

COULIBALY Yézouma

Maître-Assistant à l'E.I.E.R.

03 BP 7023 Ouagadougou 03 - Burkina Faso

THIOMBIANO Godefroy

Charge de recherche à l'I.R.S.A.T

03 BP 7047 Ouagadougou 03 - Burkina Faso

TRAORE M. Yves

Charge de recherche à l'I.R.S.A.T

03 BP 7047 Ouagadougou 03 - Burkina Faso

Résumé

On analyse les conditions de confort thermique dans l'habitat en zone climatique sèche et humide à travers le cas de trois villes sub-sahariennes : Ouagadougou 12,5° de latitude nord, Bobo Dioulasso 11° de latitude nord et Dori 14° de latitude nord. L'analyse est faite à partir des données météorologiques reportées sur le diagramme bioclimatique de Givoni. À partir de ce diagramme, on préconise une typologie de l'habitat des zones considérées en recommandant certains effets bioclimatiques et en déconseillant d'autres.

Mots clés :

confort thermique, bioclimatisme, habitat, climat, climatisation.

abstract

thermal comfort conditions are analyzed for three sub-sahara african cities in habitat of humid and dry climatic zone : Ouagadougou in latitude 12,5° north, Bobo Dioulasso in latitude 11° north and Dori in latitude 14° north. The analysis is made from meteorological data plotted on Givoni bioclimatic diagram. By this diagram, we recommend a typology of these areas housing, by encouraging some bioclimatic effects and dissuading others.

key words :

thermal comfort, passive solar cooling, habitat, climat, air conditioning

I) INTRODUCTION

L'habitat traditionnel est réputé pour son adaptation aux climats locaux parce que résultant d'une expérience sur plusieurs siècles. Face à la poussée démographique un nouveau type d'habitat souvent moins adapté thermiquement se développe à partir des villes pour se propager ensuite dans les pays.

Pour des raisons économiques, parfois esthétiques, par ignorance ou souvent par habitude, on construit sans tenir compte du climat. Nous proposons à travers la présente étude une méthodologie pour la prise en compte des paramètres climatiques dans la conception de l'habitat en zone tropicale. Cette méthodologie aboutit à des recommandations pour l'amélioration du confort thermique dans l'habitat ou pour réduire la charge climatique des locaux qui bénéficient du conditionnement d'air.

II) DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE DE GIVONI

Le confort thermique est une notion subjective fonction de divers paramètres qui sont imposés par le milieu (température, humidité et vitesse de l'air, température radiante des corps environnants, ...) soit propres aux individus (le métabolisme, l'activité, l'âge, le sexe des individus, ...).

Une approche réaliste de l'étude du confort consiste à ne prendre en compte que quelques uns de ces paramètres parmi les plus importants.

Dans l'analyse qui suit nous

n'avons considéré que les effets combinés de la température sèche et de l'humidité.

L'effet de la ventilation vient en complément. La zone de confort est de ce fait définie par un polygone dans le diagramme psychrométrique [5].

Pour un individu acclimaté (sédentaire ou établi au moins depuis 5 ans dans la zone de mesure) elle est représentée par la figure 1.

Les auteurs ne font pas d'hypothèses sur les paramètres annexes tels que la vitesse du vent pour l'établissement de la zone de confort.

