

Principes de l'architecture bioclimatique dans l'habitation traditionnelle Algérienne : Cas de la médina de Constantine

LAID HICHEM^{#1}, Dr. DEKOUMI Djamel^{*2}

[#] *Département d'Architecture, Université Larbi Tébessi de Tébessa-Algérie.
Laboratoire ville & patrimoine- Université de Constantine (3)-Algérie*

hichemlaid@yahoo.fr

^{*} *Département d'Architecture -Université de Constantine (3)-Algérie.
Laboratoire ville & patrimoine- Université de Constantine (3)-Algérie*

dj.dekoumi@gmail.com

Résumé—L'Algérie occupe une place stratégique en Afrique et dans le bassin méditerranéen. Elle a vu passer plusieurs civilisations sur son territoire, ses médinas sont considérées comme le noyau historique des vieilles villes. Elles y ont été créées essentiellement pendant la période islamique. La civilisation de cette dernière, s'est illustrée par une architecture riche et diversifiée, se caractérise par l'utilisation de matériaux locaux et techniques constructives issues d'un savoir faire transmis par la tradition et l'expérience de plusieurs siècles.

L'impact des influences de la religion pendant la période islamique a été clairement orienté vers l'architecture dont plusieurs facteurs influencèrent celle des villes à travers l'histoire telle que les facteurs: économique, politique, religieux et naturel.

Ainsi la relation entre architecture et milieu naturel, et particulièrement les facteurs climatiques, est devenu un des thèmes de recherche à développer, notamment en architecture bioclimatique. Le concept du bio-climatisme n'est donc pas nouveau, il existe depuis des lustres et a même été naturellement incorporé dans l'architecture traditionnelle. Cependant l'aspect climatique de l'architecture traditionnelle est relativement peu connu, ignoré même ; alors que les principes et valeurs islamiques prennent de fait en considération les valeurs environnementales, fonctionnelles et socioculturelles.

L'objectif de cette recherche est de prouver que les principes de l'architecture bioclimatique ont toujours existé dans l'architecture traditionnelle en Algérie et plus précisément à Constantine. A travers une analyse de la ville et l'habitation traditionnelle de cette dernière (maison à patio), nous essaierons de faire ressortir les caractéristiques climatiques de la région ainsi que les besoins humains du confort thermique.

MOTS CLEFS— ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE, MEDITERRANEE, MEDINA, TRADITION, ISLAM, CONSTANTINE.

I. INTRODUCTION

L'Algérie pays du Maghreb subit l'influence de la méditerranée au Nord et de l'Afrique au Sud et se caractérise par un site stratégique et d'un riche patrimoine.

L'habitat en communauté est un des principes de la région méditerranéenne, hérité de la civilisation gréco-romaine et Arabo-islamo-turque. Cette dernière apporte une attention particulière au facteur climat où des solutions pratiques ont été développées au cours des siècles.

L'architecture bioclimatique est l'art de construire en concordance avec le climat. Ainsi le concept du bio-climatisme a évolué depuis les constructions vernaculaires à l'habitat bioclimatique.

De nos jours, dans les pays arabes l'architecture a accordé une importance à l'évolution technologique en favorisant l'émergence d'un style universel qui ignore les valeurs sociales et spécificités environnementales et climatiques.

L'objectif de cette recherche est de prouver que les principes de l'architecture bioclimatique ont toujours existé dans l'architecture traditionnelle en Algérie et plus précisément à Constantine. A travers une analyse de la ville et l'habitation traditionnelle de cette dernière (maison à patio).

Cette recherche nécessite une méthodologie historique et analytique à travers :

- étude de l'impact des principes islamique sur le choix d'organisation spatiale architectural.
- projection des principes du bio-climatisme sur les principes et valeurs islamique.
- présentation de la ville de Constantine et son évolution historique en période pré-moderne.
- étude analytique des qualités thermique et d'adaptation climatique de l'habitation traditionnelle Constantinoise (maison à patio).

II. LES PRINCIPES DU BIO CLIMATISME DANS ARCHITECTURE TRADITIONNELLE

Les pays issus de la civilisation islamique s'étendant sur un territoire géographique immense, héritières de vieilles traditions orientale et méditerranéennes. La civilisation

islamique va créer un nombre considérable de villes tel que : Qairouane, Samarra, Ispahan.

Le phénomène urbain islamique constitue une importance considérable depuis la chute de l'empire romain. Cependant tout dans la ville islamique s'oppose à la ville gréco-romaine ; le tracé des rues, la nature des équipements, les principes même de l'organisation spatiale et communautaire et la qualité de vie quotidienne. « *la ville musulmane développe un art de vivre infiniment plus raffiné que celui du monde romain, la volupté remplace l'obscénité, l'humilité l'arrogance.* »¹. L'urbanisme des villes arabo-musulmanes a contribué d'une manière originale au renouveau de ces villes, à travers l'apport des différents éléments qui intéressent l'habitat, l'organisation du commerce et des équipements.

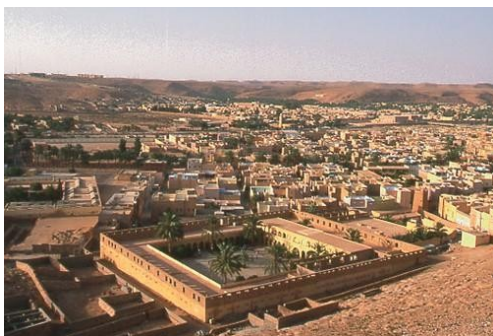


Fig. 1 : La vallée du M'Zab, Ghardaïa
Source : UNESCO.

A. PRINCIPE D'ORGANISATION DE LA VILLE ARABO-MUSULMANE:

Les principes d'organisation des villes arabo-musulmane dans un site donné, s'apparente d'un certain nombre de conditions décrites par Ibn Khaldoun dans sa Muquadima. « *Pour les protéger des mauvaises conditions atmosphériques on veillera à choisir l'emplacement dans une région où l'air est bon et pur(...) il y a beaucoup de choses à voir pour organiser la vie urbaine de manière utile et commode. D'abord le problème de l'eau, il y faut une rivière ou d'abondantes sources d'eau, la proximité des ponts d'eau facilite l'existence des habitants qui ont un besoin de se ravitailler(...) De même il y a la question des terres cultivables. La nourriture est à base de céréales. Aussi la proximité des champs est-elle un grand avantage. il y a aussi le problème du bois de construction et de chauffage.* »²

La ville arabo-musulmane se caractérise par trois éléments clés:

- La mosquée située au centre de l'urbanisation dans le milieu de la casbah principale.
- La casbah est la clé principale du mouvement et l'activité des commerciaux et administratifs.

¹ Viollet le duc « **histoire de l'habitation humaine** », éd P. Mardoga, 1978-p86.

² Ibn Khaldun, « **Discours sur l'Histoire universelle. Al-Muqaddima** ». Trad. Monteil, V. Arles, Actes sud.1997.

- Le quartier résidentiel qui s'étend des deux côtés de la casbah, et les groupes sociaux sont d'une profession hétérogène.

L'impact de la législation islamique sur l'organisation du tissu urbain de la ville arabo-musulmane a été exprimé en faveur de l'harmonisation et l'intégration entre la communauté. Où les zones résidentielles apparaissent sur les principaux axes de circulation dans la casbah et se caractérisent par le calme, les murs aveugles et une hiérarchisation des voies jusqu'aux impasses.

