

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme
(EPAU)

MEMOIRE POUR LE MAGISTER

*Préservation et mise en valeur
des Sites et Monuments Historiques*

DRIOUECHE-DJAALALI Nadjiba-Kheira

Encadrée par : Dr. KHELIFA A

Mémoire soutenue : 2001

**Contribution à l'enrichissement
de l'Architecture Platine.
Dar Aziza Bey.
Mémoire de la Djenina d'Alger.**

Première partie

Introduction

Dans cette première partie de la recherche, la ville d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane sera abordée par rapport à son paysage urbain, un paysage parsemé de grandes coupoles¹. Ces dernières ont contribué à la modification du paysage algérois médiéval ; lui octroyant une nouvelle image urbaine résultant d'influences ottomanes. Cette image fut imprimée par les gouverneurs et souverains ottomans ayant régné dans cette grande capitale méditerranéenne.

Afin de démontrer que le paysage algérois du XIX^{ème} siècle a été soumis à l'influence ottomane, nous avons arrêté quatre niveaux d'argumentation qui nous permettrons de tester notre première hypothèse²:

Le premier tentera d'identifier l'apport concret de la civilisation ottomane par rapport aux acquis algérois pré-ottoman. La ville arabo-berbère dont il ne subsiste aujourd'hui que très peu d'édifices a été fondée au X^{ème} siècle. Notre objectif sera de définir les caractéristiques du paysage urbain de la ville depuis sa fondation jusqu'au début du XVI^{ème} siècle ; ceci dans le but d'identifier la contribution de la période arabo-berbère dans la production de l'image de la ville du XIX^{ème} siècle.

Le second niveau d'argumentation s'appuiera sur la structure du paysage de la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane ainsi que son image mise en évidence par l'émergence de grandes coupoles. Durant cette époque, ces coupoles ont figuré parmi les éléments forts du paysage ottoman signifiant l'appartenance de la ville à l'Empire. Nous tenterons à ce niveau là, de démontrer que les grandes coupoles étaient implantées sur les édifices structurants de la ville.

L'image de ce paysage sera prise en charge selon deux points de vue. Le premier à partir de la mer, une image globale représentant la ville, ponctuée par les grandes coupoles³. Le second point de vue se fera à partir des hauteurs de la ville, une vue fragmentaire permettant d'apprécier les terrasses « l'escalier urbain » orienté vers la mer faisant ressortir les grandes et petites coupoles.

Le troisième niveau présenté dans le second chapitre s'intéressera aux transformations et à l'évolution du paysage algérois pendant les trois siècles d'occupation ottomane. Les coupoles sont apparues progressivement dans l'image de la ville prescrites dans les programmes d'opérations de réédification ou de constructions neuves.

¹Cette recherche ne s'est pas fixée comme objectif l'étude du paysage algérois, considérant l'ensemble de ses éléments structurants mais essentiellement orientée sur un élément singulier qu'est la coupole.

²Cf. supra. p. 12.

³ C'est cette vue qui fut représentée par l'ensemble des voyageurs du XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècle ainsi que par les militaires européens qui ont mené des expéditions contre la ville d'*al-Djazā'ir*. *Les gravures et les estampes constituaient une documentation pour les offensives militaires*. Cf. F. CRESTI, *Alger*, 1996, pp. 14-15.

En se basant sur une analyse historico-critique, nous définirons les grandes périodes durant lesquelles un grand nombre de coupoles ont été introduites dans la ville. Nous tenterons de situer les événements majeurs liés à l'implantation des coupoles dans le paysage. Il s'agira d'évaluer par conséquent leur contribution dans la modification du paysage algérois durant toute l'époque ottomane.

Dans notre dernier niveau d'argumentation nous tenterons d'identifier certaines composantes urbaines telles les coupoles qui ont caractérisé les paysages des villes de l'Empire ottoman entre autre : Istanbul, le Caire « *al-Qāhira* » et Tunis « *Tūnas* ». Nous établirons les principes de la transformation de la ville d'*al-Djazā'ir* médiévale inspirés de ceux appliqués à Istanbul.

Ce dernier chapitre abordera brièvement la forme des coupoles dans les deux villes choisies, imprégnées des caractéristiques formelles locales avec certains caractères communs aux trois villes, d'*al-Djazā'ir*, *Tūnas* et *al-Qāhira*. Il indique clairement que les références architecturales et stylistiques sont nombreuses et en interaction entre les différentes contrées du monde musulman et particulièrement méditerranéen. Ce dernier chapitre de la première partie de la recherche amorcera la deuxième partie liée à la forme des coupoles d'*al-Djazā'ir* et à leurs origines.

Chapitre 1 : Le paysage de la ville d'*al-Djazā'ir*

1-Les acquis pré-ottomans

1-1-La ville d'*al-Djazā'ir* Banī- Mazghanna entre le X^{ème} et la fin du XV^{ème} siècle

La ville d'*al-Djazā'ir* fut fondée par *Būlūghīn* fils de *Zīrī*⁴ vers le milieu du X^{ème} siècle, sur les ruines de la ville romaine d'*Icosium*. A partir de cet instant, le port de *Banī-Mazghanna* fit partie du domaine fatimide jouant un rôle commercial important. Dès le début du XI^{ème} siècle, la ville fut sous contrôle des *Hammādites* puis des *Almoravides* faisant partie d'un territoire englobant tout le Maghreb et l'Andalousie⁵.

Les constructions de la ville de l'époque arabo-berbère étaient très modestes. Dans un essai de reconstitution de la ville au début de cette époque, A. Devoulx rapporte que la ville à cette époque se limitait « ...à une réunion de maisonnettes à rez-de-chaussée seulement, basses, encadrant des ruines romaines plus ou moins conservées »⁶.

Au XII^{ème} siècle, *al-Idrīsī*⁷, donne un bref aperçu de la médina à l'époque almohade, citant le nombre important de la population ainsi que l'importance de l'activité commerçante ; précisant l'existence de bazars commerciaux ainsi que de fabriques. Cette importante activité commerciale développée au sein de la ville indique clairement la puissance économique d'*al-Djazā'ir* au sein de la Méditerranée. Cette puissance fut accrue de par sa position stratégique au cœur du Maghreb, constituant une charnière entre les itinéraires de haute mer et les itinéraires côtiers.

Hasān al-Zayyātī connu sous le nom de Jean Léon l'Africain, en fait un récit très élaboré au début du XVI^{ème} siècle donnant des détails sur la ville à la veille de l'arrivée des Ottomans, et donc une des dernières images d'*al-Djazā'ir* arabo-berbère⁸. L'auteur est impressionné par la taille de la cité, qui était très grande, « ses murailles sont splendides et extrêmement fortes, construites en grosses pierres. Elle possède de belles maisons et des marchés « souks » bien ordonnés dans lesquels chaque profession a son emplacement particulier⁹. On y trouve aussi bon nombre d'hôtelleries et d'étuves. Entre autres édifices, on y remarque un superbe temple¹⁰ très grand placé sur le bord de la mer et devant ce temple une très belle esplanade aménagée sur la muraille même de la ville. On voit autour d'Alger de nombreux jardins et des terrains plantés d'arbres fruitiers »¹¹.

⁴ *Zīrī* était un puissant prince berbère à la tête des Sanhadja, allié des Fatimides, fondateur de la Capitale *Achīr*. Cf. L. GOLVIN, *Le Maghreb central*, 1957, pp. 52-55.

⁵ Cf. A. KHELIFA, *Alger*, 2010, pp. 26-28.

⁶ Cf. A. DEVOULX, *Etudes archéologique*, 1875, p. 490.

⁷ Cf. AL-IDRĪSĪ, *Description de l'Afrique*, 1968, p. 65.

⁸ Entre le XIII^{ème} et le XVI^{ème} siècle, la ville d'*al-Djazā'ir* connue plusieurs occupation, attestant de son importance, nous citons les *zayyanīdes*, les *hafsidés*, les *mérinides*, les *Tha'alibas* et les *abdelwadīdes*.

⁹ L'organisation du travail au sein de la ville existait déjà au début du XVI^{ème} siècle, les marchés étaient organisés par rapport aux corps de métier.

¹⁰ L'auteur situait par le grand temple la Grande Mosquée.

¹¹ Cf. J.L. L'AFRICAIN, *Description de l'Afrique*, T2, 1981, p. 347-349. L'auteur a effectué un voyage en Afrique du Nord de Fès à Tunis, qu'il a commencé en 1541.

Les travaux d'A. Devoulx¹², sur l'histoire urbaine d'Alger, ont défini dans la partie basse de la ville, une zone réservée aux différentes spécialisations artisanales représentée par la *Qayṣariyya* sur l'axe formé par les rues *Bāb al-Wād* et celle de *Bāb 'Azūn*. Le port était très fréquenté, même s'il n'était pas encore construit, le refuge offert par les îlots en face de la ville était suffisant pour assurer le bon fonctionnement de l'activité commerciale.

Ces descriptions de la ville, ne nous donnent pas de détails sur l'architecture des constructions d'*al-Djazā'ir*. Elles nous indiquent qu'elles étaient très simplement construites et pas très élevées. Les belles maisons citées par J.L. L'Africain devaient probablement correspondre à des demeures princières. Quatre édifices religieux¹³ existaient à cette époque en plus du palais royal « *Dār al-Sultān* »¹⁴. Il s'agit des mosquées *Sīdī Ramḍān* et *Khīdar Bāshā*, de la Grande Mosquée « *al-Djāma' al-Kabīr* »¹⁵ et de la mosquée *al-Kashāsh* dans le quartier de la Marine. Federico Cresti¹⁶, ajoute que sur l'emplacement d'*al-Djāma' al-Djadīd*, se trouvait la Madrasa *Abū 'Inān* détruite durant la période ottomane.

1-2-Les monuments d'*al-Djazā'ir* de la période musulmane

Les deux mosquées *Sīdī Ramḍān* et *al-Djāma' al-Kabīr* représentent les seules témoins aujourd'hui de l'architecture algéroise monumentale entre le X^{ème} et la fin du XV^{ème} siècle. Ce sont les deux grands foyers religieux autour desquels s'est développée la ville durant cette période (fig.1 et 2). Elles nous renseignent sur les caractéristiques spatiales, architecturales-architectoniques et constructives du style arabo-berbère fortement imprégné de l'art almoravide.

En effet, les almoravides « *al-Mūrabitūn* » (1055-1125), des guerriers berbères venant du Maghreb occidental¹⁷, soumettent toute la partie occidentale de l'actuelle Algérie¹⁸ dès la moitié du XI^{ème} siècle. Ils occupent *al-Djazā'ir* et entreprennent l'édification de monuments symbolisant la suprématie de la religion musulmane. Cette dynastie a légué aux algériens trois grandes mosquées principales : celle de Tlemcen, Nedroma à l'Ouest du pays, au centre *al-Djāma' al-Kabīr* et la mosquée *Sīdī Ramḍān*. L'empreinte architecturale du style almoravide sur les deux monuments religieux d'*al-Djazā'ir* est très imposante. En effet, ces deux dernières mosquées définissent des salles de prières aux caractéristiques communes. Bien qu'*al-Djāma' al-Kabīr* ait connu ultérieurement à son édification (1096-97) d'importantes modifications, cet édifice semble avoir conservé les structures fondamentales de l'art almoravide¹⁹ (fig.1).

¹² Cf. A. DEVOULX, Notes historiques, 1859-1860, pp. 467-471.

¹³ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 85.

¹⁴ Cf. IBN BATTUTA, *Voyage d'Ibn Battuta*, 1979, p. 16.

¹⁵ La Grande Mosquée a été construite sur les substrats d'une ancienne église byzantine, cf. AL-BAKRI, *Description de l'Afrique*, 1965, p. 136.

¹⁶ Cf. F. CRESTI, *Contribution à l'histoire d'Alger*, 1993, p. 26.

¹⁷ Le Maghreb occidental correspond à l'actuel Maroc.

¹⁸ Cf. A.B. ELLYAS, *A la rencontre du Maghreb*, 2001, p. 40.

¹⁹ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 48.

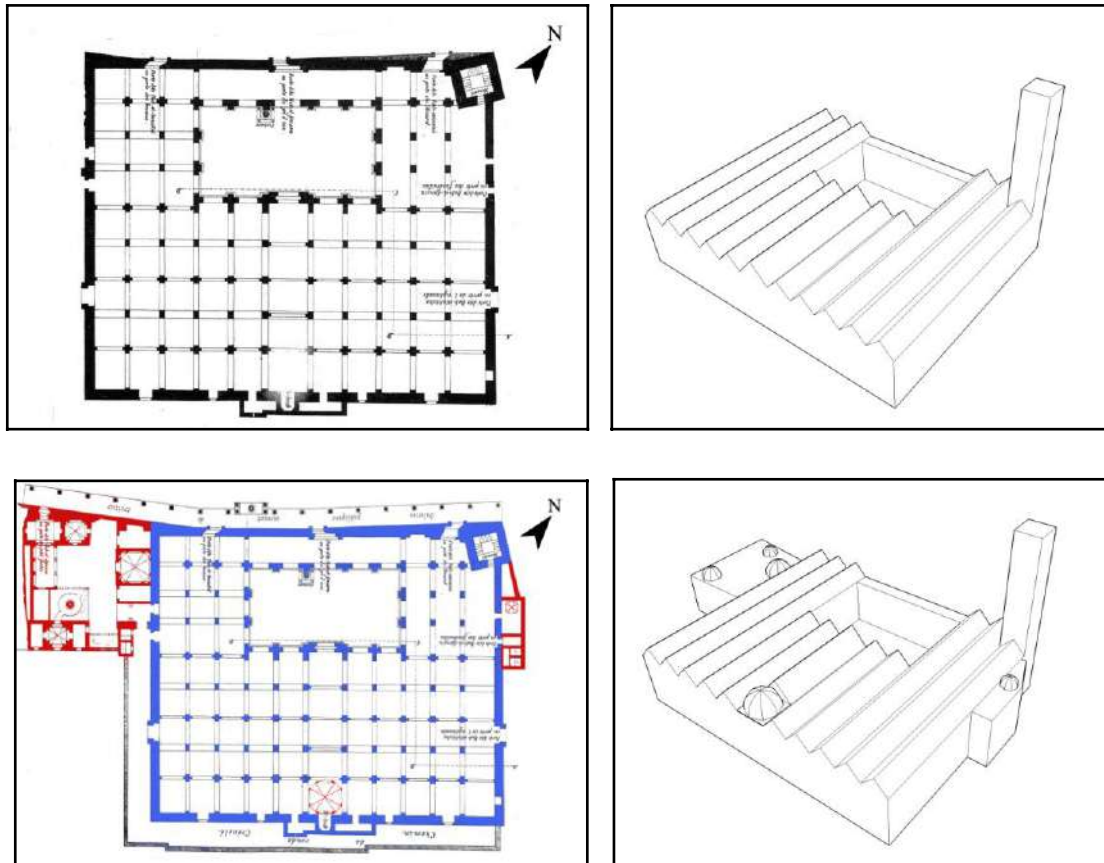


Fig.1 : La grande mosquée « *al-Djāma' al-Kabīr* ».

En haut : Plan et axonométrie de la salle de prière de l'époque arabo-berbère.

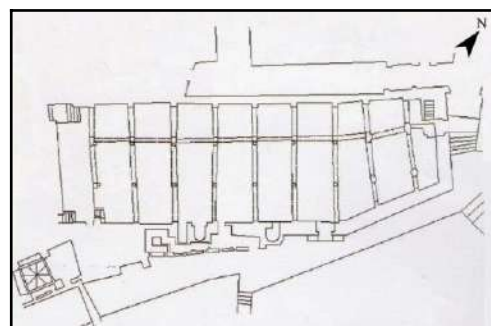
En bas: Plan et axonométrie de la mosquée à l'époque ottomane, L'entité traitée en bleu représente l'édifice almoravide, celle en rouge les adjonctions de l'époque ottomane.

(Source des plans : F. CRESTI, *Contribution à l'histoire d'Alger*, 1993, p. 42).

(Source des axonométries : auteur).



(Source : F. CRESTI, *Contribution à l'histoire d'Alger*, 1993, p. 26.



(Source : M. BEN HAMMOUCHE, *Mosquées*, 2007, p. 121.

Fig.2 : Mosquée *Sīdī Ramḍān*. Vue et plan schématique indiquant à l'extrémité gauche le mausolée du saint.

Cet art dont témoignent les édifices d'*al-Djazā'ir* s'inspire de l'art andalou et se traduit par des formes plus simples et épurées²⁰. Des salles de prières hypostyles avec des nefs perpendiculaires au mur de la qibla²¹. Les couvertures étaient représentées par des toits à double versants recouvertes de tuiles rouges, représentant le seul système de toiture développé et apparent de l'extérieur (fig. 2).

Les almoravides mettaient en œuvre des salles de prière selon un dispositif de plan en forme de « T » marqué par deux nefs qui se croisaient devant la niche du mihrab. Le croisement était matérialisé par une coupole. La nef perpendiculaire à la qibla²² était surhaussée, recouverte par une charpente en tuile. Cette dernière dissimulait la coupole montée sur nervures entrecroisées.

Les artistes et bâtisseurs almoravides maîtrisaient parfaitement la construction de ces éléments architectoniques que sont les coupoles. Ceci s'est confirmé dans les autres édifices religieux, en Algérie²³, ainsi que dans d'autres villes. C'est le cas des coupoles de la mosquée *al-Qarawiyīn* de Fès²⁴ et celles réalisées en Andalousie (fig. 3).

Mais les deux mosquées d'*al-Djazā'ir*, *Sīdī Ramḍān* et *al-Djāma' al-Kabīr* ne comportent pas de coupoles datant de cette période, contrairement à celle de Tlemcen et de Nedroma datant de la même période. Cela ne veut pas dire que les deux mosquées n'ont jamais eu de coupole au niveau de leurs salles de prière. G. Marçais²⁵ dans une étude comparative entre le mihrab de la mosquée de Tlemcen et celui de la Grande Mosquée d'Alger déduit que la coupole devant le mihrab d'*al-Djāma' al-Kabīr*²⁶ (fig.1) réalisée durant la période ottomane est venue remplacer une première coupole, datant de l'époque arabo-berbère. Cette coupole devait probablement avoir les mêmes caractéristiques architecturales que celle de Tlemcen.

La coupole devant le mihrab de la mosquée de Tlemcen réalisée sous le règne de l'almoravide *Yussuf Ibn Tashfīn* était construite sur un système de nervures entrecroisées sur les deux faces de l'intrados et de l'extrados²⁷ (fig. 4). Elle était entièrement ajourée, et recouverte à l'extérieur par un pavillon en bois.

²⁰ Cf. Ellyas AKRAM.B, *A la rencontre du Maghreb*, 2001, p. 40.

²¹ La qibla est le mur de fond de la salle de prière orienté vers la Mecque, vers lequel s'orientent les fidèles pour l'accomplissement de la prière.

²² Le mur de la qibla est celui vers lequel les musulmans se dirigent pour prier, il comporte le mihrab, petite niche dans laquelle l'Imam dirige la prière.

²³ Cf. *Les mosquées en Algérie*, 1970. Les almoravides ont laissé en Algérie trois grandes mosquées : à Alger, Tlemcen et Nedroma, p. 9.

²⁴ A la mosquée *al-Qarawiyīn* de Fès (1136), la coupole devant le mihrab étaient à *muqarnaṣ* (Ce sont des alvéoles rappelant les stalactites), cf. H. TERRASSE, *La Mosquée al-Qarawiyīn à Fès*, 1968, fig. 12 et 21.

²⁵ Cf. G. MARCAIS, *La Grande Mosquée d'Alger*, 1942, p. 39. L'auteur suppose que la coupole almoravide fut détruite suite à un séisme.

²⁶ Cf. *Infra*. p. 331, fiche n° 1, annexe I.

²⁷ Cf. G. MARCAIS, *Tlemcen*, 2003, p. 25. Cf. *Infra*. p. 145, fig. 67.

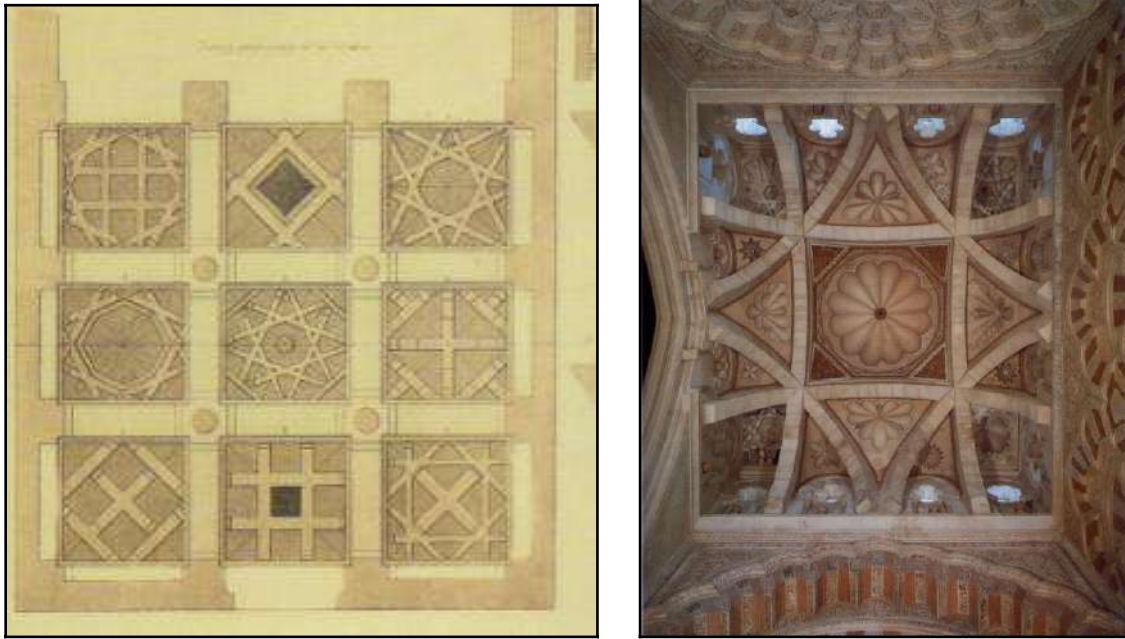


Fig. 3 : Coupoles andalouses

À gauche : plan de la mosquée de *San Cristo de la Luz*, Tolède : Ce plan fait ressortir les différents dessins des coupoles à nervures entrecroisées.

À droite : Coupole de l'entrée de la nef axiale de la mosquée de Cordoue.

(Source : M. BARRUCAND, *Architecture Maure*, 2007, p. 82 et 89.



Fig. 4 : Coupole devant le mihrab de la Grande Mosquée de Tlemcen.

Les nervures réalisées en briques.

(Source : auteur, Août 2010).

1-3- Caractéristiques du paysage algérois médiéval

Ceci nous permet de conclure que les mosquées d'*al-Djazā'ir Bani- Mazghanna*, ont probablement reçu des coupoles de petites dimensions devant les niches de leurs mihrabs, s'alignant aux caractéristiques des salles de prières almoravides du Maghreb. Mais ces coupoles ont subi depuis le XI^{ème} siècle des transformations, modifications qui ont conduit finalement à leur substitution par de nouvelles coupoles. Celles-ci n'étaient pas apparentes au niveau du système de toiture, elles étaient couvertes de charpente en bois, recouvertes de tuiles.

Nous pouvons déduire de cette brève rétrospective que, durant la période musulmane, les coupoles ne faisaient pas partie du paysage de la ville. Celui-ci était représenté par de modestes constructions peu élevées, ceinturées d'un puissant rempart, comportant deux portes, au sud *Bāb 'Azūn* représentant un lieu très important, et une seconde aux alentours de la mosquée *Sīdī Ramḍān*²⁸ qui représentait le point le plus haut de la ville.

La ville possédait un grand marché « *souk al-djum'a* » et la *Qayṣariya*. Quelques édifices se distinguaient dans le paysage de la ville arabo-berbère. Il s'agit de *Dār al-Sultān*, situé aux alentours de l'ancienne citadelle « *al-Qaṣaba al-qadīma* », localisée dans le quartier *Sīdī Ramḍān*, ainsi que trois autres édifices religieux: *al-Djāma' al-Kabīr*, la mosquée *Khīdar Bāshā*, et *al-Kashāsh*. Seuls leurs minarets et leurs toitures en pente, matérialisaient ces édifices religieux dans le paysage de la ville entre le XI^{ème} et le XV^{ème} siècle.

Ceci représente notre premier élément d'argumentation : les coupoles qui animent le paysage d'*al-Djazā'ir* ont été introduites pendant la période ottomane dès le XVI^{ème} siècle et ont contribué à modifier l'image du paysage arabo-berbère médiéval.

La transformation progressive du paysage de la ville à partir du XVI^{ème}, avait pour ambition de se référer aux caractéristiques des grandes villes de l'Empire ottoman, dans lesquelles les grandes coupoles entourées par d'autres de moindres dimensions sont devenues des constantes dans la conception de leur paysage.

²⁸ Cf. F. CRESTI, *Contribution à l'histoire d'Alger*, 1993, p. 31.

2- Le paysage urbain algérois pendant la période ottomane

La ville d'*al-Djazā'ir* ottomane « la Régence d'Alger » constituait au XVII^{ème} siècle l'une des villes les plus importantes du bassin méditerranéen. L'occupation de la médina arabo-berbère par les Ottomans va changer son image urbaine médiévale.

L'étude du paysage urbain de la ville à cette époque se basera sur l'ensemble des sources écrites décrivant la ville entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle ainsi que sur les sources lithographiques illustrant la ville au début du XIX^{ème}. Ces dernières sont représentées par l'ensemble des gravures réalisées par les militaires lors des multiples attaques de la ville durant ce début de siècle²⁹.

G. Esquer nous fournit une documentation intéressante qui est regroupée dans « *Iconographies historiques de l'Algérie* »³⁰ en trois (03) albums. Elle nous permet d'avoir des images du paysage d'*al-Djazā'ir* à différentes périodes et suivant différents points de vue. Certaines sont datées, d'autre ne le sont pas, mais leur confrontation avec les sources écrites nous permet de les situer entre la fin du XVIII^{ème} et le début du XIX^{ème} siècle.

Notre choix s'est porté sur trois lithographies (fig. 7, 10, 12) datant de cette période. Ces gravures donnent des détails assez précis sur le paysage de la ville, sa morphologie ainsi sur sa structure urbaine. Elles illustrent également l'ensemble des campagnes algéroises à l'Est et à l'Ouest, appelées en arabe le territoire du « *faḥṣ* ». Ce dernier comprend de grands jardins potagers et les forts protégeant la ville de l'intérieur. A proximité des murailles de la ville, se situent des tombeaux et les mosquées funéraires telles que la mosquée *al- muṣallā* située à côté de la porte *Bāb al-Wād*.

2-1-La structure urbaine de la ville d'*al-Djazā'ir* à la fin du XVIII^{ème} et début du XIX^{ème} siècle

La ville représentait un ensemble urbain harmonieux définissant une forme triangulaire³¹ (fig. 5). Elle était fortifiée par un puissant mur dépassant la hauteur des constructions aux toitures plates. L'enceinte était ponctuée par des batteries et des forts. Au premier plan, se dressait le port avec la jetée appelée aujourd'hui « jetée *Khayr al-Dīn* », protégeant la ville des différentes invasions maritimes. La partie haute de la ville, se distingue par la présence de la Citadelle « *al-Qaṣaba* » qui domine toute la ville jusqu'au port. A l'intérieur des remparts, toutes les constructions se ressemblent, elles sont de forme cubique et se succèdent en dégradé, créant un amphithéâtre naturel.

²⁹ Cf. F. CRESTI, *Alger*, 1996, pp. 14-15.

³⁰ Cf. G. ESQUER, *Iconographies*, 1929.

³¹ Certaines descriptions de la ville donnent à la ville une forme trapézoïdale, mais le plan relevé par les militaires au début du XIX^{ème} siècle, trace une forme triangulaire avec une base élargie. Plan PELET, 1832.

R. Lespes³² nous révèle que la forme et la couleur de la ville frappaient tous les nouveaux arrivants³³. Il note que ses maisons à terrasses, percées de minces ouvertures semblables de loin à des meurtrières, s'entassaient en une pyramide, dont la base était ceinturée de murailles et de rocher battus par la mer ».

Dans cette masse compacte de construction, émergeaient des jalons urbains, des éléments d'appel. Il s'agit des coupoles ou dômes³⁴ qui surplombaient les grands édifices de la ville que l'on peut apercevoir sur les trois lithographies. Ces formes de couverture singulières se démarquaient du paysage traduisant leur puissance emblématique rehaussée à l'échelle urbaine.

