



HAL
open science

Adaptation climatique ou culturelle en zones arides. Cas du sud-est algérien

Amar Bennadji

► **To cite this version:**

Amar Bennadji. Adaptation climatique ou culturelle en zones arides. Cas du sud-est algérien. Géographie. Université de Provence - Aix-Marseille I, 1999. Français. NNT: . tel-01063273

HAL Id: tel-01063273

<https://theses.hal.science/tel-01063273v1>

Submitted on 11 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.

T-1516

Amar BENNADJI

ADAPTATION CLIMATIQUE OU CULTURELLE EN ZONES ARIDES

CAS DU SUD-EST ALGÉRIEN



MSH-TOURS



D 355 004439 4

Diffusion
Septentrion

PRESSES UNIVERSITAIRES

Thèse à la carte

T-1516

UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE I – UNIVERSITÉ DE PROVENCE

U.F.R. des Sciences Géographiques et de l'Aménagement

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE I

Espaces Méditerranéens et Relations Nord Sud

Présentée et soutenue publiquement par

Amar BENNADJI

ADAPTATION CLIMATIQUE OU CULTURELLE

EN ZONES ARIDES

Cas du Sud-Est algérien

MSH - TOURS

10 NOV. 2006

Centre de Documentation

JURY :

- | | |
|--|------------------------|
| M. Xavier BERGER, CNRS, Sophia anti-polis, | (Rapporteur). |
| M. Philippe CADENE, Université de Montpellier, | (Rapporteur) |
| M. Marc COTE, Université d'Aix Marseille I. | (Directeur de thèse) |
| M. Jean Claude GIACOTTINO, Université d'Aix Marseille I, | (Président du jury). |
| M. Jean Louis IZARD, Ecole d'Architecture de Marseille. | (Codirecteur de thèse) |

Note du Diffuseur

Cet ouvrage est la reproduction *en l'état* de l'exemplaire de soutenance. Les Presses Universitaires du Septentrion ne peuvent être tenues responsables des « coquilles » ou toutes autres imperfections typographiques contenues dans les pages ci-après.

En application de la loi du 1 Juillet 1992 relative au code de la propriété intellectuelle, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du Droit de Copie (20, rue des Grands Augustins - 75006 Paris)

© Amar BENNADJI
I.S.B.N. : 2-284-03225-7

PRESSES UNIVERSITAIRES DU SEPTENTRION

Rue du Barreau BP 199 59654 Villeneuve d'Ascq CEDEX France

Tél : 03 20 41 66 80

Fax : 03 20 41 66 90

Web [http : //www.septentrion.com](http://www.septentrion.com)

Dédicaces

Je n'ai pas le droit de dire qu'il est « injuste » que tu nous aie quitté la veille de la remise de ma thèse ! C'est à toi que je dédie ce travail «PAPA» ! Toi qui l'a soutenu par tes déplacements sur site, par tes envois d'informations et surtout par ta profonde préoccupation.

Remerciements

Je remercie tout d'abord le «grand» laboratoire à ciel ouvert comme l'appellent communément les sociologues (ici la ville de Sidi-Okba) où ont été faites les mesures climatiques urbaines et architecturales et le Laboratoire A.B.C. (Architecture Bioclimatique et Construction parasismique), mon Laboratoire d'accueil où ont été traitées ces données et où a été réalisée la plus grande partie de la thèse.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à mes deux directeurs de thèse qui ont bien voulu accepter le sujet de thèse consistant à regrouper deux visions souvent divergentes.

Je remercie Monsieur Marc COTE, professeur à l'Université d'Aix-en-Provence pour son suivi, ses nombreux conseils, ses remarques, ses critiques constructives, sa rigueur et sa disponibilité durant toute la durée de la thèse. Je le remercie pour ses recommandations aux autorités algériennes qui m'ont permis d'effectuer mes relevés et mes mesures.

Je remercie Monsieur Jean Louis IZARD, professeur à l'École d'Architecture de Marseille et directeur du Laboratoire A.B.C., pour ses précieux enseignements sur l'interaction entre climat et architecture. Je le remercie pour avoir encadré mon travail quotidiennement, ses nombreux conseils m'ont été précieux aussi bien pour l'accomplissement de ce travail que pour ma formation personnelle. Je le remercie également de m'avoir permis de participer aux autres recherches entreprises par le laboratoire A.B.C.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance envers Monsieur Xavier Berger, chercheur au CNRS de Sophia Anti-polis, qui a apporté beaucoup à mon travail de thèse. Je le remercie pour son aide «remarquable», pour son déplacement en vue d'approfondir mon étude et pour sa disponibilité incessante malgré la distance. Je le remercie également pour avoir accepté d'être rapporteur de ce travail.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Philippe Cadène, enseignant et chercheur à l'Université de Montpellier, pour avoir accepté d'être rapporteur de ce mémoire.

Je remercie Monsieur Jean Claude Giacottino, enseignant et chercheur à l'Université d'Aix-Marseille I, pour avoir accepté de présider le jury de thèse.

Ce travail est aussi le résultat d'une collaboration enrichissante avec les membres du Laboratoire A.B.C. Merci à Mademoiselle Rofia Lehtihet, Messieurs Mohamed Belmaaziz, Abdelaziz Boukara, Marc André Dabat et Jean Philippe Mevy, sans oublier notre aimable secrétaire Hélène Lefebvre pour sa disponibilité.

Mes remerciements vont aux membres du service technique de la ville de Sidi-Okba : Sadok Berramdhani, Ali Djenaihi, Salim Troudi, Lazhari Belakehal et Azedine Belakehal, qui m'ont accompagné dans les rues de leur ville malgré la chaleur d'été. Bien que cet accompagnement fut exigé par les services d'ordre, il n'était en aucun cas une surveillance mais un accompagnement amical.

Mes vifs remerciements au personnel de l'aéroport de Biskra, notamment le personnel de la station météorologique, pour leur aide et les informations relatives aux données météorologiques qu'ils ont pu me transmettre.

Je remercie les familles qui ont accepté de saisir les températures journalières pendant toute la durée de la thèse.

Plus intimement, je remercie Azzedine Belakchal, mon ami d'études et correspondant du service technique de la ville de Sidi-Okba pour toutes ses aides, son encouragement et son intérêt pour le sujet. Mon voisin «thésard» Abderrazak Belabbas pour ses encouragements dans les moments difficiles. Mon ami Hatem Ahriz pour avoir corrigé mes articles en anglais, pour son aide et son encouragement.

Préambule

Ce travail de thèse supporte bien, en préambule, quelques lignes intimistes. Car, si je remonte dans le temps sur moins d'une décennie, je me retrouve dans un état de désordre amoureux finalement peu banal. A cette époque là, étudiant débutant son apprentissage de l'architecture, deux passions m'occupent l'esprit : l'architecture « high tech » et l'architecture « traditionnelle ». Mes projets d'études ne cessaient désespérément d'avoir deux allures aux yeux des collègues avec qui nous partagions la même passion. Deux allures pour ne pas reprendre le terme de « deux peaux » technologique « avancée » et culture « ancestrale ».

Après le diplôme d'architecte, j'ai essayé de m'orienter vers une discipline qui regroupe ces deux aspects. N'ayant pas trouvé cette option, j'ai alors préparé un Diplôme d'Etudes Approfondies d'Etudes Arabes et Civilisations du Monde Musulman ». Mon intérêt était la représentation culturelle en architecture. Pour me rapprocher des sciences exactes, j'ai étudié les « *Bimaristan*¹ » du moyen âge, vu qu'ils représentent dans leurs édifications un côté technique et une implantation géographique incontournable².

Bien que j'étais admis en thèse, pour travailler sur le même sujet, je ne voyais pas mon parcours universitaire comme je m'y attendais, surtout si on me « conseillait » « d'oublier que je suis architecte » !

Mes ambitions de travailler sur un sujet regroupant les deux aspects nécessitaient une formation complémentaire.

J'ai alors préparé un Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture Ambiance et Énergie. Une approche scientifique quantifiable m'était très bénéfique.

La combinaison de ces deux formations m'a permis de voir clairement la double problématique que je voulais approfondir. Le sujet que je voulais traiter en thèse se cristallisait alors. D'où le travail de cette thèse dont je n'ai osé franchir les étapes qu'après publication de chaque phase, afin d'avoir l'approbation des comités scientifiques. Ce qui m'a permis aussi de tisser des relations considérables. Les neuf publications dont sept internationales dont a pu bénéficier cette thèse me permettront de la présenter en étant plus rassuré de mes propos.

¹ Littéralement lieu de maladie, mot d'origine perse désignant hôpital : bimar = maladie, stan = lieu, Le mot et le modèle sont alors repris par les musulmans. Cette nomination fut adoptée jusqu'à 1927, le mot *Mustashfa* prenait le relais.

² Après avoir choisi plusieurs sites susceptibles de contenir un hôpital, les bâtisseurs suspendaient des morceaux de chair dans les différents lieux. Là où la chair a plus pris de temps à se décomposer, sera le lieu propice pour construire un hôpital.

Introduction

La connaissance architecturale en tant qu'entité à part entière se positionne aux intersections des facteurs extrinsèques qu'elle a pu domestiquer et en faire ses propres organes vitaux. Cette discipline s'est identifiée en tant qu'acte de culture englobant visions du monde, société, histoire, politique, climat et savoir-faire.

Essayer de faire la part du climat et de la société dans les conceptions architecturales revient à confronter l'objectivité à la subjectivité, opération semée de difficultés et d'embûches (théoriques et philosophiques) considérables. Il est donc plus commode de faire la part de chaque influence dans l'élaboration de l'œuvre architecturale.

Les villes traditionnelles des zones arides offrent des espaces intérieurs et extérieurs réputés "praticables" en toutes saisons, et en particulier en été, malgré des conditions climatiques chaudes. Cet effet est obtenu grâce à un filtrage subtil des facteurs climatiques : vent, rayonnement solaire et température.

Cet effet n'est pas obtenu de manière égale en tout point architectural ou urbain, et, a priori, des caractéristiques telles que matériaux de constructions, perméabilité au soleil des bâtiments et masques architecturaux favorisent cet effet à l'échelle architecturale. À l'échelle urbaine, le rapport, largeur/hauteur des bâtiments bordant la rue, les orientations des façades, la présence de végétaux et de l'eau, se combinent pour lui donner sa grandeur.

De leur côté, les conceptions contemporaines, n'ont, à l'évidence, pas été conçues pour atteindre cet effet : prospects distendus, rugosités disparates, minéralisation dominante, ne favorisent pas l'absorption du rayonnement solaire, sans oublier les perturbations dans l'écoulement de l'air durant les jours de vent.

« La grandeur de cet effet d'atténuation climatique dépend de la morphologie urbaine, et donc, indirectement, de la densité (au sens d'occupation du sol), et de la nature représentée par les jardins et les arbres d'alignements » [Izard, 1995].

À l'échelle architecturale, c'est la course « mal réfléchie » vers la « modernité », la « belle architecture » et la « technicité » qui a fait perdre à l'architecture son intégrité. La négligence des phénomènes climatiques, des caractéristiques des matériaux de construction et celle de la représentation culturelle ont donné comme conséquence une pollution visuelle du cadre bâti, une dégradation des rapports humains et la perte du sacré que représentait la « demeure ». *« Les formes architecturales se dégradent, engendrant une agression contre l'environnement naturel et celui du patrimoine bâti. Le milieu architectural autant que le cadre de vie se vident de tout élément transfonctionnel ayant une valeur affective ou de symbole tant qu'ils s'expriment d'une manière inadaptée à la spécificité culturelle et aux traits sociaux fondamentaux de la population » [Tabet, 1979, p. 30]*

Est-il toujours possible de participer à la sauvegarde de la « face » d'une discipline qui s'est « engouffrée » dans un « chaos » sans précédent. Une discipline qui doit son épanouissement à d'autres disciplines et qui malheureusement n'est plus reconnaissante à la plupart d'entre-elles.

Cette thèse se veut « une étude analytique » sur de différents paramètres agissant sur la conception architecturale et urbaine. Sans vouloir citer tous les paramètres d'influence, nous présenterons des témoignages d'horizons variés, mais appartenant à deux classes bien distinctes, le « Climat » et la « Culture ».

Introduction

Les influences climatiques sont présentées selon les effets à éviter : rayonnement solaire, chaleur et inconfort climatique. Les diverses solutions adoptées telles que, l'ombrage par éléments architecturaux ou végétaux, l'inertie thermique, la ventilation et le nomadisme saisonnier ou quotidien sont éventuellement présentées.

L'influence socioculturelle est analysée sous plusieurs aspects : vie sociale, pratiques culturelles, croyances, économie et sécurité. Nous démontrerons que certaines formes de notre environnement bâti peuvent s'expliquer par des facteurs culturels. De nombreuses illustrations permettent de mieux éclairer la représentation socioculturelle qui est souvent difficilement perceptible sans une connaissance approfondie des conditions historiques ou et des pratiques usuelles.

Nous enchaînerons par une étude de cas, réalisée dans le Sud-Est algérien. L'étude est réalisée à deux échelles ; urbaine et architecturale. Pour être objectif, nous avons utilisé des méthodes quantifiables dont la température est l'indicateur principal.

L'analyse urbaine porte sur l'appréciation des différentes formes urbaines traditionnelles et contemporaines. Pour ce faire, une douzaine de lieux ont été choisis depuis la palmeraie de la ville de Sidi Okba jusqu'aux extensions récentes en passant par le centre historique de la ville. Ces lieux comportent une typologie des espaces urbains prenant en considération l'importance des protections solaires, la largeur des rues, les sols asphaltés ou en terre et la présence du végétal.

Ces lieux sont analysés grâce à des campagnes de mesures climatiques comprenant, la température radiante, la température de l'air et l'humidité de l'air.

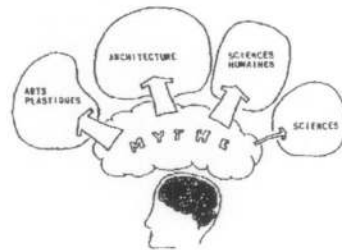
La construction de graphiques par lieu montre les parts du rayonnement solaire, de l'inertie des parois en fonction de la durée d'ensoleillement. Ces comparaisons permettent d'envisager des stratégies capables d'améliorer le confort thermique dans les espaces urbains.

La thèse présente d'autre part, une démonstration d'une adaptation au climat à travers le temps. Une analyse thermique architecturale qui se veut plus personnaliser.

Cette démonstration est rendue possible par l'étude de quatre types d'habitations choisies à Sidi-Okba. L'analyse consiste à saisir les températures journalières durant deux périodes, ici, les années 1996 et 1998. Les graphiques résultants permettent de visualiser le comportement de chaque habitation et d'en déduire le comportement des habitants vis-à-vis du confort climatique.

La thèse se conclut par une exposition des stratégies à adopter en climats arides en matière d'adaptation architecturale et urbaine en nous basons sur des exemples de l'architecture contemporaine inspirée de l'architecture traditionnelle. Une production architecturale intelligente consiste à faire appel à une technologie soucieuse des modes de vie actuels et non une reprise aveugle des techniques traditionnelles. Des recommandations en matière de conception architecturale et urbaine permettent de mieux se projeter dans le futur. Un avenir qui saura s'inspirer des leçons du passé en s'appuyant sur les connaissances techniques du moment.

Chapitre 1
Approche théorique



Principe du filtrage par le mythe de la perception des champs d'intervention de l'architecture.

1.1 Problématique

Maintenir « ouverte » la réflexion critique sur les éléments fondamentaux de la problématique de l'espace socio-physique contemporain...

Alberto ZUCHELLI

La problématique de cette recherche émane d'une controverse entre deux théories. L'une dite « objective », voyant dans le climat le seul déterminant de la conception des formes urbaines et architecturales. L'autre dite « subjective » attribuant la conception au seul souci de l'adaptation socio-culturelle.

Notre conception de la recherche se rapproche de celle de George Simmel (1923, 1985, p. 183) : le travail scientifique ne peut se borner à la simple application des connaissances en cours. Tout chercheur doit normalement apporter sa touche personnelle à l'édifice à partir du moment où il est sensé avoir sa propre manière d'aborder et de dominer son sujet. Selon le professeur François Jacob (1997, p. 203), « l'évolution d'un problème scientifique vient souvent d'un aspect inconnu des choses qui se découvre soudain, [...] grâce à une manière inédite de considérer les objets, de les voir sous un angle imprévu, avec un regard neuf » [Jacob F. 1997]¹. Dans cette perspective; La recherche architecturale et urbaine relative au climat ne doit pas marginaliser les facteurs n'entrant pas directement dans la problématique solaire.

La création architecturale et urbaine est un phénomène complexe où se mêlent plusieurs facteurs dont on ne peut en marginaliser aucun. Chaque facteur est capital en ce sens que sa mise à l'écart risque de compromettre la réussite de l'ensemble.

La recherche architecturale et urbaine relative au climat ne doit donc pas marginaliser les facteurs n'entrant pas directement dans la problématique solaire.

« Pour concevoir des formes et des espaces l'architecte manipule leurs limites. Or ces limites, qu'elles concernent l'enveloppe extérieure où les cloisonnements internes des édifices, conditionnent la qualité des ambiances thermiques » [Lavigne, 1994, p. 11].

Pour s'identifier à son « espace culturel » l'homme est devenu, vu la perte des repères, individualiste dans sa conception de son propre espace de vie. « L'habitat individuel, demeurant le type d'habitat le plus souhaité, le plus voulu » [Haumont, 1966; Lefèvre, 1972; Khan et Moore, 1990; Eleb-Vidal et al, 1988; Raymond, 1984; Ragon, 1991]. Cet habitat a été aussi abondamment critiqué dans sa production actuelle. Étant une forme d'habitat héritée particulièrement du patrimoine traditionnel, il offre aux habitants l'occasion et la possibilité de s'exprimer selon leurs désirs de vivre, selon leurs usages, et de présenter à l'extérieur l'image qu'ils veulent se donner d'eux-mêmes. Certaines localités, notamment le M'Zab gardent des traditions ancestrales en matières d'organisation urbaine. Les citoyens instaurent des réglementations qui contraignent à des formes de constructions communes dans l'intérêt de tous (couleurs des enduits, hauteur et largeur des rues, ouvertures et espaces vides, etc.).

L'environnement physique (climat, topographie...) et la culture (société, économie...) sont deux aspects qui forment avec l'architecture une relation tripartite solidaire. La négligence de l'un ou l'autre provoquera la perturbation de cette relation dont le corollaire immédiat s'illustrera par plusieurs catastrophes (cas de l'architecture moderne).

L'évolution humaine a permis à des techniques plus élaborées d'apparaître en espérant participer à son confort et son épanouissement. Certaines actions dans l'habitat actuel, ont abusé de ces techniques pour en faire un instrument nocif à l'intégrité de l'homme. Pierre Lavigne (1995), pour exprimer son regret relatif à la modernisation mal maîtrisée, n'a trouvé de moyens.

¹ Jacob F. (1997), *La souris, la mouche et l'homme*. Odile Jacob, Paris.

que de présenter l'habitat de la vallée de M'Zab comme contre exemple. « *L'architecture ancienne, en plus d'être très belle (et ce n'est pas un hasard) est relativement confortable¹ compte tenu des moyens techniques (terre, peu de bois, outillage rustique...) dont disposaient les constructeurs. Même si l'épaisseur des murs et la faible portée des linteaux étaient imposées par l'usage de la terre, ils avaient, empiriquement, dominé la surface des ouvertures, l'épaisseur des toitures-terrasses... Puis, en même temps que l'utilisation des matériaux « modernes » de faible épaisseur, s'est développée une architecture guère différente de celle que l'on peut rencontrer en Europe. Le résultat du manque de compétence de certains concepteurs actuels est que nombreux sont les édifices récemment construits dans ces régions qui sont invivables* » [Lavigne, 1995, p. 11].

L'homme possède la faculté d'intervenir sur l'espace pour le rendre thermiquement confortable. Cette faculté d'intervenir sur l'espace est, à défaut d'un suivi, perceptible par des mesures thermiques.

L'étude nous permettra d'élucider trois aspects bien distincts du mode de conception et d'intervention de l'homme sur son espace, l'adaptation climatique et l'adaptation culturelle par des éléments architecturaux permanents d'une part, puis l'adaptation thermique par des interventions « régulatrices » au niveau des éléments architecturaux (tels que l'ouverture ou la fermeture des fenêtres, l'arrosage des espaces... etc.)

1.2 Objectifs de l'étude

L'étude des architectures « populaires » nous éclaire sur les besoins et les désirs des peuples, des exigences du milieu culturel et de l'environnement physique. Sans l'intervention d'architectes, cette architecture met en relief les préoccupations profondes et réelles des occupants. Si nous considérons que l'architecture résulte de l'interaction de :

- L'homme,

sa nature et ses aspirations : organisation sociale, conception du monde, mode de vie, besoins sociaux et psychologiques, besoins individuels et collectifs, ressources, comportement envers la nature, personnalité, coutumes; ses besoins physiques, ce qui définit le « programme fonctionnel »: les techniques disponibles.

- La nature,

- aspects physiques, climat, site, matériaux et lois structurales.

- aspects extérieurs tels que le paysage [Rapoport, 1972, p. 19].

L'examen des théories relatives aux forces qui créent la forme de la maison ne prétend pas en dresser une présentation exhaustive ; nous nous limiterons aux principaux types d'explications impliquant les aspects matériels : le climat et le besoin d'un abri, les matériaux et les techniques, le site, et les aspects sociaux : économiques, militaires et religieux. Deux défauts marquent ces théories. D'abord, leur nature est à priori largement empreinte d'un déterminisme physique. Ensuite, quel que soit le déterminant spécifique de la forme qui ait été soulignée, les théories inclinent, d'une manière un peu simpliste, à attribuer la forme à une cause unique. C'est pourquoi elles n'ont pas réussi à exprimer cette complexité qui apparaît seulement si l'on prend en considération le plus grand nombre de variables possibles et leurs effets.

« Ces théories ignorent le fait qu'un bâtiment manifeste l'interaction de facteurs complexes et nombreux, et que le choix d'un facteur unique et le changement des types de facteurs choisis à différentes périodes, sont eux-mêmes des phénomènes sociaux d'un grand intérêt. On trouvera

¹ La définition du confort sera développée plus loin, dans le même chapitre.

aussi que chacune des théories examinées a omis de rendre compte de certains aspects manifestes et significatifs du problème » [Rapoport 1972, p. 26].

L'objectif de l'étude est de présenter les différentes influences qui régissent la conception architecturale. Une présentation appuyée par des exemples visuels et des études expérimentales de cas.

1.3 Hypothèses

L'historien Joseph Shumpeter disait que *« le travail d'analyse commence avec le matériel fourni par notre vision des choses, et cette vision est idéologique presque par définition »* [Shumpeter J, 1954, 1983, tome 1, p. 75]. L'épistémologue Kure Popper a également montré que la science prenait sa source dans une vision imaginative, voire mythologique du monde, d'où la méthode inductive choisie pour mener à bien cette étude, m'oblige à présenter les hypothèses qui feront l'objet d'une vérification au fil de la recherche.

« On accepte implicitement qu'il y ait un double lien entre le comportement et la forme : tout d'abord la compréhension des aspects du comportement, comprenant désirs, motivations et sentiments, est primordiale pour comprendre la forme bâtie puisque cette dernière est la matérialisation de ces aspects ; ensuite les formes bâties affectent le comportement et le mode de vie » [Rapoport 1972, p. 22].

Cependant la forme peut être déterminée par plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques. ces paramètres soumis à l'étude dans cette thèse sont manifestés par le climat, la culture et le comportement. Mon hypothèse relève d'une conviction que l'élaboration des formes architecturales est influencée par le climat pour certaines, par la culture pour d'autres. enfin par les deux facteurs conjugués pour d'autres formes.

1.4 Méthodologie

Conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître pour montrer peu à peu comme par degrés jusque à la connaissance des plus composés.

R. DESCARTES

J'essayerai de vérifier mon hypothèse relative à la conception architecturale traditionnelle. cette architecture proclamée par certains architectes déçus de notre architecture contemporaine et qui voient dans l'architecture traditionnelle un savoir-faire populaire impressionnant. D'autres voient dans l'architecture traditionnelle une alternative quant aux performances climatiques toujours perçues comme étant exceptionnelles.

Le contrôle du confort thermique débute aux limites de l'espace de vie interne (habitation) et de l'environnement externe souvent source d'inconfort. L'intervention au sein de l'interne implique alors une non-performance du système de contrôle énergétique entre l'intérieur et l'extérieur. Ce constat nous conduit alors à étudier l'enveloppe architecturale et urbaine permettant un filtrage des facteurs climatiques indésirables.

La représentation esthétique associée aux critères socio-culturels et climatiques est d'une importance telle que je traiterai la problématique dans un contexte culturel particulier à savoir les pays de culture musulmane où une unité esthétique. L'esthétique architecturale étudiée ici se rapporte essentiellement à la façade, figure de l'espace urbain et paroi expressive de l'habitation.

Vu la problématique de l'étude qui vise à comprendre le phénomène de la conception architecturale vis-à-vis du climat, je consacrerai le deuxième chapitre aux éléments architecturaux ayant une relation directe avec les paramètres climatiques.

Dans le troisième chapitre, je m'intéresserai à des modèles architecturaux où les représentations sociales et culturelles sont à l'origine des conceptions architecturales. Ce chapitre s'intéressera éventuellement à des modèles architecturaux et urbains façonnés par une multitude de facteurs.

Le quatrième chapitre se penche plus concrètement sur l'analyse des formes urbaines et leur interaction avec le climat. Ce chapitre est alors un renvoi du chapitre 2 en vue d'une explication quantitative de certaines formes présentées dans ce dernier comme étant climatiquement bénéfiques en zones chaudes. Cette analyse quantitative se base sur des mesures climatiques urbaines dans des espaces urbains représentant une typologie variée.

Je consacrerai le chapitre cinq à l'étude comportementale, (elle sera aussi quantitative). J'essaierai de comprendre s'il y a lieu d'une adaptation comportementale visant la recherche d'un confort thermique. Il ne s'agit alors pas de faire une observation continue des habitants quant aux modes d'occupation de leurs habitations. Cette adaptation comportementale sera détectée par l'indicateur que représente la température.

Le chapitre six, part du passé, et essaye de faire un pas vers l'avenir. Ce chapitre extrait dans l'architecture traditionnelle ce qui a été repris par l'architecture contemporaine, et fait preuve d'adaptation climatique efficace. Ce chapitre présente avec modestie des recommandations permettant une conception architecturale adaptée aux régions chaudes.

La méthodologie inductive nous épargne alors toute aventure dispersive. Ceci participera à la compréhension des valeurs significatives et symboliques d'une architecture marquée par des éléments architectoniques souvent mal interprétés. La double explication, climatique et culturelle, n'est par conséquent pas rejetée dans la compréhension du phénomène de la genèse de la forme. Le renouvellement des concepts est un phénomène naturel dans l'évolution humaine¹. Les acquis techniques ne se présentent pas, ici, comme une menace mais comme une contribution qui favorise l'épanouissement des expressions architecturales et urbaines.

Approcher la problématique avec une telle démarche permet d'accéder objectivement à la forme, de la déconstruire pour l'analyser méthodiquement : identifier ses segments et comprendre leurs éventuelles reconstructions, ce qui est la finalité même de l'analyse. Plusieurs études et recherches s'inscrivant dans le cadre de cette démarche, ont été établies sur différents domaines d'étude : mobilier, architecture, sociologie, anthropologie, économie... : On citera quelques travaux se rapportant à l'architecture tels que Duprat et Paulin, [1986] ; Cuisenier, [1991] ; Duprat et Paulin, [1991] ; Mills, [1992] ; Lavigne [1994] ; Izard [1994].

Accéder aussi objectivement à la forme, la compréhension de sa propre logique permet de dépasser le champ des œuvres d'art sacralisé et d'aller, au-delà, à celui de l'œuvre anonyme tout aussi riche et excellente, dont Cuisenier a dit «.. *advient-il que les habitations les plus ordinaires recèlent sélectivement, pour qui sait le déceler, l'esprit qui anime des formes. Ne font-elles pas de quoi énoncer la règle d'unité ?* » [Cuisenier, 1991, p. 19].

1.5 Eléments d'analyse

La façade, étant un élément de la ville et de son architecture, est à la fois expression de l'habitat (espace intérieur) et figure de l'espace urbain (espace extérieur) ; elle est donc le lieu de transition entre ces deux espaces complémentaires l'un de l'autre.

Du point de vue climatique, la façade constitue une partie importante de l'enveloppe, qui sert de filtre aux facteurs climatiques indésirables ou recherchés. C'est alors au niveau de cette façade

¹ Comme le note l'historien Fernand Braudel (1979, p. 201), « *toutes les civilisations, aux prises avec les nécessités et les litiges de l'échange, de la production et de la consommation, ont dû créer des vocabulaires particuliers dont les mots, par la suite ne cessent de se déformer* ».

que je tirerai mes éléments d'analyses. Ces éléments du point de vue culturel se retrouvent aussi représentés dans cette façade.

Si dans cette étude notre intérêt est centré sur les habitations, c'est que se sont elles qui montrent avec le plus de netteté les liens existants entre la forme bâtie et le mode de vie. « *Et parce que très peu de constructions autres que des maisons peuvent être considérées comme des formes indigènes, bien que certains bâtiments religieux entrent dans cette catégorie* » [Rapoport. 1968. pp. 36-40].

« *L'habitation, différemment de l'édifice public, demeure la forme qui exprime le plus modestement la façon dont chaque être humain entreprend simultanément, des rapports avec la société à laquelle il appartient et l'environnement naturel dans lequel il vit* » [Belakehal. 1995] et « *ceci à travers la dualité entre un dedans et un dehors et celle entre un haut et un bas* » [Baduel, 1988]. Morphologiquement, la façade constitue une épaisseur, qui varie de la section d'un verre (pour une ouverture vitrée) à celle d'un mur et au-delà à une profondeur de tout un espace (pour une loggia).

1.6 Etudes expérimentales

L'architecture est une création collective qui fait intervenir de nombreux acteurs, architectes, ingénieurs, entrepreneurs, administrateurs et à la limite tous les habitants.

Joseph BELMONT

1.6.1 A l'échelle urbaine

Il s'agit de mesurer les grandeurs physiques entrant dans le confort thermique des usagers des espaces urbains. Les mesures climatiques urbaines permettront de comprendre les relations existantes entre la morphologie urbaine et le microclimat.

La lecture d'un tel rapport (climat-forme urbaine), nécessite une investigation sur le terrain. Des campagnes de mesures seront entreprises dans une ville en climat aride. Ces mesures concerneront des espaces bien déterminés de la ville de Sidi-Okba (Algérie). Les critères de choix des espaces sont relatifs à la densité en terme d'occupation au sol. Cette densité ne prend pas uniquement le cadre bâti : les jardins et arbres d'alignement entrent évidemment dans la composition urbaine domestiquée et seront intégrés dans l'étude.

La démarche est basée sur l'appréciation des écarts révélés par les mesures climatiques entre les différents points urbains. Cette appréciation nous permettra de connaître le comportement climatique de chaque forme urbaine par rapport à une autre, et d'effectuer ainsi des comparaisons. Cette comparaison nous permettra de justifier les éventuelles stratégies présentées dans un chapitre concluant l'étude.

1.6.2 A l'échelle architecturale

L'analyse architecturale portera sur des habitations individuelles et collectives. Le choix de ces habitations est relatif à plusieurs critères notamment la compacité, les matériaux de construction et le mode d'occupation. Cependant je porterai un intérêt particulier aux comportements des habitants vis-à-vis de la régulation thermique interne.

Les paramètres climatiques mesurés dans les habitations sont essentiellement les températures minimales et maximales. Ces mesures se sont déroulées pendant une année entière (1996). une autre campagne de mesure a été entamée deux ans plus tard (1998). La deuxième campagne de mesures est d'une importance capitale quant à la compréhension du comportement des

habitants, comportement relatif à l'adaptation de leurs demeures au climat. Pour cette vérification, des habitations récemment emménagées ont été indispensables à l'étude, ce qui a orienté notre choix des maisons. Le but de cette condition est de pouvoir comparer le comportement d'une même maison à travers le temps. On se rendra compte alors de l'effet du temps nécessaire à un habitant pour adapter sa demeure à un climat donné. L'écart de température externe-interne est sensé être plus important à travers le temps¹. Par ailleurs cet écart est par hypothèse sensiblement stable pour les habitations occupées depuis une longue période.

1.7 Choix de la zone d'étude

Une étude qui vise à concilier deux approches, climatique et culturelle, doit s'inscrire dans une aire géographique où interviennent ces deux facteurs. Le climat aride avec toutes ses composantes constituera la caractéristique climatique de la zone choisie. La culture musulmane constituera alors la caractéristique culturelle de notre aire d'étude. En définitive l'intersection des zones climatiques arides et de l'aire de culture musulmane constituera alors notre aire d'étude. Pour une bonne insertion de l'étude, des exemples d'horizons variés viendront s'y ajouter pour lui donner plus de relief.

L'analyse expérimentale, relève d'une étude de terrain d'où la contrainte du choix du site d'étude expérimental. Pour des raisons de convenances administratives, techniques et pratiques, les mesures porteront sur la ville de Sidi-Okba².

¹ Ma méthode de recherche est inductive, d'où l'hypothèse de l'augmentation de l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur.

² Cette ville porte le nom d'un personnage célèbre, « *UQBA ibn NAFI' ibn 'Abd Qays al-Qurashi al-Fihri, ? - 683, chef militaire arabe qui joua un rôle prédominant dans l'occupation du Maghreb à l'époque des grandes conquêtes arabo-islamiques.*

Né dans les dernières années de la vie de Muhammad membre de la tribu de quraych et neveu de 'Amr ibn al-'As, cet émir reçut en 663, au début du pouvoir des omeyyades, le gouvernement de l'Afrique où il mena diverses opérations. En 670, il établit une base solide pour les troupes d'invasion avec la fondation de la ville camp de Kairouan. Rappelé ensuite en orient en 675, il recouvra son commandement en 682.

Avec le soutien de Berbères ralliés, il conduisit alors un raid en direction de Tanger, puis du Moyen Atlas, du sud et de l'Anti-Atlas, où il contacta d'importantes tribus des ghomara, des lantouna et des Mosmouda. Les populations des territoires traversés étant loin d'avoir fait leur soumission, Uqba dut rebrousser chemin et il se heurta, sur la route du retour, à des résistances imprévues. Il finit par tomber victime. Des Berbères qui l'avaient attaqué à la lisière du Sahara. Son tombeau, au centre de l'agglomération connue sous le nom de Sidi-Okba, au Sud-est de Biskra, est vénéré comme celui de l'un des saints personnages ou Wali protecteurs du Maghreb. La grande Mosquée du Kairouan dont il aurait choisi l'emplacement porte également son nom »] D.Sourdel].

« L'art de bâtir et la formation du patrimoine architectural se développa sans interruption sur plusieurs siècles, à partir de la précoce acception de l'Islam qui suivit la conquête du pays par Sidi Okba, et qui donna lieu à des manifestations reconnaissables sous toutes les différentes dynasties qui se succédèrent ou se côtoyèrent au pouvoir, jusqu'à 1830: il faut dire aussi que la période qui s'en suivit ne fut pas toutefois pour interrompre d'un coup toute activité constructive susceptible d'être incluse dans la catégorie d'architecture musulmane.

Si l'inventaire qui rapporte en effet des données liées à l'évidence actuelle, paraît donc sacrifier l'activité qui se manifesta sans doute à l'époque de certaines dynasties, telles que les premiers Califes et les Umayyades, c'est parce que ces fondations anciennes furent radicalement transformées par la suite, sous le sceptre des autres dynasties qui régèrent le pays entre le 9^{ème} et le 19^{ème} siècle et qui se distinguèrent à tour de rôle dans l'effort de doter leur domaine de grandes villes et d'architectures monumentales de toute sorte.

On peut rappeler, parmi les dynasties principales ayant laissé des monuments au Maghreb: les Idrisides, les Rustémides, les Fatimides, les Hammadides, les Zirides, les Almoravides, les Almohades, les Mérinides, les Zayyanides ou Abdalwadides, Les Hafsidés, les Turcs ottomans et leur représentants les Aghas, les Pachas, les Deys, les Beylerbeys.

Cette agglomération du Sud-Est algérien, située à 15km de Biskra, un support d'étude intéressant compte tenu de la diversité de son aménagement urbain, qui représente une grande variété de formes urbaines (palmeraie, rues étroites, placettes, passages couverts, espaces dégagés et arbres d'alignements).

1.8 Rappels des définitions essentielles relevant des différentes disciplines intervenant dans cette étude

Dans une étude qui fait intervenir plusieurs disciplines, un rappel des principales définitions de chaque discipline est d'une importance capitale. La lecture de l'étude est alors plus aisée par les représentants de chaque discipline.

1.8.1 Le confort

L'être humain, physiologiquement parlant, est soumis aux lois de la physique. Il possède des règles de fonctionnement, des percepteurs pour analyser sa situation thermique. Des dispositifs d'adaptation tel que la transpiration ou le frissonnement, réagissent en fonction de cette situation thermique pour régulariser sa température interne. Pour déterminer l'influence sur l'homme des conditions climatiques données, il est d'usage courant d'introduire la notion de confort. Selon Dreyfus, « *La sensation de confort est entièrement subjective et en définitive assez imprécise* » [Dreyfus, 1960, p. 27]. Il est cependant possible sur un diagramme psychométrique de déterminer la zone de confort d'une population donnée.

Une définition plus objective des réactions du corps vis-à-vis des phénomènes thermiques est donnée par Berger, « *L'être humain est un homéotherme (sa température interne, constante, est voisine de 37°C) qui, pour assurer son activité et sa vie, fabrique des calories et de l'eau. Il*

Suivant les tournants de l'histoire du monde musulman, toujours partagé entre une aspiration politique universelle, et la recherche d'autonomies régionales, quelques-unes de ces dynasties furent au pouvoir (et donc érigèrent des monuments), d'autres ne régnèrent que sur le Pays; mais en tout cas l'activité architecturale ne manqua pas d'exprimer, à l'intérieur d'une culture commune et plus vaste, des caractères architecturaux propres au Pays.

D'autre part faut-il considérer, même s'il n'est pas toujours reconnu, l'apport originel des différentes populations, groupes ethniques ou religieux ayant donné chacun sa propre contribution reconnaissable à la formation du patrimoine architectural et urbain qui nous occupe ?

Connus sous différentes dénominations d'origine et valeur inégale: Berbères, Kabyles, Touaregs, Ibadites, Mozabites, Znatas, Chaambas, Soudanais, Andalous, etc., ces forces culturelles n'ont pas manqué de produire et de perfectionner toute une série de styles artistiques, répertoires décoratifs, systèmes stylistiques, technologies et systèmes constructifs, qui nous renvoient à leur matrices respectives.

D'autres caractères spécifiques du patrimoine bâti sont à rapporter à différentes régions historico-géographiques, pour la plupart montagneuses ou désertiques, ayant exprimé parfois des communautés traditionnelles dotées de forte personnalité: Ouarsénis, Titteri, Hodna, Aurés, Zab, Ouled Nail, Djébel Amour, Monts des Qsour, Souf, M'zab, Gourara, Touat, etc.

Voir aussi :

- Lespès R. (1938), Oran, Etude de géographie et d'histoire urbaine, Paris.
- Bataillon C. (1955), Le Souf. Etude de géographie humaine, Alger.
- Bisson J. (1955), Le Gourara. Etude de géographie humaine, Alger s.d.
- Simon H. (1909), "Notes sur le mausolée de Sidi-Oqba", Revue Africaine, 53, pp. 26-45.
- Marçais G. (1939-41), "Le Tombeau de Sidi-Oqba", Annales de l'Institut d'Etudes Orientales, 5, pp.1-15.
- Gletty P. (1970), "Restauration de la mosquée de Sidi-Okba", Bulletin d'Archéologie Algérienne, 4, pp. 30-39.
- Echelier J.C. (1966), "Sur quelques habitations rurales du Souf", Travaux de l'Institut de Recherches Sahariennes, 25, pp. 129-136.
- Echaïller J.C. (1978), Essai sur l'habitat traditionnel au Sahara Algérien Mémoire de l'Institut d'urbanisme de l'Université de Paris I, Paris.
- Ravereau A. (1981), Le M'zab, une leçon d'architecture, Paris.

élimine celle-ci par les voies respiratoires ou cutanées. Lorsque son bilan thermique (c'est-à-dire le rapport entre apport et déperditions) est positif, il a recours au processus de la transpiration. Il doit donc évaporer l'eau amenée à la surface de sa peau » [Berger X, 1998, p.128].

Avant de lier confort et thermique, parlons un peu de confort. L'opposition du plaisir et de la souffrance est quelque chose qui semble depuis longtemps admis. Chez Platon déjà et chez Epicure ceci constitue des principes fondamentaux de la morale du plaisir. Ce dernier écrivant à Ménécée " *n'est-il pas vrai que le but de toutes nos actions, c'est de fuir la douleur et l'inquiétude et que lorsque nous sommes arrivés à ce terme, l'esprit est tellement délivré de ce qui pouvait le tenir dans l'agitation que l'homme croit être au comble de la félicité?*".

Le second sens, plus domestique, provient du mot anglais "comfort" apparu en 1816. lui-même issu de l'ancien mot français « confort » dont le sens premier est modifié. Ici le confort est assimilé à tout ce qui contribue au bien-être, à la commodité de la vie matérielle. Son sens est voisin de celui de bien-être, luxe, aise, ainsi que de niveau de vis et standing ; il se réfère à un contenu matériel.

Nous allons à présent élaborer une synthèse nécessairement limitée des différents résultats de la recherche environnementale concernant le confort.

On peut distinguer globalement trois types d'approches impliquant à des niveaux différents la dimension confort-inconfort :

- 1) études sur la perception et l'organisation de l'espace par l'individu, menées principalement par des architectes et psychologues.
- 2) études sur la signification affective du logement. La relation de l'individu à ses espaces familiaux. Approche psychanalytique.
- 3) études sociologiques des types d'aménagement de l'espace, des modes d'appropriation, de leur variabilité suivant les groupes sociaux d'appartenance.

1.8.2 Sensation thermique

« La perception de la chaleur ou du froid ambiant est le résultat d'une activité nerveuse ayant son origine aux extrémités des nerfs qui agissent comme des thermo-récepteurs. Il existe des thermo-récepteurs spécifiques pour la chaleur et pour le froid. Dans la zone de confort leur activité est en sommeil et le système nerveux central est stimulé au niveau le plus bas. Sous une exposition au froid, les récepteurs du froid sont activés et transmettent la sensation de froid et il en est de même sous la chaleur où les récepteurs de la chaleur éveillent une sensation de chaleur... Néanmoins, la sensation thermique est une réponse relativement rapide, et après environ 15 minutes d'exposition, elle atteint un état d'équilibre. La sensation thermique peut être notée selon la sévérité de la sensation de froid ou de chaleur. Dans de nombreuses études d'ambiance, on a utilisé l'échelle suivante :

- 0 - Froid insupportable
- 1 - Très froid
- 2 - Froid
- 3 - Frais
- 4 - Neutre
- 5 - Légèrement chaud
- 6 - Chaud
- 7 - Assez chaud
- 8 - Très chaud

• 9 - Chaleur insupportable

Les expériences ont montré qu'une personne pouvait non seulement faire la différence entre les divers niveaux, mais aussi déterminer des niveaux intermédiaires » [Givoni, 1980, pp. 71-72].

« La sensation de confort en climat d'été dépend autant du bilan thermique que de la mouillure corporelle qui est le rapport entre l'évaporation requise pour assurer un bilan nul et l'évaporation maximale possible dans l'air ambiant » [Berger X, 1998, p. 128]

Pour une même température la sensation peut être différente d'un individu à un autre, cela est relatif à plusieurs paramètres, entre autres, aux groupes ethniques et à l'appartenance géographique. Pour un Européen arrivant au Sénégal, il ressentira les éventuels 30°C comme « chaleur insupportable », alors que pour un autochtone cette même température est qualifiée comme « légèrement chaude ».

1.8.2.1 Perception et organisation de l'espace par l'individu

Nous passerons rapidement sur les travaux de Hall (1971) qui introduit la notion de "proxémie" concernant l'usage que l'homme fait de l'espace en tant que produit culturel spécifique.

Hall définit quatre distances : intime, personnelle, sociale et publique. Ces dimensions étant variables culturellement.

Dans le même domaine Altman (1976) introduit le concept de "privacy" difficilement traduisible, et fait remarquer que toutes les sociétés disposent probablement de mécanismes spécifiques pour obtenir la " privacy" souhaitée. Il cite ainsi les Anglais qui n'ont pas souvent de bureaux privés ou d'endroits qui leur appartiennent en propre, mais obtiennent la "privacy" par réserve interpersonnelle, en parlant moins fort que les Américains par exemple, et en utilisant d'autres mécanismes verbaux et non-verbaux.

Altman insiste sur trois de ces aspects :

La " privacy" est habituellement conçue comme un événement interpersonnel, impliquant un lieu entre des personnes ou entre des groupes.

En second lieu, elle semble fonctionner comme processus dialectique.

Enfin, elle se caractérise par son instabilité.

Nous retiendrons que, d'après l'étude de ce concept, l'individu utilise l'environnement pour obtenir le niveau de privacy souhaité dont la caractéristique essentielle consiste précisément dans le maintien de cette régulation individuelle qui implique la possibilité réelle de choix.

Outre l'introduction du concept "d'espace personnel" Sommer (1969) réalise une étude sur les effets à court terme et les impressions immédiates que des variables environnementales pouvaient produire sur la rétention et les attitudes. A des étudiants, on projette un film dans des salles retenues pour l'expérience. On leur propose un questionnaire de rétention relatif au film et une évaluation de la salle en termes d'impression intérêt, confort.

Au niveau de la rétention, elle est optimale lorsqu'il y a cohérence entre les différents paramètres de l'environnement : « chaise dure » avec «fenêtre » et « chaise douce » avec "pièce avec fenêtre".

Cette expérience est tout à fait intéressante car elle permet de faire apparaître deux points importants :

L'influence de l'environnement sur les attitudes et les performances ; la nécessité d'appréhender l'environnement dans sa totalité.

Ces différentes recherches mettent en évidence le caractère dynamique de la relation qui s'établit entre l'homme et son environnement. L'étude de ces relations nécessite une approche interdisciplinaire. Ces schémas conceptuels interdisciplinaires doivent intégrer les

préoccupations de tous les acteurs de l'environnement (architectes, planificateurs, gestionnaires et usagers).

Enfin, la dimension temporelle, historique doit être prise en compte si l'on veut tenter de comprendre la signification spécifique des événements mettant en jeu l'individu et son environnement.

1.8.2.2 La relation affective de l'individu à ses espaces familiaux.

Dans ce type d'approche, de type "psychologie des profondeurs", ce qui apparaît principalement c'est que l'**habitat** qui désigne à la fois le logement et ses éléments d'aménagement, d'équipement, ne peut être réduit à ce que le Corbusier appelait en 1923 une "machine à habiter".

Il représente un espace qui, par la familiarité que l'individu entretient avec lui, s'offre comme support projectif particulièrement privilégié de certains aspects de sa personnalité.

Jacqueline Palmade et Françoise Lugassy en 1970 ont pu mettre en évidence la complexité de la relation que l'individu établit avec son espace familial auquel il cherche à s'identifier ou/et dans lequel il projette des valeurs affectives qu'il est difficile d'appréhender si l'on ne considère que sa fonctionnalité pure à travers des données quantifiées.

Gaston Bachelard (1957), dans ce magnifique ouvrage qu'est « La poétique de l'espace », nous montre combien la maison est l'abri privilégié des souvenirs et des rêveries qu'elle enferme dans des limites sensibilisées par l'habitant.

Il nous rappelle combien la maison est une des grandes puissances d'intégration pour les pensées, les souvenirs et les rêves de l'homme. La maison qui se donne comme "espace de réconfort et d'intimité, comme un espace qui doit condenser et défendre l'intimité.

Cette symbolique de l'espace domestique n'est pas une donnée en soi, une caractéristique qui lui serait conférée par les producteurs d'espace à habiter. La valeur symbolique d'un lieu ne se réduit pas à ses caractéristiques objectifo-esthétiques mais est l'expression d'un rapport dialectique entre les intentionnalités de ceux qui créent des espaces et les sujets qui les font vivre, les habitent.

Jacqueline Palmade (1982) cherche à dépasser les déterminations socio-économiques et les stratégies des acteurs sociaux qui leur sont corrélatives et qui président à la création de l'objet logement.

Ces déterminations qui, si elles situent les sujets habitants « à être logés » dans des conditions objectives qui correspondent à la logique des conditions de production historiquement marquées, n'épuisent pas le « sens » de l'habitation et ses significations symboliques. Comme pour le « feu », peut-être même plus que pour le feu. Bien qu'habitation, « foyer » et « feu » participent de la même unité symbolique de l'habitation de l'homme), les espaces habités sont comme le dit Bachelard "plutôt des êtres sociaux que naturels".

Et même si les espaces où habiter sont de plus en plus produits comme des marchandises, ils demeurent, du moins dans le vécu de ceux qui les habitent, des "sujets-objets".

Pour illustrer ce qui précède, nous citerons une personne interviewée à propos du confort (Monnier, 1985) "Qu'est ce qu'on peut entendre par confort ... il y a déjà... on peut dire l'impression qui se dégage dès l'instant où on met les pieds dans un appartement...".

Le confort dont la formule expressive et synthétique souvent entendue est "être bien chez-soi", le confort doit permettre ce bien-être .

Le "chez-soi" étant d'après Gilles Barbey (1989) "cet espace totalisant, le seul qui parvienne à articuler simultanément les lieux et épisodes de la vie. *L'investissement domiciliaire est par*

essence "cosmogonique", par conséquent apte à concilier le proche et l'infini, l'instantané et l'éternel".

" L'identité est aussi une identité qui a rapport au lieu. « Ce que je considère comme faisant partie de moi transcende mon corps au point de me permettre l'appropriation matérielle, notamment celle de l'endroit où je me sens chez moi. Le "chez-soi" est cet espace à travers lequel, et plus que nulle part ailleurs, on peut devenir soi, à partir duquel on peut "revenir à soi", [Maria Villela-Petit, 1989].

Nous pensons ici avoir fait percevoir les relations intimes et affectives que semble permettre et produire le système individu/maison pris nécessairement dans sa globalité.

1.8.2.3 Dimension sociologique de l'aménagement du logement

Bien des études abordent le processus d'appropriation de l'espace et d'évaluation du cadre de vie. Elles s'accordent pour reconnaître le besoin de conformité aux normes sociales et sur l'évolution historique du concept de confort et de sa variabilité suivant les couches sociales et les groupes culturels.

1.8.3 Le bioclimatisme

1.8.3.1 Définition du bioclimatisme

Conception et organisation de la construction adaptée aux conditions climatiques locales. Le bioclimatisme permet de satisfaire les besoins du confort de l'usager (confort thermique d'été et d'hiver, éclairage, renouvellement d'air), en utilisant les composants "traditionnels" du bâtiment (murs, surfaces vitrées, planchers), tout en limitant les besoins énergétiques.

La conception bioclimatique passe donc par une prise en compte de l'environnement, du climat, l'utilisation de l'enveloppe et des composants du bâtiment pour transformer un climat extérieur fluctuant et inconfortable en un climat intérieur agréable, et ce tout au long de l'année, en assurant donc une réponse tant au confort d'hiver que d'été.

Elle implique donc une limitation des besoins énergétiques, une régulation des températures par le bâtiment et son environnement, le recours maximal à l'éclairage et à la ventilation naturelle, mais aussi une parfaite maîtrise et connaissance des effets des technologies utilisées.

La réduction des besoins énergétiques demande à limiter les déperditions par :

- une augmentation de la résistance thermique du bâtiment,
- une augmentation du captage solaire et une réduction des pertes à travers les parois,
- une protection de la construction aux vents dominants (végétation à feuillage persistant, construction de talus),
- une limitation des pertes liées au renouvellement de l'air, par un meilleur contrôle de l'air extrait et/ou en réchauffant l'air entrant soit par le biais de fenêtres pariéto-dynamiques, ou de "puits canadiens", ou tout autre moyen.

1.8.3.1.1 Caractéristiques climatiques d'une région

La région est une notion très élastique elle va du microsite au continent en passant par la province et la nation.

Joseph BELMONT

Le climat d'une région donnée est déterminé par les régimes de variation de plusieurs éléments et par leurs combinaisons. Les principaux éléments climatiques à considérer lors de la conception urbaine et architecturale, sont le rayonnement solaire, le rayonnement de grande

longueur d'onde du ciel et de l'environnement, la température d'air, l'humidité, le vent et les précipitations.

1.8.3.1.2 Angle solide

L'angle solide est un angle en trois dimensions, c'est la surface dont la mesure est donnée par la valeur de la surface découpée sur la sphère de rayon l qui a pour centre le sommet de l'angle. Cet angle solide est l'angle sous lequel le ciel (source de refroidissement) ou le soleil (source d'apport énergétique) sont vus depuis le point d'observation où figure l'usager de l'espace urbain, qui sera aussi le « point de mesure », pour cette étude.

1.8.3.1.3 Rappels des effets thermiques des matériaux de construction

L'enveloppe d'un bâtiment sépare l'espace intérieur de l'environnement extérieur et par la même modifie ou supprime les effets directs des paramètres climatiques tels la température ambiante extérieure, l'humidité, le vent, le rayonnement solaire, la pluie, la neige, ...etc. Cette enveloppe est traditionnellement composée de deux types de matériaux : ceux opaques et ceux transparents.

Quantitativement, l'effet de l'enveloppe dépend de son épaisseur et de ses propriétés thermophysiques.

Les matériaux situés dans l'espace intérieur tels que les planchers, les cloisons et même les meubles, agissent aussi sur les températures intérieures considérées, en introduisant une inertie par absorption qui réduit les oscillations de la température.

A l'extérieur, la température et le rayonnement solaire obéissent à des cycles de type journalier et annuel ; l'amplitude des variations dépend de la localisation géographique.

1.9 Recherche bibliographique.

*Tout le monde veut enseigner à bien faire
et personne ne veut l'apprendre.*

J.J. ROUSSEAU

1.9.1 Architecture vernaculaire

Les recherches dans le domaine de la représentation climatique en architecture ont été souvent entreprises suivant un parcours rectiligne et monodirectionnel. Par contre les recherches relatives aux représentations culturelles et sociales, confirment la sensibilité des chercheurs aux mouvances des sociétés et aux changements perpétuels des modes de vie, d'où le changement de la perception de la représentation figurative en architecture. Il est regrettable que le changement des données météorologiques à grandeurs physiques et quantifiables, que présente notre atmosphère en matière de réchauffement de la terre, soit moins perceptible que les changements de mœurs.

« Néanmoins, même si les dispositifs bioclimatiques de la façade ont été presque en totalité abandonnés (du matériau constructif aux divers éléments et leurs dimensions), la structuration de la façade contemporaine dans les pays islamiques représente, toujours, à travers ces différents thèmes, la façon dont cette société mouvante repose sur le sol et s'élève vers le ciel. Ces parties constitutives, en elles-mêmes, dans leurs rapports entre elles, et avec le sol et le ciel, offrent un répertoire d'une remarquable diversité. Les événements pratiquement similaires qui ont induit ces mutations et leurs conséquences matérielles qui ont envahi le monde islamique à des périodes différentes, ont des corollaires présentant plusieurs ressemblances » [Depaul C, 1985]. « Ceci nous permet de déterminer, pour le cas de la façade de l'habitation individuelle, un modèle formel qui pourra s'adapter aux différentes circonstances, grâce aux

permanences structurales qu'il englobe » [Malfroy, 1986]. De là, à travers les conséquences de ses inévitables altérations, seront engendrés de nouveaux types de façades d'habitations individuelles urbaines.

Pour ce qui est de l'influence culturelle dans la modélisation architecturale, je n'en parlerai que dans le contexte de l'architecture traditionnelle, vu qu'elle est à l'origine d'un produit populaire et non académique. Cet aspect lui doit le droit d'être une architecture dont le social et le culturel sont les vrais concepteurs. Je définirai l'architecture traditionnelle à travers les apports théoriques et littéraires ayant traité cette architecture en tant que production populaire.

« Littéralement le traditionnel est défini comme folklorique, anonyme, indigène, primitif, populaire et spontané » [Lawrence, 1983]. *« L'objet produit est dans ses inspirations traditionnel plutôt qu'académique. Fortement relié au lieu à travers l'utilisation des matériaux locaux, sa conception reflète réflexion et émotion plutôt qu'une projection à base strictement utilitaire »*. [Brunskill 1981]

Vu ses différentes inscriptions géographiques et culturelles, l'architecture traditionnelle s'est vue dotée d'un pluriel par excellence. Ces architectures vernaculaires sont celles qui *« se rattachent à un type commun à une région donnée à un moment donné »* [Mercer 1975]. Cela nous conduit à dire que le bâtiment dans l'architecture vernaculaire ou traditionnelle est une forme qui prend naissance à partir d'un modèle admis résultant de la collaboration de nombreux individus pendant plusieurs générations. La forme qui nous est transmise est un résultat lié à différents ajustements et à des variations du modèle primaire.

Ce bâtiment est caractérisé par:

- Une absence de prétentions théoriques ou esthétiques.
- Son intégration au site et au climat.
- Son respect des autres individus et de leurs maisons, d'où un respect de l'environnement tout entier qu'il soit fait de l'homme ou de la nature.
- Un travail intégré effectué à l'intérieur d'un certain langage avec des variations dans le cadre d'un ordre donné (le modèle).
- Ses capacités d'adaptation à des situations très différentes.
- Son ouverture à l'agrandissement et sa non spécialisation.
- Ses qualités esthétiques traditionnelles et transmises de génération en génération.

Afin d'adopter une approche interprétant d'une manière convainquante le souci social dans la conception de l'architecture traditionnelle, j'étudierai les différentes interprétations relevant des disciplines ayant un pied dans la création architecturale. Le dix-neuvième et le vingtième siècle ont connu plusieurs écoles et courants de pensées où architectes, urbanistes, historiens, géographes, anthropologues et sociologues ont chacun employé des approches qui leurs sont spécifiques pour étudier le cadre bâti.

1.9.2 La théorie formaliste

La tradition des études des formes architecturales a connu ses débuts au dix-huitième siècle, et ses fondements se basent sur la classification formelle de chaque période de l'histoire. Ces fondements ont pu aboutir à une règle esthétique de chaque période, donnant naissance au concept de style. Ce concept est devenu un qualificatif d'un type d'architecture dont le nom relève d'une période quelconque de l'histoire (perse, gothique, romaine, moderne...) plutôt que d'un concept architectural.

Au siècle suivant, c'est une classification physique et fonctionnelle qui prend le relais, ou plutôt qui s'ajoute et qui est adoptée comme explication purement contextuelle sans faire allusion aux inscriptions historiques précédemment citées.

La deuxième moitié de ce siècle a connu des architectes et des historiens de l'art plus intéressés par l'architecture traditionnelle. Leurs intérêts restent d'ordre visuel et descriptif, concentrés sur le caractère formel de l'objet considéré et sur sa décoration. "Le travail de Rudolfsky (1964-1977) est une illustration de cette approche, par ailleurs très critiquée par Oliver (1969-1975) qui lui reproche un manque d'intérêt et peu de compréhension pour les origines et la signification de l'architecture vernaculaire." [Arrouf, 1996].

Le début du siècle a connu des théoriciens [Demangeon, 1920, Durand et Quatremère de Quincy, 1923], défendant la classification typologique formelle comme mode d'approche privilégié des bâtiments vernaculaires. Cette approche essaie de définir un modèle et un type à partir desquels des variations et des améliorations peuvent être constituées. Durant ce siècle est aussi apparue la théorie du diffusionnisme social et géographique adoptée dans l'analyse de l'architecture traditionnelle. Les principes de cette théorie réduisent l'habitat traditionnel à des modèles dont les interactions sociales et ethniques ont permis leurs transmissions.

La problématique de l'inter-relation climat, culture et forme ne concerne pas que l'architecture. La revue technique et culture s'est intéressée à la relation qui relie les formes des objets à la culture éventuelle des peuples. « *Les recherches de distribution géographique et de corrélation entre traits matériels et traits culturels prévalaient énormément au début du siècle. Celles-ci juxtaposent et mettent en ordre mais ne permettent ni de saisir les relations ni d'envisager une interprétation. Un défaut commun les entache qui est de séparer et tenir pour plus ou moins autonomes les catégories sociologiques -techniques, économie, religion, société- avant de rechercher d'éventuels rapport entre elles* » [Cresswell 1972]. « *Or, n'importe quel trait matériel n'est pas lié à n'importe quel trait social et il n'y a sans doute aucun rapport direct entre la forme d'un pilon et le nombre de groupes exogames de la société qui l'utilise.* » [Matias, 1989, p. 13]

1.9.3 L'interprétation sociale

D'après Rapoport (1972) « *l'explication d'ordre social donnée aux formes des maisons... à faire appel au motif défensif et économique* ». Un nombre d'études non négligeable, notamment celle de Rapoport (1972) sur les maisons de l'Afrique Occidentale, Xavier Thysein sur les habitations Sahel tunisien (1983) et Bourdieu (1963) sur l'habitation berbère de Kabylie, ont confirmé l'influence sociale sur la genèse de la forme architecturale traditionnelle. Elles ont donné de nombreuses preuves du mode d'action de ces facteurs qui restent toutefois modifiants et non déterminants. D'autres explications sociales relevant des pratiques religieuses et d'images spatiales collectives restent plus enracinées. Cette multitude de visions a amené les chercheurs à produire de nombreux outils et concepts pour la compréhension de l'architecture traditionnelle, le type culturel [Raymond, 1984], l'anthropomorphisme [Preston, 1983], les systèmes de communication symbolique [U,Eco, 1972], l'identité et les frontières [Rapoport, 1980].

La part des études relatives à l'esthétique architecturale n'est pas réduite. Celle-ci faisant partie de l'Art, de la Culture voir du design, trouve une issue facile à l'architecture. Une issue par une nostalgie antique où la représentation significative est confisquée par une représentation folklorique, ou une issue pour justifier une esthétique moderne risquant le refus de la société. La préoccupation est alors la complexité perçue dans un nouveau modèle. Autrement dit, « *qu'autant l'objet devienne plus familier, autant on le perçoit de moins en moins complexe*¹.

¹ Chez les anthropologues, c'est quand l'objet devient « chose », c'est-à-dire absolument unique, qu'il prend le plus de valeur —Mais sa fonction est alors moins d'être utilisable ou de représenter que de ressembler à des événements et des personnes.

Ceci s'explique par le fait que l'esprit cherche à éliminer ou au moins réduire l'incertitude dans son environnement; cela en reconnaissant et en organisant les données de ce dernier en modèles ou schémas. » [Belakehal, 1995]. « Cette forme d'adaptabilité varie selon des critères socio-culturels tels que l'âge et la profession (niveau intellectuel) » [Francès et autre, 1979]. La réaction d'une société peut dépendre également de l'usage du projet et de son degré d'appropriation. Malgré les réactions hostiles contre le Centre Beaubourg, celui-ci est devenu le lieu le plus visité à Paris. Par contre, les maisons individuelles du Corbusier à Pessac donnent bien aux architectes l'occasion de revoir leur réflexion vis-à-vis des choix esthétiques appropriés à prendre.

Afin d'aboutir à son but qui est de « donner un ordre à certains aspects de notre environnement » [Schulz N, 1979, p.123], le style, la forme architecturale, pour reprendre L.Khan, cité par Venturi, [Venturi, 1976, p.54], « doit s'adapter aux circonstances » qui dépendent du lieu (localitas), de la commodité (commoditas), de la stabilité (stabilitas) et de la beauté (voluptas). Ces circonstances constituent les fondements de toute architecture. Le lieu est le premier fondement, vu son importance dans l'adaptation architecturale et urbaine aux données physiques de l'endroit d'abord, puis culturelles (si elles existent). Nous insistons sur la culture du lieu avant celle de l'éventuel occupant partiel, puisque, parlant d'un cadre général du lieu toute fausse note risque d'affecter l'intégrité de celui-ci.

Deloche démontre que l'analyse formelle est seule capable de vaincre toute subjectivité dans la science de l'art : l'esthétique expérimentale. Car « les formes constituent une ossature théorique de variantes illimitées contrôlables par des méthodes mathématiques : à telle forme, on le sait, répond telle équation », [Deloche, 1985, pp. 126-127]. Toujours selon Deloche [1985, p.129] : « la morphologie sera pour la science de l'art ce que les mathématiques sont à la science physique, un langage opératoire, un champ d'exercice. Les morphologues élaborent des modèles de formes dont ils étudient les conditions d'altération, de combinaison et de construction, les agencements mutuels et les processus de génération ».

« Dans les cités Islamiques traditionnelles, les façades ont toujours été décrites comme étant sobres et peu décorées, qualifiées d'aveugles, ou même inexistantes » [Raymond, 1984]. Elles versent vers l'intérieur au lieu de donner sur l'extérieur. Le cas n'est pas tout à fait généralisable, il s'affirme dans certaines régions du monde islamique, et à certaines périodes seulement. « A Baghdad et au Caire Mamelouk, les jeux de fenêtres décorées et celui des moucharabiehs sur les façades attestent d'un grand talent artistique dans le traitement et la décoration de la façade. D'autre part, cette introversion est elle-même consécutive de la rigueur d'un climat très chaud, ainsi que de la propre logique sociale de la cité qui valorise, de manière presque sacrée, l'intimité de la vie familiale » [Belakehal, 1995]. « C'est pour cette raison que toute lecture qui ne voit dans l'espace extérieur des maisons arabo-musulmanes qu'une façade aveugle n'a de sens, parce qu'elles les réfèrent à des modèles auxquels elles ne sont pas réductibles et ne rendent pas compte, ce faisant, de la cohérence d'un système architectural. Il ne s'agit pas de façades sur rue, mais d'un mur qui participe à l'écart des unités de résidence. Dispositif qui engendre toute une série de degrés d'éloignement matérialisés par des moyens très précis et destinés à assurer un maximum d'intimité à la vie familiale », [Mouline, sans date, p.11].