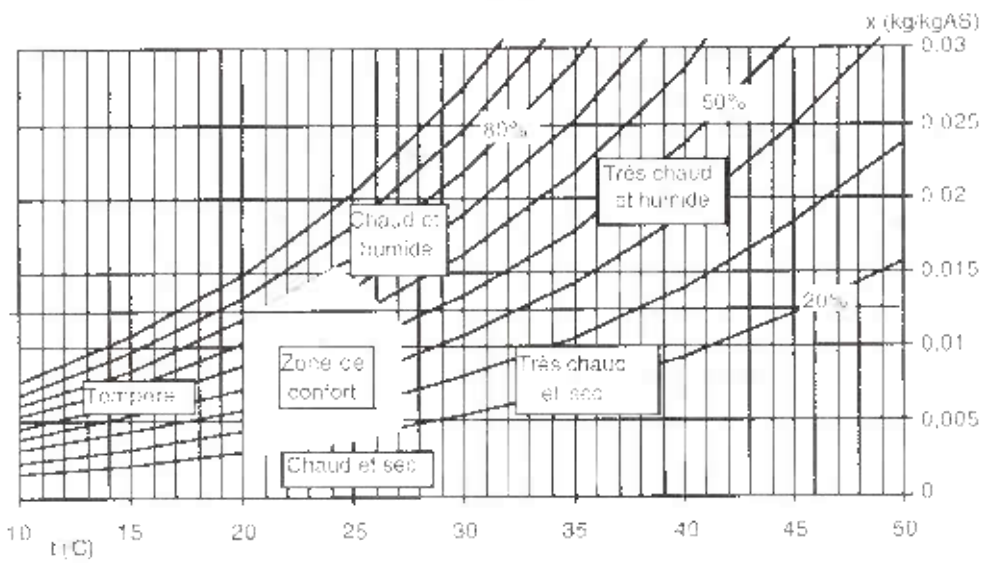


Figure 1: Zone de confort dans le diagramme psychrométrique : t est la température sèche et x l'humidité absolue

lorsqu'un individu est hors de la zone de confort il éprouve une gêne et donc le besoin de se soustraire à cet inconfort. La solution la plus efficace mais aussi la plus coûteuse consiste à utiliser les moyens artificiels tels que le chauffage pour les climats tempérés ou froids, et la climatisation artificielle pour les climats chauds. Une autre approche est l'utilisation de concepts bioclimatiques pour créer des zones de microclimat confortables dans le cadre de vie. On étend ainsi la zone de confort à un espace plus important présenté par la figure 2 tirée des travaux de Givoni et Hilne [1]. Chacune des zones montre l'extension de la zone de confort du fait d'un effet bioclimatique particulier. La zone de ventilation permanente V correspond aux climats pour lesquels une bonne ventilation des

personnes et des locaux suffit à recréer le confort thermique. En se référant à la figure 1 on peut constater que ce type de solution intéresse surtout les zones climatiques chaudes et humides.

La zone I correspond aux climats pour lesquels une architecture à forte inertie thermique permet d'atteindre le confort par la création d'un microclimat interne. Dans certains cas de climats particulièrement rudes, l'inertie thermique doit être augmentée à l'extrême et accompagnée d'une bonne ventilation nocturne des locaux pour évacuer les chaleurs diurnes et redonner ainsi le confort thermique. C'est le cas de la zone INV . Lorsque l'air est relativement sec, on peut réaliser un refroidissement et une humidification par évaporation d'eau. L'air résultant est

ensuite distribué dans les locaux. Le confort thermique peut être ainsi obtenu pour la zone RE [3],[4].

Pour toute autre zone à l'exception des cinq citées il faut recourir aux moyens artificiels que sont :

- la climatisation artificielle (AC)
- la déshumidification (DH)
- le chauffage, soit naturel par effet de serre et autres capteurs solaires, soit artificiel (H).

III) APPLICATION EN ZONE TROPICALE

Les réponses bioclimatiques de l'habitat pour un bon confort thermique dépendent à la fois du lieu géographique et de la période de l'année. A partir des données météorologiques de trois régions types du Burkina Faso nous faisons une analyse globale des conditions de confort thermique passif du pays et par extension des zones tropicales sèches ou moyennement humides (figure 3). Nous avons adopté la classification de G. Lippsmeir [1] pour la dénomination des trois régions en :

- zone tropicale humide ; cas de Bobo Dioulasso (11° nord, 4,5° ouest)
- zone tropicale sèche ; cas de Ouagadougou (12,5° nord, 1,5° ouest)
- zone semi-désertique ; cas de Dori (14° nord, 0°)

Pour chacune de ces trois zones, les données météorologiques sur 10 ans* (période de 1983 à 1992) ont permis de calculer les valeurs moyennes mensuelles de températures et d'humidités maximales et minimales et d'en reporter les valeurs sur le diagramme bioclimatique. Les figures 4, 5 et 6 présentent ces valeurs par site pour chaque mois de l'année⁶.

L'analyse de ces diagramme est donnée ci-après.