La structure de la ville d'*al-Djazā'ir* définissait deux parties séparées par l'axe structurant représenté par la rue *Bāb al-Wād* et celle de *Bāb 'Azūn*. La première partie, la zone basse ou la plaine, occupe un plateau assez uni où les rues sont généralement longues et droites. Cette partie est structurée par trois rues principales : celle de la Marine au centre, qui part du port et traverse le quartier du même nom. À son extrémité, sont situées les deux rues sus-citée, lesquelles aboutissent aux deux portes *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn*³⁵ (fig. 5).

Sur ces rues principales, se dressaient les monuments les plus importants de la ville, les grands édifices religieux³⁶, les édifices institutionnels du gouvernement³⁷, les grands édifices commerciaux, ainsi que certains grands bains publics. Ils définissaient une zone importante, celle du centre politico-administratif, culturel et religieux, dont l'image urbaine fait ressortir une concentration des mosquées à grande coupole.

Quant à la partie haute, elle est distribuée d'une façon très irrégulière. On y retrouve la rue de la *qaṣaba* et celle de *Bāb al-Djadīd*, s'appuyant successivement sur la rue *Bāb al-Wād* et la rue *Bāb 'Azūn*. Elles aboutissent toutes les deux à *al-Qaṣaba* au sommet de la ville. « Toutes les autres (rues) y sont tellement confondues et enchevêtrées les unes dans les autres, il y a tant de détours, que cette partie de la ville est un véritable labyrinthe »³⁸. Dans cette partie résidentielle, se situe deux grandes mosquées, l'une appartenant à l'époque ottomane *Djāma' al-Ṣafīr* et la seconde à la période arabo-berbère celle de *Sīdī Ramḍān*.

³² Cf. R. LESPES, *Alger*, 1930, p. 166.

³³ Ces nouveaux arrivants sont représentés par les historiens, géographes, et voyageurs qui étaient attirés par la beauté de la ville.

³⁴ Le dôme représente la couverture externe de la coupole. Cf. Supra. p. 20.

³⁵ Cf. D.J. MONTAGNE, *Physiologie morale et physique d'Alger*, 1834, pp. 5-6.

³⁶ Représentés par les Grandes Mosquées de l'époque ottomane. Leur caractéristique spatiale principale était représentée par une organisation centrale, matérialisée en toiture par une grande coupole et plusieurs autres tout autour.

³⁷ Représentés principalement par le palais royal appelée *al-Djanīna*.

³⁸ Cf. D.J. MONTAGNE, *Physiologie morale et physique d'Alger*, 1834, p. 6.

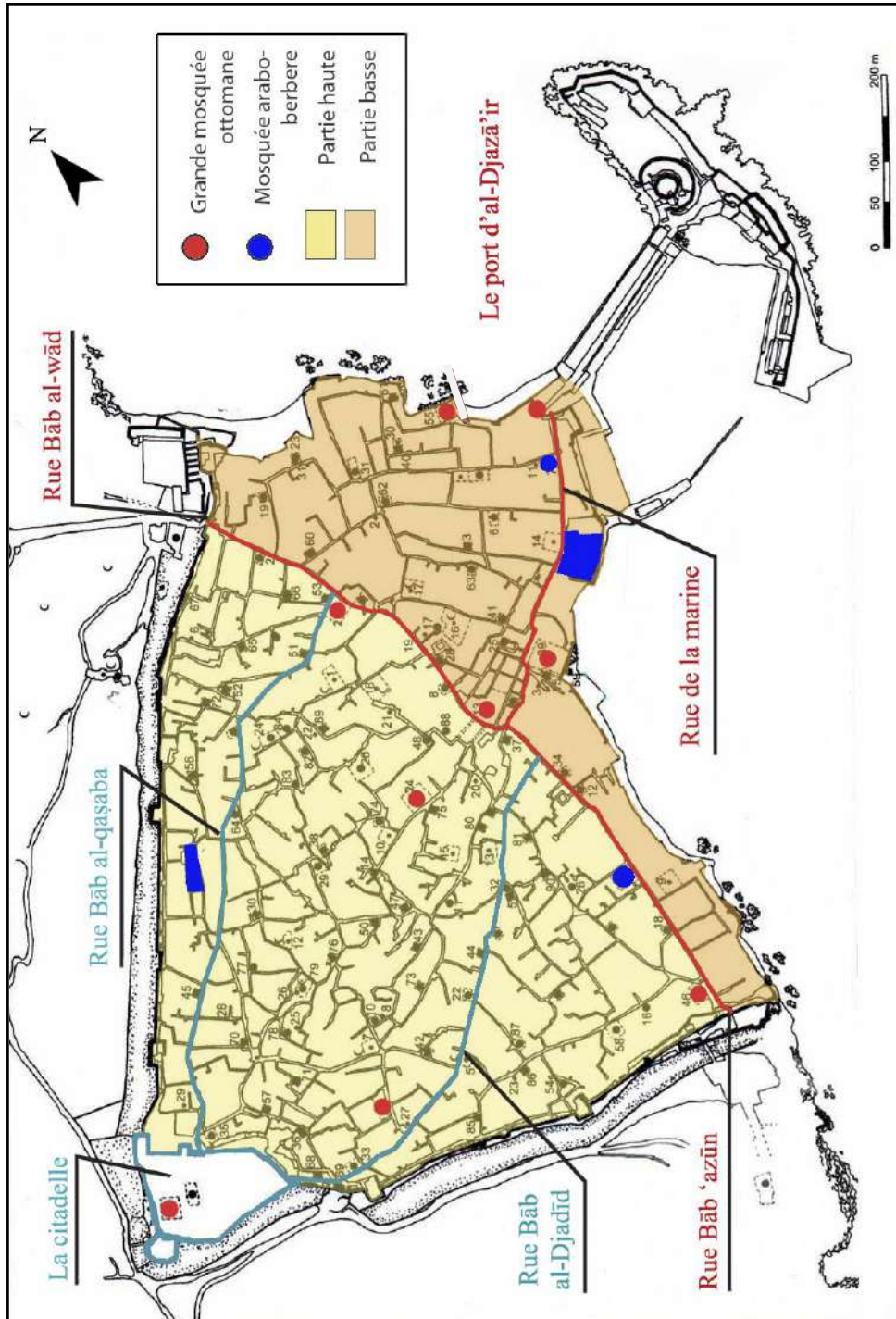


Fig.5 : La structure urbaine de la ville d'al-Djazā'ir à l'époque ottomane.
(Source : auteur, fond de plan, S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, CD Rom).

2-2-L'image de la ville à partir de la mer

L'image du paysage algérois entre la fin du XVIII^{ème} et le début du XIX^{ème} siècle est clairement illustrée sur les trois figures choisies. Elles nous informent sur le grand nombre de coupoles dans ce paysage urbain ottoman. Leurs représentations sont différentes sur chaque lithographie. Néanmoins, nous relevons plusieurs similitudes, notamment dans l'implantation des grandes coupoles des monuments religieux.

A ce stade de notre étude et afin d'identifier sur chacune des lithographies les édifices à coupoles mentionnés par les trois auteurs, il est important de préciser que ces formes de couverture peuvent être de différentes tailles : grande, moyenne et petite (fig.6) :

- Les grandes coupoles couvrent les salles de prières des grandes mosquées, elles sont le plus souvent entourées par des coupolettes, de formes identiques³⁹. Par leurs tailles imposantes, elles émergent par rapport aux toitures plates des autres constructions de la ville. C'est ce qui leur octroie cette importance dans la composition du paysage de la ville. Ce sont ces coupoles que nous identifierons principalement sur les trois lithographies ;
- Les coupoles de taille moyenne couvrent les tombeaux de saints célèbres, les salles principales des bains publics et de particuliers⁴⁰, certains espaces dans les grandes demeures citadines. Ces coupoles peuvent être apparentes ou bien intégrées dans le volume de la construction ;
- Les petites coupoles sont identifiées dans les palais et les maisons, ainsi qu'au niveau des forts et batteries.

- Vue d'*al-Djazā'ir* au XVIII^{ème} siècle (fig. 7)

Cette lithographie, datée selon G. Esquer du XVIII^{ème} siècle⁴¹, a été reproduite par plusieurs historiens et chercheurs⁴². Sur certaines grandes coupoles, l'auteur a placé la lettre « M » correspondant certainement à la désignation d'une mosquée⁴³. Elle situe le plus grand nombre de coupoles au niveau de la partie basse, au centre de la ville. Plus précisément sur les rues commerçantes *Bāb al-Wād* et celle de *Bāb 'Azūn*, ainsi que dans le quartier de la Marine. Ce dernier comprend trois (03) grandes coupoles. Celle de la mosquée '*Alī Bidjnān*, la mosquée *al-Djadīd* et celle de '*Abdī Bāchā* sur le rivage. Une lecture plus détaillée de la gravure nous permet d'identifier la mosquée *al-Sayyida* (fig.8), une très grande mosquée au cœur de la ville, au croisement des trois rues principales disparues de nos jours.

³⁹ Un seul cas présente une particularité. Il s'agit de la mosquée *al-Djadīd*, la grande coupole est ovoïde et les coupolettes octogonales à huit pans.

⁴⁰ Les dessinateurs de ces gravures mentionnent parfois ces coupoles dans le paysage d'*al-Djazā'ir*.

⁴¹ Cette lithographie intitulée « *De stad en mouille van Algiers neven desselfs kasteelen* », fut publiée dans la réédition corrigée que G. Van Keulen fera de l'atlas de son père (1^{ère} réédition en 1710), elle sera réutilisée par L. De TASSY en 1725, pour illustrer son « Histoire du royaume d'Alger ». Cliché Bibliothèque Nationale, Paris. Cf. CASBAH, Architecture et urbanisme, 1984, p. 67.

⁴² Cf. MS. MESSIKH, *Alger*, 1997, p. 70, cf. Dr. R. MEUNIER, *La darse*, 1961, cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 119.

⁴³ Les mosquées, lieu de culte mais aussi siège de tribunal, représentaient des cibles potentielles lors des attaques maritimes contre la ville, d'où leur matérialisation sur les gravures du XVIII^{ème} siècle.



a-Grande coupole entourée de coupolettes, mosquée '*Alī Bidjnīn*'.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001).



b-Coupole de taille moyenne.
À gauche : Tombeau *Sīdī Mḥammad al-Sharīf*,
À droite : d'habitation sise, 12 rue Bouderie Père et fils, Casbah d'Alger.
(Source : auteur, juillet 2010).



c-Petite coupole au niveau de l'escalier menant à la terrasse, maison d'habitation sise, 3 rue Sidi M'hamed Chérif, Casbah d'Alger.

Fig.6 : Les différentes tailles des coupoles d'*al-Djazā'ir*⁴⁴.
(Source : auteur, juillet 2010).

⁴⁴ Dans le chapitre 6, nous avons donné les différentes dimensions des tailles de coupoles, cf. *Infra*. p. 198.



Fig. 7 : Vue d'*al-Djazā'ir* au XVIII^{ème} siècle.

(Source : G. ESQUER, *Iconographies*, 1929, T1, planche 33, gravure n°84).

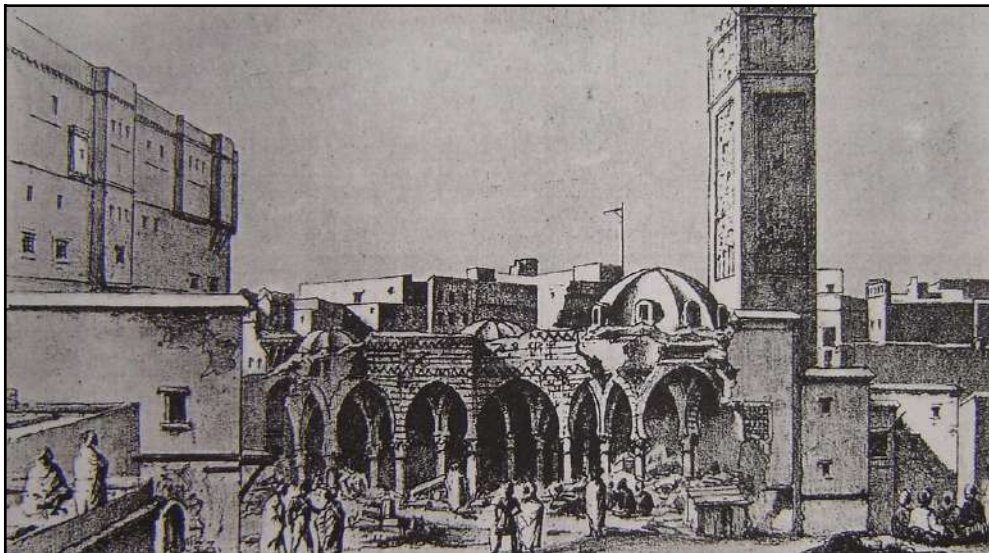


Fig. 8 : La mosquée *al-Sayyida* en cours de destruction.

(Source : H. KLEIN, *Feuillets d'El-Djezair*, 1914, p. 128).

Une seconde zone de concentration de coupoles est identifiée au sommet de la ville correspondant à l'emplacement de la Citadelle d'Alger «*al-Qaṣaba*». Ceci se confirme par l'image actuelle de la Citadelle qui comprend encore un nombre très important de coupoles (fig.9). A gauche, en haut de la gravure, un grand dôme correspond probablement à celui de la mosquée *al-Ṣafīr*, la seule grande mosquée localisée dans cette partie de la ville.

La jetée et le mur d'enceinte de la ville, comporte plusieurs coupoles de différentes dimensions au-dessus des tours des forts. Une importante édification militaire est identifiée à coté de la porte de la mer, il s'agit du fort Burdj *Bāb al-Bḥar*⁴⁵. Une grande coupole entourée de plusieurs autres de moindre dimension est localisée sur la jetée. Elle correspond à la bâtisse aux sept coupoles «*Dār wakīl al-Hādī*»⁴⁶.

L'identification des édifices à coupoles sur cette lithographie du XVIII^{ème} siècle, rejoint partiellement l'inventaire des édifices religieux à coupole⁴⁷. L'auteur a omis de localiser certaines grandes mosquées. Ceci est peut être dû à des superpositions. Les petites coupoles n'ont pas été localisées, sauf celles de certains forts et batteries.

La gravure met aussi en évidence trois zones de concentration de coupoles dans la ville d'*al-Djazā'ir*. Les deux premières datent de l'époque arabo-berbère représentées par le port et le centre ville, la troisième correspond à la Citadelle au sommet de la ville. Ces lieux représentent les pôles les plus importants et les plus attrayants de part leurs positions stratégiques mais aussi leurs fonctions et activités, démontrant par ailleurs une fréquentation accrue par différentes catégories de population.

Cette lithographie est une source intéressante car elle nous présente une image exhaustive du paysage de la ville d'*al-Djazā'ir*, mettant en évidence les grands monuments de la ville aperçus à partir de la mer. Ces édifices deviennent de véritables points de repère pour la lecture urbaine. Sachant que l'ensemble des lithographies de la ville datant de cette époque servaient pour les plans d'attaque contre la ville, la précision devait être de rigueur. Leur confrontation avec les plans de la ville datés de la fin du XIX^{ème} siècle nous permet d'affirmer qu'elles reflètent en partie les éléments constituant la structure urbaine de la ville.

-Vue d'*al-Djazā'ir* lors du bombardement de l'Amiral Neale en 1824 (fig. 10)

La représentation des coupoles sur cette gravure est très frappante. Ils sont colorés en jaune, et prennent différentes dimensions. Ils se concentrent en majorité dans la partie centrale de la ville, autour d'un édifice très grand, correspondant probablement au palais d'*al-Djanīna*⁴⁸. Cette concentration se prolonge le long des deux rues principales *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn*.

⁴⁵ Cf. Infra. p. 115, fig. 62.

⁴⁶ Cf. Infra. p. 342. fig. 242, annexe II.

⁴⁷ Cf. Infra. p. 337, Fig. 235, annexe II.

⁴⁸ *Al-Djanīna* représentait avant 1818, le siège du gouvernement ottoman à *al-Djazā'ir*, et le palais Royal. Suite aux multiples assassinats des Deys, 'Alī Khūdja a transféré son siège au niveau de la Citadelle dans le pôle militaire. Cf. L. GOLVIN, *Palais*, 2003, p. 23.



La mosquée du Dey, et l'entre palais des janissaires



Bain du Harem, espace n° 2.



Pavillon



Pavillon du palais du *Bey*



Bain des janissaires, coupole amputée.



Anciens poste de garde



Bain des *Aghas* et fontaine au fond. .



Poudrière

Fig. 9 : Les coupoles de la Citadelle d'Alger.
(Source : auteur, juillet 2010).

On peut identifier au centre de cette gravure la mosquée *al-Sayyida* (ou *Katshāwa*⁴⁹), à gauche, la mosquée *Mizū Morṭū* et à droite la mosquée *'Alī Bidjnīn*. A proximité de celle-ci se dresse une petite coupole correspondant soit à la mosquée *Sattī Maryam*⁵⁰ soit à la Fonderie. Plus bas, dans le quartier de la Marine, est localisée la mosquée *al-Djadīd*. En haut de la gravure, on reconnaît la mosquée *al-Ṣafīr* à gauche ; à droite deux petites coupoles émergent, correspondant probablement à l'emplacement du bain et du mausolée de *Sīdī Ramḍān*. Ces deux édifices de l'époque arabo-berbère⁵¹, existent de nos jours, et sont situés dans cette partie de la ville (fig.11).

La Citadelle au sommet, séparée de la ville par un puissant rempart, comporte deux coupoles, le plus grand étant peint en blanc correspond à la Grande Mosquée du Dey (fig.9). Le second peint en jaune, surbaissé par rapport au premier identifié comme étant la poudrière, la seconde grande coupole de la Citadelle.

Cette gravure identifie un nombre important d'édifices à grandes coupoles inventoriées dans la deuxième partie de la recherche. Elle met l'accent comme la précédente sur la forte concentration de coupoles au centre de la ville tout le long des rues structurantes et commerçantes *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn*, ainsi qu'au niveau de la Citadelle.

Il est intéressant de signaler l'apparition de petites coupoles dans le paysage de la ville. Elles correspondent aux couvertures d'autres d'édifices, comme ceux identifiés dans le quartier *Sīdī Ramḍān*. Les forts situés sur la jetée, comportent des tours couvertes également par de petites coupoles à peine apparentes. Nous supposons que l'auteur de cette gravure connaissait la ville car ces dernières coupoles ne pouvaient pas être perçues de la mer.

L'utilisation de couleurs différentes pour la matérialisation des coupoles, indique l'importance de ces édifices comme éléments de repère dans le paysage algérois de l'époque ottomane. Un autre point très important est à signaler, c'est le profil transversal de la ville qui présente une pente très raide à partir des rues *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn*, favorisant de ce fait cette lecture globale de la ville ponctuée de ces éléments signalétiques. Contrairement à la lithographie précédente, aucune coupole n'a été identifiée au niveau du port.

⁴⁹ On ne peut pas vérifier la mosquée représentée sur cette gravure, car la mosquée *Katshāwa* est située derrière la mosquée *al-Sayyida*.

⁵⁰ Cf. Infra. p. 76, fig. 34.

⁵¹ « Les indications d'A. DEVOULX sur la vétusté très avancée du bain au moment de l'arrivée des Français ainsi que son organisation architecturale ancienne laissent supposer que son existence était certainement antérieure à la période ottomane et peut être contemporaine de la construction de la mosquée voisine (entre le X^e et le XI^e siècle) », cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains d'Alger*, 2008.

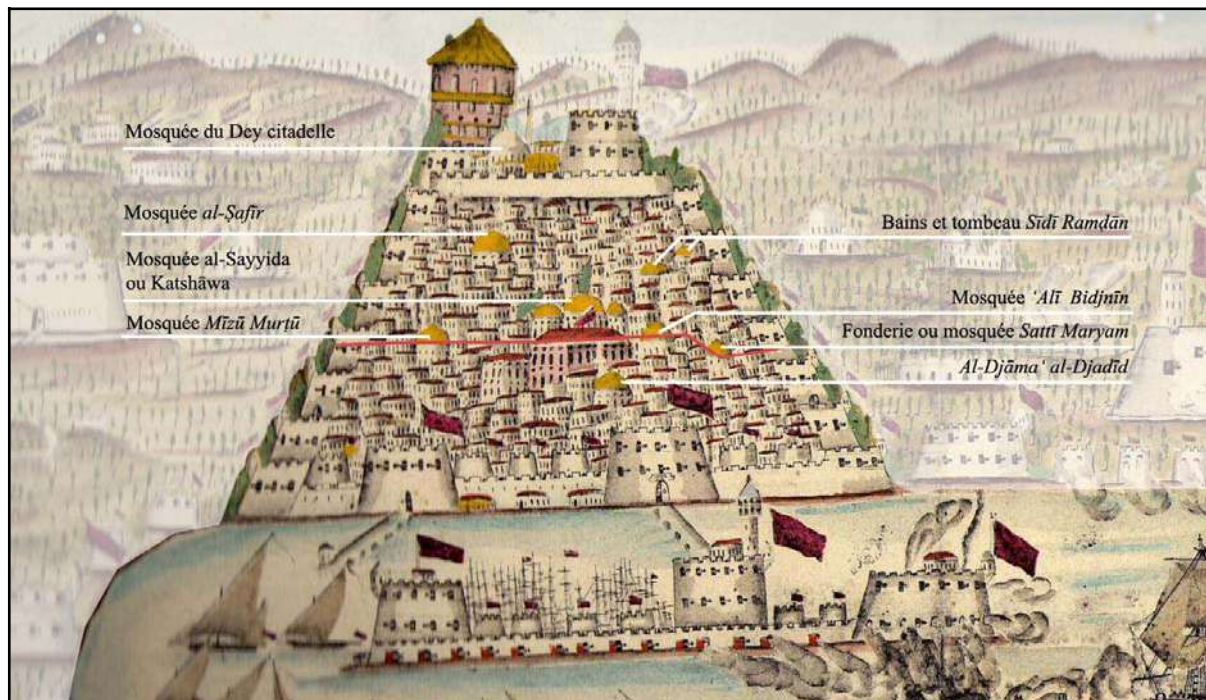


Fig. 10 : Bombardement d'*al-Djazā'ir* par l'Amiral Neale en 1824.

(Source : G. ESQUER, *Iconographies*, 1929, T1, planche 62, gravure n°143, identification des édifices à coupole sur la lithographie par l'auteur).



Le bain



Le mausolée.

Fig. 11 : Les coupoles du bain et du mausolée *Sīdī Ramḍān*.

(Source : auteur, juillet, 2010).

- Vue d'*al-Djazā'ir* « Bombardement, *Bon Zian er Remili* » (fig. 12)

Cette dernière gravure identifie un plus grand nombre de coupoles, comparativement aux deux précédentes. Les mosquées sont accompagnées de minarets aux proportions exagérées. L'auteur s'est attardé à représenter des détails relatifs à l'organisation spatiale ces monuments religieux. Ces derniers sont matérialisés par un système de couverture défini par une grande coupole autour de laquelle gravitent plusieurs coupolettes.

D'autres édifices sont couverts uniquement d'une grande coupole, ce qui nous renseigne sur les caractéristiques spatiales des différents édifices à coupole dans la ville. Un second détail très important concerne la forme des coupoles définie par plusieurs pans, ainsi que les petites ouvertures sur les tambours qui les supportent.

Le nombre des coupoles dans la partie basse de la ville est plus important que dans la partie haute, elles sont localisées sur les trois rues structurantes. Nous avons fait un essai d'identification des édifices religieux à coupoles, en nous basant sur les données historiques ainsi que sur l'inventaire des édifices à coupoles⁵² dans la ville *al-Djazā'ir* (fig. 13).

Sur la rue *Bāb al-Wād*, sont situées la mosquée *al-muṣallā* à côté de la porte *Bāb al-Wād* et la mosquée '*Alī Bidjnīn*'. La mosquée *al-Sayyida* ainsi que la mosquée *Katshāwa* se situent au centre de la ville. Sur la rue de la Marine, émergent deux grandes mosquées, celle appelée *Djāma' al-Djadīd* et la mosquée '*Abdī Bāshā*'. Sur la rue *Bāb 'Azūn*, la mosquée *Mizū Murṭū* et '*Alī Bāshā*'⁵³.

Dans la partie haute, se dresse à gauche la mosquée *al-Ṣafīr* ainsi que le mausolée *Sīdī Mḥammad al-Sharīf*. A droite, deux petites coupoles correspondant probablement au bain et au mausolée de *Sīdī Ramḍān*, accompagnée de la mosquée du même nom, en toiture en pente. Leur emplacement correspond tout à fait à celui du complexe religieux *Sīdī Ramḍān* datant de la période arabo-berbère. Ce lieu a été mis en évidence dans ces deux dernières gravures, ce qui renseigne sur l'importance qui lui est accordée dans la ville.

Au-dessus, dans l'enceinte de la Citadelle, est localisée la mosquée du Dey, ainsi que de petites coupoles correspondant à celles des bains, des pavillons qui existe encore de nos jours (fig. 9). Elles font l'objet d'un projet de restauration en cours depuis plusieurs années.

⁵² Cf. *Infra*. p. 120-133.

⁵³ Cette mosquée ne comportait pas de coupole, elle se composait d'une salle de prière hypostyle, S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, CD Rom.

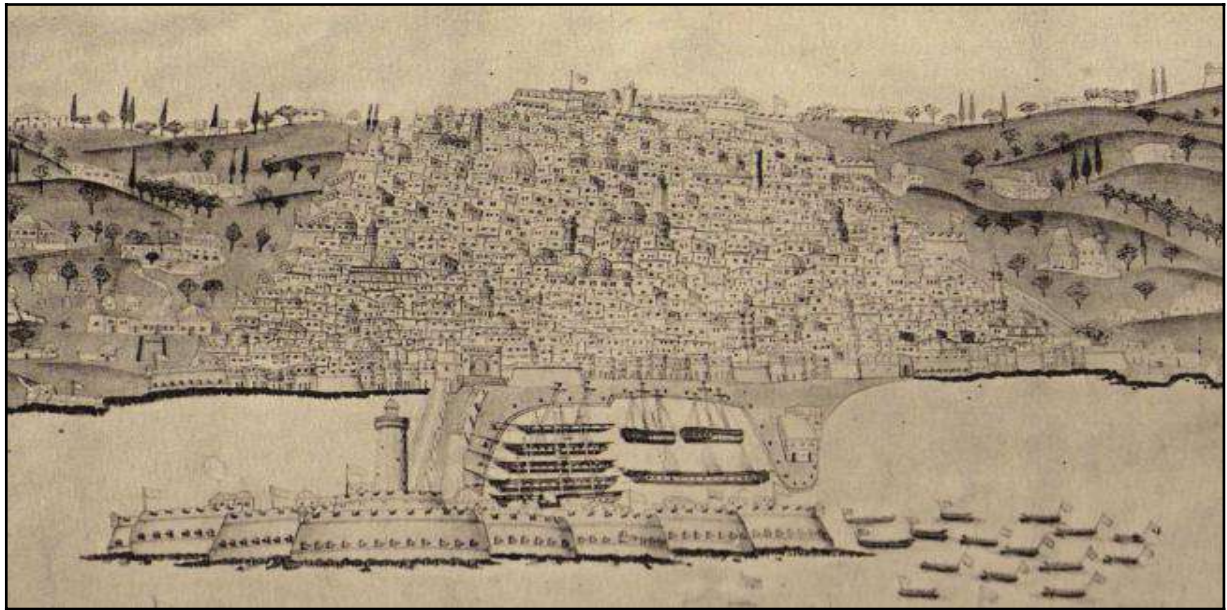


Fig. 12 : « Bombardement, Bon Zian er Remili ».
(Source : G.ESQUER, *Iconographies*, 1929, T1, planche n° 61, gravure n° 141).