Le caractère de l'intimité fût toujours gardé et valorisé: l'œil de l'extérieur n'arrivait pas à voir l'intérieur. Ch. Depaule appelle cette façon où la façade, comme limite extérieure de l'habitation

Désimpliquer l'objet du contexte où il prenait initialement sens, c'est souligner son étrangeté, mais prendre aussi le risque de n'en faire qu'une « machine » sans valeur ; à l'inverse, l'insérer dans une histoire ou une scène peut lui redonner sens mais aussi le banaliser. Lire le numéro spécial de la Revue Genèses sur le thème « les objets et les choses », N°17, septembre 1991.

« peut montrer, afficher même, sans laisser transparaître de ce que, comme un masque, elle recouvre » ostentation, [Ch. Depaul, 1985, pp. 228-229]. Cette dernière diffère de l'extériorisation, en ce que celle-ci indique le fait que des éléments internes, franchissent la limite et sont aisément perceptibles de l'extérieur. Il ne sera pas affirmé que la fermeture persiste, mais du moins que l'ouverture vers l'extérieur est toujours contrôlée et judicieusement maîtrisée. De là, le répertoire des éléments de la façade s'enrichit de nouveaux dispositifs tant fixes que mobiles et dont l'origine peut être soit dans les anciennes expériences orientales (moucharabiehs, claustras,...), soit dans les traditions occidentales (stores, persiennes,...).

La méthode d'approche du parti architectural a pris une démarche scientifique au XIX^{ème} siècle avec Fechner. Cette démarche se basait sur la psychophysique, c'est-à-dire sur la mesure de l'excitation et l'appréciation des individus vis-à-vis d'un objet (stimulus). « Néanmoins, il se trouve que, malgré la volonté de cette méthode à être scientifique et objective, ainsi que de vouloir s'inscrire dans une perspective plus large que celle imposée par les étroits cadres de la beauté, elle présente quelques difficultés qui entravent la validité et la généralisation des résultats. Ces difficultés sont liées essentiellement aux problèmes de présentation des stimuli et aux stimuli eux-mêmes, aux instruments utilisés ainsi qu'aux populations étudiées » [Francès et autres, 1979]. Ceci fait que cette méthode d'approche demeure non objective, dans une certaine mesure, jusqu'à ce qu'on parvienne, à travers la formalisation et la modélisation des phénomènes expérimentés, à construire artificiellement des configurations spatiales, à établir « une science du mouvement et de la suggestion perceptive » [Deloche, 1992, p.21].

C'est bien là où réside la solution optimale, elle « se situe à l'intersection de deux fonctions, l'une constante et représentant les permanences locales, aussi bien socio-culturelles que géographiques, et l'autre, ascendante et représentant les paramètres du développement universel de la technologie » [Tabet, 1979, p.319].

1.10 Terrain de l'étude expérimentale

Le choix du terrain de l'étude expérimentale est relatif à plusieurs paramètres dont la typologie de l'habitat. Vu qu'il est impossible dans le cas d'une thèse de faire une étude appliquée sur toutes les représentations architecturales et urbaines, je suis dans l'obligation de me limiter à une représentation assez répandue. Pour cela je dois argumenter mon choix en présentant d'une manière explicite les différents types d'habitats en Algérie.

1.10.1 L'habitat en Algérie

La croissance rapide, qu'ont connu beaucoup de pays en matière d'architecture et d'urbanisme, a donné naissance à une nouvelle unité constructive. Cette unité se manifeste par un paysage de maçonnerie de béton armé aux couleurs grises et souvent en attente d'extension.

L'Algérie, en tant que pays d'une situation géographique, économique et historique particulière, n'est pas à l'abri d'une crise qualitative. Cette crise est générée par la non prise en considération des données contextuelles, ni de l'évaluation de ce qui a été produit dans le passé en guise d'enseignement pour de futures projections.

Cette crise qualitative est éventuellement causée par une crise quantitative. La croissance démographique déclenchée après l'indépendance a provoqué une « effervescence » urbaine non maîtrisée.

Si l'objectif de cette étude est de déceler dans le savoir faire traditionnel ce qui peut résoudre nos problèmes en matière d'intégration climatique, il se doit de faire un diagnostic de l'habitat en Algérie. Il s'agit ici de présenter une monographie du contexte physique bâti et de définir les types d'habitats que connaît l'Algérie.

1.10.1.1 L'habitat urbain

L'habitat urbain présente un « cocktail » pas seulement typologique mais organisationnel.

1.10.1.1.1 L'habitat traditionnel

Si cette étude vise à tendre une passerelle entre le passé et le présent dans la recherche d'une entente entre l'approche climatique et celle culturelle, elle se considérera comme tronquée si elle n'expose pas équitablement l'architecture actuelle déjà évoquée et l'architecture traditionnelle dans le contexte algérien.

Cet habitat est produit par une société où la culture constitue un déterminant commun. Le cadre bâti répond alors aux besoins et désirs du groupe. Ces architectures sont accrochées aux sols, elles lui appartiennent, elles sont naturelles, elles épousent leur milieu, elles collent à la vie des gens .

Nous nous inscrivons dans un contexte où le climat et la culture sont des facteurs déterminants. Il est utile de donner une lecture sommaire du patrimoine architectural traditionnel dans le contexte algérien :

- l'habitat traditionnel des villes du nord à forte domination turque, avec une typologie clairement lisible dans l'architecture des médinas telles que la Casbah d'Alger et la vieille ville de Constantine.
- l'habitat traditionnel des zones rurales des hauts plateaux et des chaînes montagneuses des Aurès et de la grande Kabylie, caractérisé par son aspect de groupement en hameaux ou en villages.
- l'habitat traditionnel des zones arides du grand Sud, caractérisé par sa diversité et sa richesse en éléments bioclimatiques. Plusieurs sites de renommée mondiale représentent cette architecture en Algérie.

La vallée de M'zab a suscité l'intérêt de plusieurs architectes tels que le Corbusier, Pouillon et Ravéreau. Pour ce dernier la vallée du M'zab été un lieu d'inspiration pour des projets témoignant de nos jours de la possibilité d'une reproduction savante d'une architecture qui s'est révélée utile et remédiate aux préoccupations actuelles.

Dans le même contexte, l'habitat traditionnel d'Oued Souf, d'une morphologie spécifique, reconnue par ses voûtes et ses coupoles réalisées en matériaux locaux, forme une monochromie avec le site désertique.

1.10.1.1.2 L'habitat colonial

Modèle installé avec la colonisation. L'habitat colonial s'est propagé dans toute l'Algérie. on y trouve de l'architecture rurale et de l'architecture urbaine. Si l'architecture autochtone présente des variétés géographiques assez distinctes, l'architecture coloniale n'a pu autant s'exprimer. Le modèle colonial a pu influencer l'architecture locale même après l'indépendance, l'innovation technique en est une cause essentielle.

Dans les pays anciennement colonisés, la réalisation de villes et de maisons conçues pour d'autres réalités et d'autres populations, se perpétue, bien après l'Indépendance, sous forme de modèles qui se développent, soit spontanément, soit par le biais de normes et règlements en vigueur. On a vu, en réaction, se développer dans les années 1970, des courants de réflexion et d'étude qui, exprimant le sentiment d'avoir été dépossédés d'une certaine forme d'identité culturelle, tentaient de retrouver et de réintroduire, dans la conception architecturale et urbanistique, des éléments porteurs d'identité.

1.10.1.1.3L'habitat collectif

Le souci des pouvoirs politiques à vouloir réaliser le maximum de programmes à moindre coût, a amené les concepteurs à concevoir et édifier des habitats d'aspect concentrationnaire souvent inadaptés aux attentes des occupants. Ce type d'habitat se confond essentiellement avec l'habitat social où la préoccupation principale est de loger pour ne pas dire « caser ». le maximum de gens sans abri. Une préoccupation politique! Néanmoins un type de logements collectifs très prometteur essaie de s'affirmer. Propulsée par l'effort conjugué des secteurs privé et public, cette catégorie de logements collectifs s'est dotée de moyens lui permettant une revalorisation du concept climatique, ainsi que la quête d'une identité culturelle.

1.10.1.1.4 L'habitat individuel

Ce type d'habitat constitue un aboutissement en soi et répond à un besoin de liberté et d'indépendance. La croissance urbaine effervescente a généré un type d'habitat anarchique tant dans sa dimension physique que dans sa représentation culturelle. Dans son étude sur la croissance urbaine au Maghreb, A.Hafiane, (1983) considère que ce type d'habitat se développe sans référence à une démarche issue de réflexions et de connaissances expertes. Cet habitat est plutôt une réponse réalisée dans l'urgence d'une situation de crise. Cette situation a entraîné la production de plusieurs textes juridiques visant à réglementer le cadre physique en matière d'aménagement et d'organisation.

1.10.1.2 L'habitat rural

Constituant 80% de l'habitat en Algérie au début des années soixante, ce type d'habitat présentait une typologie très variée. Une grande scène d'enseignement à ciel ouvert où le savoir faire traditionnel faisait autorité. La variété était de type régional [Côte M. 1978]. L'aménagement du monde rural provoqué par la politique socialiste a donné naissance à des villages socialistes agricoles, un archétype ne répondant guère au mode de vie des occupants. Ce refus s'est matérialisé par des métamorphoses complexes en vue de reproduire un modèle resté gravé dans leur mémoire collective. Les métamorphoses ont touché l'occupation et l'organisation des espaces d'abord. La représentativité culturelle s'est manifestée avec retard, ce qui laisse supposer que la représentation culturelle à travers l'architecture est une entreprise délicate à atteindre ou qu'elle doit être pensée en phase d'étude. Les remèdes postérieurs ne sont alors que superficiels.

1.10.1.2.1l'habitat dispersé

Dans cet ensemble on peut distinguer plusieurs types et modèles d'habitat selon l'utilisation qui est faite des ressources et des caractéristiques physiques du milieu dans lequel il s'inscrit. Un habitat dispersé, avec une profusion de mechta, habitat "aéré" qui s'inscrit dans les immenses étendues (exemple des hautes plaines constantinoises couvrant tout le piémont nord de l'Aurès).

1.10.1.2.2Village et dechras

« Un habitat groupé, plus structuré et plus dense, situé souvent sur des crêtes ou en fond de vallée » (exemple des dechras du massif de l'Aurès).

Dans cette catégorie s'inscrivent les villages agraires. Programme lancé dans les années soixante dix, destiné à regrouper des paysans rattachés à une exploitation agricole commune.

« Un autre type d'habitat qui donne les prémisses d'une typologie saharienne sans en subir les contraintes, l'habitat du piémont sud. Il se définit par un groupement de fractions autour d'une cour (batha) traditionnellement lieu de rencontre et espace commun doté d'un point d'eau. Les

agglomérations se rattachent souvent, dans ce cas, aux palmeraies, s'y abritant des variations climatiques comme des agressions extérieures.»

1.10.1.2.3 Les ksour sahariens

*Ksour*¹ singulier de *ksar*, médina ou encore kasbah sont des univers limités que chacun peut apprécier, ressentir et aimer, il s'agit aussi des témoignages historiques et d'une partie de la mémoire urbaine. C'est une architecture vécue, réalisée par ses propres occupants d'où son caractère très personnel.

C'est la forme urbaine traditionnelle, spécifique à la population en milieu saharien et présaharien. Son installation dépend de la disponibilité des ressources en eau, condition qui assure la culture du palmier. D'un point de vue morphologique, le *Ksar* se présente comme une :

- forme compacte
- couleur torro
- extension horizontale
- en relation directe avec un espace vert
- homogénéité du tracé

Si les *ksour* se distinguent par un tracé assez dense, certains *ksour* sont d'un tracé orthogonal et moins dense. Cette caractéristique est propre aux *ksour* édifiés sur des vestiges romains.

La création des *ksour* s'est faite essentiellement autour d'une mosquée. L'urbain (ou l'espace public) est formé par un axe principal, à partir duquel s'articulent les ruelles et impasses (semi public) donnant sur les habitations.

Le *ksar* reste la forme la mieux adaptée au climat saharien, parce qu'il est d'abord compact, en relation directe avec un microclimat (palmeraie) et il réagit à l'hostilité du climat par des

¹ Le *Ksar* est un habitat groupé intégral et fortifié, caractéristique de l'habitat présaharien et saharien ayant une fonction économique de grenier et jouant un rôle important dans les rapports nomades-sédentaires.

Le terme de *ksar* est entré dans la langue française puisqu'on le trouve dans les différents dictionnaires. Il est généralement défini comme un habitat fortifié. Mais on peut noter que Guyon (Guyon, 1852; p.324) et Gaffarel (Gaffarel, 1890; p.187) n'employaient pas encore ce terme, mais celui de villages ou de villes pour désigner l'habitat aggloméré de la région des Ziban. L'introduction de ce mot, montre qu'il s'agit d'un type particulier d'habitat qui ne se rencontrait pas dans le pays conquérant, raison de la nécessité de l'adoption du mot local. Si ce type d'habitat a été associé au mot ville, ce n'est pas du fait de l'importance de la population et des habitations, mais plutôt en raison de l'urbanisme du *Ksar*; c'est parce que les colonisateurs y retrouvaient certaines caractéristiques de la ville: des maisons accolées les unes aux autres, des équipements collectifs, un plan et des normes de construction rappelant celles d'une ville que d'un village européen, qui lui est caractérisé, même au niveau de l'habitat groupé, par une absence de cohésion et de structure interne, qui peut s'expliquer globalement par son intégration au système féodal européen, puis au système capitaliste, de l'insertion directe des entreprises familiales au système commercial et de l'extraversion du système local.

Les Ksour des Ziban

Dans sa description des Ziban Guyon ouvre une parenthèse particulière pour décrire deux *ksour*, Mekhadma et Tolga. Pour Mekhadma, il mentionne seulement que c'est une petite oasis qui n'offre rien de remarquable sinon que le sol y est recouvert de poterie ancienne assez grossière. (Guyon, 1852; p.189). C'est en fait que dans la région on peut facilement trouver des restes de poteries anciennes.

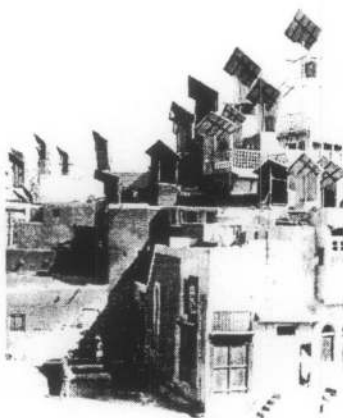
Quant à Tolga, il rapporte que "son village eu égard aux autres villages de la même contrée pourrait être qualifié de bourg". Il parle des maisons plus vastes et confortables, des beaux jardins et du canal souterrain de construction romaine.

Ces *ksour* ont été construits sur des ruines romaines, réalité qui ne nous permet pas de prendre Tolga comme cas d'étude vue sa taille importante par rapport aux autres *ksour* de la région. Le tracé bien sûr suit un tracé initial d'origine romaine ce qui ne permet pas une analyse fiable de la production de l'espace.

stratégies adoptées par les concepteurs. Ces stratégies varient du choix des matériaux à la forme urbaine et architecturale en passant par l'implantation même des parcelles.

Chapitre 2

Influences climatiques et solutions architecturales traditionnelles en zones arides



Esthétique ou climatique ?

L'architecture est déterminée par une série de facteurs dont un seul ne varie jamais, le climat. On s'est toujours protégé du soleil de la même façon soit en construisant des murs épais soit en se mettant à l'ombre.

Joseph BELMONT

2.1 Introduction

Pour s'abriter de certains effets de la nature, l'homme, et ce depuis la résolution des contraintes primordiales de vie (manger, s'habiller, s'abriter, etc) lui permettant de rechercher un confort appréciable, s'est donné la peine d'innover par des solutions pouvant l'abriter des conditions climatiques quelquefois sévères. A travers le temps, les solutions les plus efficaces ont été sauvegardées. Véhiculées par l'architecture vernaculaire, ces solutions témoignent d'un savoir-faire inégalé, que nos aïeux ont pris soin de nous transmettre. La distinction, dans tout ce patrimoine architectural, de ce qui est à vocation climatique n'est pas une tâche facile. Ce chapitre essaye d'élucider ce qui, dans l'architecture traditionnelle, relève d'une préoccupation climatique. Il ne sera pas possible de cerner tous les aspects de cette approche, mais j'essaierai de mettre en évidence la prise de conscience qu'avaient nos parents vis-à-vis du climat dans leurs conceptions architecturales.

2.2 Climat et aridité

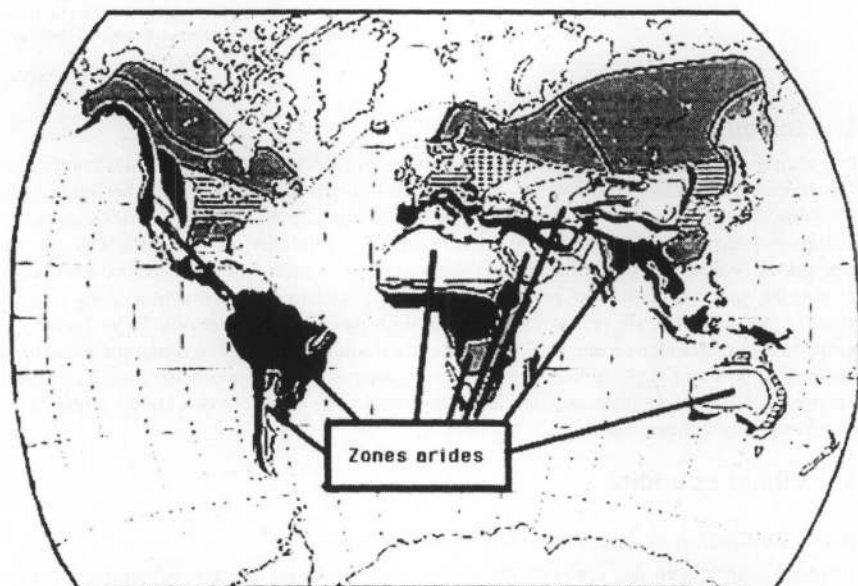
2.2.1 Définition et localisation des zones arides

Les milieux arides¹ sont des zones où règne un climat désertique ou semi-désertique². On les rencontre dans les régions subtropicales d'Afrique, d'Asie centrale et occidentale, d'Amérique du nord-ouest et du sud ainsi qu'en Australie centrale et occidentale. Elles sont situées généralement entre les latitudes 15° et 35° au nord et sud de l'équateur [Fitch et Branch, 1960 ; Givoni, 1980; Konya, 1980; Baker, 1987].

¹ Nous utiliserons tout au long de la thèse le terme "climat aride" en tant que tel pour éventuellement parler de climat semi-aride.

² En climatologie, l'indice d'aridité, est une formule empirique utilisée pour définir les conditions d'écoulement des eaux fluviales ou celles d'humidité de l'atmosphère. [Grand Larousse Universel, 1992, p. 665].

Figure 2-1: Les zones arides dans le monde



Source: Grand Larousse Universel, 1992, p. 2311.

2.3 Caractéristiques des climats arides

Les principales caractéristiques climatiques des milieux arides sont :

- hautes intensités des radiations solaires.
- température d'air diurne très élevée.
- contraste entre les températures diurnes et nocturnes du fait de la clarté du ciel et les vents froids auxquels ces zones sont souvent sujettes.
- basse humidité et faibles précipitations.
- vents de sable entraînant un environnement poussiéreux.

Ces caractéristiques climatiques se manifestent comme source d'inconfort pour les habitants de ces régions. Afin d'y améliorer les conditions de vie, il faut adopter plusieurs stratégies se rapportant à la protection contre les effets de ces paramètres climatiques, essentiellement en période de forte chaleur [Fardeheb et Schoen, 1988]. Ceci implique l'action sur les paramètres suivants :

- radiations solaires
- températures de l'air
- vitesse de l'air

2.4 Climat et causalité en architecture et en géographie humaine

La causalité du climat a été largement acceptée par l'architecture aussi bien que par la géographie humaine. Leurs visions de la problématique ne peuvent être qualifiées que comme convergentes.

2.4.1 Déterminisme climatique et architecture

En architecture, la théorie de la causalité du climat, encore couramment soutenue, affirme que la préoccupation première de l'homme primitif est de s'abriter, et que par conséquent les impératifs du climat déterminent les formes de son habitat.

Effectivement, *« les rapports entre l'architecture et le soleil sont quasiment passionnels, même si la démarche du concepteur n'est pas guidée par un souci d'économie d'énergie, le soleil occupe par ses connotations culturelles et psychologiques, une place de choix dans les idées "motrices" de l'architecte; Il y a dans l'inconscient de tout architecte, mais aussi de tout consommateur d'architecture un esthétisme du soleil et de sa lumière »* [Depecker, 1985, p. 40].

« Les bâtiments doivent être adaptés aux conditions d'été, en partant du principe que les exigences d'hiver seront satisfaisantes par un bâtiment où le confort est assuré en été » [Givoni, 1980, p. 353]. *« Le refroidissement naturel n'est plus un sujet réservé aux zones chaudes, cette problématique commence à prendre de l'ampleur vu les énergies consommées pour le refroidissement des locaux où règne l'usage d'appareils électriques »* [Meersseman et De Herde, 1992].

2.4.2 Déterminisme climatique et géographie humaine

Pour la géographie humaine *« Le soleil, élément fondamental du paysage urbain est un atout qualitatif déterminant pour le confort des logements, à l'échelle de l'individu, et pour celui des espaces collectifs, à l'échelle des groupes sociaux. Il peut être ressenti comme un agrément ou comme une gêne »* [Claux et al, 1981, p. 54]. Dans les milieux arides le soleil constitue une réelle source d'inconfort. A différents niveaux d'échelle, on essaye de lutter contre cette chaleur excessive en ayant recours à l'ombrage. Tout le monde, essentiellement en période de forte chaleur cherche l'ombre ; que ce soit dans les espaces urbains ou à l'intérieur des constructions, les gens se déplacent dans les zones ombragées et s'y installent aussi [Faris, 1981].

La géographie humaine et l'ethnologie ont suscité dès le début du XX^{ème} siècle de très nombreux travaux sur les populations extra-occidentales puis plus récemment sur les populations rurales occidentales et leurs modes de vies. Il est ainsi assez rapidement apparu que les rapports entre milieux et populations étaient d'une bien plus grande complexité que les principes du déterminisme qui avaient pu être émis.

La géographie humaine, qui s'est définie d'emblée comme l'étude des "genres de vie", pose comme hypothèse que l'homme (ses mœurs, ses croyances, ses pensées, ses techniques) partage les responsabilités dans la diversité des habitats, avec la nature elle-même et qu'il constitue un agent de transformation primordial.

Cette hypothèse d'interaction homme/environnement, qui se déroule dans une échelle de temps sans commune mesure avec les délais nécessaires pour les adaptations biologiques, semble avant tout se vérifier dans les sociétés occidentales préindustrielles ou dans les sociétés primitives. La société moderne, pour sa part, modifie sensiblement ce dialogue obligé entre l'homme et son environnement. L'information paraît ne plus aller que dans un sens : de l'homme vers son milieu. Monologue qui s'identifie au progrès.

2.5 Rapport espace bâti et environnement naturel

L'architecture vernaculaire illustre, à travers certains exemples, des réponses à l'environnement hostile des milieux arides, ceci à travers l'utilisation [Rahamimoff et Bornstein, 1981; Baker, 1987] :

- d'éléments topographiques du site tel que l'habitat troglodyte de Matmata en Tunisie.
- d'éléments végétaux comme dans les palmeraies et les jardins privés.
- ainsi que d'éléments artificiels de la morphologie urbaine : Pueblo Bonito aux U-S-A et les Ksour du Maghreb.

La structure urbaine d'une médina (Tunis par exemple) ou d'un ksar (Ghardaia) illustre parfaitement :

- les effets de la compacité à travers les étroites rues qui ombragent les constructions et les protègent des vents nocturnes froids.
- les effets de l'introversion, à travers l'organisation des constructions autour d'un patio, ce qui réduit énormément les surfaces exposées vers l'extérieur.
- les effets de l'orientation majeure des rues dans les directions Est/Ouest. Ceci favorise pour les façades un minimum de gains solaires pour celles orientées nord, et un meilleur contrôle de ces apports pour celles orientées au sud [Hudson, 1976; Konya, 1980; Cook, 1981; Fowler et Burr, 1981; Fardeheb, 1987a; Fardeheb, 1987b; Mahmoud, 1987; al-Azzawi, 1990].

Figure 2-2: Insertion d'un village dans la palmeraie



Al-Qâïf en Arabie-Saoudite, source : Rudofsky, p.256

L'habitat traditionnel dans les zones désertiques a toujours su profiter de son cadre naturel. Ici un village de l'Arabie-Saoudite où la palmeraie source de vie est également utilisée comme barrage naturel contre les vents chauds ainsi que les vents de sable.

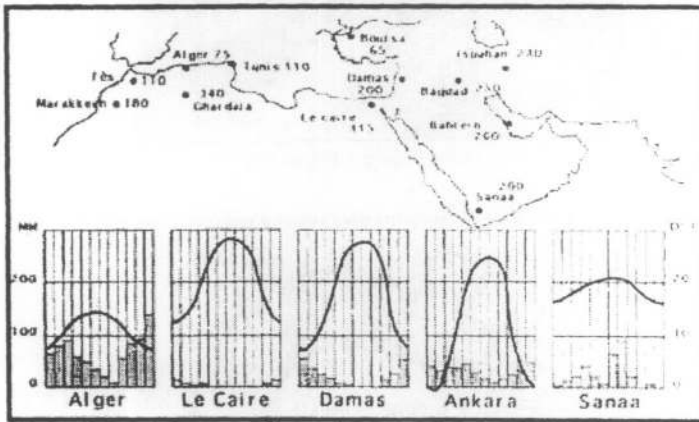
2.6 Le climat et le savoir-faire traditionnel

Mon propos consiste à mettre en évidence la manière dont les types d'habitation propres au milieu urbain ont réussi à s'adapter au climat, grâce à des procédés simples à mettre en œuvre. Dans cette optique, nous emprunterons nos exemples à des contrées du monde ancien, également

à celles qui dans ce contexte reçurent le nom d'Orient par opposition à l'Occident. " le phénomène urbain y est bien plus vieux qu'en Europe, et quand ce sera ensuite le tour des civilisations grecques et romaines de se développer, les habitations y seront souvent semblables par leurs dispositions à celles de Sumer ou d'Accad " [S.Abdulak et P.Pinon, 1973, p. 6]. Nous avons choisi d'évoquer plus souvent des pays de civilisation islamique car " cette civilisation est la dernière à avoir adoptée et perfectionnée des types d'habitation dont la formation remonte à plusieurs millénaires et qui se distinguent par la protection qu'ils offrent contre la chaleur...De plus, les pays du monde ancien à prédominance islamique sont en général chauds et secs il est vrai, mais on y enregistre aussi des différences climatiques et géographiques suffisamment importantes pour en constater les conséquences sur le plan de l'architecture " [Abdulak et Pinon, 1973, p. 6].

Nous chercherons alors, par des approches successives, à cerner les techniques d'adaptation au climat utilisées jadis dans les zones arides. Nous nous pencherons avec modestie et respect sur divers modèles d'architecture et d'urbanisme adoptés par nos aïeux. Des techniques qui à l'aide de méthodes relevant de la physique du bâtiment ont permis de réaliser le chauffage, le rafraîchissement et la ventilation des bâtiments sans installation mécanique. Ces derniers engendrant d'eux-mêmes un microclimat interne plus confortable que le climat extérieur.

Figure 2-3: Pluviométrie et température dans l'aire d'étude



Source : Abdulak et al. 1973, p. 24

2.7 Techniques traditionnelles et protection climatique

Les enseignements de l'architecture traditionnelle n'ont pas cessé d'émerveiller les architectes en quête de solutions aux problèmes causés par une négligence du facteur climatique dans la conception architecturale et urbaine.

Les caractéristiques climatiques, précipitations et cycle thermique des villes situées dans les zones arides et leurs indices xéothermiques (nombre de jours biologiquement secs par an) constituent une matrice de différenciation, à partir de laquelle peuvent être énoncées des solutions constructives ou urbanistiques diverses.

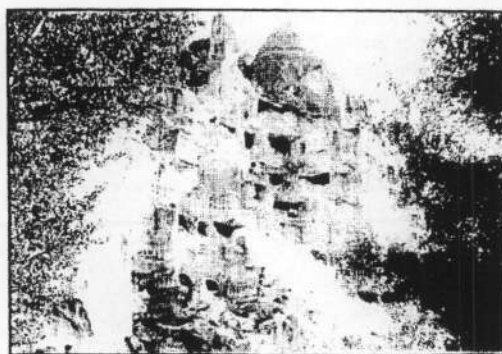
2.7.1 Diminution de la surface de l'enveloppe

La diminution de la surface de l'enveloppe d'une construction et notamment de la surface horizontale, implique la diminution de surface d'échange entre l'intérieur et l'extérieur.

2.7.1.1 L'habitat troglodyte

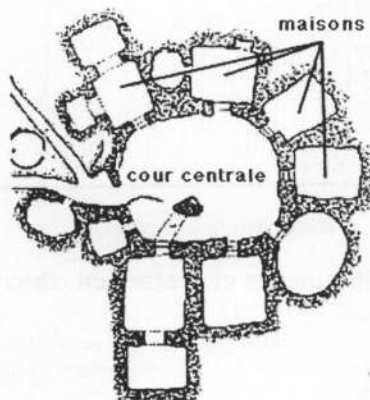
L'inertie thermique (sur une période d'un an) de cette habitat enterré, permet de diminuer l'amplitude de la température de l'aire interne. L'échange thermique entre l'intérieur et l'extérieur est faible. Le seul échange thermique existant est entre l'espace intérieur et la masse (terre, pierre...etc) renfermant cet espace.

Figure 2-4: Habitat troglodyte en Turquie



Source: Cagaloglu Yokusu, 1986

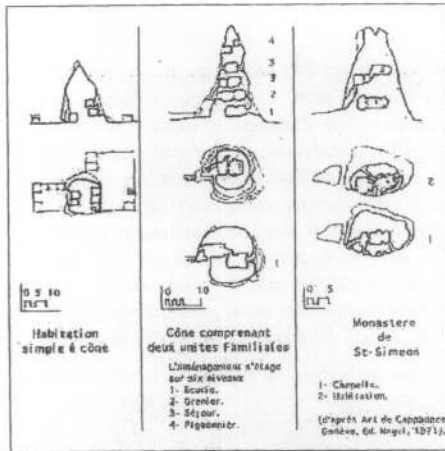
Figure 2-5: Habitations souterraines autour d'une cour (Tunisie)



Source : AKA, 1981, p. 40

L'espace central est constitué par une cour encaissée, ouverte au jour. Tout autour, des pièces sont creusées dans les murs de la cour et sont entièrement souterraines.

Figure 2-6: Coupe sur différents types d'habitats troglodytes



Source : J.P.Loubes, 1984, p. 66

Depuis le simple aménagement d'un site naturel bien disposé (cas des villages de Matmata en Tunisie), jusqu'à la création totale d'un relief incluant un habitat troglodytique entièrement construit par l'homme, les démarches sont diverses et montrent la variété des réponses apportées à cette confrontation homme-nature.

La réduction de l'enveloppe peut être très poussée, et l'on peut y trouver des habitations entièrement souterraines.

2.7.2 L'ombrage et l'ensoleillement

« N'as-tu pas regardé comment ton seigneur a projeté l'ombre? Et s'il avait voulu, il l'aurait rendue immobile. Ensuite, Nous avons fait du soleil ce qui la démontre (l'ombre), puis Nous l'avons ramenée à Nous d'une saisie facile ».

Coran, XXV, 45-46

Dans un milieu aride, la saison froide ne se manifeste réellement qu'en cas d'absence du soleil. C'est le cas de la nuit et des rares journées froides d'hiver [Yakubu, 1990]. Celles-ci constituent une période assez négligeable par rapport à la longue saison chaude [Izard, 1993; Arbaoui et Boudiaf, 1990]. Plusieurs chercheurs dans le domaine de l'architecture en milieu chaud précisent que toute stratégie bioclimatique doit essentiellement se baser sur les conditions d'été pendant la période de surchauffe [Givoni, 1980; Croome, 1990].

2.7.2.1 L'ombre

Le thème de l'ombre est familier pour tout architecte, mais il est une idée directrice pour les architectes modelant avec le soleil. En tant que conséquence du soleil, l'ombre dépend du climat et des saisons. En zone aride et en saison d'été le soleil n'est plus synonyme de détente et de loisir, mais source de malaise.

Divers éléments sont utilisés pour ombrager l'enveloppe architecturale. Si les murs des façades se portent ombre mutuellement —conséquence directe de la compacité de la forme urbaine— ou

bien grâce à l'implantation d'arbres de manière contiguë aux murs, d'autres moyens sont éventuellement utilisés pour se protéger du rayonnement solaire.

2.7.2.1.1 Ombre urbaine

L'urbanisme et l'architecture concourent à la protection thermique. Il est d'ailleurs malaisé de préciser où finit l'un et où commence l'autre. Les textures urbaines ainsi formées ont un air de parenté du Maroc à l'Iran. Toutefois, leur caractère se modifie sensiblement de ville en ville, et même de quartier en quartier. « *Un accollement autant que possible des maisons les unes aux autres horizontalement, de manière à réduire sensiblement les surfaces d'ensoleillement. Cela diminue toutefois les possibilités d'ouverture sur l'extérieur* » [S.Abdulak et al]. « *La forme urbaine, l'étroitesse des rues et la hauteur des constructions assurent un ombrage mutuel des façades. Selon l'orientation, ils peuvent également intercepter les rayons solaires bénéfiques en période froide. Il faudra également souligner que ces rapports entre largeur des rues et hauteur des constructions sont des stratégies utilisées aussi pour protéger les espaces extérieurs ainsi que les bâtisses contre les vents chauds d'été et ceux froids de l'hiver* » [Ferdeheb, 1987b].

Figure 2-7: Vue sur le village de Melika dans la vallée du M'zab



Source: Roche, 1970, p. 41.

*Juger de la beauté, c'est juger de l'ordre,
de la justesse de la proportion.*

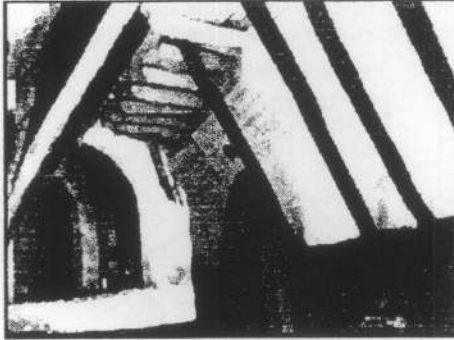
Bousset

Les ruelles sont profondes et sinueuses, amenuisant ainsi les durées d'ensoleillement des façades et empêchant le vent de chasser l'air frais accumulé la nuit. Suivant leurs orientations, les rues étroites peuvent offrir de l'ombre sur une durée plus ou moins longue de la journée. Pour des causes impératives où l'ombre se fait rare, les passages couverts constituent des relais, les piétons peuvent alors s'y recueillir avant de poursuivre leur chemin sous un soleil torride.

2.7.2.1.2 Encorbellement

Les encorbellements à l'étage permettent de régulariser le plan des pièces, ou de les agrandir aux dépens de la rue qui n'a pas besoin d'être aussi large à cette hauteur, et qui se trouve de ce fait plus ombragée. Parfois, c'est un passage ou une pièce qui sont bâtis au-dessus de la rue¹.

Figure 2-8: Vue sur rue de la Casbah d'Alger



Source: Deluz, 1988, p. 23

Les ouvertures sont rarement situées sur les façades Est et Ouest. En général, elles sont de petites dimensions et protégées par des occultations [brise-soleil, claustras...]. Pour un éclairage optimal, la position de l'ouverture par rapport au mur et au sol doit être étudiée, de même que son épaisseur et son système d'occultation [Konya, 1980; Bittencourt, 1993b, Belakehal, 1996]. La différence entre les deux conceptions spatiales vues dans les deux paragraphes précédents apparaît au niveau de l'effet canyon que la première conception peut générer (voir effet canyon dans le même chapitre 4).

2.7.2.2 L'ombrage par éléments architecturaux

A l'échelle architecturale, nous ne parlerons que de certains éléments architecturaux où l'ombre fait autorité, la façade étant une partie de la « peau » de la construction. C'est à travers elle qu'une partie non négligeable de l'échange thermique se produit. La protection de celle-ci contre les radiations solaires s'avère indispensable. Bien que la façade rappelle la relation entre l'intérieur et l'extérieur, celle-ci ne l'est que pour l'environnement naturel, puisque le terme de façade intérieure, par opposition, renvoie à une façade donnant sur un environnement plus privatif.

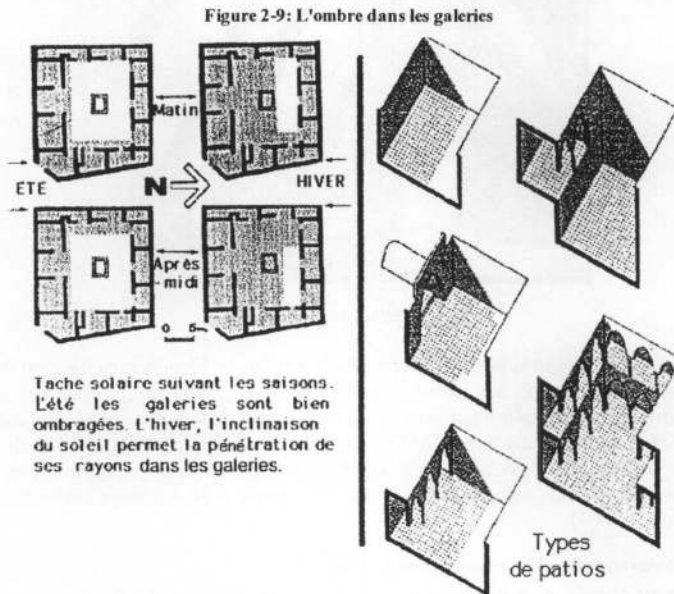
2.7.2.3 galeries

Les galeries peuvent atténuer l'effet du soleil vu l'ombre qu'elles procurent autour du patio. Le patio est un espace ouvert. Pour une zone aride, cette ouverture constitue une source d'inconfort thermique. Les galeries garantissent un espace de circulation assez confortable. La course du soleil oblige, néanmoins, un nomadisme quotidien interne, en quête d'ombre et de fraîcheur. Pour le patio, on distingue deux méthodes principales selon l'aridité de la zone. Dans les régions où la saison de surchauffe est de courte ou moyenne durée, comme le cas d'Alger ou de

¹ Voir aussi chapitre 4, l'espace de mesure climatique urbaine (Haret Bleida).

Constantine, l'utilisation des galeries autour du patio s'avère suffisante pour l'ombrage d'un tel espace. Son humidification à travers l'emploi de végétation et de l'eau améliore son confort. Là où l'aridité est plus rigoureuse et longue, le patio est sans galerie et entièrement couvert. Une simple petite ouverture perce cette couverture afin d'apporter de la lumière dans cet espace et cet espace souvent sombre.

D'autres manières d'ombrager cet espace central se voient dans divers pays. Au Caire par exemple, il est couvert et chapeauté par un élément transversalement ouvert, qui associé au *Malkaf* ajoute un agrément de ventilation à celui de l'ombrage [Fathy, 1985].



Source: S.Abdulak et al, 1973, p. 9

Dans l'architecture, ce que l'on appréhende immédiatement et ce qui survit, ce sont les formes, les profils et les motifs.

Henry-Russell LUTCHCOK

2.7.2.4 La terrasse

La terrasse étant une paroi horizontale et recevant donc la plus importante part des radiations solaires directes, doit également en être protégée. Le calcul de la perméabilité solaire des maisons au chapitre 5, montre que la toiture peut être une source de chaleur non négligeable par rapport à l'ensemble des parois d'un bâtiment. Outre les matériaux de revêtement de sols réfléchissants (chaux), on rencontre aussi dans l'architecture traditionnelle une disposition spatiale au niveau de la terrasse. Une à deux, quelquefois trois, rangées de portiques entourent la terrasse. Ils la protègent des rayons solaires hauts de l'été en l'ombrageant, et la réchauffent par ceux, bas, de l'hiver. Dans l'architecture contemporaine, on a eu l'occasion de voir un nouveau dispositif créé pour l'ombrage des toitures-terrasses des habitations. De la villa Shodhan de Le

Corbusier à la Roof-Roof House de Hamzah et Yeang, on voit naître un nouvel élément architectural qu'est la toitures-parasol. En variant d'une dalle totalement pleine, ou composée de lames horizontales ou tout simplement en résille, elle offre la chance à la terrasse de redevenir à la fois un réel lieu de vie journalier et saisonnier et aussi une banale couverture, [Izard, 1993].

2.7.2.5 Ombre au niveau du détail constructif

Plusieurs éléments architectoniques participent à la création d'un ombrage additif sur la façade. On peut distinguer les éléments plats (constitutifs du fond) et ceux saillants ou creux (représentant des figures)

En somme, et à travers les diverses échelles d'application, on s'aperçoit que les rayons solaires sont interceptés avant qu'ils n'atteignent les surfaces des parois. Le moyen le plus efficace de parvenir à cette stratégie au niveau d'une construction est d'utiliser les éléments de la façade [Givoni, 1980; Shaviv, 1984].

2.7.2.6 Éléments de façade

Sur les façades se sont plutôt les décrochements qui assurent l'ombre. Cependant, ce sont les décrochements horizontaux qui ont été les plus utilisés. En forme de balcon ou *moucharabieh*, chaque région avait sa spécificité. D'autres pays utilisent des décrochements en lamelles horizontales dans le seul but d'ombrager les façades, notamment en Afrique.

Figure 2-10: Afrique, éléments horizontaux, exclusivement pour l'ombre

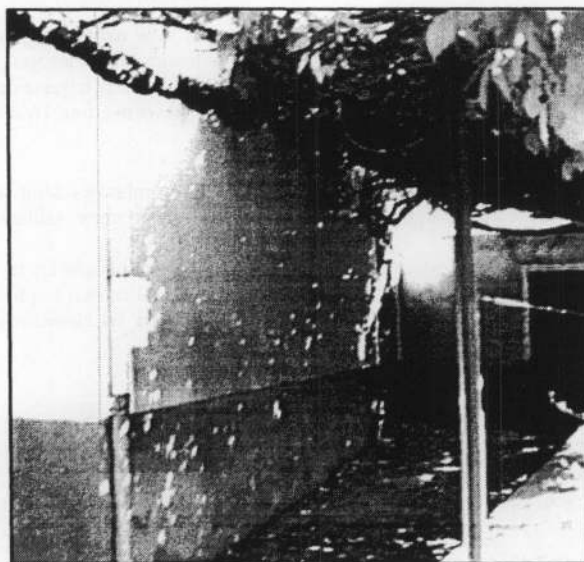


Source: Dethier, 1986, p. 69

2.7.2.7 Ombre et végétaux

Jumeler le nécessaire et le plaisant, n'est pas chose facile. Le recours aux végétaux comme réponse à la recherche de l'ombre est une technique ancestrale. Outre l'ombre, les végétaux produisent une humidité qui favorise le rafraîchissement de l'air, d'autre part et suivant la nature de la plante, cette dernière peut éventuellement produire des saveurs végétales d'où la différence entre une senteur végétale et une ombre portée par des éléments architecturaux.

Figure 2-11: Ombre portée par une glycine



Village d'Allemagne en Provence

Les jardins offrent une série d'éléments pour l'ombre: allée couverte, promenade, voûte de verdure ou bosquet. L'homme en se déplaçant dans un jardin peut choisir de s'abriter du soleil ou de s'y exposer. La maison dépourvue de cette faculté s'est dotée de plantes la protégeant du soleil l'été, les rayons de ce dernier sont admis l'hiver, alors ces plantes se dénudent pour lui céder le passage. C'est à cette fin que les plantes sont soigneusement choisies, non pas seulement dans les zones arides mais aussi là où le soleil est décisif dans le confort thermique.

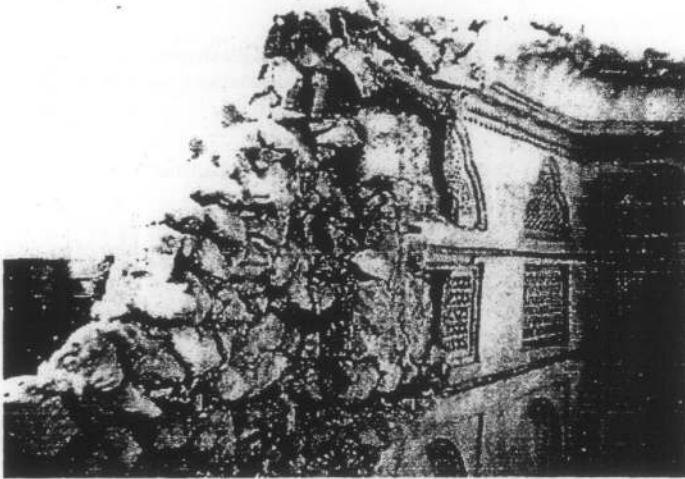
2.8 Inerties thermiques

Deux type d'inerties thermiques existent, une inertie par absorption et une autre par transmission. L'inertie thermique dépend essentiellement des matériaux de construction utilisés. Elle permet le contrôle de l'amplitude entre températures internes et externes [Izard, 1993; Croome, 1990; Lavigne 1994]. C'est grâce à elle que la durée du transfert de chaleur est retardée [United Nations, 1993]. Ainsi en hiver, l'énergie absorbée par les parois de l'enveloppe ne peut être transmise qu'au soir, là où la température externe est la plus basse; elle servira donc de supplément de chauffage naturel. Retenant donc une différence de température entre l'intérieur et l'extérieur (Δt°) et une oscillation dans le temps (a). L'inertie agit alors sur l'amplitude et le déphasage.

Deux investigations récentes se rapportant à l'habitat nord-saharien et traitant du comportement thermique de deux maisons l'une traditionnelle, l'autre contemporaine, démontrent l'effet très positif de l'inertie thermique, à la fois en saison froide et chaude. Pour ce qui est de la traditionnelle, elle arrive à réduire considérablement les périodes de refroidissement et de chauffage par rapport à la construction en matériaux actuels [Ouahrani, 1993; Ben Habib et autres, 1994].

2.8.1 Captage d'humidité et rafraîchissement

Figure 2-12 : Texture de mur permettant le captage de l'humidité



Source : Sayigh, 1981, p. 934.

Cette « ruine » est révélatrice d'un système de refroidissement se basant sur l'humidité. La texture du mur intérieur (en pierre) permet l'infiltration et le captage de l'humidité pendant la nuit. Les « ouvertures » sur le mur intérieur de texture « lisse » et le décollement de ce dernier permettent la circulation de l'air jusqu'au mur intérieur. L'humidité stockée est naturellement récupérée en cas de besoin.

2.9 Adaptations temporelles et climat

Bien que les systèmes passifs soient efficaces, il se trouve que l'habitation peut avoir des températures différentes, suivant qu'il s'agit des locaux orientés Nord ou au Sud, voire d'un étage inférieur ou supérieur. Les habitants adoptent alors des stratégies qui les ramènent à changer de lieu d'installation. Ces changements de lieux peuvent être quotidiens ou saisonniers, nous qualifions ces déménagements perpétuels par le terme de « nomadisme » en référence aux Nomades.

2.9.1 Nomadisme, adaptation ou fuite du climat ?

La notion de nomadisme est souvent utilisée pour qualifier un peuple migrant. La motivation essentielle des nomades est la recherche de la nourriture nécessaire à leur subsistance et à celle de leurs animaux.

Ce que nous qualifions de nomadisme interne, est l'occupation partielle de la maison en certaines périodes, suivie d'un déménagement vers un autre espace de la maison en d'autres périodes. L'occupation de tel ou tel espace est relative à l'orientation du soleil et à sa position par rapport à l'ensemble. Les stratégies diffèrent d'une zone aride à l'autre. Le mode d'habiter et le site jouent un rôle déterminant dans la façon d'approcher le climat.

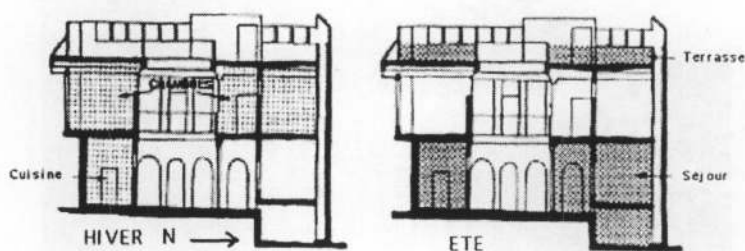
2.9.2 Nomadisme saisonnier

Nous retenons essentiellement deux modes d'occupation de l'espace qu'adoptent les habitants des pays chauds. Pour le même objectif deux stratégies sont observées :

2.9.2.1 Nomadisme vertical saisonnier

Dans les zones arides où l'on construit en hauteur, le rez-de-chaussée et a fortiori la cave, naturellement plus humides et moins ou pas soumis au rayonnement solaire, sont plus frais que les étages, d'où le choix d'affectation des espaces d'hiver et d'été.

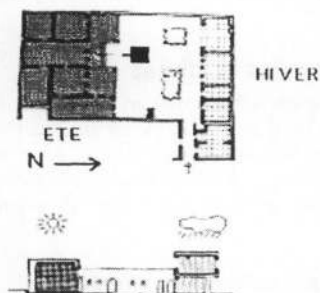
Figure 2-13: Nomadisme vertical saisonnier à Bagdad



Source: Abdulak, 1986, p. 8

2.9.2.2 Nomadisme horizontal saisonnier

Figure 2-14: Nomadisme horizontal saisonnier



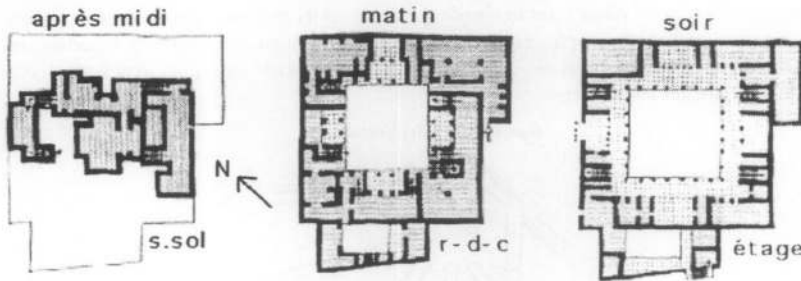
Damas et Diyarbakir, Source: Abdulak, 1973, p. 8.

Dans les zones arides où la forme de l'habitat est horizontale, les appartements d'hiver et d'été sont adossés au même étage, l'un ouvrant au nord, et l'autre au sud.

2.9.3 Nomadisme quotidien

Le nomadisme quotidien interne est une adaptation « microscopique » au climat. Les habitants se livrent volontairement au « caprice » de la nature. Ce nomadisme est si permanent que les occupants ne se donnent plus la peine de transporter leurs nattes pour dormir ou leurs coussins pour s'asseoir. Nous trouvons un aménagement semblable dans plusieurs espaces de la maison, il suffit alors de se déplacer sans transporter son équipement. « Ainsi à Bagdad, en été, les habitants passent une grande partie de la journée au rez-de-chaussée, prennent leur repas sous la galerie; mais font leur sieste dans la cave, plus fraîche le jour, et dorment la première moitié de la nuit sur la terrasse » [S.Abdulak et al, 1986, p. 6]. Ce nomadisme est relatif aux inerties de la maison (voire paragraphe inerties thermiques chapitre 2).

Figure 2-15: Nomadisme vertical quotidien d'été



Bagdad, Source: Abdulak, 1973, p. 8.

En été, à cause de la chaleur qui règne au cours de la nuit dans les espaces internes, la migration des habitants est la réaction la plus courante, on assiste ainsi à une vie nocturne qui se déroule sur les terrasses des habitations. L'inertie thermique, demeure néanmoins, bénéfique pour les matinées d'été. « La fraîcheur transmise au cours de la soirée vers l'intérieur notamment à travers les ouvertures peut être gardée pour le cours de la journée si on arrête la ventilation dès que la température commence à s'élever après l'avoir opérée pendant toute la nuit. Cet excès de température sera profitable pour le cas des soirs d'hiver » [Belakehal, 1995, p.99]. On ne peut parler du profit qu'on peut avoir en ouvrant les fenêtres sans parler des contraintes qui poussent certaines populations des zones désertiques à fermer leurs ouvertures en crainte des multiples conséquences, notamment l'introduction des bestioles (serpents, scorpions...etc), de la poussière voire même des intrus.

2.10 Régulation thermique

L'espace résidentiel est le lieu d'activités privées de repos de récréations, de travail et de vie familiale avec leur prolongement d'activités publiques ou communautaires, d'échanges sociaux et d'utilisation d'équipements et de consommation de bien et de services.

Alberto ZUCHELLI

Essayer de maintenir une température plus ou moins constante et confortable, dans une habitation située en milieu aride et où la température subit une grande amplitude journalière, est une démarche de longue haleine. L'architecture traditionnelle s'est dotée d'une technique qui lui est propre afin de garantir un confort thermique.

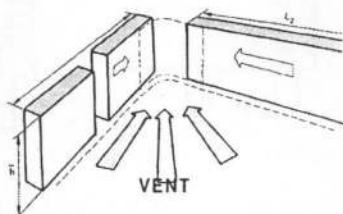
2.10.1 La climatisation urbaine traditionnelle

« La climatisation est une réponse à la sensation d'inconfort thermique que ressent l'homme lorsqu'il transpire. Elle consiste d'abord à rejeter les apports énergétiques solaires, puis à rechercher des sources de froid inertielles évaporatives ou radiatives. Quelques cités dans le passé..., constituent des exemples remarquables par la compréhension, l'efficacité, et surtout l'intégration architecturales des systèmes variés utilisés » [Berger X, p. 127]

2.10.2 Effet Venturi

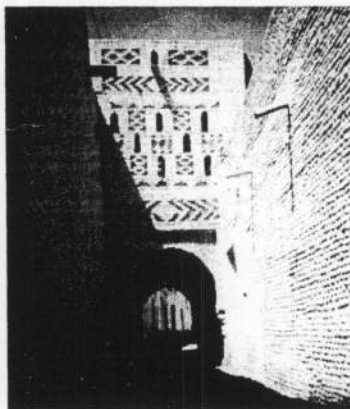
L'urbanisme vernaculaire est souvent qualifié d'enchevêtré ou de chaotique par les architectes cartésiens. Les largeurs des rues irrégulières, la concavité et la convexité éventuelles sont à l'origine de cette description. Sans prétendre donner une explication à toutes formes architecturales et urbaines, le concepteur « profane » ayant bâti une demeure adaptée au climat ne peut négliger le tout en réussissant le simple. Les rues, alors rétrécies, permettent au volume d'air d'y passer avec une vitesse plus rapide. Cette technique s'applique aussi bien en urbanisme qu'en architecture. Signalons tout de même que cet effet n'existe que pour des hauteurs de constructions dépassant les 15 mètres.

figure 2-16 : Effet Venturi



source : Guy Barnaud, 1996, p. 42

Figure 2-17: Ventilation par effet de canalisation de l'air



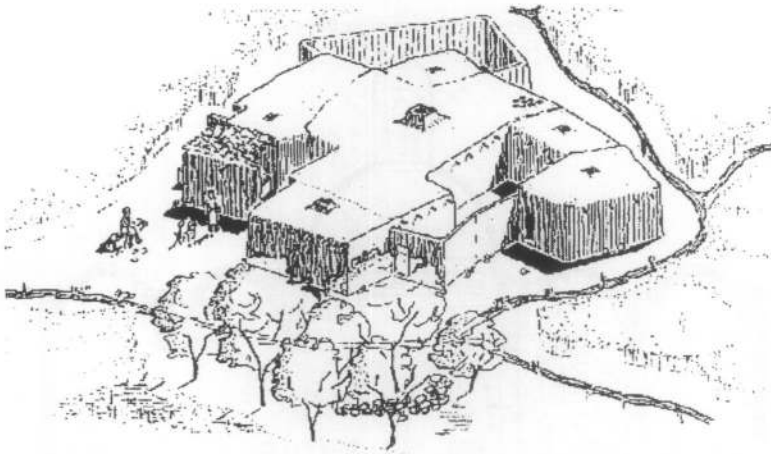
Source: Système solaire N° 100, 1993, p. 92

Ainsi les petites ouvertures à l'étage permettent aux occupants de profiter du mouvement d'air canalisé par la ruelle.

2.10.3 La ventilation

La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres, permet de créer un confort d'été acceptable dans les habitations. Cette ouverture vers l'extérieur est cependant effectuée avec prudence. Plusieurs stratégies profanes et savantes ont été utilisées, ici et là, afin de s'opposer aux effets thermiques indésirables notamment en été. Parmi les éléments architecturaux assurant une climatisation de l'habitation, la *rouzna*¹ joue un rôle non négligeable dans l'aération des maisons.

Figure 2-18: Maison à plusieurs rouzna



Source: AKAA, 1982, p. 61

Cette pratique est surtout utilisée dans les pays du *Maghreb*². Elle consiste à faire évacuer l'air chaud. Au *Machrek*³, certaines sociétés utilisent d'autres techniques, celles des *Malghafs*¹ dont la

¹ Ouverture en plafond, disposée au centre de la maison et d'une dimension variable entre 0.2 et 4 mètre carré.

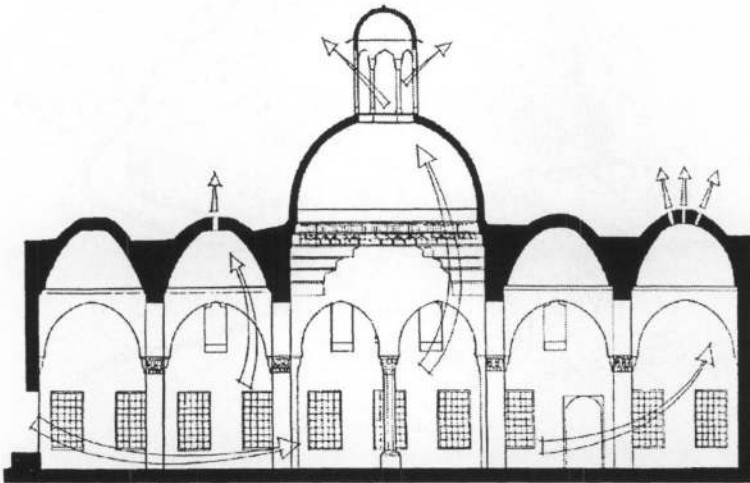
² Littéralement "l'endroit où se couche le soleil", en arabe al-Maghrib ou Occident, nom donné par les géographes arabes aux pays de l'Afrique du Nord, dont la partie orientale dépassait les limites de l'actuelle république tunisienne était appelée Ifriqya, tandis que sa partie occidentale, al-Maghrib al-Aqsa ou le Maghreb extrême, correspondait au royaume du Maroc d'aujourd'hui et à la partie centrale de la république algérienne. Bordé au nord par la Méditerranée et s'étendant à l'ouest jusqu'à l'océan Atlantique, le Maghreb dont le désert saharien constituait la frontière méridionale du côté du Soudan de l'Afrique Sahélienne, était considéré comme englobant aussi la Libye à partir de la Cyrenaïque ou tout au moins de la Tripolitaine. Cette position est généralement adoptée et l'on groupe volontiers sous son étiquette les Etats contemporains correspondant aux pays ci-dessus mentionnés, auxquels on ajoute la république Mauritanienne [Dominique et Janine Sourdel].

³ Littéralement "l'endroit où se lève le soleil", constitué sommairement par les pays arabes de l'est du bassin méditerranéen.

fonction est d'acheminer l'air frais vers l'intérieur des habitations et d'évacuer l'air chaud. l'orientation de ces *Malghafs* est d'une importance capitale. La petitesse des ouvertures au niveau des plafonds voir absence au niveau des murs peut être renvoyé au problèmes des poussières, de sécurité, etc.

La pratique de la maison évolue selon la saison, mais aussi tout au long de la journée et selon les activités qui y sont accomplies. Cuisiner est une fonction en mutation permanente, elle se déplace vers d'autres espaces de plus en plus aérés², au fur et à mesure que la saison chaude avance. En saison froide cette fonction reste sédentaire dans la cuisine et peut occuper l'espace central de la maison pour participer à son réchauffement. L'espace sommeil obéit lui aussi à la loi de "recherche de fraîcheur", les chambres à coucher sont utilisées exclusivement en saison froide, le *ouast eddar*³ est envahi dans les saisons moins chaudes pour être abandonné les nuits d'été vers les terrasses.

Figure 2-19: Phénomène de flux d'air



Alep, Syrie, Source: DUFAYARD, 1984, p. 86

Par effet thermosiphon l'air chaud a tendance à s'élever puis à s'échapper vers l'extérieur. Le renouvellement de cet air se fait automatiquement, même s'il n'y a pas de vent à l'extérieur, cette récupération d'air crée alors un courant d'air au sein de la maison. La région d'Oued Souf en Algérie utilise des coupoles dans le but d'évacuer l'air chaud. Cet air monte sous la coupole pour être évacué à l'extérieur. Le rapport de la surface de la coupole sur la surface incidente solaire est de l'ordre de deux, d'où la diminution des apports solaires. La nuit, la surface de la coupole plus importante que la surface de sa projection plane permet de profiter des radiations du ciel sur une plus grande surface. La multi-exposition de la coupole a pour conséquence la génération d'une zone froide associée à une zone chaude sous la coupole, ce contraste froid-

¹ Capteurs d'air disposés sur les maisons, en forme de cheminée dont l'ouverture est orientée vers les vents frais.

² Voir les exemples dans l'analyse des cas chapitre V.

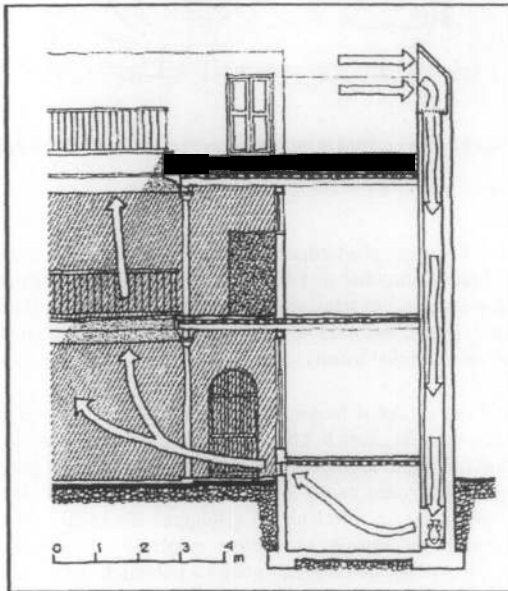
³ Littéralement, centre de la maison, hall souvent couvert et comprenant une rouzna dans ces régions.

chaud sous la coupole provoque un effet de tirage, d'où une aspiration de l'air chaud de l'intérieur de l'habitation.

A l'opposé de la première façon d'aérer qui relève des lois physiques, l'homme arrive à exploiter, sans grande difficulté, la ventilation par introduction d'air nécessitant alors une intervention humaine plus apparente.

Les *Malquafs* sont utilisés au *Machrek* pour ventiler les habitations et les grands édifices. Cet élément architectural en forme de cheminée, dont l'ouverture est orientée vers les vents frais, opère à l'inverse du premier système.

Figure 2-20: Malquaf



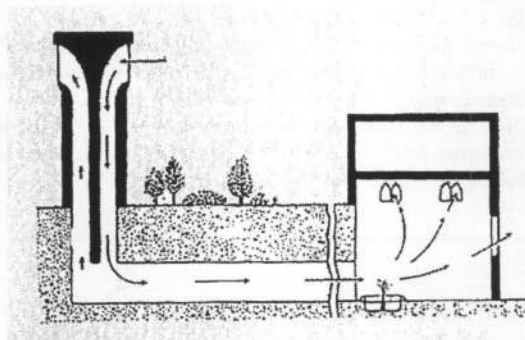
Une jarre d'eau permet l'humidification de l'air.

Source: Allan Konya, 1980, p. 56.

Des galeries souterraines ont été utilisées en Iran. Ces galeries dont l'extrémité est une tour surmontée d'un capteur d'air, ramène l'air à travers une galerie souterraine, afin d'y être rafraîchi avant de s'introduire dans la maison, souvent par le sous-sol.

Tous ces systèmes ne peuvent être efficaces que par l'existence de deux ouvertures, l'une permet l'entrée d'air et la seconde sa sortie.

Figure 2-21: Malquaf à galerie souterraine



Un jet d'eau à l'entrée permet le rafraîchissement et l'humidification de l'air

Source: Gallo, 1981, p. 32.

2.11 L'humidité

L'importance accordée à l'eau est primordiale. L'évaporation de l'eau abaisse la température ambiante tout en augmentant l'humidité de l'air, ce qui est également agréable en climat chaud et sec où le sable et la poussière ont tendance à s'infiltrer et voler partout. « *Les matériaux traditionnels (terre, pisé, pierres, mortiers et bois) utilisés lors de la construction permettaient grâce à leur capillarité, une certaine montée d'eau qui venait s'évaporer en surface* » [Abdulak et Pinon, 1986, p. 12].