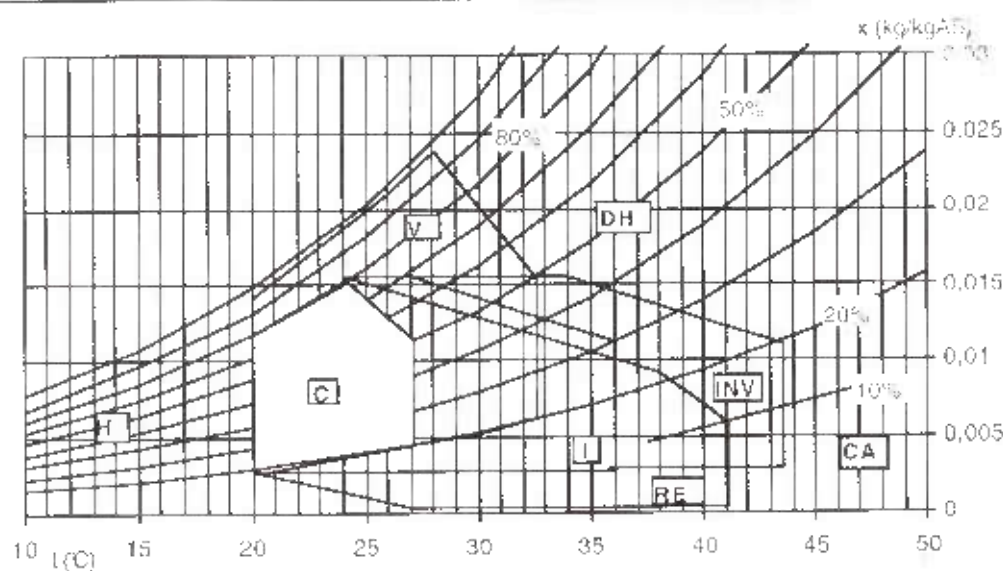


Figure 2: Diagramme bioclimatique de Givoni : t est la température sèche, x l'humidité absolue