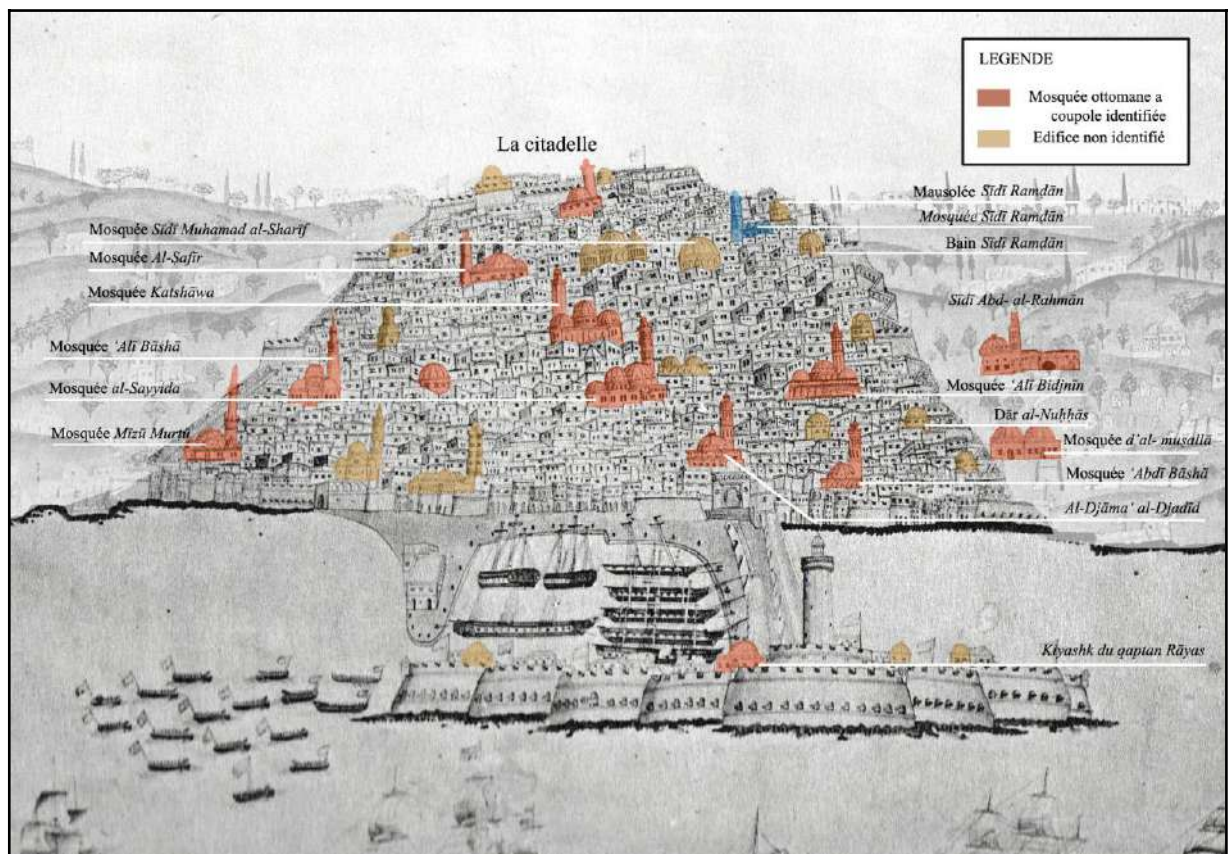


Fig. 13 : Identification des grands édifices à coupole sur la figure n° 12.
(Source : auteur).

La jetée du port, comporte elle aussi, plusieurs coupoles, au-dessus des forts. Une coupole plus importante au centre de la jetée correspond probablement au « *Dār wakīl al-Ḥādī* »⁵⁴, représentée également dans la figure n°7.

Nous avons pu identifier l'ensemble des grandes mosquées à coupole dans cette gravure. Néanmoins, plusieurs coupoles représentées dans ce dessin n'ont pas pu être reconnues ni localisées⁵⁵. Le manque de repères rend leur localisation sur la gravure très difficile. Il s'agit probablement de coupoles couvrant des mausolées et des bains publics dont les dimensions n'étaient pas très importantes : elles ne pouvaient être aperçues du rivage.

La précision et le nombre des détails fournis à travers cette gravure, la mention des coupoles de petite dimension, nous laissent supposer que l'auteur de la gravure a décrit et représenté la ville de l'intérieur. Néanmoins, le nombre des coupoles a été amplifié, probablement dans le souci de démontrer le nombre important d'édifices culturels dans la ville..

Les résultats de l'analyse de cette dernière gravure rejoignent en partie ceux des deux précédentes. Une forte concentration des édifices à grandes coupoles au niveau des trois plus importants pôles de la ville :

- Le premier représenté par la Citadelle d'Alger, un pôle militaire situé en hauteur, dominant toute la ville jusqu'au port, ponctué de grandes et petites coupoles couronnant la façade urbaine de la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane ;
- Le second représenté par le centre-ville : le centre politique religieux et commercial, regroupant les plus importantes grandes mosquées dont les trois principales : *Djāma' al-Kabīr*, *al-Sayyida* et *al-Djāma' al-Djadīd*;
- Le troisième étant le Port, première frontière maritime protégeant la ville des attaques extérieures à partir de la Méditerranée, mettant en évidence des coupoles au-dessus des fortifications.

Cette lithographie met l'accent également sur l'architecture des grandes mosquées en représentant avec précision la forme de leur système de couverture : « une coupole centrale à plusieurs pans, entourée de plusieurs petites coupoles ». Correspondant exactement à la forme des mosquées *al-Djazā'ir* réalisées durant l'époque ottomane.

⁵⁴ La maison du ministre de la Marine du Dey.

⁵⁵ Ces coupoles ont été reprises dans le traitement de la lithographie avec une couleur plus claire que celle des édifices identifiés.

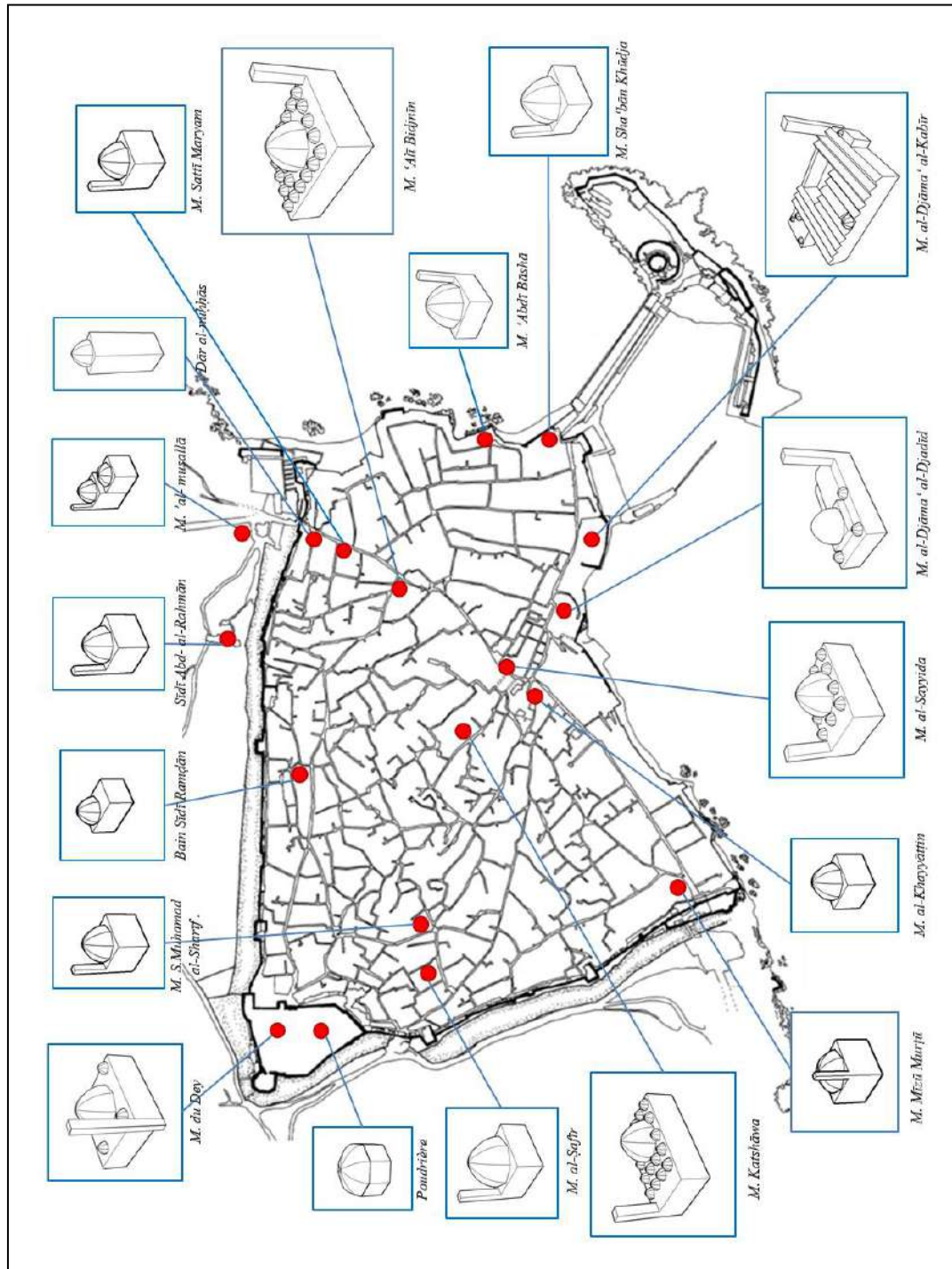


Fig. 14 : Implantation des édifices à grande coupole dans la ville d'al-Djazā'ir ottomane.
(Restitution de l'auteur)

- Restitution de l'image du paysage d'*al-Djazā'ir*

L'étude du paysage algérois vers la fin du XVIII^{ème} et au début du XIX^{ème} siècle à travers les trois lithographies nous a permis de restituer l'image de la ville sous l'époque ottomane. Les coupoles représentaient des éléments de repère ponctuant les monuments de la ville (fig.14 et 15). C'est ce qui leur octroie cette importance dans la composition du paysage urbain: ce sont des éléments ordonnateurs du tissu urbain.

La troisième lithographie représente fort bien les différentes époques ayant marqué la ville. Retraçant la construction de monuments et d'autres édifices, l'avènement arabo-berbère s'identifie par des réalisations austères comportant très rarement des coupoles de petite taille. Cette période a légué à la ville deux grands centres religieux, la Grande Mosquée et la mosquée *Sīdī Ramḍān* identifiées dans le paysage par leurs toitures en charpente dissimulant les coupoles devant l'espace du mihrab.

A l'époque proprement marquée par les Ottomans, les coupoles couvrant leurs œuvres architecturales se caractérisent par des formes plus grandes et s'étendant de façon singulière sur tout le paysage de la ville. Ce dernier était marqué par un décor particulier, rythmé de coupoles et de minarets. Ces coupoles acquièrent de ce fait une signification urbanistique plus importante qu'à l'époque précédente.

En effet, l'étude du paysage urbain à l'époque ottomane fait ressortir trois pôles urbains structurant la ville, recevant les édifices majeurs dont la monumentalité fut sublimée par les grandes coupoles. Une coupe transversale localise les grandes coupoles au niveau des trois plateaux forts du profil (fig.16):

- Le premier constitue le sommet de la ville correspondant à la Citadelle, localisé au niveau de la pointe haute du triangle formant le site (fig. 5). Il représente un plateau stratégique, captant le regard à partir de la mer ;
- Le second plateau est représenté par le port. Un pôle commercial et de défense militaire dont la puissance et la réputation sont reconnues dans l'ensemble des villes méditerranéenne ;
- La troisième zone correspond à la transition entre la montagne et le port. Elle correspond à la plaine définie par les artères principales *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn* et englobant les quartiers du centre ville. Ceux-ci sont en prolongation avec les activités commerciales du port. Cette zone définit également la base du triangle que forme la cité d'*al-Djazā'ir*.

Ceci nous permet de vérifier le second volet de notre première hypothèse relatif à l'implantation des grandes coupoles sur les points structurants le paysage de la ville. La construction des coupoles dans la ville d'*al-Djazā'ir*, leur expansion dans cette cité traduit l'adoption d'un nouveau style assigné à cette période. Ces coupoles représentent des éléments d'émergence dans le paysage algérois, localisées de ce fait sur les plateaux forts de la silhouette naturelle de la ville (fig. 15).

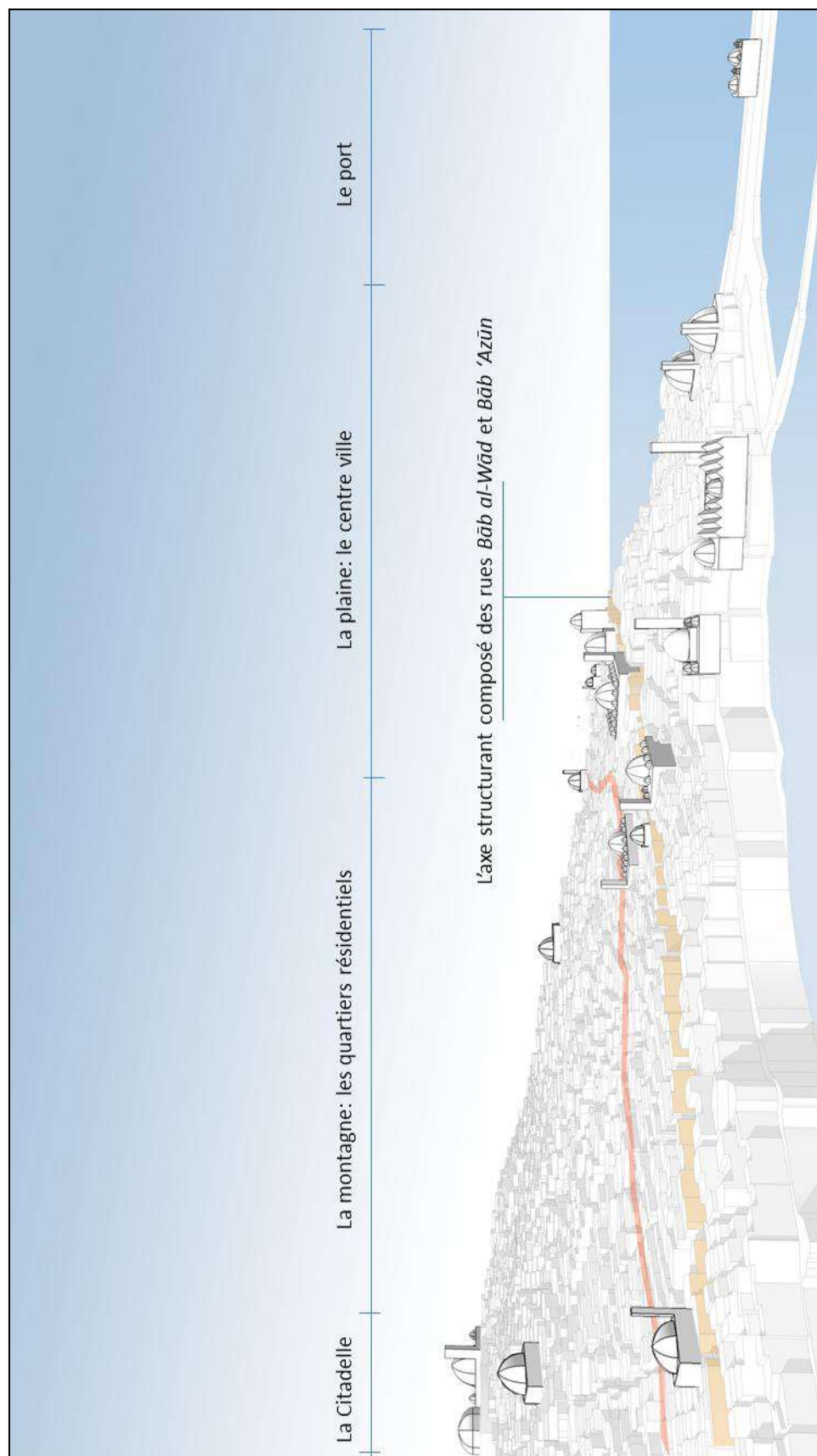


Fig. 15 : Restitution de l'image du paysage algérois à la fin du XVIII^{ème} et début du XIX^{ème} siècle. (Restitution de l'auteur).

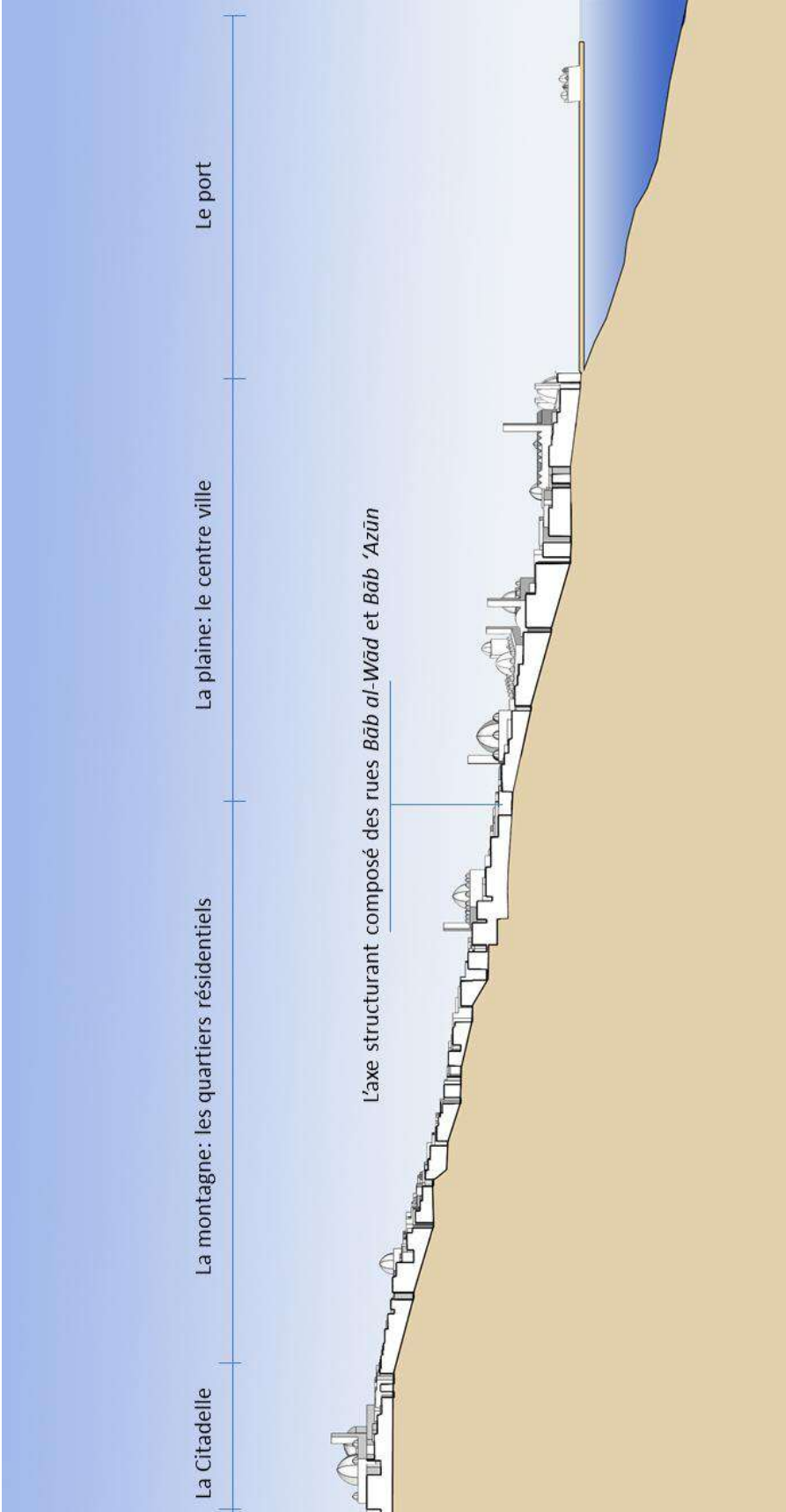


Fig. 16 : Coupe longitudinale sur la ville d'al-Djazā'ir.
(Restitution de l'auteur)

2-3- Le paysage de la grande terrasse urbaine

Nous avons cité précédemment les différentes tailles des coupoles dans la ville. L'image du paysage à partir de la mer, illustrée à partir des trois gravures, met l'accent sur les grandes coupoles et celles de tailles moyennes. Ce sont les grandes coupoles des mosquées, celles de certains mausolées et bains publics⁵⁶, participant à l'animation du paysage urbain d'*al-Djazā'ir*. Les petites coupoles n'apparaissent pas dans ces différentes représentations de la ville.

Une photographie récente à partir des terrasses de la Casbah d'Alger (fig.17), laisse apparaître de petites coupoles octogonales. En effet, les grandes maisons à patio de forme cubique comportaient de petites coupoles sur les escaliers qui mènent aux terrasses. Elles représentent des éléments qui singularisent les maisons citadines les unes des autres.

Mais toutes les maisons ne comportent pas de coupole sur la terrasse, cela dépend de la taille de la bâtisse. Seuls les palais, les grandes demeures à patio et les maisons à *shbāk* en possèdent (fig.18). Ces coupoles sur ces sorties d'escalier, ressemblent aux minarets des mosquées, devenant ainsi des repères signalétiques distinguant les terrasses individuelles⁵⁷. Ces dernières constituaient ce que nous appelons une grande terrasse urbaine, une succession de plateaux qui se succèdent en dégradé (fig.19), mettant en évidence le relief du site.

La terrasse de la maison, représentait un espace extérieur exploité surtout par les femmes et les enfants. Des espaces conviviaux à l'abri des regards, qui leur permettaient d'organiser des rencontres. « *On y pratique autant d'activités que dans le West el-dar -le patio de la maison-. Simplement, on le fait à d'autres heures ou à d'autres saisons* »⁵⁸. Les petites coupoles permettaient de reconnaître chaque maison et donc ses propriétaires.

Vu leurs petites dimensions, ces coupoles sont à l'échelle architecturale sans grand impact sur le paysage de la ville. Vu de la mer, leurs silhouettes se confondent avec le volume des maisons. Mais à partir des terrasses de la ville, les sorties d'escalier constituent des éléments de repère, au niveau de la grande terrasse urbaine d'*al-Djazā'ir*.

⁵⁶ L'ensemble des coupoles des mausolées et des bains publics ne sont pas apparent de l'extérieur, elles sont superposées parfois à d'autres espaces, c'est le cas du bain *Sīdnā*, dont la coupole n'apparaît pas en terrasse.

⁵⁷ Les terrasses des maisons citadines étaient identiques, se succédant et se surplombant les unes sur les autres, créant un escalier urbain. Elles permettaient aux habitants de passer d'une maison à une autre.

⁵⁸ Cf. A. RAVEREAU, *La Casbah d'Alger*, 2007, p. 192.



Fig. 17 : Vue à partir d'une terrasse à la Casbah, maison, sise, 5 Impasse des Frères Bachara.



Fig. 18 : Grande maison à patio, Casbah d'Alger, n° 65 rue Sidi Driss Hamidouche.
(Source des deux figures : auteur, juillet, 2010).



Fig. 19 a : 20 rue Mecherie.



Fig. 19 b : 02 rue Mahious Abdelhamid.



Fig. 19c : 13 rue Boussora Abderrahmane.



Fig. 19d : 8 rue Boussora Abderrahmane.

Fig. 19 : Les petites coupoles des cages d'escalier.
(Source : auteur, juillet 2010).

D'autres maisons possèdent un *minzah*, une aile particulière donnant sur la terrasse. Il représente un espace de repos et de détente couvert, « qui apporte beaucoup par son abri et son agrément à l'aspect vivant de cette surface de plein air »⁵⁹. Le *minzah* comportait le plus souvent une petite pièce couverte d'une coupole plus grande que celle des sorties d'escaliers (fig. 20).

Les palais définissent au niveau des étages supérieurs des pièces comportant une grande alcôve « *qbū* » centrale en face de la porte ou à l'extrémité de la pièce. Cet espace était dans certains cas recouvert d'une coupole de taille moyenne, qui recevait très souvent une décoration en stuc ajouré raffiné, ornant ces espaces particuliers⁶⁰.

Les peintres orientalistes et les miniaturistes (fig. 21), se sont fortement intéressés à cet héritage architectural traditionnel. Ils ont reproduit des scènes d'ambiance dans les « *Ştūhs* »⁶¹. Une vue plongeante des hauteurs de la ville vers le port, met en évidence les grandes coupoles mais surtout celles, plus petites, des *minzahs* et des sorties d'escalier.

Ces artistes, nous fournissent des détails intéressants de ces formes de couverture octogonales, nous renseignant sur leurs formes, leur position dans la construction ainsi que leur traitement architectural.

André Ravereau⁶² reproduit une vue des terrasses de la Casbah d'Alger avec son ambiance et son vécu (fig. 22). Les femmes et les enfants profitent pleinement de cet escalier urbain⁶³ qui leur permet de vivre, de partager des activités en communauté et de traverser la ville par ces espaces extérieurs à l'abri des regards indiscrets masculins. Mais l'auteur de ce croquis ne mentionne pas les coupoles qui sortent en terrasse, à partir des cages d'escalier, alors qu'elles sont nombreuses dans le paysage urbain de la médina d'*al-Djazā'ir*. Seules les coupoles des alcôves sont représentées. Nous avons pris le soin de compléter ce dessin afin de restituer l'image de la grande terrasse urbaine (fig. 23).

Le rôle des coupoles situées au niveau des terrasses est très intéressant. Elles ponctuent les cages d'escalier et les *minzahs*. Elles assurent une animation de cette grande terrasse urbaine brisant par leur verticalité, la monotonie horizontale des différents plateaux individuels des maisons citadines. Elles constituent de ce fait des points de repère permettant l'identification de chaque unité d'habitation (fig. 22). Leurs formes courbes, atténuent la rigidité des lignes des maisons d'habitation, créant une ambiance, un rythme au niveau du grand escalier urbain, animant la cinquième façade⁶⁴ de la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane.

⁵⁹ Cf. A. RAVEREAU, *La Casbah d'Alger*, 2007, p. 192.

⁶⁰ Cf. K. LAMANI-BOURAHLA, *Analyse*, 2010.

⁶¹ Les *Ştūhs* : pluriel de *Ştah*, est le nom arabe de la terrasse.

⁶² A. RAVEREAU, *La Casbah d'Alger, et le site créa la ville*, 2007.

⁶³ L'escalier urbain est représenté par la succession des terrasses mitoyennes, permettant le passage d'une maison à une autre.

⁶⁴ La terrasse d'une construction peut être assimilée à une cinquième façade. Nous avons employé ce terme à l'échelle de la ville « la cinquième façade de la ville » afin de désigner la grande terrasse urbaine.



Fig. 20 : Coupole d'un *minzah*, 3 rue N'Fissa, Casbah d'Alger.
(Source : auteur, juillet 2010).



Fig. 21 : Vue sur les terrasses de la Casbah.
(Source : M. RACIM, Miniaturiste algérien, 1990).

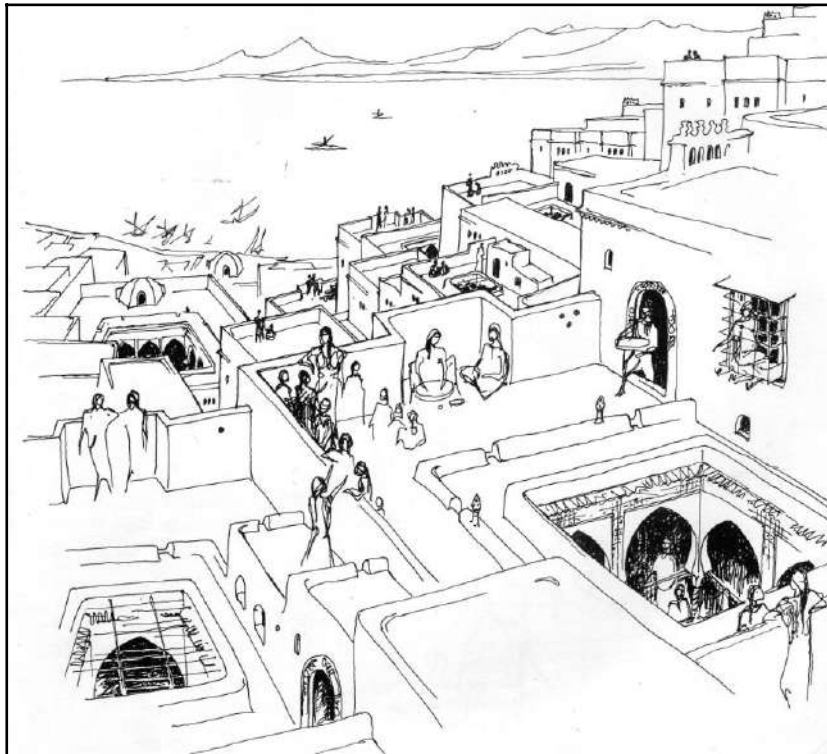


Fig. 22 : Le paysage de la grande terrasse urbaine.
(Source : A. RAVEREAU, *La Casbah d'Alger*, 2007).

