



**HAL**  
open science

## Conception bioclimatique des logements neufs en climat tropical humide. Présentation d'une approche globale.

François Garde, Franck Lucas, Christophe Rat, Harry Boyer, Jean-Claude Gatina

### ► To cite this version:

François Garde, Franck Lucas, Christophe Rat, Harry Boyer, Jean-Claude Gatina. Conception bioclimatique des logements neufs en climat tropical humide. Présentation d'une approche globale.. International Conference on Solar Energy in Buildings CISBAT 2001, 2001, France. pp.1-6. hal-01067720

**HAL Id: hal-01067720**

**<https://hal.science/hal-01067720>**

Submitted on 24 Sep 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DES LOGEMENTS NEUFS EN CLIMAT TROPICAL HUMIDE. PRESENTATION D'UNE APPROCHE GLOBALE.

F. Garde<sup>1</sup>; F. Lucas<sup>1</sup>; C. Rat<sup>2</sup>; H. Boyer<sup>1</sup>; J.C. Gatina<sup>1</sup>

*1: Laboratoire de Génie Industriel, I.U.T. de Saint-Pierre, Département Génie Civil, Université de La Réunion, 40 avenue de Soweto, 97410 Saint-Pierre*

*2: Agence de l'Energie, Hôtel de Région, Moufia, 97400 Saint-Denis.*

## ABSTRACT

This paper deals with a global approach in the thermal and airflow design of new dwellings built in the French tropical overseas islands. The sizing of passive cooling techniques has been evaluated thanks to a simulation code. The solutions have been edited in a reference document. This document serves as work-base for the design of dwellings developments in the French tropical territories. A technical and sociological survey has been carried out in the first dwellings to have an immediate feedback and to correct the solutions if necessary. The paper will present all the methodology used, from the simulations to the realization of the dwellings.

## RÉSUMÉ

Cet article traite d'une approche globale destinée à l'amélioration de la conception thermo-aéraulique des logements neufs dans les Départements d'Outre-Mer français (DOM). Le dimensionnement de solutions passives portant sur l'enveloppe a été évalué à l'aide d'un code de simulation thermo-aéraulique de bâtiment. Ces solutions ont été éditées dans un document qui sert de base de travail pour la conception des nouvelles opérations de logements neufs dans les DOM. Un suivi expérimental et sociologique a été mené sur les premières opérations réalisées afin d'avoir un retour d'expérience immédiat et de faire les corrections nécessaires. L'article se propose de présenter l'ensemble de la méthodologie utilisée, en partant des simulations pour aboutir à la réalisation effective des logements.

## INTRODUCTION

Devant les problèmes énergétiques rencontrés dans les départements d'Outremer français (absence réglementation thermique, démographie importante et moyens de production de l'électricité coûteux et limités) une action de labélisation a été initiée depuis 1995 sous l'impulsion d'Electricité de France dans le secteur du logement neuf. Cette action de maîtrise de l'énergie baptisée « Opération expérimentale ECODOM » a été élaborée dans un vaste partenariat français : Ministère du Logement, Electricité de France, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, Maîtres d'Ouvrages publics et privés, bureaux d'études, architectes et l'Université de la Réunion.

L'objectif annoncé était de mettre en place un label de qualité afin d'améliorer la conception thermo-aéraulique des enveloppes de logements neufs. Le succès d'une telle opération passait bien évidemment par une incitation financière incontournable (une prime de 1500 euros est accordée pour tout logement satisfaisant aux critères de qualité) mais également par l'utilisation de l'outil de travail à mettre en place (code de simulation ou document papier) pour permettre aux architectes, aux bureaux d'études et aux universitaires de travailler ensemble dès l'esquisse du projet. Comme Glicksman le souligne à juste titre dans [1], pour

que le transfert de connaissance puisse se faire de la recherche vers les pratiques professionnelles, l'architecte et le physicien doivent non seulement collaborer dès le début du projet mais également utiliser des outils simplifiés. Les outils d'aide à la conception sont bien évidemment nombreux. Leur niveau de complexité s'adaptent la plupart du temps à la complexité du bâtiment et au financement associé. On peut ainsi justifier l'utilisation d'un code CFD par un bureau d'étude spécialisé pour les calculs énergétiques d'un gros bâtiment tertiaire, mais pour une opération de logements sociaux où les budgets sont nettement inférieurs, un autre type d'outil doit être utilisé. De l'avis de tous les partenaires impliqués dans le projet ECODOM, le meilleur moyen pour que les acteurs du bâtiment puissent travailler ensemble était de produire un document papier de 30 pages maximum présentant de manière simple les différentes solutions passives à prendre en compte.