L'utilisation directe de l'eau est aussi fréquente. Il est ainsi banal de trouver des jarres d'eau devant les ouvertures des maisons dans les climats secs. L'air, effleurant la surface des jarres poreuses, se rafraîchit aussitôt pour donner un havre de fraîcheur à l'intérieur des maisons. Cette pratique est différente dans les zones moins arides où l'on observe, à la place des jarres d'eau, des pots de plantes ; ainsi l'air se rafraîchit en effleurant les feuilles humides des plantes. L'arrosage direct demeure le recours par excellence en période de canicule. « *Au Caire et à Damas, l'eau jaillit au milieu même de certaines pièces* » [Abdulak et Pinon, 1986, p. 12].

« *Dans la jungle d'Amazonie des colons avisés firent construire leurs maisons par des Indiens, alors que les Rois du Caoutchouc importèrent des briques et du marbre et se firent construire des demeures aux murs épais. Ceux-ci absorbèrent et retiennent l'humidité, pourrissent et provoquèrent des maladies* » [Rapoport 1972, p. 31].

« *La maison chinoise en Malaisie est un apport culturel analogue; elle vient d'une région très différente mais on la construit à côté de la maison malaise qui est bien mieux adaptée au climat. Le plan de la cour et la lourde maçonnerie de la maison chinoise ont peu de sens dans cette région chaude et humide* » [Rapoport 1972, p. 31].

2.12 Petit jardin ou véranda

De même, mais dans le cas du petit jardin cette fois-ci, l'ombrage est favorisé grâce à l'existence de végétation. Il est tridimensionnel et ajoute un agrément de confort grâce à son rôle d'humidificateur. (voir la maison 2 au chapitre V).

2.12.1 Le patio

Le patio est l'élément principal d'adaptation climatique : puits de lumière et de fraîcheur. Thermiquement, il se comporte comme un puits de fraîcheur : la nuit, le sol du patio émet rapidement son énergie vers le ciel d'autant plus qu'il est dégagé ; sa température devient plus faible que celle de l'air environnant qui vient se refroidir et s'accumuler en glissant le long des murs et des terrasses. Au matin, le soleil encore bas, n'échauffe que les parties hautes des parois et ce n'est qu'au zénith que ses rayons atteignent le sol, qui reste donc bien plus confortable que les environs. L'après-midi l'ombre se revient et un arrosage permet de rafraîchir l'ambiance, en attendant le soir. L'air de la nuit est conservé au maximum, protégé du soleil dans le patio, puis vient en fin de matinée rafraîchir les pièces par les portes et les fenêtres qui ont des allèges basses.

2.13 Éléments fragmentaires au niveau de l'enveloppe

2.13.1 Élément plats

Les éléments plats peuvent être classés en :

- murs doubles : ils constituent une paroi additive à celle porteuse et pouvant être totalement opaque ou perforée (larges claustras adossées à un mur).
- texture et décoration : le crépissage, l'appareillage des matériaux de construction peuvent aussi contribuer à ombrager les surfaces des murs.

2.13.2 La couleur

J'ai là, voyez, des cailloux blancs que je lusse tremper à l'ombre, puis que je tiens longtemps dans le creux de ma main, jusqu'à ce qu'en soit épuisée la calmante fraîcheur acquise. Alors je recommence, alternant les cailloux, remettant à tremper ceux dont la fraîcheur est tarie. Du temps s'y passe, et vient le soir...

L'immoraliste André Gide

La couleur blanche réfléchit mieux les rayons solaires, qui sont peu absorbés par les parois. La chaux est une surface sélective froide qui a un facteur d'émission infrarouge de 90% et un facteur d'absorption solaire de 12% (couche neuve) qui augmente lorsque les pluies d'automne arrivent. Cette technique de contrôle climatique est bien répandue dans les zones à fortes radiations solaires. A l'intérieur des habitations, la couleur blanche répartit mieux la lumière dans les pièces vu la petitesse des ouvertures dont peuvent se munir les habitations des ces mêmes zones.

Notons aussi que la peinture en blanc de chaux peut augmenter la performance des murs en matière climatique, la chaux est, entre autre, microfissurée et permet l'infiltration de l'humidité à l'intérieur du bâtiment, une humidité si recherchée.

2.13.3 Élément saillants

On distingue les éléments suivants :

- brise-soleil : il s'agit d'éléments qui consistent en des encorbellements horizontaux et/ou verticaux pouvant être de simples éléments linéaires ou entièrement volumiques.
- claustras : ce sont des parois non opaques perforées dont l'objectif est d'ombrager des surfaces verticales, ainsi que le tamisage de la lumière. Elles sont souvent placées en saillie par rapport au plan de la façade.
- percements : pouvant être de dimensions importantes (loggias ou terrasses) ou de petites dimensions (fenêtres). Ils offrent un lieu de vie grâce à l'ombre qui peut y régner.

2.13.3.1 Les écrans solaires

2.13.3.1.1 Occultations fixes

Les occultations fixes sont utilisées pour ombrager les ouvertures et ceci essentiellement pour de longues périodes (saison de surchauffe). En auvent, en vis-à-vis, ou en flanc, ces derniers ont une influence considérable dans la diminution des radiations solaires incidentes sur une façade.

Figure 2-22: Occultation fixe par auvent



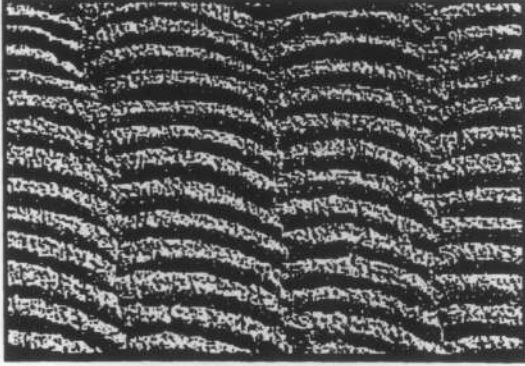
Tunisie, Source: AKA, 1998, p. 24.

2.13.3.2 Appareillage et crépissage

Une texture rugueuse, telle qu'un appareillage en pierre ou en brique, ou tout simplement un enduit tyrolien, apporte un ombrage additif au fond. Traditionnellement, une technique de crépissage très intéressante fut utilisée pour ombrager au maximum le fond de façade. Le crépissage étant constitué de boules semi-sphériques étalées avec la main sur le mur ; chacune ombrage sa moitié et porte une ombre sur la boule en dessous ou d'un côté selon l'orientation de la façade et la course du soleil, d'autres formes existent, telles que celles décrites ci-après.

Figure 2-23: Crépissage en terre

Le relief assure une ombre propre assez importante.



Source: C.Mester et al, 1988, p. 34.

2.13.3.3 Arcades

Les arcades urbaines offrent un espace ombragé bien recherché. Elles rappellent le "Sabat" (rue couverte) des tissus traditionnels. Elles créent un lieu d'activités diverses selon ses dimensions : leur ombrage dépend de la hauteur H et de la profondeur P, pour une orientation donnée.

2.13.3.4 Mur de clôture de terrasse ou acrotère

Le mur de clôture de terrasse ajoute un ombrage additionnel à la façade relativement à son orientation, et s'il est en saillie par rapport au plan de la façade.

2.13.3.5 Volumes saillants importants

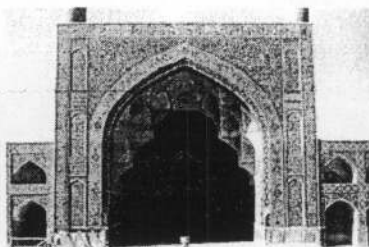
Le "Kbou", la "Mashrabiya", en raison de leurs dimensions et leurs saillies, en dehors de la parcelle, apportent un ombrage maximal à la façade. Ils peuvent constituer à la fois un auvent, un flanc et une loggia pour les surfaces tant vitrées qu'opaques.

2.13.4 *Éléments en creux*

2.13.4.1 Creux de grandes dimensions

Par leurs dimensions importantes, ces creux, par rapport à leurs profondeurs, à l'intérieur de la parcelle, permettent la création d'un espace dont le sol, les murs et les ouvertures sont largement ombragés.

Figure 2-24: Iwan, forme assurant l'ombre sur plusieurs orientations



Source: Heinle, 1989, p. 70.

2.13.4.2 Creux de petites dimensions

Pour ombrager des ouvertures de faibles dimensions, on joue sur la section de la paroi contenant l'ouverture (sa profondeur) afin d'avoir un effet analogue à celui des brise-soleil (occultation fixe). Un autre moyen est de décomposer la surface vitrée en petites surfaces selon l'orientation considérée (système de fentes) tout en considérant également l'épaisseur de la paroi du mur [al-Jawadî et al-Noah, 1979].

2.13.5 Éléments décoratifs

Figure 2-25: Ombre en bas-reliefs



Ombre à plusieurs échelles, profondeur de l'ensemble et la sculpture à bas-reliefs

Source: Barrucand, 1992, p. 70.

Ces éléments peuvent être des bas-reliefs, des corniches. Ils sont utilisés essentiellement en tant que décoration, mais leurs emplacements en relief ou en creux, favorisent un certain ombrage additif à la surface qu'ils encadrent.

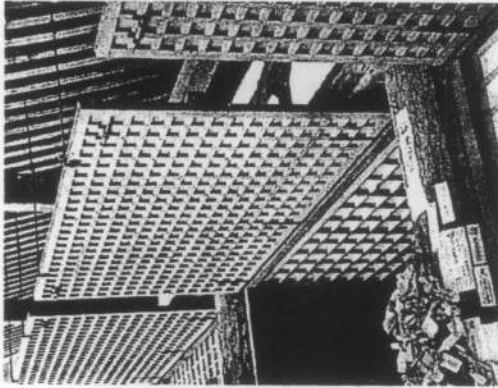
2.13.6 Occultations mobiles

Les occultations mobiles de petites dimensions servent généralement à ombrager temporairement les ouvertures.

Le caractère d'un édifice s'apprécie jusque dans ses moindres détails.

Joseph BELMONT

Figure 2-26: occultation mobile

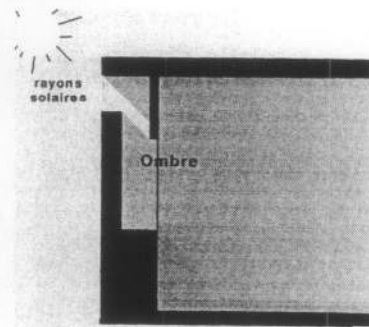


Les ouvertures dans l'architecture Japonaise, source : Rudofsky, p.192

2.13.7 Eclairage et réduction du rayonnement solaire

La volonté de réduire le rayonnement solaire induit souvent une diminution de l'éclairage naturel. Les tâches quotidiennes de notre vie « moderne » nécessitent souvent plus d'éclairage que dans le « passé ». Les solutions trouvées par nos ancêtres tel que l'éclairage indirect ci-après, doivent être adaptées au contexte actuel.

Figure 2-27: Eclairage indirect



Vue expressive de l'éclairage indirect, maison traditionnelle du Sud algérien

2.14 Conclusion

Le recours, dans la plupart des cas, à des solutions non climatiques, nous conduit aux opinions les plus extrêmes du déterminisme climatique et nous laisse penser qu'il devait y avoir d'autres forces à l'œuvre [Rapoport, 1972, p. 30].

Si l'on se réfère à Olivier [1972, p. 67], il semble bien que le climat a " *avant tout modelé le psychisme des hommes qui l'ont subi pendant des siècles, de sorte que jamais la forme de la maison ne découla du climat mais toujours de l'âme de ceux qui la bâtirent* ".

Ceci semble vrai, lorsque l'on pense aux sociétés qui vivent dans les milieux chauds, sec et arides. L'attitude de ces sociétés envers le soleil comme facteur d'influence dominante est bien accentuée dans leur architecture, leur urbanisme et surtout leur mode d'occupation de l'espace. Les autres facteurs sociaux, religieux et économiques interviennent évidemment, mais sur la manière de se protéger contre les effets indésirables du climat. Les multiples « formes » sous lesquelles se présentent les moyens de protections ne sont que des indicateurs de diversités culturelles voire de représentations économique ou sociales.

L'architecture et l'urbanisme dans les zones chaudes ne peuvent ignorer l'influence du climat sur le confort thermique. Cette prise de conscience a poussé les bâtisseurs à innover et créer des systèmes susceptibles de réduire l'effet indésirable du climat. L'inscription géographique et culturelle des cas étudiés dans ce chapitre étant définie d'avance, il en ressort que la signification formelle évoquée est plutôt à intention climatique. L'aspect culturel, dans l'ensemble des cas évoqués, n'est alors qu'un habillage est non une fin en soi. La recherche de l'ombre et de l'air frais sont les objectifs principaux de ces formes. Inscrites dans un milieu culturel déterminé, ces formes ne peuvent que s'y intégrer culturellement. Les expériences plus récentes ayant aboli cette inscription culturelle pour se doter d'un modèle non innové mais souvent importé, recherchent les mêmes objectifs. C'est finalement cet objectif climatique qui perdure alors que les modèles culturels tendent à se perdre.

Chapitre 3

Influences culturelles et représentations architecturales



A chacun sa culture!

3.1 Introduction

L'imaginaire a depuis longtemps fixé comme expression de ses contraintes les manifestations climatiques, symbolisant l'extérieur, les manifestations naturelles et les "paroles" divines. Pour réagir aux informations climatiques de son milieu, l'homme dispose de différentes solutions : agir directement sur son métabolisme (choix d'un type de régime nutritif), aménager des espaces favorables (parapluie, parasol, paravent, plantations végétales, groupement de construction...) ou confectionner des enveloppes climatiques plus ou moins vastes (vêtements, habitations...). Mais dans ces solutions, l'habitation demeure l'expression humaine, la plus riche d'informations et la plus spécifique à son mode de vie. Elle est chargée dans notre imaginaire d'un poids symbolique que la langue véhicule au travers d'images insistant sur son aspect climatique: c'est un "toit" (contre les précipitations), c'est un "foyer" (contre le froid). Cependant, le problème de l'habitation ne se pose pas uniquement en termes de microclimat et les facteurs physiques sont soumis aux filtres de la culture. La genèse et l'évolution des formes bâties font intervenir un ensemble de paramètres naturels et culturels. Et il est aisé de vérifier que sous un même climat, deux types d'architecture peuvent coexister, ou, inversement, que deux architectures analogues peuvent se rencontrer sous deux climats dissemblables. Les travaux d'Amos Rapoport ont montré que les relations mêmes de ces paramètres ne pouvaient être unanimement modélisées pour toutes les populations. Dans toutes les civilisations humaines et à travers l'histoire: la référence culturelle était un facteur prépondérant dans l'organisation et le symbolisme de la demeure que se façonnait tout Homme.

Ces symboles s'inscrivent dans une logique où les systèmes de valeurs peuvent être contradictoires d'une culture à l'autre. Si le désir d'intimité peut prendre des formes reliées à des domaines distincts comme nous pouvons le voir aux Indes, en Iran et en Amérique Latine où les bâtiments sont traditionnellement tournés vers l'intérieur, d'où une règle de construction et l'on voyait dans l'architecture japonaise, les toilettes donnaient exclusivement sur de superbes panoramas, ignorés par ailleurs, parce qu'une entrée, une cuisine ou un cabinet de toilette ne doit jamais être orientés Nord-Est ou Sud-Ouest. Des règles codifiées par des schémas spéciaux comprenant 24 points cardinaux qui indiquaient les directions bénéfiques et maléfiques séparées par des angles aussi fermés que 7 ou 8 degrés.

3.2 Genèse de la forme

« L'absence de différenciation dans les formes et dans la construction des bâtiments est une expression de l'absence généralisée de différenciation, caractéristique des sociétés primitives. Presque tous les observateurs des sociétés primitives et agraires ont remarqué l'absence caractéristique de différenciation dans l'utilisation de l'espace » [Rapoport, 1972, p. 11].

« Dans cette intrusion de l'habitat dans le culturel, Amos Rappoport va plus loin et plus fort : un bon point de départ pour toute mise en question générale du point de vue du déterminisme physique est l'argument de Mumfort selon lequel l'homme fut un animal créateur de symboles avant d'être un animal créateur d'outils, qu'il est devenu un spécialiste du mythe, de la religion et des rites avant de devenir un spécialiste des aspects matériels de la culture, et que la précision du rite passait avant celle du travail; l'homme a mis son énergie dans des formes symboliques plutôt que dans des formes utilitaires même lorsqu'il en était encore à peine à ses débuts. Il est possible que l'on doive adopter une position « non-physique » en ce qui concerne les formes primitives de la maison... Réduire l'habitat à son mode d'existence technique serait donc passer tout à fait à côté d'une de ses dimensions majeures qui est une des dimensions capitales des sociétés passées... » [P.R.Baduel, 1986, p. 231]

L'évolution humaine a engendré une amélioration dans la façon d'habiter. Cette évolution s'est manifestée sur plusieurs axes desquels nous retiendrons les diverses tendances culturelles qui en découlent.

Ces diverses cultures dont les signes apparents sont multiples et variés, paraissent inclassifiables vu qu'elles relèvent de plusieurs domaines d'études. Entre anthropologues, sociologues, psychologues et architectes, chaque spécialiste présente une classification dont les critères relèvent strictement de sa propre discipline. Alors qu'il y a, pour ne pas dire « des traits d'unions et des distinctions » mais plutôt, de larges passerelles reliant les différentes disciplines autour d'une explication commune et où chaque domaine d'étude pourra s'identifier. La forme architecturale et urbaine finale est alors la superposition de plusieurs calques dont l'en-tête de chacun porte le nom d'une discipline différente.

« Depuis bien longtemps, il a été donné de constater que la diversité des formes d'habitat correspondait à diverses cultures, groupes sociaux, sociétés ou civilisations, et donc il existait un rapport entre ces deux dimensions (habitat et société). Certains ont été jusqu'à dire que l'habitat est la projection de la société dans l'espace » [Khandrich, 1993]. Cette approche relève d'une problématique sociale d'où une lecture transparente à travers des pratiques quotidiennes suivies d'une mise en forme de l'habitat avec tous ses composants, produit final des pratiques sociales.

3.3 Choix des éléments de l'analyse socioculturelle.

Dans mon analyse de l'influence culturelle sur les formes architecturales, j'ai choisi de présenter les éléments reliant l'intérieur des habitations avec l'extérieur. « L'originalité peut-être la plus marquée de cette société est - de notre point de vue - son type de rapports à l'espace: des rapports faits avant tout d'une forte intériorité. Maison adossée à la rue, ville fermée sur la campagne, construction politique qui tourne le dos à la mer, il y a là un modèle d'organisation spatiale, fait d'espaces clos emboîtés et hiérarchisés. Monde segmenté, structuré, dans lequel le cloisonnement est transcendé par l'unité de la communauté islamique. » [M. Côte, 1988, p. 18]. Le côté intimité est souvent le plus pris en considération dans la réalisation des demeures dans mon aire d'étude. Ces éléments figurent essentiellement sur les façades des constructions. Des façades externes et des façades internes, puisque dans les pays de cultures musulmanes la maison est qualifiée d'« introvertie ». Le filtrage du regard et le filtrage du rayonnement solaire, font-ils bon ménage ? La volonté de filtrer l'un induit-elle la volonté de filtrer l'autre ? Ce chapitre tentera d'apporter une réponse objective à ces différentes questions qui me semblent décisives dans le jugement du choix adopté par les concepteurs. Ce choix peut être un déterminisme climatique, socio-culturel ou les deux à la fois. Nous nous focaliserons dans ce chapitre sur le déterminisme socio-culturel. Le déterminisme purement climatique a été évoqué au chapitre précédent.

Dans l'étude de Bousquet [1983, pp. 216-223], dont la plate-forme est la façade dans les pays de culture musulmane, c'est la représentativité de l'esthétique en architecture qui est évoquée. En parlant des nouvelles façades de Beni Isguen¹, l'auteur distingue les différentes représentations de celles-ci, qui avec celles du ksar, peuvent être catégorisées comme suit:

- façade avec arcades.
- façade avec petit jardin ou cour.
- façade lisse sans arcade et sans petit jardin ni cour.

Ces caractéristiques à vocations esthétiques dans l'analyse de Bousquet peuvent dépasser le seuil de l'esthétique pur et simple, et je peux les aborder comme dimension culturelle dans

¹ At Isgen en Berbère, à 2,5 km de Ghardaïa, au confluent de l'oued N'Tissa et de l'Oued M'Zab. Ce ksar, le second en importance, s'organise à partir d'une vieille ville, « Tafilalt ».

mon analyse architecturale. L'auteur s'est donné une classification et a abordé l'esthétique spatiale dans ses deux premières catégories et l'esthétique bidimensionnelle dans la troisième catégorie. Je retiendrai essentiellement cette dernière catégorie qui rejoint mes préoccupations quant aux prises en compte des impératifs culturels dans l'élaboration des formes architecturales. Cela ne met pas en question le rôle du jardin dans l'esthétique architecturale et urbaine, ni sa domestication sur ses diverses formes acheminées par des acquis culturels. Plusieurs études se sont intéressées de près aux jardins domestiques, notamment au jardin dans la culture musulmane. « *L'art des jardins trouve ses origines en Mésopotamie, en Egypte et en Perse. Après son moment hellénistique et romain, avec l'invention du patio, c'est en Andalousie qu'il offre une de ses réalisations les plus éclatantes... L'Alhambra représente un sommet de l'art mauresque, et exprime l'étroite synergie, l'indissociable complémentarité entre l'architecture d'un château et l'ordonnement d'un jardin... Le jardin arabe n'est pas le prolongement extérieur d'un salon d'apparat qui serait destiné au déploiement d'une foule d'invités... Situé le plus souvent au cœur de la résidence, le jardin patio est un lieu clos, destiné à un certain style de vie* » [R. Misrahi, 1988].

En matière d'ornementation on parlera essentiellement d'élément figuratif au sens de Colquhoun. Le terme d'éléments figuratifs désigne des éléments de figure, et la figure, comme terme, sous-entend "une configuration dont la signification est donnée par la culture¹, que l'on suppose ou non que c'est la nature qui lui donne son fondement ultime" [Colquhoun, 1985, pp.198-199].

« Ces éléments figuratifs sont les éléments qui se traduisent, tridimensionnellement sur le fond de la façade. La forme élémentaire signifiante de chacun d'eux est extraite » [N. Schulz N, 1975, p. 80]. Ils peuvent être classés ainsi:

- volumes saillants importants : balcons, encorbellements, etc.
- creux de grandes dimensions : loggia, terrasses, etc.
- creux de petites dimensions : fenêtres, fentes, portes, etc.
- occultations fixes : claustras, moucharabiehs, etc.
- occultations mobiles : persiennes, volets, stores, etc.
- éléments décoratifs : corniches, bas-relief, etc.

« Des thèmes subordonnés de la façade faisant partie intégrante du dispositif qui assurent au maximum l'intimité de la vie familiale dans l'habitation traditionnelle. Saillies, percements,... prescrivait cette intimité en eux-mêmes, à travers leurs formes, dimensions et degrés d'opacité. Ces éléments agissaient de même comme dispositifs de contrôle et d'adaptation à un environnement physique très hostile » [Belakehal, 1995, p. 72].

3.3.1 L'économie dans la modélisation de la forme de l'habitat

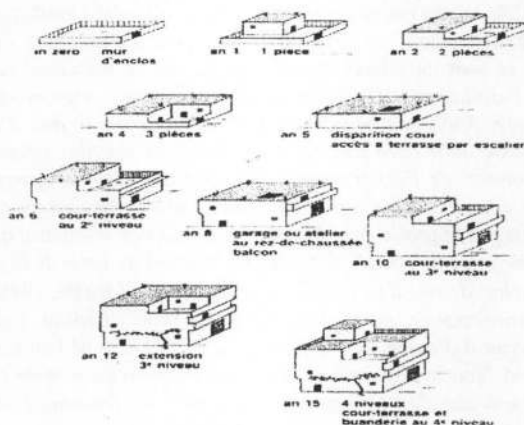
L'analyse présentée par M. Côte sur l'évolution de la forme d'une maison, montre bien que le développement d'une famille ainsi que l'accroissement de ses membres, à savoir les raisons sociales, n'en sont pas les causes principales. Le facteur économique peut être le vecteur principal.

¹ « Un symbole accumule sa signification au cours d'un long processus, ce qui lui confère une force magique, ou si l'on veut une jouissance solitaire » [David Fontana, 1994, p. 395].

La composition architecturale obéit à des lois très strictes dont la première est « l'enchaînement »

Joseph BELMONT

Figure 3-1: Evolution d'une maison algérienne



source: M. Côte, 1988, p. 271.

« Il s'explique également par l'évolution des besoins familiaux : dès que la première pièce est achevée, le constructeur y emménage avec sa seule famille nucléaire ; puis il l'organise plus au large ; par la suite, chaque fois qu'un fils se marie, il réalise un nouvel élément de la construction afin de l'y loger ; la famille composée se reconstitue ainsi par un système de proximité au sein de la même maison. Le caractère évolutif de cet habitat, capable de se modeler aux besoins et aux moyens de la famille, en fait la force et explique l'intérêt que lui porte une large partie de la population » [Côte, 1988, p. 270].

Cette approche bien que profondément sociale d'une part et économique d'autre part, s'intéresse à la consommation de l'espace et peut ne s'intéresser guère aux facteurs climatiques. Une habitation en attente d'extension verticale ne peut avoir une isolation *achevée* au niveau de la toiture¹. Reste alors la découverte du modèle originel² et ses différentes métamorphoses en vue d'une connaissance plus profonde de l'évolution sociale à travers son mode d'habiter.

3.3.2 Diffusion des modèles architecturaux vers d'autres aires géographiques et culturelles

Les habitations dites traditionnelles profitent d'une conception architecturale dont la logique est certainement plus qu'une stricte adaptation climatique. L'extrême diffusion du modèle schématique d'"habitation islamique", d'où l'habitation de Sidi-Okba est issue, se rencontre sous des climats sensiblement différents. Cette "maison islamique" se retrouve en Afrique du Nord, en Egypte, au Moyen et Extrême Orient et plus parcimonieusement en Europe orientale, aux Balkans, en Espagne et dans certaines régions islamisées d'Afrique sahélienne.

¹ la toiture est la paroi la plus perméable au soleil, voir chapitre 5.

² Selon le psychiatre suisse Carl Gustav Jung (1992, p. 20) à qui on doit la part la plus importante des connaissances actuelles sur les symboles, « le symbole implique quelque chose de vague, d'inconnu ou de caché pour nous ».

Figure 3-2: Village des montagnes d'Afrique du Nord



Les villages des montagnes d'Afrique du Nord se caractérisent par des maisons à toit plat recouvert de terre battue. Après la conquête de l'Espagne, les Berbères introduisirent ce type d'habitation en Andalousie, ci-dessous la Pampaneira, dans la Sierra Nevada, fait partie d'une douzaine de villages à peu près identiques, dont l'architecture date de l'occupation maure en Espagne. Les toits de pierre et de terre battue fournissent une bonne isolation contre le froid et la chaleur, et servent de lieu de travail.

Figure 3-3: Village de la Pampaneira en Espagne

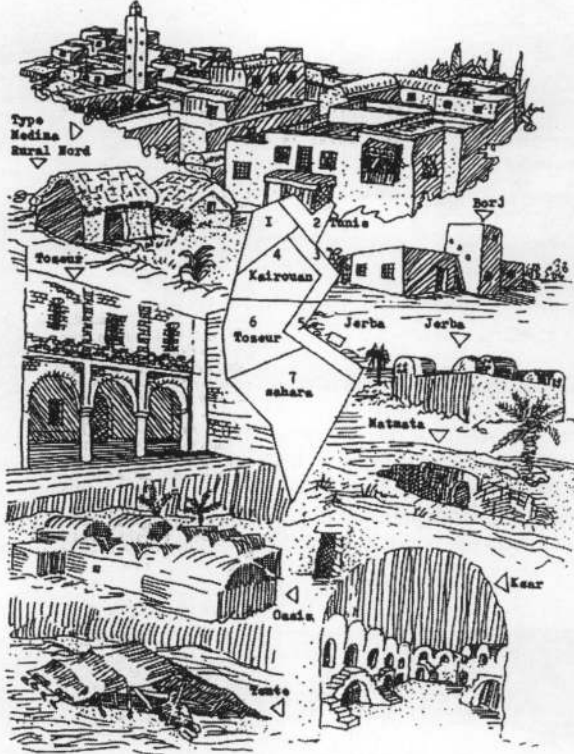


Source des deux figures ci-dessus : RUDOFKY.B. 1977 , pp. 290-291.

Bien que les modèles architecturaux s'exportent d'une région à une autre bien lointaine, on peut retrouver plusieurs types d'architecture dans un espace restreint.

L'illustration ci-après montre la diversité architecturale en Tunisie. Une interpolation, rien qu'au reste du monde arabe risque de faire paraître une variété infinie de modèles qui ne sont que des représentations culturelles puisqu'il s'agit de climats assez similaires.

Figure 3-4 : typologie d'habitats en Tunisie



Source : Faltrept G, 1980

3.3.3 Origine d'une société et représentation culturelle

Le passé n'est pas derrière nous.
Il est sous nos pieds.

Proverbe arabe

Afin de comprendre une société nous devons comprendre ses origines. A la recherche d'une réponse concernant les origines du peuple habitant le Maghreb, Marc Côte [1988 p. 16] s'est posé la question suivante « *En quel terroir ont poussé ces racines ?* » Sa réponse était que « *Le terroir humain est simple, et relativement connu. A l'origine du fonds commun, deux faits. Du point de vue ethnique, un fond de population berbère, en place depuis longtemps, diversifiée en lui-même et qui a assimilé progressivement un certain nombre d'apport extérieurs très minoritaires : romaine, vandale, arabe, turc.* » Quant aux influences culturelles ayant laissé des traces apparentes à travers l'histoire et dont certaines ne font pas partie du passé mais continuent à influencer l'édification spatiale, il répond : « *Du point de vue culturel, un apport fondamental, à partir du VIII^{ème} siècle : celui du fait arabo-*

perfectionner toute une série de styles artistiques, répertoires décoratifs, systèmes stylistiques, technologies et systèmes constructifs, qui nous renvoient à leur matrices respectives. D'autres caractères spécifiques du patrimoine bâti sont à rapporter à différentes régions historico-géographiques, pour la plupart montagneuses ou désertiques, ayant exprimé parfois des communautés traditionnelles dotées de forte personnalité : Ouarsenis, Titteri, Hodna, Aurès, Zab, Ouled Nail, Djebel Amour, Monts des Qsour, Souf, M'zab, Gourara, Touat, etc.

S'inscrivant sur un espace donné, la genèse de la forme se superpose avec l'histoire de la société, les impératifs climatiques et les influences politiques « *L'espace est le support sur lequel s'est déroulée et s'inscrit l'histoire de la société; il est aussi une production de cette création continue, une production de cette société qui l'habite. C'est un champ sur lequel s'exercent les visées des collectivités et la planification de l'Etat, sur lequel est en prise le développement et sur lequel il bute parfois. Car la société se construit en construisant son espace, elle se remodèle ainsi elle-même, consciemment ou pas* » [M. Côte, 1988, p. 9].

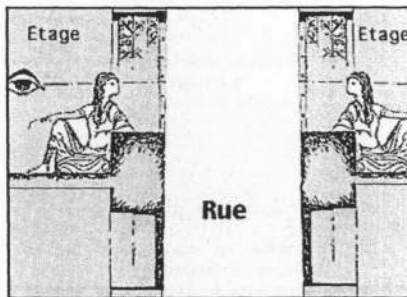
Cependant, le climat peut prendre une proportion importante vis-à-vis de la dimension culturelle. Sans qu'il soit déterminant, bien sûr, un paramètre climatique peut être imposant dépendamment « *de sa sévérité et sa puissance* » [Rapoport, 1972, p. 116].

3.3.4 Influences culturelles et représentations architecturales

En fait, si nous affirmons notre intimité par le dedans, nous remarquons que vécu du dedans sans extériorité, l'être ne saurait être que rond.

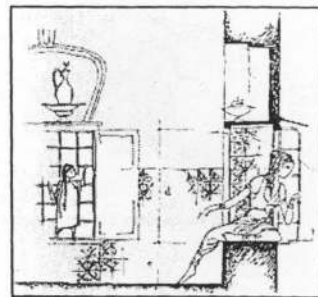
Gaston BACHELARD

Figure 3-6: Conversation à travers deux moucharabieh



Conversation entre voisines, parole et vision.

Figure 3-7: Regard indiscret



Regard sur le bas de la rue sans être vu.

source: Environmental Design, 1980, p.87.

A gauche : le dialogue entre voisines se fait essentiellement à travers la fenêtre. Tout en étant assises dans leurs salons respectifs, les voisines peuvent entamer de longues discussions à partir de leurs fenêtres à l'abri des regards indiscrets.

A droite : la conception de la fenêtre permet une vision sur la rue sans être vu, cette conception permet éventuellement d'éclairer les salles adjacentes à la façade. Des mesures des intensités lumineuses pourront nous renseigner sur leurs suffisances dans ces espaces afin de comprendre le choix du type de fenêtre. « *Espace introverti, espace féminin opposé*

à l'espace masculin que serait l'espace ouvert. Il caractérise la contemplation plutôt que l'action, l'esprit de solidarité plutôt que l'espace pionnier. » [M. Côte, 1988, p. 18].

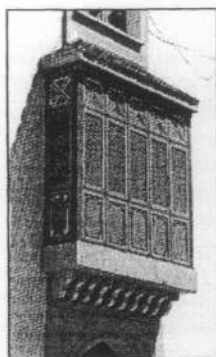
3.4 La représentation sociale et la représentation architecturale

D'après le psychosociologue Bourgeat [1997, p. 162-163] « Les représentations sociales sont des vues de l'esprit relativement partagées socialement ». Il rapporte de Flament qu'une « représentation sociale est un ensemble organisé de cognition relatives à un objet, partagée par les membres d'une population homogène par rapport à cet objet ». Il poursuit son analyse en expliquant que « ces représentations sont des sortes de théories naïves, naturelles, du réel. Différentes de la pensée scientifique, elle consistent moins à construire des explications rigoureuses des faits qu'à fournir des cadres d'interprétation, qu'à produire du sens ». Il termine son analyse en faisant la relation entre l'ensemble de cognitions et ces éléments du contenu en précisant qu'ils « ont une certaine organisation, une structure » tout en ajoutant qu'ils « ont un statut différent ».

Je reprends la conclusion de Bourgeat quant à cette théorie très prometteuse des analyses de la représentation sociale. Selon lui « Grâce à ce courant de recherche qui ne cesse de s'enrichir et de s'étendre, les représentations sociales -cette façon de voir les choses- devient un outil scientifique des plus prometteurs d'investigation de l'activité sociale... A partir de cette théorie et selon une méthodologie appropriée, principalement l'analyse de similitude »

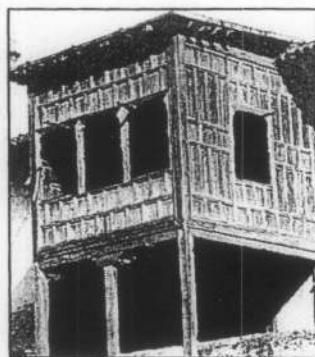
La dimension traitée dans ce contexte est l'intimité et sa représentation dans certaines sociétés notamment la société musulmane où le dévoilement des femmes aux « étrangers » est considéré comme contraire à son éthique. Je traiterai cette problématique par des modèles paradoxaux de la représentation architecturale d'éléments similaires, à l'ombre de ce qui a précédé.

Figure 3-8: Moucharabieh sur espace public



Moucharabieh donnant sur un espace public, opaque aux regards extérieurs, source: Architecture for islamic societies today, 1994, p. 105.

Figure 3-9: Espace privatif couvert sur cour privée



Construction donnant sur cour privée, non opaque aux regards extérieurs, source: Environmental Design, 1984, p. 86.

Dans les climats chauds, la protection contre le soleil est une nécessité. Les deux ouvertures ci-dessus, donnant toutes les deux vers l'extérieur, ont subi des traitements différents.

Entre la volonté de se préserver des regards extérieurs ou de se protéger de la sévérité du climat, la moucharabieh s'inscrit dans une double volonté, culturelle et climatique. La texture de sa paroi rend la vision impossible à travers cette dernière, depuis l'extérieur. Cette texture est aussi au profit du confort thermique, le rayonnement solaire est alors très

affaibli d'où son avantage thermique. Cependant, le souci de la vision semble distinct de celui de la protection climatique. La moucharabieh à gauche donnant sur une rue est totalement opaque alors que la terrasse à droite donnant sur une cour privée ne l'est pas, bien que les conditions climatiques soient similaires. Cette dernière ne révèle pas les mêmes préoccupations quant à l'intimité. La protection climatique n'est d'ailleurs pas aussi apparente qu'avec la moucharabieh.

Figure 3-10: Ouverture privée donnant

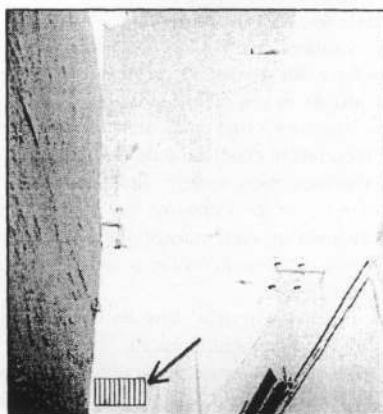
sur une rue



habitation privée à Gardaia, fenêtre privée, en face du sens de la circulation piétonne

Figure 3-11: Ouverture publique donnant

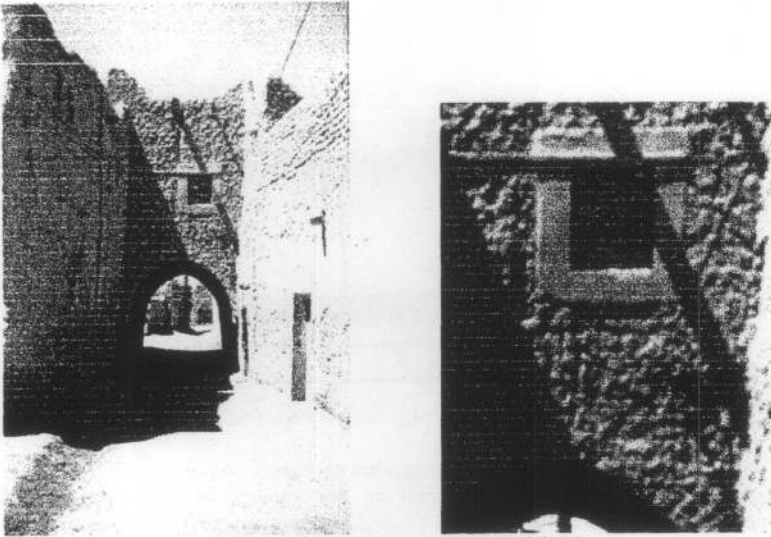
sur une rue



équipement public à Gardaia, ouverture en face du sens de la circulation piétonne

Si la volonté de la texture urbaine dense est de trouver de l'ombre, les habitants ayant choisi ce type de conception doivent réfléchir aux conséquences sociales résultantes. Entre autres, le vis-à-vis résultant du rapprochement des maisons les unes des autres est considéré comme source de nuisance visuelle. Suivant qu'il s'agit d'une habitation privée ou d'un équipement public, le traitement des ouvertures est distinct. Ci-dessus à gauche, les ouvertures d'une habitation donnant sur la rue et en face du sens de la circulation, ont subi un traitement particulier. Des panneaux entièrement opaques couvrent les ouvertures, une volonté de briser la vision depuis l'extérieur. Les fenêtres en vis-à-vis dans cette vue, ont subi des traitements différents. Les fenêtres d'un seul côté de la rue ont été voilées. Je n'ai pas pu mener une enquête pour élucider cette énigme. D'ailleurs il est intéressant de comprendre comment le choix s'est fait. De profil les panneaux paraissent bien distants des fenêtres, la recherche de l'éclairage naturel et d'une certaine aération sont bien évidents. A l'opposé de cette attitude, les fenêtres des équipements publics bénéficient d'une transparence bien apparente. L'absence d'obstacles permet éventuellement une aération naturelle efficace, notamment pour une ouverture à l'embouchure d'une rue (voir effet Venturi au chapitre II).

Figure 3-12: Ouverture condamnée



Rue du Qsar de Feliach situé entre Biskra et Sidi-Okba, fenêtre définitivement condamnée.

Il n'est pas rare de rencontrer des ouvertures condamnées souvent par du parpaing notamment dans l'habitat traditionnel. L'architecture contemporaine algérienne, planifiée ou auto construite, n'a pu échapper à ces pratiques. Le parpaing, par commodité, est remplacé par une bâche là où l'utilisation de claustras n'est plus évidente. La raison climatique n'est pas confirmée vu le caractère permanent de ces installations.

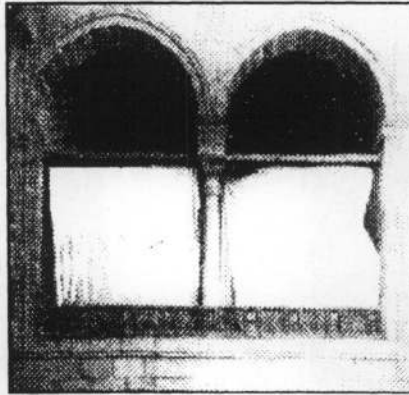
3.4.1 Intervention architecturale sur modèle culturel importé

C'est au moment ou un concept change de sens qu'il a le plus de sens. C'est alors qu'il est en toute vérité, un événement de conceptualisation.

BACHELARD

Pour illustrer une aire géographique ayant connu plusieurs marques de cultures je me limiterai à l'exemple déjà cité par [M. Côte, 1983] à savoir le Maghreb. Dans cette zone géographique, l'art de bâtir et la formation du patrimoine architectural s'y développa sans interruption sur plusieurs siècles, à partir de la précoce acceptation de l'Islam amené au Maghreb par Okba ibn Nafaa, et qui donna lieu à des manifestations reconnaissables sous les différentes dynasties qui se succédèrent ou, se côtoyèrent au pouvoir jusqu'à 1830. Il convient de noter que la période postérieure n'aboutit pas à interrompre d'un coup toute activité constructive susceptible d'être incluse dans la catégorie d'architecture musulmane. Je n'évoquerai que la volonté exprimée par les habitants de vouloir modifier des éléments architecturaux que contiennent leurs habitations héritées d'une période coloniale. Ci-dessous, la modification des ouvertures sur une façade d'un bâtiment construit par les français en Algérie. Une pratique assez fréquente dans les biens cédés par les colons après leurs départs.

Figure 3-13: Modification d'une ouverture de l'architecture coloniale



Source: Environmental Design, 1984, p. 106

L'architecture coloniale a essayé de rechercher des signes d'intégration à l'architecture des pays colonisés. La photo ci-dessus est un bon exemple d'intégration « formelle » à l'architecture autochtone du Maghreb. Cependant des rajouts lui ont été indispensables afin qu'elle s'accommode au contexte culturel des nouveaux occupants. Certes, ce modèle est inscrit dans une culture donnée ; il s'en inspire et il s'y intègre formellement. Les retouches constatées dans cet exemple prouvent hélas que la culture se présente sous plusieurs aspects, sur plusieurs profondeurs et que c'est un tout indissociable. M. Côte [1998, pp. 108] dans un numéro consacré à l'Algérie par la revue GEO, qualifie de bouleversement, la violation de l'espace intime par le modèle architectural importé « *Le village, la maison, la ferme ont été littéralement retournés comme on retournerait un gant. Avant l'arrivée des Français, la maison traditionnelle était fermée par deux murs aveugles et anonymes, la vie s'organisait autour d'une cour centrale qui constituait le carrefour de la vie familiale. De même la médina (la vieille ville au cœur de la ville) s'enferme-t-elle dans ses remparts, le village de montagne se structure sur les pentes abruptes, le pays s'organise sur l'espace intérieur, n'utilisant ses rivages (maritimes ou sahariens) que pour des échanges limités. C'est à l'envers de ces principes que s'est bâti le modèle colonial : conquérant, ouvert à tout les vents, fondé sur l'apparence et la puissance. La maison, manoir ou ferme, sera alors au centre de la parcelle et s'ouvrira vers l'extérieur par des terrasses. La ville européenne sera quadrillée, aérée, ouverte. Cette architecture inversée a été ressentie par la population algérienne comme un « viol » de son environnement. Les routes, les villages, les équipements ont été créés dans les plaines et les bassins. La montagne a été marginalisée. Enfin, toute velléité de développement industriel interne (notamment lors de la fermeture des frontières en 1939-1945) a été systématiquement combattue par les Français.* »

3.4.2 Influence religieuse

Figure 3-14: Minaret de la Mosquée du vendredi

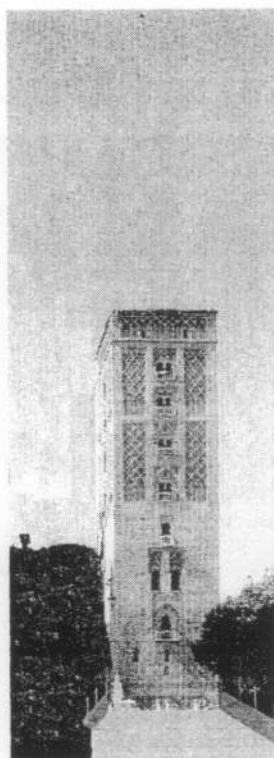
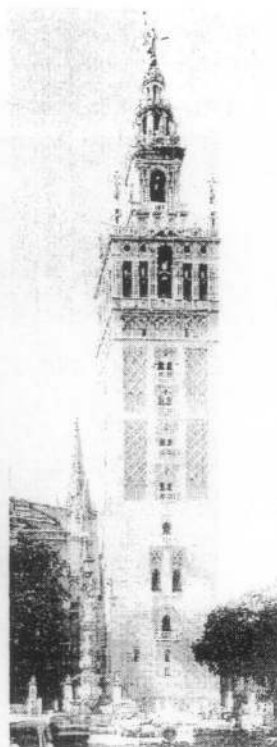


Figure 3-15: élément de transformation de mosquée en cathédrale



Figure 3-16: clocher de la Cathédrale de Giralda après transformation



Séville, Giralda: Le minaret de la « Mosquée du Vendredi » almohade a été transformé en clocher de la cathédrale. La tour almohade a conservé son aspect original jusqu'à l'arcature aveugle au-dessus des fenêtres géminées.

Source de la photo d'origine (à droite): M.Barrucand, 1992, p. 155

Dans certaines sociétés, il n'existe pas de séparation entre la vie, le travail et la religion de l'homme. Il n'existe qu'une très petite différenciation, s'il y en a une, entre le sacré et le profane. La religion est liée à la vie sociale et à ses besoins au point d'en être inséparable.

« Des interdits religieux mènent quelquefois à des solutions non climatiques, comme c'est le cas chez les Chams qui considèrent que l'ombre projetée par les arbres est néfaste, si bien que les maisons et les rues sont exposées au soleil torride et qu'on ne plante jamais d'arbre » [Rapoport, 1972, p. 32].

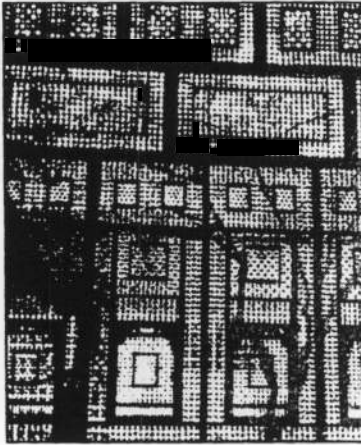
3.5 Parti architectural pour une même représentation culturelle

La composition architecturale doit être portée par une grande idée, par un grand parti.

Joseph BELMONT

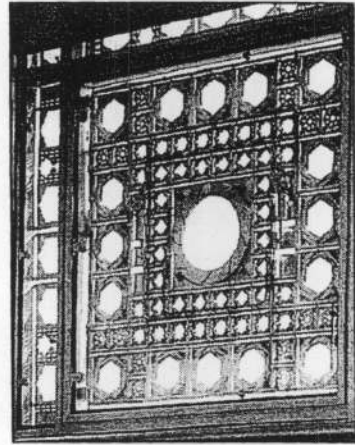
On ne peut s'empêcher de dire que le parti architectural est une des facettes du dilemme tradition-modernité.

Figure 3-17: Moucharabieh, texture traditionnelle



Motif traditionnel en bois fixe,
source: B.RUDOFKY. 1979, p. 317

Figure 3-18: Modernisation du motif traditionnel



Institut du Monde Arabe, par Jean Nouvel.
Motif contemporain en métallique mobile,
source: Architecture for islamiq societies today, 1994,
p. 144.

« C'est le cas dans les milieux arides. Le soleil par ses intenses radiations et par la chaleur excessive qu'il provoque fut toujours associé aux idées conceptuelles des sociétés habitant ces milieux tels les temples pharaoniques, les constructions des pueblos au Mexique. Plus qu'ailleurs les maisons et palais des villes islamiques où il n'était pas seulement question de se protéger contre le soleil mais de se le concilier, en faire une source d'émotion artistique, une valeur esthétique » [Belakehal, 1995, p. 86].

3.6 La représentation esthétique dans la dimension socioculturelle

L'esthétique est une représentation figurative solidaire à la culture, la culture est une facette représentative de la vie sociale et ne peut en être dissociée. L'architecture qui est une représentation globale de toutes ces facettes s'en inspire pour en faire une identité à part entière. On dira alors que l'architecture est :

- 1) Une forme d'Art, elle est « la fonction essentielle de l'art et de l'expression ». Cette expression dépend plus de la forme elle-même que de son contenu. En effet, l'expression -et la symbolisation- en art est caractérisée par le fait que "la liaison entre le signifiant (forme visuelle) et le signifié (représentation associée au signifiant) est toujours motivée », [Francès et al, 1979, p. 41]. Motivation qui peut être d'ordre culturel, perceptif ou émotionnel.

- 2) Etant une production socio-culturelle spatialement et temporellement définie, elle devra assurer la transition entre la tradition et la modernité. En effet, un projet architectural, tout en respectant le contexte où il va exister, ne doit pas donner l'impression qu'il a toujours été, au contraire il doit être à la fois remarquable et inséré [Smith, 1990]; une création qui émane de l'équilibre entre l'existant et la volonté de changer afin de s'adapter aux données actuelles, ou tout simplement de la volonté d'évoluer [Belakehal, 1995].

3.6.1 Identité culturelle.

"L'identité est aussi une identité qui a rapport au lieu" [Proshansky, 1983]. En 1976, Proshansky l'a définie comme une tentative d'établir des liens théoriques et empiriques entre le comportement, l'expérience individuelle et l'environnement.

Ce dernier, englobant le cadre naturel, construit et social, doit être compris comme un système dynamique de composantes, incluant celui qui perçoit et la façon selon laquelle l'information est obtenue et interprétée.

L'environnement est vécu à travers l'action, il a une valeur symbolique, esthétique, multimodale (tous les sens sont concernés simultanément).

L'idée d'une instance intermédiaire entre le stimulus et la réponse s'impose rapidement.

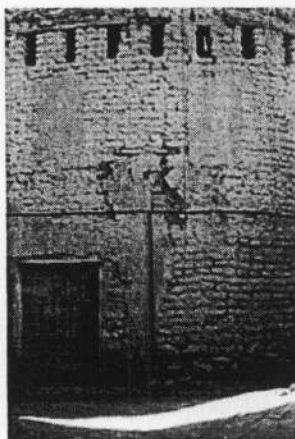
Ittelson, (1974), au sujet des transactions entre l'homme et l'environnement, propose huit postulats dont le 7ème souligne que « *l'environnement est appris et intégré comme une série d'images mentales... celles-ci influencent la manière dont il utilise et ressent l'environnement quotidien. L'élaboration de cette structure cognitive permet d'utiliser le cadre de vie en structurant et codant l'environnement perçu. C'est l'environnement internalisé qui donne forme en quelque sorte au monde visible.* »

Nous nous référons à la théorie des représentations sociales, ces représentations collectives de Durkheim magistralement utilisées et théorisées par Serge Moscovici, il y a déjà plus de trente ans, et considérablement enrichie théoriquement et méthodologiquement par Jean-Claude Abric, Claude Flament et Pierre Vergès .

3.7 L'insertion du culturel et du social dans le climatique

La texture serrée du tissu traditionnel et l'absence d'un tracé orthogonal permettent une grande proportion d'ombre sur les façades, des rues perpétuellement protégées du soleil et des turbulences dues au vent. L'absence d'ouvertures sur les façades extérieures accentue l'imperméabilité aux vents et au rayonnement solaire. Les enduits extérieurs, clairs, réfléchissent le rayonnement solaire et limitent l'échauffement des parois. L'inertie thermique des parois (sols et murs) assure un déphasage et une diminution de l'amplitude thermique extérieure. Les proportions des *rouzna* (ouvertures aux plafonds) permettent de limiter les apports solaires. Le climat n'explique pas la maison des zones arides mais celle-ci présente des traits adaptés au climat pré-saharien, traits qui souvent ne sont pas en opposition avec les pratiques sociales (les murets servent à cacher les femmes et à faire de l'ombre, l'absence de fenêtre s'explique aussi par l'intimité nécessaire mais s'avère cohérente avec la protection au vent et au soleil, la porte souvent ouverte ne permettait pas une intimité à l'intérieur des habitations, d'où la création de l'entrée en chicane favorisant éventuellement la ventilation de la maison. Ces portes sont souvent ouvertes avant que le soleil ne réchauffe les rues sur lesquelles elles donnent.

Figure 3-19: Ventilation naturelle



maison traditionnelle à Sidi-Okba

L'absence d'ouverture au rez-de-chaussée est compensée par une multitude de petites ouvertures à l'étage, permettant alors l'évacuation de l'air chaud. Ces dernières remplacent la *rouzna*, l'évacuation de l'air chaud se fait par les côtés, d'où leur avantage par rapport aux *rouzna* qui permettent l'introduction du soleil à l'intérieur de la maison. Les habitants s'épargneront alors la tâche de couvrir la *rouzna* dès que le soleil atteint une hauteur qui lui permet de pénétrer la maison. La dimension sociale est également bien marquée par le concepteur. Si les ouvertures sont indispensables à la régulation thermique de l'habitation et qu'il n'est pas commode de les installer à hauteur humaine, elles sont remplacées par d'autres ouvertures remplissant le rôle à la fois climatique et social.

Actuellement, la perte de la compacité dans les groupements urbains ainsi que l'abandon de plusieurs autres enseignements de l'architecture vernaculaire conduit à des façades largement exposées aux radiations solaires [Rahamimoff, Bornstein, 1981]. La morphologie urbaine se trouve dans un conflit en cette situation de mutations socio-économiques et culturelles. Entre sa protection contre l'ensoleillement excessif et son adaptation aux nouvelles exigences urbaines (la circulation mécanique), la conception architecturale pousse l'action à s'étendre du domaine énergétique à celui qui relève de l'artistique [Danby, 1984]. Elle est en effet en outre le lieu des interprétations esthétiques majeures [Izard et Guyot, 1979].

3.8 Conclusion

La dimension culturelle dans l'élaboration de notre cadre bâti ne peut se dissocier d'un ensemble de facteurs intrinsèques et extrinsèques. Cette dimension sociale s'intègre à ces facteurs pour donner à l'ensemble une unité solidaire. Cette dernière constitue une identité architecturale fidèle à la culture et à la structure sociale qui l'a adoptée. Reconnaisable par ses détails, l'architecture identitaire cache souvent un autre fond non figuratif et qui révèle la vraie identité de l'architecture dictée par des comportements sociaux. Bien que les sociétés, auxquelles appartiennent l'architecture analysée, aient évolué, elles ne cessent de se retourner vers leur passé pour retrouver leurs repères culturels dont l'architecture constitue une part importante.

Comme le note Rappoport (1972, p. 16), « *Le postulat de toute approche historique est que le passé est instructif, que non seulement l'étude du passé à une valeur philosophique mais qu'elle nous fait découvrir la complexité et l'imbrication des choses. Elle nous permet aussi de dissocier les éléments permanents des éléments passagers. C'est pourquoi nous ne pouvons supporter de rompre avec tout ce qui s'est passé auparavant, sauf si nous admettons que nous et nos problèmes avons tellement changé que le passé n'a plus de leçons à nous donner. Tandis que la technologie peut progresser, il n'en va pas nécessairement de même de l'architecture* »

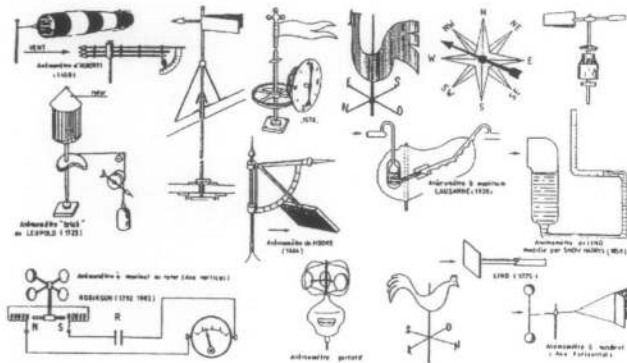
A l'opposé du chapitre 2, les éléments présentés dans le chapitre 3 trouvent des explications autres que climatiques. Ces explications peuvent avoir éventuellement des bienfaits thermiques ou l'inverse, ce qui laisse penser que le souci climatique n'ait pas été pris en considération au premier plan.

A ce stade de l'étude nous pouvons distinguer l'adaptation climatique de l'adaptation culturelle dans le contexte géographique étudié.

Chapitre 4

Analyse microclimatique urbaine à Sidi-Okba

On cherchera toujours les moyens pour comprendre
le climat et pour lui faire face.



4.1 Introduction

Dépasser la distinction arbitraire entre architecture et urbanisme est réaffirmer le caractère global de l'acte architectural qui crée et forme l'espace par interaction entre objet et environnement.

Alberto ZUCHELLI

Si la projection de la ville future, dans les climats arides, doit intégrer les facteurs susceptibles de rendre ses espaces praticables en toutes saisons, la réponse thermique de ces espaces va aussi avoir un prolongement en direction des bâtiments eux-mêmes : d'où le besoin de traiter la conception climatique des espaces urbains.

Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'en savoir plus sur le comportement des espaces urbains. Il est bien entendu, plus efficace de s'intéresser aux espaces existants qui ont fait leurs preuves.

L'analyse porte sur les propriétés infimes des espaces urbains, l'orientation des rues par rapport aux vents dominants et par rapport à la course solaire, les revêtements du sol, l'orientation des façades et le maillage ombré.

4.2 Choix de la ville

Ce choix de la ville où se sont déroulées les mesures est dicté principalement par les raisons suivantes :

- le ksar de Sidi-Okba a une renommée internationale par le mausolée d'Okba Ibn Nafaa, un "compagnon du prophète Mohamed", d'où l'importance historique du site.
- la proximité entre le centre historique et les périphéries de constructions plus récentes qui permet à coup sûr de varier la nature des espaces mesurés.
- l'extension qu'a connue la ville de Sidi-Okba étant la plus importante par rapport aux autres *Ksour* des *Ziban*.
- des membres du personnel du service technique de l'Assemblée populaire communale de la ville de Sidi-Okba sont d'anciens collègues d'étude, ce qui me permettait de bénéficier d'un accès facile aux documents, ainsi que d'une assistance aux campagnes de mesures.
- L'existence d'une station météorologique à moins de 15 Km, à savoir à Biskra.

Figure 4-1 : Carte de l'Afrique du Nord

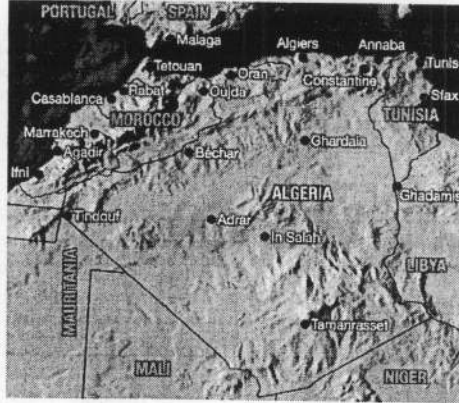
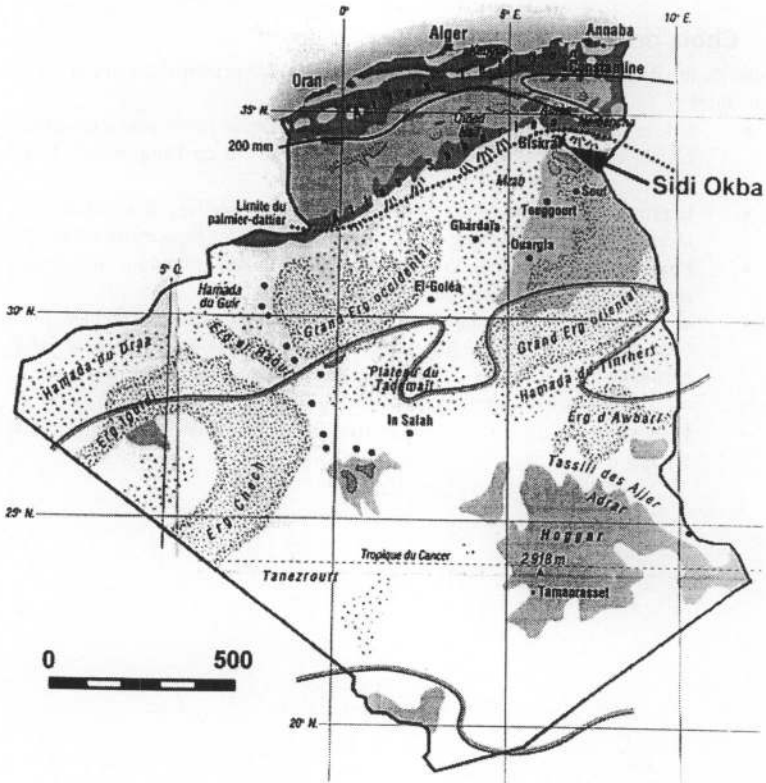
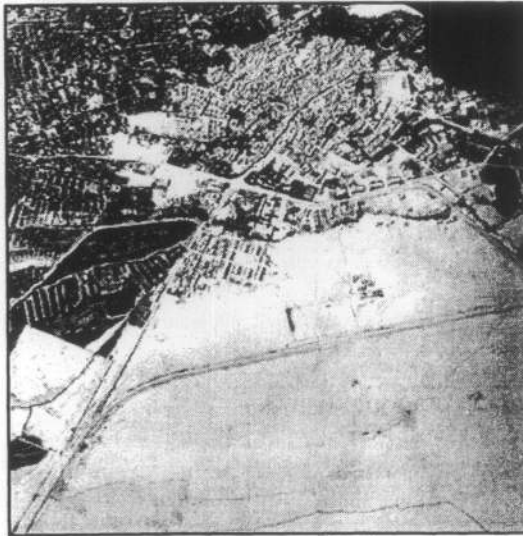


Figure 4-2: Situation de La ville de Sidi-Okba.



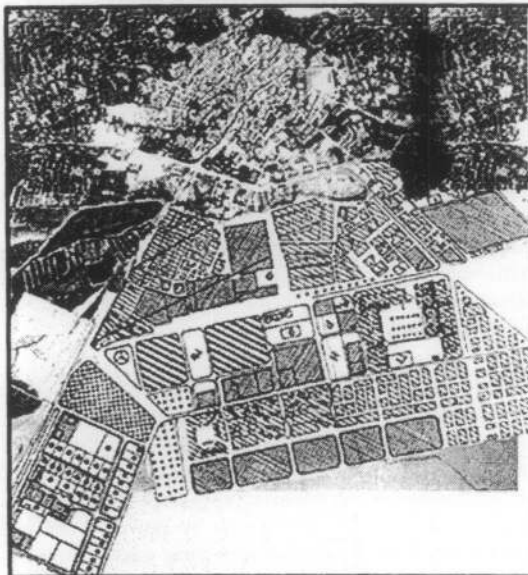
Source : GEO, N. 229, p. 57.

Figure 4-3: Photo aérienne de Sidi Okba en 1972



La ville de Sidi-Okba a connu une grande extension depuis quelques décennies. La photo aérienne, prise en 1972, comparée au plan ci-dessous montre une extension vers l'est. La palmeraie à l'ouest de la Ville favorise alors, le rafraîchissement des vents chauds de l'Ouest.

Figure 4-4: Sidi Okba en 1996



4.3 Objectif des campagnes de mesures

Nous nous sommes inspirés d'une méthode utilisée par le laboratoire ABC, élaborée pour l'étude de deux villes méditerranéennes (Aix-en-Provence et Nîmes) mais avec des moyens nécessairement plus restreints vu l'impossibilité d'exporter le matériel vers l'Algérie.

L'objectif de la campagne de mesures est de démontrer qu'il existe des différences microclimatiques, perceptibles entre les différents espaces urbains dans une ville, et de donner une grandeur à ces différences. On s'intéressera donc à ce qui se passe au niveau du sol, pour un piéton parcourant la ville et traversant des espaces de natures diverses.

Le choix de ces espaces doit permettre l'exploration d'une typologie couvrant un nombre maximum de cas. Les mesures se feront le long d'un parcours enchaînant différents types d'espaces.

Le confort thermique de l'usager de la ville en climat aride repose essentiellement sur trois paramètres :

- la "température opérative solaire", intégrant température d'air et effets radiatifs de l'environnement y compris solaire
- la température de l'air à l'ombre.
- la vitesse de l'air.
- l'humidité relative.

Trois campagnes de mesures ont été effectuées en été, en hiver et en printemps. Elles consistent à mesurer ces paramètres le long d'un parcours urbain dans le but de comparer les conditions :

- des espaces dégagés et ensoleillés avec des espaces ombrés.
- des espaces plantés, entre eux, selon la morphologie et la nature des arbres.
- des espaces ombrés par des végétaux avec des espaces ombrés autrement (bâtiment).

Les résultats sont comparés aux relevés sous abri de la station météorologique locale pour déterminer la représentativité climatique des mesures de terrain.

L'objectif sera d'établir une relation entre les formes urbaines incluant leurs effets microclimatiques mesurés, permettant d'amorcer une typologie "climatique" de ces espaces urbains.