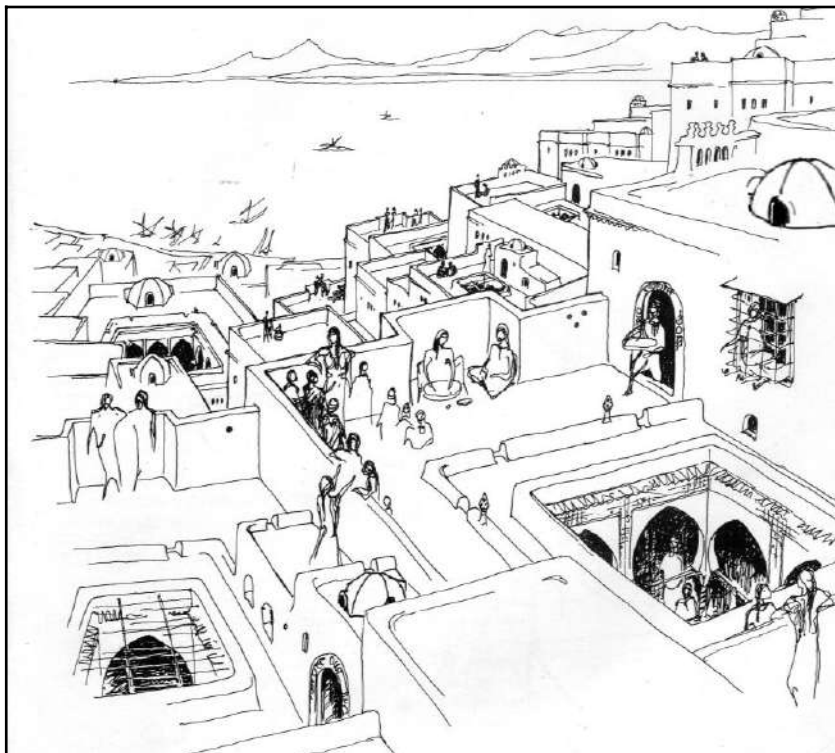


Fig. 23 : Restitution des coupoles des cages d'escalier.
(Restitution de l'auteur).

A l'échelle architecturale, ces petites coupoles couvrent des espaces ordinaires ne se rattachant à aucune symbolique. Nous pouvons donc avancer que les coupoles ne couvrent pas seulement des espaces importants ayant une signification particulière. Elles participent par ailleurs au confort thermique de la maison, par l'aspiration des chaleurs au niveau des escaliers et notamment dans les *minzahs* qui sont directement exposés au soleil⁶⁵.

Nous pouvons déceler aussi la volonté d'associer cette forme de couverture à celle des édifices sacrés coiffés d'une grande coupole. Ces habitations sont-elles une reproduction à petite échelle de l'image mentale de la mosquée ? Ou voulaient-elles tout simplement s'approprier un élément architectonique symbolisant les édifices religieux ?

Nous penchons plutôt pour cette dernière hypothèse, du fait que ces coupoles couvraient rarement des espaces importants dans la maison, notamment celles couvrant les paliers intermédiaires des cages d'escaliers⁶⁶. Nous pensons que c'était une manière de se distinguer par une forme commune, qui s'apparentait aux couvertures des mosquées.

Les bâtisseurs de ces maisons justifiaient par l'emprunt de cet élément, leur appartenance à la ville ottomane musulmane⁶⁷. Aussi, comme toutes les maisons ne possédaient pas de coupoles, c'était un moyen de distinguer les palais et les grandes maisons par rapport aux autres habitations plus modestes dans la ville. Ceci laisserait supposer que la coupole symboliserait une certaine noblesse exprimée au niveau de ce grand espace communautaire : la grande terrasse urbaine.

Conclusion

Les deux niveaux d'argumentation abordés tout le long de ce chapitre⁶⁸ démontrent une image urbaine marquée par des coupoles de différentes dimensions reflétant le paysage d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane. Alors que la ville arabo-berbère entre le X^{ème} et le début du XVI^{ème} siècle, était dépourvue de coupoles et se distinguait par la particularité de ses toitures en pente et les minarets des Grandes Mosquées du vendredi. Les petites coupoles couvrant l'espace devant les *mihlabs* étaient dissimulés sous les charpentes en bois, en référence au style almoravide. Leur signification se traduisait seulement à l'échelle architecturale, un espace hautement symbolique indiquant la direction de la qibla.

Ceci nous indique clairement que le paysage d'*al-Djazā'ir* du début du XIX^{ème} siècle a été modifié durant la période ottomane. Il a connu une évolution continue, des transformations considérables depuis 1516, date de l'occupation de la ville par les Ottomans. Nous avons ainsi confirmé le premier volet de notre première hypothèse.

⁶⁵ Cf. Infra. p. 19.

⁶⁶ Ces coupoles avaient simplement un rôle fonctionnel, l'escalier étant un volume vertical, elles assurent l'aspiration des chaleurs par niveau.

⁶⁷ Cf. F. HITZEL, *L'Empire ottoman*, 2001, p. 55.

⁶⁸ Cf. Supra. p. 26.

L'étude du paysage algérois mené dans le cadre de cette recherche a été prise en charge par rapport à un seul élément « les coupoles ». L'emploi de ces dernières durant la période ottomane fut largement généralisé. Leur émergence par rapport aux autres bâtisses de la ville, leur confèrent une dimension urbaine.

Nous avons considéré une première image du paysage d'*al-Djazā'ir* ottomane à partir des terrasses des maisons d'habitation. Elle définit ce que nous avons appelé « la grande terrasse urbaine », des plateaux successifs qui s'emboîtent les uns les autres assurant une perméabilité aérienne à partir des terrasses. Ces dernières sont repérées à partir de leur sortie d'escalier coiffées de petites coupoles, devenant à leur tour, comme les grandes coupoles, des points de repère à l'échelle des habitations. Au-delà de son importance signalétique, la coupole semble aussi symboliser une certaine richesse, et donc une appartenance à un rang social.

La seconde image étant celle de la ville perçue à partir de la mer « la Méditerranée », représentant une vue globale, mettant en évidence sa structure urbaine. L'identification des coupoles dans le paysage urbain, fait ressortir les pôles les plus importants dans la ville. A savoir le cœur de la ville « le centre commercial, administratif, politique et religieux, ainsi que les deux zones militaires de défense : « le port et la Citadelle ».

Ces trois pôles sont ponctués par les coupoles d'*al-Djazā'ir*. Ces dernières qui ouvraient les Grandes Mosquées avaient une position dominante dans le tissu urbain, devenant de ce fait des repères à l'échelle urbaine. Ces coupoles ont largement contribué à la modification du paysage algérois, symbolisant de ce fait la référence à l'Empire ottoman.

L'implantation des monuments à grande coupole ne s'est donc pas faite au hasard, d'une manière spontanée. Leur position stratégique structure le paysage de la ville, permettant l'identification des édifices religieux ainsi que les trois grands pôles urbains sus-cités. Nous pouvons ainsi confirmer le second volet de notre première hypothèse de recherche, qui précisait que les coupoles étaient implantées sur les points forts de la structure urbaine.

Chapitre 2 : Contribution des coupoles dans la modification du paysage algérois entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle

Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons défini l'image du paysage algérois et ses différents points de vue. Ce paysage, que les Français ont découvert au début du XIX^{ème} siècle, n'est pas l'œuvre d'une seule époque, ni celle d'un seul homme. Son image est le résultat d'une évolution historique, et de transformations continues marquées par la construction de nouveaux édifices. Aussi la reconstruction et la rénovation des monuments existants ont continué tout le long de l'époque ottomane.¹

Nous visons dans ce deuxième chapitre l'analyse du processus d'évolution (formation/transformation) du paysage urbain pendant les trois siècles de la période ottomane. Cette évolution sera étudiée par rapport à la fondation des Grandes Mosquées à coupole dites « Mosquées du Vendredi », des éléments singuliers du paysage d'*al-Djazā'ir*. Pour cela, nous retracerons la chronologie de la construction des grandes coupoles dans la ville.

Notre objectif est de démontrer comment ces coupoles ont contribué à la modification du paysage algérois durant cette période. Il s'agit d'investir la période faste des coupoles et de préciser si leur réalisation s'est échelonnée depuis le XVI^{ème} jusqu'au XIX^{ème} siècle, ou s'il existe une période précise durant laquelle il eut une généralisation de cette forme architecturale. *In fine*, il s'agira d'identifier les événements liés à cet état de fait.

Nous entamerons ce deuxième chapitre en traitant des Grandes Mosquées et de leurs rôles dans l'évolution des villes musulmanes et particulièrement à *al-Djazā'ir*. Ces mosquées représentent des éléments ordonnateurs dans la structure urbaine de ces villes, autour desquels se développe une forte concentration d'activités, notamment commerciales. Ces édifices religieux constituent de ce fait les noyaux des médinas musulmanes.

L'évolution du paysage algérois sera étudiée par rapport à trois grandes périodes, correspondant aux trois siècles de son occupation ottomane (XVI^{ème}, XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles). Nous tenterons d'esquisser la chronologie de la construction des mosquées ottomanes en définissant les principales caractéristiques architecturales de certaines d'entre-elles qui ont influencé les constructions postérieures. Il s'agit en fait de retrouver quel modèle de mosquée à grande coupole a été réalisé pour la première fois à *al-Djazā'ir*.

¹ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 16.

1-Le rôle des Grandes Mosquées dans l'évolution de la ville d'*al-Djazā'ir*

Les Grandes édifices religieux ont eu une grande influence sur le développement de la structure urbaine. La ville regroupe plusieurs Grandes Mosquées « les mosquées cathédrales », appelées en arabe « *al-Djāma'* ». Elles représentent des édifices très imposants dans la vie urbaine, sociale, politique, culturelle, religieuse et spirituelle. Lieu de la « *khoṭba* », le discours du vendredi, certaines Grandes Mosquées servaient également de siège du tribunal², ce qui renforçait leur rôle dans la vie de la cité.

D. Grandet qui considère que la mosquée est l'un des éléments qui produit la ville arabo-musulmane, inscrit l'idéal unitaire de l'Islam dans l'espace urbain. Elle est considérée à la fois comme une institution et comme un emblème. Elle représente le centre de diffusion de la science juridique, en théorie et en pratique. « *Elle suscite des madrasas, elle est la référence des zawiyas, des mosquées secondaires et autres lieux de prière qui marque la ville comme symbole* »³.

Cette importance accordée aux Grandes Mosquées comme organe essentiel de la cité musulmane, influença le choix de leur implantation dans des lieux stratégiques. Elles étaient regroupées avec les grands marchés « les souks » et formaient le cœur⁴ de la ville. Elles étaient situées au croisement des grands parcours urbains⁵. Cette situation justifie la glorification de ces grands monuments religieux, dans les villes musulmanes et notamment ottomanes⁶. Les coupoles en tant qu'élément émergeant et complexe, renforçaient ce rôle structurant et symbolique des mosquées.

2-Le centre ville d'*al-Djazā'ir*

A *al-Djazā'ir*, les Grandes Mosquées étaient réparties en deux catégories, celles principales et celles à *khoṭba*. Selon T. Shuval, le centre ville, qui était le lieu d'une grande concentration d'activités économiques, ainsi que celui de l'administration⁷, rassemblait aussi les principales Grandes Mosquées. Ces dernières avaient une importance particulière du fait que deux d'entre elles⁸ servaient de siège au tribunal et qu'une troisième servait de lieu de prière pour le Dey⁹.

² *Al-Djāma' al-Kabīr et al-Djāma' al-Djadīd servaient de siège au mufti*, cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p.191.

³ Cf. D. GRANDET, *Architecture et urbanisme islamiques*, 1992, p. 67.

⁴ Le phénomène de la centralité de la mosquée et son association avec les marchés n'est peut être pas propre aux villes arabes traditionnelles, mais se trouve néanmoins dans toutes les villes arabes. Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 190.

⁵ *Ibid.*, p. 68.

⁶ Cf. *Supra*. p. 22, note n° 60.

⁷ Le siège du pouvoir « lieu du *Divan* » était situé au centre ville jusqu'en 1818, date à laquelle il fut transféré à la Citadelle.

⁸ Il s'agit d'*al-Djāma' al-Kabīr et al-Djāma' al-Djadīd*, cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p.191.

⁹ La mosquée *al-Sayyida* était le lieu de prière des gouverneurs algérois. *Ibid.*, p.191.

Le centre-ville se localisait autour du quartier de la Marine. Ce dernier se situait dans la partie basse de la médina structurée par les trois grandes artères : la rue *Bāb al-Wād*, la rue *Bāb 'Azūn* et la rue de la Marine¹⁰. Dans *al-Djazā'ir*, comme dans la majorité des villes musulmanes, ce centre économique¹¹ correspondait au noyau originel de la médina à partir de laquelle la ville a connu son extension et son développement urbain.

Les Ottomans ont renforcé le caractère de centralité de cette zone, en y édifiant leurs Grandes Mosquées. Le centre-ville regroupait à lui seul le plus grand nombre de Grandes Mosquées réalisées sur les rues principales (huit (08) sur les treize (13) mosquées à coupoles répertoriées dans l'inventaire¹². Ce sont les mosquées : *'Alī Bidjnīn*, *al-Sayyida*, *Katshāwa*, *al-Djadīd*, *al-Djāma' al-Kabīr*, *'Abdī Bāshā*, *Sha'bān Khūdjā* et *Mīzū Murṭū*).

Ceci explique l'implantation des Grandes Mosquées dans la partie basse de la ville, aux alentours d'*al-Djāma' al-Kabīr*. Ces édifices religieux affirmaient la puissance du pouvoir central ottoman, symbolisé par l'adoption du modèle des mosquées de Turquie à grande coupole centrale¹³.

3-L'évolution du paysage d'*al-Djazā'ir* : éléments de référence

La décision de réaliser une œuvre architecturale, notamment un édifice religieux ayant un grand impact sur le développement de la ville, revenait le plus souvent au gouverneur. Ce dernier décidait du lancement des travaux de construction qui étaient financés généralement par les institutions *ḥabūs*¹⁴.

A noter que le gouvernement algérien entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle, n'a pas connu de stabilité. Des changements importants de régime¹⁵ sont souvent intervenus, ce qui a sûrement eu des conséquences sur l'évolution et le développement urbain de la ville. Celle-ci a connu des changements considérables, avec la réalisation de nouveaux édifices.

3-1-Le XVI^{ème} siècle : l'occupation ottomane de la ville

C'est la période de l'installation du pouvoir ottoman à *al-Djazā'ir*. Elle correspond en grande partie à la gouvernance des *Berlerbeys*¹⁶, de 1518 à 1587. « *Un gouverneur général était nommé par la Sublime Porte [...] qui commandait les territoires d'Alger, de Tunis et de Tripoli* »¹⁷. Il était choisi parmi les corsaires « *Ṭā'ifa des Rāyas* »¹⁸.

¹⁰ Cf. Supra. p. 36.

¹¹ Le centre économique était matérialisé par la présence des marchés "les souks".

¹² Cf. Infra. pp. 120-121.

¹³ Cf. Infra. p. 69. La grande coupole centrale est généralement entourée de coupolètes.

¹⁴ Les *ḥabūs* sont des Institutions charitables, qui se chargeaient de récupérer les revenus de certains édifices rentables au profit de nouvelles réalisations, entretien ou restauration.

¹⁵ Le pouvoir politique a vu défiler plusieurs gouvernements, les *Beylerbeys*, les *Pachas*, les *Aghas* et les *Deys*.

¹⁶ Le *Beylerbey* est le titre donné au roi d'Alger de 1518 à 1587, C. BONTEMS, *Manuel*, T1, 1976, p. 29.

¹⁷ Cf. A. KHELIFA, *Alger*, 2010, p. 49.

¹⁸ La *Ṭā'ifa des Rāyas* représente la corporation des capitaines corsaires.

C'est durant le XVI^{ème} siècle, que la course maritime se développa et se consolida, pour atteindre son apogée vers la fin du siècle, représentant la principale et régulière ressource d'*al-Djazā'ir*. L'économie de la ville était donc en pleine croissance.

Cette première période s'est caractérisée par le renforcement et la reconstruction des défenses de la ville¹⁹ et par la réalisation de deux grandes mosquées très importantes. La mosquée *al-Şafīr*, construite en 1534²⁰ en (09) neuf mois par *al- qāyad Şafar ban Abd Allah*, puis reconstruite au début du XIX^{ème} siècle, et la mosquée *al-Sayyida* dont la première mention date de 1564²¹ durant le règne du *Bāshā Ḥasān ban Khayr al-dīn*²², reconstruite vers la fin du XVIII^{ème} siècle²³.

Nous n'avons aucune donnée concernant l'architecture de ces deux mosquées du XVI^{ème} siècle. D. De Haëdo mentionne vers la fin de ce siècle la mosquée *al-Sayyida*, ne donnant aucun détail sur son aspect architectural. Il indique que « *plusieurs de ces édifices religieux sont très bien construits en voûtes supportées par des arceaux, et des colonnes bien travaillées qui, bien que n'étant pas de marbre, sont très élégamment fabriquées en briques et en plâtre* »²⁴.

Cette description très générale ne nous éclaire pas beaucoup sur l'architecture des premières mosquées ottomanes d'*al-Djazā'ir*. Néanmoins l'auteur précise que les couvertures de ces édifices étaient voûtées. Voulait-il parler seulement de voûtes ou bien de coupoles ? Nous ne pouvons pas négliger l'hypothèse de l'existence de couvertures en coupoles sur les premières réalisations ottomanes dans la ville. Surtout que les premières mosquées ottomanes, notamment celles de Brousse, avaient adopté des couvertures à coupoles. Ces mosquées étaient contemporaines aux mosquées d'*al-Djazā'ir* du début du XVI^{ème} siècle. Par ailleurs, certains mausolées et bains publics algérois du XVI^{ème} siècle ont reçu des coupoles comme système de couverture.

L'hypothèse que les premières mosquées ottomane d'*al-Djazā'ir* aient pu recevoir des coupoles est donc très plausible. Les mosquées à coupoles représentaient en effet un modèle acquis dans la tradition constructive ottomane²⁵ (fig. 24). L'exigence de leur reconstruction au XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècle a été due en grande partie à leur taille exiguë qui ne pouvait satisfaire le nombre grandissant des fidèles, et d'autre part, à leur état de dégradation survenu à la suite des bombardements²⁶ et des séismes que la ville a connu pendant cette période²⁷.

¹⁹ Cf. E. PLANTET, *Les consuls de France*, 1930, p. 63.

²⁰ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 194.

²¹ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, Vol. 1, 2007, p. 72.

²² Cf. E. PLANTET, *Les consuls de France*, 1930, p. 63.

²³ Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p. 153.

²⁴ Cf. D. de HAËDO, *Topographie*, 2004, p. 213.

²⁵ Les premières mosquées ottomanes avaient déjà adoptée la coupole centrale comme couverture de leur salle de prière, on peut citer la mosquée *Yéçhil* ou mosquée verte (1378) et la mosquée *Yildirim Bayazid* (1391-1400) à Brousse, cf. S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 163.

²⁶ Cf. F. CRESTI, *Alger*, 1996, pp. 75-77.

²⁷ En effet, la ville d'*al-Djazā'ir* fut secouée par huit séismes entre le XVI^{ème} et le XVIII^{ème} siècle. Deux d'entre eux ont causé de grands dommages, celui de 1673 et le grand séisme de 1716. Cf. A. A. ABDESSEMED-FOUFA *Contribution*, 2007, pp. 43-48.

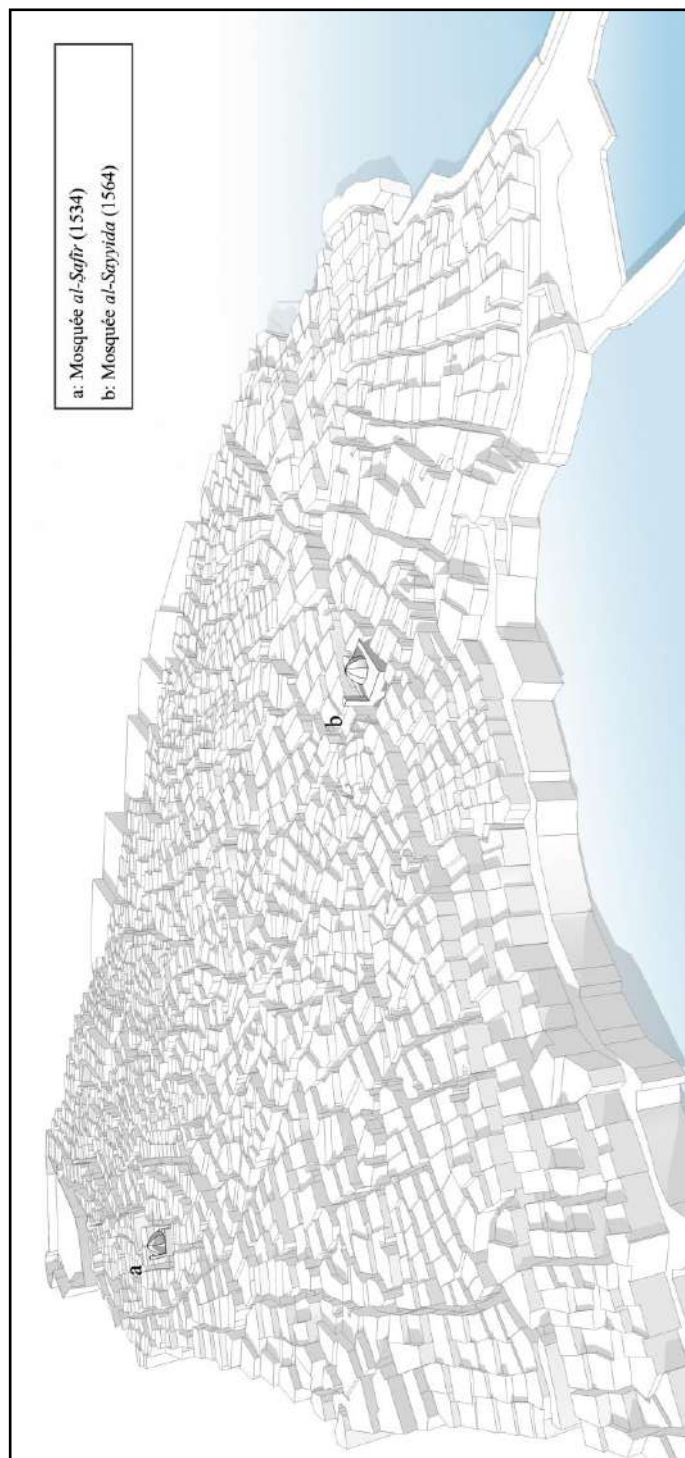


Fig. 24 : Les Grandes Mosquées ottomanes dans *al-Djazā'ir* au XVI^{ème} siècle. Nous supposons que les deux premières mosquées du XVI^{ème} siècle aient reçu des coupoles. (Restitution de l'auteur).

3-2-Le XVII^{ème} siècle : l'âge d'or de la Régence d'*al-Djazā'ir*

Du point de vue politique, le XVII^{ème} siècle a connu trois périodes. Celle des *Pachas* triennaux (1588-1659), celle des *Aghas* (1659-1671) et la période des Deys. Les deux premières sont marquées par la primauté des janissaires, « l'*Odjaq* ». La première période a produit un effet inverse de ceux souhaités par les Ottomans : « *loin de favoriser le rattachement de l'Algérie à l'Empire ottoman, allait confirmer sa relative indépendance* »²⁸.

Durant la seconde période, les liens tissés entre les forces politiques de la Régence et la Sublime Porte vont se relâcher davantage. Les Pachas continuent à être nommés par le sultan ottoman, mais ne devaient plus s'occuper de politique. Ces deux périodes sont caractérisées par de nombreuses révoltes et une instabilité politique dues à la prédominance de la milice²⁹ commandée par l'Agha.

Vers la fin du XVII^{ème} siècle, est instauré un nouveau régime, celui des Deys, qui va durer jusqu'en 1830. Nous assistons à la cristallisation d'un système politique qui allait faire ses preuves tout le long du XVIII^{ème} siècle³⁰ et qui se distingue par une grande stabilité politique.

Sur le plan économique, le XVII^{ème} siècle représente l'âge d'or de la course maritime algérienne. *Al-Djazā'ir* se trouve à l'apogée de sa puissance grâce aux revenus des guerres maritimes dirigées par une flotte importante : la « *Tā'ifa des Rāyas* ». Cette stabilité économique et politique a fortement encouragé le développement urbain de la ville. Elle a favorisé l'engouement pour de nouvelles réalisations dont les principales furent les casernes des Janissaires ainsi qu'un nombre important de mosquées principalement de rite hanéfite. Par contre, la ville a subi plusieurs catastrophes³¹ causant un préjudice à un nombre considérable d'édifices, ce qui a induit plusieurs actions de reconstruction au sein de la ville.

3-2-1-L'adoption du nouveau modèle de mosquée à coupole

Durant le règne des Pacha triennaux, le paysage d'*al-Djazā'ir* a vu la réalisation de deux Grandes Mosquées : celle de *Katshāwa* dont la première mention dans les registres d'archives ottomanes remonte à 1612-1613³², qui fut rebâtie vers la fin du XVIII^{ème}³³ siècle et la mosquée '*Alī Bidjnīn* construite en 1622-23 [la coupole n° 1]³⁴ (fig. 36).

²⁸ Cf. C. BONTEMS, *Manuel*, T1, 1976, p. 31.

²⁹ *Ibid.*, pp. 31-35.

³⁰ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 23.

³¹ Parmi ces catastrophes nous citons les différentes destructions des poudrières de la ville ainsi que les bombardements de la flotte française qui ont causés la destruction d'un nombre important de maisons et de mosquées. Cf. F. CRESTI, *Alger*, 1996, p. 14.

³² Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 194.

³³ Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p. 164.

³⁴ Le chiffre entre accolade indique l'ordre chronologique de l'apparition des grandes coupoles dans le paysage d'*al-Djazā'ir*.

N'ayant pas connu de reconstruction postérieure durant l'époque ottomane, cette mosquée représente le premier modèle de mosquée à grande coupole dans la ville d'*al-Djazā'ir*. Les autres grandes mosquées ont été conçues suivant ce modèle.

Les mosquées antérieures à cette réalisation ont-elles eu la même organisation spatiale ? La plupart d'entre elles furent rebâties vers la fin du XVIII^{ème} siècle. Le manque de source concernant leurs formes architecturales ne nous permet pas de donner des précisions concernant leur organisation spatiale ni leur système de couverture. Néanmoins, nous restons convaincus que ces mosquées possédaient des coupoles en référence à celles construites en Turquie³⁵.

-La mosquée 'Alī Bidjnīn (fig. 25-26)

Cette mosquée à *khoṭba* est l'œuvre d'*al-qāyad 'Alī Bidjnīn*, un italien converti à l'Islam. Il était *tādjār*, c'est-à-dire négociant, titre donné aux armateurs de navires destinés à faire la course aux dépens des chrétiens. Devenu chef de la *Tā'ifa des Rāyas*, il entreprit la réalisation de cette Grande Mosquée qui nous est parvenue avec les caractéristiques principales du modèle de la mosquée ottomane *al-Djazā'ir*³⁶.

La mosquée se compose d'une salle de prière principale longitudinale, définissant un espace central couvert d'une grande coupole. Celle-ci est octogonale de l'intérieur avec un extradados qui définit seize (16) pans³⁷. Elle repose sur quatre (04) gros piliers angulaires cruciformes ainsi que huit (08) colonnes jumelées. Elle est percée de huit ouvertures en arcade positionnées au niveau de sa base. Autour, se dressent quatre galeries couvertes d'une vingtaine de coupolettes octogonales³⁸. Ces dernières sont posées sur le même niveau que celui de la grande coupole.

Le système de transition entre le grand carré et la coupole centrale est assez particulier, il se réalise par le biais de trois arcs brisés définissant des petites coupoles hexagonales. Cette transition a été reproduite pour la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger. Le minaret de forme carrée, culminait à 14,5 m au-dessus du niveau de la rue. Il fut détruit dans sa partie supérieure durant les premières années de la colonisation française. Il ne dépasse plus la hauteur de la grande coupole.

³⁵ La coupole constitue une constante dans l'architecture des édifices ottomans depuis les premières mosquées de Brousse jusqu'à l'apothéose des réalisations sinaniennes. Cf. supra. Note 25.

³⁶ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 58.

³⁷ Chaque pan de l'extrados se subdivise en deux par une arête qui est interrompue par l'ouverture (fig. 24).

³⁸ Cf. Infra. p. 175, fig. 95.

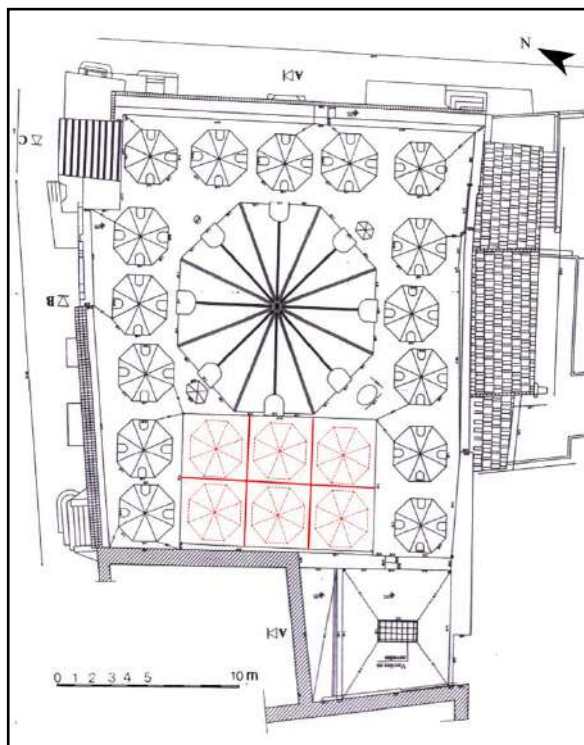


Fig. 25 : Plan de la terrasse de la mosquée 'Alī Bidjñn.