* source des données : Météorologie Nationale du Burkina Faso

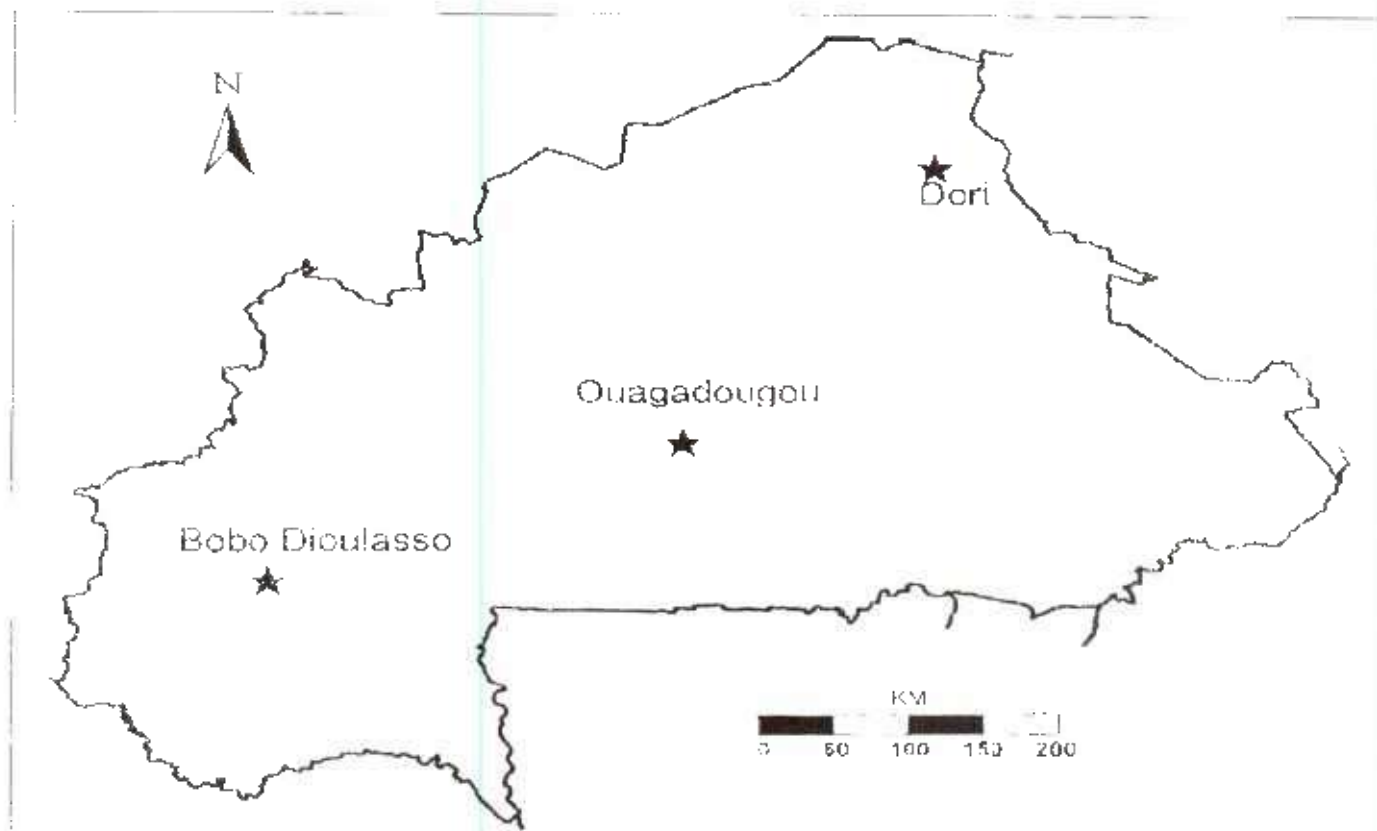


Figure 3: Villes sites des relevés météorologiques utilisés

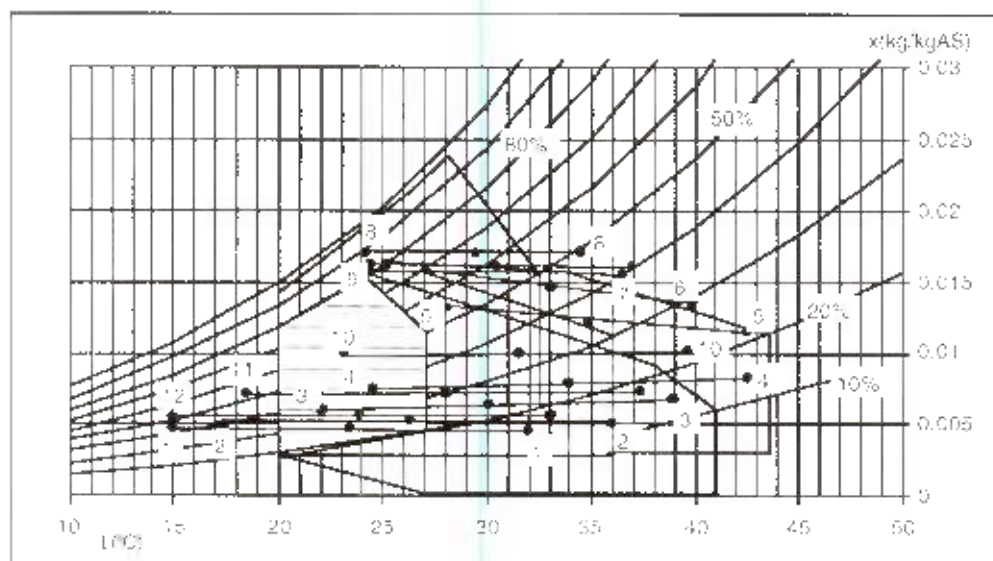


Figure 4: site de Dori sur le diagramme bioclimatique

Région de Dori. La région de Dori présente les caractéristiques d'une zone de fortes amplitudes de température en particulier pour les mois allant de Novembre à Avril. Les réponses architecturales ou bioclimatiques sont de deux ordres. - La période d'Octobre à Avril se caractérise par un climat sec, froid la nuit et souvent chaud le jour. L'habitat conseillé est essentiellement celui à forte inertie thermique pour un stockage de la fraîcheur nocturne à condition de bien ventiler les locaux la nuit. Une telle disposition répond à la fois au