4.3.1 Facteurs climatiques mesurés

Il s'agit de mesurer des facteurs climatiques ayant une incidence sur le confort thermique.

- la température de l'air.
- la température opérative solaire (tenant compte des effets radiatifs solaires ou de l'environnement).
- la vitesse de l'air.
- l'humidité de l'air.

4.3.2 Température opérative

La température opérative est définie comme " la température d'une enceinte " noire ", dans laquelle un individu échangerait la même quantité de chaleur par rayonnement et convection que dans son environnement réel ". Il s'agit donc d'un indicateur thermique intégrant déjà plusieurs systèmes d'échanges : le rayonnement (infrarouge et visible), et la convection.

La mesure de cette grandeur se fait directement au moyen d'une enceinte absorbante, conductrice et de faible inertie thermique " abritant " une sonde thermique.

4.3.3 Température de l'air

La " température de l'air ", comme son nom l'indique, est relative à l'air, en absence de ses échanges. L'élimination des échanges est très difficile à réaliser. Même un abri

météorologique standard est le siège d'échanges thermiques. On cherche donc seulement à amoindrir ces échanges, et surtout à les normaliser. Cette mesure s'impose dans les espaces urbains, à des fins de comparaison avec la station météorologique locale.

4.3.4 Humidité de l'air

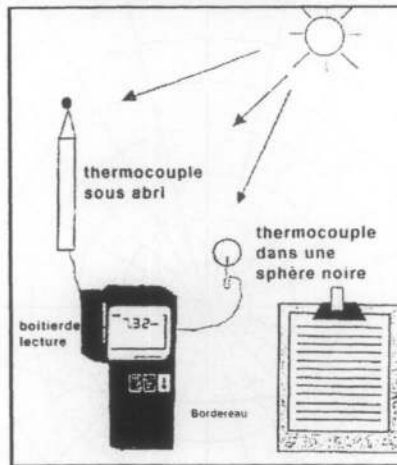
L'humidité de l'air représente la quantité de vapeur d'eau contenue par une unité de volume ou de masse d'air. Sa mesure permet d'expliquer des phénomènes de condensation sur les surfaces froides ou les éventuels apports de vapeur d'eau par l'arrosage des arbres ou des rues, pratiques souvent entreprises par les propriétaires de palmeraies ou les services techniques des villes, surtout en été.

4.4 Description des systèmes de mesures

Les premières notions acquises servent de fondation aux connaissances ultérieures et c'est d'après les fondations et leur disposition que se règle la construction de l'édifice.

Ibn Khaldoun

Figure 4-1: Système d'acquisition des données



4.4.1 Température de l'air

La température de l'air est mesurée à l'ombre au moyen d'un thermocouple. La lecture se fait directement sur le cadran du lecteur multimètres après la stabilisation de la valeur affichée. Lors des mesures, le thermocouple est placé assez loin du manipulateur pour éviter toutes perturbations de la température réelle.

4.4.2 Température humide

On mesure facilement l'humidité relative (rapport de la quantité d'eau contenue par l'air à la quantité maximale qu'il peut contenir à une température donnée). Mais on lui préférerait une expression absolue de l'humidité, comme l'humidité spécifique, pour mettre en évidence les effets réels d'humidification de l'air. Si la température d'air est connue, cette grandeur se déduit de l'humidité relative au moyen du "diagramme de l'air humide". C'est alors la température humide que l'on a mesurée.

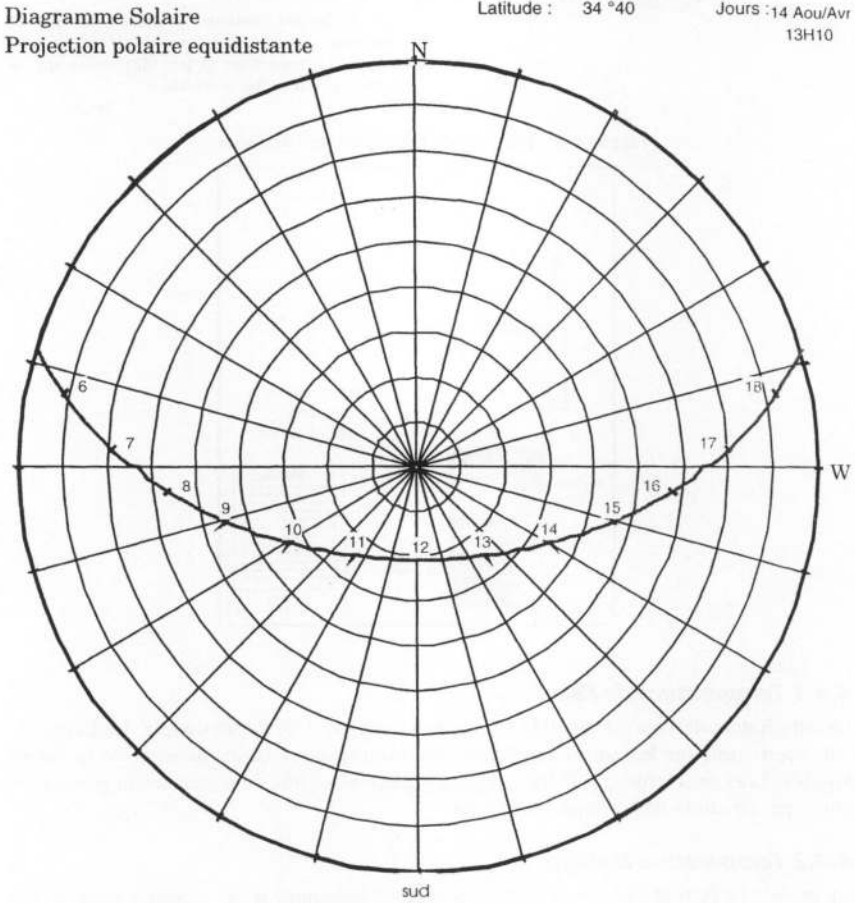
4.5 Méthodologie et déroulement des campagnes de mesures

Le "droit à l'ombre" est un facteur de confort d'été dans les zones arides. L'ombre fait baisser la température moyenne journalière, l'inertie par absorption des deux parois de la ruelle va amortir l'oscillation de la température journalière.

Cela s'est fait en chaque point de mesures, cinq fois dans la « journée type » d'été :

- au lever du soleil,
- le matin, la température étant en phase d'augmentation.
- à la mi-journée, au moment où le soleil est au zénith.
- l'après-midi, au moment de la température maximale.
- au coucher du soleil.

Figure 4-1 : Diagramme solaire pour la ville de Sidi-Okba



Le diagramme solaire nous permet de voir la course du soleil ainsi que l'heure de son lever et de son coucher. Les horaires donnés sur les profils thermiques correspondent à l'heure locale. Ceux-ci sont en avance de 36 minutes sur l'heure solaire, Sidi-Okba étant située à 6°

Est. Pour la journée du 14 août, il se passe 13 heures et 10 minutes entre le lever et le coucher du soleil.

4.6 Déroutement de la campagne de mesures

Les mesures ont pu être faites dans les délais les plus rapides. La distance à parcourir entre la palmeraie, (point de mesure numéro un), et la cité des 130 logements, (point de mesure douze) est d'environ 2200m. Pour les trois premiers points de mesures, l'utilisation du transport motorisé est quasiment impossible. Bien que la suite du parcours soit faite par un moyen de locomotion, (voiture), la durée moyenne de chaque parcours est de 60minutes. La durée d'une prise de données climatiques pour chaque point urbain nécessite 4 minutes (le temps que la température affichée sur le cadran de lecture digital se stabilise). Il en résulte que pour certaines séquences, les différences de températures sont masquées ou brouillées par les variations naturelles de température. Nous avons pris le soin de noter l'heure de chaque prise de données.

4.6.1 Typologie des espaces urbains

« Le vocabulaire employé pour évoquer les phénomènes constatés lors des mesures, tourne nettement autour de la notion d'angle : "espaces étroits", "dégagés", "soleil dans l'axe"... etc.

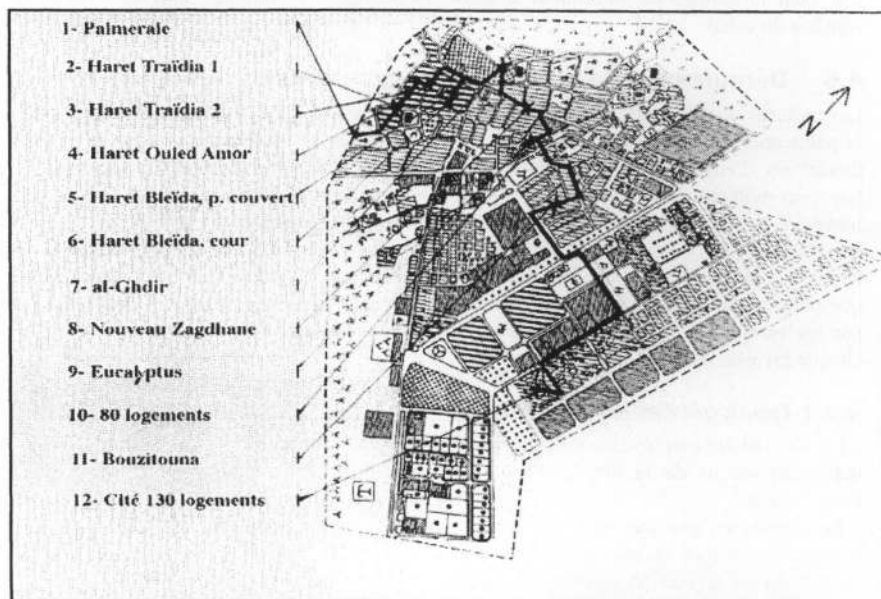
« Les angles en question sont, dans la réalité de l'espace, des "angles solides", sous lesquels le point de mesure, à savoir le piéton, "voit" les éléments essentiels que sont la surface du sol et celle des façades des bâtiments environnants » [J.L.Izard, 1995].

Le choix du parcours est à l'origine de la typologie qui présente une diversité de formes.

Cette typologie est basée sur :

- les jardins (palmeraie et espaces verts).
- les espaces minéraux étroits (ruelles).
- les espaces totalement ombragés (rues et passages couverts).
- les espaces intermédiaires (façade minérale et façade végétale).
- les espaces minéraux (façades minérales sur rues larges).
- les espaces minéraux très larges (grandes places).

Figure 4-1: Parcours des mesures microclimatiques urbaines



Les points de mesures sur le parcours urbain de la ville de Sidi-Okba

La comparaison des températures mesurées avec celles recueillies par la station météo nous permet d'apprécier les évolutions respectives, bien que la fréquence des prises de données climatiques de la station météorologique étant de trois heures.

Les mesures faites lors des parcours à différentes heures de la journée ont été consignées sur des bordereaux, ainsi que les événements notables (lever du jour, arrosages des espaces, ...etc.).

4.7 Les espaces de mesures urbaines

4.7.1 Point de mesures N° 1 (la palmeraie)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N°1

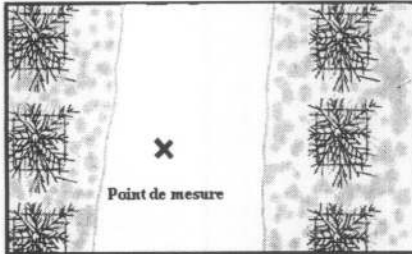


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N°1

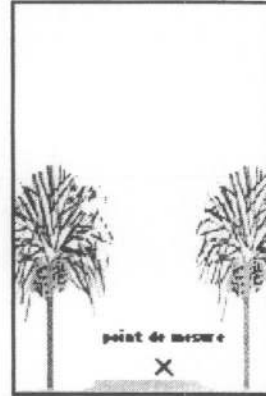


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N°1



La palmeraie, espace végétal dense. Sa situation à l'Ouest de la ville constitue un rempart face aux vents chauds. Les mesures ont été faites sur l'axe du passage.

4.7.2 Point de mesures N° 2, (Haret Traïdia 1)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 2

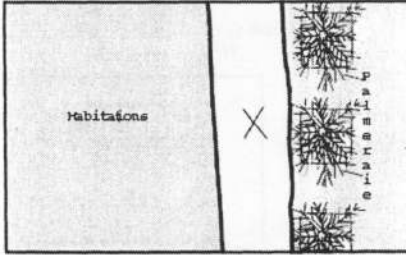


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N°2

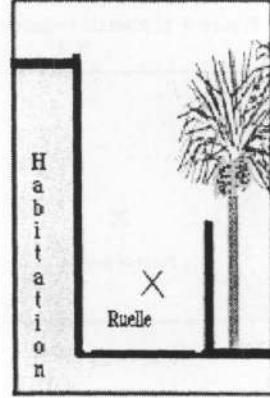


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N°2



Rue entre la palmeraie et l'habitat traditionnel. Espace étroit et limité entre la palmeraie et les habitations. Les mesures climatiques ont été faites sur l'axe de la rue.

4.7.3 Point de mesures N° 3 (Haret Traïdia 2)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N°3

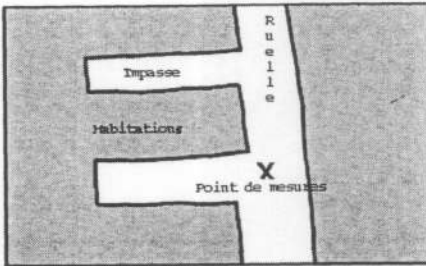


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesure N°3

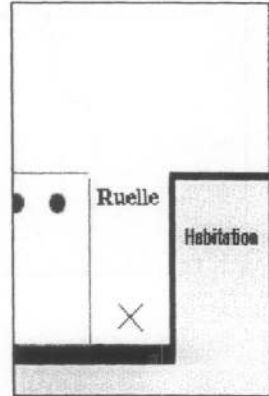


Figure 4-3: Vue sur l'espace N° 3



Haret Traïdia 2, le prolongement de Haret Traïdia 1, les mesures sont prises à l'intersection de cette rue avec l'impasse figurant au premier plan. Les façades bordant la rue ont une hauteur de six à huit mètres pour une largeur de rue de deux à trois mètres. Le seul matériau de construction utilisé est la terre brute.

4.7.4 Point de mesures N° 4 (Haret Ouled Amor)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 4

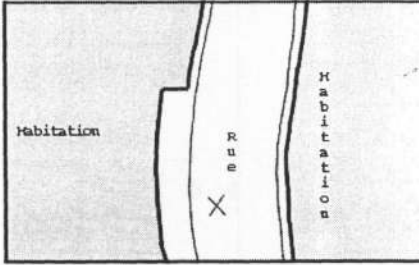


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N° 4

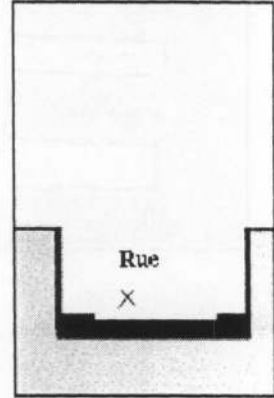


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N°4



Haret Ouled Amor, grande artère du noyau historique. Des opérations de revalorisation du quartier ont été programmées afin d'inciter les habitants à y rester. Cette artère représente un parcours périphérique de la ville, elle relie entre autres la nouvelle ville et la mosquée de Sidi-Okba. La hauteur des façades bordant l'artère est de trois à neuf mètres pour une largeur de rue de douze mètres.

4.7.5 Point de mesures N° 5 (Haret Bleïda 1, passage couvert)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 5

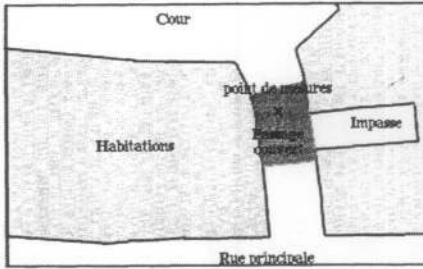


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N° 5

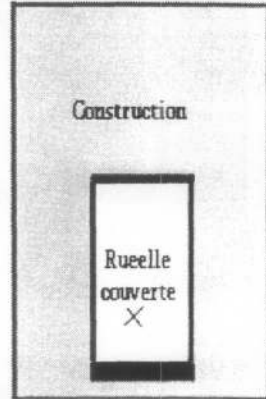
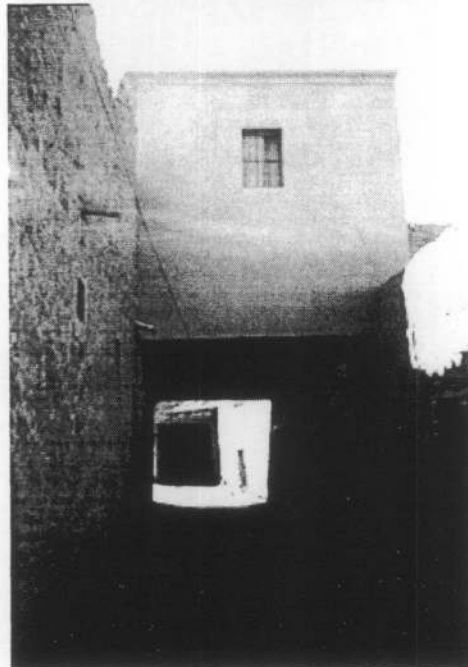


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N° 5



Passage couvert, espace étroit représentant l'entrée d'un espace semi-privé. Les mesures climatiques ont été faites sous le passage.

4.7.6 Point de mesures N° 6 (Haret Bleïda 2, cour)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N°6

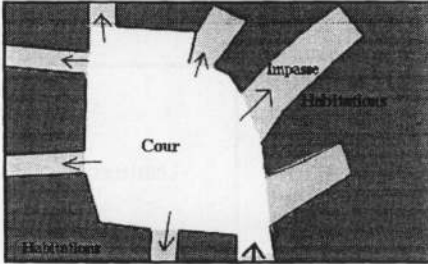


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N°6

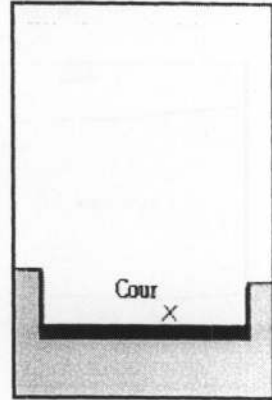
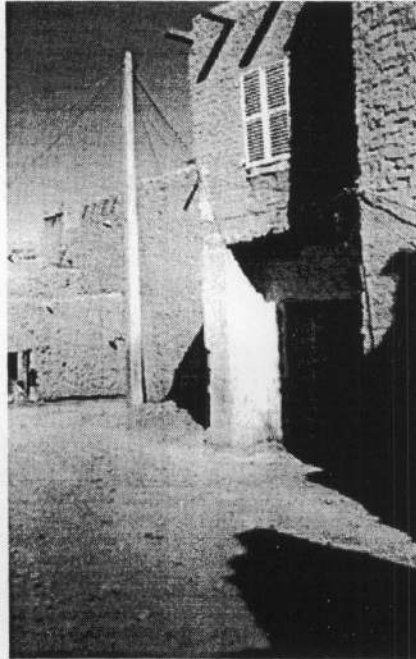


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N° 6



Haret Bleïda 2, cour autour de laquelle s'articulent plusieurs entrées souvent en forme de longs couloirs obscurs par lesquels l'on accède aux habitations. L'accès à cette cour se fait par Haret Bleïda 1. Le passage couvert constitue alors un filtrage pour les étrangers du quartier.

4.7.7 Point de mesures N° 7 (al-Ghdir, place du marché)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 7



Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N° 7



Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N° 7



Espace urbain très exposé au soleil, utilisé comme place du marché hebdomadaire

4.7.8 Point de mesures N° 8 (Nouveau Zaghdane)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 8

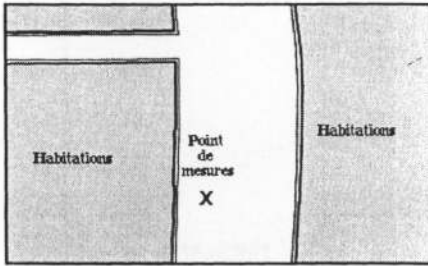


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N° 8

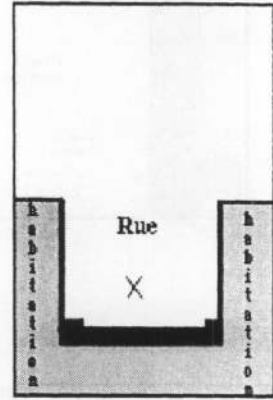


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N° 8



Nouveau Zaghdane, habitat auto construit, le plus répandu. Espace minéral dont le matériau utilisé dans les constructions est exclusivement le béton. Les mesures climatiques ont été effectuées sur l'axe de la rue.

4.7.9 Point de mesures N° 9 (Eucalyptus)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 9

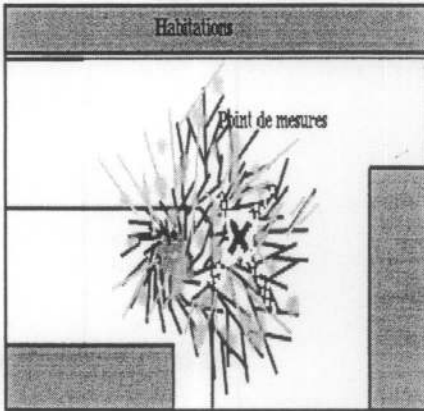


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N°9

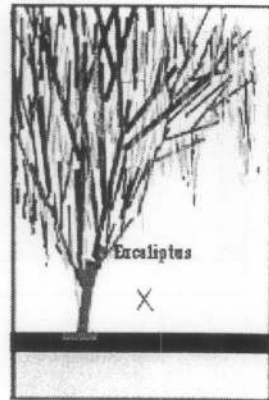


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N°9



Eucalyptus, espace urbain végétalisé. Les mesures ont été faites sous l'arbre

4.7.10 Point de mesures N° 10 (les 80 logements)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 10

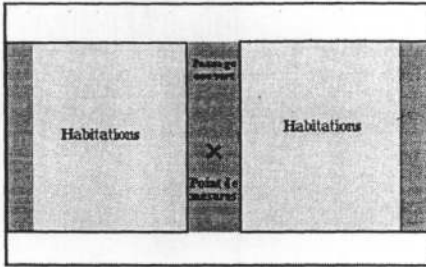


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N°10

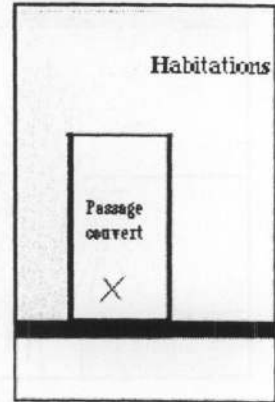
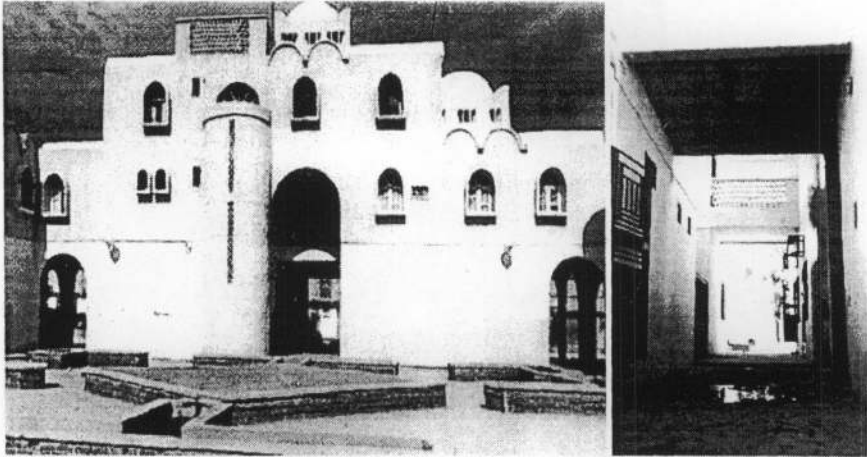


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N°10



Les 80 logements, une expérience d'habitat intégré au climat. Les passages couverts permettent la transition d'un bloc à l'autre. Ce programme a reçu un prix en architecture, il est considéré comme un projet intégré au climat. Les mesures ont été faites sous le passage couvert.

4.7.11 Point de mesures N° 11 (Bouzitouna)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 11

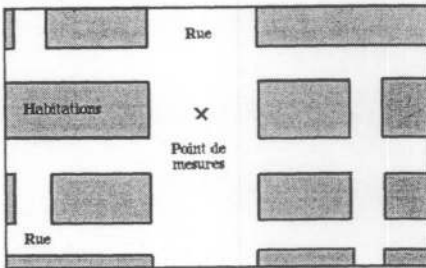


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N° 11

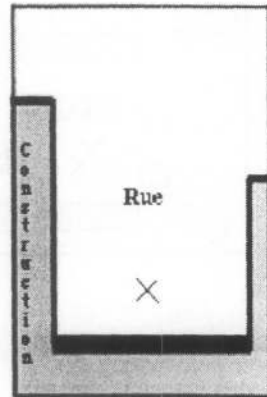
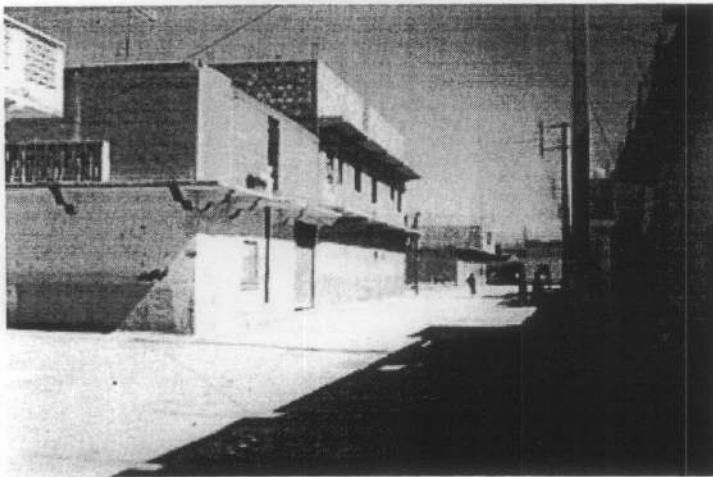


Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N° 11



Bouzitouna, quartier en cours de construction. Espace minéral avec des rues plus larges et des façades plus hautes. Les mesures ont été effectuées sur l'axe de la rue.

4.7.12 Point de mesures N° 12 (Cité des 130 logements)

Figure 4-1: Plan de l'espace de mesures N° 12

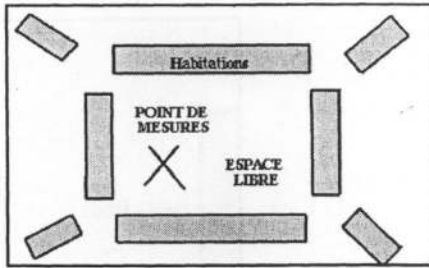
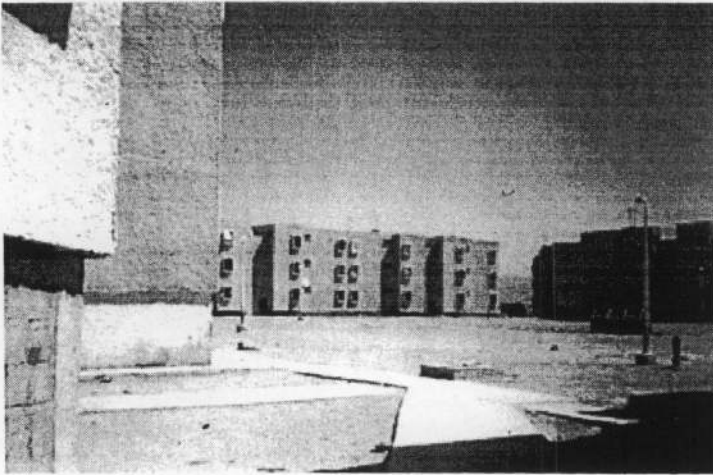


Figure 4-2: Coupe sur l'espace de mesures N° 12



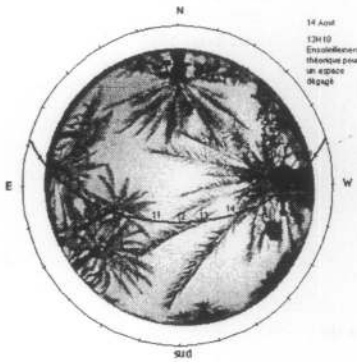
Figure 4-3: Vue sur l'espace de mesures N° 12



Habitat collectif. Il s'agit d'un espace urbain large, caractérisé par des hauteurs de bâtiments réduites par rapport à l'étendue de l'espace horizontal. L'ombre est très recherchée en mi-journée. Les mesures sont faites au centre de l'espace libre.

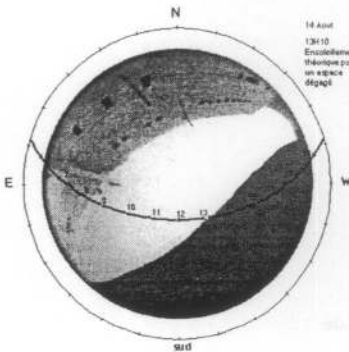
4.7.13 Durée d'ensoleillement des espaces urbains¹

Figure 4-1 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace de urbain N° 1



L'espace de mesures climatiques urbaines 1 est ensoleillé pendant environ sept heures². Cette donnée est approximative vu qu'il s'agit d'un espace couvert par du végétal. Considérons que nous sommes devant un mouvement même minime des feuilles et que le palmier n'est pas un arbre à feuillage dense d'où l'éventualité d'une durée d'ensoleillement sensiblement supérieur.

Figure 4-2 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 2

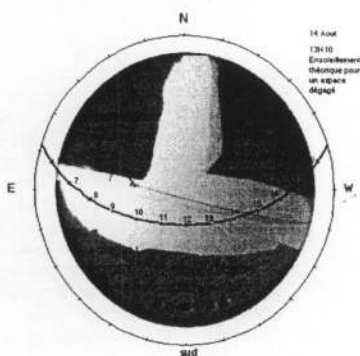


La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 2 est d'environ quatre heures et trente minutes (entre 9h 30' et 14 h).

¹ Nous n'avons pas pu produire les photo fish-eye pour les espace 7 et 10.

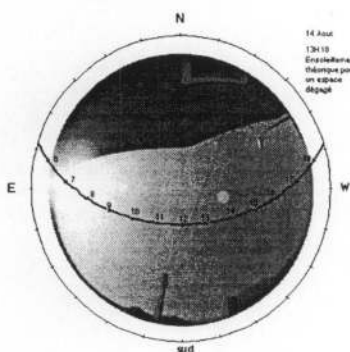
² On a utilisé un objectif grand-angle pour la prise des photos fish-eye. Une perte de 10° existe entre ce dernier et l'objectif fish-eye. La superposition de ces photos et des diagrammes solaires prend compte de cette différence.

Figure 4-3 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 3



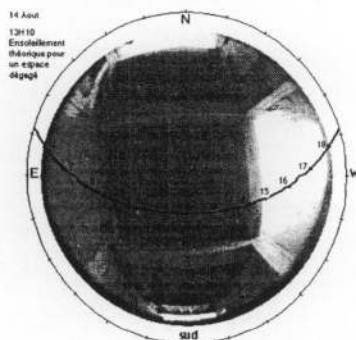
La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 3 est d'environ dix heures (entre 6 h et 19 h).

Figure 4-4 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 4



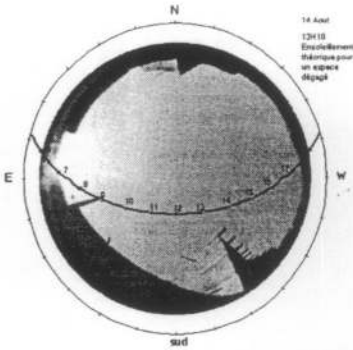
La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 4 est de treize heures et trente minutes (entre 6 h 30' et 19).

Figure 4-5 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 5



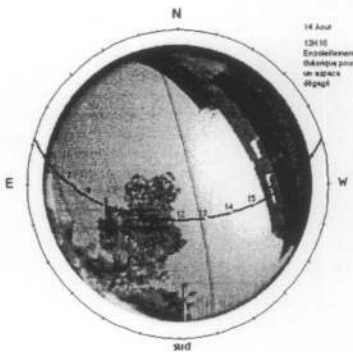
La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 5 est de trois heures (entre 15 h et 18 h).

Figure 4-6 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 6



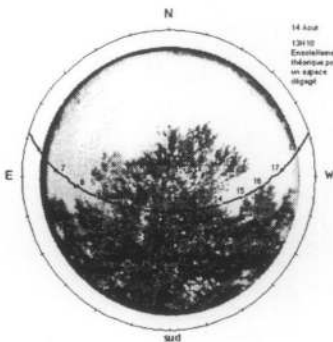
La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 6 est de onze heures (entre 6h 30' et 19h 30').

Figure 4-7 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 8



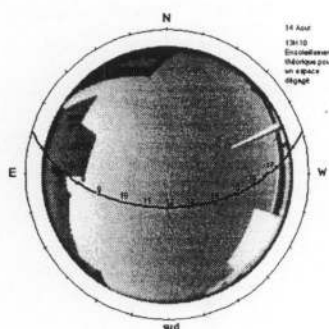
La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 8 est de six heures (entre 7 h et 10 h, puis entre 12h et 15h 30'). Une durée d'ensoleillement éventuelle de deux heures peut être ajoutée puisqu'elle est légèrement brouillée par les feuillages de l'arbre (entre 10h et 12h).

Figure 4-8 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 9



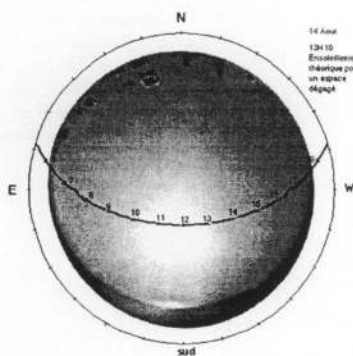
La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 9 est de six heures et trente minutes (entre 6 h 30' et 9 h, puis entre 14 h et 18 h 30').

Figure 4-9 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 11



La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 11 est de neuf heures et trente minutes (entre 7 h 30' et 17 h).

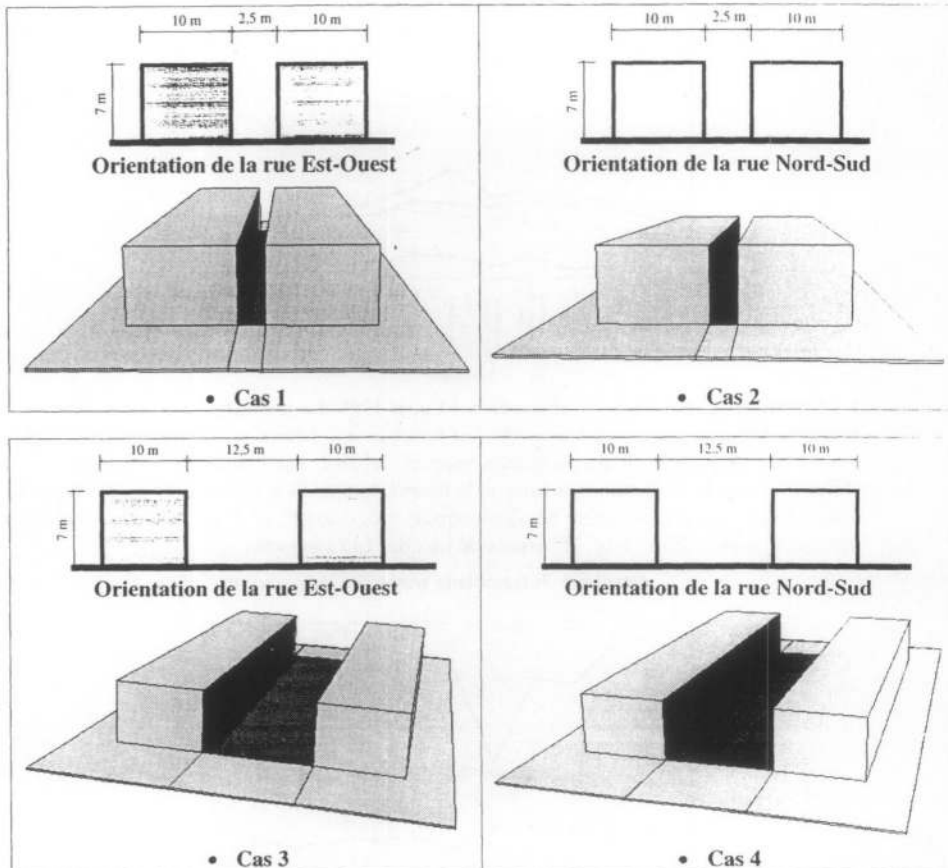
Figure 4-10 : durée d'ensoleillement journalière de l'espace urbain N° 12



La durée d'ensoleillement de l'espace urbain N° 12 est de douze heures (entre 6 h et 18 h).

Les durées d'ensoleillement d'un espace ont une grande influence sur son comportement thermique durant toute la journée. Pour le démontrer des simulations par le logiciel SOLENE¹, ont été faites sur deux types d'espaces urbains de la ville de Sidi Okba.

Figure 4-11 : Comparaison entre les flux solaires incidents cumulés sur les parois.



	Façade 1	Façade 2	Sol
• Cas 1	façade Nord : 469 Wh/m ²	façade Sud : 747 Wh/m ²	5760 Wh/m ²
• Cas 2	façade Est : 1082 Wh/m ²	façade Ouest : 1082 Wh/m ²	1550 Wh/m ²
• Cas 3	façade Nord : 645 Wh/m ²	façade Sud : 2098 Wh/m ²	6067 Wh/m ²
• Cas 4	façade Est : 2840 Wh/m ²	façade Ouest : 2840 Wh/m ²	4390 Wh/m ²

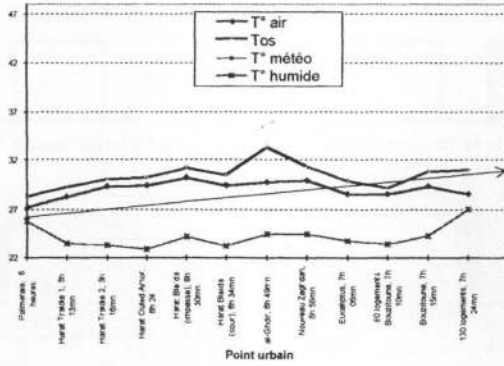
Le premier type d'espace est une ruelle étroite (voir espace urbain N°3), le second type d'espace est une rue plus large (voir espace urbain N° 11). Pour mieux percevoir la différence d'énergie captée par les différentes conceptions nous avons simulé ces mêmes espaces suivant d'autres orientations. Le dégradé de couleur permet d'apprécier visuellement cette différence.

¹ Logiciel développé par le Laboratoire CERMA de l'Ecole d'Architecture de Nantes.

4.8 Interprétations graphiques des campagnes de mesures

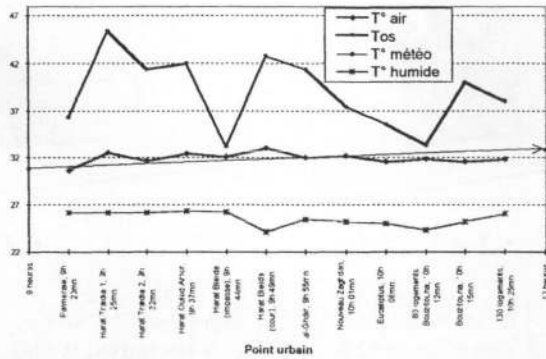
4.8.1 Les profils thermiques de chaque traversée du parcours

Graph 4-1: Première traversée du parcours



La campagne de mesures a été effectuée le 14 août 1996. La première traversée a débuté au lever du soleil, à savoir à 6 heures et s'est terminée à 7 heures et 24 minutes. Le graphique montre le comportement des différents espaces urbains avant tout gain thermique. La différence entre la température radiante et la température de l'air s'est maintenue à 1 degré le long du parcours, à l'exception des deux espaces très dégagés, en l'occurrence al-Ghdir qui représente la place du marché, et l'espace de jeux des 130 logements.

Graph 4-2: Deuxième traversée du parcours

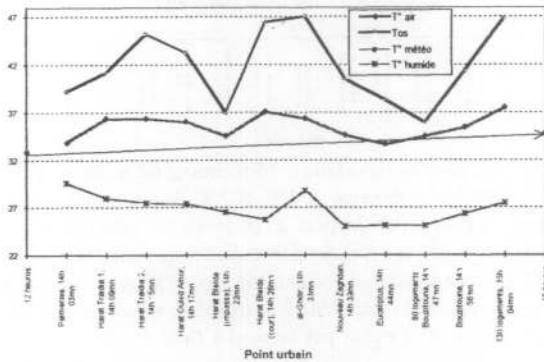


La deuxième traversée du parcours a débuté à 9 heures et 20 minutes et s'est terminée à 10 heures 25 minutes. L'objectif de cette traversée est l'observation des espaces, trois heures après le lever du soleil. La température de l'air a connu une progression d'environ trois degrés par rapport à la première traversée, d'où un réchauffement de l'air homogène. La température opérative solaire présente un intérêt particulier sur cette traversée :

- Au niveau des espaces couverts à savoir, Haret Bleida et les 80 logements, la température a progressé respectivement de deux et trois degrés. La différence entre les températures de l'air et les températures opératives solaires, au niveau de ces deux espaces, est d'environ 1 degré pour une différence entre 4°C et 13°C pour les autres espaces.

- L'autre particularité ressortant du graphe, est le comportement des rues orientées Est-Ouest telles que Haret Traïdia et Bouzitouna. Les espaces sont alors atteints par le soleil dès son lever.
- Les espaces dégagés, où les températures opératives et d'air étaient bien distinctes dans la première traversée, connaissent à la deuxième traversée une progression sensible. Évidemment nous ne sommes qu'au début de la journée, les parois sont encore froides, l'air est tiède mais le soleil commence à faire son effet.

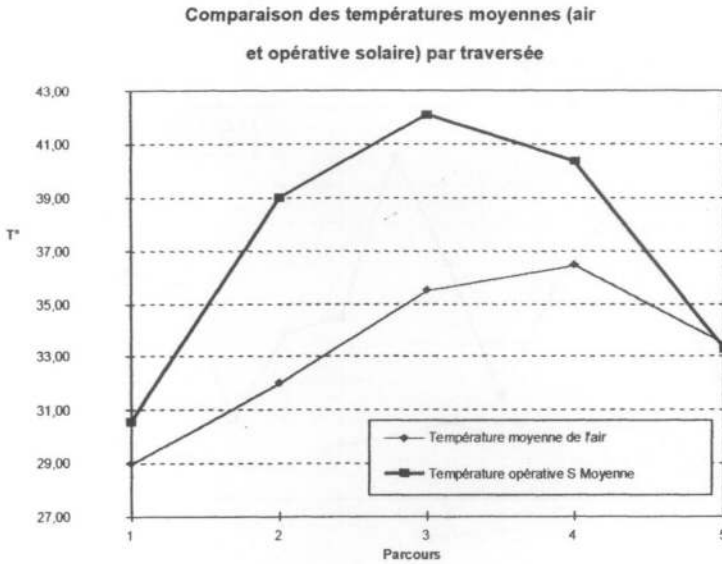
Graphe 4-3 : Troisième traversée du parcours



La troisième traversée du parcours a débuté à 14 heures et 3 minutes et s'est terminée à 15 heures et 04 minutes. La température de l'air s'est élevée de 3°C à 5°C par rapport à la traversée précédente.

- La température opérative solaire ne s'est élevée que de 3°C environ au niveau des deux espaces couverts, Haret Bleïda et 80 logements. Nous signalons par ailleurs que bien que les températures de l'air soient identiques aux niveaux de ces deux espaces, la température opérative solaire à (Haret Bleïda) est supérieure à celle de 80 logements. Cela est dû aux volumes internes des espaces couverts. Le second est plus volumineux que le premier.
- Les températures opératives solaires aux niveaux de Haret Traïdia 2 et de Bouzitouna sont moins importantes que dans les graphes précédents (1ère et 2ème traversée). Un tel phénomène entre une matinée et une mi-journée s'explique par le fait que le soleil a de moins en moins d'influence sur ces espaces, cela est dû à leur verticalité. Le graphe suivant doit accentuer cette diminution de température opérative solaire.
- Les espaces dégagés, (al-Ghdir et les 130 logements), présentent une température opérative solaire très importante. Le sol, ayant été exposé depuis le lever du soleil contribue à l'augmentation de cette dernière.

Graphe 4-6: Comparaison des T° moy (de l'air et opérative solaire) par traversée



L'accroissement de la température opérative solaire en journée claire est un phénomène naturel. Le graphe montre cet accroissement entre la première et la troisième traversée du parcours, puis sa diminution entre la troisième et la dernière traversée du parcours.

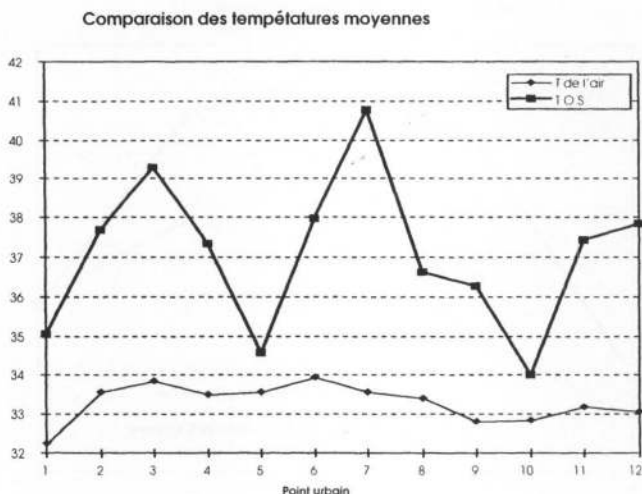
Il est important de signaler la différence entre la température opérative solaire avant le lever du soleil et celle juste après le crépuscule. La TOS est de l'ordre de 30,5°C le matin et 33°C le soir. Une perte de trois degrés seulement durant toute une nuit est un phénomène suscitant un intérêt particulier.

La température moyenne de l'air subit un accroissement constant entre la première et la troisième traversée du parcours urbain. Cette croissance diminue entre la troisième et la quatrième traversée pour décroître entre cette dernière et la dernière traversée. Différente de la température opérative solaire, la température de l'air chute relativement mieux. Au coucher du soleil, la température de l'air atteint ici 33,5°C, pour ne représenter que 29°C le lendemain. Il est important de signaler que cette journée de mesure a été soigneusement choisie pour représenter une journée d'été. Les températures des jours précédents et suivant cette journée type sont relativement identiques.

La superposition de la moyenne journalière des températures opératives solaires et de la température de l'air pour chaque traversée du parcours, laisse apparaître un rayonnement important avant le lever du soleil. Ce rayonnement est dû à l'accumulation énergétique durant la journée précédente. Au niveau de la dernière traversée du parcours, la température de l'air se confond avec la température opérative solaire. La chute de la température de l'air est alors plus rapide que celle de la température opérative solaire. Ce constat étant fait au niveau de toute une traversée n'implique pas individuellement chaque espace.

4.8.2 Les profils de chaque traversée du parcours

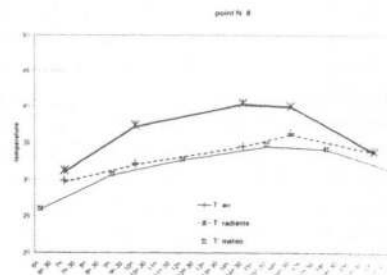
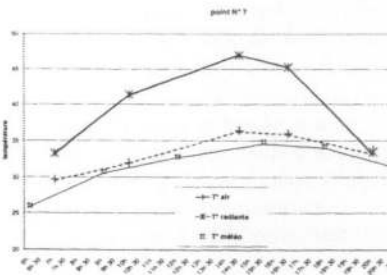
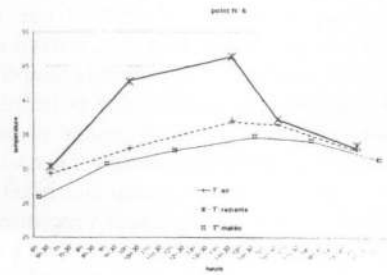
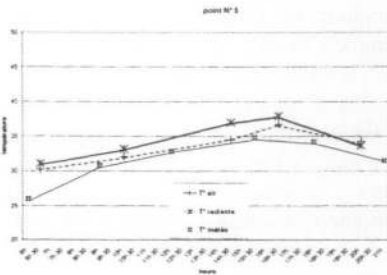
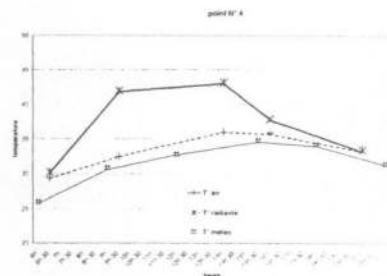
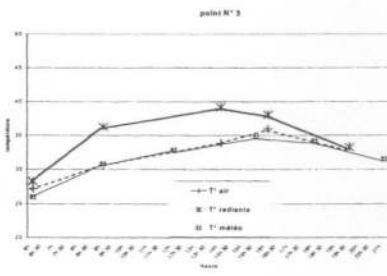
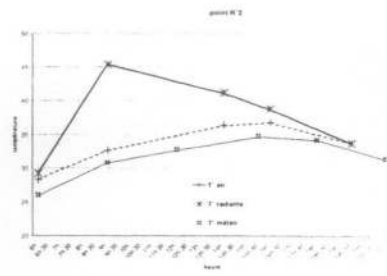
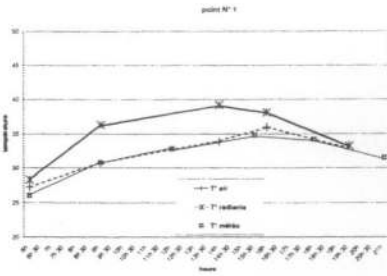
Graph 4-7: Comparaison entre les températures (opérative solaire et de l'air) par point de mesures

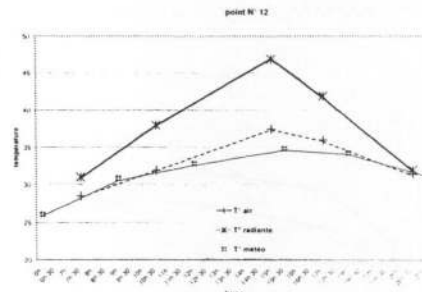
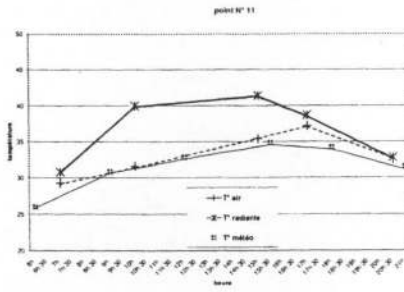
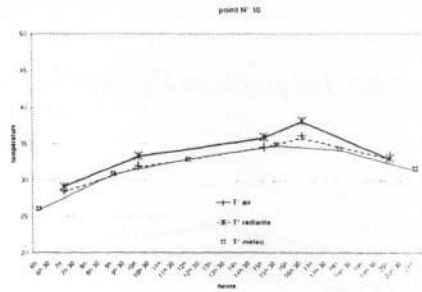
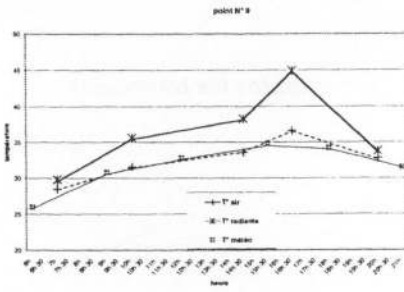


La moyenne de la température journalière des points pris indépendamment l'un de l'autre permet d'apprécier le comportement de ces derniers le long de la journée. Il apparaît que la palmeraie présente une moyenne de la température journalière assez favorable comparée aux autres espaces urbains. Il apparaît d'autre part que pour certains points notamment les points (5) et (10), à savoir le passage couvert dans le centre historique de la ville et le passage couvert des 80 logements, la moyenne de la température opérative solaire est restée nettement inférieure à celle recueillie dans la palmeraie et même sous l'eucalyptus. Les espaces réputés praticables ont gardé une température opérative solaire relativement appréciable si elle est comparée à la température opérative solaire dans les espaces dégagés notamment la place du marché et les 130 logements. Par contre la température de l'air présente alors une différence plus sensible au profit de la nouvelle conception (point N° 10) :

Effectivement les couvertures offrent une protection contre les radiations solaires. Par ailleurs nous remarquons que la protection au niveau du point (9) qui représente une couverture végétale n'offre pas une température opérative favorable toute la journée. D'autant plus qu'il s'agit d'un seul arbre et non d'un alignement, ce qui est meilleur. L'explication qu'on peut fournir est que le mouvement du soleil a une influence sur la protection solaire de l'arbre le long de la journée. Il va de soi que la moyenne journalière de la température ne permet pas pour autant de qualifier thermiquement les espaces à tout moment de la journée. Des prises de température simultanées sur plusieurs espaces urbains et à intervalles de temps rapprochés permettront de mieux comprendre les phénomènes qui s'y passent.

4.8.3 Les profils de chaque point urbain durant toutes les traversées





Les graphes ci-dessus représentent le comportement de chaque point urbain durant la journée de mesure. Il apparaît que la température de l'air se rapproche de la température de la météo dans certains cas notamment là où la température opérative solaire est faible. Cependant la température de l'air s'éloigne de celle de la station météorologique d'autant que la température radiante est grande. Ce constat laisse supposer qu'il est indispensable de protéger les espaces urbains du rayonnement direct si nous voulons conserver une température moins importante. Il est évident que ce sont les espaces couverts qui bénéficient de cet avantage en premier lieu (voir graphes 5 et 10). Les espaces végétalisés gardent une température moins élevée bien que la température opérative solaire y soit élevée, cela s'explique par l'influence de l'humidité qui est logiquement plus importante que dans les autres espaces (voir graphes 1 et 9). Les espaces dégagés ne subissent pas l'effet de la température radiante au début et en fin de journée, cette dernière est dissipée rapidement après le coucher du soleil. Par contre la température de l'air a du mal à baisser après le coucher du soleil dans les espaces non dégagés. Bien sûr l'effet de l'inertie des matériaux environnants l'espace a une grande part de responsabilité.

Un relevé de température sur un cycle de 24 heures aurait permis d'analyser le comportement de chaque espace urbain et de savoir à quel moment de la nuit ces derniers perdent leurs énergies emmagasinées pour avoir finalement une température équivalente dans chaque espace. Cependant nous supposons que certains espaces compacts voient le lever du soleil avant même d'avoir perdu la chaleur emmagasinée.

4.9 Conclusion

Cette conclusion résume un ensemble d'enseignement tiré de l'analyse climatique urbaine réalisée sur la ville de Sidi-Okba.

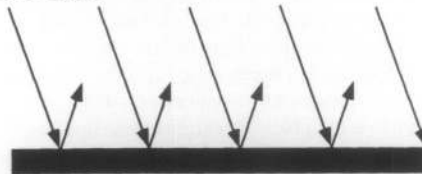
4.9.1 Les effets thermiques dans les espaces urbains découverts

Pour comprendre les influences climatiques dans les différentes conceptions urbaines une récapitulation de ce chapitre est utile. La perception des phénomènes thermiques dans les espaces urbains est indispensable. Un tissu urbain peut être considéré comme une succession de creux et de reliefs possédant des formes géométriques. La nature des phénomènes thermiques urbains est voisine de celle des phénomènes montagnards, où la notion de "versant" est déterminante, à la différence que l'échelle est plus petite et qu'il n'y a pas d'effet dû à l'altitude.

Les conditions climatiques qui règnent dans les espaces urbains dépendent donc en premier lieu du positionnement par rapport à ces creux et reliefs. A partir des proportions des creux, où circulent en général les usagers, il est possible d'amorcer une typologie simple, basée sur trois classes principales :

- l'espace "dégagé" (ou la zone dégagée d'un grand espace refermé);
- le "dièdre" formé par le sol horizontal et une paroi verticale;
- le "canyon", espace limité par deux parois verticales très proches.
- Espace couvert par du végétal ou par maçonnerie.

4.9.1.1 Effet d'espace dégagé



Tout espace libre non bordé par des immeubles ou des masses végétales est exposé au rayonnement solaire direct et diffus (appelé "Rayonnement Global"). Avec de faibles vitesses d'air, la température de surface du sol dépend essentiellement de l'albédo (facteur de réflexion), qui règle la quantité d'énergie absorbée : ainsi, une route revêtue d'asphalte s'échauffera plus qu'un revêtement de couleur claire, exemples des espaces 4, 10 et 11. Mais la partie réfléchi du rayonnement solaire incident, si elle ne participe pas à l'échauffement de surface du sol, constitue un apport radiatif pour le piéton, qui se trouve alors exposé à deux flux solaires : le flux solaire incident, et le flux solaire réfléchi par le sol.

« La surface du sol échauffée à tendance à perdre sa chaleur par rayonnement infrarouge vers le ciel plus froid. Le ciel est en effet toujours la surface apparente de l'environnement qui est la plus froide, en été comme en hiver (hormis le disque solaire et son halo proche). Dans un espace dégagé, rien ne s'oppose à ce rayonnement, si bien qu'en fin de nuit, cette surface est froide : elle peut même être plus froide que l'air ambiant. » [Izard. 1999]

4.9.1.2 Effet de dièdre

Lorsqu'une surface horizontale est interrompue par une surface verticale, le dièdre ainsi formé est le siège de multi-réflexions du rayonnement solaire d'une surface vers l'autre, en fonction de l'orientation de l'ensemble. Les conséquences pour l'usager se traduisent par la création de deux champs radiatifs distincts qui se cumulent : un champ de rayonnement solaire et un champ de rayonnement thermique, cas des points 4 et 8 par exemple.

Les multi-réflexions provoquent un effet radiatif "solaire" : l'usager qui circule à proximité de l'arête du dièdre est soumis à un triple rayonnement d'origine solaire :

celui qui arrive directement de l'astre (Global + Diffus), celui qui est réfléchi par la paroi verticale et celui qui est réfléchi par la paroi horizontale. Nous retrouvons cet effet sur la totalité des espaces de mesures à l'exception des espaces couverts.

Quant au refroidissement nocturne du sol à proximité du dièdre, il se produit plus difficilement, à cause de la présence de la surface verticale qui lui masque une partie du ciel.

4.9.1.3 Effet Canyon

Comme son nom l'évoque, il s'agit d'un espace étroit, exemple des espaces 2 et 3. Le rayonnement solaire ne parvient pas à pénétrer, sauf lorsqu'il se présente dans le plan axial du canyon, ce qui dépend de l'orientation de ce plan. Le rayonnement solaire est alors "piégé" et peut provoquer des échauffements instantanés importants, mais la durée de ce phénomène est faible à l'échelle de la journée, suivant l'orientation de la rue, voir simulation page 98.



Si le sol s'échauffe peu, il se refroidit également peu car il ne "voit" qu'une faible proportion du ciel. Enfin, l'air dans un espace canyon est en général très calme.

Il résulte de cette situation qu'un espace de type canyon connaît des températures stables, avec des échauffements et des refroidissements limités (faibles amplitudes). Le confort est souvent obtenu, sauf en cas de températures météo très élevées accompagnées par un vent fort, et, très temporairement, lorsque le rayonnement solaire pénètre dans le canyon. Les possibilités de ventilation par vent faible sont extrêmement limitées.

Ces espaces sont en permanence dans l'ombre en hiver (sauf lorsque le soleil se présente dans l'axe du canyon).

4.9.1.4 Espaces couverts

Nous regroupons dans les espaces couverts, les espaces couverts par du végétal et les espaces couverts par de la maçonnerie.

Les résultats des mesures montrent clairement que ces espaces bénéficient d'une protection contre le rayonnement solaire. Cet avantage permet à ces espaces de baigner dans un environnement plus frais.

L'analyse de la corrélation existante entre le cadre urbain et le climat laisse apparaître une distinction du comportement thermique dans les différentes typologies analysées.

La trame végétale¹ est de toute évidence favorable à un confort thermique contrairement aux espaces libres où l'ombre fait défaut. Les espaces urbains denses impliquent une ombre sur une durée importante de la journée. Cela dépend énormément de l'orientation, la largeur des rues ainsi que la hauteur des façades. Cependant après le coucher du soleil, le dégagement de chaleur ressenti par le passant est alors inconfortable². L'évacuation de la chaleur emmagasinée durant toute la journée prend du temps et risque de s'étaler jusqu'au matin. Les habitants de ces tissus urbains denses désertent leurs quartiers pour passer les soirées

¹ Les arbres et palmiers à tiges longue filtrent le rayonnement solaire et procurent ainsi une ombre très attrayante notamment en milieux arides.

² C'est à proximité des deux façades en vis-à-vis que se produit cet effet.

d'été dans des terrains vastes afin de compenser les journées d'emprisonnement volontaire. C'est l'inverse qui se produit dans les tissus urbains « ouverts ». Les boulevards, en opposition aux ruelles sont exposés aux rayonnements solaires, favorisant ainsi le réchauffement du sol et des façades. Néanmoins ces espaces étendus favorisent la dissipation rapide de la chaleur emmagasinée durant la journée.

Si chaque type d'espace urbain est un refuge à un moment donné, il faut s'intéresser au moment où il ne l'est pas et essayer d'y remédier.

Si un net avantage apparaît « le jour » au niveau du tissu traditionnel, il faut signaler qu'au niveau des espaces couverts l'appréciation du confort thermique est semblable dans l'urbanisme traditionnel et contemporain. C'est cette configuration spatiale qu'il faudra mettre en évidence et essayer de développer pour qu'elle réponde aux impératifs du mode contemporain de l'occupation de l'espace.

La texture et la qualité du sol influent sur le confort thermique des usagers des voies publiques. Le sol en terre battue capte moins de chaleur que le bitume étalé sur les rues des lotissements et des nouveaux ensembles urbains. S'opposer à l'exposition des espaces urbains au rayonnement solaire, ne peut qu'être bénéfique aux usagers de ces espaces mêmes et des espaces intérieurs, puisque la protection des parois extérieures influe sur le confort thermique à l'intérieur des habitations. C'est à travers une stratégie englobant la maîtrise de l'espace urbain avec toutes ses composantes, et j'entends par-là l'orientation des rues par rapport à la course solaire, combinée par des protections solaires urbaines et l'intégration de l'ensemble (architecture et urbanisme), qu'on pourra maîtriser l'apport énergétique « indésirable » et source d'inconfort climatique. Cette perspective sera développée dans le chapitre 6 à l'ombre de multiples expériences encourageantes.

Chapitre 5

Analyse thermique architecturale et adaptation climatique à Sidi Okba



Gardent-ils leur habitation en confort ?

5.1 Introduction

En sciences sociales les comportements sociaux sont les pistes privilégiées pour la compréhension des sociétés. Je me baserai sur des indices quantifiables susceptibles de m'éclairer sur le comportement relatif à notre cadre d'étude. Les facteurs culturel et social sont analysés dans ce chapitre à travers l'indice quantitatif que présente la température.

Les mesures climatiques présentées dans ce chapitre visent à analyser quantitativement le comportement de quatre maisons vis-à-vis du climat. Ces maisons ont été minutieusement sélectionnées pour représenter un échantillon de l'architecture dominante en Algérie.

L'analyse porte sur le paramètre principal du confort dans les zones arides. Pour bien cadrer l'évolution de la température à l'intérieur des maisons, la meilleure solution est d'analyser les températures « extrêmes » : Température maximale et température minimale - par des « thermomètres maxi-mini »¹, qui sont déposés dans les maisons sélectionnées, dans un endroit soigneusement choisi². De ces valeurs, il sera possible de déduire la température moyenne en calculant simplement leur demi-somme. C'est aussi une solution plus pratique, car avec un « thermomètre maxi-mini », une seule lecture par jour est suffisante, là où plusieurs relevés seraient nécessaires avec un thermomètre normal. Quant à l'utilisation de techniques plus sophistiquées (sonde + boîtier d'enregistrement électronique consultable par ordinateur), elles ne sont envisageables dans le contexte économique qui domine la préparation de cette thèse.

L'objectif est de présenter une lecture réelle du comportement d'une architecture vis-à-vis du climat, loin de toutes idées reçues sur les types d'habitats climatiques.

Les habitants des zones arides sont en permanence à la recherche du confort thermique. Cette recherche que je n'oserai pas qualifier de « profane », aboutit après un long processus d'essai-erreur à des résultats souvent satisfaisants.

L'influence culturelle dans ce chapitre sous-entend le comportement adopté par ces habitants en vue d'adapter leurs demeures aux conditions climatiques sévères.

En sciences sociales et anthropologiques, ces comportements sont décelés par l'observation continue et comparative des sociétés sujettes d'études. Ces outils dignes d'un sociologue me font défaut, le recours à une autre méthode s'est avéré nécessaire pour mieux justifier notre démarche.

Elle consiste à vérifier les résultats auxquels ont abouti les différentes stratégies adoptées par les habitants des régions chaudes. Il ne s'agit pas de présenter les différentes stratégies ayant favorisé l'atténuation de la sévérité du climat, cela a été exposé dans le chapitre II. Il s'agit de déceler les traces d'une éventuelle réussite dans la volonté de vaincre le climat.

Si l'objectif final de toutes ces stratégies est de diminuer la température interne des habitations, les traces de ces dernières sont de toute évidence quantifiables. Cette quantification se rapporte aux deux extrémités de la température, maximale et minimale.

5.2 Choix des habitations

Si l'objectif de ce chapitre est de démontrer qu'à travers le temps, les occupants d'une maison dans les régions chaudes, arrivent à créer une ambiance de plus en plus confortable thermiquement, un ensemble de critères doit être défini en ce qui concerne les habitations à tester.

¹ Les thermomètres maxi-mini permettent de connaître, pour une période choisie, les deux températures maximale et minimale enregistrées en un point.