Il indique le système de couverture composée d'une grande coupole et de 21 coupolettes.

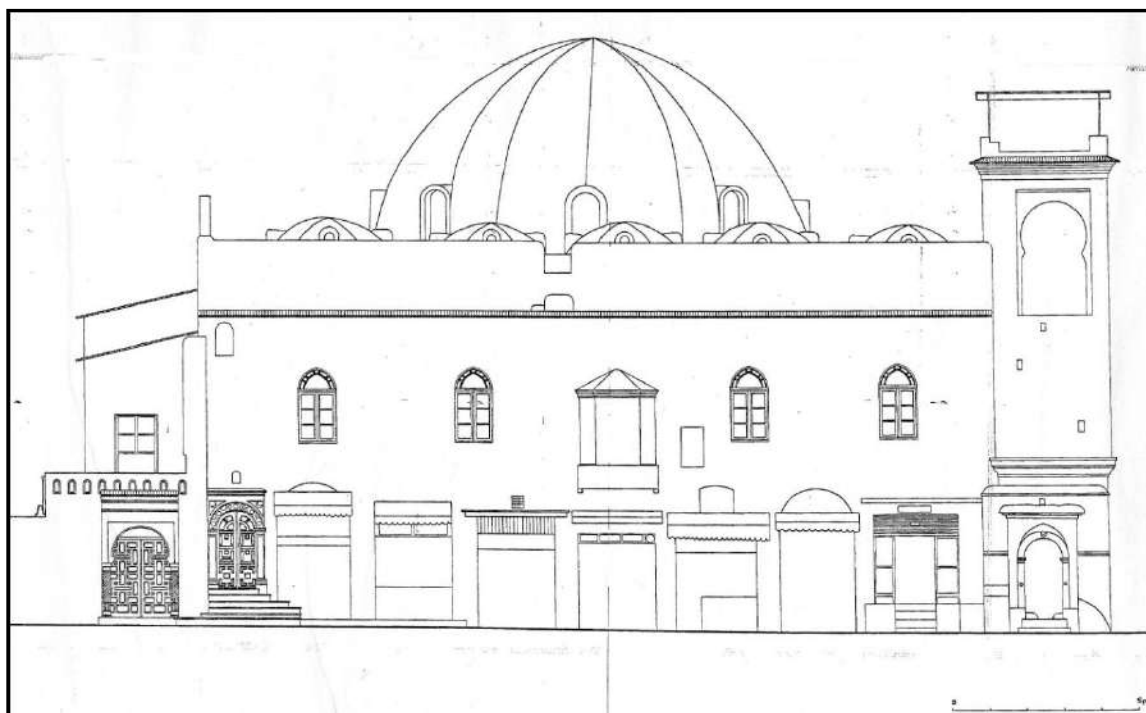


Fig.26 : Façade nord de la mosquée 'Alī Bidjñn, entrée principale à droite.

(Source des deux figures : bureau d'étude Atelier 3D, étude de restauration de la mosquée 'Alī Bitchnñn, juin 2001, traitement en rouge de l'auteur).

3-2-2-La transposition du modèle de mosquée ottomane dans la mosquée 'Alī Bidjnīn

Les grandes mosquées ottomanes et particulièrement celles de Sinan³⁹ se sont inspirées du prototype byzantin de « Sainte-Sophie ». La transposition du modèle byzantin est clairement illustrée dans la première mosquée édifée à Istanbul : la mosquée *Bayazid II*. Ce modèle est matérialisé par « une grande coupole centrale, contreboutée par des demi-coupes, et des coupolettes », assurant l'imbrication des formes et leurs étagements. Ce langage de toitures voûtées, s'éloigne des formules hypostyles traditionnelles des mosquées. Cette nouvelle conception spatiale inspirée de l'art romano-byzantin convenant parfaitement au climat anatolien est ainsi adoptée.

Cette principale caractéristique des édifices Sinaniens a été exportée dans les autres provinces ottomanes, assurant une transposition de certains référents du paysage d'Istanbul dans les villes arabes ottomanes. C'est notamment le cas de la ville d'*al-Djazā'ir*.

Mais une étude plus détaillée des mosquées algéroises, montre que ces dernières sont plus modestes que leur modèle d'Istanbul. Leur système de couverture, se compose d'une grande coupole centrale, entourée de coupolettes, sans demi-coupes intermédiaires. La galerie narthex n'existe pas dans les mosquées *al-Djazā'ir*. Les murs tympan disparaissent eux aussi au profit d'une continuité entre la grande coupole et les coupolettes.

Dans ce cas, on peut émettre l'hypothèse que le modèle transposé dans les autres provinces de l'Empire, et particulièrement à *al-Djazā'ir*, est une variante du modèle adopté par les architectes ottomans. La mosquée ottomane, a elle-même subi une évolution importante depuis sa naissance à Brousse vers le milieu du XV^{ème} siècle.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous revenons brièvement sur l'évolution des mosquées ottomanes, afin de distinguer les grandes étapes du processus de transformation de l'architecture religieuse en Turquie. Le but est de vérifier comment le modèle⁴⁰ ou les modèles projetés ont été par la suite adaptés aux autres villes ottomanes, plus précisément dans *al-Djazā'ir*.

L'évolution de la mosquée ottomane est stimulée par la volonté d'absorber le plus grand nombre possible de travées par une coupole placée devant la niche du mihrab⁴¹. Les premières créations ottomanes ont adopté des typologies très variées, toutes conçues à partir de la coupole.

³⁹ Sinan était l'architecte de la cour ottoman, depuis 1539. Son expérience fut acquise d'abord au cours des expéditions guerrières auxquelles il participa, d'abord artisan, ingénieur militaire et commandant des machines de guerre. Son œuvre comprend 334 constructions dont plusieurs chefs d'œuvres. Cf. U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 97.

⁴⁰ Le modèle désigne l'objet représentatif simplifié d'un autre existant, l'objet à imiter est identifié comme exemplaire. Cf. S. MALFROY, *L'approche morphologique*, 1980, p. 86.

⁴¹ Cf. S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 193.

Premièrement les salles cubiques qui étaient, recouvertes d'une seule coupole hémisphérique sur trompes triangulaires ou sur pendentifs⁴². Une seconde typologie était celle à plusieurs coupoles identiques, dont la plus simple est celle à deux coupoles flanquées de part et d'autre de galeries à coupolettes. La troisième typologie était matérialisée par un plan en « T » renversé constituant un modèle qui a largement contribué à la maturité de l'architecture ottomane. Il s'est concrétisé dans la *Yechil kulillié* de Brousse qui fut commencée en 1389. Celle-ci est composée de deux coupoles centrales entourées de coupolettes. La salle de prière est précédée d'un porche, également couvert de petites coupoles (fig. 27)⁴³.

Les concepteurs de la mosquée *Bayazid II* (1501) à Istanbul, au début du XVI^{ème} siècle (fig.26), inaugurent une série d'édifices se référant à Sainte-Sophie (fig. 28), une expérience nouvelle qui a su tirer la leçon des formes byzantines. « Avec la mosquée *Shahzade* (1543-1548), la première des trois constructions inspirées par le plan de Sainte-Sophie, Sinan, usant de moyens nouveaux, hausse déjà à un niveau supérieur le style propre à l'architecture ottomane primitive »⁴⁴ (fig. 29).

L'architecte a eu recours aux éléments constitutifs de l'architecture byzantine, en respectant les principes du style ottoman. Il a adopté une formule quadrilobée en ajoutant à l'espace oblong de Sainte-Sophie deux autres demi-coupoles de même diamètre que la grande coupole. Ces dernières lui permettaient de contenir les poussées de la grande coupole.

La particularité de l'édifice de *Sinan* est sa conception à partir de la coupole. « C'est elle qui donne naissance aux arcs principaux, aux demi-coupoles, grandes ou plus petites. Chacun des éléments est si étroitement lié à l'ensemble qu'il est difficile de situer les points d'appui de cet assemblage de formes sphériques. On peut à peine se rendre compte si ce sont les piliers qui soutiennent les arcs sur lesquels repose la coupole ou si ce n'est pas, au contraire, la coupole qui donne à l'ensemble sa cohésion »⁴⁵.

Avec la *Suleymaniye*⁴⁶ (1550), le tracé de Sainte-Sophie joue pour la dernière fois un rôle décisif. Son plan à symétrie axiale sera abandonné par la suite, pour obtenir diverses variantes de symétrie centrale fortement inspirées des mosquées de la période primitive « à plan centré ». *Sinan* adopta cette solution pour la mosquée du grand vizir *Rustum Pacha* en 1564 (fig. 30 et 31) puis pour celle de *Sokoullou*⁴⁷, rendant l'absence de contrebutement plus apparente. L'objectif de l'architecte était d'égaliser Sainte-Sophie tout en abandonnant le contrebutement et en allégeant la structure.

⁴² Nous pouvons citer la mosquée *Ala' al-dīn* de Brousse (1334), cf. S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 158.

⁴³ Cf. U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, pp. 89-92, H. STIERLIN, *Architecture de l'Islam*, 1979, pp. 211-215, S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, pp. 156-203.

⁴⁴ Cf. U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 98.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 98. Cette conception d'ordre constructif a été démontée lors de nos conclusions concernant l'importance de la coupole dans la stabilité de l'édifice en maçonnerie. cf. *Infra.* pp. 295-296.

⁴⁶ Y. K. AKTUĞLU, *Suleymaniye mosque*, 2009.

⁴⁷ Cf. R. GUNAY, *Sinan*, 2009, p. 103.

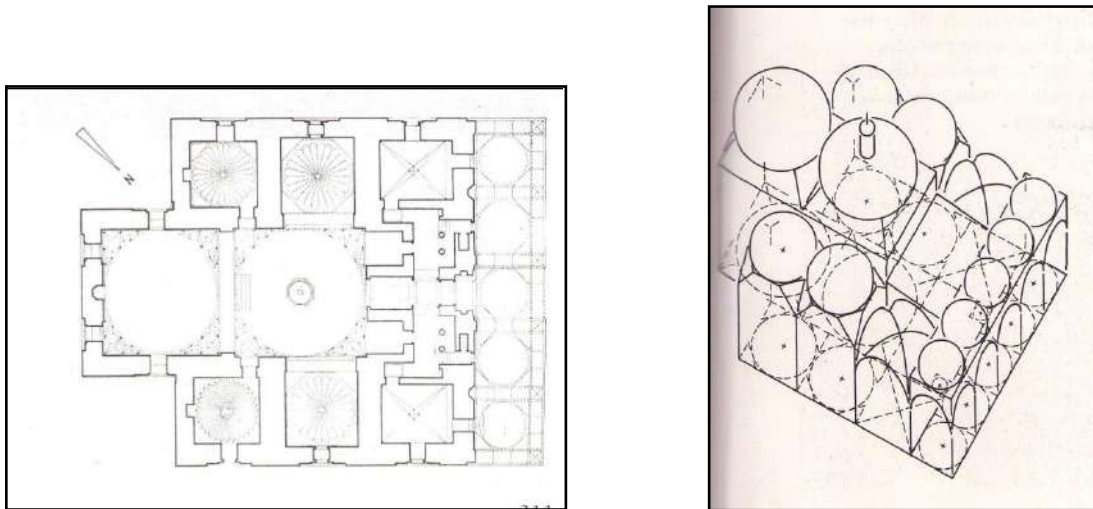
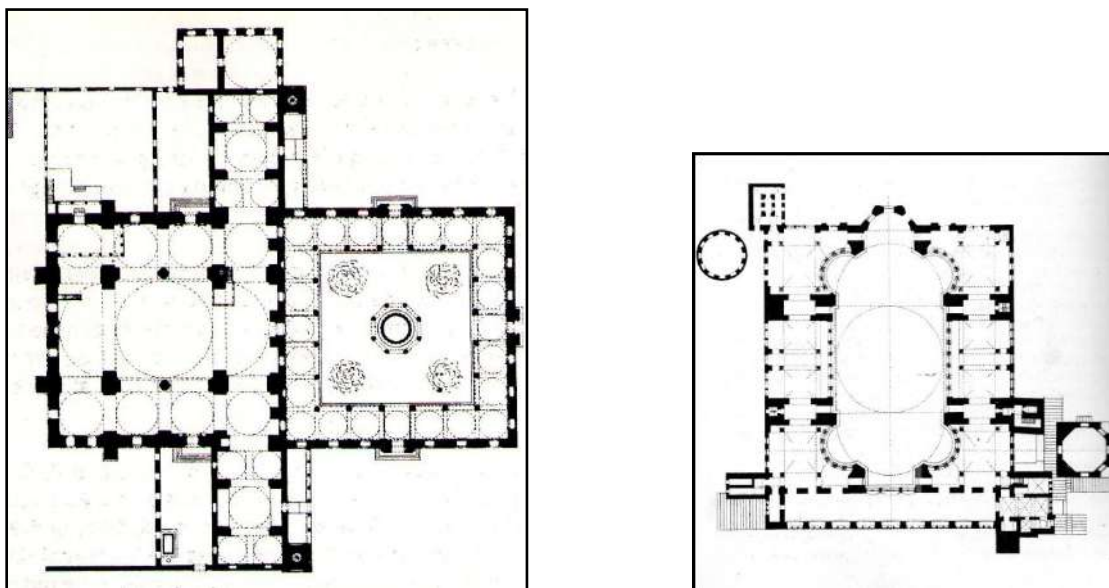


Fig. 27 : Plan et axonométrie de la mosquée *Yechil Kulillié* de Brousse (1389).
((Source: U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 65).



Mosquée *Bayazid II* à Istanbul (1501)

Sainte-Sophie (532-37).

Fig. 28 : Mosquée *Bayazid II*, première mosquée inspirée du modèle de Sainte-Sophie.
(Source : U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, pp. 92-96).

La structure de ces deux mosquées se passe de demi-coupoles latérales⁴⁸, privilégiant un espace central unique couvert d'une grande coupole avec des galeries latérales pas très larges⁴⁹. La coupole est posée sur de gros piliers par l'intermédiaire de trompes sphériques ou de pendentifs. La salle de prière est précédée d'un portique couvert de plusieurs coupolettes. Cette conception est devenue le modèle de mosquée ottomane.

La dernière œuvre de *Sinan*⁵⁰, la *Selimiye* d'Edirne (1570-74), reprend ce principe de l'unicité de l'espace central, avec une coupole sur plan octogonal posée sur de grandes trompes angulaires soutenues par de grands piliers.

Dans ces trois moments de l'évolution des mosquées ottomanes (fig. 32), nous reconnaissons un moment de maturation, issu d'une longue réflexion basée sur de nombreuses expériences constructives. Ce stade d'évolution est marqué par la mosquée à « organisation centrale », couronnée d'une grande coupole ne présentant pas de contrebutement apparent, précédée d'un porche à galerie coiffé de coupoles. Nous remarquons un renoncement aux formes empruntées à l'architecture byzantine, à savoir les demi-coupoles contrebutant la coupole centrale.

Nous avançons à ce stade de notre recherche que c'est ce dernier modèle qui a été projeté dans les autres villes arabes de l'Empire, en particulier dans la ville d'*al-Djazā'ir*. Il fut reproduit dans la mosquée *'Alī Bidjnīn* identifiée comme étant le premier modèle de mosquée ottomane apparu dans le paysage de la ville du XIX^{ème} siècle (fig. 31). Les bâtisseurs algérois n'ont pas retenu intégralement le modèle ottoman. Ce dernier a été assimilé au contexte local et au savoir-faire en pratique dans cette ville.

La galerie narthex à coupoles a été intégrée à l'intérieur de la salle de prière et les galeries latérales ont été couvertes de coupolettes. Le modèle projeté à *al-Djazā'ir* est plus simplement conçu, la coupole et les coupolettes sont directement posées sur le plancher terrasse, éliminant de ce fait les murs tympans, le système de transition n'est pas apparent de l'extérieur. La taille des grandes coupoles d'*al-Djazā'ir* étant moins importante que celles d'Istanbul, aucun contrefort ni système de contrebutement n'a été conçu à cet effet.

Le processus évolutif des mosquées ottomanes de Turquie, nous permet de supposer l'existence d'un même processus évolutif à *al-Djazā'ir* depuis les premières réalisations du XVI^{ème} siècle⁵¹.

⁴⁸ Les demi-coupoles assuraient le contrebutement de la grande coupole.

⁴⁹ Leur largeur est inférieure à celle des porches d'entrée.

⁵⁰ « Dans son autobiographie, *Sinan* affirme que la *Shahzade* fut son œuvre d'apprenti, la *Suleymaniye* son œuvre d'assistant et la *Selimiye* son chef d'œuvre », cf. S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 270.

⁵¹ Nous avons identifié dans le cadre de notre recherche une évolution des mosquées de cette période, passant de la mosquée à coupole centrale entourée de plusieurs coupolettes à celle à coupole unique. Cf. infra. p. 82.

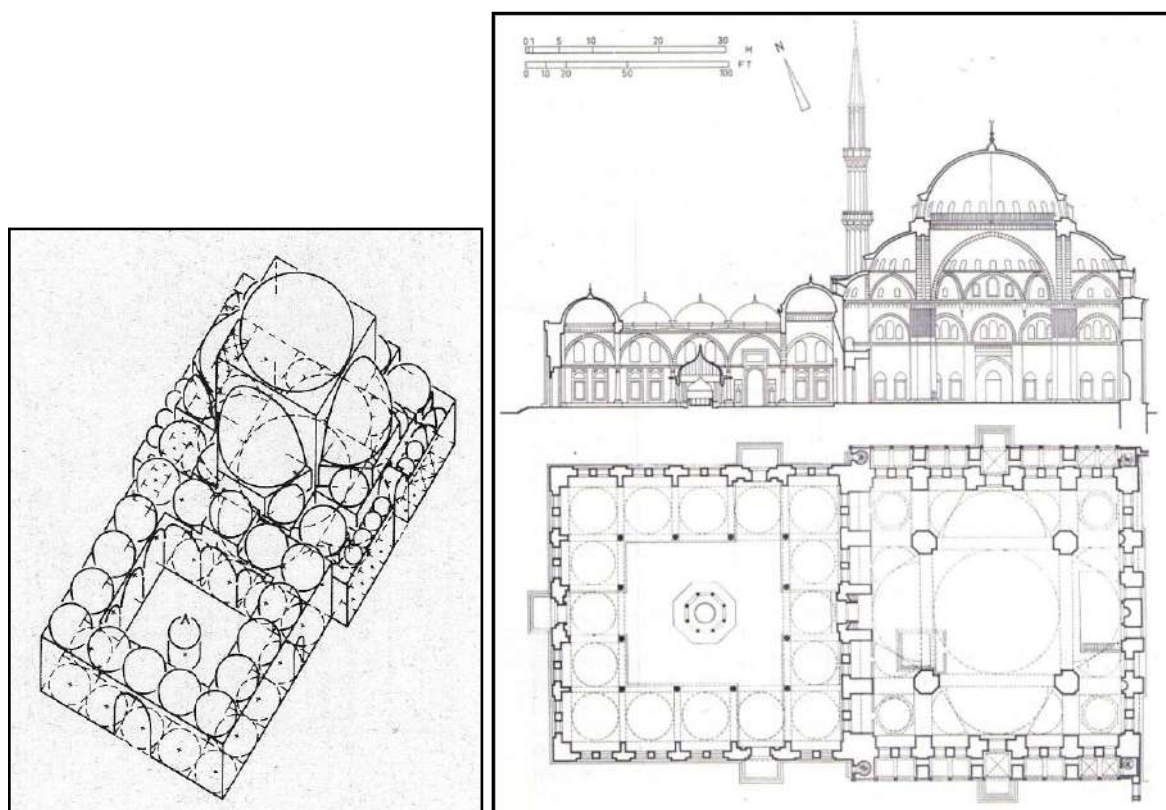


Fig.29 : Axonométrie, plan et coupe de la mosquée de *Shahzade* (1543-48) à Istanbul. Première mosquée Sinanienne, inspirée de Sainte-Sophie.

(Source de l'axonométrie : U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 87).

(Source du plan et de la coupe : H. STIERLIN, *Architecture de l'Islam*, 1979, p. 217).

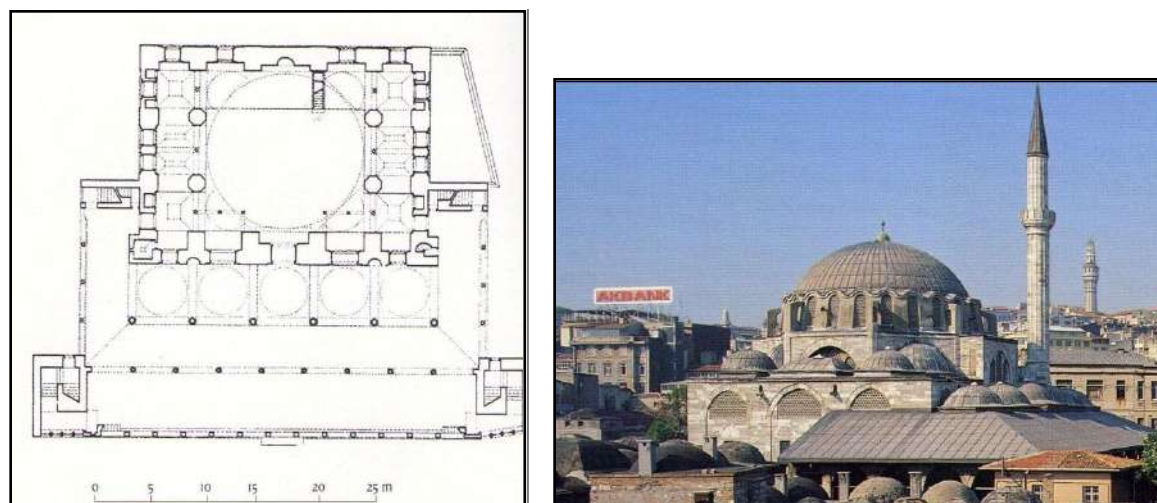
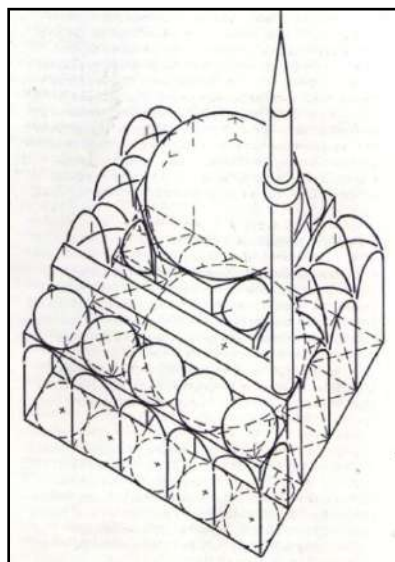


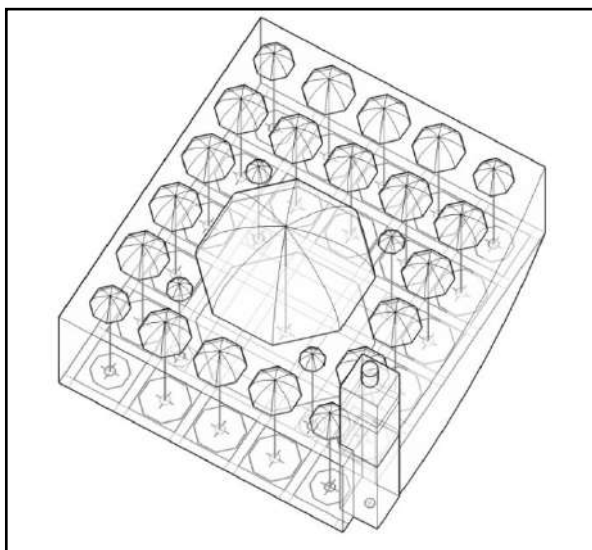
Fig.30 : Plan et vue de la mosquée *Rustum Pāshā* à Istanbul (1564).

Consécration du modèle ottoman.

(Source : R. GUNAY, *Sinan*, 2009, p. 100).



Mosquée *Rustum Pacha* (1564).
(Source : U VOGT-GÖKNIL,
Turquie ottomane, 1965, p. 101).



Mosquée '*Alī Bidjnīn* (1622-23).
(Restitution de l'auteur).

Fig.31 : Transposition du modèle ottoman de Turquie dans la mosquée '*Alī Bidjnīn* à *al-Djazā'ir*.

1-La mosquée ottomane primitive: l'adoption du plan en T renversé : Brousse.

2-L'emprunt des formes byzantines: la référence des mosquées ottomane à Sainte Sophie.

3-Le retour au plan central : Grande coupole centrale sur trompes, abondant les demi-coupole.



Le modèle transposé à *al-Djazā'ir* est celui du plan central à grande coupole, intégrant la galerie narthex, les galeries latérales sont couvertes de coupolettes.

Fig. 32 : Les trois moments de l'évolution de la mosquée ottomane.

Le modèle transposé à *al-Djazā'ir* correspond à la dernière étape adapté au contexte algérois.
(Source : auteur).

3-2-3- L'adaptation du modèle aux nouveaux édifices du XVII^{ème} siècle -La mosquée d'*al-Djadīd*

Pendant la période des *Aghas*⁵², deux édifices religieux ont été réalisés, dont un très grand et très important, la mosquée *al-Djadīd* [la coupole n° 2]⁵³ (fig. 36) qui abritait le siège du tribunal hanéfite. Elle fut construite entre 1656-7 et 1665-6⁵⁴ par les Janissaires qui voulaient exprimer leur suprématie. Cet édifice religieux a été financé par l'institution des « *Subul al-Khayrat*⁵⁵ ». Cette réalisation représente l'un des rares exemples d'édification due à une action collective, les autres mosquées ayant été en général l'œuvre de particuliers⁵⁶.

Par ailleurs, les caractéristiques architecturales d'*al-Djāma' al-Djadīd* (fig.33) ne correspondent pas tout à fait au modèle appliqué à la mosquée '*Alī Bidjnīn* tel qu'il avait été transféré de Turquie. Nous relevons deux caractéristiques majeures qui diffèrent complètement de ce modèle :

- En premier lieu, la grande coupole qui couvre son espace central est de forme ovoïde⁵⁷ sur tambour, cas unique sur le territoire d'*al-Djazā'ir* ;
- En second lieu, l'espace central généré par cette grande coupole s'allonge par une voûte en berceau et par deux autres qui lui sont perpendiculaires pour définir un plan en croix latine (fig. 33).

La mosquée *al-Djadīd* a été conçue à partir de la combinaison des deux plans : le plan central est matérialisé par la grande coupole ovoïde entourée de coupolettes octogonales et le plan longitudinal couvert par la voûte en berceau (fig. 33). Les Janissaires voulaient probablement s'affirmer et se distinguer par une volumétrie différente et des formes nouvelles. Ils enrichissent ainsi le paysage de la ville d'un édifice de grande ampleur.

Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'un grand nombre de maçons chrétiens ont participé au chantier de construction de cette mosquée⁵⁸. Ce qui a sans doute influé également l'adoption du plan cruciforme tout en respectant le principe de centralité (devant le mihrab) des mosquées ottomanes.

⁵² Le Agha était élu parmi les Janissaires.

⁵³ Cette mosquée fut nommée par les Français « mosquée de la Pêcherie ».

⁵⁴ Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p. 86.

⁵⁵ L'institution des « *Subul al-Khayrat* chargée jusqu'ici de la gestion et de l'entretien des mosquées hanéfites et de leurs bien-fonds, avait consacré pendant toute une décennie l'excédent de ses revenus, voire leur totalité, au seul financement de cette nouvelle opération, cf. S. CHERGUI, *Construire*, V 1, 2007, p. 85.

⁵⁶ *Ibid.*, p. 82.

⁵⁷ La forme de cette coupole renvoie à des influences irano-persane. Cf. A. CHASSAGNOUX, *L'Architecture voûtée iranienne*, 1996.

⁵⁸ S. CHERGUI, *Construire*, Vol. 1, 2007, p. 340. Cette étude précise que des captifs chrétiens avaient été réquisitionnés dès le début du chantier pour la réalisation des fondations. Cf. *Infra*. p. 164.