« *Les principes de l'art islamique, dont l'architecture et l'aménagement urbain font partie intégrante, sont en relation étroite avec la révélation islamique (...) L'architecture et l'urbanisme sont, par conséquent, dans leurs formes traditionnelles, créés, modelés et influencés par la religion dans leurs principes internes, leur langage symbolique et leurs fondements intellectuels, ainsi que par l'environnement humain et social auxquels ils servent de cadre de vie.* »³

La ville arabo-musulmane peut être considérée comme une projection spatiale des structures sociales de base et d'une organisation de la société. La cohésion sociale apparaît sur les quartiers résidentiels avec des disparités économiques. Ces valeurs reflètent sur le tissu urbain de la ville, avec les mêmes hauteurs des bâtiments sauf le minaret de la mosquée pour préserver le caractère sacré du quartier et de s'inscrire dans un groupe d'ordre structurel. L'extension de la ville se fait dans l'horizontale que dans la verticale dans la mesure du possible ; suivant les grandes valeurs islamiques.

-L'islam interdit la concurrence en hauteur dans l'architecture et de l'exagération et l'extravagance qui se traduit par extension, sur les principes de la division des terres et des conditions de construction ainsi que l'économie de construction.



Fig. 2 : Palais du bey dans la médina de Constantine.
Source : Internet

-La largeur des rues et les routes ont été déterminées en fonction du volume de trafic qui était dans la rue principale menant à la grande mosquée. La hauteur des bâtiments sur le côté de la route, procurant de l'ombre et s'attache à répondre aux conditions climatiques qui sont imposées entourant les bâtiments autour de cours intérieures.

-tracé des rues, sinueuse et profond afin de les protéger contre les vend chauds et poussiéreux.

³ Seyyed Hossein Nasr, Gisèle Kondracki, « **L'Islam traditionnel face au monde moderne** », 1993, l'Age d'homme, Lausanne. p167.

-Le cadre bâti de la ville musulmane est produit en fonction du mode de vie des croyants, inspiré du Coran, les hadiths et des conditions climatiques locales de chaque région qui est un modèle bien réfléchi. *«En architecture, de même que d'autres aspects de l'islam, le principe de l'unité (al ta-whid) est d'une importance primordiale...en architecture l'unité implique l'intégration des éléments architecturaux, l'interrelation des fonctions et de la répartition de l'espace, et l'omniprésence du sacré dans toutes les formes d'architecture.de façon à éliminer la notion même de profane en tant que catégorie opposée au sacré.(...) étant donné que al-tawhid signifie en arabe à la fois (unité) et (faire un) (ou (intégration)).le principe de l'unité en architecture implique en même temps l'état d'unité reflété par la paix la tranquillité et l'harmonie de l'architecture islamique et l'acte de (faire un) ou intégration qui relie entre eux les éléments d'un édifice particulier, de toute un village ou de toute un site urbain»⁴*

-L'organisation de l'espace résidentiel est un ensemble conçu à partir d'un espace central (vide) selon une hiérarchie allant du plus petit élément de composition, la maison jusqu'à la ville. La séparation reste nette entre la zone commerçante et productive et les zones d'habitations.

-La conception traditionnelle de la famille définit en effet la vie publique et professionnelle se passant dans la rue, comme le domaine de l'homme, tandis que la vie familiale à l'intérieur de la maison, reste le domaine de la femme.

« Les structures et les organisation sociales, les activités productrices, les croyances et les rites, le site se traduiront, à des degrés divers, aussi bien à l'échelle du territoire que dans l'habitation. (...) les bâtiments traditionnels se distinguent par une absence de changement. Leur modèle accepté par tous, est le résultat de l'expérience historique du groupe. »⁵

Les caractéristiques urbaines sont le reflet des caractéristiques sociales et culturelles de la population. Les villes du monde arabe se composent en deux catégories avant et après l'apparition de l'islam. L'islam était la religion de tous les lieux et les temps. Les caractéristiques de la ville islamique reste constantes, elle avait ces propres caractéristiques topographiques et climatiques qui influent sur le tissu urbain de la ville et que les caractéristiques idéologiques de la relation réelle entre l'homme et le lieu reste fixe qui ne change pas dans la ville islamique.

Le fait que la vie sociale repose sur les principes de l'islam explique la prédominance des institutions religieuses, grande mosquée, petite mosquée, medersa, zaouïas, école coranique... Cette empreinte du sacré est manifestée au niveau même des paysages urbains dominé par le minaret des mosquées. Elle est manifeste également dans la localisation de la grande mosquée qui constitue le centre spirituel de la cité : enclos, sacré, situé au cœur de la ville, à partir duquel l'ensemble du réseau urbain prend toute sa signification. En effet la ville elle-même forme un espace enclos, un intérieur.

La grande mosquée et le marché urbain forment le cœur de la cité : le centre spirituel et le centre économique s'articulent au croisement des grands axes de parcours, et s'affirment comme les pôles de l'interaction sociale qui se réalise dans la célébration communautaire du culte et dans l'échange commercial.

A l'écart de la vie de la cité se dressait généralement l'architecture militaire de la casbah, citadelle du pouvoir, qui occupait une position stratégique et qui formait une entité autonome. Au delà des zones résidentielles souvent à proximité des remparts, s'étendait des cimetières (intra-muros) réservés aux musulmans.



Fig. 3: Casbah d'Alger.
Source : internet.

L'unité d'habitation s'agglomèrent en îlots compacts percé de courte impasses et de voies de circulation semi-privée donnant accès à de petits ensembles enclavés de parcelle contiguës.

Les îlots s'articulent et forment des quartiers sillonné de ruelles et de rues où s'étirent des rangées de maisons interrompues par des équipements collectifs du quartier, petite mosquée, hammam, four à pain, école coranique, fontaine ,petits commerces.

B. HABITATION TRADITIONNELLE (MAISON A PATIO) :

L'habitation traditionnelle dans les villes islamiques ne constitue pas un modèle unique. Le monde musulman possède des différences locales, géographiques et climatiques, même si la majeure partie de son territoire est soumis au climat chaud et sec. Cependant l'existence d'une typologie varié, n'exclut pas que l'habitation musulmane possède une structure générale qui lui est propre caractérisée par la présence du patio.

⁴ Seyyed Hossein Nasr, Gisèle Kondracki, « L'Islam traditionnel face au monde moderne », 1993, l'Age d'homme, Lausanne. p168-169.

⁵ Alain .M.Viaro, Arlette Zeigler, « Habitat traditionnel dans le monde, élément pour une approche », 1983, UNESCO.

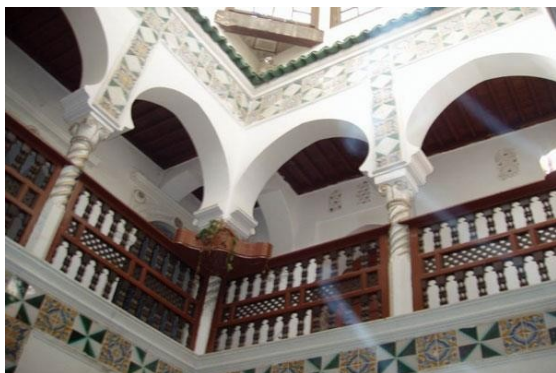


Fig. 4 : Maison traditionnelle, Alger
Source : internet

L'habitation à patio a connu une extension à travers les différentes régions du monde musulman, du fait qu'elle correspondait le mieux à l'organisation sociale de la société musulmane.