problème des surchauffes diurnes et des refroidissements nocturnes par un écrêtement des amplitudes de température interne. Dans les cas de constructions en bannu, l'épaisseur des murs conseillée peut atteindre 30 voir 40 cm. La période de Mai à Septembre se caractérise par un climat relativement humide à faibles amplitudes de température. L'inertie thermique préconisée ci-dessus est inadaptée. Pour certains mois de l'année (Juin, Juillet et Août) il n'y a de solution autre que la climatisation artificielle à certains

moments de la journée, demeure cependant possible pour une bonne partie de la journée, d'atteindre le confort par la ventilation permanente ainsi que le suggère la figure 4. Celle-ci peut être naturelle (réalisation d'ouvertures judicieusement placées) ou forcée.

Région de Ouagadougou

Le climat y est plus clément. On distingue assez nettement deux grandes périodes bioclimatiques (figure 5). La période allant de novembre-avril est qualitativement similaire à celle décrite par

la figure 4.

Le stress climatique est toutefois plus faible. L'inertie thermique de l'habitat peut par conséquent être réduite. Une inertie thermique conséquente et une ventilation continue à certaines périodes de l'année (Juillet, Août, Septembre) peuvent dans certaines conditions de protection solaire suffire pour un bon confort toute l'année.

Les périodes les plus difficiles sont les maximas d'Avril et Juin pour lesquels un appoint en climatisation artificielle est inévitable.

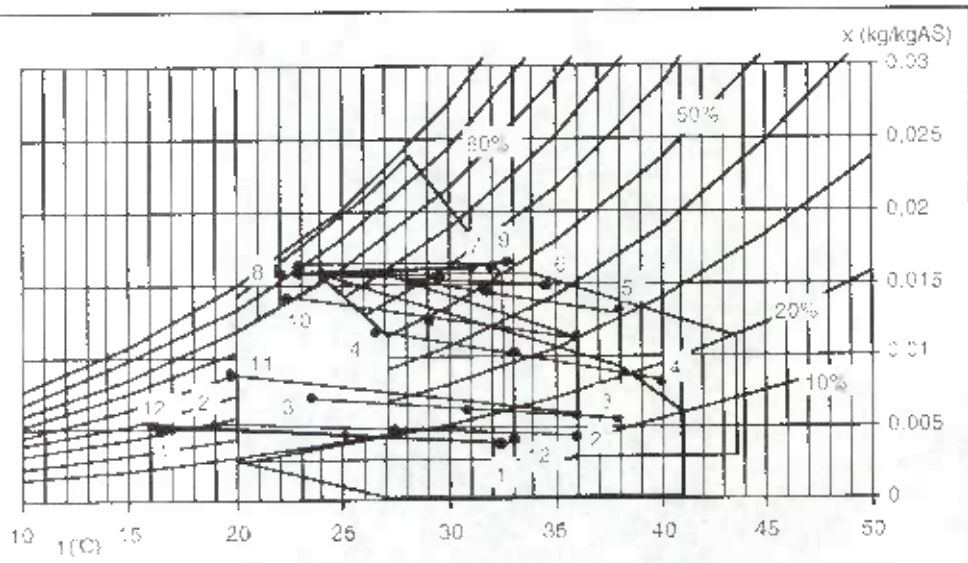


Figure 5 : site de Ouagadougou sur le diagramme bioclimatique

Région de Bobo Dioulasso

C'est la zone la plus clémente. Une architecture bien conçue doit permettre dans cette zone de s'affranchir de tout moyen de climatisation artificielle. Ce n'est pas toujours facile ni même possible dans la pra-

à vivre de préférence à l'intérieur des maisons dans la journée et à l'extérieur la nuit (sur les terrasses, les balcons, les toits en terrasse ou tout autre espace ventilé) est la méthode de règle dans cette région.