## **METHODOLOGIE**

L'élaboration de l'opération expérimentale ECODOM a donc reposé sur trois phases :

1. Mise en place des prescriptions simples et pédagogiques portant sur les divers constituants de l'enveloppe du bâtiment (de 1995 à 1997) ;
2. Application de ces prescriptions ECODOM sur des opérations de logements neufs
3. Validation des prescriptions par un suivi expérimental et sociologique.

## **MISE EN PLACE DU DOCUMENT DE REFERENCE ECODOM**

Cette phase a pris deux années (de 1995 à 1997). Notre démarche a consisté à simuler, à l'aide d'un code thermo-aéraulique de bâtiments [2], plusieurs logements représentatifs des habitudes locales de construction (logement individuel et collectif). Les simulations ont permis d'estimer l'influence de chacun des composants du logement (toiture, murs, fenêtres) sur le confort thermique, sur la ventilation naturelle et sur les performances énergétiques. Les simulations, leur analyse et les résultats synthétisés sont présentés dans [3]. Les solutions passives ont ensuite été éditées dans un document de référence [4] après de nombreuses concertations avec des groupes de travail locaux et nationaux (constitués d'architectes, d'universitaires et de professionnels du Bâtiment) sur l'aspect pédagogique et sur la présentation des résultats.

## **Quelques prescriptions issues du document de référence**

Le document de référence ECODOM comprend cinq parties, chacune présentant les prescriptions pour une partie du bâtiment, de son environnement ou des systèmes associés :

1. Implantation sur le site (protection végétale obligatoire sur la périphérie du bâtiment) ;
2. Protection solaire de la toiture, des murs et des ouvertures;
3. Ventilation naturelle (dimensionnement des ouvrants extérieurs et agencement intérieur) ;
4. Eau chaude sanitaire (eau chaude solaire, gaz ou stockage électrique asservi autorisés) ;
5. Option chambre climatisée (bonne gestion de l'air neuf et du système de climatisation).

Pour chacune de ces parties, un choix de solutions techniques simples est proposé à l'architecte ou au bureau d'étude en charge de l'analyse du projet. Par exemple, le tableau 1 permet d'avoir l'isolation thermique optimale adaptée à la couleur de la toiture choisie.

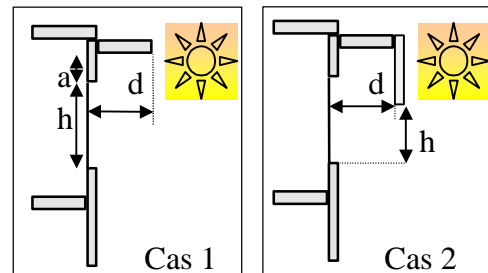
Pour la protection solaire des ouvertures, le tableau 2 donne les dimensions du débord requis en fonction de l'orientation des ouvertures et des caractéristiques géométriques. D'autres solutions de protections (volets persiennés, jalousies opaques) sont évidemment autorisées.

	Isolant type polystyrène	Isolant type polyuréthane
Couleur toiture	$\lambda = 0,041 \text{ W/m.K}$	$\lambda = 0,029 \text{ W/m.K}$
claire ( $\alpha = 0,4$ )	5 cm	4 cm
moyenne ( $\alpha=0,6$ )	8 cm	6 cm
foncée ( $\alpha = 0,8$ )	10 cm	8 cm

Tableau 1 : Epaisseur d'isolant requise (en cm) en fonction de la couleur de toiture

	Orientation			
	Est	Sud	Ouest	Nord
Réunion	0,8	0,3	1	0,6
Guadeloupe	0,8	0,6	1	0,3

Tableau 2 : valeurs de  $d/(2a+h)$  (cas 1), or  $d/h$  (cas 2)



De même, la protection solaire des murs peut être assurée par débord ou isolation thermique. Des tableaux fournissent les épaisseurs d'isolant requises en fonction du type de matériau utilisé, de l'orientation de la paroi et de sa couleur [4].