Selon Hassan FATHY⁶, (1970) : « On rencontrait sur toute la terre des formes et des détails architecturaux locaux, et les constructions de chaque région étaient le fruit merveilleux de l'heureuse alliance de l'imagination du peuple et des exigences de l'espace ».

Le patio est considéré comme un élément clé de la maison traditionnelle. La cour avait de nombreuses fonctions, les tâches ménagères les plus importantes ainsi que de jouer le rôle du distributeur, qui lie les chambres de l'habitation. Dans le domaine de l'environnement la cour a joué un rôle clé dans l'éclairage et la ventilation des chambres de l'habitation.

À l'ère arabo-islamique, l'utilisation de la cour intérieure a été efficace pour garantir les exigences religieuses. Les impacts sociaux et environnementaux de la construction de la maison. La cour intérieure, qui représente un tiers des biens immobiliers résidentiels, tandis que la surface résidentielle bâtie représente les deux-tiers.

La cour à ciel ouvert est le cœur de la maison, c'est un élément essentiel à la hiérarchie de l'espace. De la ruelle qui est un espace public, on passe par l'espace semi-public qui est la (sqifa) vestibule. La cour est un espace semi-privé et les chambres sont des espaces privés.

« Depuis ce microcosme, on pourra accéder aux équipements spécifiques de la cité, mais en suivant un cheminement barré par une succession de filtres » (...). (Le patio) est donc un élément d'urbanité dans la mesure où les femmes n'ont pas d'activité hors de la maison. (...) À l'origine, il est vraisemblable que la maison était construite sur un seul niveau. L'adoption du niveau supérieur devait tenir compte de deux facteurs : la vue sur les voisins et le matériau utilisé »⁷

La cour à ciel ouvert est la meilleure expression de l'espace pour les multi-usages qu'il offre, l'espace de différentes activités sociales (les fêtes et les cérémonies funèbres...), L'espace de la vie quotidienne, espace de jeux d'enfants et de nettoyage, la cuisine et le bain de l'été. L'utilisation de l'eau,

l'arrosage des arbres dans la cour contribue à élever le taux d'humidité et rafraîchir l'espace.

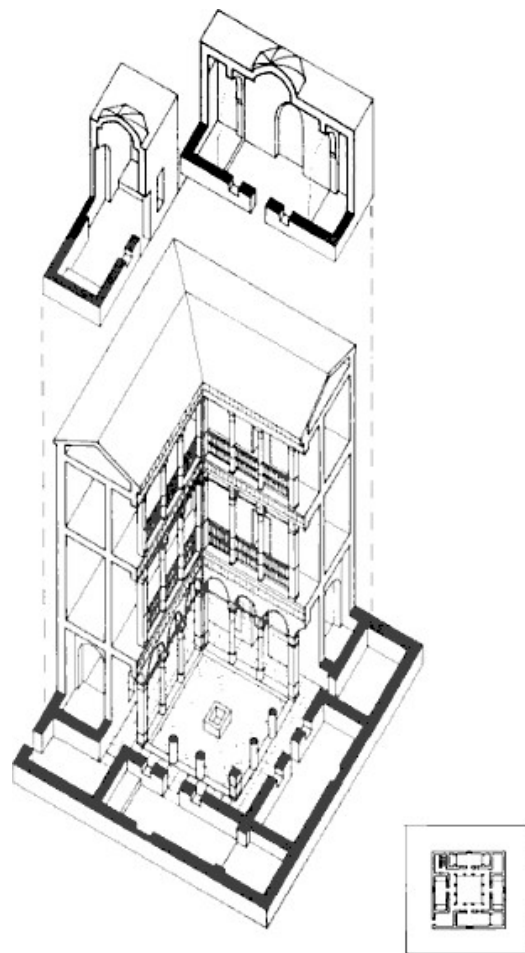


Fig. 5: Vue en plan et coupe d'une maison constantinoise
Source: Sawsan Noweir, 1979.

C. CARACTÉRISTIQUES ET RÔLES DU PATIO DANS LA MAISON TRADITIONNELLE:

1) **Un rôle environnemental** : Le rôle du patio dans la maison traditionnelle est d'améliorer la qualité de l'air créant ainsi un microclimat surtout dans les régions chaudes : L'existence d'arbres et d'eau fait que l'air ambiant du patio ombragé soit frais et il pénètre dans les chambres à travers les fenêtres basses, par conséquent l'air chaud monte en haut de la chambre et sort par de petites ouvertures (vasistas) hautes qui donnent sur l'extérieur ou par les impostes des fenêtres qui donnent sur le patio, le renouvellement de l'air intérieur se fait aussi par les ouvertures (impostes) des portes extérieures et intérieures de la maison.

L'air est donc renouvelé dans un cycle continu (effet de cheminée) pour refroidir la maison. Les maisons sont, en outre, mitoyennes sur trois côtés, de sorte que leur exposition au soleil se trouve réduite au maximum. Création de l'ombre grâce aux encorbellements des étages supérieurs.

⁶ Hassan FATHY, Architecte égyptien (1900 - 1989).

⁷ Michel VAN DER MEERSCHEN. « Les Médinas Maghrébines », 1987, UNESCO.

2) **Un rôle de préservation de l'intimité** : L'intimité de la maison est soumise à des lois divines qui ne doivent pas être transgressées. La cour intérieure des maisons joue un rôle de séparations des fonctions sociales entre les hommes et les femmes. La majorité des maisons arabe avait une entrée en chicane par la (sqifa) avec un angle de 90° qui sert d'un filtre des séquences visuel pour protéger les femmes qui sont au patio des regards indésirables de l'extérieur lorsque la porte est ouverte. Ainsi un rôle de sécurité où les enfants jouent sous la surveillance de leur mère.

Le patio est un espace privé intime (lieu féminin collectif) où les femmes peuvent pratiquer toute les activités quotidiennes le jour. Et lors des fêtes, on trouve une hiérarchisation des espaces bien étudié pour crée un filtre visuel. Les femmes occupent le patio, est condamnent la porte de la (sqifa) pour qu'aucun homme ne puisse y entrer, les vieux occupent la galerie du premier étage, les jeunes hommes au 2eme étage et à la terrasse.