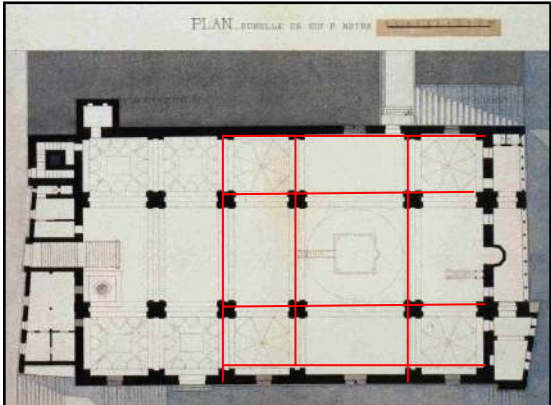



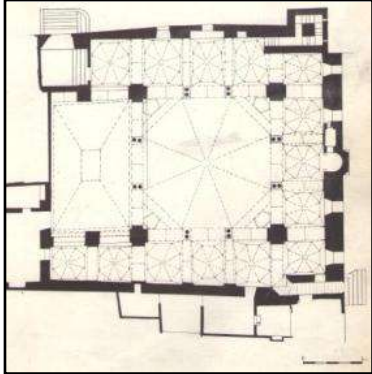

<p>La mosquée <i>al-Djadīd</i> : la mosquée des janissaires</p>	<p>Plan allongé en croix latine</p>  <p>La combinaison du plan central et longitudinal. (Source : A. KOUMAS, <i>L'Algérie et son patrimoine</i>, 2003, p. 144).</p>  <p>Matérialisation de la croix, vue générale. (Source : bureau d'étude Atelier 3D, 1999).</p>	<p>Coupole ovoïde posée sur un tambour circulaire, percée de quatre (04) ouvertures.</p>  <p>Système de couverture : coupole ovoïde, coupôles octogonales, voûtes en berceau. (Source : A. KOUMAS, <i>L'Algérie et son patrimoine</i>, 2003, p. 146).</p>  <p>(Source : auteur).</p>
<p>La mosquée '<i>Alī Bidjnīn</i> : le premier modèle transféré d'Istanbul</p>	<p>Plan central</p>  <p>(Source : R. DOKALI, <i>Les mosquées</i>, 1974, pl.II).</p>	<p>Coupole octogonale à huit pans percée de huit (08) ouvertures.</p>  <p>(Source : bureau d'étude Atelier 3D, 2001).</p>

Fig. 33 : L'adaptation du modèle de la mosquée '*Alī Bidjnīn* à la mosquée *al-Djadīd*.

Une autre mosquée a été bâtie durant cette période. Appelée *Sattī Maryam* [la coupole n°3] (fig. 34, 36), elle fut construite entre 1660 et 1681⁵⁹, non loin de la porte *Bāb al-Wād*. Elle formait un polygone irrégulier, couvert d'une grande coupole octogonale⁶⁰. C'est une mosquée de second ordre, représentant le seul cas couvert d'une coupole.

Pendant la dernière période du XVII^{ème} siècle, fut initiée la construction de deux grands édifices religieux de rite hanéfite. Ces réalisations se sont concrétisées sous le gouvernement des Deys, au pouvoir à partir de 1671. La mosquée *Mīzū Murṭū* [la coupole n°4] (fig. 36) date de 1685. Elle fût édifée par le *Bāshā al-Ḥādī Ḥusayn*, un renégat⁶¹ italien, sur l'emplacement d'une ancienne petite mosquée. La seule information que nous avons sur l'architecture de cet édifice concerne sa grande coupole excessivement surbaissée⁶².

Néanmoins, la ville d'Alger possède encore aujourd'hui un exemple de coupole surbaissée à la Citadelle. C'est la coupole qui couvre la poudrière, actuellement en cours de restauration (fig.35). Cette coupole particulière comporte quatre (04) grandes ouvertures alignées avec l'extrados de la calotte.

La seconde mosquée est celle de *Sha'bān Khūdja* ou *Bāb al-Djazīra*, construite en 1693-94⁶³. Nous n'avons aucune donnée sur sa forme architecturale. Elle comportait une coupole centrale qui s'est effondrée à la suite du tremblement de terre de 1716, elle fut reconstruite et agrandie par *Ḥasān Bāshā* en 1795-96⁶⁴. Nous supposons qu'elle fut elle aussi dotée d'une grande coupole [La coupole n° 5], comme cela se concevait auparavant dans la ville (fig. 36).

3-3-Le XVIII^{ème} et début du XIX^{ème} siècle : La période faste de la coupole

Nous avons noté plus haut que le XVIII^{ème} siècle était caractérisé par une stabilité politique qui a permis à un grand nombre de Deys de gouverner relativement longtemps⁶⁵. Suite à la mise à l'écart des Janissaires et de leur Divan, fut instauré un groupe de puissance avec une hiérarchie interne. C'est au sein de ce groupe qu'était choisi le Dey⁶⁶. Les rapports de la Régence avec la Sublime Porte se relâchèrent davantage à cette époque. Néanmoins, « *le Sultan préfère maintenir des liens, même théoriques, avec un pays qui, en droit, relève de son autorité* »⁶⁷.

⁵⁹ Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p. 53.

⁶⁰ Cf. A. DEVOULX, *El-Djazāir*, 2003, p. 166.

⁶¹ Le nom renégat était donné au chrétien reconverti à l'Islam.

⁶² Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p. 194. L'auteur ne donne pas d'autres informations sur la forme de la coupole.

⁶³ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 194.

⁶⁴ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, vol. 1, 2007, pp. 124-125.

⁶⁵ Cf. E. PLANTET, *Les consuls de France*, p. 64. A partir de 1710, les *Deys d'al-Djazā'ir* étaient maintenus au pouvoir pendant des périodes importantes. Le *Dey Bābā Mohamed ban-Oşman* a gouverné près de 24 ans.

⁶⁶ Ce groupe de puissance se composait du trésorier, le chef de l'armée, le ministre de la Marine, ...etc. Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 23.

⁶⁷ Cf. C. BONTEMS, T1, 1976, p. 35.



Fig. 34 : La mosquée *Sattī Maryam*.
(1-porte *Bāb al-Wād*, 2-mosquée *Sattī Maryam*, 3-Fonderie.
(Source : A. DEVOULX, *El-Djazair*, 2003, p. 166).



Fig. 35 : Photographie de la coupole surbaissée de la poudrière Citadelle d'Alger.
(Source : auteur, juillet, 2010).

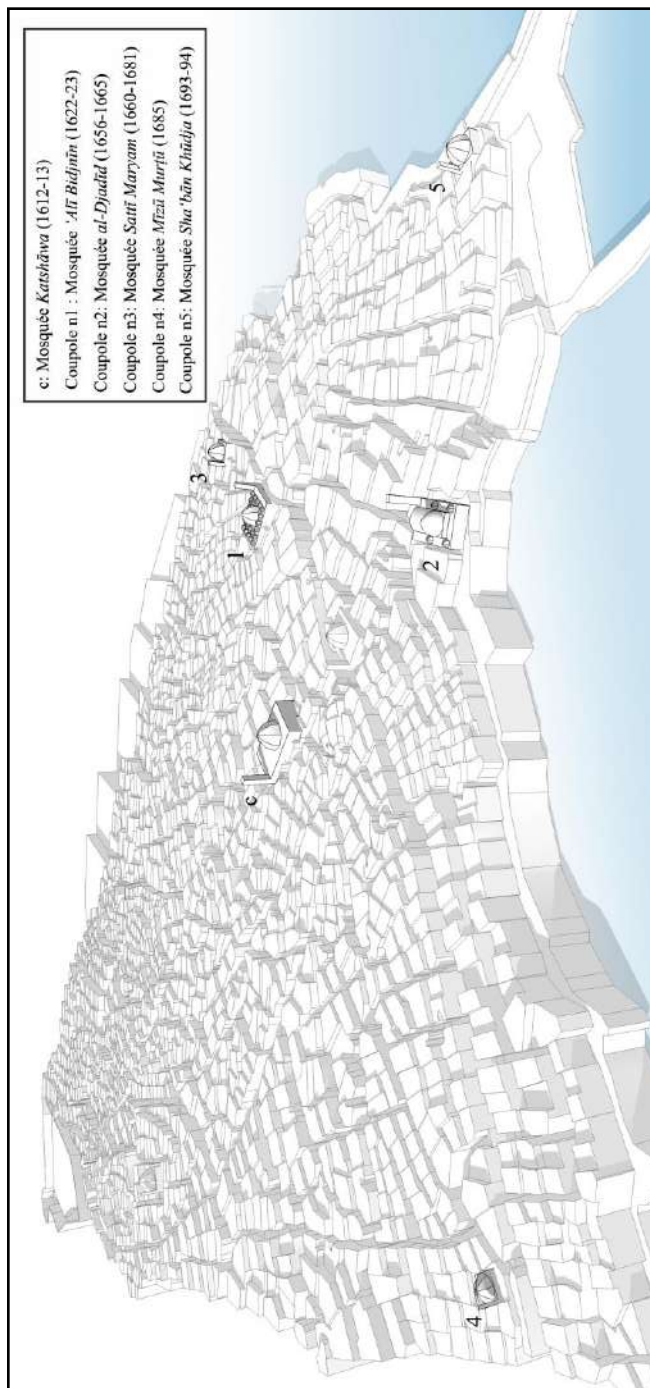


Fig. 36 : Les Grandes Mosquées ottomanes dans *al-Djazā'ir* au XVII^{ème} siècle.
(Restitution de l'auteur)

Ce siècle encourage une ferveur intense pour les grands monuments, en particulier religieux. *Al-Djazā'ir* connaît un épanouissement sur le plan urbain et un nombre considérable de grandes mosquées est réalisé. La première est celle de 'Abdī Bāshā [la coupole n° 6] (fig. 37, fig. 41), construite en 1726⁶⁸ sur le rivage. Sa grande coupole unique était octogonale, percée d'ouvertures, mais sans coupolettes. D'une capacité assez modeste, cet édifice fut affecté au casernement militaire puis détruit après 1935.

Vers la fin du XVIII^{ème} et au début du XIX^{ème} siècle, le paysage de la ville s'est doté de trois nouvelles grandes mosquées réalisées sur le même modèle que celui de la mosquée 'Alī Bidjnīn. Il s'agit des mosquées *al-Sayyida*, *Katshāwa* (fig. 38) et la mosquée du Dey.

La mosquée *al-Sayyida* [la coupole n° 7] (fig. fig.8⁶⁹ et 41), fut construite sous le règne de *Muhammad Bāshā*⁷⁰, est située à proximité du Palais royal. Elle a connu quatre opérations de reconstruction et de rénovation, dont la dernière date 1784-85. Elle représente une « reconstruction d'une envergure jamais égalée jusqu'ici »⁷¹.

La mosquée *Katshāwa* était située en arrière plan du Palais royal [la coupole n° 8]. Elle a subi une réédification en 1794-95 réalisée par le *Bāshā Ḥasān* qui a décidé d'un agrandissement considérable. La mosquée d'*al-Qaṣaba* ou mosquée du Dey [la coupole n°9], réalisée en 1818 et située dans l'enceinte de la Citadelle (fig. 39). Le système de couverture de la mosquée du Dey est doté d'une grande coupole centrale, entourée de cinq coupolettes de même forme, et dépourvue d'ouverture.

La dernière grande mosquée couverte d'une grande coupole est celle de *Djāma' al-Ṣafīr* [la coupole n°10] (fig. 40), reconstruite en 1826-27, par *Ḥusayn Bāchā*. Deux inscriptions témoignent des deux opérations de construction de cet édifice⁷². La salle de prière était couverte d'une très grande coupole centrale et entourée de bas côtés couverts de voûtes d'arêtes. Les coupolettes sont inexistantes dans cette dernière réalisation ottomane.

⁶⁸ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 194.

⁶⁹ Cf. supra. p. 43, chapitre 1.

⁷⁰ Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p.153.

⁷¹ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, vol.1, 2007, p. 85.

⁷² Cf. A. DEVOULX, *Edifices religieux*, 1870, p. 244.



Fig. 37 : La mosquée 'Abdī Bāshā.

(Source : H. MURAT, *Alger autrefois, Les maisons mauresques*, 1935, p.2).



Fig. 38 : Mosquée *Katshāwa*.

(Source : S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 56).



Fig. 39 : Mosquée du Dey à la Citadelle.
(Source : auteur, juillet, 2010).



Fig. 40 : La mosquée *al-Safir*.
(Source : auteur, juillet 2010).

3-4-Evolution du modèle de mosquée ottomane à *al-Djazā'ir*

Le système de couverture de ces deux dernières mosquées nous conduit à nous interroger sur l'évolution du modèle de mosquée construit à *al-Djazā'ir* entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle. La première, celle de la Citadelle, a repris modestement la structure spatiale du modèle de la mosquée *'Alī Bidjnīn* : une salle de prière plus ou moins carrée, surmontée d'une grande coupole octogonale entourée de quatre galeries comportant aux angles quatre petites coupoles, une cinquième étant située devant le mihrab. Une question se pose : pourquoi la mosquée du Dey, l'une des dernières mosquées ottomanes à *al-Djazā'ir* n'a-t-elle pas repris ce modèle dans son intégralité ?

Nous supposons que le modèle initial a évolué durant cette même période. Il a subi des transformations importantes, passant du plan central à grande coupole entourée d'un nombre considérable de coupolettes à celui d'une seule grande coupole centrale. Ceci se retrouve dans la mosquée *al-Şafīr* reconstruite une dizaine d'années après celle du Dey et qui ne comporte aucune coupolette. Les trois galeries entourant la grande coupole sont recouvertes de voûtes d'arêtes. La réduction du nombre de coupolettes pour la mosquée du Dey, et leur abandon dans la mosquée *al-Şafīr* remplacées par les voûtes, représente une évolution dans la conception des mosquées algéroises à cette époque⁷³.

Conclusion

La ville d'*al-Djazā'ir* a connu une intense activité constructive durant la période ottomane participant de façon décisive à la forme définitive de la ville du XIX^{ème} siècle. Le XVI^{ème} siècle a été une période d'occupation de la ville par les Ottomans. Les mosquées datant de cette période ont toutes été rebâties ultérieurement. Selon T. Shuval, l'emplacement de la plupart de ces grandes mosquées remonte au XVI^{ème} siècle, époque où des espaces libres étaient encore relativement faciles à trouver dans la ville⁷⁴.

L'architecture de ces premières réalisations ottomanes dans cette ville nous est inconnue, aucun témoignage n'est venu corroborer cela. Néanmoins, l'hypothèse de leur couverture par des coupoles est très probable, si on se réfère aux premières réalisations ottomanes, notamment celles de Brousse qui datent du XIV^{ème} siècle. Les Ottomans sont arrivés à *al-Djazā'ir* avec ce modèle qui fut adapté au contexte local. Les premières réalisations ont connu des reconstructions et des transformations affectant leur système de couverture.

⁷³ Cette hypothèse constitue une piste intéressante à développer lors d'une recherche postdoctorale.

⁷⁴ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 195.

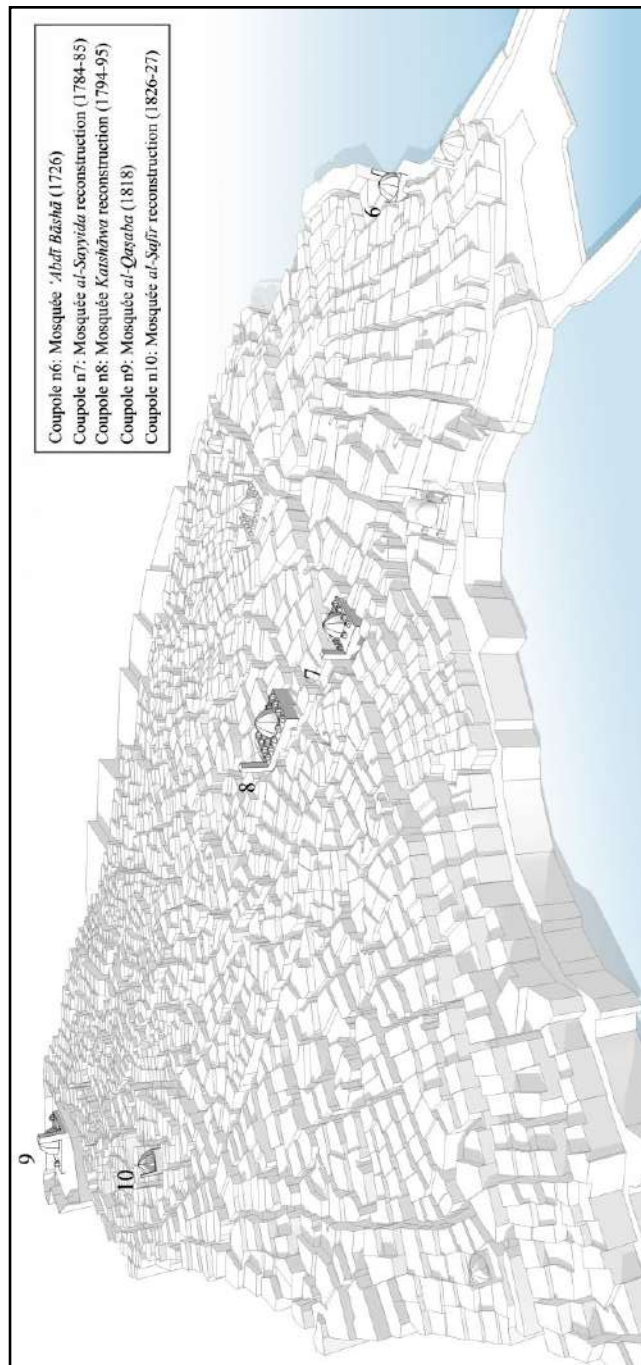


Fig. 41 : Les Grandes Mosquées ottomanes dans *al-Djazā'ir* au XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècle.
(Restitution de l'auteur)

Au XVII^{ème} et le XVIII^{ème} siècle de grands chantiers de construction ont été entrepris. Il s'agit surtout des édifices religieux couronnés par de grandes coupoles. Ces deux siècles représentent les moments les plus intenses de construction et de rénovation⁷⁵ de coupoles. Ces dernières ont modelé le paysage algérois à l'image d'Istanbul, capitale de l'Empire.

Les deux derniers siècles de cette période furent marqués par un souci majeur d'unification du pouvoir algérois alors que les relations politiques avec le pouvoir central se relâchaient progressivement. Cela n'empêcha nullement les nouvelles réalisations d'affirmer leur affiliation architecturale à la Sublime Porte. De fait, les Algérois se sont appropriés le nouveau modèle de mosquée ottomane en l'appliquant à leurs monuments et édifices, exprimant ainsi la puissance économique et politique qu'avait acquis leur ville en imposant leur souveraineté à la Méditerranée occidentale.

L'originalité de ce modèle se caractérise par le concept de centralité des salles de prière surmontées d'une grande coupole entourée de galeries à coupolettes. C'est ce modèle qui correspond à la troisième et dernière étape d'évolution de la mosquée ottomane de Turquie, qui a été assimilé aux traditions constructives locales.

Nous confirmons que la mosquée '*Alī Bidjnīn* est le premier modèle de mosquée ottomane apparu dans le paysage d'*al-Djazā'ir* du début du XIX^{ème} siècle adoptant cette nouvelle spatialité⁷⁶. Par la suite, celle-ci a été adaptée à d'autres monuments et édifices religieux, modifiant considérablement le paysage algérois du début de l'époque ottomane du XVI^{ème} siècle qui était dépourvu de cette forme de couverture.

Au XVII^{ème} siècle, l'économie était en plein essor, les chantiers de construction se sont multipliés. La ville est devenue un champ d'expérimentation de nouvelles techniques constructives qui se sont adaptées à ces nouvelles coupoles.

Au XVIII^{ème} et au début XIX^{ème} siècle, l'expérience constructive étant acquise, la qualité fut de rigueur. Les édifices furent grandioses et plus nombreux. On détruisit⁷⁷ les anciennes bâtisses pour en construire de nouvelles, plus imposantes. La stabilité politique s'est traduite sur le plan architectural par une production quantitativement et qualitativement importante avec notamment les Grandes Mosquées couvertes de grandes coupoles.

L'érection de ces coupoles dans le paysage d'*al-Djazā'ir* témoigne d'un savoir-faire et d'un art de construction démontrant un haut degré de connaissance et de maîtrise. Il nous révèle en particulier un raffinement dans son exécution jamais égalé auparavant. L'utilisation de cette technique hautement développée nous prouve que toutes les réalisations antérieures à cette période n'ont pu atteindre ce stade de précision et de raffinement. On peut ainsi considérer le XVII^{ème} et le XVIII^{ème} siècle comme l'époque la plus riche pour la construction de coupoles.

⁷⁵ *Ibid.*, p. 195.

⁷⁶ La mosquée '*Alī Bidjnīn* fut adaptée au contexte local et aux exigences du site, cf. *Infra*. p. 178.

⁷⁷ Les destructions étaient dues soit à un souci d'agrandissement soit à l'état de dégradation essentiellement causé par les séismes et les bombardements.

Chapitre 3 : Les coupoles dans les villes ottomanes : éléments de permanence

Introduction

Le chapitre précédent relatif à la contribution des coupoles à la modification du paysage algérois nous a permis d'identifier les deux grandes périodes de construction et de rénovation dans la ville. Il s'agit des XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles, durant lesquels la ville a considérablement changé d'image, notamment par la projection de nouvelles formes architecturales couronnant les grands édifices majeurs. Il s'agit bien entendu des coupoles dont l'utilisation assez répandue marqua le paysage urbain de leurs silhouettes emblématique. Nous avons pu également déterminer le modèle de mosquée ottomane, exporté par le pouvoir central vers la ville d'*al-Djazā'ir* identifié avec la mosquée '*Alī Bidjnīn*.

Ce troisième chapitre s'intéressera en premier lieu au contexte d'émergence des coupoles ottomanes en Turquie, particulièrement à Istanbul. Il étudiera l'image de la ville à travers l'un de ces éléments singuliers qu'est : la coupole. Cette image urbaine ponctuée de coupoles a été transférée dans les autres villes et provinces ottomanes dont *al-Djazā'ir*. Nous tenterons d'identifier les référents du paysage algérois par rapport à celui d'Istanbul la capitale de l'Empire.

Afin de comprendre le processus de transposition de cette image urbaine véhiculée par le nouveau modèle de mosquée ottomane, nous étudierons deux grandes villes de l'Empire : *al-Qāhira* et *Tūnas*. Il s'agira d'identifier « l'élément de transposition », et son intégration à chacune des deux villes. Nous appréhenderons les coupoles tunisiennes et égyptiennes dans le but de vérifier si la coupole octogonale identifiée à *al-Djazā'ir* a été employée durant la période ottomane dans ces deux villes tout comme à *al-Djazā'ir*.

A noter que l'intérêt de ce chapitre n'étant aucunement de comparer ces quatre villes mais plutôt d'expliquer l'introduction de référents (la coupole) dans chacune d'entre-elles par les Ottomans.

1-Le contexte d'émergence de la coupole : La ville d'Istanbul

Une vue aérienne de la ville d'Istanbul, nous permet d'avoir une image très claire de son paysage, avec des maisons à toiture en pente couvertes de tuiles rouges, parsemée d'un nombre indéterminé d'édifices coiffés de dômes, dont certains sont plus importants que d'autres, accordant des silhouettes pyramidales à ces ensembles.

H. Stierlin¹, nous fournit des photographies très intéressantes de la ville et de ses monuments. Nous avons choisi une vue aérienne montrant la *Suleymaniye*, la mosquée du Sultan, précédée d'une cour encadrée par quatre minarets et sa grande coupole dominant la ville (fig. 42).

¹ Cf. H. STIERLIN, *L'Art de l'Islam en Méditerranée*, 2005.

Tout autour, d'autres mosquées royales² marquent le skyline du paysage de la ville, reflétant sa splendeur vue de la mer. Cette vue de la cité, donne un sens à l'image urbaine. L'émergence de cette grande mosquée avec sa coupole et ses minarets au-dessus du Bosphore et de la Corne d'Or, confère à Istanbul cet aspect caractéristique de ville musulmane. Les architectes ottomans, particulièrement *Sinan*, ont modelé avec ingéniosité le paysage de leur capitale, en y érigeant les plus prestigieux édifices religieux.

En effet, après la prise de Constantinople par les Turcs, la ville fut remodelée selon une nouvelle idéologie fondée sur une stratégie d'aménagement s'opposant aux traditions de la ville byzantine d'origine gréco-romaine. Dans cette nouvelle vision turque de l'urbanisme, la mosquée devient l'élément ordonnateur et structurel³(fig. 42).

Sur le promontoire séparant la Corne d'Or de la mer de Marmara, l'emplacement des mosquées fut choisi par rapport au relief. « *La silhouette naturelle de la ville fut ainsi rythmée par un décor architectural unique, jalonné de coupoles et de minarets. [...] A Istanbul, le complexe de la kulillie⁴ acquiert ainsi, en plus de son but utilitaire, une signification urbanistique, sensible surtout dans les constructions de Sinan* »⁵.

La conception de la ville ottomane d'Istanbul a été fortement inspirée par le site accidenté, offrant des potentialités visuelles exceptionnelles, déterminant l'implantation des édifices majeurs. Ceci démontre l'importance attribuée aux mosquées à l'échelle de la ville, contribuant par leurs grandes coupoles à l'animation du paysage de la ville ottomane (fig. 43).

Sinan va plus loin dans la conception de ces complexes culturels, en atténuant l'importance des bâtiments entourant la mosquée pour mieux faire ressortir la silhouette pyramidale obtenue par la superposition de coupoles de différentes tailles. Vus de loin, les madrasas et les réfectoires, assemblage horizontal d'éléments cubiques, ne jouent qu'un rôle de soubassement dont émerge la mosquée. Les architectes ottomans développèrent cette conception nouvelle aux termes de laquelle la mosquée devait se détacher sur le ciel, libre de toute entrave. C'est à Istanbul que l'expérience fut réalisée pour la première fois : la mosquée de par sa situation dominante, va déterminer le profil de la ville⁶.

² Les mosquées érigées par les sultans se caractérisaient par leur grande coupole ainsi que par quatre minarets hauts et très fins.

³ Cf. U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 59-60.

⁴ La kulillie est une grande innovation de l'architecture ottomane, elle se compose d'une mosquée à laquelle sont annexés des bâtiments d'utilité publique tel que : une madrasa, un hôpital, une bibliothèque, des bains,...etc.

⁵ Cf. U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 62.

⁶ *Ibid.*, p. 62.

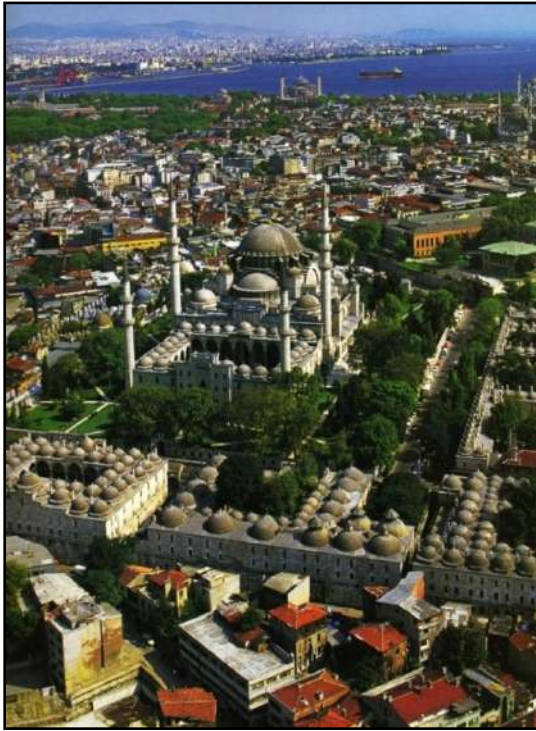


Fig. 42 : Vue aérienne d'Istanbul, premier plan : la *Süleymaniye*.
(Source : H. STIERLIN, *L'Art de l'Islam en Méditerranée*, 2005, p. 191).



Fig. 43 : « Stamboul : la Corne d'Or vue du pont de Galata ».
(Source : A. GABRIEL, *En Turquie*, 1935, photo n°19).

2-La transformation du paysage de la ville *d'al-Djazā'ir*

Nous avons vue précédemment que le développement des ressources maritimes algéroises au XVII^{ème} siècle favorisa son essor économique, politique, militaire et culturel. Ceci a contribué à l'épanouissement de l'activité constructive, des édifices majeurs furent érigés afin de rehausser le statut de cette nouvelle ville ottomane au cœur du bassin méditerranéen.

C'est ainsi que le paysage de la ville fut remodelé, les gouverneurs ont transposé l'image des villes ottomanes sur la ville *d'al-Djazā'ir*. Cette décision ne fut pas simplement d'ordre urbain mais répondait à des préoccupations politiques. La ville par sa situation stratégique au cœur du bassin méditerranéen, à mi-chemin entre deux confins de la côte nord-africaine⁷, jouait un rôle de charnière entre le Moyen-Orient, l'Afrique et l'Europe⁸. Représentant la première ville vassale de l'Empire ottoman en Méditerranée, elle permettra à la Porte ottomane d'imposer sa souveraineté sur la rive occidentale de ce bassin. Elle devient ainsi le centre du nouveau territoire ottoman.