² Le thermomètre ne doit pas être placé dans un lieu où se trouvent des sources de chaleur telle que la cuisine ou produisant de la fraîcheur tel qu'un espace climatisé.

J'ai cherché quatre types d'habitations répondant à des critères fixés préalablement.

Ces critères nous permettront de juger de l'importance de la seule influence qui nous intéresse dans ce chapitre, et d'écarter tout autre facteur pouvant brouiller mes interprétations.

Notre hypothèse est que les habitants d'une maison arrivent à comprendre le « métabolisme » de leur habitation après une certaine période de cohabitation. Cette période plus ou moins longue devrait permettre aux occupants de bien gérer bioclimatiquement leur demeure. Pour faire apparaître le maintien d'une différence constante de température entre l'intérieur et l'extérieur, j'ai choisi deux habitations occupées depuis une longue durée. Cette dernière est supposée être suffisante au maintien de cette éventuelle stabilité. La comparaison se fera avec des habitations de même typologie et récemment occupées. La différence de température entre l'extérieur et l'intérieur des maisons est supposée augmenter après quelques années d'occupation, contrairement aux premières où cet écart est supposé stable. Sur ces deux habitations le choix du matériau de construction est à prendre en considération afin de tenir compte de son influence dans le confort thermique.

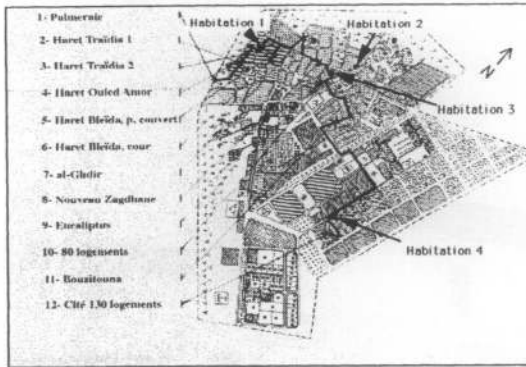
La vérification des hypothèses ne pourrait s'affirmer qu'après des campagnes de mesures décalées dans le temps. Ce temps, que j'avais voulu prolonger, ne pouvait être supérieur à deux ans, une contrainte liée à la durée d'une thèse. Cette durée devait suffire à la vérification des hypothèses avancées.

La vérification des hypothèses est liée à une condition pertinente. Les maisons doivent être occupées par les mêmes familles durant les trois étés où se dérouleront les campagnes de mesures. Les habitations (2) et (3) répondaient à cette condition, alors que les occupants des habitations (1) et (4) prévoyaient un changement de résidence en 1996. J'ai alors profité de cette occasion pour mettre les nouveaux occupants à l'épreuve. L'origine des nouveaux occupants m'a permis de trancher sur mon choix des habitations (1) et (4). Les nouveaux occupants de la maison (1) et de la maison (4) provenaient du même type de logement. L'emplacement n'était pas un facteur primordial dans le choix des habitations, or le choix des matériaux de constructions ne pouvait qu'obéir à la logique d'extension de la ville, d'où la nécessité d'une diversité d'emplacement. Les habitations en terre sont de toute évidence situées dans le centre historique de la ville, alors que les habitations en parpaing sont situées dans les nouvelles extensions de la ville.

5.3 Méthodologie de l'étude

Après le choix des habitations, des thermomètres maxi-mini ont été installés dans les espaces de vie de chacune d'elles. Cet espace est généralement le hall de l'habitation ou le salon (voir emplacement des thermomètres sur les plans des maisons). Des bordereaux de saisie ont été remis aux habitants, ainsi que des instructions d'utilisation des thermomètres qui nécessitaient une initialisation après chaque saisie, effectuée une fois par jour. Bien que l'étude ne concerne que le confort d'été, les saisies ont été consignées le long de l'année 1996 et les mois de juin, juillet et août de l'année 1998.

Figure 5-1 : Situation des habitations



5.3.1 Condition de la lecture des thermomètres

Bien que les habitations aient été choisies suivant des critères particuliers, notamment l'existence d'un individu capable de bien lire et de bien noter les données du thermomètre à des heures précises, l'erreur provient éventuellement du thermomètre lui-même. La lecture instantanée des niveaux des colonnes (colonne des températures maximales et celle des températures minimales), révèle une erreur de plus ou moins un-demi degré, due essentiellement au curseur flottant au-dessus du mercure. D'où une erreur de lecture d'un degré.

Figure 5-2 : Thermomètre Maxi-Mini

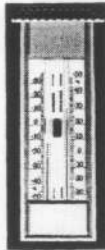
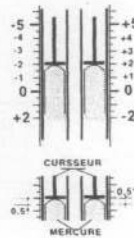


Figure 5-3 : Erreur de lecture



5.3.2 Les analyses

La comparaison des graphes présentant la différence entre la température intérieure moyenne et la température extérieure moyenne pour le mois de juillet 1996 et 1998, permet de comparer le comportement de chaque maison pour ces deux années respectives, d'où la visibilité, la stabilité du comportement des maisons, le changement de leur comportement, changement en amélioration ou en dégradation vis-à-vis du confort thermique.

5.4 Présentation des habitations choisies

5.4.1 Maison 1

Figure 5-4: Plan de l'habitation 1

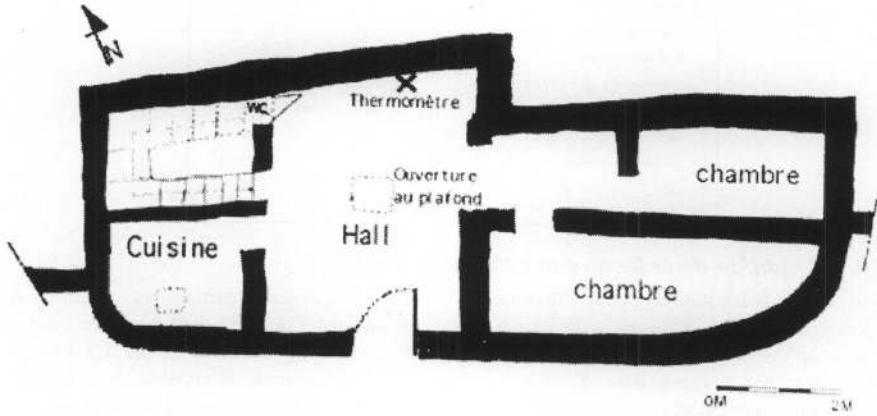


Figure 5-5: Vue sur l'habitation 1

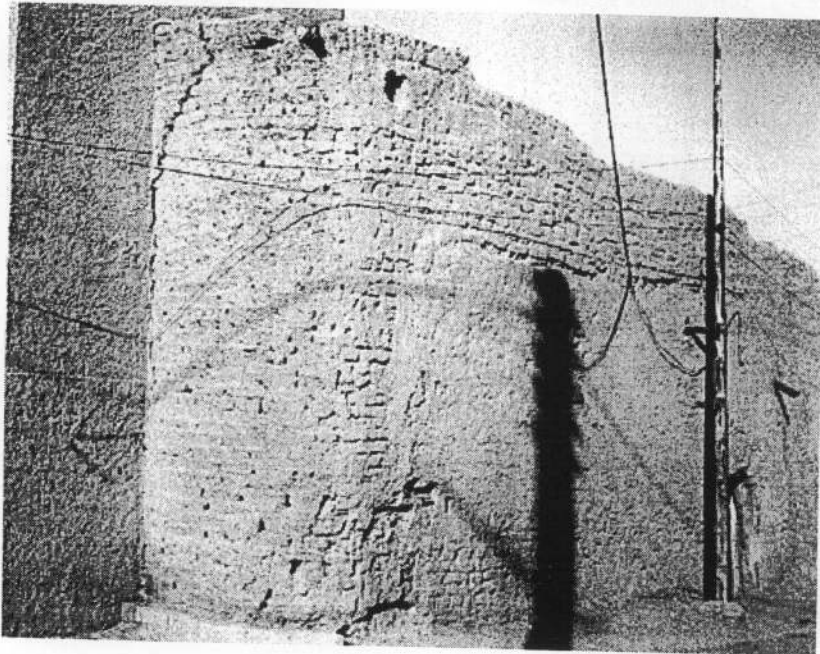


Figure 5-6: Plan de masse, Habitation 1,

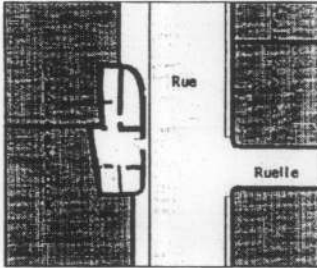
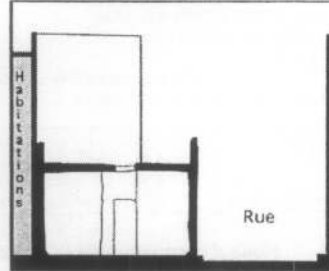


Figure 5-7: Coupe de l'habitation 1



Le choix de la première maison est relatif à plusieurs critères, notamment :

- Sa situation dans le tissu historique de la ville.
- Le matériau de construction utilisé qui est la terre crue.
- La forme compacte (cette maison est la plus petite des maisons sélectionnées dans le centre historique de la ville de Sidi-Okba).
- L'absence d'ouvertures (cette maison ne comporte pas d'ouvertures sur la façade, mais deux petites ouvertures sur le plafond).

5.4.1.1 Perméabilité située de la maison 1

La perméabilité exprime la capacité d'une enveloppe à transmettre l'énergie solaire. (voir Lavigne, 1994, tome II).

- Perméabilité solaire située de la toiture-terrasse

$$F_1 = f_l * S_t * a_s * K_t / h_e * CE$$

- f_l = Facteur de transmission masques architecturaux = 1 (pas de masque architectural);
- CE, coefficient d'exposition = 1 (Surface horizontale)
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur moyenne proche de l'ocre)
- K_t , conductance de la toiture-terrasse = 2,94
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,05;
- la valeur de K_t/h_e = $2,94 \times 0,05 = 0,147$
- $S_t = 54 \text{ m}^2$

$$F_1 = 1 \times 54 \times 0,7 \times 0,147 = 5,55$$

- Perméabilité des ouvertures au plafond

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * FS_f * g_v * CE (* E_{gh}/24)$$

- f_l = Facteur de transmission masques architecturaux; architecturaux = 1 (pas de masque)
- CE = 1
- $S_v = 2 \text{ m}^2$

$$F_2 = 2$$

- Perméabilité de la façade (sud-ouest)
- Perméabilité du mur

- $f_l = 0,9$
- CE = 0,51
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,78
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- la valeur de K/h_e = $1,78 \times 0,06 = 0,107$
- $S_m = 36 \text{ m}^2$

$$F_3 = 0,9 \times 0,51 \times 36 \times 0,7 \times 0,107 = 1,23$$

- Perméabilité des ouvertures

- f_l = Facteur de transmission masques architecturaux; architecturaux = 0,9
- CE = 0,51

- as, facteur d'absorption solaire = 0,7
- Km, conductance des murs verticaux = 7,69
- l/he, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- la valeur de K/he = 7,69 x 0,06 = 0,46
- gv = 0,75 pour menuiserie bois
- Sv = 1,8 m²

$$F_4 = 0,9 \times 0,51 \times 0,7 \times 0,46 \times 0,75 \times 1,8 = 0,19$$

La perméabilité solaire située totale est égale à:

Toiture-terrasse	7,55	(pourcentage du total	77,83 %)
Mur	2,19	(pourcentage du total	22,57 %)
TOTAL	9,74		
perméabilité spécifique	9,74/162 (volume) = 0,06		

5.4.1.2 Mode d'occupation de la maison

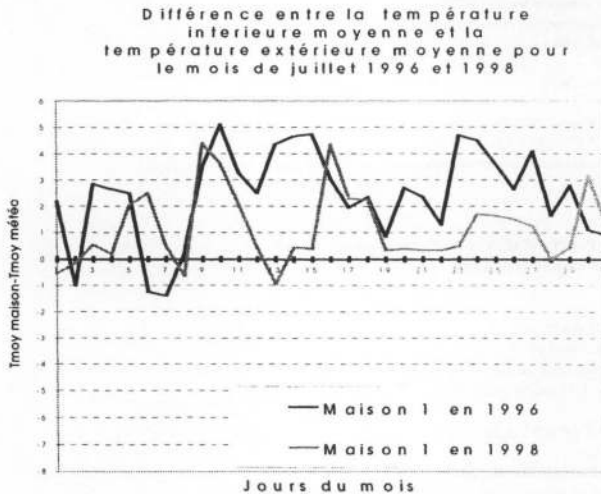
Le caractère étroit de cette demeure a obligé ses occupants, au nombre de quatre, à avoir deux types d'occupations. Le jour c'est le centre de la maison qui est investi. Tout s'y passe : la cuisine, l'accueil des invités et même la sieste, obligatoire en été. La seule fonction des deux chambres de la maison est d'y dormir l'hiver. Les nuits d'été la famille fuit l'intérieur de la maison compte tenu du déphasage de la diffusion de la température à travers l'enveloppe qui capte le rayonnement solaire, surtout la terrasse. Elle occupe alors la terrasse où la température de l'air est moins élevée alors que la surface est en phase de refroidissement.

Le sol de la maison, en terre, est arrosé en périodes chaudes afin de la rafraîchir. L'aération est assurée par la porte « toujours ouverte » et les ouvertures au plafond. Le type de logement qu'ils occupaient était similaire à leur logement actuel.

5.4.1.3 Interprétation graphique des températures de la maison 1

5.4.1.3.1 Comparaison entre les températures intérieures et extérieures

Graphe 5-1: Comparaison T° moy (int - ext), habitation 1



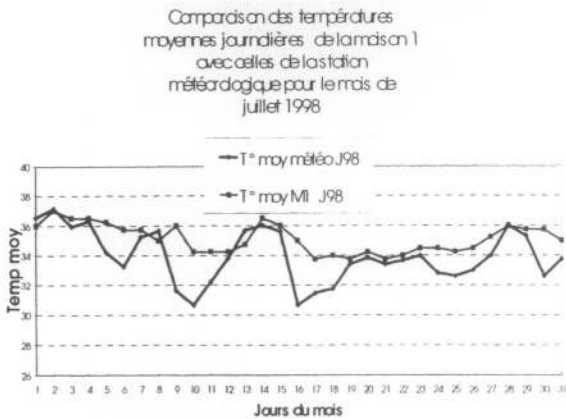
La différence entre la température intérieure moyenne et la température extérieure moyenne permet de montrer le « gain thermique » de la maison 1, il atteint souvent $+5^{\circ}\text{C}$. sur une température moyenne extérieure déjà élevée, cela est dû à la faible aération de la maison d'autant plus qu'il y a un apport énergétique important notamment par la couverture qui représente une perméabilité équivalente à 73,2% de la perméabilité totale de la maison.

5.4.1.3.2 Températures moyennes journalières

Graphe 5-2: T° moy 1996, habitation 1



Graphe 5-3: T° moy 1998, habitation 1



La température moyenne journalière de la maison 1 est restée supérieure à celle extérieure, mesurée par la station météorologique tout au long du mois de juillet 1996, à l'exception de 3 jours avec une différence maximale de 1°C . La température moyenne journalière de la maison 1

varie entre 32°C et 38°C, alors que la température moyenne journalière enregistrée par la station météorologique locale varie entre 27°C et 39°C. L'amplitude est de 6°C dans la maison contre une amplitude de 12°C à la station météorologique. La température moyenne journalière de la maison 1 s'aligne sur les plus fortes températures moyennes journalières de la station météorologique, alors qu'une différence nettement visible apparaît une fois que la température journalière de la station météorologique baisse (cela est bien visible entre les jours 9 et 17 ainsi que 23 et 27 du mois de juillet 1996).

Pour l'année 1998, le même phénomène se reproduit à savoir que :

- les températures moyennes journalières de la maison 1 restent nettement supérieures aux températures moyennes journalières de la station météorologique. Cette différence atteint 5°C.
- lorsque les températures moyennes journalières de la station météorologique sont élevées, la température moyenne de la maison est presque identique, alors qu'une différence bien visible se produit quand la température de la station météorologique baisse.
- La température moyenne élevée est essentiellement liée aux apports solaires.

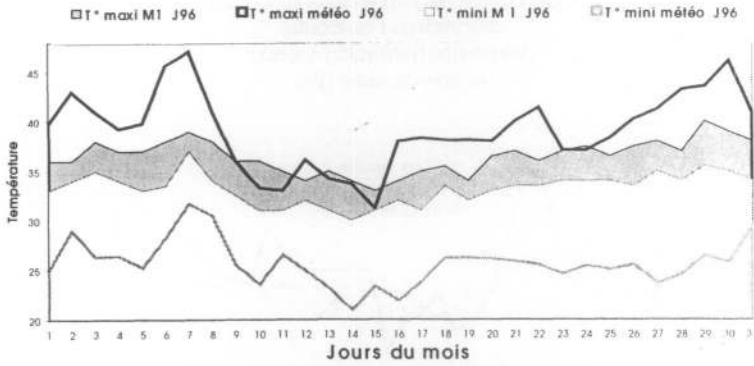
Si l'on revient au plan de la maison 1, nous constatons que cette dernière est compacte, que son volume interne est réduit, que l'épaisseur des murs est importante et qu'elle n'est aérée que par de petites ouvertures au niveau du toit.

Tous ces facteurs se conjuguent pour laisser la température dans la maison 1, élevée malgré la baisse de la température extérieure.

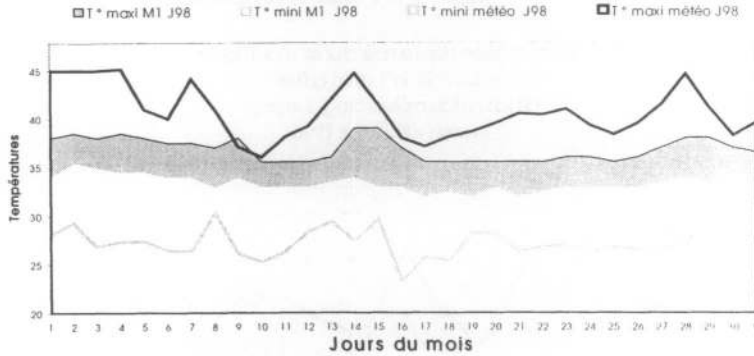
Il est par ailleurs intéressant de constater que bien que la température de la maison soit sensible à la température extérieure, elle ne la subit pas instantanément. La forte inertie des murs retarde alors le transfert thermique entre l'intérieur et l'extérieur. La température moyenne de la station météorologique est passée de 27°C à 32°C du 15 au 19 juillet 1996, alors qu'elle n'a progressé à l'intérieur que de 3°C. Dans ce cas, nous pouvons déduire que la chaleur est essentiellement transmise par conduction à travers les parois de la maison puisque l'effet de la ventilation se manifeste plus vite et que dans ce cas l'effet est instantanément ressenti.

5.4.1.3.3 *Ecart des températures internes de la maison entre 1996 et 1998*

Graphe 5-4 : Ecart des températures internes de l'habitation 1 en 1996



Graphe 5-5 : Ecart des températures internes de l'habitation 1 en 1998

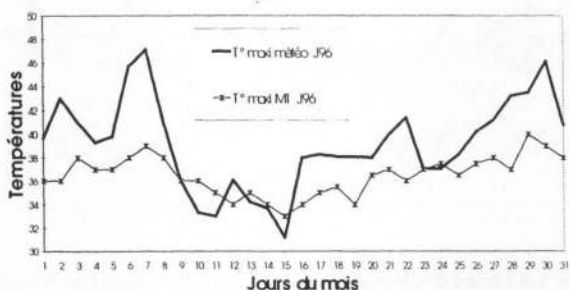


La zone coloriée représente les valeurs atteintes par la température intérieure –l'épaisseur de cette zone correspond donc à l'amplitude intérieure. Elle est bien inférieure à celle de la température extérieure. La position de cette zone par rapport à l'amplitude extérieure est plus proche du profil de la température maximale que de la minimale extérieure- Pour les deux années consécutives 1996 et 1998, les amplitudes étaient sensiblement les mêmes. Le comportement de cette habitation est resté relativement identique.

5.4.1.3.4 Températures maximales

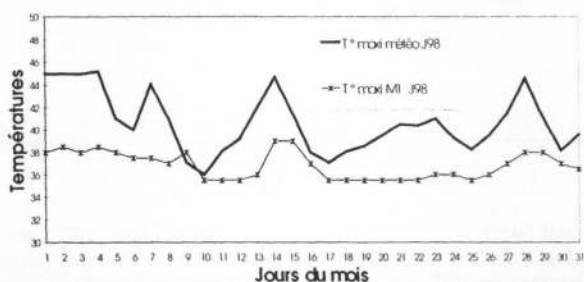
Graphe 5-6: T° max 1996, habitation 1

Comparaison des températures maximales de la maison 1 avec celles de la station météorologique pour le mois de Juillet 1996



Graphe 5-7: T° max 1998, habitation 1

Comparaison des températures maximales de la maison 1 avec celles de la station météorologique pour le mois de Juillet 1998



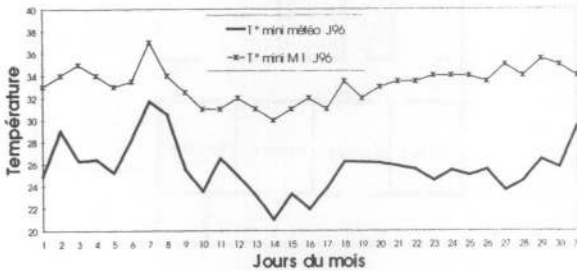
Le graphe des températures maximales du mois de juillet 1996 fait apparaître une certaine synchronisation quant aux chutes et aux montées des températures, cela est dû à l'ouverture de la maison, d'où une perméabilité importante des paramètres climatiques externes. Les quelques jours pendant lesquels la température maximale interne dépasse la température maximale externe sont probablement dus à une inoccupation de la maison durant cette période¹.

¹ Pour le bon déroulement des campagnes de mesures, nous avons pris le soin de confier la tâche de prise de température à des agents du service technique de la ville de Sidi-Okba. Pour des convenances pratiques les logements choisis pour cette étude appartenaient soit à des membres des différents services de la mairie soit à leurs cousins. Bien que le bordereau de saisie comporte une colonne d'observations, certaines remarques importantes pour nous, ne peuvent l'être pour la personne chargée des saisies.

5.4.1.3.5 Températures minimales

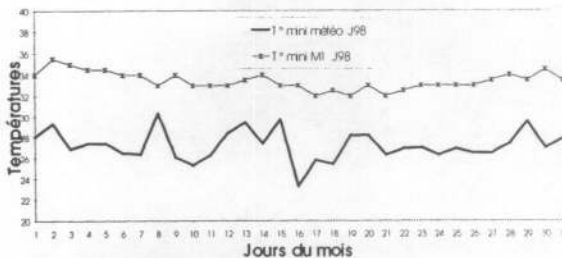
Graphe 5-8: T° mini 1996, habitation 1

Comparaison des températures minimales de la maison 1 avec celles de la station météorologique pour le mois de Juillet 1996



Graphe 5-9: T° mini 1998, habitation 1

Comparaison des températures minimales de la maison 1 avec celles de la station météorologique pour le mois de Juillet 1998



L'analyse des graphes montre clairement que:

- cette maison est très perméable au soleil (toiture-terrace sur un seul niveau)
- son inertie thermique « stocke » la chaleur : Les températures nocturnes (minimales) le montrent bien.

Si nous comparons les deux graphes ci-dessus, c'est en 1998 que la maison 1 a moins subi la chaleur extérieure climat (un grand écart de température entre l'intérieur et l'extérieur en 1996 qu'en 1998). Cela implique que cette famille a pu comprendre et adapter sa maison au climat après seulement deux années d'occupation. Cela ne veut pas dire qu'il faut deux ans pour une éventuelle adaptation au climat, mais l'adaptation est apparente dans ce cas de figure.

5.4.2 Maison 2

Figure 5-8: Plan de l'habitation 2

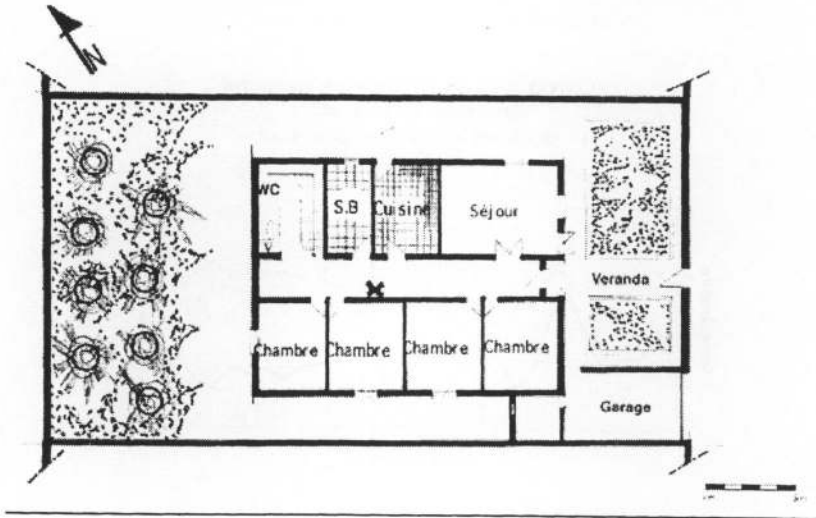


Figure 5-9: Vue sur l'habitation 2

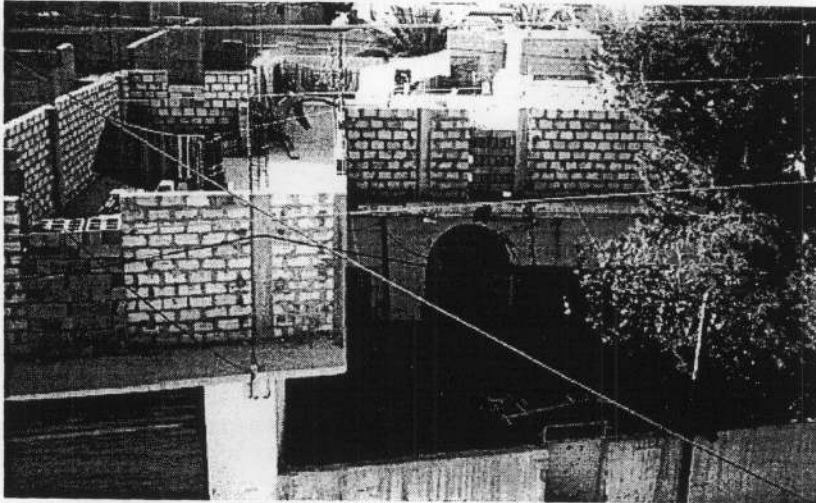


Figure 5-10: Plan de masse de l'habitation 2

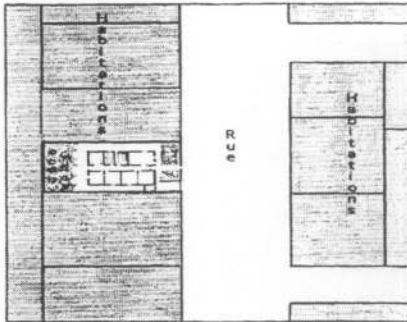
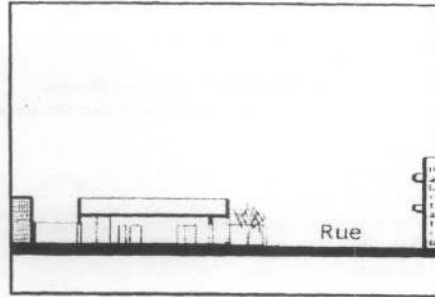


Figure 5-11: Coupe de l'habitation 2



Le choix de la deuxième maison est motivé par plusieurs raisons :

- Sa situation dans un lotissement autoconstruit.
- Le matériau de construction utilisé (parpaing), le plus répandu dans la région.
- La maison est d'un volume interne important, la hauteur du rez-de-chaussée est de 4,3 m.
- L'existence d'espaces plantés autour de la maison.

5.4.2.1 Perméabilité située solaire de la maison 2

- Perméabilité de la toiture terrasse

$$F = f_l * St * a_s * K_t / h_e * C_E$$

- f_l = Facteur de transmission masques architecturaux = 1 (pas de masque architectural);
- C_E , coefficient d'exposition = 1 (Surface horizontale)
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur moyenne proche du gris)
- K_t , conductance de la toiture-terrasse = 2,12 en valeur courante
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,05
- valeur de $K_t/h_e = 1,2 \times 0,05 = 0,106$
- $St = 221 \text{ m}^2$ (logement de type 5-6)

$$F_1 = 1 \times 221 \times 0,7 \times 0,106 = 16,39$$

- Perméabilité des murs
- Perméabilité de la façade nord-est
- perméabilité du mur nord-est sans les ouvertures

- $f_l = 0,8$
- $C_E = 0,47$
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur grise)
- K_m , conductance des murs verticaux = 2,21
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/h_e = 2,21 \times 0,06 = 0,132$
- $S_m = 68 \text{ m}^2$

$$F_2 = 0,8 \times 68 \times 0,7 \times 0,132 \times 0,47 = 2,36$$

- Perméabilité des ouvertures

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * F_{Sf} * g_v * C_E$$

- $f_l = 0,8$
- $C_E = 0,47$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages

- FSf = facteur solaire de la fermeture (extérieure) ; fermée = 0,2
- gv = 0,75 pour menuiserie bois
- Sv = 3,5 m²

$$F_3 = 0,8 \times 3,5 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,47 = 0,13$$

Soit au total pour la façade nord-est : 2,36 + 0,13 = 2,49

- Perméabilité de la façade sud-ouest
- Perméabilité du mur sud-ouest sans les ouvertures

- fl = 0,85
- CE = 0,51
- as, facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur grise)
- Km, conductance des murs verticaux = 2,21
- l/he, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de K/he = 2,21 x 0,06 = 0,132
- Sm = 60 m²

$$F_4 = 0,8 \times 60 \times 0,7 \times 0,132 \times 0,51 = 2,26$$

- Perméabilité des ouvertures

$$F = fl * Sv * tv * tvoil * FSf * gv * CE (* Egh/24)$$

- fl = 0,85
- CE = 0,51
- tv, Transmission solaire du vitrage = 0,95
- tvoil = 0,8 pour des voilages
- FSf = facteur solaire de la fermeture (extérieure); fermée = 0,2
- gv = 0,75 pour menuiserie bois
- Sv = 3 m²

$$F_5 = 0,85 \times 3 \times 0,95 \times 0,8 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,51 = 0,132$$

Soit au total pour la façade sud-ouest : 2,26 + 0,132 = 2,39

- Perméabilité de la façade sud-est
- Perméabilité du mur sud-est sans les ouvertures

- fl = 0,65 (protection par balcon)
- CE = 0,51
- as, facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur grise)
- Km, conductance des murs verticaux = 1,2
- l/he, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de K/he = 1,2 x 0,06 = 0,072
- Sm = 52 m²

$$F_6 = 0,65 \times 52 \times 0,7 \times 0,132 \times 0,51 = 1,59$$

- Perméabilité des ouvertures

$$F = fl * Sv * tv * tvoil * FSf * gv * CE (* Egh/24)$$

- fl = 0,65
- CE = 0,51
- tv, Transmission solaire du vitrage = 0,85
- tvoil = 0,8 pour des voilages;
- FSf = facteur solaire de la fermeture (extérieure); fermée = 0,2
- gv = 0,75 pour menuiserie bois
- Sv = 2 m²

$$F_7 = 0,65 \times 2 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,51 = 0,06$$

Soit au total pour la façade sud-ouest : 1,59 + 0,06 = 1,65

- Perméabilité de la façade nord-ouest

• perméabilité du mur nord-ouest sans les ouvertures

- $f_l = 0,85$
- $CE = 0,47$
- as , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur grise)
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,2
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/h_e = 2,21 \times 0,06 = 0,132$
- $S_m = 50 \text{ m}^2$

$$F_a = 0,85 \times 50 \times 0,7 \times 0,132 \times 0,47 = 1,84$$

• Perméabilité des ouvertures

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * FS_f * g_v * CE (* E_{gh}/24)$$

- $f_l = 0,85$
- $CE = 0,47$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages
- FS_f = facteur solaire de la fermeture (extérieure); fermée = 0,2
- $g_v = 0,75$ pour menuiserie bois
- $S_v = 1 \text{ m}^2$

$$F_o = 0,85 \times 1 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,47 = 0,04$$

Soit au total pour la façade sud-ouest : $1,84 + 0,04 = 1,88$

La perméabilité solaire située totale est égale à :

Toiture-terrasse	16,39	(pourcentage du total	66,08 %)
Ouvertures	0,36	(pourcentage du total	1,45 %)
Murs	8,05	(pourcentage du total	32,45 %)
TOTAL	24,8		
perméabilité spécifique	24,8/ 950 (volume) = 0,026		

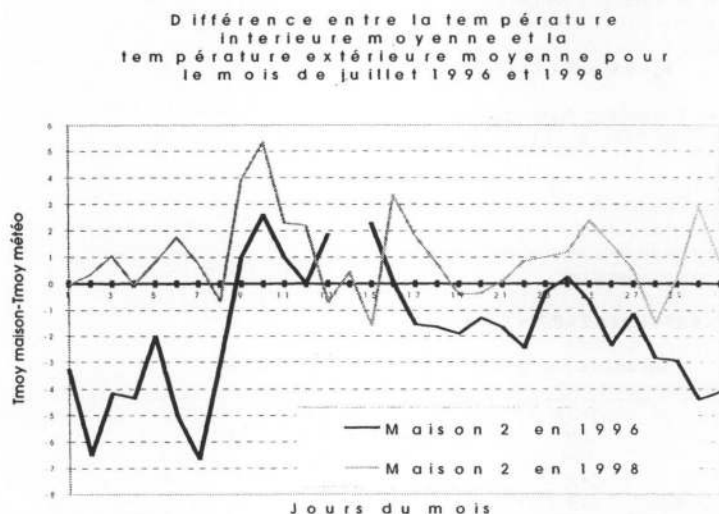
5.4.2.2 Mode d'occupation de la maison

La famille se regroupe essentiellement dans le salon. Ce dernier a pris la fonction du *ouast eddar* (centre de la maison). Equipé d'un climatiseur, le salon est utilisé comme espace d'accueil, salle à manger et endroit favori pour les siestes d'été. Réduit à un couloir, le *ouast eddar* est devenu alors un espace de distribution. La famille, constituée de trois couples, deux enfants et trois célibataires a été obligée d'aménager le salon afin d'assurer une flexibilité entre la fonction réception (la journée) et la fonction dortoir (le soir pour trois personnes). Durant l'été, la fonction de la cuisine est transférée à la véranda arrière. Après son arrosage, l'après midi, la terrasse est le seul refuge contre la chaleur interne, les soirées et les nuits d'été.

5.4.2.3 Interprétation graphique des températures de la maison 2

5.4.2.3.1 Comparaison des températures des deux périodes de mesures

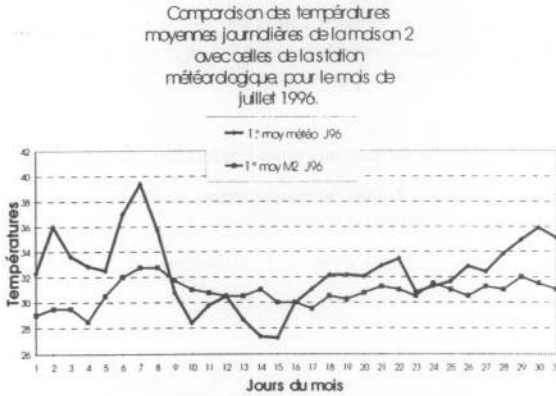
Graphe 5-10: Comparaison T° moy (int - ext), habitation 2



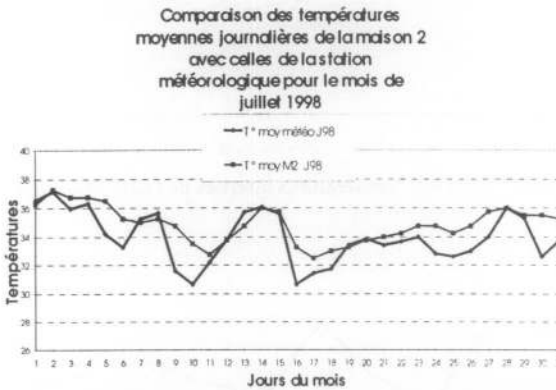
Malgré la grande perméabilité de la maison 2, cette dernière présente une différence « négative » entre la température moyenne intérieure et la température moyenne extérieure. Cette différence négative apparaît au cours de la première et de la troisième décade du mois de juillet 1996, bien que la température extérieure ait été très élevée. Cette différence est positive au cours de la deuxième décade du mois de juillet 1996, bien que la température extérieure soit moins élevée que pendant la première et la troisième décade. Les habitants profitaient de la nuit pour rafraîchir leur maison pendant les périodes où les journées étaient très chaudes. Cette attitude est moins présente pendant les périodes où les journées sont moins chaudes, le bilan énergétique est alors plus important en période moins chaude. En juillet 1998 le bilan énergétique est plutôt positif. La différence entre la température moyenne interne et la température moyenne externe est positif. Cela est dû à un apport énergétique supplémentaire qui n'a pas été évacué.

5.4.2.3.2 Températures moyennes journalières

Graphe 5-11: T° moy 1996, habitation 2



Graphe 5-12: T° moy 1998, habitation 2



Un résultat autre que ce que l'on attendait apparaît au niveau de la maison 2. Les températures moyennes journalières prises à l'intérieur de cette dernière, pour le mois de juillet 1996, sont, dans leur globalité, moins élevées que celles enregistrées par la station météorologique locale pour la même période.

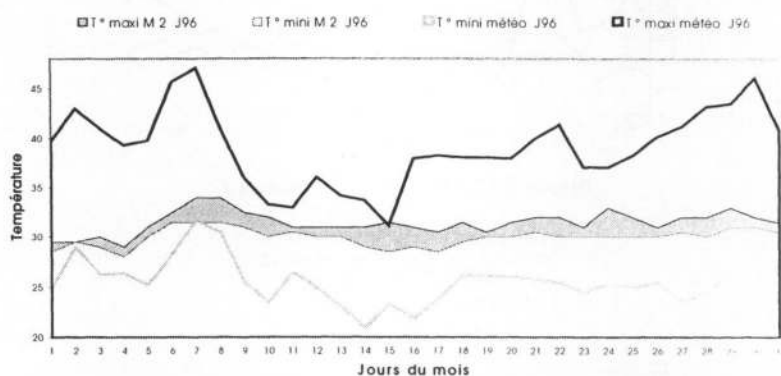
Pendant le long du mois de juillet 1996 la température moyenne journalière dans la maison 2 n'a dépassé celle de la station météorologique pendant une courte période, soit cinq jours et pour une différence maximale de 4°C.

Nous remarquons par ailleurs que l'élévation brusque de la température moyenne journalière externe n'entraîne pas l'élévation de la température moyenne interne de la maison 2 (voir les jours 6 et 7 du mois de juillet). Même constat pour sa diminution brusque. Ce phénomène s'explique par l'effet de stockage de chaleur au niveau du matériau de construction, il s'agit du béton (parpaing plein sans isolation, la dalle est en hourdis). La transmission de chaleur de

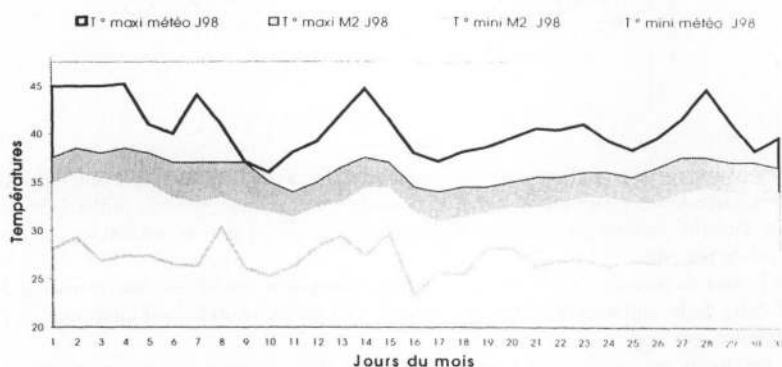
l'extérieur vers l'intérieur se fait essentiellement par conduction à travers les parois. Durant l'année 1998, c'est l'inverse qui se produit. Les températures moyennes journalières de la maison 2 sont supérieures aux températures moyennes journalières de la station météorologique. Il est important de noter qu'entre 1996 et 1998 une porte a été ouverte à l'autre bout du couloir central, ce qui a assuré un courant d'air à l'intérieur de la maison. Malheureusement cette ouverture n'a pas été exploitée positivement, à savoir qu'elle est restée fermée la nuit, puisque la famille dort sur la terrasse. Le jour la porte reste ouverte, d'où un comportement inverse au principe du bioclimatisme.

5.4.2.3.3 *Écart des températures internes dans l'habitation 2 en 1996 et 1998*

Graphe 5-13 : Écart des températures internes de l'habitation 2 en 1996



Graphe 5-14 : Écart des températures internes de l'habitation 2 en 1998

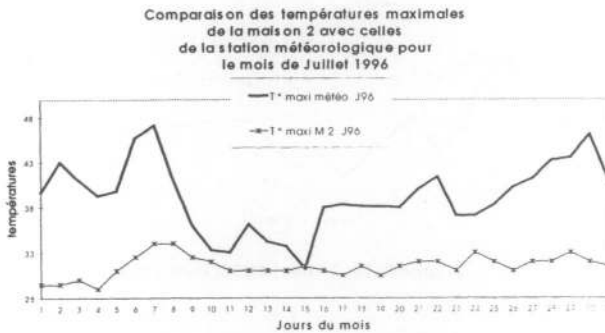


L'écart de la température dans lequel vivaient les habitants de l'habitation 2 était bien réduit. Les occupants n'ont pas subi l'effet d'une grande amplitude qui provoque une fatigue du corps.

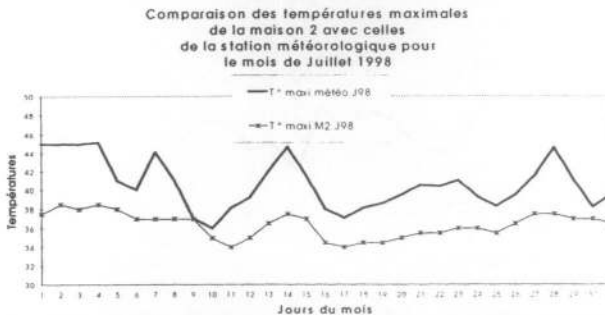
Il est vrai que les températures externes étaient très élevées et que cela pourrait avoir un effet sur le confort thermique des occupants. Les habitants de cette maison exercent des fonctions administratives, donc sédentaire et ne subissent pas trop l'environnement extérieur. Une porte a été ouverte à l'autre extrémité du couloir central pour réduire la distance séparant l'intérieur de la maison à la véranda située derrière la maison. La ventilation provoquait par cette ouverture avait pour conséquence la réduction de l'écart entre les températures intérieures et extérieures plus important qu'en 1996, d'où accroissement de l'amplitude des oscillations des températures.

5.4.2.3.4 Température maximale

Graphe 5-15: T° maxi 1996, habitation 2



Graphe 5-16: T° maxi 1998, habitation 2



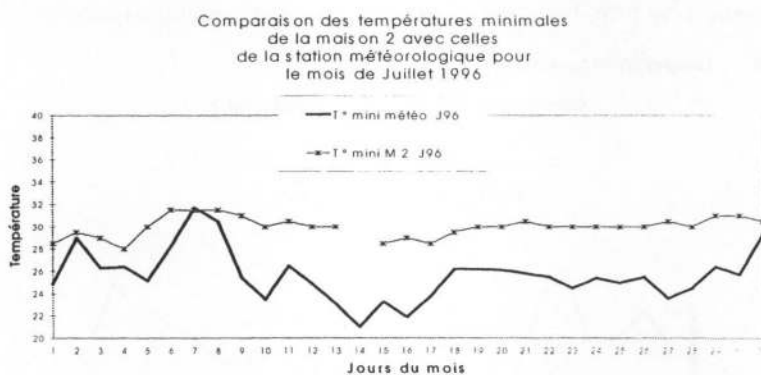
La comparaison des graphes présentant les températures maximales, fait apparaître une différence significative entre les années 1996 et 1998. Alors qu'en 1996 la différence entre les températures maximales extérieure et intérieure atteignait les 12°C en certains points, celle-ci ne dépassait pas les 7°C en 1998.

Ce changement de réaction s'explique par l'ouverture de la porte déjà citée. C'est la seule explication que nous pouvons donner à ce changement, vu que cette habitation est occupée depuis 15 ans par la même famille. Les occupants gardaient toujours la porte d'entrée partiellement ouverte. Ils ont gardé cette attitude après l'ouverture de la deuxième porte tout en

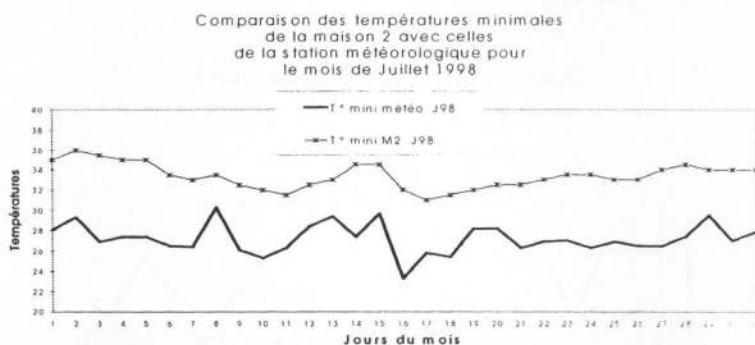
la maintenant ouverte pour assurer un courant d'air. Une attitude qu'ils ne maintiennent que le jour. Le soir tout est fermé pour garder la maison en sécurité.

5.4.2.3.5 Températures minimales

Graphe 5-17: T° mini 1996, habitation 2



Graphe 5-18: T° mini 1998, habitation 2



Quant aux températures minimales, il est à signaler que l'ensemble des cellules prises en échantillon, ont eu la même réaction au mois de juillet 1996, à l'exception de la maison 2 où la température minimale est restée basse le 7 juillet, bien que la station météorologique ait enregistré une hausse de la température minimale. Les observations portées sur le bordereau de saisie ne font pas état d'une remarque particulière. Il est clair que l'effet d'inertie joue un rôle non négligeable dans la hausse de la température minimale à l'intérieur de l'habitation.

5.4.3 Maison 3

Figure 5-12: Plan de l'habitation 3

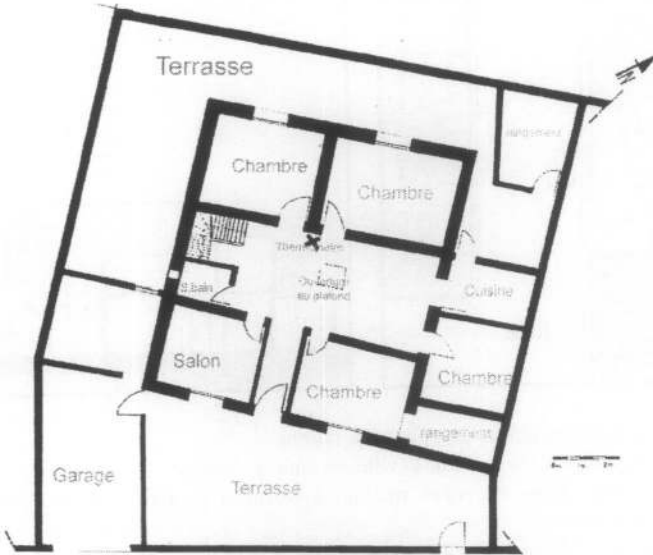


Figure 5-13: Vue sur l'habitation 3

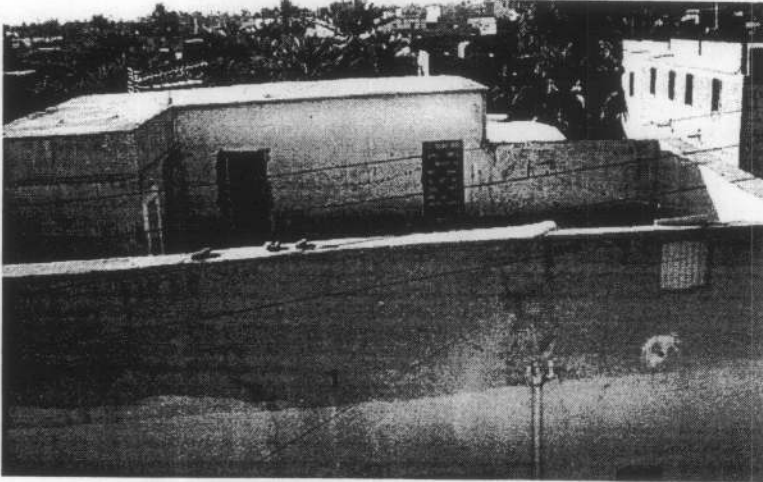


Figure 5-14: plan de masse, habitation 3,

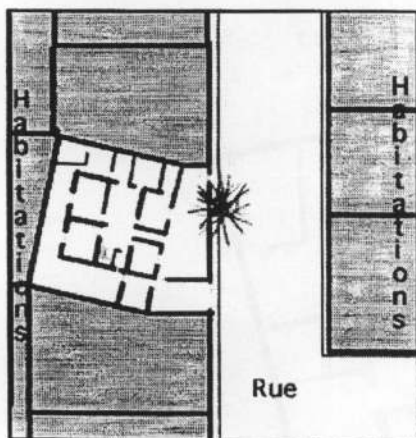
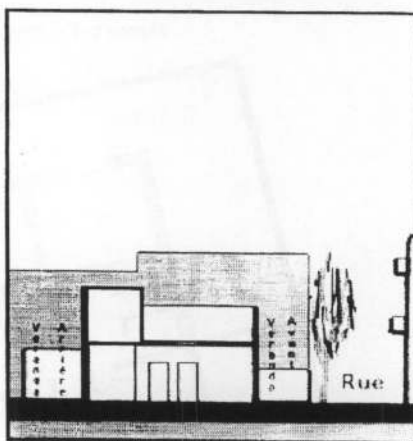


Figure 5-15: coupe de l'habitation 3



Le choix de la troisième maison est dû à plusieurs raisons :

- Sa situation dans l'extension de la ville des années soixante.
- Elle constitue l'une des rares maisons construites en terre dans un lotissement relativement récent.
- A l'opposé de la première maison construite en terre et dont le volume est assez compact, celle-ci est d'un volume plus important.
- En comparaison avec la première maison, celle-ci est relativement plus aérée. (des ouvertures sur chaque espace, ainsi qu'une ouverture sur le plafond permettant une aération du centre de la maison).
- L'existence d'un grand arbre (eucalyptus) devant la maison, façade sud-est.

5.4.3.1 Perméabilité située de la maison 3

- Perméabilité solaire de la toiture-terrasse

$$F = f_l * St * a_s * K_t / h_e * CE$$

- f_l = Facteur de transmission masques architecturaux = 1 (pas de masque architectural)
- CE, coefficient d'exposition = 1 (Surface horizontale)
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7
- K_t , conductance de la toiture-terrasse = 2,94
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,05
- valeur de $K_t/h_e = 2,94 \times 0,05 = 0,147$
- $St = 140 \text{ m}^2$

$$F_1 = 1 \times 140 \times 0,7 \times 0,147 = 14,4$$

- Perméabilité de l'ouverture au plafond

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * F_{Sf} * g_v * CE (* E_{gh}/24)$$

- f_l = Facteur de transmission masques architecturaux; = 1 (pas de masque)
- CE = 1
- $S_v = 2 \text{ m}^2$

$$F_2 = 2$$

Soit au total pour la toiture : $14,4 + 2 = 16,4$

- Perméabilité des façades
- Perméabilité de la façade nord-est

- $f_1 = 0,8$
- $CE = 0,47$
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur crème)
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,78
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/h_e = 1,78 \times 0,06 = 0,106$
- $S_m = 18 \text{ m}^2$

$$F_3 = 0,8 \times 18 \times 0,7 \times 0,106 \times 0,47 = 0,50$$

- **Perméabilité du mur sud-ouest**

- $f_1 = 0,85$
- $CE = 0,51$
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur grise)
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,78
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/h_e = 1,78 \times 0,06 = 0,106$
- $S_m = 38 \text{ m}^2$

$$F_4 = 0,85 \times 38 \times 0,7 \times 0,106 \times 0,51 = 1,22$$

- **Perméabilité de la façade mur sud-est**

- **perméabilité du mur sud-est sans les ouvertures**

- $f_1 = 0,8$ (protection par balcon)
- $CE = 0,51$
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7 (couleur grise)
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,35
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/h_e = 1,78 \times 0,06 = 0,106$
- $S_m = 40 \text{ m}^2$

$$F_5 = 0,8 \times 40 \times 0,7 \times 0,106 \times 0,51 = 1,21$$

- **Perméabilité des ouvertures**

$$F = S \cdot f_1 \cdot S_v \cdot t_v \cdot t_{voil} \cdot F_{sf} \cdot g_v \cdot CE$$

- $f_1 = 0,6$
- $CE = 0,51$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages
- F_{sf} = facteur solaire de la fermeture (extérieure); fermée = 0,2
- $g_v = 0,75$ pour menuiserie bois
- $S_v = 3,5 \text{ m}^2$

$$F_6 = 0,6 \times 3,5 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,51 = 0,1$$

$$\text{Soit au total pour la façade sud-ouest : } 1,21 + 0,1 = 1,31$$

- **Perméabilité de la façade nord-ouest**

- **perméabilité du mur nord-ouest sans les ouvertures**

- $f_1 = 0,85$
- $CE = 0,47$
- a_s , facteur d'absorption solaire = 0,7
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,78
- $1/h_e$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/h_e = 1,78 \times 0,06 = 0,106$
- $S_m = 30 \text{ m}^2$

$$F_7 = 0,85 \times 30 \times 0,7 \times 0,106 \times 0,47 = 0,88$$

- **Perméabilité des ouvertures**

$$F = S \cdot f_1 \cdot S_v \cdot t_v \cdot t_{voil} \cdot F_{sf} \cdot g_v \cdot CE$$

- $f_1 = 0,85$
- $CE = 0,47$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages

- tv, Transmission solaire du vitrage = 0,85
- tvoil = 0,8 pour des voilages
- FSf = facteur solaire de la fermeture (extérieure); fermée = 0,2
- gv = 0,75 pour menuiserie bois
- Sv = 3 m²

$$F_s = 0,85 \times 3 \times 0,85 \times 0,8 \times 0,2 \times 0,75 \times 0,47 = 0,12$$

$$\text{Soit au total pour la façade nord-ouest : } 0,88 + 0,12 = 1$$

La perméabilité solaire située totale est égale à:

Toiture-terrasse	16,4	(pourcentage du total	80,39 %)
Vitrages	0,22	(pourcentage du total	1,07 %)
Murs sans les vitres	3,81	(pourcentage du total	18,67 %)
TOTAL	20,43		
Perméabilité spécifique	20,43/630 (volume) = 0,032		

5.4.3.2 Mode d'occupation de la maison :

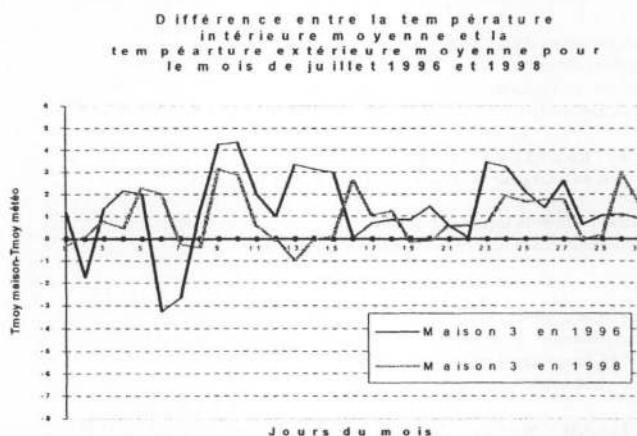
Il faut distinguer deux types d'occupations qu'adoptent les huit membres de la famille, une occupation hivernale et une autre estivale.

Pendant la période hivernale, les espaces gardent leur fonction initiale (la chambre pour dormir, le séjour pour accueillir et la cuisine pour cuisiner). Alors que le séjour est réservé à l'accueil en saison fraîche, il devient un espace polyvalent (recevoir, dormir et manger) en période chaude, vu qu'il est équipé d'un climatiseur. La préparation des repas est transférée à la véranda arrière, la terrasse et le *ouast eddar* (centre de la maison) servent alors de dortoir.

5.4.3.3 Interprétation graphique des températures de la maison 3

5.4.3.3.1 Comparaison entre les températures moyennes des deux périodes de mesures

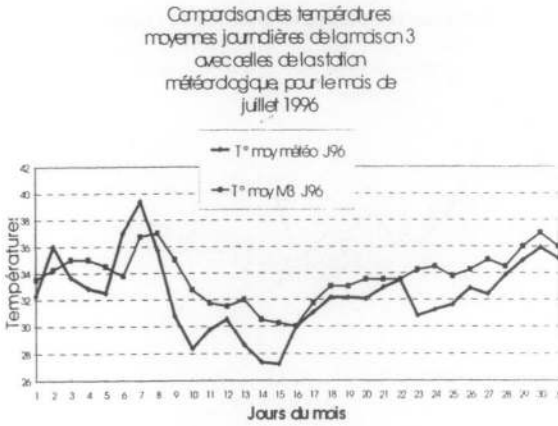
Graphe 5-19: Comparaison T° moy (int et ext), habitation 3



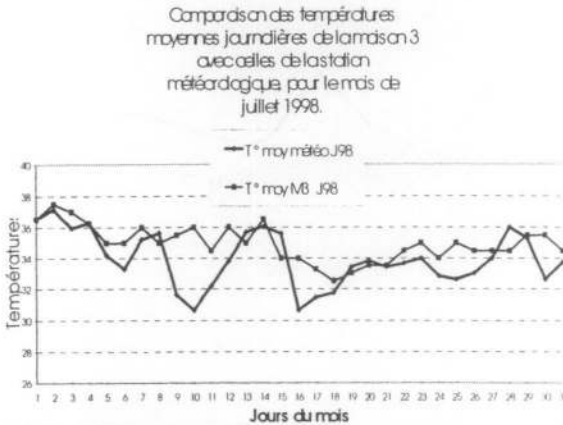
Les différences des températures moyennes journalières de cette maison avec celles de la station météorologique ont révélé une différence positive sur une plus longue partie du mois de juillet. Cette différence positive explique bien l'effet de l'inertie dont dispose cette maison en terre.

5.4.3.3.2 Les températures moyennes journalières

Graphe 5-20: T° moy 1996, habitation 3



Graphe 5-21: T° moy 1998, habitation 3

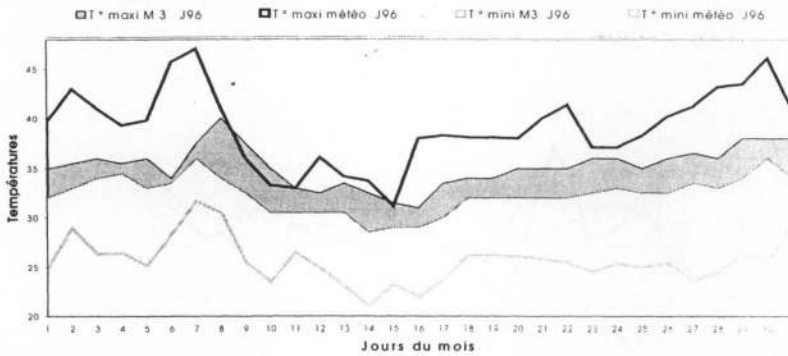


La différence des températures moyennes journalières de la maison 3, avec celles de la station météorologique est sensiblement identique pour les deux graphes des deux années 1996 et 1998. Il faut noter que la famille occupait cette maison depuis 20 ans. La période d'occupation par la même famille est très significative dans ce cas de figure. Une occupation prolongée d'une même demeure, soumet cette dernière aux phénomènes d'"essai-erreur" à la recherche d'une ambiance climatique optimale. Une période de 20 ans semble être suffisante pour comprendre le comportement de son habitation et, à partir de là, de savoir agir contre l'agressivité du climat. Les températures moyennes journalières que présentent les graphes de la maison 3 sont

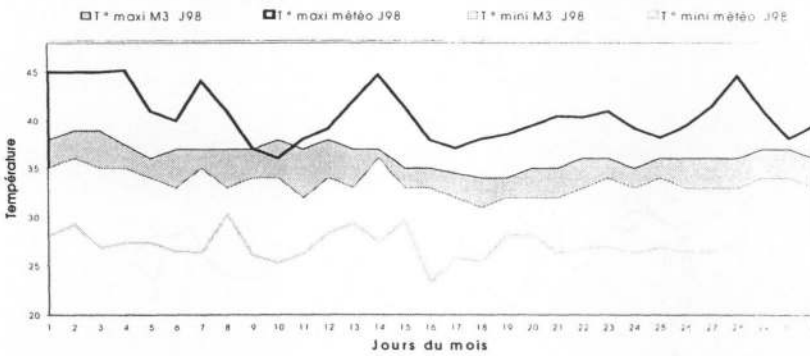
globalement supérieures à celles de la station météorologique, l'effet de l'inertie thermique est bien apparent.

5.4.3.3.3 Ecart des températures internes dans l'habitation 3 en 1996 et 1998

Graphe 5-22 : Ecart des températures internes de l'habitation 3 en 1996



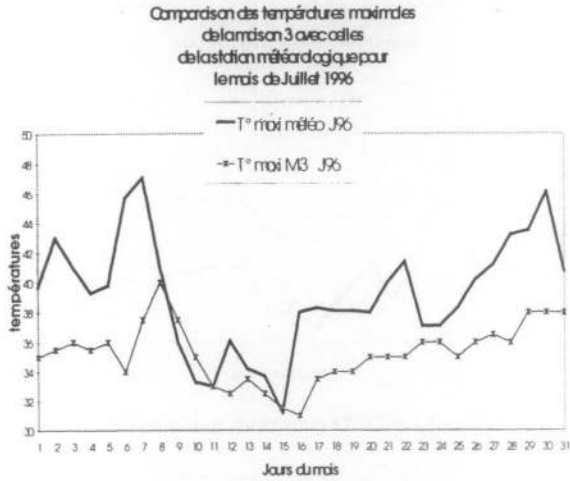
Graphe 5-23 : Ecart des températures internes de l'habitation 3 en 1998



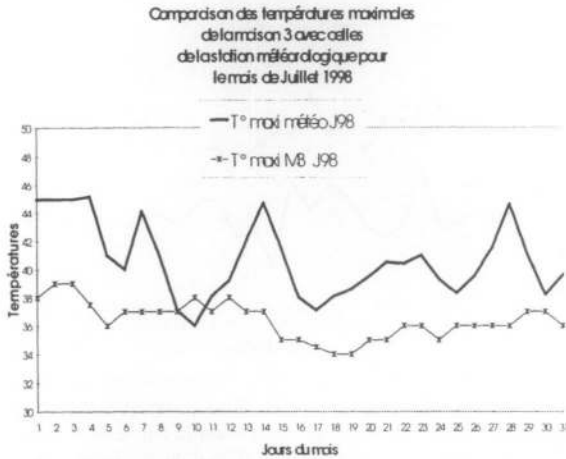
L'habitation 3 subit les températures extérieures avec un décalage dans le temps vu sa forte inertie. L'amplitude des oscillations des températures est restée sensiblement la même pour les deux années consécutives. Notons que lors des grandes amplitudes des températures extérieures, les amplitudes des températures intérieures sont restées réduites.

5.4.3.3.4 Température maximale

Graphe 5-24: T° maxi 1996, habitation 3



Graphe 5-25: T°maxi 1998, habitation 3



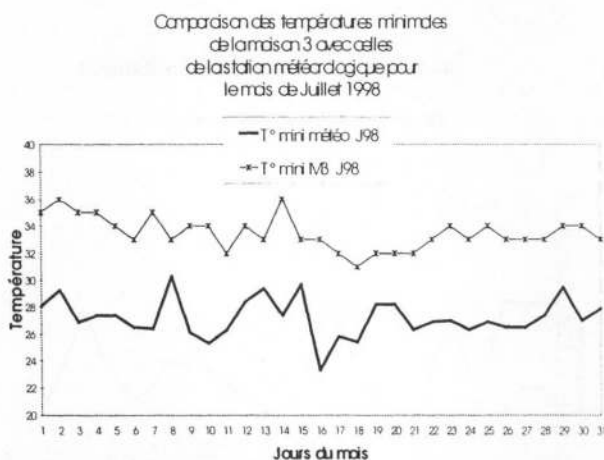
Les températures maximales journalières enregistrées en juillet 1996 et en 1998 montrent un certain décalage dans le temps, entre les températures maximales de la station météorologique et l'intérieur de la maison. Ce décalage est surtout dû à l'inertie de la construction. La transmission de la chaleur vers l'intérieur prend une durée qui peut s'étaler sur plusieurs heures.

5.4.3.3.5 Température minimale

Graphe 5-26: T° mini 1996, habitation 3



Graphe 5-27: T° mini 1998, habitation 3



La même remarque de décalage horaire est à faire vis-à-vis des températures minimales. Le comportement de la maison 3 est identique pour les deux campagnes de mesures. Les chutes de température externe n'ont pas une conséquence directe sur la température interne. Cela est dû au fait que la chute de la température externe est d'une durée assez courte (la nuit par le rayonnement du ciel¹) alors que les températures maximales durent plus longtemps (au cours des longues journées d'été).

¹ Les nuits d'été sont surtout caractérisées par un ciel clair. L'absence des nuages favorise le rayonnement du ciel d'où une baisse de température qui se fait sentir.