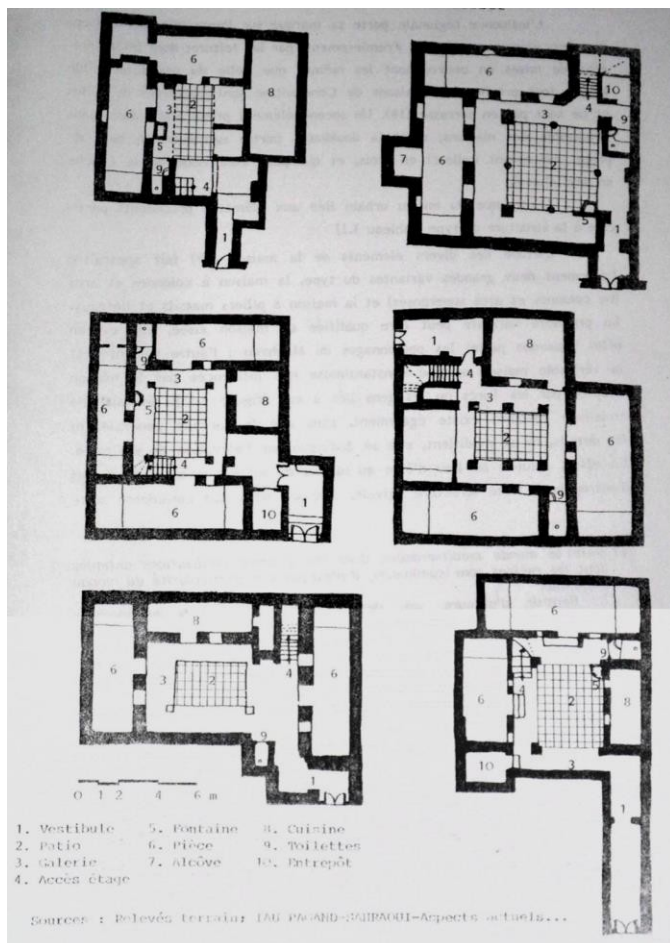


Fig. 6 : Exemples de maison traditionnelle constantinoise : plan de rez de chaussée

Source : PAGAND Bernard, la médina de Constantine.

3) **Un rôle d'isolation phonique**: Le patio offre un confort sonore très apprécié de par son emplacement central, le bruit provenant de l'extérieur est absorbé par les murs épais en pierre des chambres tout autour.

Les ouvertures des maisons à patio donnent très peu sur la rue, de sorte que le bruit n'atteint l'intérieur que de façon très atténuée.

4) **Un rôle spirituel** : L'aspect clément de la nature pour l'Arabe « *c'est le ciel, pur, dégagé promettant la fraîcheur et l'eau vivifiante de ses nuages, s'opposant à l'étendue de sable désertique. la clémence du ciel en a fait la demeure de dieu. et il était impératif de sacrifier la maison en établissant un lien entre la demeure de l'homme et celle de dieu qui est au ciel. la maison devient ainsi un modèle réduit ou un microcosme de l'univers* »⁸.

5) **Un rôle socioculturel** : L'habitation est un fait culturel est aussi un lieu de préservation de l'équilibre de la famille. Le patio permet aux membres de la famille de se regrouper pour plusieurs activités rituelles liées à la culture, dont la célébration joue un rôle important dans le renforcement des liens sociaux : fêtes religieuses, naissances, mariages... Les femmes peuvent pratiquer toute les activités quotidiennes le jour au patio (les activités ménagères, artisanales, les métiers à tisser), et dès que leurs maris qui travaillent ailleurs rentrent le soir, les femmes retournent chez elles ainsi le patio devient un espace interdit pour les femmes.

III. ETUDE DE CAS DE LA VILLE DE CONSTANTINE :

A. PRESENTATION DE LA VIELLE VILLE DE CONSTANTINE :

Constantine considérée comme métropole régionale depuis la régence turque, bénéficie d'une situation géographique privilégiée.

La ville est partagée par un axe médian, à la tête duquel se trouve le **rocher**, unique en son genre, de forme approximativement trapézoïdale, il suit une double inclinaison Nord-Sud et Ouest-Est d'une pente de 10%,

Cette particularité du **rocher** où est bâtie la médina, représente le centre de Constantine fait qu'il offrait sécurité et protection à ses habitants.

La ville de Constantine par sa position, elle maintien un pouvoir d'attraction dans le groupement intercommunal et une aire d'influence de plus en plus partagée avec sa région périphérique.

1) **SITUATION GEOGRAPHIQUE**: Constantine capitale de l'Est Algérien depuis plus de 2000 ans, bénéficie d'une situation géographique privilégiée qui la positionne en plein centre de l'Est Algérien. Elle se situe entre la latitude 36.23 et la longitude 7.35 en plein centre de l'Est algérien, précisément à 245 Km des frontières Algéro-tunisiennes, à 431 Km de la capitale Alger vers l'Ouest, à 89 Km de Skikda vers le Nord et à 235 Km de Biskra vers le Sud. Considéré comme un carrefour de communication entre l'axe Nord-Sud franchissant le tell, se prolongeant vers le Sud pour s'ouvrir sur le Sahara et l'axe Est-Ouest.

⁸ Hassan FATHY, in, « **L'Algérie ou l'espace retourné** », Marc COTE, 1993, Média plus. Constantine, op. Cit. P20.

Elle représente le nœud central de communication avec les autres régions du pays et même les pays voisins.

Constantine est limitée:

- Au Nord par la wilaya de Skikda.
- A l'Est par la wilaya de Guelma.
- A l'Ouest par la wilaya de Mila.
- Au Sud par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi.

2) *PARTICULARITE DU SITE*: La particularité du site de Constantine, par l'existence du **rocher** qui offre des limites naturel et se détache de son environnement. De forme approximativement trapézoïdale, il suit une double inclinaison et se trouve séparé des sites voisins par une gorge qui s'évase de moins de 30m à 200m, sa profondeur varie de 80m à 200m. ces gorges constituent une forte coupure dans le tissu urbain en séparant le noyau du reste de la ville.



Fig. 7 : situation de la ville de Constantine
Source : Wilaya de Constantine

Ce site très accidenté et contraignant, naturellement défensif qui a favorisé sa persistance et son existence à travers les siècles et les civilisations, a limité l'extension extra muros de la ville jusqu'à l'époque coloniale.



Fig. 8 : Vue du rocher de Constantine
Source: Carte postale.

3) *LE CLIMAT*: Le climat de la région Est continental est caractérisé par des maximales de 25-45 en été et des minimales de 0-12 en hiver.

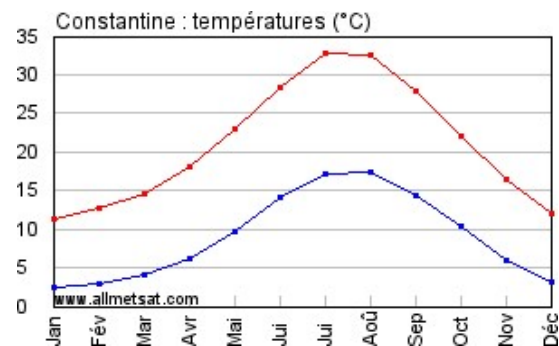


Fig. 9: Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes.

Source : www.alimetsat.com

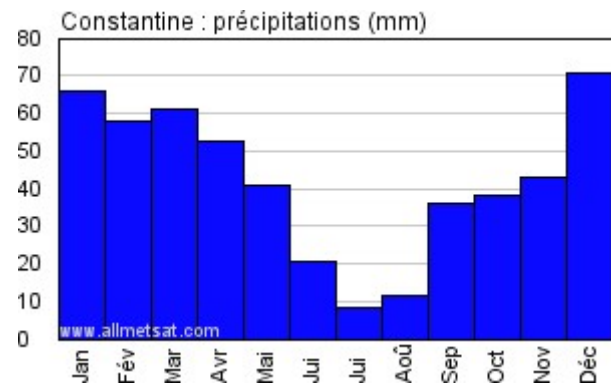


Fig. 10 : Précipitations à Constantine

Source : www.alimetsat.com

L'ensoleillement est considérable dans la ville de Constantine. Potentiellement, pour une latitude de $36^{\circ}17'$, le nombre d'heures d'ensoleillement dépasse les 14 heures par jour en été, et 09 heures en hiver comme le montre le diagramme solaire (ainsi que la trajectoire solaire qui est plus importante en été (21 Juin, jour le plus long de l'année) qu'en hiver

(21 décembre, jour le plus court de l'année) ceci permet de considérer également l'énergie incidente sur le sol qui à son tour n'est pas négligeable.