Pour la ventilation naturelle, il est demandé que le logement soit entièrement traversant : à chaque niveau ou étage, il doit posséder des ouvertures dans les pièces principales sur au moins deux façades opposées (les pièces principales étant les chambres et le séjour). Le calcul de la porosité ECODOM s'effectue en faisant la moyenne de la surface des deux façades opposées. Les ouvertures de deux façades ainsi que les ouvertures intérieures doivent avoir une surface au moins égale à 25% de cette moyenne.

#### IMPLÉMENTATION DES PRESCRIPTIONS ECODOM SUR UNE OPÉRATION DE LOGEMENT NEUF

Une fois le document de référence réalisé et édité, nous l'avons mis en application sur certains projets de logement neufs à partir de 1997. Depuis 1997, plus de 800 logements ont été réalisés en utilisant ce document. Nous allons illustrer l'utilisation du document de référence sur l'un des premiers projets ECODOM. Il s'agit de l'opération « la Découverte », composé de 44 logements locatifs sociaux. Les façades principales sont orientées Nord-Sud (voir Figure 1). Les figures 1 et 2 illustrent l'évolution du projet avant et après les prescriptions ECODOM, de la phase projet à la réalisation effective.

Concernant l'implantation sur le site, le projet dispose de jardins privatifs qui assurent la végétalisation périphérique exigée.

La protection solaire du toit (de couleur rouge) a été améliorée. D'après le tableau 1, l'épaisseur d'isolant, initialement de 5 cm, a été augmentée à 8 cm. Pour la protection solaire des murs, des balcons filants sur la façade Nord ont été rajoutés. Ces balcons assurent à la fois la protection solaire des ouvertures et des murs de la façade Nord. Les dimensions des balcons ont été calculées à l'aide du tableau 2. Les pignons est et ouest ont une isolation thermique intérieure de 1 cm de polystyrène.

Pour la ventilation naturelle dans les chambres, une porosité de 2 m<sup>2</sup> était nécessaire. Les fenêtres (initialement des fenêtres coulissantes de 1,44 m<sup>2</sup> sans protection solaire), ont été remplacées par des portes-fenêtres. Des impostes ont de plus été rajoutées au-dessus des portes intérieures des chambres afin de retrouver la porosité de 2 m<sup>2</sup> à l'intérieur du logement.

Le surcoût total pour cette opération s'est élevé à 1500 euros par logement.

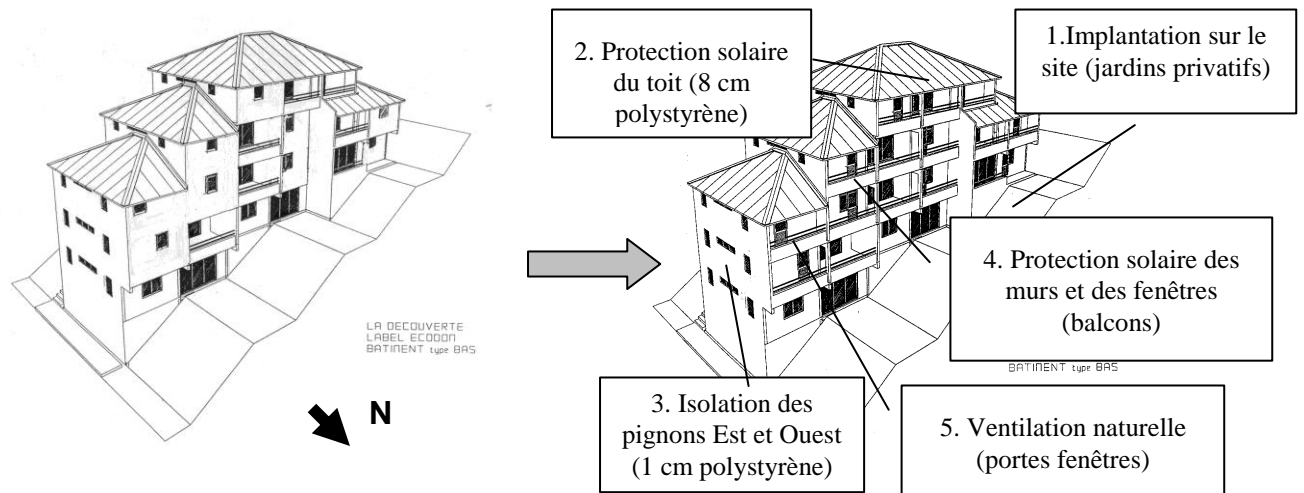


Figure 1 : Evolution du projet « La Découverte » (1997-1998)