5.4.4 L'habitation numéro 4

Figure 5-16: Plan de l'habitation 4

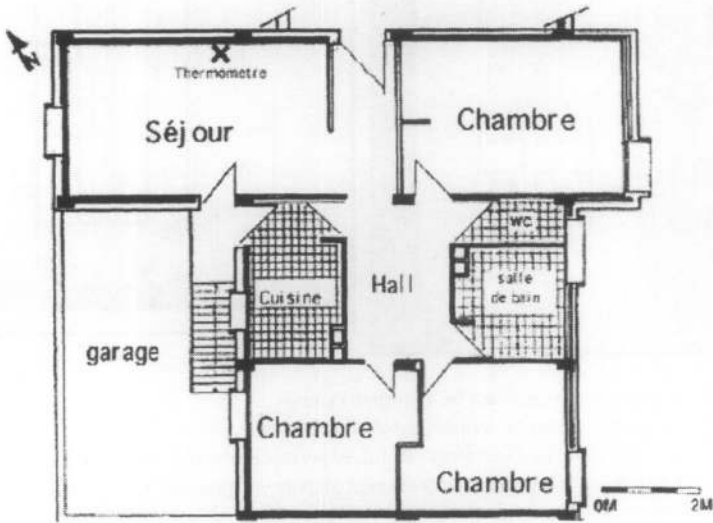
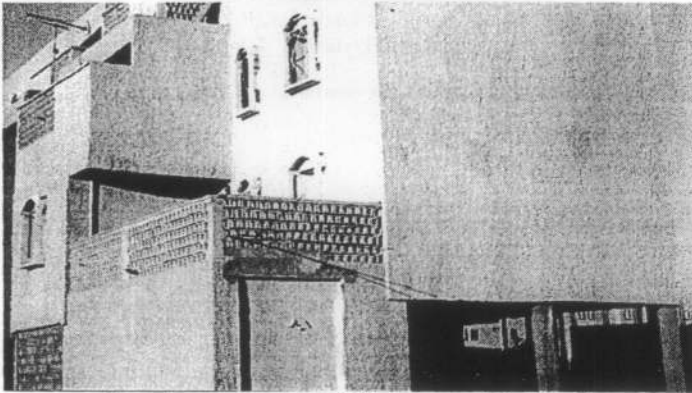


Figure 5-17: Vue sur l'habitation 4



l'appartement en question est à l'étage, le garage lui est associé

Figure 5-18: plan de masse de l'habitation 4,

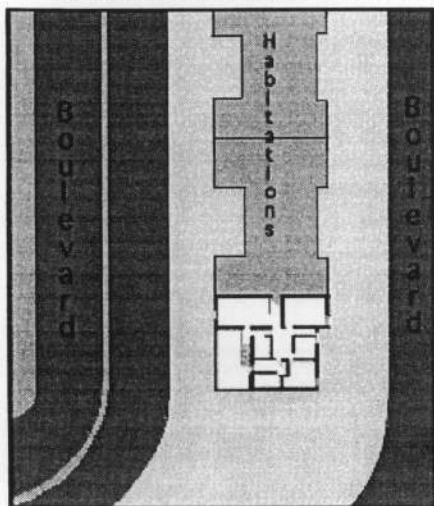
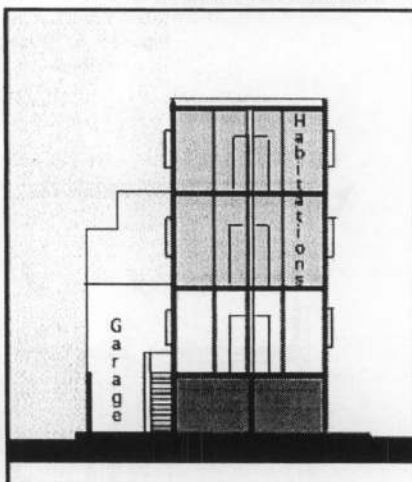


Figure 5-19: coupe de l'habitation 4



Le choix de la quatrième maison est lié à plusieurs causes :

- Sa situation dans la dernière extension de la ville.
- Elle constitue un logement collectif, expérience assez récente dans la région.
- La famille occupante a déménagé depuis le premier noyau de la ville (une maison dite traditionnelle) vers cet appartement. Nous avons voulu étudier son comportement devant un type de logement qui lui est étranger.

5.4.4.1 Perméabilité située de la maison 4

Vu qu'il s'agit d'un appartement situé au rez-de-chaussée, il n'y a pas de perméabilité au soleil de la surface d'enveloppe horizontale, ce qui est fondamental.

- Perméabilité des murs en contact avec l'extérieur
- Perméabilité de la façade sud-ouest
- Perméabilité du mur sud-ouest sans les ouvertures

- $f_l = 1$
- $CE = 0,51$
- as , facteur d'absorption solaire = 0,5
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,26
- $1/he$, coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- la valeur de $K/he = 0,95 \times 0,06 = 0,075$
- $S_m = 36 \text{ m}^2$

$$F_1 = 1 \times 36 \times 0,5 \times 0,075 \times 0,51 = 0,68$$

- Perméabilité des ouvertures

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * FS_f * g_v * CE$$

- $f_l = 0,9$
- $CE = 0,51$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages
- FS_f = facteur solaire de la fermeture (extérieure), ouvert = 1
- $g_v = 0,75$ pour menuiserie bois
- $S_v = 1 \text{ m}^2$

$$F_2 = 0,9 \times 1 \times 0,85 \times 0,8 \times 1 \times 0,75 \times 0,51 = 0,23$$

Soit au total pour la façade sud-est : $0,68 + 0,23 = 0,91$

- Perméabilité de la façade sud-est
- Perméabilité du mur sud-ouest sans les ouvertures

- $f_l = 1$
- $CE = 0,51$
- as , facteur d'absorption solaire = 0,5
- K_m , conductance des murs verticaux = 1,26
- l/he , coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/he = 0,95 \times 0,06 = 0,057$
- $S_m = 30 \text{ m}^2$

$$F_3 = 1 \times 30 \times 0,5 \times 0,075 \times 0,51 = 0,57$$

- Perméabilité des ouvertures

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * FS_f * g_v * CE$$

- $f_l = 1$
- $CE = 0,51$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages;
- FS_f = facteur solaire de la fermeture (extérieure); sans = 1
- $g_v = 0,75$ pour menuiserie bois

$$S_v = 2,5 \text{ m}^2$$

$$F_4 = 1 \times 2,5 \times 0,85 \times 0,8 \times 1 \times 0,75 \times 0,51 = 0,65$$

Soit au total pour la façade sud-ouest : $0,57 + 0,65 = 1,22$

- Perméabilité de la façade nord-ouest
- Perméabilité du mur nord-ouest sans les ouvertures

- $f_l = 1$
- $CE = 0,47$
- as , facteur d'absorption solaire = 0,5
- K_m , conductance des murs verticaux = 0,95
- l/he , coefficient d'échange superficiel externe = 0,06
- valeur de $K/he = 0,95 \times 0,06 = 0,057$
- $S_m = 30 \text{ m}^2$

$$F_5 = 1 \times 30 \times 0,5 \times 0,075 \times 0,47 = 0,52$$

- Perméabilité des ouvertures

$$F = f_l * S_v * t_v * t_{voil} * FS_f * g_v * CE$$

- $f_l = 1$
- $CE = 0,47$
- t_v , Transmission solaire du vitrage = 0,85
- $t_{voil} = 0,8$ pour des voilages;
- FS_f = facteur solaire de la fermeture (extérieure), sans = 1
- $g_v = 0,75$ pour menuiserie bois
- $S_v = 3 \text{ m}^2$

$$F = 1 \times 3 \times 0,85 \times 0,8 \times 1 \times 0,75 \times 0,47 = 0,71$$

Soit au total pour la façade nord-ouest : $0,52 + 0,71 = 1,23$

La perméabilité solaire totale est égale à:

Toiture-terrasse	0	(pourcentage du total	0 %)
Vitrages	1,59	(pourcentage du total	47,32 %)
Murs sans les vitres	1,77	(pourcentage du total	52,67 %)
TOTAL	3,36		
Perméabilité spécifique	3,36/ 360 (volume) = 0,009		

Perméabilité de la maison 1 = 9,74
 Perméabilité de la maison 2 = 24,8

Perméabilité de la maison 1 = 9,74
 Perméabilité de la maison 2 = 24,8
 Perméabilité de la maison 3 = 20,43
 Perméabilité de la maison 4 = 3,36

Perméabilité spécifique de la maison 1 = 0,06
 Perméabilité spécifique de la maison 2 = 0,026
 Perméabilité spécifique de la maison 3 = 0,032
 Perméabilité spécifique de la maison 4 = 0,009

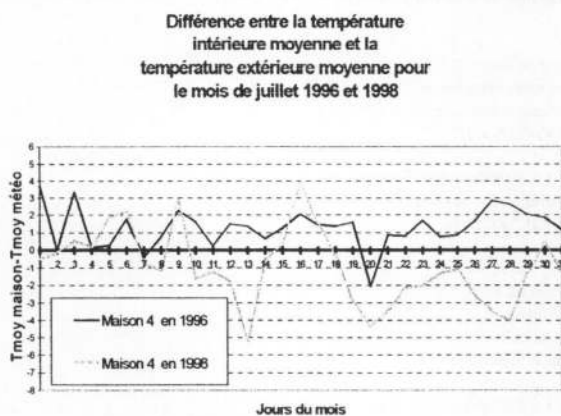
5.4.4.2 Mode d'occupation de la maison

L'origine de la famille influe sur son comportement dans ce nouveau logement. Habitée au regroupement au centre de la maison, comprenant une ouverture au plafond, cette famille compense cette ouverture permanente par celle des portes et des fenêtres de l'appartement. Le salon orienté au Nord, constitue un endroit favori pour les siestes d'été. La nuit, c'est le hall de la maison qui est investi pour remplacer la terrasse de la maison traditionnelle. La cuisine garde sa fonction toute l'année ; la fonction de la cuisine est déplacée vers le palier de l'escalier pour éviter le réchauffement de la cuisine. Trois membres de la famille dorment dans les chambres l'hiver, deux autres occupent alors le salon.

5.4.4.3 Interprétation graphique des températures de la maison 4

5.4.4.3.1 Comparaison des températures intérieures et extérieures

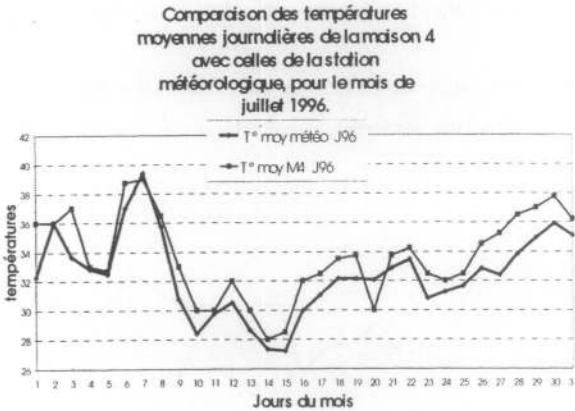
graphe 5-28: Comparaison T° moy 1996 et 1998 entre (int et ext)



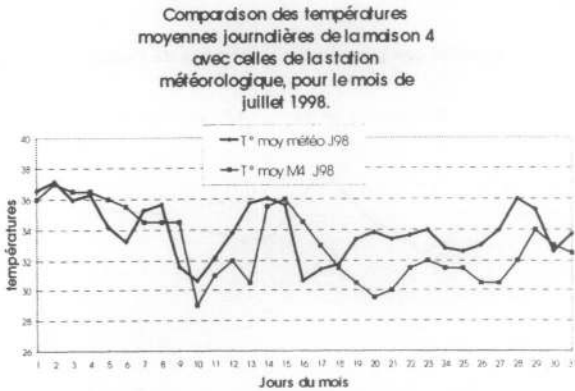
Il est visible que cet appartement a bénéficié d'un bilan énergétique plus favorable au confort en 1998 qu'en 1996. La différence de la température intérieure moyenne et de la température moyenne extérieure est négative pendant une vingtaine de jours du mois de juillet 1998 contre seulement deux jours en juillet 1996.

5.4.4.3.2 Températures moyennes journalières

Graphe 5-29: T° moy 1996, habitation 4



Graphe 5-30: T° moy 1998, habitation 4



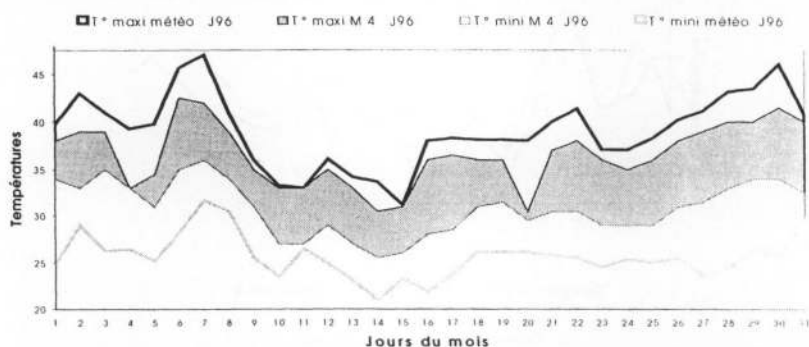
Les températures moyennes journalières de la maison 4 sont restées supérieures aux températures moyennes journalières de la station météorologique pour l'été 1996. Les quelques jours où ces dernières sont presque égales et inférieures à la station météorologique, ne sont pas significatifs. Les deux courbes du graphe se rapprochent à plus ou moins 2°C, d'où l'inconfort thermique, notamment aux jours de températures moyennes très élevées (6, 7 et 8 juillet). Durant l'été 1998, ce phénomène s'est inversé. Les températures moyennes journalières de la maison 4 sont sur une période assez importante, inférieures aux températures moyennes journalières de la station météorologique locale. Cet effet est positif, comparé à l'été 1996 pour la même maison. Cette maison est supposée être bio-climatique, selon le service technique de la ville de Sidi-Okba. Cette caractéristique ne lui a toutefois pas évité d'être inconfortable au point

d'avoir des températures moyennes journalières internes supérieures aux températures moyennes journalières externes.

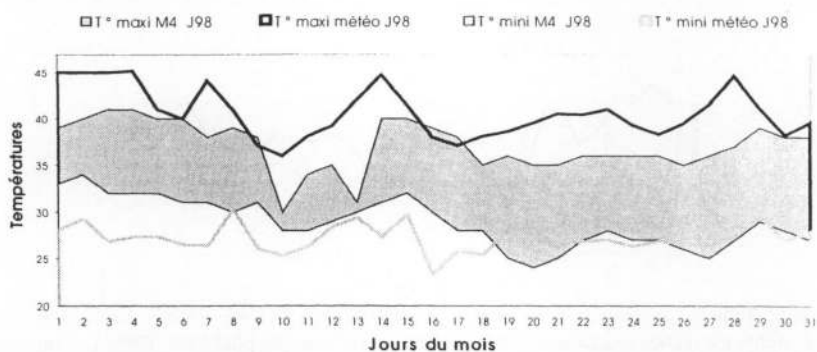
Notons que cet appartement a changé de propriétaire en 1997. La première famille est originaire du plus ancien quartier de Sidi-Okba, l'extension de la mosquée en Centre Culturel Islamique, a obligé les autorités locales à placer les habitants du quartier dans des immeubles collectifs où est situé l'appartement.

5.4.4.3.3 *intervalle des températures internes dans l'habitation 4 en 1996 et 1998*

Graphe 5-31 : intervalle des températures internes de l'habitation 4 en 1996



Graphe 5-32 : intervalle des températures internes de l'habitation 4 en 1998



Pour les deux années consécutives, l'habitation 4 a connu de grandes fluctuations de température. Les températures intérieures se rapprochaient des températures extérieures pour les deux années 1996 et 1998. L'ouverture en permanence des fenêtres et des portes permet une ventilation qui n'est pas toujours synonyme de bien-être.

Cette famille habitait une maison en terre, les mesures du mois de juillet 1996 et les remarques faites lors de notre visite pendant l'été 1996 laissent penser que ces membres n'ont pas pu s'adapter à leur nouvelle résidence.

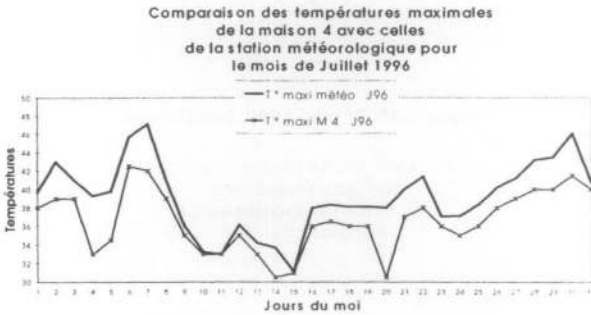
La deuxième famille, bien qu'ayant logé dans un appartement identique, habitait auparavant dans le même quartier où a vécu la première famille.

Bien que notre expérience ne se soit pas déroulée dans les circonstances tracées au début de l'étude, il est intéressant de signaler que les températures recueillies en été 1998 dans le même appartement sont

pour quelques jours et notamment pour la température minimale, nettement inférieures à celles de la station météorologique locale. Cela est dû à l'installation de la climatisation par cette dernière famille. Comparées à l'été 1996, l'appartement a vécu une oscillation importante de la température intérieure. Nous remarquons surtout un rapprochement des deux températures minimales internes et externes. L'éloignement des températures maximales internes et externes est aussi significatif. Cependant il est plus agréable de vivre dans un écart réduit de température que de vivre dans un large écart. Le corps se fatigue moins dans le premier cas de figure que dans le second. L'objectif de la thèse est de déceler des indices d'une amélioration du confort thermique. Ces indices que représentent les températures sont significatifs du changement du comportement thermique dans les habitations. L'exemple de la quatrième habitation ne peut être un exemple d'adaptation à travers le temps puisqu'il y a eu changement d'occupants. Il est tout de même intéressant de voir deux modes d'occupation et de fonctionnement d'un logement.

5.4.4.3.4 Températures maximales

Graphe 5-33: T° maxi 1996, habitation 4



Graphe 5-34: T° maxi 1998, habitation 4

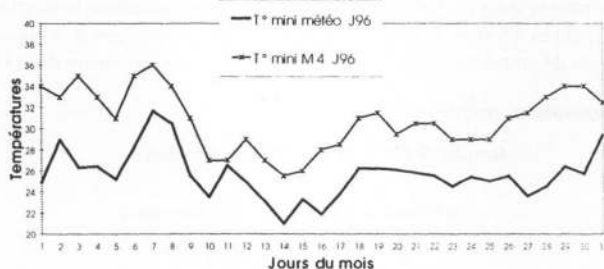


Une synchronisation des températures maximales de la station météorologique et des températures maximales de la maison 4 est à signaler pour l'été 1996. Les températures maximales de la maison 4 sont presque identiques aux températures extérieures, ce qui est vraiment inquiétant pour une maison dite bioclimatique. Il est évident comme nous l'avons signalé pour les températures moyennes journalières, que l'ouverture permanente des portes et fenêtres de l'appartement en sont la cause.

La nouvelle famille ayant occupé cet appartement plus tard, s'est mieux arrangée pour garder un plus grand écart entre la température maximale extérieure et la température maximale intérieure.

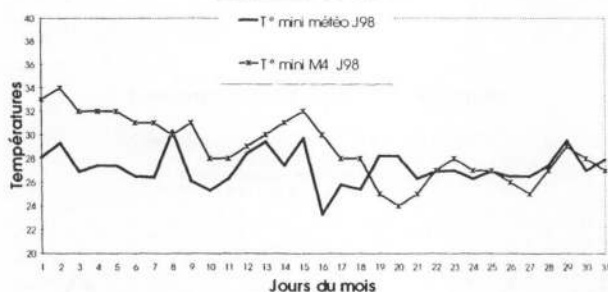
Graphe 5-35: T° mini 1996, habitation 4

Comparaison des températures minimales de la maison 4 avec celles de la station météorologique pour le mois de Juillet 1996



Graphe 5-36: T° mini 1998, habitation 4

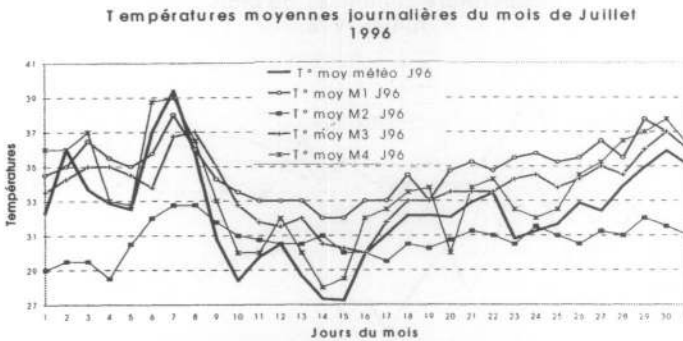
Comparaison des températures minimales de la maison 4 avec celles de la station météorologique pour le mois de Juillet 1998



Pour le confort d'été, atteindre une température minimale interne proche de la température minimale externe, est un bon signe d'intégration au climat. La comparaison des deux graphes ci-dessus fait apparaître clairement un éloignement des courbes de l'été 1996 et un rapprochement de celle de l'été 1998.

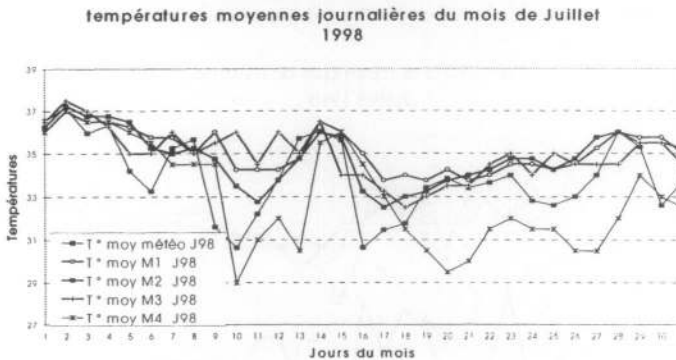
5.4.5 Comparaisons comportementales entre les quatre habitations

graphe 5-37: Comparaison des T° moy des 4 habitations en 1996



Dans l'ensemble les habitations présentent des températures moyennes plus importantes que la température moyenne de l'air extérieur, à l'exception de l'habitation 2.

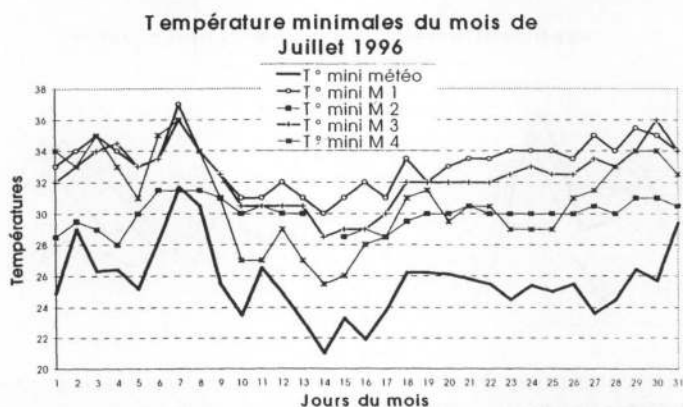
Graphe 5-38: Comparaison des T° moy des 4 habitations en 1998



Les températures moyennes journalières ont pour objectif d'apprécier le comportement global des quatre habitations. Ce comportement global relatif à une moyenne de la température journalière observée pendant un mois, met en évidence une valeur plus ou moins stable des températures moyennes de la maison (3). Il est important de signaler que pour la deuxième décennie, où la température a connu une chute, la température moyenne journalière de la maison (3) a conservé, à cause de son inertie, une température stable. Les moyennes des températures journalières de la maison (1) restent les plus élevées. Celles de la maison (4) se confondent presque avec les températures moyennes journalières de la station météorologique. La maison (2) garde une moyenne intermédiaire entre les maisons (1) et (2).

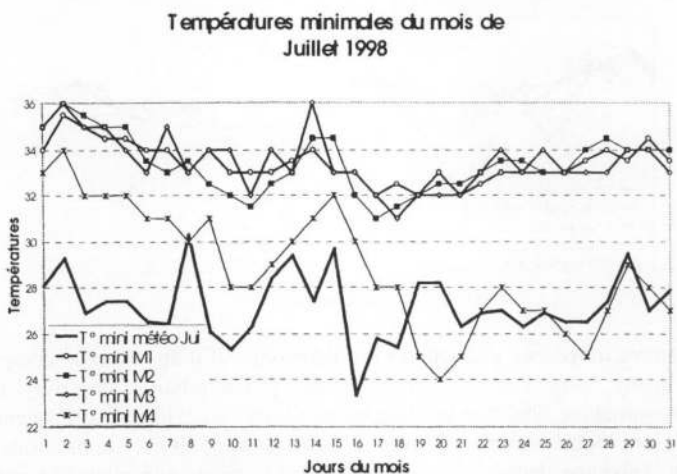
5.4.5.1.1 Températures minimales

Graphe 5-39: Comparaison des T° mini des 4 habitations en 1996



On remarque que les températures minimales des habitations 2 et 4 étaient plus proches des températures minimales de la station météorologique.

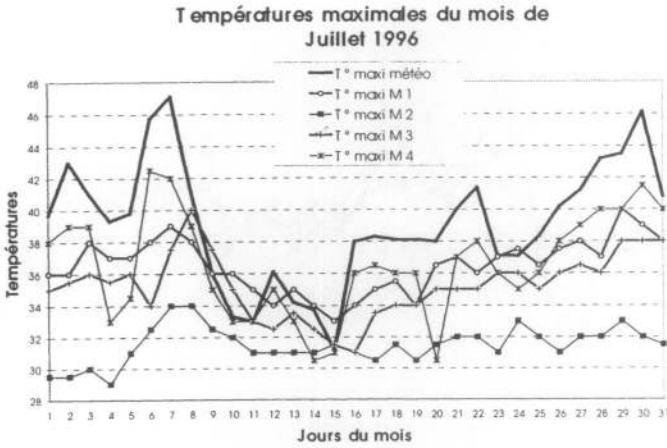
Graphe 5-40: Comparaison des T° mini des 4 habitations en 1998



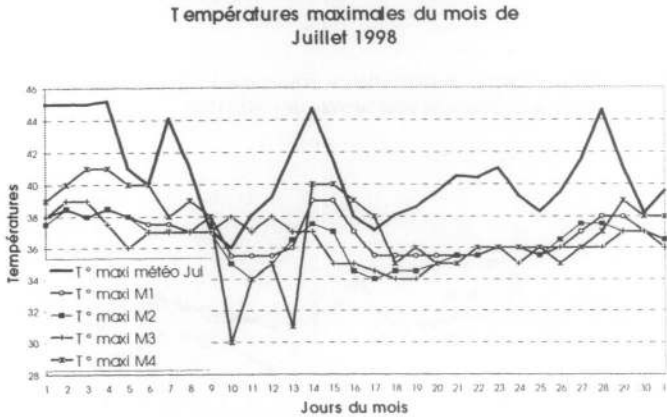
L'analyse des deux graphes précédents doit se baser sur la comparaison des différences de températures extérieure et intérieure. Les températures minimales des maisons 1, 2 et 3 sont restées les plus hautes pour cette campagne de mesures, alors que les températures minimales de l'habitation 4 sont restées les plus proches des températures minimales enregistrées à la station météorologique.

5.4.5.1.2 **Températures maximales**

Graphe 5-41: Comparaison des T°maxi des 4 habitations en 1996

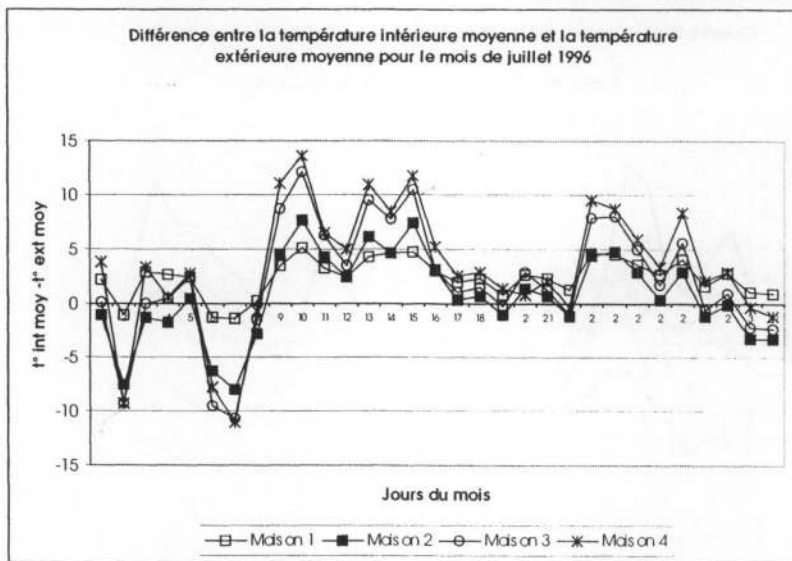


Graphe 5-42: Comparaison des T° maxi des 4 habitations en 1998

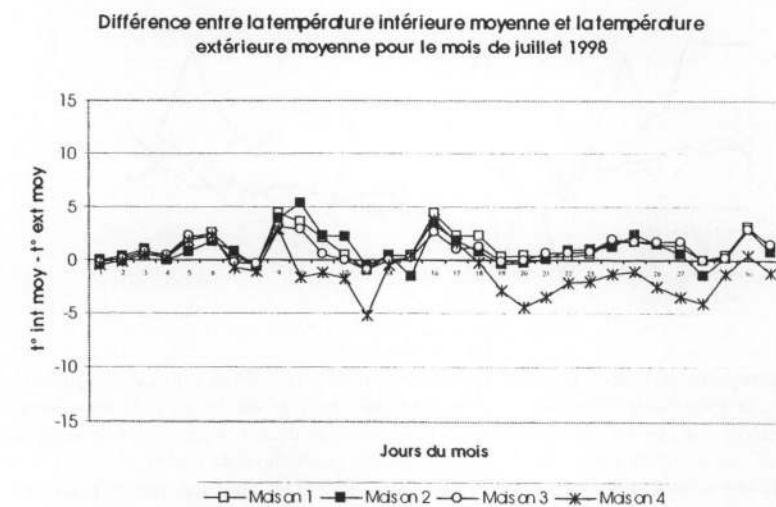


Le même phénomène se produit pour les températures maximales. Pour un mois de juillet en climat aride, la température maximale interne souhaitée est très inférieure à la température maximale externe. La maison 2 qui gardait un certain privilège durant la première campagne de mesures, s'est vue déclasser après l'ouverture de la porte à l'autre bout du couloir. Par contre, le logement 4 où les températures maximales étaient les plus importantes pendant la première campagne de mesure, se voit doté de températures maximales identiques voire moindres que celles des autres habitations.

Graph 5-43: Comparaison des écarts ($T^{\circ}i$ moy - $T^{\circ}e$ moy) des 4 habitations en 1996



Graph 5-44: Comparaison des écarts ($T^{\circ}i$ moy - $T^{\circ}e$ moy) des 4 habitations en 1998



La soustraction de la température moyenne journalière de la station météorologique à celle de chaque maison permet d'apprécier l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur.

Le confort intérieur est de plus en plus apprécié lorsque cette différence s'éloigne du zéro en valeur négative.

Ces deux graphes peuvent conclure des comportements et des bilans énergétiques enregistrés dans chacune des habitations. Le changement radical qu'a connu la maison deux est très apparent entre les deux graphes ainsi que pour l'appartement quatre.

5.5 Conclusion

L'objectif de ce chapitre est de comprendre s'il y a une adaptation des habitants à leur demeure ou pas. Le procédé habituellement utilisé est la constatation du comportement des gens dans leurs habitations. Des constatations qui relèvent de la sociologie et qui nécessitent de passer assez de temps chez les familles, chose qui n'est pas facile à réaliser. L'autre alternative est de soumettre aux habitants des questionnaires relatifs à leurs « mode d'emploi » de leurs habitations. Ces deux démarches ne sont pas contestables. Elles pourront nous donner des détails bien précis du mode de vie des habitants et de la façon dont ils s'abritent des effets climatiques indésirables. Cependant ces démarches ne nous garantissent pas « quantitativement » qu'un confort thermique est atteint au sein des habitations, d'où le choix des mesures thermiques à l'intérieur des habitations. L'étalement de l'analyse sur deux ans nous a permis de nous rendre compte qu'une recherche d'un confort thermique s'élabore à travers le temps.

Si l'analyse portait sur une grandeur physique à savoir la température à l'intérieur des habitations, l'objectif est l'étude comportementale dont la température n'est qu'un indice révélateur.

Les écarts de la température entre l'intérieur et l'extérieur sont bien distincts d'une habitation à une autre, même pour celles où les perméabilités spécifiques sont proches (habitation 2 et 3). Une telle différence nécessitait des investigations plus poussées, d'où l'étalement de l'analyse dans le temps évoqué plus haut. La comparaison des graphes notamment ceux des écarts des températures internes, montre que le confort thermique recherché se situe dans un écart de température (voir les bandes colorées sur les graphes). Au niveau des habitations 2 et 3, ces écarts sont plus réduits (bandes plus aplaties) que ceux des habitations 1 et 4, occupées depuis peu. Néanmoins l'intervalle de la température intérieure s'est réduit deux ans plus tard au niveau de la première maison.

Ces constatations nous permettent de conclure que l'adaptation d'un bâtiment à un climat donné dépend non seulement du bâtiment lui-même mais elle est aussi relative au comportement des occupants vis-à-vis du climat et du confort thermique souhaité.

Par ailleurs l'adaptation d'une habitation à un climat donné ne peut se réaliser qu'après une adaptation des habitants eux-mêmes, au mode de fonctionnement de leur bâtiment. Cette adaptation est relative à une prise de conscience des phénomènes agissant sur le confort thermique. Une durée plus ou moins longue est alors indispensable pour améliorer le confort thermique à l'intérieur de la construction. Cela dépend essentiellement du savoir-faire des habitants, des caractéristiques physiques du bâtiment et de l'insertion dans le site et du mode d'occupation de l'espace habité. Ce que nous pouvons avancer à l'issue de cette expérience, c'est qu'une amélioration du confort thermique n'est pas conditionnée par l'ajout de dispositifs énumérés au chapitre II. De la même manière, l'existence de ces dispositifs ne peut garantir un confort proportionnel s'il n'est soutenu par un savoir-faire relatif à son mode de fonctionnement.

Chapitre 6

influences de l'architecture traditionnelle sur les modèles contemporains et Stratégies



?

architecturaux (formes, organisation de l'espace, échelle...), les matériaux de construction, les combustibles ou les équipements de chauffage et leurs performances. Les modèles architecturaux évoluent en particulier en fonction des techniques et des matériaux. Cette évolution s'est quelquefois réalisée en relation étroite avec un comportement thermique escompté, mais souvent elle s'est produite sans se préoccuper à priori des problèmes thermiques ultérieurs, tant et si bien que l'espace, la forme et la disposition des pièces finissent par rendre vaines les tentatives de chauffage.

Cette architecture est loin de représenter le modèle de référence des extensions urbaines, mais plutôt un ensemble d'enseignements à revaloriser, grâce à une technicité intégrée.

Ce chapitre présente visuellement des espaces de mêmes types vus à travers le temps. L'empreinte de l'évolution technologique est bien mise en évidence. Il ne s'agit pas de comparer ces espaces en vue de présenter une quelconque préférence. La modernisation ne peut en aucun cas être contestée tant qu'elle est bien réfléchie. Il s'agit de montrer qu'il est question de mêmes types d'espaces mais conçus différemment. Il s'agit aussi de montrer que les mêmes bienfaits sont recherchés à savoir l'ombre et la fraîcheur. L'Homme a bien évolué mais ces soucis vis-à-vis du climat et du confort, perdure !

En matière de stratégie nous présenterons un certain nombre de solutions en matière d'adaptation climatique en zones arides. Le confort d'été est la cible principale de cette stratégie. Ces enseignements parviennent de différentes parties du monde, là où les solutions adoptées sont jugées utiles aux zones arides et chaudes. Les solutions trouvées en zones tempérées n'ont pas été écartées. Pour réaliser la classification des stratégies, nous nous sommes inspirés d'une typologie réalisée par le Laboratoire A.B.C (travail non publié).

6.2 Influence de l'architecture traditionnelle sur l'architecture contemporaine

6.2.1 Architecture souterraine

Aujourd'hui on m'accuse d'être un révolutionnaire. Toutefois j'avoue n'avoir eu qu'un seul maître -le passé ; et une seule discipline- l'étude du passé.

Le Corbusier

Les architectes contemporains ne dédaignent pas d'adopter certaines méthodes troglodytiques. Sur les photos ci-après les demeures d'une communauté rurale chinoise sont creusées dans du roc friable et groupées autour de cours de 9 m de profondeur, accessibles par des escaliers en forme de L et le quartier général de l'UNESCO, à Paris, enfoui de la même façon au-dessous du sol, possède la particularité de rester invisible aux passants.

6.1 Introduction

Les arts ne se perfectionnent qu'en fonction du raffinement et de l'ampleur atteinte par la civilisation urbaine.

Ibn Khaldoun

Dans son exposition, intitulée « Productions et pratiques de l'espace habité du vernaculaire au contemporain, habitat traditionnel et polarités structurales dans l'aire arabo-musulmane », concernant la problématique « tradition et modernité », P.R Baduel (1986), se pose la question suivante : « *Quelle architecture, quel habitat au Maghreb pour demain ?* » Sa réponse est « *Derrière cette question s'en profile une autre : "quelle société nous prépare pour demain l'habitat que proposent les architectes ?" Le domaine architectural n'échappe pas à un débat de société plus général sur tradition et modernité, celle-ci étant presque toujours perçue, au Maghreb, comme allogène ou, plus directement dit, "occidentale". Or dans ce débat, toute la question est de savoir, quand on privilégie la réponse « tradition », à quoi on se réfère : l'habitat vernaculaire, dans la diversité de ses expressions, fait-il partie de ce qu'on entend par tradition ? Où commence, dans sa quête des racines, le ressourcement souhaité* » [Baduel, 1986, p. 231]

Plusieurs stratégies sont entreprises en matière d'adaptation climatique. Ces stratégies sont souvent des répliques des solutions trouvées par l'architecture vernaculaire, il est néanmoins équitable d'exposer les innovations du génie humain. Il ne s'agit donc pas de dicter ou de recommander des solutions plutôt que d'autres. En matière de conception architecturale et urbaine, une multitude de paramètres sont à prendre en compte, et l'adoption d'une solution peut constituer une contrainte pour un objectif à atteindre.

Il ne s'agit pas de présenter l'architecture traditionnelle qui ne présente plus de nos jours un modèle en soi, ni les architectures contemporaines. « *Ces dernières ne présentent pas encore un modèle parfait à adopter* » [Castels M, 1992], et « *loin de donner une valeur négative au changement et au développement, ce qu'il faut approfondir, c'est la part de création que vivra la civilisation arabo-musulmane à une époque où la société est en mutation sous l'influence de facteurs exogènes* » [Tabet, 1979, p. 328].

Pour rester équitable quant aux leçons que peut nous rapporter le passé, je reprends les propos de Xavier Berger : « *Il n'est pas certain que le passé puisse servir de leçon au futur !* » Xavier Berger [1998, p. 137]. Le même auteur parle dans la même page de son regret de la perte de certains avantages dont bénéficié l'architecture traditionnelle. « *L'élargissement des voies de circulation a réduit l'influence bénéfique des masses thermiques et des protections solaires* » Xavier Berger [1998, p. 137].

Les tissus urbains contemporains épars s'opposent totalement à ceux compacts des cités traditionnelles. Cette valeur esthétique devra être retrouvée, adaptée et réajustée aux actualités et aux besoins contemporains par des méthodes scientifiques et objectives non mimétiques et pasticheuses. Et ainsi, en offrant la possibilité aux architectes de maîtriser l'aspect quantitatif de l'insolcissement, elles lui offriront simultanément de nouvelles issues vers l'indispensable aspect qualitatif, qu'est la culture.

L'ambiance thermique d'un bâtiment dépend d'une part des spécificités culturelles, géographiques et sociales du lieu considéré, et d'autre part de plusieurs registres de paramètres, tels les modèles

figure 6-1 : Habitat chinois

Source: Bernard Rudofsky, 1979.

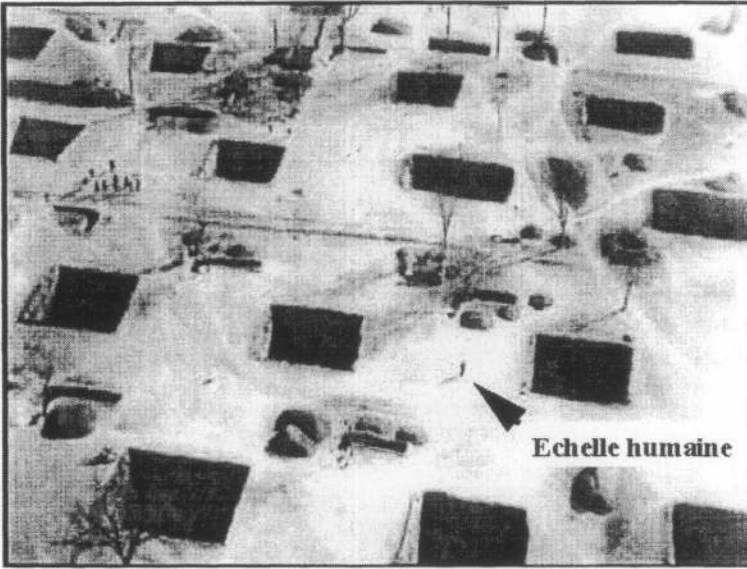
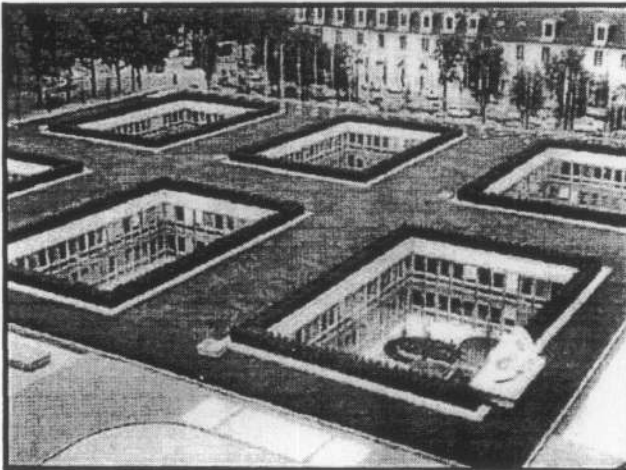


figure 6-2 : siège de l'UNESCO



Source: Bernard Rudofsky, 1979.

6.2.2 Ombrage et innovation

Entre la volonté de capter l'énergie solaire, de la stocker, de la distribuer voir de la régulariser, un éventail de solutions souvent enchevêtrées, s'articule pour satisfaire le confort thermique de l'être humain.

Ces objectifs sont atteints en :

- favorisant l'effet de serre (utilisation de vitrages ou de serres exposés au sud),
- gérant le décalage entre les moments d'apports solaires et les moments des besoins en chaleur, par un stockage de l'énergie dans la masse du bâtiment,
- protégeant le bâtiment des apports solaires en été (utilisation de végétaux à feuillage caduque ou de pare-soleil),
- permettant la circulation de l'air (chaud en hiver, frais en été),
- plaçant les pièces à vivre au sud, les pièces de service au Nord afin qu'elles assurent un rôle de tampon.

Ces principes qui peuvent sembler relever d'une simple question de bon sens méritent toutefois d'être mis en œuvre avec certaines précautions afin d'éviter des contre-références.

Une attention particulière doit être apportée aux usagers (et à leurs niveaux d'implication), à la destination et à l'usage du bâtiment.

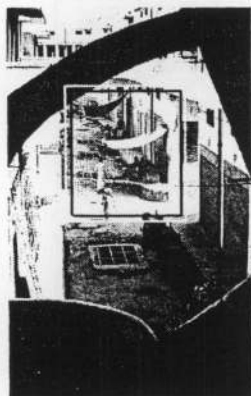
En matière de stratégie, il est important de reprendre les conclusions d'études, notamment le rapport d'études de cas qu'a présenté l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie) [ADEME, mars 1998, p. 129].

Ce confort, bien que demandé et recherché avec insistance depuis le début de l'humanité, ne peut en aucun cas être qualifié de caprice.

6.2.2.1 L'auvent

L'installation d'un élément pouvant assurer une ombre sur une façade, a toujours été un réflexe des plus faciles à exécuter. Les techniques ont évolué et l'auvent peut dépasser des dimensions jusqu'alors infranchissables.

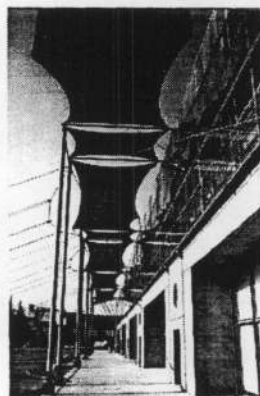
figure 6-3 : ombrage traditionnel par tissu



Lahore, Walled City, protection solaire en tissu.

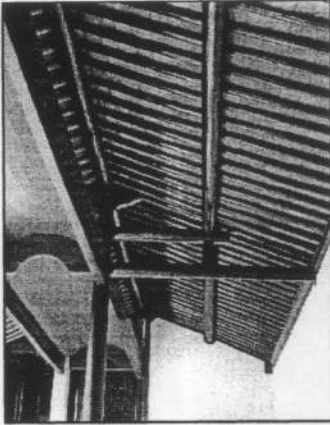
source: Kamil Khan Mumtaz, p. 44

figure 6-4 : ombrage contemporain par textile



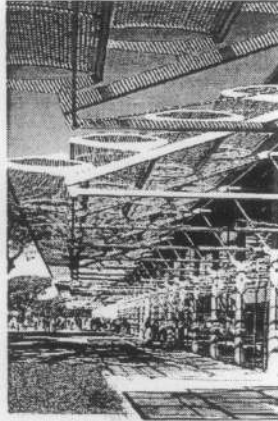
Ecole d'architecture de Lyon, la toile est utilisée comme jadis, mais plus élaborée grâce aux techniques nouvelles

figure 6-5 : l'auvent dans l'architecture traditionnelle



Auvent en bois, traditionnel,
source: Chao-Kang, p. 107.

figure 6-6 : auvent contemporain



Auvent métallique ventilé,
source : Foster, 1994, p. 111.

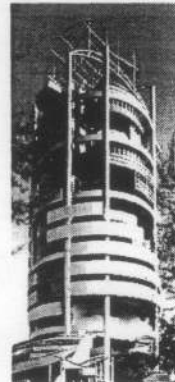
Les techniques modernes ont permis à bon nombre d'architectes de s'exprimer plus librement tout en préservant leur partie architecturale. La recherche de l'ombre ne peut qu'être soutenue par les technologies modernes. Dans les minarets ci-dessous la solution à la nécessité de l'ombre a été réalisée grâce à deux techniques différentes, l'une traditionnelle et l'autre plus élaborée. La différence est alors bien apparente.

figure 6-7 : ombrage d'un minaret traditionnel



Saïda, Liban
Minaret avec balcon ombragé,
source: James Steele, p. 40.

figure 6-8 : minaret contemporain



Kuala Lumpur, Malaisie
nouvelle conception de minaret,
source: AKAA, Septième Cycle, 1998.

6.2.2.2 Les toitures parasol

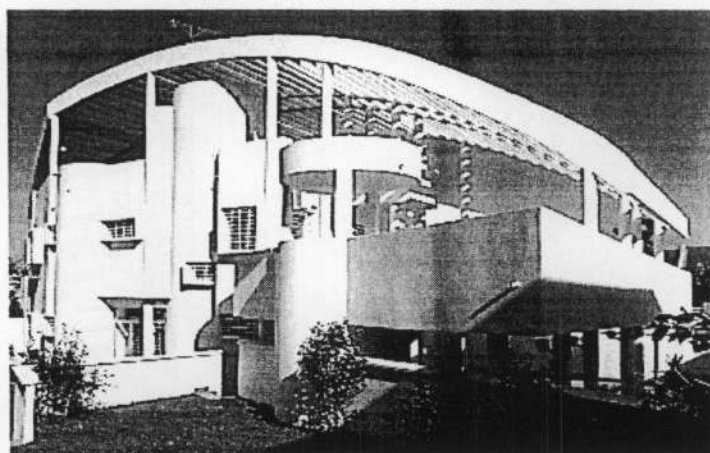
Le calcul de la perméabilité au niveau du chapitre V nous a révélé que la toiture terrasse été souvent la paroi la plus perméable du bâtiment. La diminution de cette perméabilité peut s'opérer par une isolation thermique directe au niveau de la couverture. D'autres techniques architecturales permettent l'ombrage de la toiture terrasse, c'est le cas des toitures parasol. La disposition des lamelles permet d'éviter les radiations solaires, cause principale du réchauffement du bâtiment.

figure 6-9 : toiture parasol traditionnelle



La toiture parasol utilisée dans les demeures jadis. Les techniques ne permettaient pas d'atteindre des portées aussi grandes que celle de la Roof Roof House. Alhambra, Grenade, Espagne
Source : Barrucand M, 1992, p. 209.

figure 6-10 : toiture parasol contemporaine



La Roof Roof House, Kuala Lumpur, Malaisie.
Source : Contemporary Asian Architects, 1987, p.109.

6.2.2.3 Auvent végétal

figure 6-11 : vigne en hiver

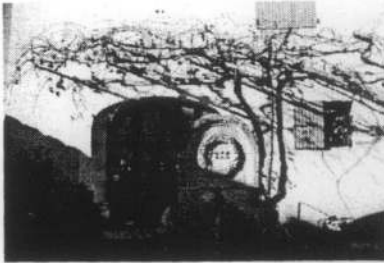


figure 6-12 : vigne en été



Entre deux saisons, chaude et froide, le végétal bien choisi peut favoriser l'ombre en été et l'ensoleillement en hiver,

6.2.3 Ombre urbaine

L'étroitesse des rues permettait à ces dernières de baigner dans l'ombre pendant une grande partie de la journée. Cependant certaines orientations des rues ne favorisent pas une ombre pour une longue période du jour notamment l'orientation est-ouest. Le recours à la couverture de ces dernières est indispensable. L'élargissement de nos rues actuelles ne permet pas une telle solution. Certains architectes contemporains ont eu recours à cette stratégie dans l'élaboration des espaces urbains.

6.2.3.1 Ombrages urbains bâtis

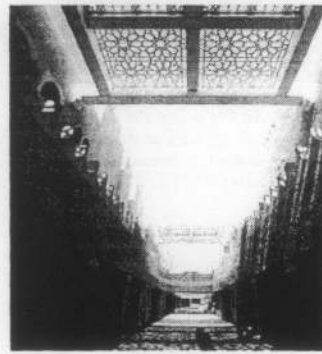
Il s'agit d'une couverture de l'espace urbain par un élément bâti: débords de dalles, galeries sous immeuble, rues couvertes, passages sous bâtiment, dalles de grande portée constituent des ombrages bâtis.

figure 6-13 : rue couverte en branches de palmier



Sud du Maroc, ruelle avec protection solaire. Bien que le système soit en dégradation, il atteste d'un savoir faire très rationnel.

figure 6-14 : rue couverte en maçonnerie



Al-Kindi Plaza, protection des ruelles par des éléments de maçonnerie .

source: Architecture for Islamic Societies today, p. 97.

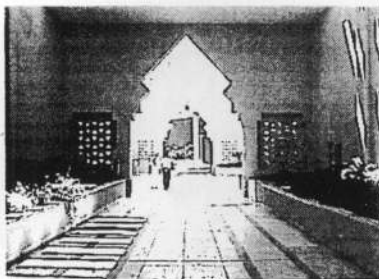
Figure 6-15 : passage couvert traditionnel en maçonnerie



Lichana, Sud-algerie

Le passage couvert est une forme urbaine très répandue dans en zones chaudes.

Figure 6-16 : passage couvert contemporain en maçonnerie



Al-Kindi Plaza, protection des ruelles par des éléments d maçonnerie faisant partie intégrante du bâti.

source: Architecture for Islamic Societies today, p. 99.

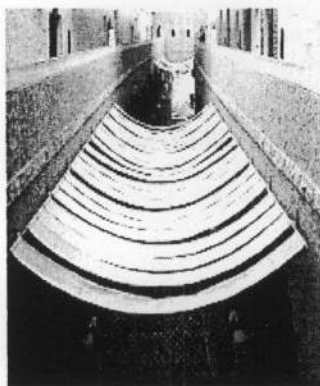
figure 6-17 : rue traditionnelle couverte en tissu



Séville, au plus fort de l'été, certaines rues commerçantes de Séville se transforment en tunnels sombres et frais, grâce à un déploiement de vélums au sommet des immeubles.

source: Rudofsky, 1977, p. 295.

figure 6-18 : rue contemporaine couverte en tissu



Arabie, les couvertures en toiles peuvent être installées en été et enlevées en hiver, d'où leur intérêt. Le coût et la simplicité technique fait de ces toiles une alternative aisément entreprise.

source: Architecture for Islamic Societies today, 1994, p. 97.

6.2.4 Ventilation

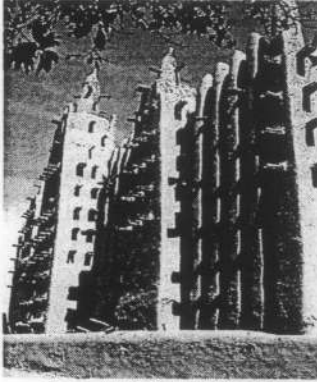
6.2.4.1 Murs ventilés

Le rôle de la façade en tant qu'enveloppe de la construction, dans les milieux arides, est « *de modérer les effets calorifiques diurnes dus à l'air extérieur et au rayonnement solaire sur la structure et à l'intérieur du bâtiment* » [Givoni, 1980, p.332].

Cette stratégie consiste à :

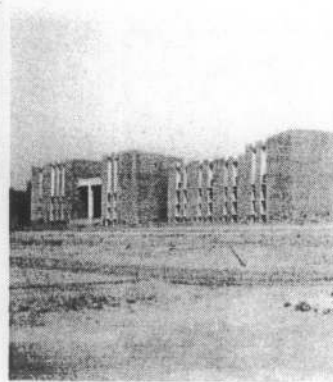
- Ombrager le maximum des surfaces extérieures et leurs ouvertures également.
- Isoler thermiquement surtout, les espaces intérieurs.
- Réduire les gains internes [Meesseman et de Herde, 1992].

figure 6-19 : Niger, bâtiment traditionnel source d'inspiration



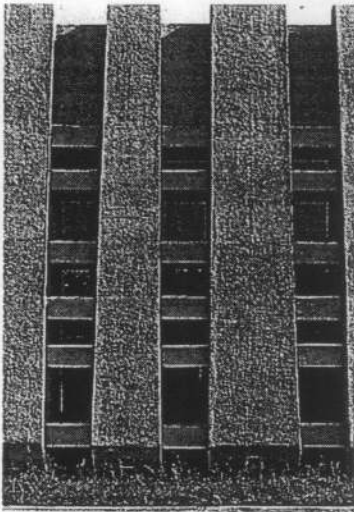
Source : A.P.Clark, 1995, p. 97

Figure 6-20 : Niger Bâtiment contemporain

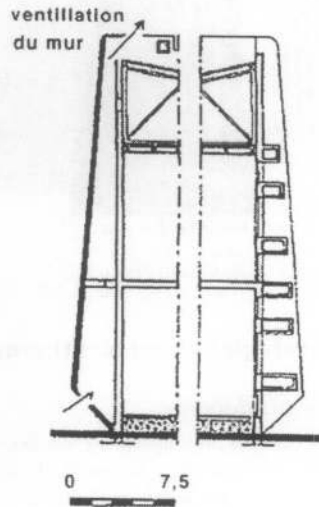


Source : Parajd, 1988, p. 85

figure 6-21 : Niger, bâtiment contemporain à murs ventilés



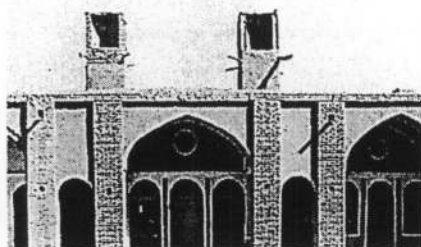
Source : de Parajd M et al, 1988, p. 82.



Source : de Parajd M et al, 1988, p. 91.

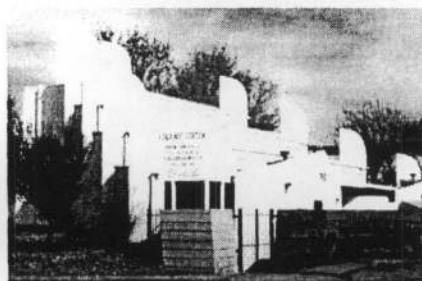
6.2.4.2 Capteurs d'air

figure 6-22 : capteur d'air d'un bâtiment traditionnel (a)



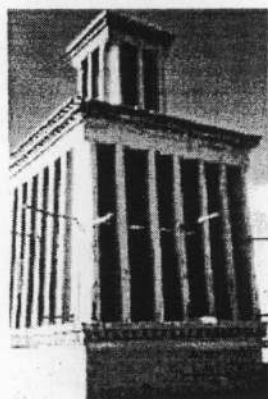
Source : Khansari M, 1986, p. 91.

figure 6-23 : capteur d'air d'un bâtiment contemporain (a')



Centre Albuquerque, New Mexico, USA.

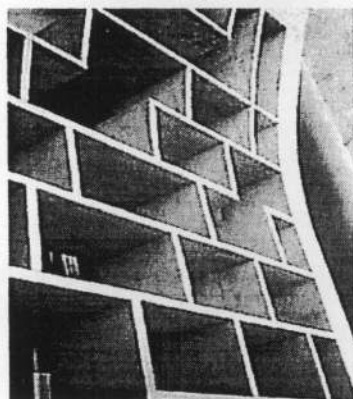
figure 6-24 : capteur d'air d'un bâtiment traditionnel (b)



Tour à vent à Yazd en Iran.

Source : Gallo C. et al, 1998, p.93.

figure 6-25 : capteur d'air d'un bâtiment contemporain (b')



Système de ventilation à Chandigar en Indes. par Le Corbusier.

Source : Gallo C. et al, 1998, p.97.

6.3 Stratégies et confort thermique

6.3.1 Grands débords

Les grands débords prolongeant ou non la couverture des bâtiments sont une solution, mais elle impose une servitude aux bâtiments. Celle-ci a été intelligemment employée à Expo'98 à Lisbonne pour les bâtiments temporaires abritant les pavillons nationaux ainsi que pour les structures destinées à la Foire internationale de la ville (photos). Il s'agit en quelque sorte d'un "toit parasol" adapté à la problématique urbaine.

6.3.1.1 Les galeries

Les galeries sont des solutions anciennes et répandues aussi bien adaptées à l'interception du rayonnement solaire qu'à celle de la pluie et autres intempéries. En général de petites dimensions, elles n'offrent pas toujours une ventilation suffisante.

Figure 6-26 : Pavillon du Portugal à Expo 98 (Alvaro Siza)

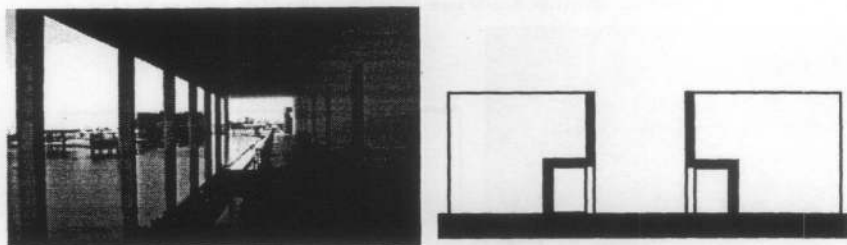
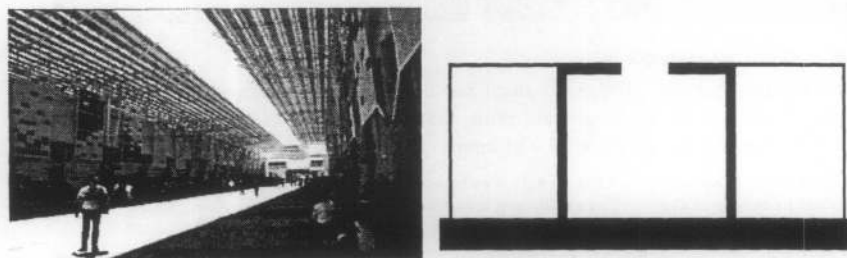


Figure 6-27 : Protections solaires par débords de couverture à Expo 98

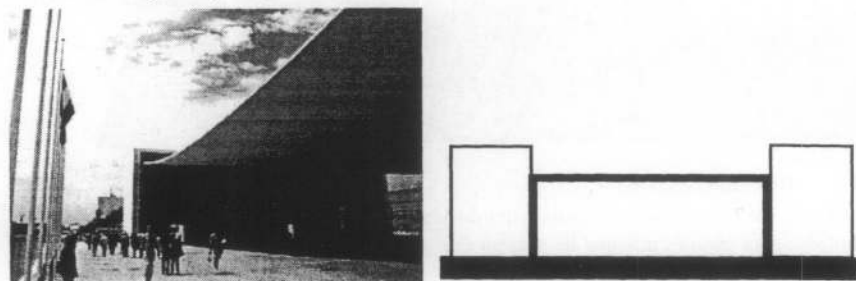


6.3.1.2 Dalles de grande portée

Les dalles de grande portée sont plus rares mais elles sont spectaculaires. Pour qu'elles soient efficaces, elles doivent être réalisées à une hauteur suffisante pour que l'air puisse circuler et que les effets radiatifs de la dalle soient éliminés. C'est ce qui a été fait par Alvaro Siza pour le Pavillon du Portugal à Expo'98 à Lisbonne (photo).

Figure 6-28 : Couverture d'un grand espace par une dalle en béton,

Pavillon du Portugal à Expo 98 (Alvaro Siza)

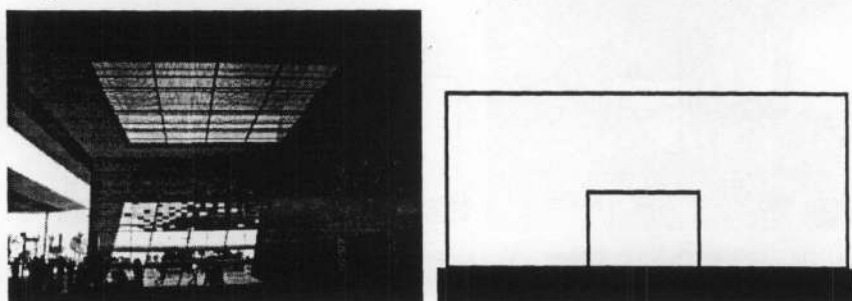


6.3.1.3 Passages sous bâtiment:

Les passages sous bâtiment sont très efficaces mais sont par définition limités à de courtes distances. L'ombre y est extrêmement dense et les effets thermiques sont voisins de ceux de l'effet canyon.

On pourrait presque parler d'effet grotte".

Figure 6-29 : Jeux de débords de couverture dans la zone des pavillons démontables à Expo 98 à Lisbonne.



6.3.1.4 Ombrage menuisé

L'espace urbain peut être protégé du soleil par un élément mécanique rapporté, en général constitué par du bois ou du métal: caillebotis, lames de parquet, claies, voire "canisses". Un exemple est donné encore par Expo 98 à Lisbonne (photo).

Figure 6-30 : Protection solaire métallique, Expo 98 à Lisbonne.



Figure 6-31 : Protection solaire en caillebotis bois, Expo 98 à Lisbonne.

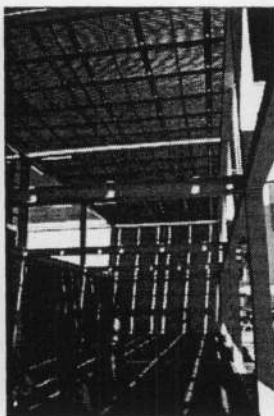


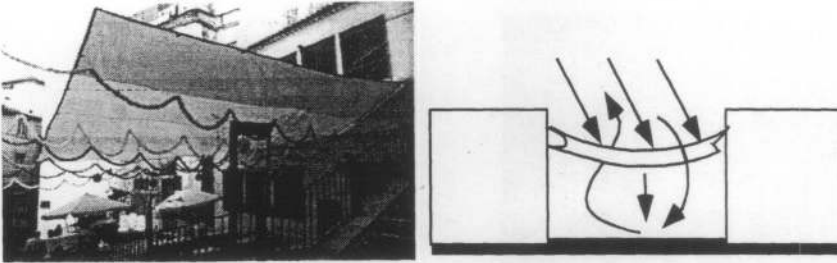
Figure 6-32 : Protections solaires par résilles, Expo 98 à Lisbonne



6.3.1.5 Ombrages textiles

Les vélums sont utilisés dans certaines villes du Maghreb ou du Moyen Orient pour apporter de l'ombre dans les espaces urbains. Ils doivent être placés haut au-dessus des piétons car ils se comportent souvent comme un "plafond chaud".

Figure 6-33 : Protection solaire textile dans le quartier d'Alfama à Lisbonne



Cet effet est dû à l'absorption solaire par le tissu qui transforme le textile en émetteur; l'emprisonnement de l'air au-dessous de la toile fait que cet air finit par s'échauffer. Une grande hauteur améliore les possibilités de ventilation et limite cet effet en le rendant peu sensible par l'utilisateur (photo). Par conséquent, il est inutile de compter sur les parasols des terrasses de café pour améliorer le microclimat d'un espace trop ensoleillé.

6.3.1.6 Ombrages végétaux

Les ombrages végétaux peuvent se subdiviser en trois catégories :

- les arbres de haute tige;
- les arbres de petite dimension et faible densité;
- les treilles.