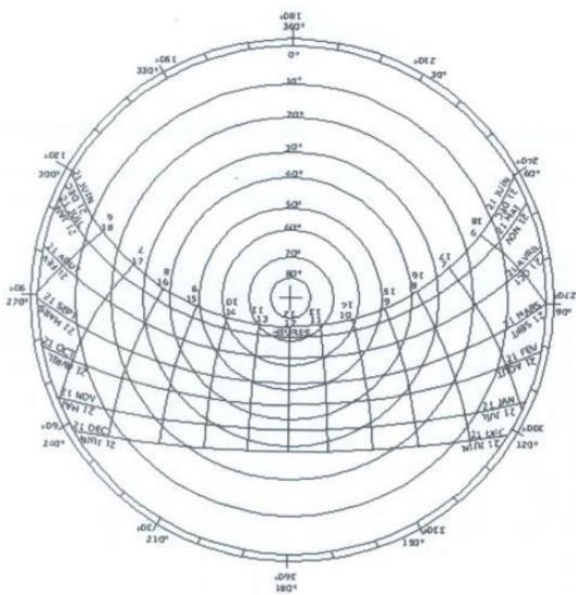


Fig. 11: Diagramme solaire indiquant la trajectoire solaire pour la ville de Constantine – latitude 36° 17'
Source : O.N.M. Ain El Bey Constantine –période entre 1994 & 2003.

A Constantine, la durée d'insolation effective est très importante pendant toute l'année. Elle est comprise entre 151 heures pour le mois de janvier et plus de 300 heures pour le mois de juillet.

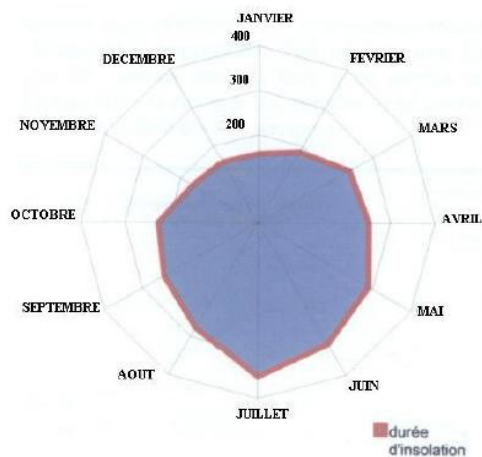


Fig. 12: Moyenne mensuelle de la durée d'insolation en heures à Constantine
Source : O.N.M. Ain El Bey Constantine –période entre 1994 & 2003.

B. ETUDE ANALYTIQUE DE L'ESPACE ARCHITECTURAL :

Nous présentons dans cette partie d'analyse l'habitat traditionnel à l'époque précoloniale et plus précisément à la période de la régence turque situé à l'impasse (Derb) de la famille Bencharif: Maison Benchicou & Bencharif selon divers aspects.

La maison est considérée comme unité de résidence. Elle est organisée autour d'un espace central, la cour, qui détermine les lois de juxtaposition. Cette cour, milieu de la maison, est l'espace de vie, là où s'organisent toutes les activités collectives de la famille. Cet espace permet d'affirmer l'unité spatiale de la maison toute entière, en appréciant en plus son décor architectural. Fermé sur le reste de la cité, retranché derrière ses murs, l'enclos que forme la maison reste ouvert vers le ciel, organisant autour de lui des cellules d'habitation. C'est par la cour intérieure que s'ouvrent les espaces qui l'entourent recevant de l'aération et de l'éclairage. Du fait de sa position central, la cour, sur laquelle on accède par l'un des angles, c'est le principal espace de circulation.

Il existe trois types de maisons:

- (Dar Flen) Appelé selon son propriétaire : (Dar) maison + (flen) le nom du propriétaire. Occupant une grande parcelle de terrain, utilise des matériaux nobles (souvent importés) avec des dépendances, tel que Hammam, cimetière...
- Maison populaire : Plus répandue que la première, occupant des parcelles relativement plus modeste tout en utilisant des matériaux simples (locaux).
- (El Ali) : Petite maison principalement aux niveaux des rues commerçantes, avec commerce au rez de chaussée et habitation à l'étage.

A. Berthier⁹ rapporta la description de Georges Marçais¹⁰ de la maison constantinoise : « *la maison de Constantine est couverte par des tuiles. Le plan est sensiblement celui d'Alger, mais on y attribue pas le même développement à la sqifa, ni le même décor. Assez souvent l'étage supérieur s'avance au-dessus de la rue. Cette partie haute est parfois ornée d'arcatures entrelacées. L'encorbellement est établi sur un plan de rondins jointifs, que portent des consoles assez grossières de maçonnerie...* ».

Les matériaux étaient à l'origine de la brique de terre cuite, qui fut de plus en plus perfectionnée, de la faïence et d'autres matériaux de qualité. A l'intérieur de la maison, se trouve toute la richesse des décorations (bois nobles ouvragés, marbre de qualité, colonnades, zellige...).

C. ÉTUDE DE CAS : MAISONS DES FAMILLES : BENCHERIF & BENCHICOU:

1) *Description* : Les maisons sont élevées d'un rez-de-chaussée plus un ou deux étages dont la disposition des espaces étaient semblable à celle du Rez de chaussée. Au dessus de ce dernier existait un faux étage ou (Slama), prolongeant les quarts côtés de la maison. Cet espace était affecté au stockage des provisions. La maison constantinoise, aux façades simples, presque aveugles, de hauteur limitée, est

⁹ André Berthier, (1907-2000), archéologue et archiviste français.

¹⁰ Georges Marçais, (1876-1962), orientaliste français.

un volume fermé sur l'extérieur. Par contre on trouve des façades intérieures richement décorées, l'emploi des arcs et coupole et de la céramique (zellidj).

L'un des angles de la maison comporte l'entrée qui est marquée par un seuil et une porte en bois.

L'entrée de la maison donne sur un espace décalé de la maison la (sqifa) pour l'intimité de la famille et qui s'ouvre directement sur le patio (West ed-dar). Ce dernier est le centre vital de la maison, il est bordé de piliers en marbre et d'arcades qui constituent les éléments porteurs de la maison et qui signifient un style architectural. Il assure l'essentiel d'éclairage et d'aération vu l'absence des ouvertures fenêtres qui donnent à l'extérieur. C'est à partir du patio qu'on accède aux autres pièces de la maison. La cuisine se trouve dans un coin de la maison, et elle comporte des niches, car elle occupe un espace pas très grand. La maison possédait un seul Wc appelais (Bit el ma) situé au Rez de chaussée sur un angle de la maison. Les chambres sont des pièces qui prennent plus de longueur que la largeur, et elles sont destinée pour un certains nombres d'activités car l'espace où la famille exerce toutes ses activités collectives c'est l'espace central.

- 2) *Situation* : Les maisons Benchicou et Bencharif se situent l'impasse : cours commune à trois maisons appelée (Derb) Bencharif.