Figure 2 : Le projet final « La Découverte » (1999)

## SUIVI EXPERIMENTAL ET SOCIOLOGIQUE

Le suivi technique et sociologique a été mis en place pour les deux premières opérations ECODOM. Les campagnes de mesures ont été réalisées pendant les saisons chaudes de 1998 et 1999. Elles ont porté à la fois sur des logements non occupés et sur des logements occupés. L'étude sociologique a permis d'apporter un complément d'information sur l'utilisation ou non des certaines solutions techniques (imposées par exemple) et sur la perception des logements par les occupants.

### Choix des appartements et périodes d'instrumentation

Nous avons instrumenté dans chaque opération 4 logements non occupés et 6 logements occupés. Les logements ont été choisis afin de permettre la comparaison d'un ensemble de paramètres tel que la protection solaire de la toiture ou l'influence de la ventilation naturelle. Ainsi, sur les quatre logements, deux d'entre eux étaient identiques en orientation et en dimension, les deux autres étaient superposés (avec l'un des deux sous toiture). Nous avons donc pu faire des comparaisons avec un logement de référence et un autre sur lequel nous modifions certains paramètres.

### Acquisition de données

Pour la période non occupée, les capteurs utilisés étaient des thermocouples pour la mesure des températures d'air (avec la protection par cylindre en aluminium contre le rayonnement), température résultante, températures de surface, thermo-hygromètres pour l'humidité relative, anémomètre de précision pour la mesure de la vitesse d'air dans les pièces du logement. Pour la période occupée, les capteurs utilisés étaient de petites boîtes blanches autonomes très discrètes, pouvant se fixer contre un mur et qui relevaient toutes les 30 minutes les couples température hygrométrie de la pièce pendant plusieurs mois. Une station météorologique portable installée à proximité des sites instrumentés enregistrait l'ensemble des données climatiques sur des fichiers horaires.

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

Nous ne pouvons bien évidemment pas présenter l'ensemble des résultats expérimentaux. L'ensemble des résultats, leur analyse et les conclusions ont fait l'objet de plusieurs rapports de recherche disponibles auprès des auteurs [5]. Aussi, nous nous bornerons à mettre en évidence les points les plus marquants.

### **Influence de la protection solaire de la toiture**

La protection solaire de la toiture est d'une importance capitale dans la conception thermique des bâtiments en climat tropical. Pour mettre en évidence l'influence de la toiture, nous avons instrumenté deux logements identiques, l'un sous toiture et l'autre à un niveau inférieur. Dans ce cas, les deux logements étant tous deux fermés, la différence de température entre les deux logements ne peut provenir que de la toiture. L'évolution des températures résultantes pour pendant les saisons chaudes met en évidence un écart constant de 1,5°C. Ainsi, même avec une épaisseur d'isolant adaptée aux exigences ECODOM, l'importance des flux solaires reçus par la toiture (plus de 1000 W.m<sup>-2</sup>) implique une surchauffe constante. Des écarts de 3°C ont été même observés entre des logements ayant une toiture « classique » (tôle/lame d'air de 10 cm/ faux plafond) et des logements ECODOM [6].

### **Ventilation naturelle**

Les mesures effectuées dans les logements ont montré que la ventilation naturelle est globalement satisfaisante dans les logements traversants, avec des vitesses d'air comprises entre 0,5 m.s<sup>-1</sup> et 1 m.s<sup>-1</sup>. Celle-ci est moins performante la nuit où ce sont les brises thermiques qui entrent alors en jeu. D'une manière générale, les logements, lorsqu'ils sont traversants ont une température d'air intérieur plus faible de 1,5°C par rapport à la température d'air extérieur pendant les moments les plus chauds de la journée. La nuit par contre, les logements sont plus chauds de 1°C par rapport à la température extérieure. La comparaison de logements traversants par rapport à des logements ouverts mais non traversant montre une amélioration de la température d'air de plus de 1,5°C, ce qui les rend confortables 100% du temps, si l'on se réfère au diagramme de Givoni (voir Figure 5).