6.3.1.7 Arbres de haute tige

« Les arbres de haute tige adultes à feuillage dense (platanes, micocouliers, marronniers) produisent un microclimat très performant lorsqu'ils recouvrent la totalité de l'espace urbain. Leur température moyenne de feuillage est inférieure à la température d'air "sous abri". Cet effet s'explique d'une part par l'évapotranspiration et d'autre part par la division du flux solaire sur une surface réelle développée extrêmement grande. Tout se passe comme si le rayonnement solaire était totalement gommé. La masse foliaire se comporte alors comme un "plafond froid" très profitable au confort thermique d'été, puisque à cet effet s'ajoute l'ombrage. Cette solution est la plus efficace pour lutter contre l'effet de dièdre. » [Laboratoire A.B.C., 1999]

Figure 6-34 : arbres de haute tige, Cours Mirabeau à Aix-en-Provence (France), voûte végétale de grande hauteur des platanes

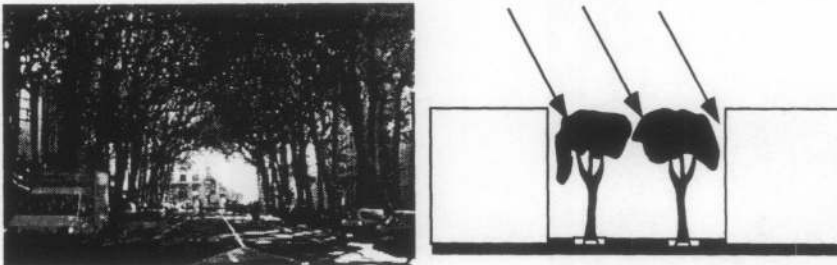


Figure 6-35 : Les façades Sud du Cours Mirabeau suppression du flux réfléchi par les parois verticales.

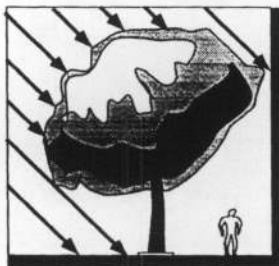
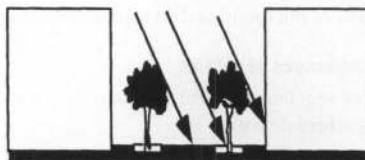
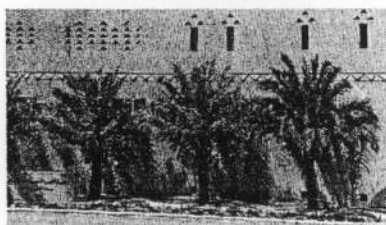


Figure 6-36 : Palmier de petite taille et de faible densité



6.3.1.8 Les treilles:

La treille est utilisable dans les espaces de petite dimension dans des lieux réservés aux piétons; elle peut alors s'étendre d'une façade à l'autre et, selon l'essence, présenter un taux d'ombrage voisin de l'unité.

6.3.1.9 Arbres de petite taille et faible densité:

« Si les arbres sont de petite dimension (ou pendant la jeunesse des arbres à haute tige), on ne peut compter que sur l'effet d'ombrage et celui-ci est localisé. Il n'y a pas d'effet microclimatique global. » [Laboratoire A.B.C, 1999]

Figure 6-37 : Vigne vierge en treille à Athènes

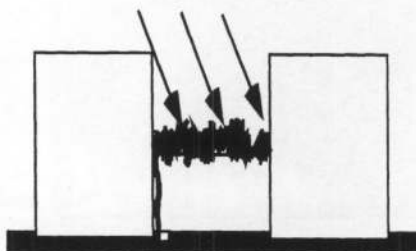
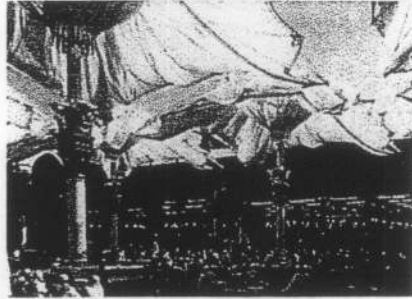
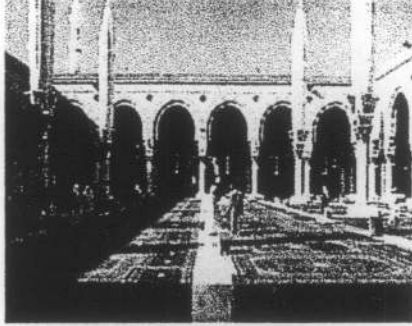
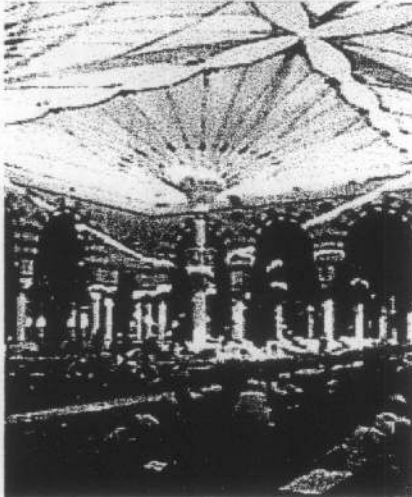


figure 6-38 : parasols mobiles

Phase initiale



Phase finale



Protection solaire par d'immenses parasols, Mosquée du prophète à Médine, Arabie Saoudite.
Source : Gallo C, 1998, p. 95.

6.3.1.10 Couverture végétale et protection solaire



figure 6-39 : couverture végétale traditionnelle

Le végétal a toujours été source de fraîcheur et d'ombre. Village Iranien
Source : Khansari M. 1986, p. 116.

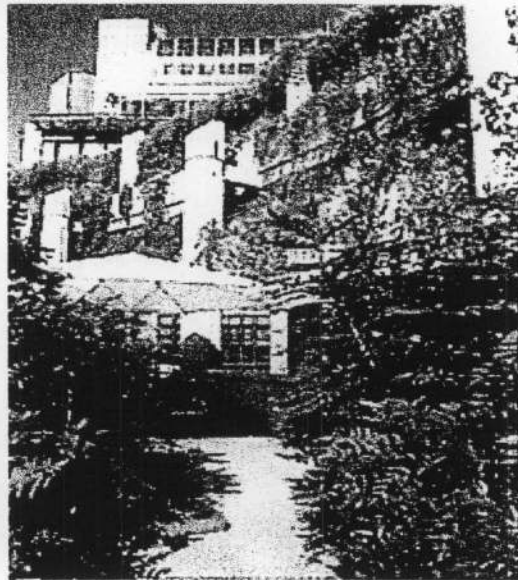


figure 6-40 : couverture végétale contemporaine

Le Palanque, couverture végétale par excellence.
Source : Sala M, 1998, p. 206.



figure 6-41 : architecture urbaine traditionnelle

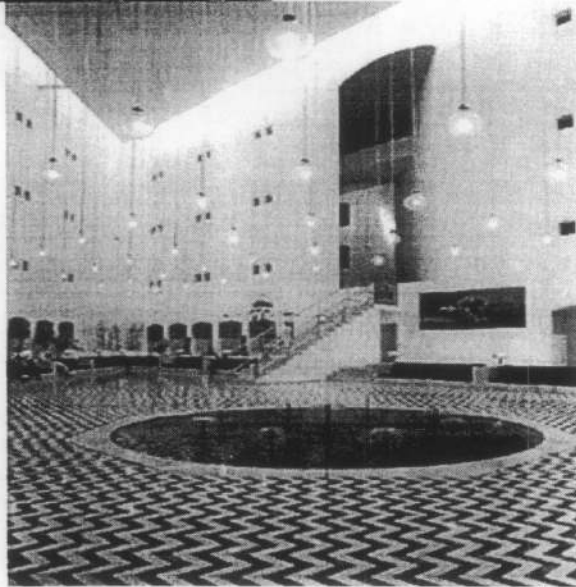
Espagne, cet intérieur fastueux fait partie de l'ancien château de l'empereur Charles Quint à Fuenterrabia, transformé aujourd'hui en auberge par l'État. le plafond s'élevant à l'infini ne peut que bien disposer envers l'architecture à grande échelle.

Source: Rudofky, 1977, p. 215.

figure 6-42 : architecture urbaine contemporaine

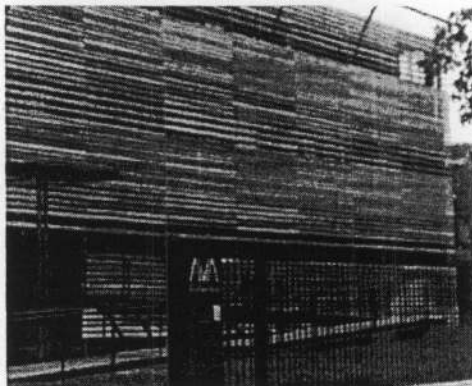
Riyad, Le ministère des affaires étrangères. Dans l'architecture de prestige le plafond (urbain) se confond avec le ciel, les lustres (boules) représentent alors les étoiles.

Source: Architecture for islamic societies today, 1994, p. 116.



6.3.2 Les façades épaisses

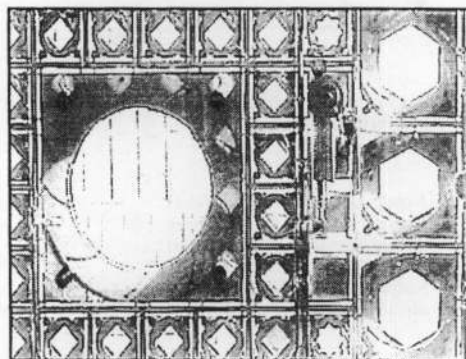
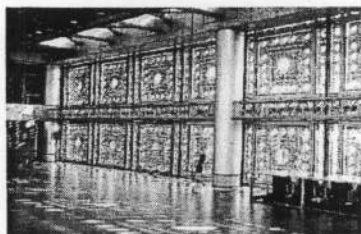
figure 6-43 : bâtiment à façade épaisse à Marseille



Façade d'un immeuble administrative, totalement couverte en bois, initiative très audacieuse.

Les façades orientées à l'ouest sont certainement les plus exposées aux rayonnements du soleil. La « doublure de façade » constitue alors un écran en vis-à-vis, protégeant efficacement le bâtiment à l'ouest, encore faudrait-il profiter du rayonnement solaire en saison froide.

figure 6-44 : vue et détail des ouvertures de l'IMA



Institut du Monde Arabe, par J. Nouvel

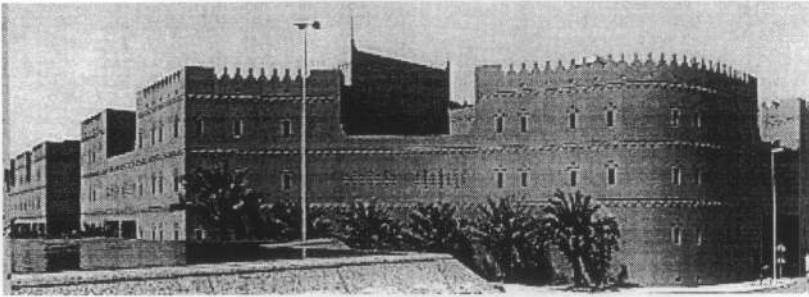
Source: Architecture for islamic societies today. 1994, pp. 143-144.

Si la technique précédente ne permettait pas de profiter du soleil pendant l'hiver, la solution de l'architecte Jean Nouvel proposée pour l'Institut du Monde Arabe le favorise. Une forme inspirée de la *mouchabieh* permet aux rayonnements solaires de s'introduire à l'intérieur du bâtiment en saison froide et le filtre en saison chaude. Cette solution a nécessité l'introduction de moyens technologiques considérables et ne peut être reproduite à grande échelle.

6.3.3 Réduction des ouvertures

Le calcul de la perméabilité des maisons au chapitre V nous a montré que les fenêtres sont plus perméables que les parois opaques. La réduction des ouvertures est une alternative indispensable. Dans les zones arides étudiées dans cette thèse l'ensoleillement et donc l'éclairage ne font pas défaut. La réduction de la taille des ouvertures n'a pas d'incidence sur l'éclairage.

figure 6-45 : petites ouvertures en zones chaudes



Source: Architecture for islamic societies today, 1994, p. 120.

La réduction de la taille des ouvertures, comme le montre le bâtiment ci-dessus permet de réduire les apports énergétiques dus au rayonnement solaire. Le concepteur de cet ensemble a bien fait de penser à ombrager le parking par des palmiers (juste devant la façade).

6.3.4 Limiter les échauffements de surface

6.3.4.1 Revêtements réfléchissants:

Outre l'ombrage, vu précédemment, un moyen pour limiter en théorie les échauffements de surface d'une paroi consiste à lui attribuer une couleur claire (voire blanche) afin que le rayonnement solaire soit réfléchi. Mais cette solution, adoptée par l'architecture des climats chauds et ensoleillés, ne convient pas pour traiter des espaces urbains, car, comme nous l'avons déjà dit, l'énergie réfléchie entre dans le bilan radiatif de l'usager de l'espace urbain (dièdre), et contribue directement à son inconfort thermique.

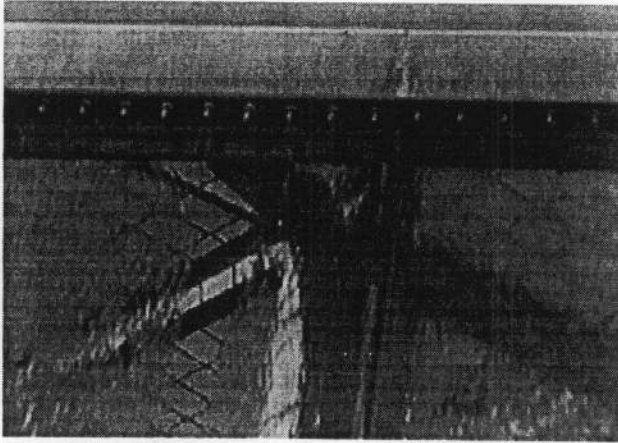
6.3.4.2 Utilisation de l'eau:

Il reste cependant une solution pour compenser l'énergie solaire atteignant la surface: c'est de la maintenir mouillée. En effet, l'énergie nécessaire à évaporer l'eau à la surface représente une part notable de l'énergie solaire incidente, ce qui a pour effet de limiter l'échauffement superficiel. On peut aisément percevoir ce phénomène lorsque l'on marche pieds nus sur une plage de sable et que l'on passe du sable sec, qui "brûle", au sable mouillé qui paraît froid.

6.3.4.3 Le ruissellement:

Il existe des solutions pour maintenir une surface mouillée: le ruissellement en est une. Cette solution nécessite une déclivité et des débits relativement importants. Cela peut s'employer sur des surfaces verticales. Le ruissellement peut être animé par des reliefs.

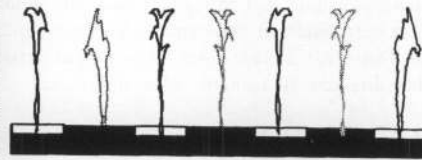
Figure 6-46 : Expo 92 Séville - ruissellement sur vitrage



6.3.4.4 Les jets d'eau

Il est possible aussi d'utiliser des mini jets d'eau directement sur revêtement du sol. Ci-après une batterie de mini jets d'eau (hauteur d'environ 1m) disposés en quinconce vient arroser le revêtement à intervalles réguliers.

Figure 6-47 : Place des Terreaux, mini jets d'eau.



6.3.5 Contrôler l'humidité de l'air

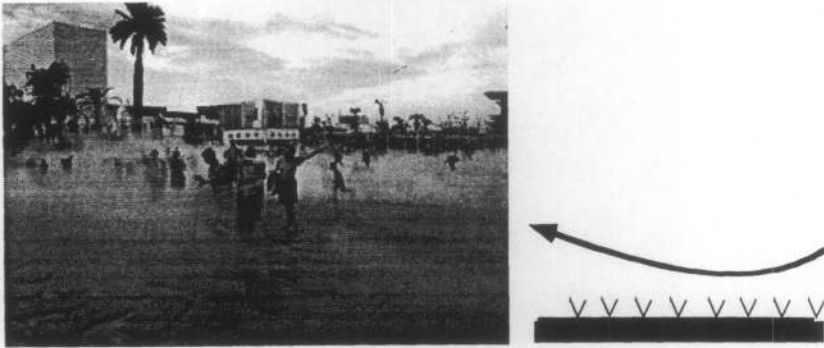
L'objectif du contrôle de l'humidité de l'air est de l'humidifier.

6.3.5.1 La brumisation:

La brumisation est un des moyens d'humidifier l'air lorsque celui-ci est trop sec. Rappelons que la brumisation consiste à vaporiser de microscopiques gouttelettes d'eau dans l'air, comparables

à celles qui composent le brouillard. La dissipation de ce brouillard exige de grandes quantités d'énergie qui ne peuvent être extraites que de l'air ambiant, qui se refroidit donc d'autant plus intensément que l'air d'origine est plus sec. A l'arrivée, on récupère un air plus humide et plus frais. Cette technique permet une grande précision quant à la localisation des effets.

figure 6-48 : la brumification



L'Exposition Universelle 1998 à Lisbonne au Portugal, la satisfaction des visiteurs ne peut qu'être exprimée.

6.3.5.2 Le ruissellement

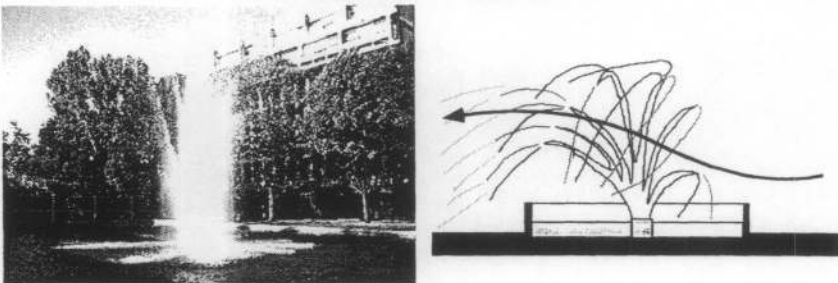
L'eau ruisselante sur un grillage constitue une solution intéressante: l'échange eau/air permet une humidification de l'air et par conséquent un rafraîchissement de sa température.

L'eau a toujours été un excellent moyen pour se rafraîchir, l'environnement bâti peut accélérer son refroidissement grâce à la présence de l'eau. Les concepteurs contemporains ont imaginé l'utilisation de l'eau sous ses diverses formes. Les deux dernières expositions universelles ont bien exploité le principe de la brumification dans le rafraîchissement des espaces extérieurs, où les foules de visiteurs exprimaient leur satisfaction comme le montre la photo ci-après à l'Exposition Universelle 1998.

6.3.5.3 Les jets d'eau

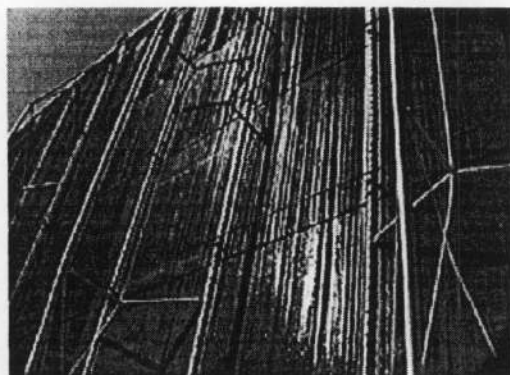
Les grands jets d'eau, par les embruns qu'ils sont susceptibles de générer, présentent une efficacité voisine de celle de la brumisation, selon la manière dont le vent achemine ces embruns.

Figure 6-49 : Jet d'eau central



Mais il est plus difficile de multiplier les jets d'eau de grande dimension que les gicleurs de brumisation et les quantités d'eau mises en jeu sont sans commune mesure. Enfin, la précision est moindre.

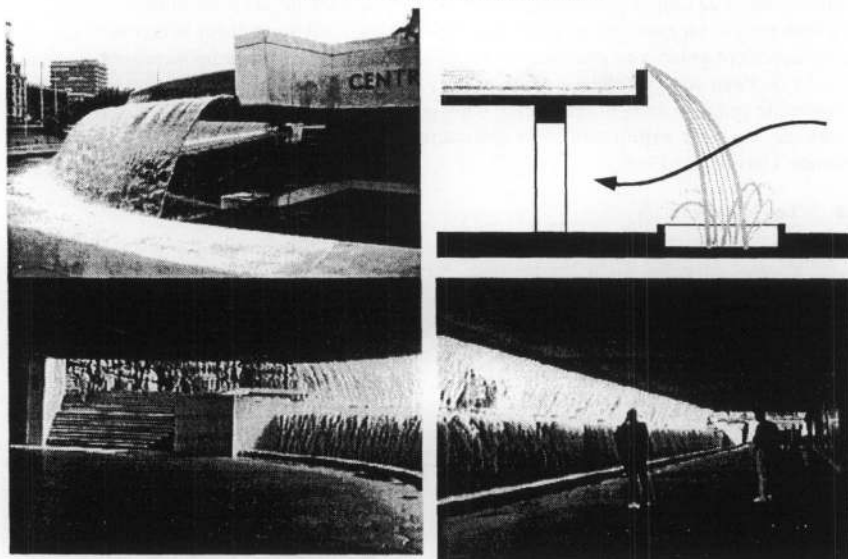
Figure 6-50 : ruissellement sur grillage - Expo 92 Séville



6.3.5.4 Les cascades

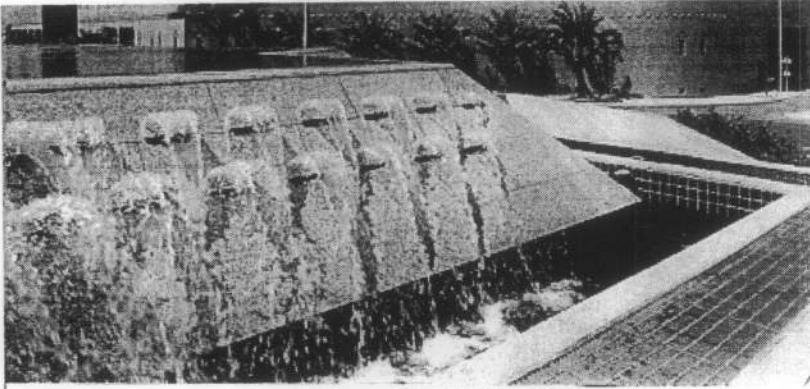
Il existe d'autres solutions que les jets d'eau pour humidifier l'air par les embruns: une cascade à partir d'un bassin suspendu qui se rompt brutalement sur un sol dur produit aussi des embruns.

Figure 6-51 : cascade, Madrid, Espagne



Cette solution a été mise en œuvre à Madrid (photos). L'inconvénient de ces cascades est que pour le promeneur, le niveau sonore est en général très élevé, selon la configuration des lieux.

Figure 6-52 : Cascade d'eau Place Al-Kindi à Riad en Arabie-Saoudite



Source : Khan H.U, 1992, p.81

6.4 Conclusion

L'observation de l'architecture traditionnelle réserve des enseignements pour une architecture instituant de nouveaux rapports avec les ressources et les moyens techniques de l'homme moderne.

Cependant la transposition aveugle des formes traditionnelles dans un contexte actuel implique le risque de l'inadaptation de celle-ci à l'architecture contemporaine. Les grandes options qui se dessinent actuellement consistent d'une part à minimiser la consommation d'énergie afférente au domaine bâti (préparation des matériaux, construction et utilisation des bâtiments) et, d'autre part, à promouvoir des matériaux dont l'approvisionnement de construction est durable.

« Penser globalement, agir localement », c'est le slogan qui a préfiguré l'approche du « développement durable » et qui permet de tenter des réponses concrètes. Ces réponses concrètes ne sous-entendent pas forcément l'innovation originale. Les enseignements de l'architecture traditionnelle peuvent apporter des réponses à nos multiples problèmes d'adaptation climatique. Ces enseignements n'ont pas cessé d'émerveiller les architectes en quête de solutions aux problèmes causés par une négligence du facteur climatique dans la conception architecturale et urbaine. Les caractéristiques climatiques, précipitations et cycle thermique des villes situées dans les zones arides et leurs indices xérothermiques (nombre de jours biologiquement secs par an) constituent une matrice de différenciation, à partir de laquelle peuvent être énoncées des solutions constructives ou urbanistiques diverses. Nombreux sont les architectes qui ont ouvertement et sans aucun complexe déclaré leur alignement sur l'architecture traditionnelle, à la recherche de solutions aux problèmes qu'imposent les impératifs intrinsèques et extrinsèques dans l'élaboration architecturale et urbaine. Que nos propos n'incitent pas à la paresse quant à l'innovation et l'imagination de formes et de solutions nouvelles. Ce qu'il faut approfondir, c'est la part de création que vivront les générations futures à une époque où la société est en mutation sous l'influence de facteurs exogènes. C'est dans cette perspective que les architectures traditionnelles peuvent contribuer à une évolution, étant finalement de véritables laboratoires vivants dont la diversité de forme et de localisation est un « trésor » qu'il s'agit d'interroger méthodiquement. L'architecture traditionnelle, colportant des siècles de savoir-faire et de mœurs, se présente à nous comme l'expression d'une minutieuse leçon à apprendre. Les outils d'aide à la conception développés [Bennadji, 1994, 1996 a] pour

aider les concepteurs à anticiper le comportement de leur réalisation, permettent de « limiter les dégâts » en phase d'étude. La création architecturale que nous avons soulevée dans ce chapitre incite à s'appuyer sur le passé comme source d'inspiration tout en utilisant les moyens techniques actuels comme moyens, pour répondre aux exigences de la vie moderne et les moyens informatiques pour vérifier et anticiper le futur comportement des réalisations architecturales.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Bien que l'analyse d'un cas soit menée sur une zone aride bien précise, en l'occurrence le Sud-Est algérien, les conclusions sont valables pour d'autres aires géographiques. vu la problématique générale de l'étude. Cette dernière visait à comprendre l'existence ou l'inexistence d'une adaptation climatique ou culturelle, notamment l'adaptation progressive à un climat donné, développée dans le chapitre 5.

Pour éviter de reprendre les conclusions de chaque chapitre, une synthèse recoupant ces dernières est indispensable avant de projeter des perspectives de recherche.

Si chaque chapitre a sa raison d'être et si le passage d'un chapitre à un autre est aussi passage d'une idée à une autre, la succession des chapitres constitue un cheminement qui ne peut être rompu.

Les chapitres 2 et 3 portaient sur l'analyse des éléments souvent architectoniques dont l'explication est soit climatique soit culturelle. Bien que notre démarche soit différente, nous ne sommes pas les premiers à conclure que l'architecture est une interpénétration de plusieurs disciplines. Certains confirment que le climat est le seul déterminant dans la conception l'architecturale, alors que d'autres mettent en avant l'acte socio-culturel.

Sans prétendre avoir une vision différente de nos aînés, il fallait dissocier dans une même étude ces deux façons d'aboutir à une interprétation en utilisant la même démarche.

L'appartenance d'une société à une culture se manifeste sur plusieurs aspects et notamment dans son architecture.

Certains aspects de la culture se confondent avec des représentations à intentions climatiques. Pour ne citer qu'un exemple, celui de la moucharabieh, qui est net. c'est un moyen de filtrer les regards indiscrets et le rayonnement solaire intense en périodes chaudes. Et si nous avons essayé de faire ressortir certaines formes architecturales ayant des explications bien évidentes, ces exemples restent minimes devant l'immense patrimoine architectural où plusieurs influences ont participé à la génération de ses formes. Nous savons de ce patrimoine que l'architecture prenait forme en se référant éventuellement au soleil ou au vent, pour ne citer que deux facteurs climatiques. Les orientations des rues, le patio, les ouvertures et même la largeur des rues étaient pensées par rapport à ces phénomènes climatiques. Viennent alors se greffer les cachets culturels ou sociaux. Toujours pour ne citer qu'un exemple, le vis-à-vis dans les rues sinueuses est évité par un décalage des ouvertures se faisant face. Là où le vis-à-vis est inévitable, une matière opaque est placée en face de la fenêtre à une distance permettant l'éclairage naturel et brisant la vue de l'extérieur vers l'intérieur.

Pour dépasser la simple forme perceptible par tout observateur, nous avons appris de ce patrimoine que la conception des bâtiments vis-à-vis des phénomènes climatiques ne se résume pas à des formes. Les différentes stratégies adoptées, telles que l'utilisation de la chaux pour réfléchir le rayonnement solaire ou encore les textures des murs permettant la fixation de l'humidité, favorisent l'atténuation des effets climatiques sévères aussi bien que l'épanouissement social.

Si nous nous sommes basés sur des références bibliographies faisant autorité dans l'histoire de l'architecture, pour exposer les différentes théories des représentations architecturales, développées dans le chapitre 1 ; si nous nous sommes basés sur des supports photographiques pour démontrer les volontés d'une représentation culturelle ou d'une adaptation climatique, développées dans les chapitres 2 et 3 ; Les chapitres 4 et 5 nécessitaient une investigation sur le terrain.

Les chapitres 4 et 5 qui portent simultanément sur l'étude des espaces urbains et sur des habitations, tiennent compte du fait que l'espace urbain est une partie englobante et une continuité de l'espace architectural.

Dans le chapitre 4, les graphes montrent les parts du rayonnement solaire et de l'ombrage dans le comportement thermique des espaces urbains. La comparaison des graphes permet de favoriser certains espaces urbains à d'autres notamment les espaces ombragés. Cependant certaines idées perçues se corrigent, cela se rapporte aux formes traditionnelles réputées agréables à vivre en tout moment. Le soir, l'inertie thermique des parois renvoi la chaleur emmagasinée pendant la journée, ce qui provoque une élévation de la température dans les rues étroites. Cependant, certaines formes urbaines contemporaines révèlent un comportement idéal pour le confort d'été, notamment le soir. Des formes qui tiennent compte des facteurs climatiques et qui constituent des repères pour nos futures conceptions urbaines dont certaines sont proposées au chapitre 6.

Bien que l'analyse se soit basée essentiellement sur des mesures climatiques, nous avons eu recours à la simulation informatique pour des quantifications énergétiques.

Il en va de même pour le confort thermique à l'intérieur des habitations. A cette échelle nous découvrons un troisième type d'adaptation. Nous espérons trouver ce type d'adaptation quand nous avons entamé cette thèse et les résultats des deux années de mesures nous l'ont confirmé. Adaptation que nous avons nommée dans une communication (Bennadji. et al, 1999) "adaptation au climat à travers le temps", une adaptation qui se veut progressive dans le temps. Le chapitre 5 manifeste des transformations saisonnières, des manipulations journalières peu perceptibles, des actes "automatiques" pour ne pas dire inconscients. L'observation visuelle des pratiques journalières que nous avons aimé aborder de près était impossible à réaliser. Le thermomètre était alors notre seul moyen de savoir ce qui se passe à l'intérieur des habitations. Les températures recueillies chaque jour étaient révélatrices des comportements des habitants. La comparaison des températures à l'intérieur des habitations et à l'extérieur montre que les habitants sont à la recherche perpétuelle d'un confort thermique d'été. Cependant la compréhension du comportement de l'habitation est une nécessité avant de pouvoir maîtriser son ambiance thermique. Les tests effectués dans un intervalle de deux ans le confirment. Nous avons constaté que les habitants récemment installés dans leur habitation ont pu réduire l'amplitude des températures internes après deux années d'occupation. Cette amplitude est restée sensiblement la même dans les habitations occupées depuis plus longtemps. Effectivement les thermomètres nous l'ont confirmé mais reste à comprendre le comment. Cette conclusion nous permet de répondre aux concepteurs qui se "hasardent parfois à" parler de maison bioclimatique en avançant que la construction "s'auto gère" à la recherche du confort climatique optimum¹. Il faut noter que l'adaptation recherchée par les habitants n'est pas vers les températures basses enregistrées dans les vingt quatre heures, mais une stabilité qui tend plutôt vers les températures hautes. Cette déclaration paraît absurde au premier abord, mais une simple compréhension de la réaction de nos corps face à un choc thermique permet de raisonner les esprits hésitants. Nous constatons des comportements différents d'une habitation à une autre ou plutôt d'une catégorie de gent à une autre suivant qu'il s'agit des personnes qui exercent des fonctions "stables" à savoir des fonctions administratives tels que les bureaux ou des fonctions plus animées tels les travaux manuels.

La notion d'adaptation ne renvoie pas seulement aux facteurs physiques du milieu ; il y a adaptation à l'ensemble des conditions socioculturelles ou techniques en présence. La réponse au milieu physique étant nécessaire, mais il aussi indispensable de parler d'équilibre parfait entre tous les paramètres intervenant et d'une optimisation des rapports entre faits de culture et données du milieu.

L'architecture, chargée de siècles de savoir-faire et de mœurs, se présente à nous comme l'expression d'une minutieuse économie entre classes de paramètres. Une optimisation semble s'opérer constamment entre l'homme, sa culture et le milieu naturel. Et la maison est

¹ Nous entendons par auto gestion, un système totalement passif.

ce témoin privilégié, à la fois moule et outil principal, sujet et objet de l'environnement humain.

Le retour à l'architecture traditionnelle et la découverte de ses "vertus", ne peut avoir de sens si l'objectif n'était pas de se lancer vers une vision optimiste du futur, au moment où des cris pessimistes s'élancent contre certains "gâchis" en matière d'architecture, sans essayer de trouver un remède. Le sixième chapitre est alors des réponses aux cris d'alarmes qui retentissent pour dénoncer l'actualité architecturale. Nous nous "réjouissons" que pour la première fois des concepteurs soient mis en cause non pas pour un immeuble qui s'est effondré mais pour des employés mécontents des ambiances climatiques dans leurs lieux de travail à l'exemple de la Bibliothèque Nationale de France.

La modernité a introduit des impératifs dans les nouvelles villes. Pour ne citer que l'ombre qui n'avait d'autre alternative que de céder au rayonnement solaire, source principale d'inconfort thermique. Les exemples présentés dans ce chapitre évoquent une conscience et une réponse climatique inspirée pour certains de l'architecture traditionnelle. D'autres exemples reflètent le génie humain contemporain dont les nouveaux concepteurs ont fait ont fait preuve.

Que nos propos relatifs à l'architecture traditionnelle et à ses vertus ne sous-entendent en aucun cas le rejet du modernisme et de la technologie ! Nous voulons plutôt agir inversement. Le modernisme est un objectif et le regard vers le passé est un apprentissage incontestable bien que le regard critique doit perdurer.

L'architecture bioclimatique est fondée sur l'adaptation au climat. La construction doit être conçue pour fonctionner avec le climat toute l'année et non pas seulement durant l'hiver ou l'été. L'intervention de l'usager peut être requise pour la manipulation et le réglage d'éléments mobiles tels que volets et stores.

Construire avec le soleil nécessite de prêter une grande attention à la façon dont le bâtiment sera occupé, dans l'espace et à travers le temps.

Dans l'espace, parce que l'activité de l'usager va influencer sur sa demande de confort thermique. L'occupant n'exigera pas la même ambiance thermique selon qu'il sera occupé à écrire ou à faire sa gymnastique.

A travers le temps, car celui-ci constitue une dimension importante du point de vue des échanges thermiques (effet de l'inertie), il convient de savoir si le bâtiment à projeter, sera occupé en permanence ou de manière intermittente.

Parmi les paramètres intervenant, certains sont en règle générale déterminants : facteurs socioculturels (croyances, acquis culturel, technique, économie, besoins, structure sociale) : d'autres sont modifiants : facteurs physiques ou environnementaux (site, matériaux et climat). Mais des situations extrêmes peuvent rendre déterminants les paramètres naturels (les régions climatiquement rudes : déserts, pôles...).

Perspectives de recherche

Cette étude bien qu'entreprise sérieusement a manqué de moyens techniques qui auraient permis de tirer des conclusions d'une plus grande portée. Néanmoins les résultats des diverses analyses nous ont permis de prendre conscience des phénomènes thermiques et culturels dans les conceptions architecturales et urbaines.

Les perspectives de recherches peuvent se résumer de la manière suivante :

A l'échelle architecturale

- Les mesures de tous les paramètres intervenant sont nécessaires, notamment l'humidité et la vitesse d'air à l'intérieur des habitations. Les saisies des données doivent être plus rapprochées dans le temps et synchronisées avec celles de la station météorologique. Cette synchronisation nous permettra de voir de près le déphasage thermique entre l'intérieur et l'extérieur pour différents types habitations
- Des observations continues chez les habitants pourraient nous éclairer sur les actions entreprises à l'intérieur des habitations pour palier aux effets climatiques indésirables.
- L'étude des transferts de la chaleur à l'intérieur des habitations nous permettra de cerner les effets causant le nomadisme quotidien ou saisonnier vu au chapitre 2.

A l'échelle urbaine

- Un suivi du mode de l'occupation de l'espace par les usagers, nous permettra de mieux approcher l'espace urbain dans nos conceptions futures. La vie des habitants de ces zones se limite au petit matin et aux soirées prolongées. Nous sommes persuadés que ce mode de vie leur est imposé par le climat, et ne peut s'aligner sur les autres rythmes de vie que par un bien être microclimatique, notamment dans un monde qui tend à unifier et à harmoniser son mode de fonctionnement.
- Comprendre l'espace urbain par ses composantes dynamiques, le mouvement de l'air est un régulateur thermique incontournable. L'étude de ces phénomènes nécessite une investigation plus poussée en utilisant des moyens techniques qui permettent une étude plus détaillée. Les résultats nous permettront de dégager des critères de conception pour nos futurs espaces urbains.

Bibliographie (1)

donnée en référence

dans le texte¹

On ne doit pas être tout a fait ignorant de ce qui est contenu dans les livres.

Descartes

- A.K.A.A² (1992)**, Architecture for islamic societies today, James Steele, Academy edition, Londres,
- A.K.A.A (1982)**. "Urban housing". Proc. of Sem. 2 in the series Design in islamic cultures.MIT lab. of architecture and planning; A.K.A.A and Harvard Graduate School of design Ed.
- Abdulak S et Pinon P. (1986)**, « For a continuity in housing design : The case of islamic countries ». In African Environment, n° 17-18-19, Vol. VI-2-3, pp. 5-15.
- Abdulak S et Pinon P. (1973)**, « Maison en pays islamique, modèles d'architecture climatique ». In Architecture d'aujourd'hui, N° 167, pp. 6-15.
- Abdulak S et Pinon P. (1986)**, "For a continuity in housing design : The case of islamic countries" . In African Environment, n°17-18-19, Vol.VI-2-3, pp. 5-15.
- Al-Azzawi S. (1990)**, "Passive solar design: traditional conriyard houses. Baghdad" In proc. of the 1st world renewable energy congress, Reading, U-K. 23-28/09/90, Ed.A-A-M. Sayigh,pp.2179-2197.
- Al-Jawadi M et Al-Noah A-J-T. (1979)**, « The best window proportions in housing designe for latitude 33°N. IN proc. of int. housing conf, vol 2, Miami, Florida, USA.
- Altman I. (1972)**, "Privacy: A conceptual analysis" , in Environment and Behavior, vol. 8, n° 1.
- Arbaoui A et Boudiaf M. (1990)**, "Design of a meteorological center in the sahara, a passive response to the arid climate of the Hoggar" In proc. of the tst world renewable energy congress, Reading, U-K,23-28/09/90, Ed.A-A-M. Sayigh,pp.2432-2437.
- Architecture for islamic societies (1994)**, Edition James Steele, London.
- Arrouf A. (1994)**, Vers une phénoménologie de l'habitat vernaculaire, cas de Manâa, Aurés., Thèse de magister, institut d'architecture de Biskra.
- Baduel, P.R (1988)**, "Habitat traditionnel et polarités structurelles dans l'aire arabo-musulmane" in Habitat, Etat et société au Maghreb, Ed.CNRS, Paris, pp.231-256.
- Baduel, P.R (1986)**, Etat, territoires et terroirs au Maghreb, Edition du CNRS, Paris.
- Baker N-N. (1987)**, « passive and low energy building design for tropical island climat ». Commonwealth Secretariat, London.

¹ Les figures et graphes présentés dans la thèse et ne portant pas de références sont celles du doctorant ou du Laboratoire A.B.C.

² Aga Khan Architecture Award

Bibliographie (1)

- Barbey G. (1989), Vers une phénoménologie du chez soi, in : Architecture et comportement, vol. 5, n° 1, pp. 87-89
- Barrucand M et Bednorz A. (1992), Architecture maure en Andalousie, Edition Taschen, Berlin.
- Belakehal A. (1995), « La façade entre l'esthétique et le contrôle du rayonnement solaire, cas de l'Habitation Individuelle urbaine dans les milieux arides et semi-arides en pays Islamiques », thèse de magister, Centre universitaire de Biskra, Institut d'Architecture, Algerie.
- Benhabib R, Ait Mokhtar A, et Allard F. (1994), "Analyse bioclimatique de l'habitat traditionnel des régions désertiques nord-sahariennes". In proc. of European energy performance and indoor climate in buildings, Lyon, France, 24-26/1194, pp.677-682.
- Berger X. (1998), « La climatisation urbaine passée et présente » in Ambiances architecturales et urbaines, Edition Parenthèses, Paris
- Bertin Jacques, Devisse Jean, Lavallee Danièle, Nepote Jacques, Buchsenschuts Olivier. (1998), Atlas historique universel, panorama de l'histoire du monde, Edition du club France Loisir, Paris.
- Bittencourt L.S. (1993), « Evaluation of daylighting performznce of perforated blocks ». In PLEA 93, New-Zeland.
- Bourdieu p. (1983), « La maison kabyle ou le monde renversé », in Esquisse d'une théorie de la pratique, Tours.
- Bourdieu p. (1963), Sociologie de l'Algérie, Paris, PUF, collection Que sais-je, 126p.
- Bourgeat G. (1993), « Le bien-être chez-soi : une représentation sociale complexe ou un complexe de représentations sociales? ». Thèse de doctorat nouveau régime. Psychologie Sociale. Université de Provence, Aix-Marseille I.
- Bourgeat G. (1999), « Confort domestique et confort thermique d'été », revu prévenir N°33, deuxième Bourgeat G. (1993), semestre.
- Bousquet Ch. (1983), "Mutations urbaines en Algérie, le cas de Béni Isguen au M'zab". thèse de Doctorat de 3ème cycle. Univ. F.Rabelais, Tours.
- Braudel F. (1985), La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II. Colin, Paris.
- Brunskill R.W. (1981), Traditional building of Britain : an introduction to vernacular architecture, Victor Gollang, londras.
- Castels M. (1992), « Not all poor make good houses » 2eme conf. Int de l'IASTE. Uni. Of California, Berkeley, 4-10/10/90 (résumé). In les cahier de la recherche architecturale N°27-28, 1^{er} trim. Ed Parenthèse. Paris p.236.
- Chao-Kang. (1988), Chang et WERNER Blaser, architecture de Chine, Editions André Delcourt, Lausanne.
- Claux P et autres. (1981), "Soleil et urbaines" In Urbanisme n°184-185, pp.52-54.
- Colquhoun A. (1985), « Recueil d'essais critiques. Architecture moderne et changement historique ». Edition OPU Alger, Mardaga liège.
- Cook J. (1981), "Cooling as the absence of heat : Strategies for the prevention of thermal gain". In proc. of int. pas. and hyb. Cool. Miami, Novembre 1991, A.S I.S.E.S, pp.612-221.
- Côte M. (1978), Mutations rurales en Algérie. OPU/Alger, CNRS/Paris, 163p.
- Côte M. (1983), "L'espace Algérien. Les prémisses d'un aménagement". OPU Alger.
- Côte M. (1993), "L'Algérie où l'espace retourné". Ed.Média-Plus/Algérie, Constantine.
- Cresswell R. (1972), « Les trois sources d'une technologie nouvelle », in J.Thomas et L.Bernot (eds), Langues et Technique. Nature et Société. Paris
- Croome D. (1990), "Energy, Environment and human development in the arab world". In proc. of the 1st world renewable energy cong, Reading, U-K, 23-28/09/90, Ed, Ed. A-A-M.Sayigh, pp.2229-2238.

Bibliographie (1)

- Cuissier J. (1991)**, « La maison rustique: logique sociale et composition architecturale ». Coll. Ethnologies, Edition. PUF, Paris.
- Danby M. (1984)**, "The internal environmental aspects of the traditional Islamic house and their relevance to modern housing". In PLEA84, A. Bowen, Ed. Pergamon Press. N-Y, pp.664-671.
- Deloche B. (1985)**, « Muséologica, contradictions et logique du musée ». Edition. Vrin, Paris.
- Deluz J.-J. (1988)**, 'L'urbanisme et l'architecture d'Alger. Aperçu critique" . Ed. OPU Alger, Mardaga Bruxelles.
- Demangeon A. W. (1920)**, les maisons des hommes : de la hutte au gratte-ciel, Edition Bourrellet et cie, collection. La joie de connaître.
- Depaul J.-Ch. (1985)**, « A travers le mur ». Série Alors, Edition C.C.I, C.G.P, Paris.
- de Parajd M. et al. (1988)**, Regards sur l'habitat traditionnel au Niger, les cahiers de construction traditionnelle, Editions CREER, Nonette.
- Depecker P. (1985)**, "Constitution et modes de transfert d'un savoir scientifique dans le domaine de l'architecture. Le cas de la thermique". Thèse de doctorat-es-sciences, INSA de Lyon. Univ. Claude Bernard Lyon I, 05/07/85.
- Dethier J. (1986)**, Architecture de terre, Edition du centre Pompidou, Paris.
- Dreyfus J. (1960)**, Confort dans l'habitat en pays tropical, édition Eyrolles, Paris.
- Duprat B. et Paulin M. (1986)**, « Les types de l'architecture traditionnelle des Alpes du Nord. Maisons et chalets du massif des Bornes ». E.A de Lyon. Laboratoire des formes, Université Moulin. J. Lyon III. Laboratoire d'esthétique, maison Rhône-Alpes des sciences de l'homme.
- Duprat B. et Paulin M. (1991)**, "De la maison à l'école. L'élaboration d'une architecture scolaire à Lyon. 1875-1914". Conseil scientifique de Bernard Deloche, E.A Lyon, Lab. de l'analyse des formes.
- Duprat B. et Paulin M. (1986)**, « Les types de l'architecture traditionnelle des Alpes du Nord. Maison et chalets du massif des bornes ». E.A de Lyon. Laboratoire des formes, Université J.Moulin, Lyon III.
- Eco U. (1972)**, la structure absente, introduction à la recherche sémiotique, éditions Mercur de France, Paris.
- Eleb-Vidal M et autres (1988)**, "Penser l'habité. Le logement en question", Ed. Mardaga, Liège.
- Elias N. (1913, 1973)**, les civilisations des mœurs Calman-Lévy, Pluriel, Paris.
- Environmental design (1980)**, Algérie Mémoire et Architecture, Journal of the Islamic Environmental Design Research Centre, Dell'oca editor, Rome.
- Faltrept G. (1980)**, L'architecture islamique traditionnelle et le contrôle climatique -La Tunisie-, in Colloque Solaire International, 11-12 Décembre, Nice, France.
- Fardeheb F. (1987 a)**, "Classification of pas. sol. cool. strategies in middle eastern vernacular architecture". In proc. of 12th. pas. sol. conf. of the ASES, Portland, Oregon, 11-16/07/87, pp.511-515.
- Fardeheb F. (1987 b)**, "Examination and classification of pas. sol. cool. strategies in middle eastern vernacular architecture". In Passive solar journal, Vol.4 n°4, pp.377-417.
- Fardeheb F. (1987 c)**, "Natural cooling techniques in hot arid regions of developing countries". In Proc. of the ISES Sol. world Cong. Hamburg West Germany, Sep/87 (5 pages).
- Fardeheb F et Schoen R. (1988)**, "Design guidelines for communities in hot and arid climates of third world countries". In proc. of the pas. sol. architecture, an int. conf. on pas. sol. arch. with emphasis on institutional, commercial and multistory residential buildings, Bled, Yougoslavie, 21-25/03/88, pp.379-382.

Bibliographie (1)

- Faris R-L. (1981)**, "Yesterday and under the indian Sun". In proc. of int. pas hyb. Cool. conf. Miami, Nov/91 A.S.I.S.E.S, pp.37-41.
- Fathy H. (1985)**, "The Malqaf : a traditional cooling and ventilation system". In Sun world, Vol.9, n°2, pp.48-50.
- Fitch J-M. et Branch D-P. (1960)**, "Primitive architecture and climate". In Scientific American, Dec/60, pp.134-144.
- Foster Jodidio P. (1994)**, Sir Norman Foster, Taschen, Berlin.
- Fowler R-J et Burr P-A. (1981)**, « A history of natural daylight in buildings and urban areas in overheated regions with an introduction to recent prediction methods ». In proc. of int. pas. and hyb. cool. conf. Miami, Nov/1991 A.S.I.S.E.S, pp. 348-352.
- Francès R. (1985)**, « Psychologie de l'art et de l'esthétique », Edition. PUF, Paris.
- Francès R et autres. (1979)**, "Psychologie de l'art et de l'esthétique" Ed. PUF, Paris.
- Gallo C., Sala M. et Sayigh A.M.M. (1998)**, Architecture, confort and energy, Elsevier Science Ltd, UK.
- Givoni B. (1980)**, « l'homme, l'architecture et le climat ». Edition Moniteur, Paris.
- Hafiane A. (1983)**, Dynamique urbaine et planification, l'habitat illégal dans l'évolution de Constantine. 3eme cycle urbanisme, université de Grenoble 2, 292 p.
- Hall E-T. (1971)**, « La dimension cachée ». Ed du Seuil, Paris.
- Haumont N. (1968)**, "habitat et modèles culturels" in revue française de sociologie, N° IX.
- Heine E et Leonhardt F. (1989)**, Les tours du monde entier, Edition Livre total, Lausanne, Suisse.
- Hudson S-F. (1976)**, « Geography of settlements ». 2nd Edition. Mac Donald and Evans Ltd, Plymouth.
- Ittelson W.H. (1974)**, Proshansky, H.M., Rivlin, L.G., Winkel, G.H. - An introduction to environmental psychology, Holt, Rinehart and Winston, New-York.
- Izard J-L. (1995)**, « Morphologie, végétal et microclimats urbain », Ministère de l'Equipement du Tourisme et des Transports.
- Izard J-L. (1993)**, "Architectures d'été. Construire pour le confort d'été". EdiSud, Aix-en-Provence.
- Izard J-L et Guyot A. (1979)**, "Archi-bio". Ed. Parenthèses, Roquevaire.
- Jacob F. (1997)**, La souris, la mouche et l'homme, Odile Jacob, Paris.
- Khan H. et Moore Ch. (1990)**, "The individual house". In the Architecture of Housing, Int. Sem. of the AKA, Zanzibar, 12-15/10/88, pp. 165-214.
- Khansari M. et Minouch Y. (1986)**, Architecture traditionnelle en Iran, Edition Pierre Mardaga, Liège, Belgique.
- Klein G. (1992)**, « statistiques et fiction », in Besson J.L. La cité des chiffres, éd autrement Paris.
- Konya A. (1980)**, "Design primer for hot climates". Withey Library of design, New York.
- Lavigne P. (1994)**, « Architecture climatique, une contribution au développement durable ». Edisud, Aix-en-Provence.
- Lefebvre H. (1972)**, « le droit à la ville », Ed. Anthropos, Paris.
- Lory Pierre.** « La couleur de l'islam », Tous les Jardins du monde, Le nouvel Observateur, Hors-Série, n°34.
- Loubes Jean-Paul. (1984)**, archi troglo, Edition Parenthèses, 1984.
- Mahmoud M-K. (1987)**, « Egyptian architecture and energy ». In proc. of Europ. conf. on architecture. Munich, 06 - 10 / 04 / 1987. CEE, pp. 148-152.
- Malfroy S. (1986)**, « Introduction à la terminologie ». In l'approche morphologique de la ville et du territoire. Eidgenössische Technische Hochschule, Zurich.
- Matias M.C et al. (1989)**, « Présentation, reflexions pour une ethnologie des techniques en Inde » in technique et culture, Edition de la maison des sciences de l'homme, Paris.

Bibliographie (1)

- Meersseman B et De Herde A. (1992)**, "Architecture bioclimatique. Recommandations pour une meilleure approche de la problématique du refroidissement dans le domaine du bâtiment". Ed. Architecture et Climat, Univ. Catholique du Louvain.
- Mercer E. (1975)**, *English vernacular Houses: a study of traditional form houses and cottages*, H.M.S.O., Londres.
- Mester Corinne et de Parajd Laszlo. (1988)**, *Regards sur l'habitat traditionnel au Niger, Les cahiers de construction traditionnelle*, Edition CREER.
- Mills G. (1992)**, « The spatial structure of ideology in informal settlements. A case study in South Africa ». In *Building and Environment*, vol. 27, N° 1, pp. 13-21.
- Misrahi Robert**, « Les parfums andalous », *Tous les Jardins du monde, Le nouvel Observateur, Hors-Serie*, n°34.
- Monier G. (1985)**, *le Corbusier*, Edition. La manufacture, collection Qui suis-je, Paris.
- Monnier E. (1985)**, « Energie au foyer. Le mode de vie des classes moyennes en habitat collectif. Plan construction et habitat. MULT.
- Mouline S (Sans date)**, "La ville et la maison arabo-musulmanes". In *Bulletin économique et social du Maroc*, n° 147-1148, pp.1-13.
- Olivier M. (1972)**, "Psychanalyse de la maison". Ed. du Seuil, Paris.
- Ouahrani D. (1993)**, *Calcul de consommation d'énergie* ». In *El-oumran el-Magharibi* N° 92 Oct/1993, pp ;53-56.
- Palmade J. (1982)**, « Modes d'habiter et structure symbolique de l'espace », in *Espace et Mode de vie. Actes du colloque de Dourdan*.
- Popper K. (1973)**, *Logique de la découverte scientifique*, Payot, Paris ; traduit de l'anglais (1959), *The Logic of Scientific Discovery*, Huntchinson, Londres.
- Preston B.S. (1983)**, "Houses are human self-images of Africa's Tamberma" in *Journal of the society of architectural histories*, décembre, Vol.XLII, N° 4.
- Quatremère de Quincy, (1923)**, *De l'imitation*, Editions de Paris ; Editions des archives d'architecture moderne, Bruxelles.
- Quatremère de Quincy, (1923)**, *De l'imitation*, Editions de Paris ; Editions des archives d'architecture moderne, Bruxelles.
- Rahamimof A et Bornstein N. (1981)**, « Edge conditions-climatic considerations in the design of buildings and settlements ». In *Energy and buildings*. 4 (1981), pp. 43-49.
- Ragon M. (1991)**, « Histoire de l'architecture et de l'urbanisme moderne, Tome3, de Brasilia au post-modernisme, 1940-1991 », Coll. Point, séri essais, Ed. Casterman.
- Rapoport A. (1972)**, "Pour une anthropologie de la Maison". Ed.Bordas, Paris.
- Rapoport A. (1968)**, "Sacred Space in Primitive and Vernacular Architecture", *Liturgical Arts*, XXXVI, n°2.
- Raymond H. (1984)**, « L'architecture, les aventures spatiales de la raison », Série Alors, C.G.P, C.C.I, Paris.
- Roderick L.J. (1983)**, *The interpretation of vernacular architecture*, Vol 3, pp. 19-28.
- Rudofsky Bernard. (1979)**, *l'Architecture insolite*, Librairie Jules Tallandier, Paris.
- Rudofsky Bernard. (1977)**, *Architecture sans architectes*, Paris, Edition, du Chêne.
- Safey edin E. (1985)**, « Cairene Facade Studies », *International Union of Architects/ International Architect Magazine*. Cairo.
- Sayigh.A.A.M. (1981)**, *Country/Region monograph, The Arab Word*, in *International Passive and Hybrid Cooling Conference*, American Section of the International Solar Energy Society, Miami Beach, U.S.A.
- Shulz N. (1979)**, « Système logique de l'architecture ». Ed.Mardaga, Bruxelles.
- Shulz N. (1985)**, *Habiter, vers une architecture figurative*, Edition : Electa Moniteur, Paris.
- Schumpeter J. (1954, 1983)**, *Histoire de l'analyse économique*, traduit de l'anglais, Gallimard, Bibliothèque des sciences humaines, Paris, tome 1.

Bibliographie (1)

- Shaviv E. (1984)**, "Climate and building. Design, tradition, research and design tools". In Energy and building, pp.55-69.
- Shulz N. (1985)**, « Habiter, vers une architecture figurative ». Ed. Moniteur, Paris.
- Simmel G. (1923, 1985)**, Les problèmes de la philosophie de l'histoire, traduit de l'allemand, Presses Universitaires de France, Paris.
- Smith PF. (1990)**, « Beyond the Rhetoric ». In RIBA Journal, pp. 52-61.
- Sommer R. (1969)**, « Room density and user satisfaction », in Environment and Behavior, vol. 1, n° 2.
- Sourdel D.** Dictionnaire de l'histoire de l'islam, Presses universitaires de France.
- Tabet A-K et Sharples S. (1989)**, "Climatic and cultural preferences in window design". In proc. of the 2nd Europ. conf. on architecture. Paris, France, 4-8/12/89, CEE, (4 pages).
- Tabet R. (1979)**, « Transformations contemporaines et perspectives pour un urbanisme arabe ». In L'espace social de la ville arabe, Edition. Maisonneuve et Larose, Paris, pp. 317-328.
- Thyssein X. (1983)**, « Des manières d'habiter dans le Sahel tunisien ». Ed C.N.R.S, Paris.
- United Nations. (1993)**, "Environmentally sustainable shelter techniques in southern arabia". Manual for develop. of human settlements, E/ESCWA/HS, 13 Jan/93.
- Venturi R. (1976)**, « De l'ambiguïté en architecture », Edition. Dunod, Paris.
- Wahrani Dj. (1993)**, "Expériences Algériennes en recherche bioclimatique". In El-Omrane El-Magharibi, Nov-Dec/93, pp.100-105.
- Yakubu G-S. (1990)**, « Thèse de Phd », Science Building School. Sheffield, Royaume Uni.
- Yannas S. (1994)**, Design of educational buildings, Architectural Association Graduate School, London.

Bibliographie (2)

En relation avec le sujet

non donnée en référence dans le texte

En fin, tant que nous aurons des
livres nous ne nous pendrons pas.
de Sevigne

- A.K.A.A (1983), "Lectures de la ville africaine contemporaine" Actes du Sem. 7
- A.K.A.A (1984), "Development and urban metamorphosis". Proc. of Sem. 8 in
- A.K.A.A (1986), "The expanding metropolis. Case of Cairo" Proc.of Sem. 9 in the series Architectural transformations in the islamic world, Cairo, 11-15/1984. Ed A.K.A.A.
- A.K.A.A(1980), "Housing. Process and physical form". Proc. of Sem.3 in the series Architectural transformations in the islamic world, Jakarta, Indonesia, 26-29/03/1979. Ed A.K.A.A.
- Abrie J.C. (1976), Jeux, conflits et représentations sociales. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Abrie J.C. (1994), Pratiques sociales et représentations, Paris, P.U.F.
- Abrie J.C. (1996), Vacherot. G. Méthodologie et étude expérimentale des représentations sociales: tâche, partenaire et comportement en situation de jeu. Bulletin de psychologie, 29. 735-746.
- Aissani Y, Etude expérimentale de la transformation d'une représentation sociale sous influence majoritaire et minoritaire. Thèse de Doctorat Nouveau Régime, Toulouse, 1991.
- Al-Awadi S-A-A and Sayigh A-A-M. (1990), "The history of buildings materials in Kuwait and its suitability to local climate". In proc. of the 1st world renewable energy congress, Reading, U-K, 23-28/09/90, Ed.A-A-M.Sayigh.
- Al-Awadi S-A-A et Sayigh A-A-M. (1990), "The history of buildings materials in Kuwait and its suitability to local climate". In proc. of the 1st world renewable energy congress, Reading, U-K, 23-28/09/90, Ed.A-A-M. Sayigh.pp.2443-2451.
- Al-Dabagh J. (1994), " Villes et mémoire : introduction à l'architecture des villes islamiques". In HTM n°2, Juin/94,pp.79-92.
- Alexandrov G et Liebard A. (1979), "L'habitat solaire: comment?" Ed Léquerre. Solaire 1 Magasine, Ed.Apogée, Paris.
- Alexandrov J et J-M. (1982), "Architectures et climats. Soleil et énergies naturelles dans l'habitat". Coll. Architectures,Ed.Berger-Levrault,Paris.
- Arbaoui A et Fardeheb F. (1986), "Traditional shelters in the M'zab valley, Algeria: a vernacular approach to passive cooling in a hot and arid climate". In proc. of the 11 th nat. pas. sol. conf. of the A.S.E.S, Boulder, Colorado, 7-11/06/86,pp.380-385.
- Arbaoui M. (1992), "L'architecture traditionnelle du sud Algérien réponse au climat".In actes du sem. Préparation d'une réglementation pour l'amélioration du confort et la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments des pays du Maghreb, Tunis, 06/11/92, pp.131-143,
- Arnheim R. (1986), " Dynamique de la forme architecturale" .Ed.Mardaga, Bruxelles.

Bibliographie (2)

- Arrouf A. (1997)**, « Pour une épistémologie de l'architecture, cas de l'architecture vernaculaire », in Séminaire National d'Architecture, Biskra, Algérie, pp. 43-58.
- Bachelard G. (1957)**, le nouvel esprit scientifique, P.U.F., Vrin.
- Bahadori M-N. (1978)**, "Passive Cooling Systems in Iranian Architecture", In Scientific American, n°2, Vol.238, Feb/78, pp.144-154.
- Baiwa M-M, Aksuhur E et Al-Otaibi G-S. (1987)**, "Architectural manifestation of the pas. sol. cool. strategies for gulf region of the kingdom of Saudi Arabia". In proc. of Europ. conf. on Architecture, Munich, FRG 6-10/04/87, CEE, pp.153-158.
- Barrucand Marianne et Bednorz Achim. (1992)**, L'architecture Maure en Andalousie, Taschen.
- Bataillon C. (1955)**, Le Souf. Etude de géographie humaine, Alger.
- Béguin F et autres. (1983)**, "Arabesances, Décor architectural et tracé urbain en Afrique du nord. 1830-1950" , Ed. Dunod. Paris.
- Belhadef M. (1987)**, "Urban development in Algeria. Continuity and change in algerian housing". Master thesis, The school of architecture and urban design and the faculty of the graduate school of the Univ. of Kansas, USA, Sep/87.
- Belmont J. (1987)**, "Les quatres fondements de l'architecture "Ed.Moniteur, Paris.
- Bennadji A. (1994)**, Bibliographie critique des Bimaristans. Mémoire de D.E.A, Université d'Aix-en Provence.
- Bennadji A. (1995)**, "Transmission solaire des masques architecturaux en Algérie. (cas du flanc)" . Mémoire de C.E.A en Architecture, E.A de Marseille, Juillet/94.
- Bennadji A. et al. (1995)**, «Outil manuel graphique pour le calcul et le dimensionnement des écrans solaires», in "European Workshop, Lessons of the environment mastery in Architecture», Toulouse, France.
- Bennadji A. et al. (1997)**, « Protection solaire par des masques architecturaux », in Séminaire National d'Architecture, Biskra, Algérie, pp. 90-105.
- Bennadji A. et al. (1997)**, « Micro climat urbain en zones arides », in Séminaire National d'Architecture, Biskra, Algérie, pp.121-132.
- Bennadji A. et al. (1998)**, « Building performance in arid zones », in PLEA "Passive and Low Energy in Architecture" Lisbonne, Portugal, pp. 225-228.
- Bennadji A. et al. (1998)**, « Microclimate urban adaptation in hot countries ». In EPIC'98, 3rd International Conference on «Energy Performance Indoor Climate», and 2nd European Conference on «Energy Performance and Environment Quality in the Building», Lyon, France.
- Bennadji A. et al. (1999)**, « An experience of adaptation to climate throughout time », in PLEA "Passive and Low Energy in Architecture", Australie, (article accepté).
- Bennadji A. et al. (1999)**, « Strategies of climatic adaptation through time », ICB/ICUC Congress, Sydney, Australia. (article accepté).
- Bennadji A. et al. (1999)**, « L'adaptation microclimatique dans l'Architecture Traditionnelle et sa reprise par l'Architecture Contemporaine, des expériences à encourager », in IV eme colloque internuniversitaire Franco-Québécois, thermique des systèmes à température modérée, Montréal, Canada, pp. 237-242.
- Benoist J-M. (1975)**, "L'écriture de la ville" ; In l'Esthétique appliquée à la création du paysage urbain. Actes du colloque Arc et Senans, Sep/73, Paris. mission de la recherche urbaine, Secrétariat de la CEE, 2ème trim. pp.259-274.
- Bisson. J. (1955)**, Le Gourara. Etude de géographie humaine. Alger s.d.
- Bittencourt L-S. (1993 a)**, "Shading and daylight : an integrated evaluation of perforated blocks". In the forthcoming proc. of the ISES word congress, Budapest, 23-27/08/93, (6 pages).