On y accède à travers un système hiérarchique de filtre visuel ou la largeur de la route diminue jusqu'à l'impasse. (On passe de l'espace public vers le semi-public, ensuite le semi-privé jusqu'à l'espace privé l'impasse).



Fig. 13: Situation (Derb) Bencharif : de l'espace public jusqu'à l'impasse
Source: Sawsan NOWEIR, 1979.

- 3) L'orientation: Les maisons sont orientées vers le Nord-ouest.

- 4) Les accès : L'accès se fait à partir de l'impasse (Derb Bencharif) par une grande porte d'entrée qui se ferme la nuit.

-Bab Ed-Derb : Bab= (porte), C'est la grande porte d'entrée à l'impasse. (Derb Bencharif).



Fig. 14: (Bab Ed-Derb), L'entrée au (Derb) Bencharif.
Source : LAID HICHEM, 2012.

Les maisons sont accessibles à partir d'une seule entrée au (Derb) Bencharif, elles possèdent par conséquent une seule façade qui donne sur (Derb).

-L'entrée principale: La maison est accessible par une grande porte d'entrée, la porte est en bois.



Fig. 15: Porte d'entrée maison Benchico
Source : LAID HICHEM, 2012.



Fig. 16: Porte d'entrée, maison Bencharif
Source : LAID HICHEM, 2012.

- 5) *Les différentes composantes des maisons traditionnelles* :

- Le seuil :

Le seuil ou (Atba); sert à empêcher la pénétration de l'eau de l'impasse(Derb) vers la maison. En plus sa valeur symbolique et spirituelle.

- Vestibule (Sqifa) : Espace à l'entrée de la maison, et qui donne sur la cour centrale. On accède au patio (West Ed-dar) par une entrées en chicane a l'intermédiaire de la sqifa, sorte de vestibule peu éclairé. Un espace de transition entre l'extérieur et l'intérieur, pour empêcher les regards indiscrets et préservé l'intimité. Cet espace est pour 02 raisons : -La 1ère sociale puisqu'elle permet de protégée ceux qui sont dans la cour du regard direct. -La 2ème phonique, parce que la profondeur du passage permet l'isolation phonique.

- El-Mqadma : C'est la coursive sur laquelle s'ouvre la porte qui donne sur le Patio (West Ed-dar). Un espace couvert en haut mais ouvert sur le patio.



Fig. 17 & 18: El Mqadma, maison Benchicou & Bencharif
Source : LAID Hichem, 2012

- Le patio (West Ed-dar): C'est l'espace le plus important dans la maison où s'exercent les activités communes de la famille. Il est de forme carré, entouré par les différentes pièces de la maison. Cet espace est entouré des 4 cotés par des arcades qui constituent les éléments porteurs de la maison. Dans ce patio, se trouve un réservoir d'eau appellei (Mendjen) qui sert à alimenter la maison par un système de pompage mécanique. La cour est le centre de la maison (West Ed-dar), (West) est le centre et (dar) ce qui entoure l'habitation. C'est une cour à ciel ouvert au milieu de la maison, de forme carré, dallée de marbre blanc ou de carrelage, entouré de galeries à arcades, posées sur des piliers d'angle et des colonnes en marbre, séparé de la cour par une marche, ou apparaissent de façades intérieures richement décorés. Espace privilégié surtout pour les femmes qu'y passent la majorité de leurs temps. Cette cour est destinée à plusieurs fonctions dont les plus importantes sont :

- Espaces de séjour et de rassemblement familial
- Espaces de jeux pour enfant. -Espace de cérémonie (fêtes,...).



Fig. 19 & 20 : Les façades intérieures présent à partir du patio maison Benchicou
Source : LAID Hichem, 2012



Fig. 21 & 22 : Les façades intérieures présent à partir du patio, maison Bencharif
Source: LAID Hichem, 2012

- Les pièces d'habitation: Des pièces longues et peu profondes de **8 à 10m** de long et de **2 à 3m** de large.
 - Madjliss : situé au rez de chaussée. C'est l'une des chambres les plus larges, destiné à recevoir des invités où une pièce de métier à tisser.



Fig. 23: Prise de vue à partir du patio, façade d'un (Madjliss), maison Benchicou.
Source : LAID Hichem, 2012

Les murs intérieurs opposée à l'entrée muni d'un (qbou) alcôve, il se situe sur l'axe de la porte d'entrée de la pièce, surmonté d'une coupole, d'un plafond en bois ou en plâtre sculpté, plus au moins profonde selon les dimensions de la maison. On accède au (Madjaliss) par une porte située au milieu de la façade intérieure et de part et d'autre de la porte d'entrée se situent deux fenêtres basses.

Les deux extrémités de la pièce sont occupées par 02 (Doukkana) surélevées de 20 à 100 centimètre. La pièce principale peut comporter 02 (Maqsoura) de part et d'autre du (qbou) qui peuvent servir de pièce de rangement de vêtement.

- Chambre(Bit) : les chambres (El Biout), lieux où l'on passe la nuit. Elles se trouvent généralement au 1er ou 2eme étage.



Fig. 24 : Vue d'intérieure, chambre au 1er étage, maison Benchicou.
Source : LAID Hichem, 2012



Fig. 25 & 26 : Vue d'extérieure porte et fenêtre,
Chambre maison Benchicou.
Source : LAID Hichem, 2012.

- Saraya: La plus belle pièce de la maison se trouve à l'étage donnant sur la coursive (Stha). C'est l'une des pièces les plus larges et la porte d'entrée se situe au milieu. Le mur face à l'entrée possède un (qbou) entre deux (Maqsoura) qui servent de débarras, petite chambre, espace de rangement de vêtements. Parfois la (Saraya) est dotée de deux (doukkana) qui servent de rangement de meuble le jour et le soir de chambre à coucher. L'espace au-dessous de la (doukkana) appelé (qualb doukkana) est un espace de stockage et de rangement généralement ventilé et éclairé par une

fenêtre basse à l'extérieur des pièces dans la galerie.

- Les espaces de services:

- La cuisine:

Elle se situe généralement au rez de chaussée, dans un angle de la maison ou près de la galerie.

- WC (Bit el ma):

Le Wc est éloigné généralement des pièces d'habitation avec un siège à cuvette turque. Il occupe une place discrète près de la (sqifa).

- Les escaliers (Ed-droudj):

L'escalier situé dans un angle de la maison, assure le déplacement vertical des habitants, du rez de chaussée vers le 1er ou 2eme étage,

- La galerie (Satha):

La galerie est située à l'étage. C'est une petite terrasse qui précède les chambres (Biout).



Fig. 27: La galerie (Satha), maison Benchicou.
Source : LAID Hichem, 2012

4) Analyse de l'habitation à patio :

Le patio régleme la hiérarchisation de l'intérieur et de l'extérieur horizontalement et verticalement.

- Hiérarchie horizontale

-De la rue au centre de la maison, on passe à travers la (sqifa), ce parcours n'est jamais direct et les différentes composantes ne sont jamais en enfilade. A chaque séquence un changement de direction et un léger déplacement fait que cet axe bute toujours vers un mur avant de continuer son parcours.

-De la cour aux pièces intérieurs, un système, et une série d'écran et de limites à franchir, il part du centre de la maison aux différentes pièces. Il s'agit de franchissement de plusieurs limites matérialisé par la galerie et son seuil.