En tant que telle, la nouvelle capitale⁹ maghrébine devait donc incarner une image à la hauteur de son rôle géo- stratégique. Cette image étant celle aperçu de la voie maritime¹⁰. Le nouveau paysage de la ville *d'al-Djazā'ir* devait tendre à correspondre au modèle de la ville ottomane incarné dans Istanbul.

A cela s'ajoute la réputation des corsaires algériens redoutés par les marines européenne. Ils investirent ainsi les îlots d'Ibiza, Majorque et de Minorque de même que les côtes d'Espagne¹¹. Ils constituaient une force économique importante que les Ottomans ont voulu s'acquérir.

Le modèle de la ville ottomane est né du site. Le bâtisseur ottoman composait avec le profil du promontoire qui a défini l'emplacement des édifices religieux « *al-Djāma'* ». Cette conception urbaine ottomane a été adaptée sans grande difficulté dans la ville *d'al-Djazā'ir*. Les potentialités du site surtout vu de la mer, ont offert aux Ottomans l'occasion de transformer la ville selon leur référence (fig. 44).

C'est le profil du site, tel qu'il apparaît vu de la mer, qui intéressait les nouveaux conquérants. Son skyline exceptionnel était composé de plusieurs niveaux urbains orienté vers la mer.

⁷ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 15.

⁸ Cf. S. RANG, *Fondation de la Régence*, 1837, p. IV.

⁹ Cf. Supra. p. 8, note n° 4.

¹⁰ L'une des raisons de l'occupation ottomane de la ville *d'al-Djazā'ir* avait pour objectif le contrôle de l'ensemble des voies commerciales maritimes.

¹¹ Cf. A. KHELIFA, *Alger*, 2010, p. 39.

Ces derniers représentent les éléments stratégiques qui ont orienté le projet de transformation et d'aménagement du paysage de la ville : le port commercial et militaire ainsi que le centre-ville étaient identifiés dans la partie basse de la ville, le troisième plateau correspondait au sommet de la colline recevant la Citadelle¹².

Ces trois niveaux urbains structurant le paysage furent davantage mis en évidence durant cette époque en recevant les édifices majeurs et sacrés dont la splendeur fut matérialisée par les grandes coupoles. C'est ainsi que la nouvelle capitale du Maghreb prit l'apparence d'une grande métropole ottomane. Un ensemble urbain harmonieux, ceinturé de puissantes murailles, à l'intérieur desquelles s'organisent de grandes mosquées.

Nous pouvons avancer que les référents adoptés dans les deux villes d'Istanbul et d'*al-Djazā'ir* sont similaires, accordant une grande importance au relief, mettant en évidence ses potentialités esthétiques. Ces dernières déterminent l'emplacement des grands édifices religieux qui fut un choix initial. Ces édifices émergent par de grandes coupoles¹³ et gardent une position dominante dans le paysage urbain par rapport aux autres constructions.

Nous validons ainsi le troisième volet de notre première hypothèse qui précisait que les principes de la transformation du paysage algérois sont influencés par ceux adoptés à Istanbul. Ceci ne signifie pas que le paysage d'*al-Djazā'ir* est identique à celui d'Istanbul, mais que la démarche urbaine adoptée pour la modification du paysage algérois s'est inspirée de celle de la capitale de l'Empire.

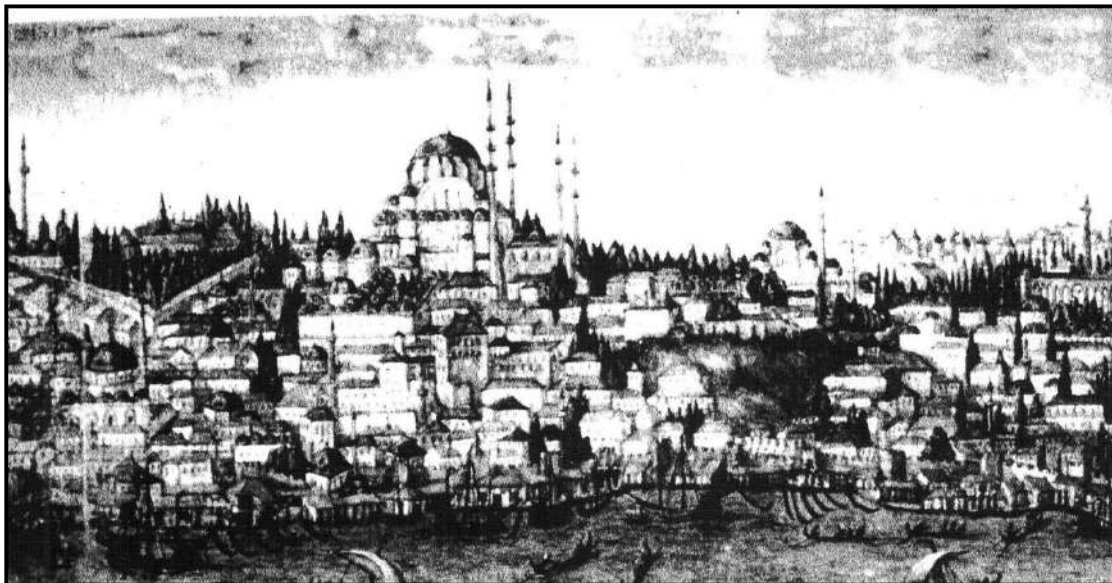
Le paysage algérois du XIX^{ème} siècle ne pouvait être le fruit du hasard ni du tâtonnement, mais l'aboutissement d'un raisonnement fondé sur une longue expérience. Les édifices majeurs aux grandes coupoles constituent des repères symboliques dans la ville (fig. 44) et deviennent par conséquent des éléments identitaires du paysage algérois de cette période.

¹² De par sa position dominante, la Citadelle (élevée à cent dix-huit mètres (118m) au-dessus du niveau de la mer) a permis l'instauration de la ville en tant que capitale ottomane. En effet, cette forteresse a protégé pendant des siècles, la ville de toute attaque maritime. Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 16.

¹³ L'étude des coupoles ottomanes de Turquie sera présentée dans le cinquième chapitre relatif à l'origine et la filiation des coupoles algéroises.



a- L. WIDMAN vue d'Alger, gravure du milieu du XVII^{ème} siècle.
(Source : G. ESQUER, *Iconographie*, 1929, n°35, planche 13).



b-Istanbul 1590.

Fig. 44 : Skyline d'Istanbul comparé à celui d'*al-Djazā'ir*.

L'importance accordée au dôme dans la conception du paysage urbain dans les deux villes. Ces dômes ont une position dominante, émergente par rapport aux autres formes urbaines.

(Source : NECIPOGLU GULRU, *The age of Sinan*, 2005, p. 203).

3-La transposition des coupoles dans les villes arabes de l'Empire ottoman

3-1-La villes d'*al-Qāhira*

La ville d'*al-Qāhira*¹⁴ a connu l'occupation ottomane dès 1517, octroyant à l'Empire un riche héritage architectural et urbanistique. Ce dernier témoigne de l'empreinte des trois dernières grandes dynasties arabes, fatimide, ayyoubide et mamelouke, pour lesquelles les coupoles sont des formes de couverture privilégiées dans l'architecture des mosquées, des madrasas et des mausolées.

Le paysage que les Ottomans ont eu à gérer, était déjà parsemé de coupoles, produisant un effet pittoresque dans la ville où toutes les autres couvertures étaient planes. Citons l'exemple des deux mosquées fatimides du Caire, celle d'*al-Azhar* (970) avec deux coupoles sur la nef axiale du *mihrab* (fig.45) et la mosquée d'*al-Ḥakīm* (996-1021)¹⁵ (fig. 46) comportant trois coupoles sur le mur de la *qibla*, dont l'une sur la nef axiale. Dans ces deux édifices « *se juxtaposent les survivances de l'architecture locale toulounide¹⁶ et les traits inspirés par l'architecture du Nord de l'Afrique, l'Ifriqiya* »¹⁷.

L'architecture mamelouke a développé les mêmes traditions constructives que ses prédécesseurs dès 1250¹⁸, alors qu'une grande majorité de la population égyptienne devenait musulmane. Cette dynastie légua au Caire des œuvres colossales, magnifiant le paysage urbain de gigantesques coupoles (fig. 47), recouvrant les mosquées-madrasa. La propagation d'un nombre considérable de mausolées dans la ville engendra une cité entière dénommée « cité des morts au Caire » (fig. 48). Les souverains mamelouks donnèrent à *al-Qāhira* l'aspect d'une cité constellée de coupoles et de minarets toujours plus spectaculaire, dominant toutes les perspectives et tous les angles de rue¹⁹.

Considérons également le cas de la madrasa du *Sultān Ḥasān*, bâtie entre 1356 et 1361, représentant l'un des édifices les plus prestigieux de tout le moyen-âge musulman. Elle affirme la puissance de la dynastie et sa grandeur, notamment dans l'expression monumentale du tombeau situé derrière la *qibla*, et recouvert d'une coupole ovoïde culminant à 52 m du sol, inspirée de l'architecture des coupoles perses²⁰.

¹⁴ Le nom arabe de la ville du Caire est « *al-Qāhira* », la glorieuse.

¹⁵ Cf. H. STIERLIN, *L'Art de l'Islam en Méditerranée*, 2005, pp. 85-87.

¹⁶ Les toulounides représentent la dynastie musulmane qui a gouvernée l'Égypte vers la fin du IX^{ème} siècle.

¹⁷ Cf. N. LEVALLOIS, *L'Égypte*, 1999, p. 40.

¹⁸ En Égypte, les mamelouks sont issus de la garde servile du sultan ayyoubide qu'ils renversèrent en 1250.

¹⁹ Cf. L. MOZZATI., *L'Art de l'Islam*, 2003, p. 220.

²⁰ BUKHARA, *The myth and the architecture*, 1999.

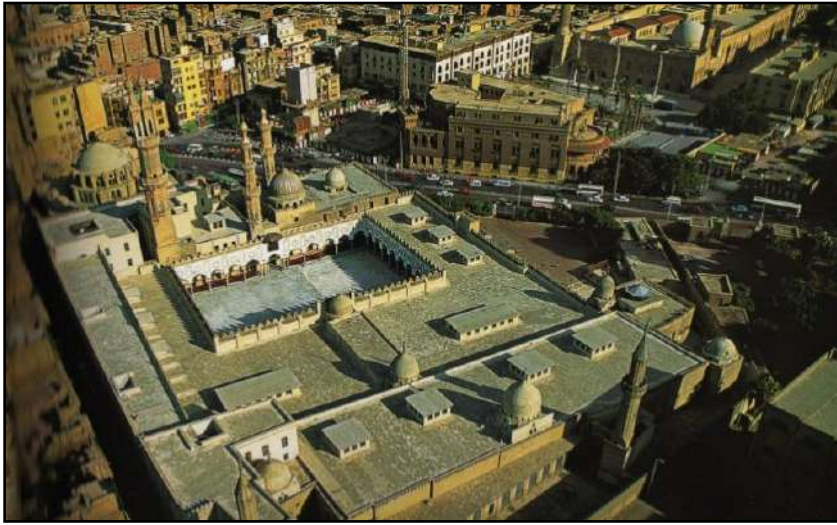


Fig. 45 : Mosquée d'*al-Azhar* (970).

Coupoles sur la nef qui longe la qibla ainsi que sur la nef axiale.
(Source : H.STIERLIN, *L'Art de l'Islam en Méditerranée*, 2005, p. 85).

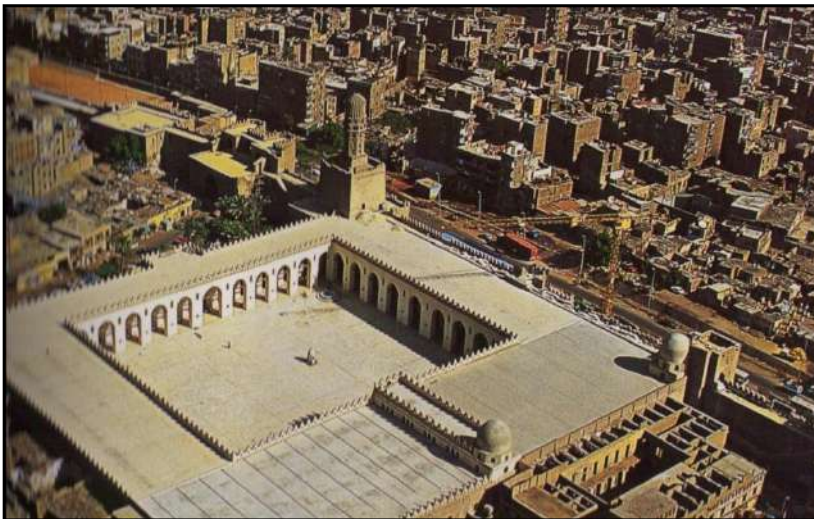


Fig. 46 : Mosquée d'*al-Hakim* à *al-Qāhira*.

(Source : H.STIERLIN, *L'Art de l'Islam en Méditerranée*, 2005, p. 87).



Fig. 47 : Les coupoles mameloukes émergeant du paysage de la ville d'*al-Qāhira* .
(Source : www.its-orient.ch/its-franz/staedte_am_nil/k, consulté le 03-09-2009).

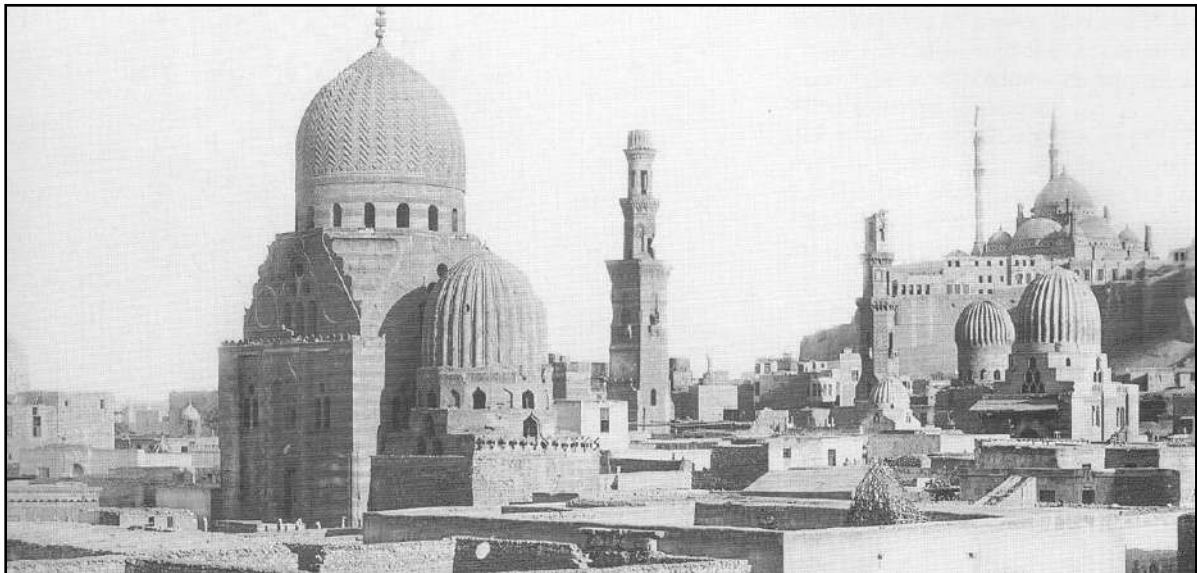


Fig. 48 : La Cité des morts à *al-Qāhira*, nécropole Sud.
(Source : G. EL KADI, *La cité des morts*, 2001, p. 172).

Une vue intéressante (fig. 49) nous permet d'avoir une idée de l'échelle de l'édifice, ainsi que de son environnement. A proximité sont érigées deux autres mosquées celle d'*al-Rifa'ī* et celle d'*al-Amīr Akhur*. Toutes deux comportent des coupoles de même forme. Ces dernières, réalisées en pierre, sont caractéristiques de l'architecture mamelouke en Egypte.

Nous avons avec ces exemples, une idée claire du paysage du Caire aux époques arabes antérieures à l'occupation de la ville par les Ottomans. La plupart des monuments religieux comportaient déjà des coupoles, mais celles-ci ont pris plus d'importance durant la période mamelouke. Ces dernières imposantes par leur forme se détachaient presque du paysage de la ville, exprimant une forte relation entre la coupole et la voûte céleste²¹ (fig. 48).

3-1-1-La forme des coupoles d'*al-Qāhira*

Les coupoles réalisées au Caire ont un profil brisé, légèrement bulbeux, une forme d'origine probablement perse²². Elles sont apparues dans l'art musulman vers le XI^{ème} siècle, et fleuriront ensuite en Mésopotamie ainsi qu'en Occident musulman (fig. 50).

Dans la mosquée d'*al-Azhar* et celle d'*al-Ḥakīm*, les coupoles ne reçoivent aucun traitement décoratif particulier ; elles reposent sur des tambours percés d'ouvertures. Celles d'*al-Ḥakīm*, repose sur un double tambour, l'un carré et le second polygonal.

Les coupoles de grande taille furent l'apanage de la période mamelouke. Les plus anciennes remontent au début du XIV^{ème} siècle, l'apogée esthétique et technique étant atteint vers la fin du XV^{ème} siècle. Les premières expériences traduisent dans la pierre des motifs initialement élaborés en brique, sans se préoccuper des capacités d'expression spécifique du matériau.

L'usage du stuc est généralisé, il est utilisé pour remplir les interstices entre les pierres, lesquelles sont appareillées de plus en plus soigneusement²³. Les coupoles sont enveloppées d'un fin filigrane décoré de motifs géométriques mettant en évidence le polygone étoilé, alterné de motifs végétaux. Cette ornementation très soignées, n'altère en rien le galbe de la sphère. Elles sont parfois soulignées par des arêtes creusant des godrons (fig. 48). Ces coupoles sont portées par un tambour percé d'ouvertures et posé sur une ceinture assurant la transition entre le cercle et le carré. Cette ceinture est tronquée par des triangles obliques matérialisant les zones de transition, celles-ci sont souvent à *muqarnaṣ*.

A *al-Djazā'ir*, la grande coupole ovoïde de la mosquée *al-Djadīd*, s'apparente à ces coupoles de forme brisée. Elle est posée sur un tambour circulaire percé de quatre (04) ouvertures en arcature (fig. 33). Cette mosquée fut réalisée par une main d'œuvre d'origine chrétienne qui s'est inspirée des coupoles orientales dont l'emploi fut diffusé en Europe, dès l'époque de la Renaissance²⁴.

²¹ Cf. Supra. p. 20.

²² Cf. A. CHASSAGNAUX, *L'architecture voûtée iranienne*, 1996.

²³ Cf. L. MOZZATI, *L'Art de l'Islam*, 2003, p. 224.

²⁴ Cf. Infra. pp. 164.



Fig. 49 : La mosquée-madrasa du Sultan *Ḥasān*.
(Source : L. MOZZATI, *L'Art de l'Islam*, 2003, p. 220).

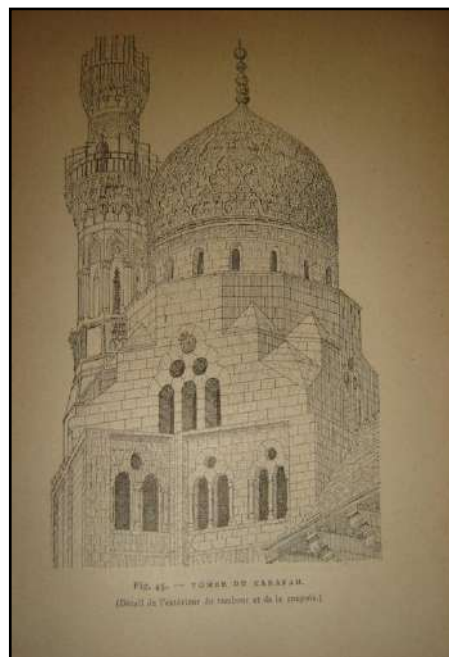
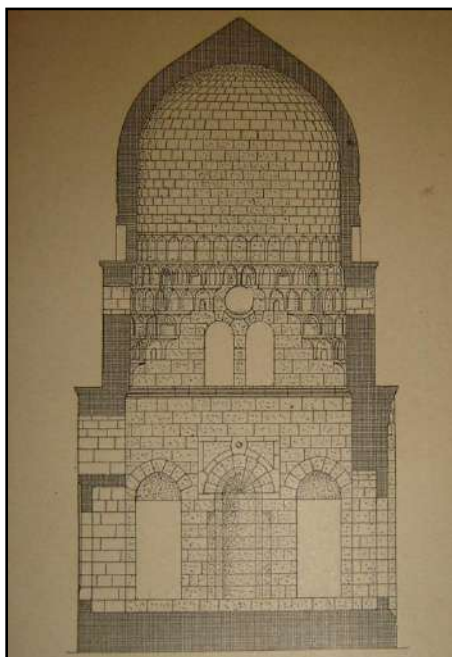


Fig. 50 : Tombe du *Karafah*, *al-Qāhira*.
Coupole ovoïde, posée sur tambour circulaire, transition par des trompes en stalactites.
(Source : AL. GAYET, *L'Art arabe*, 1893, p. 141).

3-1-2-L'apport ottoman à l'architecture d'*al-Qāhira*

Le paysage médiéval de la ville du Caire avait connu une urbanisation intense et un embellissement de sa *Qāhira* durant la période mamelouke. Dès le début du XVI^{ème} siècle, les Ottomans ont occupé la ville. Face à un héritage architectural et artistique aussi riche, et une ville très dense, ils apportèrent très peu de changements à la ville. Mais des extensions furent projetées dans les faubourgs, particulièrement au sud, entre *al-Qāhira* et la Citadelle. De nombreux équipements furent construits, ainsi que plusieurs grandes mosquées. Celles-ci étaient couronnées de coupoles.

Citons la mosquée du *Bāshā Sulayman Khadīn* (fig. 51), de *Sinan Bāshā*²⁵ (fig. 52), et celle de *Malīka Ṣafīyya* (fig. 53). Elles ont été construites selon les mosquées ottomanes, avec une coupole centrale entourée de demi-coupoles et de coupolettes, reproduisant l'effet pyramidal. Cette organisation spatiale a constitué le modèle de transposition de l'architecture ottomane religieuse au Caire (fig. 52).

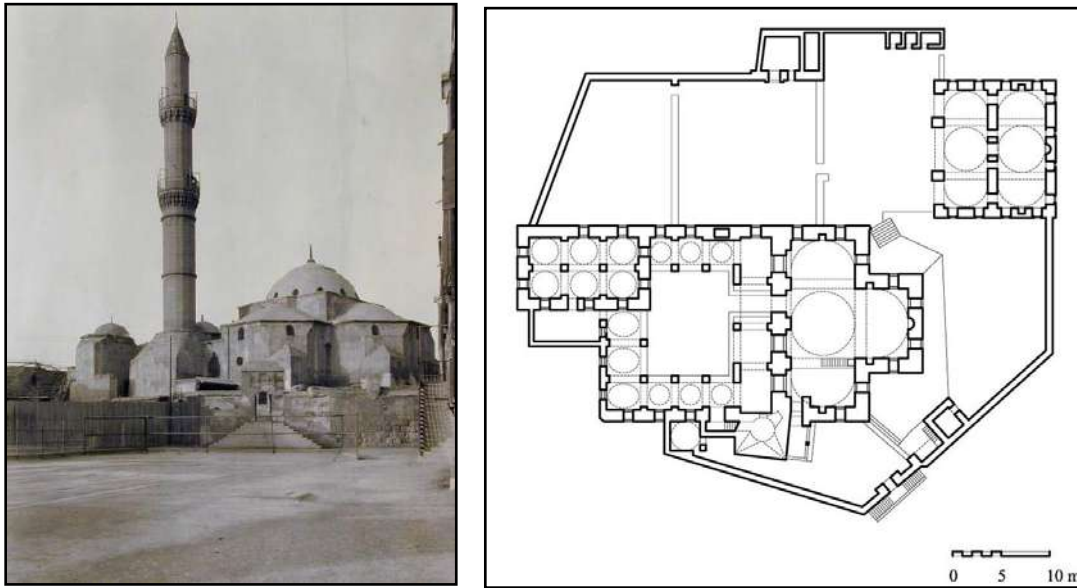
Les Mamelouks avaient excellé dans la dimension et la forme donnés à leurs édifices cultuels, dominant toute la ville par l'effet colossal produit par leurs coupoles ogivales. L'utilisation de coupoles regroupées au sein d'un même édifice et leur amplification dans le paysage de la ville révèle ici l'empreinte ottomane.

Du point de vue décoratif, l'ornementation externe des coupoles mameloukes n'a pas influencée celle de leurs successeurs ottomans, dépourvus de décor. L'intrados de la coupole de la mosquée *Sulayman Khadīn* est par contre orné de *muqarnaṣ*, se référant aux coupoles mameloukes. Dans cette même mosquée, le contrebutement de la coupole centrale est réalisé par des demi-coupoles. Ce système est abandonné dans la mosquée *Sinan Bāshā et Ṣafīyya*, où les coupoles sont brisées s'inscrivant dans le respect de la filiation mamelouke.

La mosquée *Sinan Bāshā*, est très spécifique, avec les mêmes formes de coupoles brisées, reprenant le répertoire stylistique de la mosquée d'*al-Azhar* au niveau de la modénature.

La forme des coupoles égyptiennes de l'époque ottomane ne ressemble en rien à celles d'*al-Djazā'ir* ottomane. La forme octogonale n'a pas été retenue dans les édifices du Caire. Ces derniers adoptent le modèle d'édifice ottoman qui a été intégré à leurs traditions constructives locales issues d'un long processus évolutif. Ceci explique que le savoir-faire durant cette époque n'a pas connu de rupture brutale, mais a concilié entre le nouveau modèle et l'héritage architectural-ornemental des égyptiens.

²⁵ Cf. D. BEHRENS-ABOUSEIF, *Islamic architecture in Cairo*, 1989, pp. 161-162.



(Source : Suleyman Pasha mosque at the Citadel, <http://archnet.org/library/sites/one-site.jsp>, consulté le 24/11/2011).

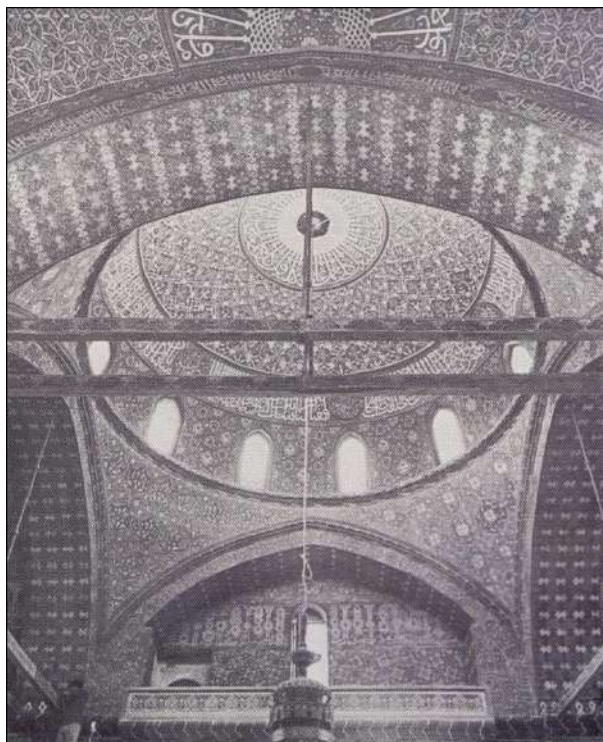


Fig. 51 : Vues et plan de la mosquée *Sulayman Khadin Bāshā* (1528).
(Source : D. BEHRENS-ABOUSEIF, *Islamic architecture in Cairo*, 1989, p. 159).