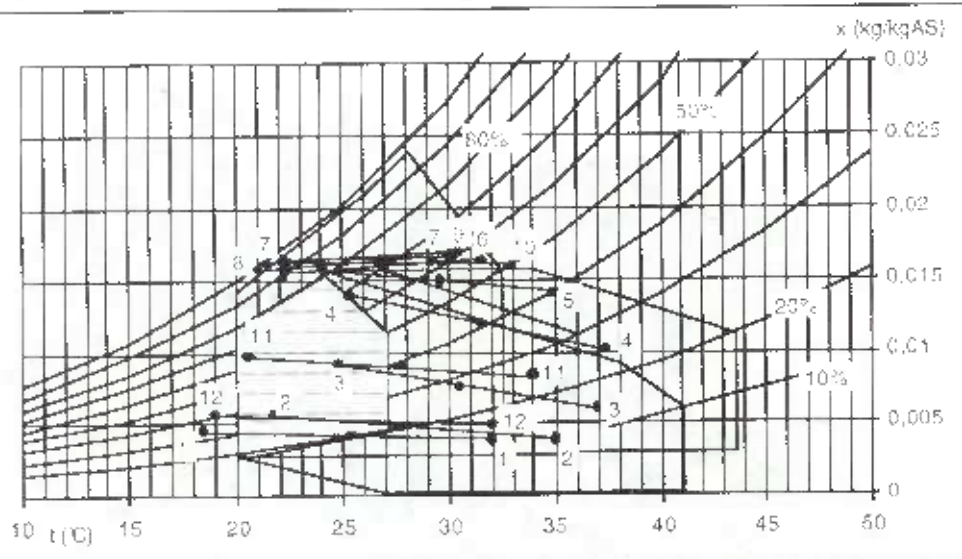


Figure 6 : site de Bobo-Dioulasso sur le diagramme bioclimatique

ique. On remarque (figure 6) qu'une bonne ventilation lors des périodes humides de Mai à novembre permet de couvrir pratiquement tous les besoins de climatisation à tout moment de la journée. A tout autre moment de l'année, le nomadisme qui consiste

V) RECOMMANDATIONS POUR LES TROIS SITES

Malgré les différences relevées, les trois régions analysées restent somme toute semblables par leurs réponses bioclimatiques et architecturales ainsi que le montrent les

figures 3, 4 et 5. L'une de ces réponses, à laquelle nous n'avons pas encore fait allusion est la protection contre le rayonnement solaire. Le tableau ci-dessous présente l'irradiation moyenne mensuelle sur un plan horizontal de chaque site.

Les fortes valeurs d'irradiations indiquées par ce tableau principalement pour la région de Dori, montrent l'importance de cette protection dans les pays tropicaux : maisons de teinte claire réfléchissante, tôle en aluminium et double dalle avec lame d'air, masques divers tels que les haies vives, les

auvents, avancées de toiture et rebords de fenêtre etc. Pour limiter les apports solaires il faut également penser à réduire la surface et le nombre des ouvertures en évitant de réaliser de véritables serres par excès de vitrage. Une surface d'ouverture de 15 à 25 % de la surface totale des murs externes est un bon ratio dans les zones très ensoleillées et sèches. Dans les cas de climat chaud et humide un compromis est à trouver entre cette règle de protection solaire et la ventilation des locaux qui demande une surface d'ouvertures plus grande.

On se rend bien compte, dans la pratique, à quel point la ventilation des locaux et des personnes est importante pour le confort thermique.

C'est pour cette raison que les maisons et leurs ouvertures

doivent être orientées de manière à bénéficier des vents dominants. Au Burkina Faso ces vents sont d'une part l'hamattan qui souffle du nord-est de Novembre à Avril, d'autre part la mousson qui souffle du sud-ouest de Mai à Octobre.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Dori	4,96	5,61	5,9	5,86	6,2	5,59	5,41	5,33	5,58	5,41	5,13	4,76
Ouagadougou	4,25	4,89	4,98	5,03	5,03	4,78	4,54	4,4	4,77	4,79	4,39	4,09
Bobo-Dioulasso	4,42	4,89	4,9	4,88	4,92	4,78	4,29	4,18	4,44	4,63	4,21	4,01

Tableau : Irradiation moyenne journalière en kW/m²



Figure 7 a
Exemple de protection
de façade ouest
par la végétation

Figure 7 b:
Protection de façade
est par rebords de
fenêtre et végétation



Ici encore un compromis doit en général être trouvé avec l'une des règles de la protection solaire qui veut que les plus grandes façades soient face au nord ou au sud.