## **LE SUIVI SOCIOLOGIQUE**

Les résultats obtenus par l'enquête sociologique nous ont permis de confirmer certains résultats du suivi expérimental, notamment sur la protection solaire de la toiture et de la ventilation naturelle. Concernant la ventilation naturelle, les locataires ont apprécié largement la ventilation traversante malgré les nuisances sonores principalement dues à la dualité confort acoustique/confort thermique d'un logement ouvert. La possibilité de pouvoir réguler les flux d'air à l'aide de jalousies extérieures a été très bien perçue. Ainsi, l'amélioration de la conception thermique d'un logement pourra se faire en proposant des solutions passives tout en respectant le mode d'habiter des personnes.

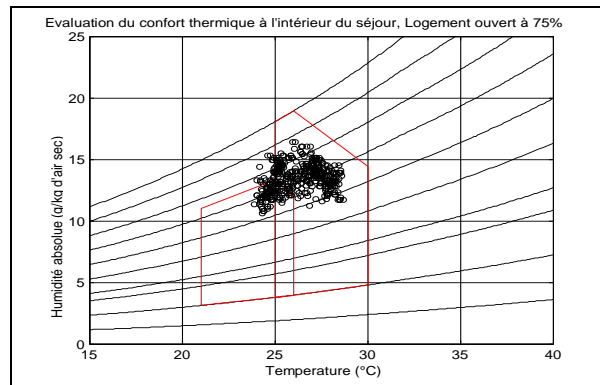


Figure 3 : Couples températures/humidité dans un logement occupé

## CONCLUSION

L'approche globale portant sur l'amélioration de la conception thermique des logements dans les DOM vient d'être présentée. Le document de référence issu d'un travail important de simulations a permis aux différents acteurs du bâtiment d'avoir un outil de travail commun simple et pédagogique. 800 logements ECODOM ont pu ainsi être réalisés dans les DOM.

Le suivi expérimental et sociologique a permis d'affiner les prescriptions ECODOM. Ainsi, si la protection solaire de la toiture et la ventilation naturelle sont des points sur lesquels les prescriptions doivent être rigoureusement respectées, une certaine souplesse peut être envisagée pour les parois verticales. L'enquête sociologique a montré que les locataires étaient globalement satisfaits du confort thermique malgré quelques carences acoustiques.

Enfin, le travail futur consiste à faire évoluer le document de référence ECODOM vers un peu plus de souplesse en modulant les prescriptions et en proposant différents niveaux de qualité, ceci afin de laisser une plus grande marge de manoeuvre aux concepteurs.

## REFERENCES

1. L. Glicksman. The challenge of Sustainable, "Green buildings", Journal of HVAC&Research, Vol. 6, n°3, 2000, pp. 211-212.
2. H. Boyer, F. Garde, J.C. Gatina, J. Brau, A multi model approach of thermal building simulation for design and research purposes, Energy and Buildings, 28 (1998), 1, pp. 71-79
3. F. Garde, H. Boyer, J.C. Gatina. Elaboration of global quality standards for natural and low energy cooling in tropical island buildings. Build. and Environment, 1999, Vol.34, pp.71-83.
4. R. Célaire, O. Jourdan. Opération expérimentale ECODOM. Prescriptions techniques.. Antilles et les bas de La Réunion. Document de référence ECODOM, 1997, 32 p.
5. F. Garde, L. Adelard, T. Mara, P. Poudroux, and Boyer H.. Evaluation technique de l'opération expérimentale ECODOM. Rapport intermédiaire : opération « La Découverte » Convention d'étude SPIOM, DDE Réunion, octobre 2000, 60 p.
6. L. Seauve. Evaluation technique et sociologique de l'opération expérimentale ECODOM en Guadeloupe. Synthèse, convention d'étude 98000094, SPIOM DDE, Janv. 2000, 105 p.