Energy Management Limited**

**RESUME :**

Cet exposé prendra en considération les applications informatiques disponibles actuellement et touchant le domaine financier, la conception, l'exploitation et la gestion des bâtiments. Il démontrera comment la recherche et le développement actuels conduisent vers l'intégration des logiciels dans les domaines de la conception assistée par ordinateur, de la modélisation thermique, de la régulation automatique des services du bâtiment, de l'entretien planifié, de la gestion financière et de l'évaluation des investissements.

L'objectif est d'atteindre un programme intégré ou un groupe de programmes qui rendront la "Construction Intelligente" possible au cours de la prochaine décennie. Pour ce type de bâtiment, un réseau d'ordinateurs, possédant une base de données commune, garderont en mémoire et maintiendront les enregistrements physiques et financiers à la fois (y compris les plans de référence, les dispositions des installations, etc...), assureront la gestion de l'entretien, contrôleront les conditions ambiantes et surveilleront les performances des services en bâtiments.

Il sera possible de prédire longtemps à l'avance les coûts d'exploitation avec exactitude et les budgets énergétiques seront établis automatiquement, à la fois en termes de consommation et de coût. Les performances pourront être contrôlées par rapport à ces budgets et les déviations financières défavorables seront automatiquement redressées en modifiant les paramètres de régulation ambiante.

Cette communication examinera une application expérimentale de ces principes, actuellement entreprise par Welsmere Energy Management Limited.

**Title:** THE DEVELOPMENT OF CURRENT BUILDING-RELATED COMPUTER APPLICATIONS INTO AN INTEGRATED SOLUTION FOR THE 'INTELLIGENT BUILDING' OF THE 1990's

**Author:** Christopher Bream

**Organisation:** Welsmere Energy Management Limited

This paper will consider currently available computer applications relevant to the finance, design, operation and management of the built environment. It will show how current research and development is leading towards the integration of software in the fields of computer aided design, thermal modelling, automatic control of building services, planned maintenance, financial management, and investment appraisal.

The objective is to achieve an integrated program or suite of programs which will make possible the 'intelligent building' of the next decade. In such a building a network of computers having a common data base will store and maintain both physical and financial records (including reference drawings, plant layouts etc), manage maintenance, control environmental conditions and monitor the performance of building services.

Running costs will be accurately predicted in advance and energy budgets automatically set in terms of both consumption and cost. Performance will be monitored against those budgets and adverse financial deviations will be automatically corrected by modification of environmental control parameters.

This paper will examine an experimental application of these principles currently being undertaken by Welsmere Energy Management Limited.





A distributed facilities automation system for IBM buildings	W Houle	46
Development of the next-generation building energy analysis computer software	J Hirsch J Clarke	47



Numerical solution of ventilation air jet	A Setrak H Awbi	25
An integrated computational procedure to predict natural ventilation	E Mathews	26
Optimal search methods to HVAC systems design	J Wright V Hanby	27
Integrated component-based HVAC systems modelling	M Gough	28
The image method for simulating the acoustical performance	E Cirillo I Fato F Piccininni	29
Design and control techniques for room acoustics	G Vermeir	30
Design for a high technology travelling exhibition	C Barker J Lam	31
The results at Clacton St John's 6 years on	B King J Packer	32
Simulation computer programmes for passive solar building design	A Canha da Piedade A Moret Rodrigues J Pedro de Freitas	33
Prediction of sound transmission in buildings	G Vermeir P Mees	34
Estimating interroom contaminant movements	G Walton	35
Frequency domain error analysis of z-transfer functions for multilayer slabs	D Stephenson G Mitalas K Ouyang	36
A computer code for simulating the thermal behaviour of buildings	P Philippi V Nicolau P Abreu J da Cunha Neto	37
A computer prediction on the effect of phase change material panels on annual heating load	Y Sakamoto	38
Optimal control for air conditioning systems	C Janeke	39
The microbased design office	H Cater E Stevens	40
Software for rapid estimates of the cost of building work	R Urien	41
Computer aids to energy efficiency in the management of the national health service	B Oliver	42
Communications and data transfer standards for BMS	C Ashford	43
Control of heating systems	G Levermore	44
Temperature prediction methods for lightweight structures	D Croome P Moseley	45

## CONTENTS

'Intelligent building' of the 1990's	C Bream	1
Data exchange between CAD systems	J Wix	2
Validation of conduction algorithms in dynamic thermal models	B Bland D Bloomfield	3
The appropriateness of heat transfer coefficient algorithms	J Allen J Whittle	4
How simple can solar algorithms be?	J Allen J Whittle	5
Integrated computer aided building services design	C McLelland	6
Building modelling the key to integrated construction CAD	R Aish	7
Energy calculation program for early design stages	L Heikkinen	8
An expert systems environmental design package	A Baxter	9
✓ Simplified calculation of heating energy consumption	P Basnett	10
A computer technique to aid the design of buildings environmental performance	A Newton	11
Sensitivity analysis of dynamic thermal models of buildings	A Irving	12
Empirical validation	N Bowman K Lomas	13
Simulation of building energy systems	J Clarke	14
Analysis and design of multistorey building drainage networks	J Swaffield L Galowin	15
The geometry of the reception of solar radiation	K Letherman M Yau	16
A second order approximation of heat transfer functions based on pade method	M Jakob	17
The influence of the user on the results obtained from thermal simulation programs	D Bloomfield	18
✗ Simultaneous dynamic simulation of air flow	D McLean	19
✗ Air flow and convective heat transfer within space-conditioned, rectangular enclosures	F Alamdari G Hammond W Mohammad	20
Expert systems for building services design	G Hamilton	21
Expert systems	A Dunn	22
An expert system on bioclimatic and energy efficient building	C Dry B Givoni	23
✗ Mathematical modelling approaches to air infiltration	M Liddament	24