-A l'intérieur de la pièce le schéma est différent : c'est le croisement de deux axes

Le premier : axe principale mène de la porte au (qbou). Matérialisé par la porte d'entrée d'une part et de l'autre part la niche formant le (qbou).

La deuxième perpendiculaire au premier, distribue les deux extrémités (les parties privées) il est matérialisé par les deux arcs

en bois limitant ces parties. la symétrie redondante dans la pièce. (porte centrale flanquée de deux fenêtres qui fait face à un (qbou) encadré de deux maqsura ou deux placards muraux qui a leur tour font face aux fenêtres) ne fait qu'accentuer cette organisation hiérarchisée.

-La simplicité de la pièce fait que les séquences et les limites sont matérialisées par les mobiliers ou l'aménagement intérieur se qui permet également la poly-fonctionnalité de la pièce. Le croisement de ces deux axes marque le centre de la pièce, matérialisé au plafond par un traitement différent du reste.
-Le centre de la pièce laisser toujours vide par le rôle qui joue dans la distribution.

- Hiérarchie verticale :

En plus des valeurs horizontales de l'intérieur vers l'extérieur ; il s'opère une hiérarchisation de ces valeurs à la verticale. C'est l'axe ciel-terre ou terre-ciel. Sur cet axe s'expriment les degrés d'intérieur et d'extérieur qui ont trait à un rapport intra-familial, intra -muros.

-Dans le sens bas /haut : l'escalier est l'élément médiateur du parcours.

L'escalier va réguler le passage du communautaire à l'intime. La sphère intérieure celle du premier niveau (West ed-dar et madjeliss) se présente comme un espace où active l'ensemble des occupants. Elle est aussi le lieu où seront célébrés les rites (mariage, décès,...). De même que les rites domestiques (couscous, lavage des laines,...) et les rites religieux (immolation du mouton de l'Aïd el kebir, El Mouloud...) C'est la sphère de la communauté. C'est la sphère du public à l'échelle du groupe restreint. C'est la sphère de l'extérieur. L'ascension est donc sous-tendue par la singularisation des espaces et leur privatisation. Elle est aussi sous tendue par la noblesse. Car la partie supérieure est soit occupé par le couple originel (mère-père) soit par un couple qui se forme (fils-belle fille) dans le cas d'une famille unique.

Dans l'autre cas où la maison est habitée par des familles sans liens de parenté. C'est le propriétaire qui se réserve la partie supérieure de la maison. La distance ainsi observée et surtout la position en hauteur met le propriétaire en situation de dominance, il devient de se fait inaccessible par sa position (en haut). L'occupation des espaces dans la maison traditionnelle est régie par la valorisation de ceux-ci de l'extérieur vers l'intérieur. Cette valorisation réalisée de bas en haut.

-Le premier niveau de la hiérarchisation est tantôt dissuasion tantôt invitation.

-le passage de l'extérieur à l'intérieur s'affirme matériellement à chaque fois par changement de niveau.

-La rupture de niveau est réalisée par ascension de l'extérieur vers l'intérieur.

- Ascension horizontale qui vise l'intimité ou la place d'honneur.

- Ascension verticale, qui elle oriente la direction vers le ciel, à la fois extérieur de la maison mais aussi intérieur.

- Analyse des articulations :

-Facteur lumière : La cour est l'espace ouvert, c'est l'image du public dans le privé. C'est espace en plus de sa fonction

d'usage est la source primaire de la lumière et de l'air. Toutes ses potentialités physiques du facteur ambiance sont transmises aux espaces qui se regroupent tout autour. Les chambres, du Rez de chaussée, qui sont fermés de l'extérieur reçoivent par l'intermédiaire des baies (portes ou fenêtres) toute l'énergie transmise.

-A partir du patio, source de lumière naturelle, situé au centre de la maison, et en allant vers l'intérieur des pièces périphériques après avoir traversé des galeries, l'environnement lumineux accuse un dégradé visuellement perceptible. Cependant par les écarts d'ambiance entre cour et chambres, les usagers des chambres peuvent voir ce qui se passe dans la cour sans être vu. Ainsi se résout le problème de vis à vis et chaque chambre garde son intimité par rapport au tout.

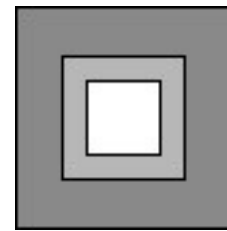


Fig. 28: schéma représentant la composition en plan de l'environnement lumineux (des niveaux d'éclairage décroissant en allant du patio vers les pièces périphériques).

Source : LAID Hichem, 2012.

-A l'intérieur des chambres par la hiérarchie des ambiances lumineuses (du plus clair au plus obscur), s'établit un rapport entre lumière et usage :

-les espaces les plus clairs sont réservés aux activités du jour (le qbou et l'espace qui le précède) tel que la réception le regroupement et les différentes activités " propres "

- les espaces obscurs intimes sont réservés pour les activités de nuit (dormir...).

-Identification de la prégnance prédominante :

La structure des maisons répond à celle des maisons traditionnelles constantinoises. La prégnance prédominante est celle du registre traditionnel, puisque la structure principale du système de représentation et du système d'expression, répondent à la structure du système des maisons constantinoises. Les différences sont décelées au niveau des articulations :

Articulations 1 : Entre les différentes composantes de la même classe (classe des entités des unités et des lieux élémentaires), relation directe et interne ; la matérialité de cette articulation marque le passage d'une entité à l'autre (le passage de l'entité de l'entrée et de celle de l'entité cour + chambres).

Articulations 2 : Entre les différentes unités, relation indirecte et partielle ; la matérialité de cette articulation marque l'interdépendance des différentes composantes du système de la maison. C'est une articulation externe qui permet de raccorder l'entité qu'on a à analyser avec les autres entités de la maison.

5) Techniques de construction :

Les poteaux et les colonnes étaient construits en pierres et aussi faites toute en marbre pour des raisons purement esthétique.

-La maçonnerie à base de pierres et de divers mélanges de mortiers était les matériaux de base.

-Les murs, éléments les plus dominants dans la construction, étaient en maçonnerie de pierres de taille ou de moellons.

-Des rondins en bois sont aussi introduits dans les murs, ce qui leur donnait plus de souplesse et de déformabilité surtout en flexion.

-Des coulages de divers mortiers.

6) Analyse de l'aspect morphologique :

-Le patio : Le patio de forme carré suit une géométrie régulière, ayant un tracé orthogonal au niveau des angles et des quarts cotés. sa forme carrée et sa dimension sont conservées du niveau Rez de chaussée jusqu'au dernier étage. Le rapport proportionnel des trois dimensions (longueur, largeur, profondeur) définit un volume de type (puits).

-L'espace intérieur : Le découpage de l'espace intérieur suit la géométrie du patio, la forme régulière et ordonnée, la forme de l'espace intérieur est rectangulaire plutôt longue que large à cause de la contrainte de la structure porteuse.

La largeur de la chambre correspond à la profondeur face au patio, tandis que la longueur constitue l'espace contiguë à ce dernier. Développée sur les quarts cotés du patio, les espaces affectés aux chambres présentent une similitude géométrique dans leur forme et leur disposition symétrique par rapport à l'axe central du patio.