- Blanchet Y. et Girard M. (1993)**, "Thermal and visual effectiveness of shading devices" . In proc. of the 3rd Europ. conf. on Architecture, Florence, Italy, May/93, (4 pages).
- Boubekri M et Boyer L-L. (1991)**, "Optimization of window design for thermal, lighting and occupant appraisal considerations" . In proc. of Sun world congress, Denver 12-13/08/91, Vol.3, Ed.Pergamon Press? New York, pp.2741-2746.
- Boudon Ph. (1968)**, "Pessac de 1927 à 1967; humanisation d'une architecture". In. Architecture, forme, fonction. 14^{ème} année, 1968, pp8-17.
- Bourgeat G. (1985)**, "La représentation sociale et les pratiques de l'énergie", Mémoire de D.E.A., Université de Provence, Aix-Marseille 1.
- Bourgeat G. (1989)**, "Les saisons de confort", Aix-en-Provence, C.E.T.E,
- Bourgeat G. (1991)**, Skoda, C., Wislez, M. - "Habitat Haute Performance Energétique (HPE)", RENEX, A.F.M.E., E.D.F.-G.D.F., MELT.
- Bourgeat G. (1999)**, « Prédicativité, efficacité et centralité des éléments d'une représentation sociale », les cahiers internationaux de psychologie social N°42.
- Broadbent G (1988)**, "Design in architecture. Architecture and Human Sciences". David Fulton Publishers Ltd, G-B.
- C.N.R.S (1984)**, "Politiques urbaines dans le monde arabe" Table ronde Lyon, 17-20/11/82, Ed.Sindbad, Maison de L'orient méditerranéen.
- C.N.R.S (1988)**, "Habitat, Etat et société". Extrait de l'annuaire de l'Afrique de nord, Ed.C.N.R.S, Paris
- Cahiers de la recherche architecturale (1982)**, "Espaces et formes de l'orient arabe", n° 10-11 avril, Ed. Parenthèses, Paris.
- Capderou M. (1985)**, "Atlas solaire de l'Algérie" .Ed. OPU Alger.
- Charneau N. (1981)**, Maison creusées, maison enterrées, Paris, Alternative.
- Chevallier D et al (1979)**, "L'espace social de la ville arabe" . Publications du dép. d'islamologie de l'Univ. Paris-Sorbonne (Paris IV). Ed. Maisonneuve et Larose, Paris.
- Circulaire interministérielle (1989)" N°1 du 19/07/1989"**. Ministères de l'urbanisme et de la construction, de l'intérieur et de l'environnement d'Algérie.
- Clarke J-A. (1990)**, "Advanced design tools for energy conscious building design" . In proc. of the 1st world renewable energy congress, Reading, U-K, 23-28/09/90, Ed.A-A-M. Sayigh, pp.2265-2275.
- Cordier J-P et al (1989)**, "Forme, orientation, énergie" . Cahier n°3 de la coll. Cahiers pédagogiques Thermique et Architecture, ADEME.
- Côte M. (1988)**, L'Algérie ou l'espace retourné, Edition Flammarion.
- Côte M. (1996)**, L'Algérie, Edition Masson.
- Coustinas G. (1976)**, "Villes et sociétés au Maghreb. Etudes sur l'urbanisation". CNRS Paris. 1974 (Résumé). In African Environment, Vol.II, n°1-2, pp182-185.
- Croome D. (1991)**, "The determinants of architectural form in modern buildings within the arab world" . In Building and Environment. Vol.27, N° 4, pp.3449-362.
- Dabat M-A et Izard J-L. (1990)**, "Manuel du programme Ecran Solaire. Version.2.1.0", Oct/90.
- Dar Almanhal (1994)**, " Al'Imara... oua Al-madina Al-islamy, A'ta oua madlou (L'architecture ... et la ville islamique) ". Numéro annuel spécial de la revue Al Manhal, N°519, Vol.65, 6^{ème} année. Maison Al Manhal Information et diffusion. Ltd.
- Dard Ph. (1986)**, "Quand l'énergie se domestique", Plan construction et architecture.
- De Aisiaïn J et autres (1989)**, "Bioclimatie urbain design in Andalusia" . In proc. of the 2nd Europ. conf. on architecture, Paris, 4-8/12/89, CEE, pp.69-75.
- De Sablet M. (1988)**, "Espaces urbains agréables à vivre" . Ed. Moniteur, Paris.
- Delorme A. (1982)**, "Psychologie de la perception", Coll.Vigot, Ed. Etudes vivantes, Montréal.
- Depaule J-Ch. (1992)**, "La distribution : une articulation. Sur l'habitat de l'orient arabe". In les Cahiers de la recherche urbaine, n°27/28, 1^{er} trim., pp. 177-181.

- Depaule J-Ch. (1980)**, "La pratique de l'espace urbain" . In *Éléments d'analyse urbaine*, Ed. AAM, Paris , pp.127-152.
- Depecker P. (Sans date)**, "Energie solaire et habitat. Outils de calcul, instruments d'aide à la conception". (Polycopier).
- Dhina A. (1986)**, "Cités musulmanes d'Orient et d'Occident" . Ed.ENAL Alger.
- Diaz Pedregal P. (1990)**, "Actualité de l'architecture climatique" . In *Bulletin de l'habitat et du tertiaire* , n 16 Juillet/90, pp.32-43.
- Die Neue Sammlung. (1978)**, "Constructions modernes dans un environnement ancien". Catalogue d'exposition.
- Domo J. (1984)**, "Identité culturelle et représentation sociale: culture du mil et culture du riz au Cameroun". Thèse de Doctorat 3ème cycle en Psychologie, Université de Provence.
- Donnadieu C. et P Didillion.H et J-M. (1977)**, "Habiter le désert- Les maisons mozabites. Recherches sur un type d'architecture traditionnelle-pré-saharienne". Coll. Architectures + Recherches, Ed.Mardaga, Bruxelles.
- Drex J-B et autres (1981)**, "Living under the hot sun in underdeveloped countries". In *proc. of int. pas. and hyb. Cool. conf. Miami, Nov/91 A.S.I.S.E.S*, pp.537-540.
- Dreyfus J. (1990)**, "La société du confort" Quel enjeu, quelles illusions ? Paris, L'Harmattan.
- Dufayard F, Pinazo D, Fillon Marc. (1984)**, *Habitat traditionnel syrien, travail de Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture, Architecture Ambiance et Energie*, Marseille.
- Durand J.N.L. (1819)**, *Précis des leçons d'architecture données à l'Ecole royale polytechnique*, Paris, vol. 1.
- E.D.S.G (1980)**, "Report on energy consumption". Saudi Government.
- Echailier J.C. (1978)**, *Essai sur l'habitat traditionnel au Sahara Algérien. Mémoire de l'Institut d'urbanisme de l'Université de Paris I*, Paris.
- Echailier J. C. (1966)**, "Sur quelques habitations rurales du Souf", *Travaux de l'institut de Recherches Sahariennes*, 25, pp. 129-136.
- Egarievuwe S-U et al (1991)**, "Observed thermal behaviour of modified traditional buildings in the Nigerian hot-humid climatic zone" . In *proc. of Sun world Cond., Denver, 12-13/08/91*. Vol. 3, Ed. Pergamon Press, N-Y, pp.2605-2610.
- El-Kady A-E. (1993)**, "In search of aesthetics, Alhazen's Optica. (Egypt, Beauty)". Résumé de thèse de PhD en Architecture, Univ. de Pennsylvanie.
- Etzion Y. (1993)**, "A graphic design tool for the determination of proportional shading of openings" . In *proc. of the 3rd. Europ. conf. on Architecture, Florence Italy, May/93* (4 Pages).
- Evans J-M. (1980)**, "Housing, Climate and comfort". the Architectural Press, London.
- Falah M-M. (1992)**, "Typologie de l'habitat, matériaux et techniques utilisés dans la construction. cas de la région du Centre-Sud". In *actes du sémin. préparation d'une réglementation pour l'amélioration du confort et la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments des pays du Maghreb. Tunis, 06/11/92*, pp. 123-130.
- Fardeheb F and Schoen R. (1984)**, "Recent standalone house. Housing developments and communities". In *proc. of PLEA 84, Mexico, 6-11/08/84*, (25 pages).
- Fardeheb F. (1988 a)**, "Appropriate architecture for the arab population of the mediteranean basin. in search of regional identity". In *proc. of PLEA 1988. Porto, Portugal, 27-31/07/88*. pp.187-193.
- Fardeheb F. (1988 b)**, "Country monograph : Algeria". In *proc. of PLEA 1988. porto, Portugal, 27-31/07/88*. (9 pages).
- Fardeheb F. et Schoen R. (1984)**, "Recent standalone houses .Housing developements and communities". In *proc. of PLEA 84, Mexico, 6-11/08/84*, (25 pages).
- Fathy H. (1970)**, "Construire avec le peuple" . ed. Sindbad, Paris.

- Fathy H. (1971)**, "Al'Imara Al'Arabia Al-hadharia bi Al-charq Al-aoussat. (L'architecture urbaine arabe au Moyen-orient). Conf. donnée à l'univ. de Beyrouth.1971, Ed., Univ. Arabe de Beyrouth.
- Fisher G-N. (1981)**, "La Psychosociologie de l'espace" . ed. PUF, Paris.
- Flament C. (1986)**, "L'analyse de similitude : Une technique pour les recherches sur les représentations sociales" , in : W. Doise et A. Palmonari (Eds.),"L'étude des représentations sociales" , Paris, Delachaux et Niestlé,pp. 139-156.
- Flament C.**, "Structure, dynamique et transformation des représentations sociales", in Abric, J.C. ed., "Pratiques sociales et représentations", Paris, P.U.F., à paraître.
- Flament C. (1987)**, Pratiques et représentations sociales, in J.L Beauvois, R. Joule, J.M. Monteil (eds.). Perspectives cognitives et conduites sociales, tome I, Cousset, Delval.
- Flament C. (1989)**, Structure et dynamique des représentations sociales, in Jodelet, D. (ed.). "Les représentations sociales", P.U.F.
- Fontana. David, Heinle E & Leonhardt F. (1989)**, Tours du monde entier, Livre Total S.A., Lausanne.
- Füeg F (1985)**, "Les bienfaits du temps, essais sur l'architecture et le travail de l'architecte". Ed. Presses polytechniques Romandes.
- Ghrab A-M (1992)**, "Analyse régionale de la relation entre urbanisme, architecture et climat". In actes du sémin. Préparation d'une réglementation pour l'amélioration du confort et la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments des pays du Maghreb. Tunis, 06/11/92, pp.93-121.
- Gibberd P (1972)**, "La composition urbaine" . Ed.Dunod, Paris
- Gilot C et autres. (1986)**, "Architecture et climat. Réalisations".Ed.R.D Energie, Bruxelles.
- Gletty P. (1970)**, "Restauration de la mosquée de Sidi-Okba", Bulletin d'Archéologie Algérienne, 4, pp. 30-39.
- Groleau D. (1986)**, "Facteurs physiques et projets urbains". In Conception des formes urbaines et contrôle énergétique, actes de colloque, Nantes, 24-25/04/86 CERMA, pp.45-62.
- Groleau D. (1987)**, "Modélisation des interactions entre les formes urbaines et les facteurs physiques de l'environnement". In proc. of Europ. conf. on architecture, Munich, 6-10/04/87,CEE,pp.547-552.
- Guerroudj T.(1993)**, "La qualité architectural" . In HTM n°1 , Oct/93, pp.63-69.
- Guibert J-J. (1983)**, "Ecologie et idéologie des villes aux portes du désert" . In actes du sem. n° 7 consacré aux transformations de l'architecture dans le monde islamique, Dakar, Sénégal, 2-5/11/83, Ed.AKAA.
- Guindani S. et Doepper S. (1990)**, "Architecture vernaculaire, territoire, habitat et activités productives" . Ed. Presses polytechniques et univ romandes, Lausanne.
- Halimi A. (1986)**, "Rayonnement solaire et observations météorologiques". OPU Alger.
- Hamburger B. (1982)**, "L'architecture de la maison" . Ed. Mardaga, Liège.
- Harkness E-L et Mehta M-L. (1978)**, "Solar radiation control in buildings". Applied science publishers, London.
- Haumont N et Marie A. (1987)**, "Stratégies urbaine dans les pays en voie de développement. Politiques et pratiques sociales en matière d'urbanisme et d'habitat. Tom2". Actes de colloque, 25-28/09/95, Ed. L'harmattan, Paris.
- Hensens J. (1986)**, "Qsours et Qasbas au Maroc. Reflexion sur l'évolution de l'habitat rural traditionnel" . Ed. AKAA.
- Heras M-R et Montesinos J-L. (1989)**, "Typology energy simulation in spanish vernacular architecture" . In proc. of 2nd Europ. conf. on architecture, Paris, 4-8/12/89, CEE, PP.450-452.
- Heras M-R et al (1991)**, "Experimental analyses of energetic behaviour in a specific typology of the spanish vernacular architecture" . In proc. of PLEA 91, pp.773-778.

Bibliographie (2)

- Heschong L. (1981)**, "Architecture et volupté thermique", Edition Parenthèse, Roquevaire.
- Hirschi S et M. (1983)**, "L'architecture au Yemen du Nord" . Coll. Architectures, Ed. Berger Levrault, Paris.
- Huet B. (1994)**, "La modernité de la tradition". In HTM, n°2, Juin/94, pp.135-148.
- libert R. (1982)**, "La ville islamique : réalité et abstraction" . In les Cahiers de la recherche architecturale n°10/11 , Avril/82, pp.6-13.
- Imesch T. (1988)**, "Timimoun, habitat du Sahara" . Catalogue d'exposition.
- Izard J-L. (1986)**, "Quelques méthodes pour calculer le coût énergétique des formes urbaines vis-à-vis du rayonnement solaire" . in Conception des formes urbaines et contrôle énergétique, actes de colloque, Nantes , 24-25/04/86, CERMA, pp.103-107.
- Izard J-L. (1987)**, "Formes architecturales, orientation et transmission du rayonnement solaire" . In Proc. of Europ. conf. on Architecture, Munich, 06-10/04/87, CEE, pp.55-58.
- Izard J-L. (1994)**, "Maîtrise des ambiances. Contrôle de l'ensoleillement et de la lumière en architecture". Polycop, E-A de Marseille-Luminy.
- Jung. C. G. (1995)**, L'âme et la vie, éditions Buchet/Chastel, livre de poche, Paris.
- Jung. C. G. (1977)**, Man and his symbols, J.G.Fergusson Publishing Company, 1964, traduction française en l'Homme et ses symboles, Robert Lafont, Paris.
- Kaci-Mahrouf M. (1994)**, "Tamentit, cité du désert ou le patrimoine comme référence dans l'enseignement de l'architecture". In HTM n°2, Juin/94, pp.23-35.
- Kaddache M. (1993)**, "Modernité et tradition. Eléments de réflexion sur la crise Identitaire". In HTM. n°1. Oct/93. pp.25-32.
- Karaman A et Egli H-G. (1981)**, "Vernacular approaches to passive cooling in hot arid zones". In proc. of int. pas. and hyb. Cool. Miami, Nov/91A.S I.S.E.S, pp.3-7.
- Khair-el-din A-M. (1990)**, "Energy conservation and its implication for architectural design and town planning in the hot-arid of Saudi-Arabia and the gulf states"? In Solar and wind technology, Vol.7, n°2/3, pp131-138.
- Khan Hasan-Uddin. (1995)**, Contemporary Asian Architects, Taschen editor, Köln.
- Yannas S. (1994)**, Designe of educational buildings, Architectural Association Graduate School, London.
- Khan H. (1989)**, "Architectural education" Learning from developping countries". In Space of Freedom. The search for architectural excellence in muslim societies. AKA and Butterworth Architecture, pp.293-295.
- Khan H. (1992)**, "L'authenticité : l'architecture domestique fondée sur la tradition". 2ème conf. int., Univ. de Californie, Berkeley. 04/10/90. In les Cahiers de la recherche architecturale n°27-28, 1er trim., p.221.
- Kultermann U. (1983)**, "Contemporary arab architecture". In Mimar 9, pp.59-65.
- Kutschera Ch. (1988)**, "Le M'zab. Depuis mille ans, sept, sentinelles veillent au coeur du désert". In Arabies n°14, Fev/88, pp.50-63.
- Lawrence J.R. (1983)**, « The interpretation of vernacular architecture », in Vernacular architecture, vol 3, pp. 19-28.
- Le Paige M. et al (1983)**, "Guide d'aide à la conception bioclimatique ". R-D Energie, Bruxelles.
- Lespés R. (1988)**, Oran, Etude de géographie et d'histoire urbaine, Paris.
- Levy F-P et Segaud M. (1983)**, "Anthropologie de l'espace". Série Alors, Ed. CGP-CCI, Paris.
- Lewcock R. (1984)**, "Madinat Sanaâ Al-Kadima (La vieille ville de Sanaâ)". In Development and urban metamorphosis, proc. of sem. 8 in the series Architectural transformations in the islamique world, Sanaâ Yemen, 25-30/05/1983, Vol.1, Ed. AKA, pp.130-139.
- Los S. (1984)**, "Processus de conception et systèmes solaires passifs". In Techniques et architecture n°354, Juin-Juillet/84, pp.54-56.

Bibliographie (2)

- Los S. (1989)**, "Architecture and building science for energy conscious design". In *Solar and wind technology*, Vol.6, n°4, pp. 309-316.
- Louis A. (1975)**, *Tunisie du Sud, ksars et villages de crêtes*, Paris, Ed. du CNRS.
- Lucain P. (1981)**, "Art urbain, urban design ou Urbanité?". In *Architecture d'aujourd'hui*, n°217, Oct/81, pp.2-7.
- Lyons A-R. and al.** "Energy conscious design criteria for eastern province. Saudi Arabia". In *proc. of the 1st World renewable energy cong.*, Reading, U-K, 23-28/09/ 90, Ed.AAM, sayigh, pp.2158-2162.
- M.C.L.A. (1981)**, "Vers un tissu urbain bioclimatique". In *Urbanisme* n°184-185, pp.50-55.
- M.U.C (Ministère de l'urbanisme et de la construction) (1989)**, "Les tissus urbains". Colloque international, Oran Algérie. 1-3/12/87, Ed. ENAG Alger.
- Makiya Associates (sans date)**, "Makiya Associaires.Advisors on architecture". Brochure publicitaire.
- Marçais C. (1939-41)** "Le Tombeau de Sidi-Oqba", *Annales de l'Institut d'Etudes Orientales*, vol 5, pp.1-15.
- Marçais G. (1974)**, "La maison citadine tunisienne". In *Cahier des arts et techniques d'Afrique du nord*. Tunis, S-T-D, pp.48-53.
- Marie J et Retbi M. (1987)**, "Architecture urbaine et confort climatique.Principaux résultats et renouvellement d'un programme de recherche". In *proc. of Europ.conf.on architecture*.
- Mazria E.(1981)**, "Le guide de l'énergie solaire passive". Ed. Parenthèses Roquevaire.
- Mazria E. (1990)**, "Architectural Integration : Residential and light commercial buildings". In *Solar Heat Technologie, Fundamentals and applications*. Ed. Bruce Anderson, MIT Press, Cambridge, pp.295-310.
- Mc Cluney R. (1987)**, "Determining solar radiant heat gain of fenestration systems". In *Pas. sol. journal*, 4(4)/87, pp.239-487.
- Meir.I.S (1992)**, "Urban space evolution in the desert - The case of Beer-Sheva". In *Building and environment*, Vol.27, N° 1, pp.1-11.
- Ministère de l'environnement et du cadre de vie de France (1980)**, "Intégration urbaine et architecturale". Direction de l'urbanisme et des paysages. Service technique de l'urbanisme Fev/80.
- Ministère de l'habitat d'Algérie (1993)**, "Recommandations architecturales". Ed. ENAG Alger.
- Ministère de l'habitat d'Algérie (1994)**, "Eléments de composition urbaine". Ed. ENAG Alger.
- Ministère de l'Information d'Algerie (1970)**, "Al-Fen Al-Mi'mari Al-Djazai'ri (L'art architectural en Algérie)". Ed. SNED Alger.
- Mircea E.(1961)**, *The Sacred and the Profane*. New York: Harper &Row.
- Moine Ph et Pradeau D. (1978)**, "Eléments d'architecture adaptés au climat désertique en pays islamique". These de 3ème cycle, UPA Bordeaux, Sep/78.
- Muthu Kumar M. et autres (1991 a)**, "Bioclimatic analysis of indigenous houses in différent climates of India". In *proc. of solar world cong.*, Denver, 12-13/08/91, Ed. Pergamon Press, New York, pp.2617-2622.
- Muthu Kumar M. et autres (1991 b)**, "Construction with low energy materials". In *proc. of solar world cong.*, Denver, 12-13/08/91, Ed. Pergamon Press, New, York, pp.2623-2628.
- Nait-Saâda. (1985)**, "La Médina" Symbole de l'urbanisme et d'architecture arabo-musulman". In *Sem. maghrébin sur les médinas*, Tlemcen, Algérie, 27-29/09/85. Texte dactylo. (7 pages).
- Nash C. et autres (1993)**, "Examples of integration of solar technologies in architecture. The British pavillon at Expo'92 in Seville". In *proc. of the 3rd Europ. conf. on architecture*, Florence, Italy, May/93, CEE. (7 pages).

Bibliographie (2)

- Nicolas F et Remon M. (1985)**, "Architecture urbaine bio-climatique". In Architecture, urbanisme et énergie, Bilan et perspectives, actes de colloque, Paris, 12-13/12/85, Ed. Plan construction, pp.93-113.
- Olgyay V. (1969)**, "Design with climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism". Princeton Univ. Press, New Jersey.
- Okeil A. (1993)**, "Urban form and solar energy utilization". In proc. of the 3ed Europ. conf on architecture, Florence, Italy, May/93, CEE. (4 pages).
- Olgyay A. et Olgyay V. (1957)**, "Solar control and shading devices". Princeton Univ. Press, New Jersey.
- Ould-Henia N. (1993)**, "Construire avec le climat. Confort thermique". In Recommandations architecturales, Ministère de l'habitat, Ed. ENAG Alger, pp. pp.5-55.
- Ozguner O. (1988)**, "Saudi urban public spaces and beautification". In Mimar 29, Sep/88, pp.72-75.
- Ozkan S. (1987)**, "Regionalism with modernism". In regionalism in Architecture, Proc. of the 2nd Sem. of AKAA, Ed. AKAA, pp.8-16.
- Pajvanski V. (1990)**, "Solar design as my transmodern architecture". In proc. Of the 1st world renewable energy cong., Reading, U-K, 23-28/09/90, Ed.AAM, Sayigh, pp.2687-2693.
- Pelletier J. et Delfante Ch. (1989)**, "Villes et urbanisme dans le monde". Ed.Masson, Paris.
- Pereira F-O-R. (1989)**, "Insolation in the built environment : criteria for its normalization and regulation". In proc. of the 2nd Europ. conf. on architecture, Paris, 04-08/12/89, CEE. pp.36-38.
- Pfeiffer P-L. (1987)**, "Passive solar residential design within a traditional and regional context". In Passive solar journal, 4(4), pp.351-363.
- Pineau C. (1980)**, "Psychologie différentielle du confort", (Etude des besoins individuels en matière de confort dans les logements), Thèse pour le Doctorat de 3ème cycle, Université Paris V.
- Pinson D. et Zakrani M. (1988)**, "Maroc, l'espace centré et le passage de la maison médinale à l'immeuble urbain". In les Cahiers de la recherche architecturale n°20-21, 3ème et 4ème trim. pp.22-36.
- Plan construction (1981)**, "Architecture climatique". Actes de colloque, Collioure. 16-18/05/79, Plan construction, Paris.
- Plan construction et Habitat (1982)**, "Habitat économe en énergie pour 1985. Les consultations de 1982". Plan construction et Habitat, Paris.
- Prowier.D et Kalbaugh.D (1990)**, "Building envelopes". In Solar heat technologies. Fundamentals and applications, Ed. Bruce Anderson. The MIT Press, Cambridge, pp.76-146.
- Rahamimoff A. (1984)**, "Residential Cluster based on climate and energy considerations". In Energy and buildings, 7(1984), pp.89-107.
- Rahamimoff A. et Elan E. (1987)**, "Beyond Solar architecture: The search for a mediterranean form in Israel" . In proc. of PLEA 87, pp.181-186.
- Ravéreau A. (1981)**, "Le M'zab, une leçon d'architecture.". Ed.Sindbad, Paris
- Ravéreau A. (1989)**, "La Casbah d'Alger, et le site créa la ville" Ed. Sindbad, Paris.
- Raymond A. (1985)**, "Grandes villes arabes à l'époque Ottomane". Ed.Sindbad, Paris.
- Raymond H. (1984)**, "L'architecture, les aventures spatiales de la raison". Série Alors, C.G.P, C.C.I. Paris.
- Rebillat J.C. (1987)**, Compte rendu de séminaire "Confort dans les bâtiments et les villes" . C.N.R.S. Paris, septembre 1986/février 1987.

- Remon M. (1980)**, "La façade épaisse". Ed. Plan construction Paris.
- Remon R. et Nicolas F. (1986)**, "Architecture urbaine bioclimatique. Approche méthodologique d'un processus de projection". In Conception des formes urbaines et contrôle énergétique, Actes de colloque, Nantes, 24-25/04/86 CERMA, pp.235-240.
- Roche M. (1970)**, Le M'zab, Architecture Ibadite en Algérie, édition Arthaud.
- Rouag Dj. (1987)**, "An investigation of solar shading devices in Algeria". M.Phil thesis, School of architecture and building engineering. Univ. of Bath.
- Sarfati A. (1981)**, "Construire un paysage urbain". In Urbanisme n°184-185, pp.76-77.
- Sari Dj. (1979)**, "Les médinas algériennes: Rétrospectives et devenir". In Révolution africaine, 13-19/06/79, (9 pages).
- Sayigh A-A-M. (1989)**, "Solar energy activities in the arab countris". In proc. of cong. of ISES, Sep/89, pp.1851-1865.
- Sayigh A-A-M. (1990)**, "Energy and the environment into the 1990s". In proc. of the 1st world renewable energy cong, Reading, U-K, 23- 28/09/90, Vol,IV, Ed.AAM. Sayigh.
- Sayigh A-A-M. (1981)**, "Old and new buildings in Riyadh as examples of contemporary and emerging architecture". In proc. of proc. of int. pas. and hyb. Cool. Miami, Nov/91 A.S.I.S.E.S, pp.18-21.
- Serageldin I. (1989 a)**, "Architecture as intellectual statement modernism in the muslim world". In the Proc. of the Regional Sem. in the series Exploring Architecture in Islamic world". In the Proc. of the Regional Sem. in the series Exploring Architecture in Islamic Cultures. Ed. AKAA, Malta, 7-9/12/87, pp.16-30.
- Serageldin I. (1989 b)**, "Space of freedom. The search of architectural excellence in muslim societies". Ed. AKAA and Butterworth Architecture.
- Serageldin I. (1989 c)**, "Al-Tajdid wal ta'sil fi'l'Imarat Al-Islamiya: Dirasa li tajribat Ja'izat Al-Aga Khan Lil'Imara (Innovation and authenticity in the architecture of muslim societies: a study of the experience of the Aga Khan Award of Architecture)", Ed. AKAA, Geneva.
- Serageldin I. (1990)**, "The architecture: A survey of the issues". In the architecture of housing, proc. of int. sem., Zanzibar, 12-15/10/88. Ed. AKAA. pp.22-30.
- Serageldin M-A. (1990)**, "The development and morphology of informal housing". In the architecture of housing, proc. of int. sem., Zanzibar, 12-15/10/88. Ed. AKAA, pp.50-73.
- Serra R. (1988)**, "Climate and complexity in architecture". In proc. of PLEA 88, pp.3-7.
- Sharp Denis. (1975)**, Histoire visuelle de l'architecture du XXeme siècle, Pierre Mardaga, Liège.
- Shaviv E. (1983)**, "A design tool for determining the form of fixed and movable sunshades". ASHRAE, annual conv., Atlanta.
- Shaviv E (1988)**, "On the optimum design of shading devices for window". In proc. of PLEA 88, Porto Portugal, 27-31/07/88, pp.279-284.
- Simon. H.**, "Notes sur le mausolée de Sidi-Oqba", Revue Africaine, 53, 1909, pp. 26-45.
- Sodha M-S et Bansal N-K. (1984)**, "Methods for natural cooling of building". In Energy and Habitat, Vinod. G Ed., New Delhi, Wiley eastern Ltd., pp.48-56.
- Soumaré M. (1986)**, "Traditional housing in african cities". par Schwerdtfeger. F- W et autres (Résumé), In African environment, n°17-18-19, Vol. V-1-2--3, pp.194-201.
- Stemmers K. (1989)**, "Performance of external shading devices". In proc. of the 2nd Europ. conf. on architecture, Paris, France, 4-8/12/89, CEE, pp.266-269.
- Stemmers K. (1993 a)**, "Low energy urban design. History. theory and case studies". In proc. of the 3rd Europ. conf. on architecture, Florence, Italy, May/93, CEE, pp.501-504.
- Stemmers K. (1993 b)**, "Environmental urban planning. Issues and desgns". In proc. of the 3rd Europ. conf. on architecture, Florence, Italy, May/93, CEE, pp.505-508.

Bibliographie (2)

- Stemmers K. et autres (1989)**, "Parametric energy modelling for urban situations. Detailed analysis". In proc. of the 2nd Europ. conf. on architecture, Paris, France, 4-8/12/89, CEE, pp.282-285.
- Syndicat d'initiative de Biskra (1923)**, "Biskra et le Sahara constantinois".
- Szczot F. (1972)**, "Eléments analytiques de l'espace urbain. Essai de définition du paysage de la ville à l'échelle de l'homme". Ed.D.Vincent, Paris.
- Szokolay S-V. (1980)**, "Environmental science handbook for architects and builders".
- Szokolay S-V. (1992)**, "Solar design tools". In Solar'92 Under one sun, July/92, pp.159-168.
- Tabet Aoual. (1989)**, "Fonctions of window and fenestration design in a hot climat". In proc. of cong. of ISES, kobe, Japan, pp.1921-1924.
- Tombazis A-N. (1990)**, "The architecture of the mediterranean. Lessons from the bioclimatic point of view". In proc. of the 1st world renewable energy cong. Reafing, U-K, Sep/90, Vol.IV, Ed.AAM. Sayigt, pp. 2171-2178.
- Toppozada S. (1992)**, "La disparition de la maison à cour dans l'Egypte moderne". 2ème conf. Univ. de Californie, Berkeley, 4-10/10/90 (Résumé). In les Cahiers de la recherche architecturale, n° 27/28, 1er trim., p.221.
- Twarowski M. (1967)**, "Soleil et Architecture". Ed. Arkady Varsovie, Dunod Paris.
- U.N.C.T.A.D. (1980)**, "Transfer of solar energy technology issues for developing countries". In Symposium on solar science and technology, Dec/80, pp.164-169.
- V.I.P Atelier d'architecture (1984)**, "Etude architecturale de maisons climatiques adaptées au climat méditerranéen", CNRS, Lab, décothermique.
- Van Diepenbeeck M. (1992)**, "Zonage climatique du Maghreb". In actes du sémin. Préparation d'une réglementation pour l'amélioration du confort et la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments des pays du Maghreb. Tunis, 06/11/92, pp. 39-62.
- Vefik Alp.A (1987)**, "Vernacular climate confort in désert architecture". In Housing sciences, Vol,II, n°2, pp.107-120.
- Villela-Petit M. (1989)**, Le chez-soi: espace et identité, in : Architecture et comportement, vol. 5, PP. 127-135.
- Watson D. et Camous R. (1983)**, "L'habitat bioclimatique : de la conception à la construction". Ed. L'étincelle, Montréal.
- Wursteisen G. (1993)**, "Low Cost, Environment respectfull, passive solar systems in arid Himalaya areas". In proc. of the 3rd Europ. conf. on architecture, Florence, Italy, May/93, CEE, pp.182-185.
- Yannas S. (1990)**, "Designing building to use solar energy". In Energy World, Vol.181, Sep., pp.22-24.
- Ziani Y. (1986-87)**, "Sun radiation and confort in urban space. Reference to hot- dry climate". Master thesis in architecture, Glasgow school of Art, Mac Kintosh of architecture, Glasgow Univ.
- Zine A. (1994)**, "Les ksours". In HTM n°2, Juin/94, pp.17-21.

TABLE DES MATIERES

1. CHAPITRE 1, APPROCHE THÉORIQUE.....	7
1.1 PROBLÉMATIQUE	8
1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	9
1.3 HYPOTHÈSES	10
1.4 MÉTHODOLOGIE	10
1.5 ÉLÉMENTS D'ANALYSE.....	12
1.6 ÉTUDES EXPÉRIMENTALES.....	12
1.6.1 A l'échelle urbaine.....	12
1.6.2 A l'échelle architecturale.....	13
1.7 CHOIX DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	13
1.8 RAPPELS DES DÉFINITIONS ESSENTIELLES RELEVANT DES DIFFÉRENTES DISCIPLINES INTERVENANT DANS CETTE ÉTUDE.....	14
1.8.1 Le confort.....	15
1.8.2 Sensation thermique.....	15
1.8.2.1 Perception et organisation de l'espace par l'individu.....	16
1.8.2.2 La relation affective de l'individu à ses espaces familiaux.....	17
1.8.2.3 Dimension sociologique de l'aménagement du logement.....	18
1.8.3 Le bioclimatisme.....	18
1.8.3.1 Définition du bioclimatisme.....	18
1.8.3.1.1 Caractéristiques climatiques d'une région.....	19
1.8.3.1.2 Angle solide.....	19
1.8.3.1.3 Rappels des effets thermiques des matériaux de construction.....	19
1.9 RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	19
1.9.1 Architecture vernaculaire.....	19
1.9.2 La théorie formaliste.....	21
1.9.3 L'interprétation sociale.....	21
1.10 TERRAIN DE L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE.....	23
1.10.1 L'habitat en Algérie.....	24
1.10.1.1 L'habitat urbain.....	24
1.10.1.1.1 L'habitat traditionnel.....	24
1.10.1.1.2 L'habitat colonial.....	25
1.10.1.1.3 L'habitat collectif.....	25
1.10.1.1.4 L'habitat individuel.....	25
1.10.1.2 L'habitat rural.....	25
1.10.1.2.1 l'habitat dispersé.....	26
1.10.1.2.2 Village et dechras.....	26
1.10.1.2.3 Les ksour sahariens.....	26

2	CHAPITRE 2, INFLUENCES CLIMATIQUES ET SOLUTIONS ARCHITECTURALES DANS L'ARCHITECTURE TRADITIONNELLE DANS LES ZONES ARIDES	28
2.1	INTRODUCTION	29
2.2	CLIMAT ET ARIDITÉ.....	29
2.2.1	<i>Définition et localisation des zones arides</i>	29
2.3	CARACTÉRISTIQUES DES CLIMATS ARIDES.....	30
2.4	CLIMAT ET CAUSALITÉ EN ARCHITECTURE ET EN GÉOGRAPHIE HUMAINE.....	31
2.4.1	<i>Déterminisme climatique et architecture</i>	31
2.4.2	<i>Déterminisme climatique et géographie humaine</i>	31
2.5	RAPPORT ESPACE BÂTI ET ENVIRONNEMENT NATUREL.....	32
2.6	LE CLIMAT ET LE SAVOIR-FAIRE TRADITIONNEL	32
2.7	TECHNIQUES TRADITIONNELLES ET PROTECTION CLIMATIQUE	33
2.7.1	<i>Diminution de la surface de l'enveloppe</i>	34
2.7.1.1	L'habitat troglodyte.....	34
2.7.2	<i>L'ombrage et l'ensoleillement</i>	35
2.7.2.1	L'ombre.....	35
2.7.2.1.1	Ombre urbaine	36
2.7.2.1.2	Encorbellement	37
2.7.2.2	L'ombrage par éléments architecturaux	37
2.7.2.3	galeries	37
2.7.2.4	La terrasse.....	38
2.7.2.5	Ombre au niveau du détail constructif.....	39
2.7.2.6	Éléments de façade.....	39
2.7.2.7	Ombre et végétaux.....	39
2.8	INERTIES THERMIQUES	40
2.8.1	<i>Captage d'humidité et rafraîchissement</i>	41
2.9	ADAPTATIONS TEMPORELLES ET CLIMAT	41
2.9.1	<i>Nomadisme, adaptation ou fuite du climat ?</i>	41
2.9.2	<i>Nomadisme saisonnier</i>	42
2.9.2.1	Nomadisme vertical saisonnier.....	42
2.9.2.2	Nomadisme horizontal saisonnier.....	42
2.9.3	<i>Nomadisme quotidien</i>	43
2.10	RÉGULATION THERMIQUE.....	43
2.10.1	<i>La climatisation urbaine traditionnelle</i>	44
2.10.2	<i>Effet Venturi</i>	44
2.10.3	<i>La ventilation</i>	45
2.11	L'HUMIDITÉ.....	48
2.12	PETIT JARDIN OU VÉRANDA.....	48
2.12.1	<i>Le patio</i>	49
2.13	ÉLÉMENTS FRAGMENTAIRES AU NIVEAU DE L'ENVELOPPE	49
2.13.1	<i>Élément plats</i>	49
2.13.2	<i>La couleur</i>	49
2.13.3	<i>Élément saillants</i>	50
2.13.3.1	Les écrans solaires.....	50
2.13.3.1.1	Occultations fixes.....	50
2.13.3.2	Appareillage et crépissage.....	50
2.13.3.3	Arcades.....	51
2.13.3.4	Mur de clôture de terrasse ou acrotère	51
2.13.3.5	Volumes saillants importants	51
2.13.4	<i>Éléments en creux</i>	51
2.13.4.1	Creux de grandes dimensions.....	51
2.13.4.2	Creux de petites dimensions.....	52
2.13.5	<i>Éléments décoratifs</i>	52
2.13.6	<i>Occultations mobiles</i>	52
2.13.7	<i>Éclairage et réduction du rayonnement solaire</i>	53
2.14	CONCLUSION	54

3	CHAPITRE 3, INFLUENCES CULTURELLES ET REPRÉSENTATIONS ARCHITECTURALES.....	55
3.1	INTRODUCTION.....	56
3.2	GENÈSE DE LA FORME.....	56
3.3	CHOIX DES ÉLÉMENTS DE L'ANALYSE SOCIOCULTURELLE.....	57
3.3.1	<i>L'économie dans la modélisation de la forme de l'habitat.....</i>	<i>58</i>
3.3.2	<i>Diffusion des modèles architecturaux vers d'autres aires géographiques et culturelles.....</i>	<i>59</i>
3.3.3	<i>Origine d'une société et représentation culturelle.....</i>	<i>61</i>
3.3.4	<i>Influences culturelles et représentations architecturales.....</i>	<i>63</i>
3.4	LA REPRÉSENTATION SOCIALE ET LA REPRÉSENTATION ARCHITECTURALE.....	64
3.4.1	<i>Intervention architecturale sur modèle culturel importé.....</i>	<i>66</i>
3.4.2	<i>Influence religieuse.....</i>	<i>68</i>
3.5	PARTI ARCHITECTURAL POUR UNE MÊME REPRÉSENTATION CULTURELLE.....	69
3.6	LA REPRÉSENTATION ESTHÉTIQUE DANS LA DIMENSION SOCIOCULTURELLE.....	69
3.6.1	<i>Identité culturelle.....</i>	<i>70</i>
3.7	L'INSERTION DU CULTUREL ET DU SOCIAL DANS LE CLIMATIQUE.....	70
3.8	CONCLUSION.....	71
4	CHAPITRE 4, ANALYSE MICROCLIMATIQUE URBAINE À SIDI OKBA.....	73
4.1	INTRODUCTION.....	74
4.2	CHOIX DE LA VILLE.....	74
4.3	OBJECTIF DES CAMPAGNES DE MESURES.....	77
4.3.1	<i>Facteurs climatiques mesurés.....</i>	<i>77</i>
4.3.2	<i>Température opérative.....</i>	<i>77</i>
4.3.3	<i>Température de l'air.....</i>	<i>77</i>
4.3.4	<i>Humidité de l'air.....</i>	<i>78</i>
4.4	DESCRIPTION DES SYSTÈMES DE MESURES.....	78
4.4.1	<i>Température de l'air.....</i>	<i>78</i>
4.4.2	<i>Température humide.....</i>	<i>78</i>
4.5	MÉTHODOLOGIE ET DÉROULEMENT DES CAMPAGNES DE MESURES.....	79
4.6	DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....	80
4.6.1	<i>Typologie des espaces urbains.....</i>	<i>80</i>
4.7	LES ESPACES DE MESURES URBAINES.....	82
4.7.1	<i>Point de mesures N° 1 (la palmeraie).....</i>	<i>82</i>
4.7.2	<i>Point de mesures N° 2, (Haret Traïdia 1).....</i>	<i>83</i>
4.7.3	<i>Point de mesures N° 3 (Haret Traïdia 2).....</i>	<i>84</i>
4.7.4	<i>Point de mesures N° 4 (Haret Ouled Amor).....</i>	<i>85</i>
4.7.5	<i>Point de mesures N° 5 (Haret Bleïda 1, passage couvert).....</i>	<i>86</i>
4.7.6	<i>Point de mesures N° 6 (Haret Bleïda 2, cour).....</i>	<i>87</i>
4.7.7	<i>Point de mesures N° 7 (al-Ghdir, place du marché).....</i>	<i>88</i>
4.7.8	<i>Point de mesures N° 8 (Nouveau Zaghdane).....</i>	<i>89</i>
4.7.9	<i>Point de mesures N° 9 (Eucalyptus).....</i>	<i>90</i>
4.7.10	<i>Point de mesures N° 10 (les 80 logements).....</i>	<i>91</i>
4.7.11	<i>Point de mesures N° 11 (Bouzitouna).....</i>	<i>92</i>
4.7.12	<i>Point de mesures N° 12 (Cité des 130 logements).....</i>	<i>93</i>
4.7.13	<i>Durée d'ensoleillement des espaces urbains.....</i>	<i>94</i>
4.8	INTERPRÉTATIONS GRAPHIQUES DES CAMPAGNES DE MESURES.....	99
4.8.1	<i>Les profils thermiques de chaque traversée du parcours.....</i>	<i>99</i>
4.8.2	<i>Les profils de chaque traversée du parcours.....</i>	<i>103</i>
4.8.3	<i>Les profils de chaque point urbain durant toutes les traversées.....</i>	<i>104</i>
4.9	CONCLUSION.....	106
4.9.1	<i>Les effets thermique dans les espaces urbains découverts.....</i>	<i>106</i>
4.9.1.1	<i>Effet d'espace dégagé.....</i>	<i>106</i>
4.9.1.2	<i>Effet de dièdre.....</i>	<i>106</i>
4.9.1.3	<i>Effet Canyon.....</i>	<i>107</i>
4.9.1.4	<i>Espaces couverts.....</i>	<i>107</i>

5	CHAPITRE 5, ANALYSE THERMIQUE ARCHITECTURALE.....	109
5.1	INTRODUCTION.....	110
5.2	CHOIX DES HABITATIONS.....	110
5.3	MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE.....	111
5.3.1	<i>Condition de la lecture des thermomètres.....</i>	<i>112</i>
5.3.2	<i>Les analyses.....</i>	<i>112</i>
5.4	PRÉSENTATION DES HABITATIONS CHOISIES.....	113
5.4.1	<i>Maison 1.....</i>	<i>113</i>
5.4.1.1	Perméabilité située de la maison 1.....	114
5.4.1.2	Mode d'occupation de la maison.....	115
5.4.1.3	Interprétation graphique des températures de la maison 1.....	115
5.4.1.3.1	Comparaison entre les températures intérieures et extérieures.....	115
5.4.1.3.2	Températures moyennes journalières.....	116
5.4.1.3.3	Intervalle des températures internes de la maison entre 1996 et 1998.....	118
5.4.1.3.4	Températures maximales.....	119
5.4.1.3.5	Températures minimales.....	120
5.4.2	<i>Maison 2.....</i>	<i>121</i>
5.4.2.1	Perméabilité située solaire de la maison 2.....	122
5.4.2.2	Mode d'occupation de la maison.....	124
5.4.2.3	Interprétation graphique des températures de la maison 2.....	125
5.4.2.3.1	Comparaison des températures des deux périodes de mesures.....	125
5.4.2.3.2	Températures moyennes journalières.....	126
5.4.2.3.3	intervalle des températures internes dans l'habitation 2 en 1996 et 1998.....	127
5.4.2.3.4	Température maximale.....	128
5.4.2.3.5	Températures minimales.....	129
5.4.3	<i>Maison 3.....</i>	<i>130</i>
5.4.3.1	Perméabilité située de la maison 3.....	131
5.4.3.2	Mode d'occupation de la maison.....	133
5.4.3.3	Interprétation graphique des températures de la maison 3.....	133
5.4.3.3.1	Comparaison entre les températures moyennes des deux périodes de mesures.....	133
5.4.3.3.2	Les températures moyenne journalières.....	134
5.4.3.3.3	intervalle des températures internes dans l'habitation 3 en 1996 et 1998.....	135
5.4.3.3.4	Température maximale.....	136
5.4.3.3.5	Température minimale.....	137
5.4.4	<i>L'habitation numéro 4.....</i>	<i>138</i>
5.4.4.1	Perméabilité située de la maison 4.....	139
5.4.4.2	Mode d'occupation de la maison.....	141
5.4.4.3	Interprétation graphique des températures de la maison 4.....	141
5.4.4.3.1	Comparaison des températures intérieures et extérieures.....	141
5.4.4.3.2	Températures moyennes journalières.....	142
5.4.4.3.3	intervalle des températures internes dans l'habitation 4 en 1996 et 1998.....	143
5.4.4.3.4	Températures maximales.....	144
5.4.5	<i>Comparaisons comportementales entre les quatre habitations.....</i>	<i>146</i>
5.4.5.1.1	Températures minimales.....	146
5.5	CONCLUSION.....	150

6	CHAPITRE 6, STRATÉGIES ET INFLUENCES DE L'ARCHITECTURE TRADITIONNELLE SUR LES MODÈLES CONTEMPORAINS.....	151
6.1	INTRODUCTION.....	152
6.2	INFLUENCE DE L'ARCHITECTURE TRADITIONNELLE SUR L'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE.....	153
6.2.1	<i>Architecture sous terrain</i>	153
6.2.2	<i>Ombrage et innovation</i>	155
6.2.2.1	L'auvent.....	155
6.2.2.2	Les toitures parasol.....	157
6.2.2.3	Auvent végétal.....	158
6.2.3	<i>Ombre urbaine</i>	158
6.2.3.1	Ombrages urbains bâtis.....	158
6.2.4	<i>Ventilation</i>	159
6.2.4.1	Murs ventilés.....	159
6.2.4.2	Capteurs d'air.....	161
6.3	STRATÉGIES ET CONFORT THERMIQUE.....	161
6.3.1	<i>Grands débords</i>	161
6.3.1.1	Les galeries.....	162
6.3.1.2	Dalles de grande portée.....	162
6.3.1.3	Passages sous bâtiment.....	163
6.3.1.4	Ombrage menuisés.....	163
6.3.1.5	Ombrages textiles.....	163
6.3.1.6	Ombrages végétaux.....	164
6.3.1.7	Arbres de haute tige.....	164
6.3.1.8	Les treilles.....	165
6.3.1.9	Arbres de petite taille et faible densité.....	165
6.3.1.10	Couverture végétale et protection solaire.....	167
6.3.2	<i>Les façades épaisses</i>	169
6.3.3	<i>Réduction des ouvertures</i>	170
6.3.4	<i>Limiter les échauffements de surface</i>	170
6.3.4.1	Revêtements réfléchissants.....	170
6.3.4.2	Utilisation de l'eau.....	170
6.3.4.3	Le ruissellement.....	171
6.3.4.4	Les jets d'eau.....	171
6.3.5	<i>Contrôler l'humidité de l'air</i>	171
6.3.5.1	La brumisation.....	171
6.3.5.2	Le ruissellement.....	172
6.3.5.3	Les jets d'eau.....	172
6.3.5.4	Les cascades.....	173
6.4	CONCLUSION.....	174

TABLE DES ILLUSTRATIONS

CHAPITRE 2

FIGURE 2-1: LES ZONES ARIDES DANS LE MONDE	30
FIGURE 2-2: INSERTION D'UN VILLAGE DANS LA PALMERAIE	32
FIGURE 2-3: PLUVIOMÉTRIE ET TEMPÉRATURE DANS L'AIRE D'ÉTUDE	33
FIGURE 2-4: HABITAT TROGLODYTE EN TURQUIE	34
FIGURE 2-5: HABITATIONS SOUTERRAINES AUTOUR D'UNE COUR (TUNISIE)	34
FIGURE 2-6: COUPE SUR DIFFÉRENTS TYPES D'HABITATS TROGLODYTES	35
FIGURE 2-7: VUE SUR LE VILLAGE DE MELIKA DANS LA VALLÉE DU M'ZAB	36
FIGURE 2-8: VUE SUR RUE DE LA CASBAH D'ALGER.....	37
FIGURE 2-9: L'OMBRE DANS LES GALERIES	38
FIGURE 2-10: AFRIQUE, ÉLÉMENTS HORIZONTALS, EXCLUSIVEMENT POUR L'OMBRE	39
FIGURE 2-11: OMBRE PORTÉE PAR UNE GLYCINE	40
FIGURE 2-12 : TEXTURE DE MUR PERMETTANT LE CAPTAGE DE L'HUMIDITÉ	41
FIGURE 2-13: NOMADISME VERTICAL SAISONNIER À BAGHDAD	42
FIGURE 2-14: NOMADISME HORIZONTAL SAISONNIER	42
FIGURE 2-15: NOMADISME VERTICAL QUOTIDIEN D'ÉTÉ	43
FIGURE 2-16 : EFFET VENTURI	44
FIGURE 2-17: VENTILATION PAR EFFET DE CANALISATION DE L'AIR	44
FIGURE 2-18: MAISON À PLUSIEURS ROUZNA.....	45
FIGURE 2-19: PHÉNOMÈNE DE FLUX D'AIR	46
FIGURE 2-20: MALQUAF	47
FIGURE 2-21: MALQUAF À GALERIE SOUTERRAINE	48
FIGURE 2-22: OCCULTATION FIXE PAR AUVENT	50
FIGURE 2-23: CRÉPISSAGE EN TERRE.....	51
FIGURE 2-24: IWAN, FORME ASSURANT L'OMBRE SUR PLUSIEURS ORIENTATIONS	52
FIGURE 2-25: OMBRE EN BAS-RELIEFS.....	52
FIGURE 2-26: OCCULTATION MOBILE.....	53
FIGURE 2-27: ECLAIRAGE INDIRECT	53

CHAPITRE 3

FIGURE 3-1: EVOLUTION D'UNE MAISON ALGÉRIENNE	59
FIGURE 3-2: VILLAGE DES MONTAGNES D'AFRIQUE DU NORD	60
FIGURE 3-3: VILLAGE DE LA PAMPANEIRA EN ESPAGNE	60
FIGURE 3-4 : TYPOLOGIE D'HABITATS EN TUNISIE	61
FIGURE 3-5: SUCCESSION DE PEUPLE À TRAVERS L'HISTOIRE DE L'ALGÉRIE.....	62
FIGURE 3-6: CONVERSATION À TRAVERS DEUX MOUCHARABIEH	63
FIGURE 3-7: REGARD INDISCRET.....	63
FIGURE 3-8: MOUCHARABIEH SUR ESPACE PUBLIC.....	64
FIGURE 3-9: ESPACE PRIVATIF COUVERT SUR COUR PRIVÉE	64
FIGURE 3-10: OUVERTURE PRIVÉE DONNANT.....	65
FIGURE 3-11: OUVERTURE PUBLIQUE DONNANT	65
FIGURE 3-12: OUVERTURE CONDAMNÉE	66
FIGURE 3-13: MODIFICATION D'UNE OUVERTURE DE L'ARCHITECTURE COLONIALE	67
FIGURE 3-14: MINARET DE LA MOSQUÉE DU VENDREDI	68
FIGURE 3-15: ÉLÉMENT DE TRANSFORMATION DE MOSQUÉE EN CATHÉDRALE.....	68
FIGURE 3-16: CLOCHER DE LA CATHÉDRALE DE GIRALDA APRÈS TRANSFORMATION.....	68
FIGURE 3-17: MOUCHARABIEH, TEXTURE TRADITIONNELLE.....	69
FIGURE 3-18: MODERNISATION DU MOTIF TRADITIONNEL	69
FIGURE 3-19: VENTILATION NATURELLE.....	71

CHAPITRE 4

FIGURE 4-1 : CARTE DE L'AFRIQUE DU NORD.....	75
FIGURE 4-2: SITUATION DE LA VILLE DE SIDI-OKBA.....	75
FIGURE 4-3: PHOTO AÉRIENNE DE SIDI OKBA EN 1972.....	76
FIGURE 4-4: SIDI OKBA EN 1996.....	76
FIGURE 4-1: SYSTÈME D'ACQUISITION DES DONNÉES.....	78
FIGURE 4-1 : DIAGRAMME SOLAIRE POUR LA VILLE DE SIDI-OKBA.....	79
FIGURE 4-1: PARCOURS DES MESURES MICROCLIMATIQUES URBAINES.....	81
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N°1.....	82
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N°1.....	82
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N°1.....	82
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 2.....	83
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N°2.....	83
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N°2.....	83
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N°3.....	84
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURE N°3.....	84
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE N° 3.....	84
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 4.....	85
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 4.....	85
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N°4.....	85
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 5.....	86
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 5.....	86
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 5.....	86
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N°6.....	87
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N°6.....	87
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 6.....	87
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 7.....	88
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 7.....	88
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 7.....	88
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 8.....	89
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N°8.....	89
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N°8.....	89
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 9.....	90
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N°9.....	90
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N°9.....	90
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 10.....	91
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N°10.....	91
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N°10.....	91
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 11.....	92
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 11.....	92
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 11.....	92
FIGURE 4-1: PLAN DE L'ESPACE DE MESURES N° 12.....	93
FIGURE 4-2: COUPE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 12.....	93
FIGURE 4-3: VUE SUR L'ESPACE DE MESURES N° 12.....	93
FIGURE 4-1 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE DE URBAIN N° 1.....	94
FIGURE 4-2 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 2.....	94
FIGURE 4-3 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 3.....	95
FIGURE 4-4 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 4.....	95
FIGURE 4-5 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 5.....	95
FIGURE 4-6 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 6.....	96
FIGURE 4-7 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 8.....	96
FIGURE 4-8 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 9.....	96
FIGURE 4-9 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 11.....	97
FIGURE 4-10 : DURÉE D'ENSOLEILLEMENT JOURNALIÈRE DE L'ESPACE URBAIN N° 12.....	97
FIGURE 4-11 : COMPARAISON ENTRE LES FLUX SOLAIRES INCIDENTS CUMULÉS SUR LES PAROIS.....	98

CHAPITRE 5

FIGURE 5-1 : SITUATION DES HABITATIONS	112
FIGURE 5-2 : THERMOMÈTRE MAXI-MINI	112
FIGURE 5-3 : ERREUR DE LECTURE	112
FIGURE 5-4 : PLAN DE L'HABITATION 1	113
FIGURE 5-5 : VUE SUR L'HABITATION 1	113
FIGURE 5-6 : PLAN DE MASSE, HABITATION 1,	114
FIGURE 5-7 : COUPE DE L'HABITATION 1	114
FIGURE 5-8 : PLAN DE L'HABITATION 2	121
FIGURE 5-9 : VUE SUR L'HABITATION 2	121
FIGURE 5-10 : PLAN DE MASSE DE L'HABITATION 2	121
FIGURE 5-11 : COUPE DE L'HABITATION 2	122
FIGURE 5-12 : PLAN DE L'HABITATION 3	130
FIGURE 5-13 : VUE SUR L'HABITATION 3	130
FIGURE 5-14 : PLAN DE MASSE, HABITATION 3,	130
FIGURE 5-15 : COUPE DE L'HABITATION 3	131
FIGURE 5-16 : PLAN DE L'HABITATION 4	138
FIGURE 5-17 : VUE SUR L'HABITATION 4	138
FIGURE 5-18 : PLAN DE MASSE DE L'HABITATION 4,	139
FIGURE 5-19 : COUPE DE L'HABITATION 4	139

CHAPITRE 6

FIGURE 6-1 : HABITAT CHINOIS	154
FIGURE 6-2 : SIÈGE DE L'UNESCO	154
FIGURE 6-3 : OMBRAGE TRADITIONNEL PAR TISSU	155
FIGURE 6-4 : OMBRAGE CONTEMPORAIN PAR TEXTILE	155
FIGURE 6-5 : L'AUVENT DANS L'ARCHITECTURE TRADITIONNELLE	156
FIGURE 6-6 : AUVENT CONTEMPORAIN	156
FIGURE 6-7 : OMBRAGE D'UN MINARET TRADITIONNEL	156
FIGURE 6-8 : MINARET CONTEMPORAIN	156
FIGURE 6-9 : TOITURE PARASOL TRADITIONNELLE	157
FIGURE 6-10 : TOITURE PARASOL CONTEMPORAINE	157
FIGURE 6-11 : VIGNE EN HIVER	158
FIGURE 6-12 : VIGNE EN ÉTÉ	158
FIGURE 6-13 : RUE COUVERTE EN BRANCHES DE PALMIER	158
FIGURE 6-14 : RUE COUVERTE EN MAÇONNERIE	158
FIGURE 6-15 : PASSAGE COUVERT TRADITIONNEL EN MAÇONNERIE	159
FIGURE 6-16 : PASSAGE COUVERT CONTEMPORAIN EN MAÇONNERIE	159
FIGURE 6-17 : RUE TRADITIONNELLE COUVERTE EN TISSU	159
FIGURE 6-18 : RUE CONTEMPORAINE COUVERTE EN TISSU	159
FIGURE 6-19 : NIGER, BÂTIMENT TRADITIONNEL SOURCE D'INSPIRATION	160
FIGURE 6-20 : NIGER BÂTIMENT CONTEMPORAIN	160
FIGURE 6-21 : NIGER, BÂTIMENT CONTEMPORAIN À MURS VENTILÉS	160
FIGURE 6-22 : CAPTEUR D'AIR D'UN BÂTIMENT TRADITIONNEL (A)	161
FIGURE 6-23 : CAPTEUR D'AIR D'UN BÂTIMENT CONTEMPORAIN (A')	161
FIGURE 6-24 : CAPTEUR D'AIR D'UN BÂTIMENT TRADITIONNEL (B)	161
FIGURE 6-25 : CAPTEUR D'AIR D'UN BÂTIMENT CONTEMPORAIN (B')	161
FIGURE 6-26 : PAVILLON DU PORTUGAL À EXPO 98 (ALVARO SIZA)	162
FIGURE 6-27 : PROTECTIONS SOLAIRES PAR DÉBORDS DE COUVERTURE À EXPO 98	162
FIGURE 6-28 : COUVERTURE D'UN GRAND ESPACE PAR UNE DALLE EN BÉTON,	162

Table des illustrations

FIGURE 6-29 : JEUX DE DÉBORDS DE COUVERTURE DANS LA ZONE DES PAVILLONS DÉMONTABLES À EXPO 98 À LISBONNE	163
FIGURE 6-30 : PROTECTION SOLAIRE MÉTALLIQUE, EXPO 98 À LISBONNE	163
FIGURE 6-31 : PROTECTION SOLAIRE EN CAILLEBOTIS BOIS, EXPO 98 À LISBONNE	163
FIGURE 6-32 : PROTECTIONS SOLAIRES PAR RÉSILLES, EXPO 98 À LISBONNE.....	163
FIGURE 6-33 : PROTECTION SOLAIRE TEXTILE DANS LE QUARTIER D'ALFAMA À LISBONNE.....	164
FIGURE 6-34 : ARBRES DE HAUTE TIGE, COURS MIRABEAU À AIX-EN-PROVENCE (FRANCE), VOÛTE VÉGÉTALE DE GRANDE HAUTEUR DES PLATANES.....	164
FIGURE 6-35 : LES FAÇADES SUD DU COURS MIRABEAU SUPPRESSION DU FLUX RÉFLÉCHI PAR LES PAROIS VERTICALES.	165
FIGURE 6-36 : PALMIER DE PETITE TAILLE ET DE FAIBLE DENSITÉ	165
FIGURE 6-37 : VIGNE VIERGE EN TREILLE À ATHÈNES.....	165
FIGURE 6-38 : PARASOLS MOBILES	166
FIGURE 6-39 : COUVERTURE VÉGÉTALE TRADITIONNELLE	167
FIGURE 6-40 : COUVERTURE VÉGÉTALE CONTEMPORAINE.....	167
FIGURE 6-41 : ARCHITECTURE URBAINE TRADITIONNELLE.....	168
FIGURE 6-42 : ARCHITECTURE URBAINE CONTEMPORAINE	168
FIGURE 6-43 : BÂTIMENT À FAÇADE ÉPAISSE À MARSEILLE	169
FIGURE 6-44 : VUE ET DÉTAIL DES OUVERTURES DE L'IMA	169
FIGURE 6-45 : PETITESSE DES OUVERTURES EN ZONES CHAUDES.....	170
FIGURE 6-46 : EXPO 92 SÈVILLE - RUISSELLEMENT SUR VITRAGE	171
FIGURE 6-47 : PLACE DES TERREAUX, MINI JETS D'EAU	171
FIGURE 6-48 : LA BRUMIFICATION.....	172
FIGURE 6-49 : JET D'EAU CENTRAL	172
FIGURE 6-50 : RUISSELLEMENT SUR GRILLAGE - EXPO 92 SÈVILLE	173
FIGURE 6-51 : CASCADE, MADRID, ESPAGNE	173
FIGURE 6-52 : CASCADE D'EAU PLACE AL-KINDI À RIAD EN ARABIE-SAoudITE	174

TABLE DES GRAPHES**CHAPITRE 4**

GRAPHE 4-1: PREMIÈRE TRAVERSÉE DU PARCOURS.....	99
GRAPHE 4-2: DEUXIÈME TRAVERSÉE DU PARCOURS.....	99
GRAPHE 4-3 : TROISIÈME TRAVERSÉE DU PARCOURS.....	100
GRAPHE 4-4 : QUATRIÈME TRAVERSÉE DU PARCOURS.....	101
GRAPHE 4-5: CINQUIÈME TRAVERSÉE DU PARCOURS.....	101
GRAPHE 4-6: COMPARAISON DES T° MOY (DE L'AIR ET OPÉRATIVE SOLAIRE) PAR TRAVERSÉE.....	102
GRAPHE 4-1: COMPARAISON ENTRE LES TEMPÉRATURES (OPÉRATIVE SOLAIRE ET DE L'AIR) PAR POINT DE MESURES 103	

CHAPITRE 5

GRAPHE 5-1: COMPARAISON T° MOY (INT - EXT), HABITATION 1.....	115
GRAPHE 5-2: T° MOY 1996, HABITATION 1.....	116
GRAPHE 5-3: T° MOY 1998, HABITATION 1.....	116
GRAPHE 5-4 : ÉCART DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 1 EN 1996.....	118
GRAPHE 5-5 : ÉCART DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 1 EN 1998.....	118
GRAPHE 5-6: T° MAX 1996, HABITATION 1.....	119
GRAPHE 5-7: T° MAX 1998, HABITATION 1.....	119
GRAPHE 5-8: T° MINI 1996, HABITATION 1.....	120
GRAPHE 5-9: T° MINI 1998, HABITATION 1.....	120
GRAPHE 5-10: COMPARAISON T° MOY (INT - EXT), HABITATION 2.....	125
GRAPHE 5-11: T° MOY 1996, HABITATION 2.....	126
GRAPHE 5-12: T° MOY 1998, HABITATION 2.....	126
GRAPHE 5-13 : ÉCART DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 2 EN 1996.....	127
GRAPHE 5-14 : ÉCART DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 2 EN 1998.....	127
GRAPHE 5-15: T° MAXI 1996, HABITATION 2.....	128
GRAPHE 5-16: T° MAXI 1998, HABITATION 2.....	128
GRAPHE 5-17: T° MINI 1996, HABITATION 2.....	129
GRAPHE 5-18: T° MINI 1998, HABITATION 2.....	129
GRAPHE 5-19: COMPARAISON T° MOY (INT ET EXT), HABITATION 3.....	133
GRAPHE 5-20: T° MOY 1996, HABITATION 3.....	134
GRAPHE 5-21: T° MOY 1998, HABITATION 3.....	134
GRAPHE 5-22 : ÉCART DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 3 EN 1996.....	135
GRAPHE 5-23 : ÉCART DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 3 EN 1998.....	135
GRAPHE 5-24: T° MAXI 1996, HABITATION 3.....	136
GRAPHE 5-25: T° MAXI 1998, HABITATION 3.....	136
GRAPHE 5-26: T° MINI 1996, HABITATION 3.....	137
GRAPHE 5-27: T° MINI 1998, HABITATION 3.....	137
GRAPHE 5-28: COMPARAISON T° MOY 1996 ET 1998 ENTRE (INT ET EXT).....	141
GRAPHE 5-29: T° MOY 1996, HABITATION 4.....	142
GRAPHE 5-30: T° MOY 1998, HABITATION 4.....	142
GRAPHE 5-31 : INTERVALLE DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 4 EN 1996.....	143
GRAPHE 5-32 : INTERVALLE DES TEMPÉRATURES INTERNES DE L'HABITATION 4 EN 1998.....	143
GRAPHE 5-33: T° MAXI 1996, HABITATION 4.....	144
GRAPHE 5-34: T° MAXI 1998, HABITATION 4.....	144
GRAPHE 5-35: T° MINI 1996, HABITATION 4.....	145
GRAPHE 5-36: T° MINI 1998, HABITATION 4.....	145
GRAPHE 5-37: COMPARAISON DES T° MOY DES 4 HABITATIONS EN 1996.....	146
GRAPHE 5-38: COMPARAISON DES T° MOY DES 4 HABITATIONS EN 1998.....	146
GRAPHE 5-39: COMPARAISON DES T° MINI DES 4 HABITATIONS EN 1996.....	147
GRAPHE 5-40: COMPARAISON DES T° MINI DES 4 HABITATIONS EN 1998.....	147
GRAPHE 5-41: COMPARAISON DES T° MAXI DES 4 HABITATIONS EN 1996.....	148
GRAPHE 5-42: COMPARAISON DES T° MAXI DES 4 HABITATIONS EN 1998.....	148
GRAPHE 5-43: COMPARAISON DES ÉCARTS (T° _i MOY - T° _e MOY) DES 4 HABITATIONS EN 1996.....	149
GRAPHE 5-44: COMPARAISON DES ÉCARTS (T° _i MOY - T° _e MOY) DES 4 HABITATIONS EN 1998.....	149

ACHEVÉ D'IMPRIMER SUR LES PRESSES
DE L'A.N.R.T.

Dépôt légal : Novembre 2002



Prix : 44,82 Euros