Inertie thermique, protection solaire et ventilation, lorsqu'elles sont bien pensées, suffisent dans bien

des cas pour avoir un confort acceptable. Le refroidissement par évaporation, s'il était utilisé serait un bon complément pour se passer de climatisation active dans bien des maisons pour toute l'année. Cette technique, connue et utilisée depuis fort longtemps dans la climatisa-

tion des locaux est malheureusement ignorée en Afrique subsaharienne.

Elle est tout juste utilisée dans les villages pour refroidir l'eau de boisson dans les jarres neuves et les bidons recouverts de tissus mouillés. Les tentatives d'adaptation et de



Figure 7 c : Protection des façades par avancée de toiture et végétation

promotion du procédé par l'I.E.R. et par l'IRSAT ont permis d'introduire deux prototypes de refroidisseur par évaporation sur le marché[4]. Quelques modèles d'importation sont également commercialisés.

Cependant les réalisations pratiques restent limitées. Une information à large échelle devrait permettre à terme d'introduire assez facilement cette technologie dans les habitudes de climatisation des locaux des zones tropicales sèches.

VI CONCLUSION

Le travail présenté ici a permis de montrer l'incidence prépondérante de certains paramètres climatiques sur le confort thermique. L'utilisation du diagramme de Givoni fait ressortir clairement les possibilités, les zones et les modes d'intervention bioclimatiques pour atteindre le confort thermique. On en déduit les recommandations fondamentales telles que la protection contre le rayonnement solaire (arbres, auvents, rideaux, masques divers) et la forte inertie thermique des locaux pour les pays chauds et secs. Pour cette dernière recommandation on sait que les bâtiments de structure lourde sont nécessaires pour l'amortissement et le déphasage de l'onde thermique pendant

les périodes chaudes et sèches. Cependant, très souvent un compromis doit être trouvé avec la nécessité d'avoir une structure légère bien ventilée en saison des pluies. C'est l'un des paradoxes du bioclimatisme des climats chauds. Dans tous les cas de figure on réduira l'inconfort des saisons les plus torrides au détriment de celui des saisons élémentes.

Cette méthode d'analyse (diagramme de Givoni) appliquée à trois régions climatiques types du Burkina Faso fait ressortir avec acuité

les insuffisances et les forces de l'habitat de ces régions. Le refroidissement par évaporation est identifié comme pouvant être d'un recours bénéfique sinon déterminant pour se passer de climatisation artificielle à toute période de l'année. Dans un environnement si souvent torride où la tendance devrait être aux économies d'énergie le bioclimatisme est sans conteste incontournable.

L'idée de base qu'il sous-entend étant : "avant de climatiser, il faut éviter de chauffer". □

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] MINISTERE DE LA COOPERATION FRANÇAISE, GRET, Programme coxcoop. 1986 - Bioclimatisme en zone tropicale, Paris : la documentation française, 172 p.
- [2] MESTER de PARAJD L. 1991.- Architecture climatique en Afrique. - Séminaire architecture (Bio) climatique. - Sophia-Antipolis : AFME, p. 267-277
- [3] JANNOT, Y.1994.- L'amélioration du confort thermique en zone tropicale sèche. - In : "Revue Internationale du Froid", Vol 17 N° 3
- [4] JANNOT Y., DJIAKO, T. 1994. - Economie d'énergie et confort thermique dans l'habitat en zone tropicale - In : "Revue Internationale du Froid", Vol 17 N° 3
- [5] UNITED NATIONS CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS (HABITAT). 1990. - National design handbook prototype on passive solar heating and natural cooling of buidings. - Nairobi : United Nations, 162 p.
- [6] CHAULIAGUET, Ch., BARATÇABAL, P., BATELLIER, J.P. 1979. - L'Énergie Solaire dans le bâtiment. - Paris : Eyrolles, 202 p.
- [7] BLANC, M. 1949. - Essai sur l'habitation tropicale.- Paris : Service de l'habitat du BCBOM, 70 p.