On constate que le rapport de dimension entre le patio et les espaces intérieurs de la maison détermine une correspondance modulaire. La dimension d'un coté du patio de forme carrée est la même que celle du module constituant la largeur de l'espace fermé et la galerie ensemble. Cette régularité géométrique et cet ordre d'agencement des espaces intérieurs laisse apparaître une relation directe, symétrie et axiale par rapport au centre géométrique du patio au niveau du Rez de chaussée.

Cependant les espaces en retrait ou bien à l'étage, cette relation devient indirecte par le biais de la galerie ou des escaliers.

Le mode de relation entre les différentes pièces s'effectue tout autour du patio, la distribution est donc tangente aux quatre cotes du patio et cela pour tous les niveaux.

-Analyse de l'enveloppe : L'enveloppe joue un rôle d'agent médiateur dans les échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur.

D'après l'analyse des différents espaces qui composent la maison, il ressort l'existence de deux types d'enveloppe : une enveloppe extérieure étanche d'une moyenne de 70 cm d'épaisseur. Elle constitue l'enceinte périphérique mitoyenne et une enveloppe interne subdivisée en deux : une enveloppe interne ouverte sur le patio et percé de porte et fenêtre permettant l'éclairage, la ventilation et la radiation solaire en hiver. Elle présente un rapport de surfaces vitrées et surface

opaque 44 %. Et une enveloppe interne constituée de parois séparatrices entre les pièces et les espaces annexes.

La toiture est en tuile, inclinée avec une orientation des versants vers le patio. Elle présente un dernier type d'enveloppe.

Les pièces d'habitation (Biout) sont de forme rectangulaire plus longue que large ou la longueur est entre 8 à 10m et la largeur est entre 2 et 3m.

7) Analyse de l'aspect climatique des volumes :

Le fonctionnement thermique de l'espace intérieur se définit par rapport à la morphologie intrinsèque de chaque espace et à la morphologie mutuelle d'agencement des espaces les uns par rapport aux autres suivant les orientations de même que l'aspect géométrique, l'aspect formel des espaces, surtout les chambres possèdent nombreuse similitude.

On peut néanmoins les classer suivant trois types de configuration formelle et donc de comportement thermique.

-le patio considéré comme le noyau générateur de la composition spatiale est un espace ouvert.

-la galerie appelée (Satha) constitue un espace intermédiaire entre le patio et le reste des locaux. C'est un espace semi-ouvert qui longe les cotés du patio.

-les espaces fermés (chambres) s'organisent perpendiculairement par rapport aux axes du patio et s'en éloignent.

Le premier type concerne les chambres prenant jour directement sur le patio à travers une porte centrée sur la paroi de façade intérieure. Cette ouverture assure un bon éclairage et aération du fait de la petite largeur de la pièce.

Ces espaces comportent des protections vis-à-vis du rayonnement solaire. A travers la galerie (Satha), elle est rattachée à la chambre appartement, fermée par des rideaux.

Elle assure différents rôles. Ainsi les parois extérieures orientées à l'ouest sont exposées directement au soleil en fin de matinée. C'est des espaces chauds en été mais de séjours agréables en hivers durant cette saison leur parois, accumule la chaleur le jour et la restitue la nuit.

L'air frais de la nuit est accumulé et conservé dans le fond du patio, créant ainsi une dépression qui sert à alimenter en air frais durant la journée, les espaces qui lui sont adjacents.

En hiver, l'air en contact avec les parois ensoleillées telles que la porte ou les fenêtres ou bien directement par conduction à travers les parois.

CONCLUSION :

L'analyse de l'espace architectural de l'habitation traditionnelle à Constantine montre que les principes du bioclimatisme existent toujours dans les principes de l'édification de la ville et l'habitat. Le patrimoine bâti paraît donc comme un produit de l'histoire au même titre qu'il est un produit d'une culture, des pratiques individuelles et collectives : une expression d'une culture constructive ayant servi pour un groupe donné et qui reflète la culture générale de la population,

L'influence de la foi musulmane ne s'exerce pas directement sur la production du cadre bâti, mais d'une façon indirecte en fonction du mode de vie et de l'état d'esprit qu'elle crée.

L'habitation traditionnelle constantinoise offre une série de principes & valeurs sociales, économique, urbaine, environnemental qui s'étendait depuis des siècles et qui a réussi à réaliser l'équation de concordance entre :
Forme / contenu, esthétique / utilité, durabilité / économie, individu / société ; une équation basée sur des essais de plusieurs siècles.

Un des atouts majeurs de l'habitat traditionnel est son originalité qui s'exprime dans l'emploi des matériaux, l'adoption des formes, l'utilisation rationnelle des espaces. L'art de construire se traduit par la variété architecturale tant au niveau de la richesse des formes construites, de l'emploi maîtrisé des matériaux puisés dans la nature environnante, des techniques de construction qu'au niveau de l'exploitation et de l'organisation de l'espace, de conformité aux normes d'organisation sociale et des efforts consentis en main-d'œuvre et en énergie.

La structuration de l'espace d'habitation résulte de la mise en réseaux de cellules simples engendrant un espace central le patio, centre vital de la maison. Le patio est considéré comme régulateur climatique ; la cour, par son enceinte, a deux rôles principaux à créer un microclimat et d'assurer l'intimité. Autres avantages du patio: les portiques et des galeries; endroits frais et intimes où se déroulent diverses activités à l'ombre.

REFERENCES

- [1] S. Abdou -Outtas, « *Investigation sur l'intégration climatique dans l'habitation traditionnelle en régions arides et semi-arides d'Algérie : Cas du Ksar de Ouargla et de la médina de Constantine.* » thèse de doctorat d'état, Université Mentouri Constantine, 2004.
- [2] A. Liébard , A. De Herde, « *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques : Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable* », Ed. Observ'et, Observatoire des Energies Renouvelables, Paris 2005.
- [3] S.Bestandji-Slimani, « *Intérieur-extérieur pour une lecture de l'espace urbain à Constantine* », Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine, 1995.
- [4] K. Boussora-Chikh, « *Histoire de l'architecture en pays islamiques-cas du Maghreb* », Ed. Casbah, Alger, 2004
- [5] David RODITI, « *Ventilation et lumière naturelle s* », Ed. Eyrolles, France, 2011.
- [6] D. Dekoumi, « *Analysis of an Algerian typologie of housing* », in sciences & technologies (D), Université Mentouri, Constantine, vol 5, pp 70-75, Juin, 2007 .
- [7] H. Fathy, « *Construire Avec Le Peuple* », Ed. Sindbad, Paris ,1970.
- [8] Z. Hammou-Benmarsoula., « *Architecture musulmane & composante climatique : approche typo-Morphologique* », Mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine, 1996.
- [9] H. LAID, « *Etude de l'évolution des typologies de l'habitat individuel à Constantine: De la médina à la ville nouvelle Ali Mendjeli* », Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas de Sétif (1), 2012.
- [10] S. NOWEIR, « *Le daar Bencharif: une maison du XIX^{ème} Siècle à Constantine. La maison et son ouvrage* » in AMC, n°48, Avril 1979.
- [11] S. NOWEIR, « *Espace centré, Les cahier de la recherche architecturale* », n°20/21, Ed Parenthèse, 3eme et 4eme trimestre 1987.
- [12] B.Pagand, « *La Médina De Constantine* », C.I.E.M, Poitiers, 1989.
- [13] P.Fernandez, P.Lavigne, « *Concevoir des bâtiments bioclimatiques : Fondements et méthode* », Ed. Le Moniteur, France, 2009.