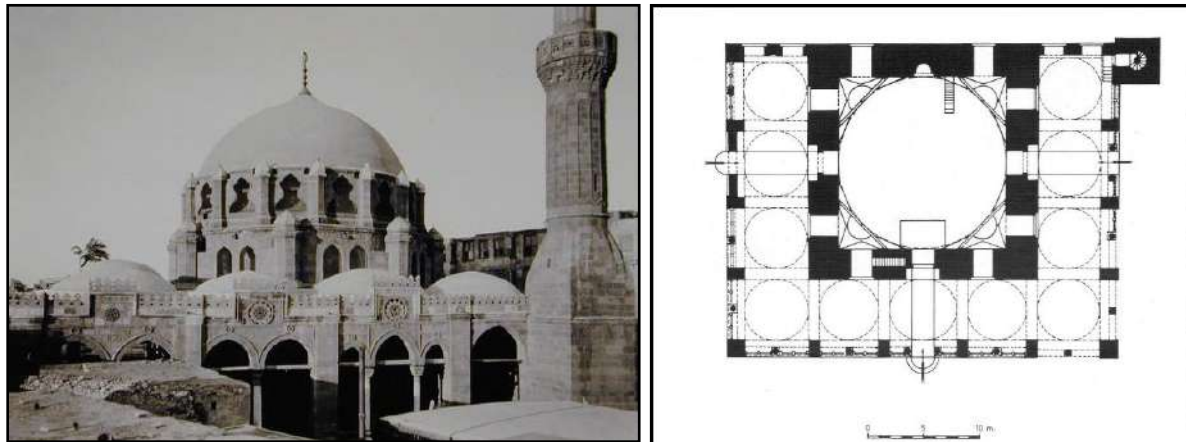


Fig. 52 : Vue et plan de la mosquée *Sinan Bāshā* à *al-Qāhira* (1571).

(Source de la vue : Sinan Pasha Mosque, <http://archnet.org/library/sites/one-site.jsp>, consulté le 24/11/2011).

(Source du plan : D. BEHRENS-ABOUSEIF, *Islamic architecture in Cairo*, 1989, p. 162).

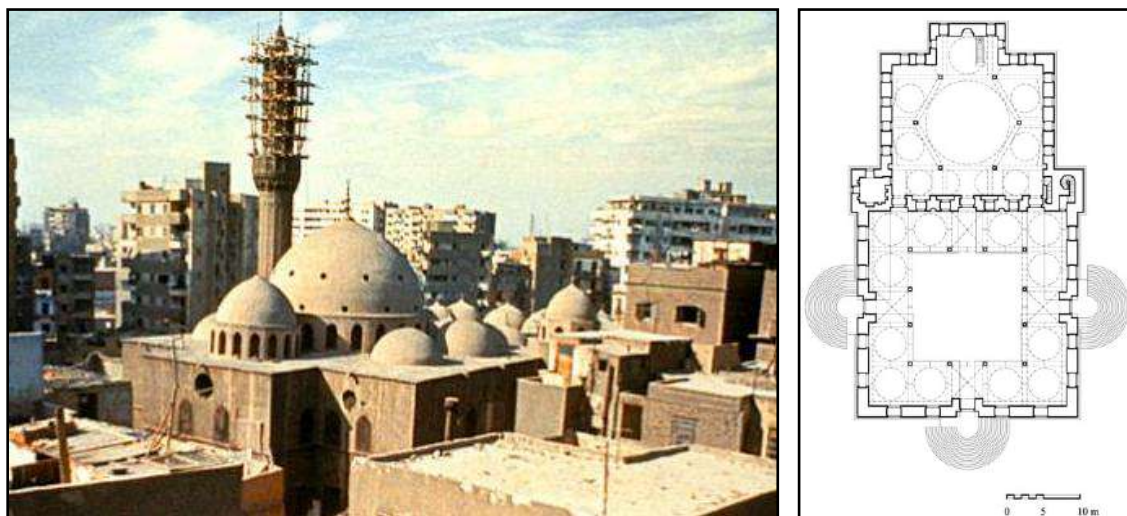


Fig. 53 : Mosquée de *Malika Şafiyya* à *al-Qāhira* (1610).

(Source : Malika Safiyya Mosque, <http://archnet.org/library/sites/one-site.jsp>, consulté le 24/11/2011).

3-2-La ville de *Tūnas*

3-2-1-L'occupation ottomane de la ville

En Tunisie, les Ottomans s'installèrent tard, sous *Sélim II* à l'apogée de l'Empire. Ils abordent une population policée, se confondent aux andalous et aux autochtones, raniment les acquis hafside et fondent une dynastie beylicale²⁶. La médina de *Tūnas* fut annexée à l'Empire en 1574²⁷, après que les Ottomans aient arraché le pouvoir aux mains des *Hafsides* et aux espagnols.

La présence ottomane « ne modifiera pas sensiblement la forme de la ville. Les Beys restaurent les bâtiments publics existants, reconstruisent les remparts démolis et réalisent de nombreuses fondations religieuses, mosquées, madrasas, zaouïas dans le centre de la ville. De nombreux palais et grandes demeures sont construits par des dignitaires Turcs dans les mêmes quartiers aristocratiques. De ce fait, la construction de nouveaux édifices et la densification des quartiers résidentiels conserve l'essentiel de la structure de la ville hafside »²⁸.

L'organisation spatiale des établissements religieux à *Tūnas* est la même que celle de la période arabe, « ce phénomène caractérise peut-être les préoccupations de l'administration turque, essentiellement militaire, privilégiant la levée de l'impôt et le maintien de l'ordre public, et laissant la gestion quotidienne des affaires à la bourgeoisie tunisienne. Aussi le développement de la ville et la construction de nouveaux édifices sont-ils pris en charge par les responsables « *baldī* », et reflètent leurs habitudes et leurs traditions »²⁹, ce qui explique la continuité architecturale avec la période précédente.

Les nouvelles mosquées édifiées par les Beys sont conçues sur le modèle des plans hypostyles traditionnels, avec des voûtes d'arêtes couvertes de toitures en tuiles ordinaires. Une coupole de taille moyenne vient couvrir l'espace devant le *mihrab*. La mosquée abrite le tombeau du fondateur dans l'une des cours de la mosquée, ce qui représente une caractéristique ottomane nouvelle dans cette ville. C'est le cas des mosquées de *Yūsaf Dey* en 1614 et de *Hammūda Bey* en 1655 (fig. 54). Les madrasas et les tombeaux funéraires recevaient des coupoles au-dessus des salles principales, leur forme était hémisphérique, accusant une pointe³⁰.

Le complexe religieux de *Sīdī Maḥraz* abrite la plus belle mosquée de la ville (fig. 55), celle de *Muḥammad Bey*, construite en 1675, en face de laquelle se dresse le mausolée du patron de la cité. La mosquée est la seule en Tunisie qui a été construite sur le modèle ottoman.

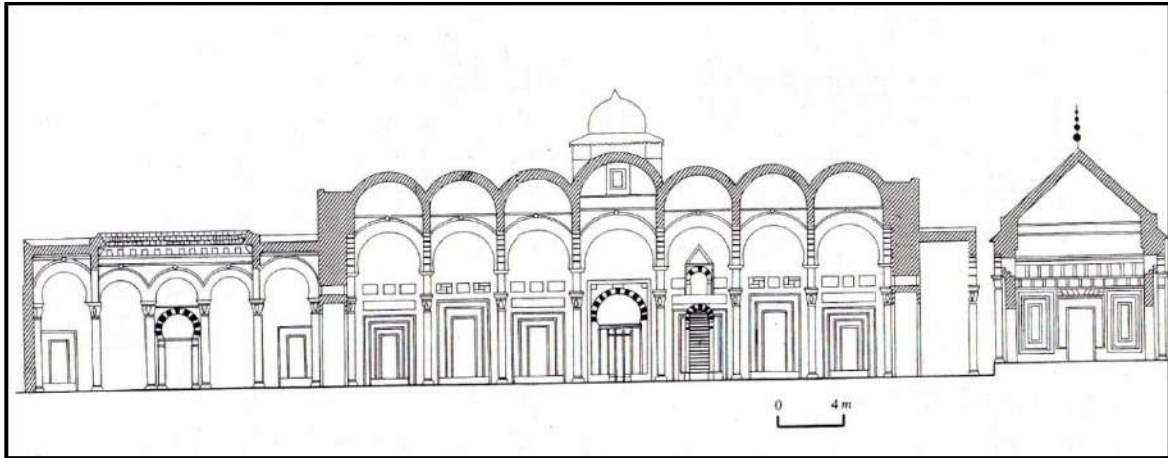
²⁶Cf. S. RANG, *Fondation de la Régence*, 1837, p. IV.

²⁷Cf. B. E AKRAM, *A la rencontre du Maghreb*, 2001, p. 44.

²⁸Cf. S. SANTELLI, *Médinas*, 1992, p. 22-23.

²⁹Cf. S. SANTELLI, *Le creuset méditerranéen*, 1995, p. 31.

³⁰ Cf. A. SAADAoui, *Tunis, ville ottomane*, 2001, p. 82.



(Source : A. SAADAOUI, *Tunis, ville ottomane*, 2001, p. 86).

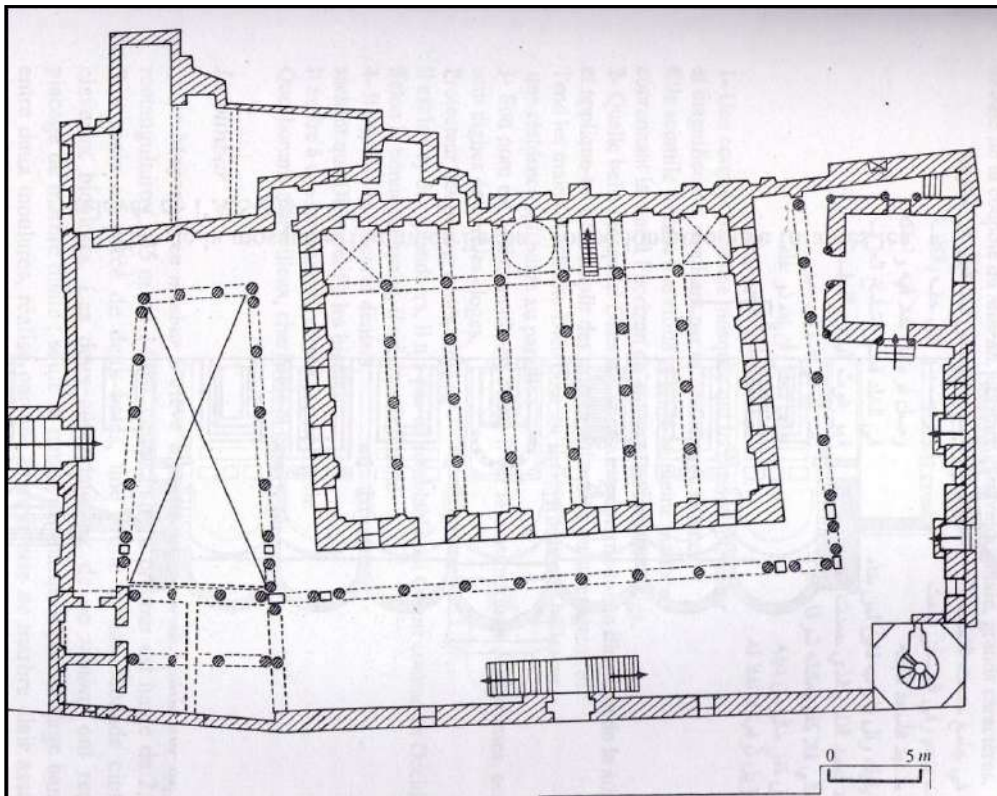
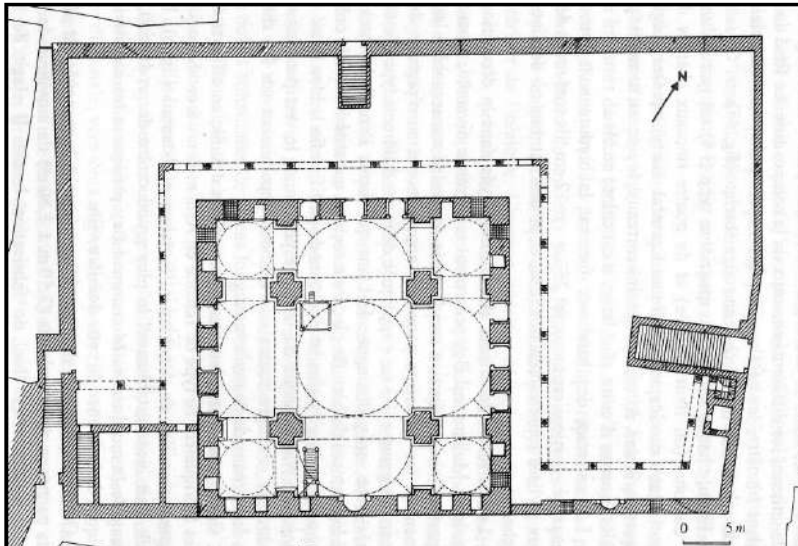


Fig. 54 : Coupe et plan de la mosquée *Ḥammūda Bey*.
(Source : A. SAADAOUI, *Tunis, ville ottomane*, 2001, pp. 85-86).



(Source : plan : A. SAADAOU, *Tunis, ville ottomane*, 2001, p. 130).

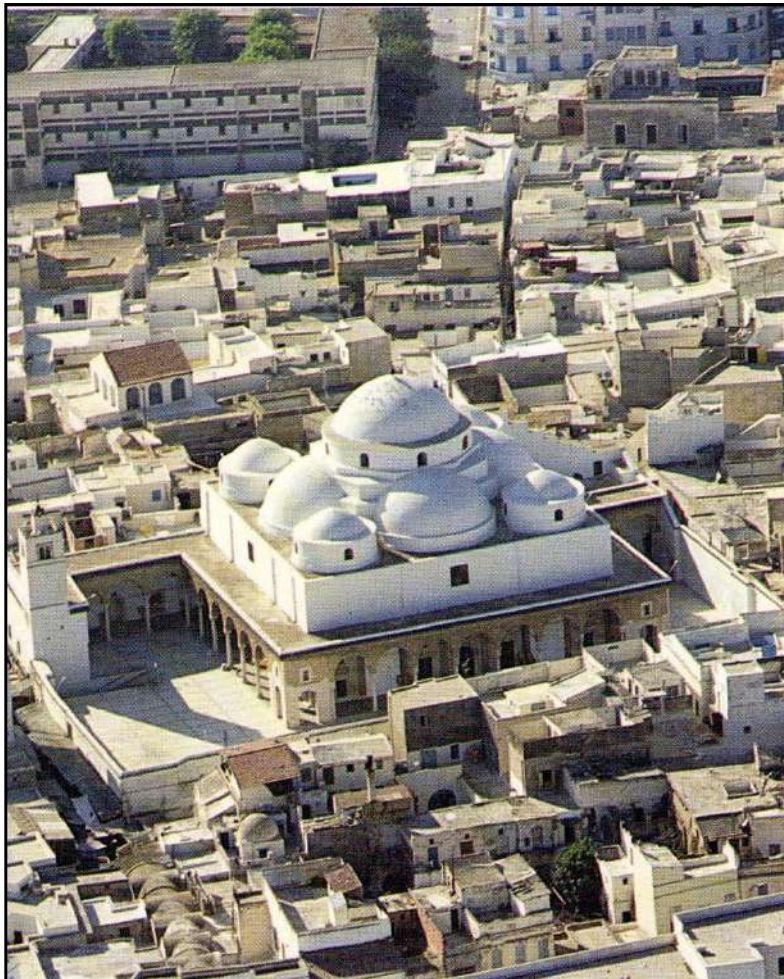


Fig. 55 : Plan et vue sur la mosquée *Sīdī Mahraz*.
(Source : S. SANTELLI, *Le creuset méditerranéen*, 1995, p. 27).

Elle présente des analogies avec la mosquée *al-Aḥmadiyé* d'Istanbul. Couronnée d'un « ensemble de dômes blancs surplombant la ville, annonçant la fraternité qui la lie aux cités de l'Orient : Istanbul, le Caire, ou Beyrouth »³¹. (fig.55). L'organisation spatiale d'inspiration ottomane est matérialisée par une grande coupole centrale, entourée par des coupolettes et des demi-coupoles.

3-2-2-Les coupoles tunisiennes

Les dynasties *aghlabide*, *fatimide* et *hafsïde* qui ont gouverné la Tunisie entre le IX^{ème} et le XVI^{ème} siècle avant l'arrivée des Ottomans, avaient une bonne maîtrise des couvertures en coupoles qui étaient situées devant la niche du *mihrab* et au niveau de la galerie narthex. Ceci se remarque nettement dans les grandes mosquées de Sousse (fig. 56) et de Kairouan à l'époque aghlabide ainsi que dans la Grande mosquée *Zaytūna* de *Tūnas* (fig. 56).

Ces coupoles sont légèrement surhaussées, à godrons, creusant ainsi leur extrados, correspondant de l'intérieur à des arêtes très rapprochées. Elles sont posées sur deux tambours, de formes différentes, rehaussant ainsi la hauteur de la coupole. La transition entre le carré et le cercle se réalise par le biais de trompes. « *L'habileté et la science des architectes aghlabides se manifestent éloquemment dans la coupole du mihrab de la Grande Mosquée de Kairouan avec laquelle nous atteignons le maximum de perfection dans l'art de construire une coupole sur trompes* »³². Les godrons employés dans sa construction définissent de l'intérieur des arêtes ou nervures réalisées en même temps que la maçonnerie de la coupole³³.

Dans la mosquée *Sīdī Maḥras* construite durant la période ottomane, les coupoles sont de forme ovoïde³⁴ surbaissée, d'influence orientale. Elles sont rehaussées par plusieurs tambours de formes et de dimensions différentes, percés par des ouvertures, en référence à l'architecture locale.

Ceci explique que les Ottomans ont trouvé en Tunisie, et particulièrement à *Tūnas*, des coupoles, marquant le paysage urbain, et n'ont fait que renforcer cette image par différentes réalisations couronnées de coupoles. La grandiose mosquée *Sīdī Maḥras*, construite suivant le modèle ottoman, dominant le paysage, devait symboliser le rattachement de la ville à la Sublime Porte.

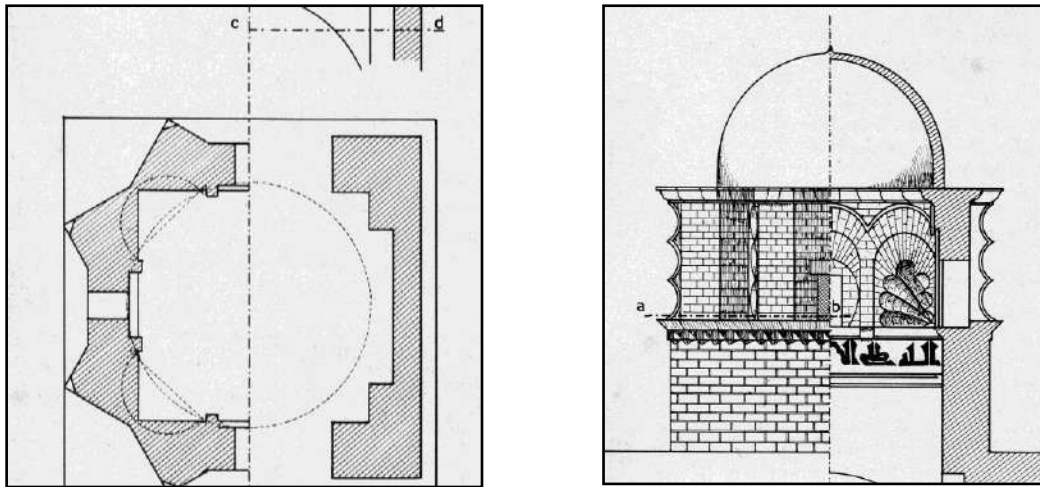
La Grande Mosquée à coupole centrale entourée de coupolettes a été transposée dans cette ville maghrébine, en un seul exemplaire. Les coupoles étaient conçues selon le style artistique local très imposant des dynasties arabes ayant régnées sur l'*Ifriqiya*.

³¹ Cf. J. BINOUS, cité par S. SANTELLI, *Le creuset méditerranéen*, Tunis, 1995, p. 31.

³² Cf. L. GOVIN, *Essai sur l'architecture religieuse*, T1, 1970, p. 129.

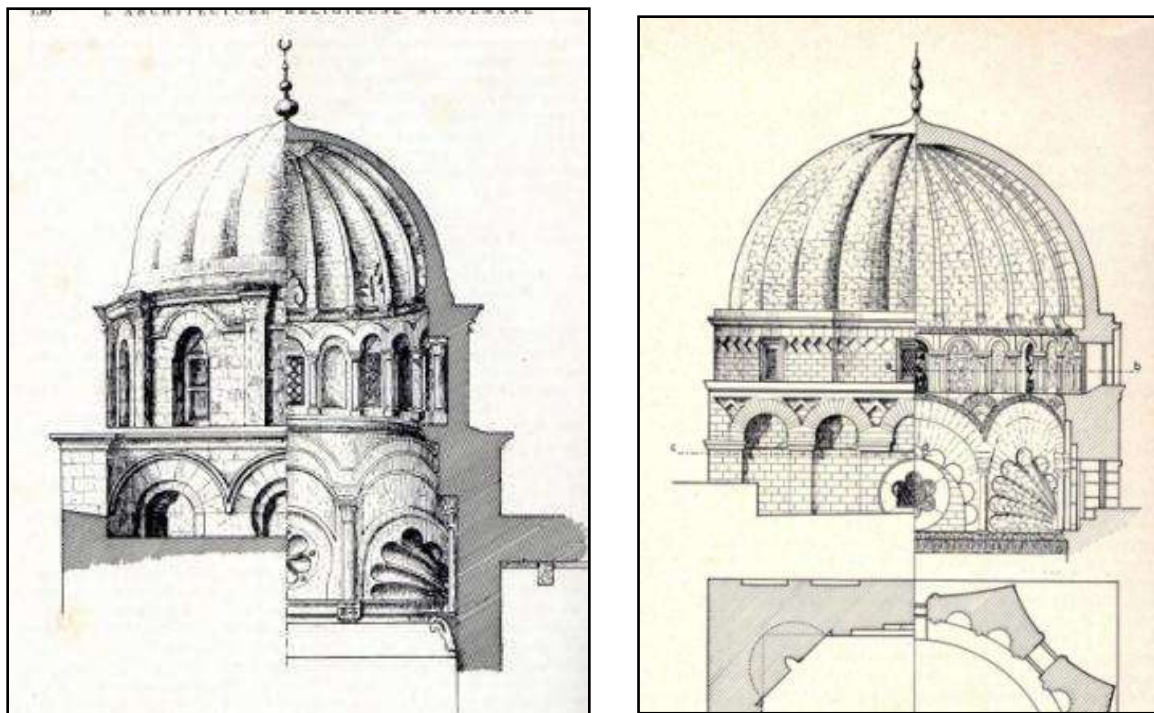
³³ *Ibid.*

³⁴ S-M. ZBISS, *Les monuments religieux dans l'architecture turque en Tunisie*.



Coupole aghlabide de la Grande Mosquée de Sousse.

(Source : L. GOLVIN, *Essai sur l'architecture religieuse*, T1, 1970, p. 126).



Coupole du mihrab de la *Zaytūna* à Tunis.

Coupole de la Grande mosquée de Kairouan.

Fig. 56 : Les coupoles tunisiennes.

(Source : L. GOLVIN, *Essai sur l'architecture religieuse*, T1, 1970, pp. 128 et 130).

La coupole octogonale identifiée dans la ville d'*al-Djazā'ir* n'a pas été employée dans les réalisations tunisiennes. Néanmoins quelques éléments de similitudes peuvent être reconnus, notamment les nervures méridiennes retenues dans les deux villes. Ceci peut s'expliquer par le fait que ces dernières faisaient partie d'un même territoire durant la période médiévale³⁵.

Conclusion

Les trois villes d'*al-Qāhira*, de *Tūnas* et d'*al-Djazā'ir* véhiculent des images urbaines différentes, qui ont toutes trois en commun une des caractéristiques du paysage ottoman : des coupoles couronnant les édifices religieux. Ces coupoles ont acquis une importance dans leur paysage urbain et particulièrement à *al-Djazā'ir*, devenant de ce fait des éléments de repères dans ces villes.

Ce qu'il faut signaler, c'est la singularité de chacun de ces paysages. Subissant une évolution continue durant plusieurs siècles, chacun représente aujourd'hui une image qui résulte d'une stratification historique matérialisée par des monuments aux formes et aux langages différents. Cette différence³⁶ s'explique par l'intervention de plusieurs conquérants voulant exprimer leurs suprématies en construisant toujours plus grand et plus haut, ce qui a eu un impact considérable sur le paysage urbain qu'ils modelaient en construisant de nouveaux édifices.

La singularité du paysage algérois par rapport à celui d'*al-Qāhira*, et de *Tūnas* transparaît dans ces deux dernières villes par la présence de coupoles remontant à la période médiévale. *Al-Djazā'ir* de l'époque arabo-berbère se différencie par un paysage tout à fait démuné de coupoles ; ce n'est que durant la période ottomane qu'apparaissent les coupoles dans le paysage algérois à partir du XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècle, reprenant certains référents de la ville d'Istanbul.

La ville d'*al-Djazā'ir* a été façonnée à différentes époques mais a été beaucoup marquée par la période ottomane contrairement à certaines villes du Maghreb et du *Mashraq* dont plusieurs réalisations porte le sceau des fatimides, des aghlabides et des mamelouks.

La situation stratégique d'*al-Djazā'ir* au centre du Maghreb, son statut politique de capitale de la Province ottomane, l'activité commerciale florissante (un nombre important des activités artisanales et des marchés), la fertilité des terrains agricoles, l'abondance de l'eau en faisait l'une des plus attrayantes ville de la Méditerranée occidentale. Tout ceci a favorisé un investissement des Ottomans dans une forte urbanisation de la ville.

³⁵ *Būlūghīn* fondateur de la ville d'*al-Djazā'ir*, est monté sur le trône de Kairouan, lieutenant des fatimides, il gouverna l'*Ifriqiya* et le Maghreb central. Cf. L.GOLVIN, *Le Maghreb central*, 1957, pp. 52-58.

³⁶ La lecture des paysages urbains de ces deux villes ne considère que les édifices religieux, couronnés de coupoles, nous ne prenons pas en considération les autres facteurs liés à la transformation de leur paysage.

De plus, le site accidenté de cette dernière a facilité sa transformation selon le modèle d'Istanbul, qui fut conçu à partir des potentialités de son relief déterminant l'emplacement des édifices majeurs. Nous avons ainsi vérifié partiellement le troisième volet de notre première hypothèse qui précisait que la civilisation ottomane eu des influences sur la production urbaine à *al-Djazā'ir*.

Les deux paysages urbains à savoir celui d'Istanbul et *al-Djazā'ir* ne sont pas identiques, mais le choix de l'emplacement des édifices majeurs couronnés de coupoles sur les points culminants et stratégiques du relief est le même.

Le modèle des édifices cultuels, « un espace central couvert d'une grande coupole centrale autour de laquelle gravitent plusieurs coupolettes » a été le seul élément de transposition que les Ottomans ont projeté dans les autres villes. C'est avec cette forme architecturale que l'Empire s'est imposé dans les différentes villes conquises. Ce modèle devient par conséquent l'élément du transfert de l'architecture ottomane.

La différence entre les modèles projetés dans chaque ville, réside dans le système de références auxquelles ils font appel, notamment le savoir-faire ancestral et les traditions constructives locales, que les Ottomans ont trouvé dans ces villes. La main d'œuvre dans le domaine de la construction était en effet constituée d'autochtones, mais aussi d'artisans de différentes nationalités et religions. La caste dominante ottomane n'en faisait pas partie.

Les souverains Ottomans ont introduit leur modèle mais les constructeurs locaux utilisèrent leur propre technique pour la réalisation de ces formes architecturales nouvelles, les adaptant au contexte régional ainsi qu'au mode d'habiter des populations autochtones. Le modèle n'a pas été repris directement, mais a fait l'objet d'une interprétation et d'une adaptation issue du savoir-faire local, ce qui a induit une différence au niveau de la matérialisation de ces édifices et plus particulièrement au niveau de la coupole.

En effet, la forme de coupole octogonale n'a pas été employée dans les deux villes étudiées, ni même à Istanbul, ce qui dénote d'une spécificité propre à la tradition constructive dans la ville d'*al-Djazā'ir*.

L'architecture ottomane constitue une phase importante dans l'art religieux maghrébin, produisant des rameaux de modeste envergure, sans rupture brutale avec les traditions antérieures. Celles-ci ont assimilé le nouveau modèle aux exigences sociale, culturelle, religieuse et économique.

Deuxième partie

Introduction

Nous avons eu l'occasion dans la première partie de notre recherche d'aborder la coupole dans le paysage urbain de la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane. Nous avons identifié les Grandes Mosquées recouvertes d'une grande coupole entourée de coupolettes, les mausolées et les bains publics dont les espaces principaux étaient couronnés d'une coupole ; ainsi que les petites coupoles ponctuant les cages d'escaliers dans les maisons d'habitation et les grandes demeures palatiales. Cette partie a démontré l'importance de la coupole et son émergence dans le paysage algérois précisant la relation étroite entre l'ensemble urbain et les édifices majeurs.

La seconde partie de la recherche abordera la dimension architecturale des coupoles d'*al-Djazā'ir*. Elle aura comme premier objectif l'identification formelle de la coupole construite pendant la période ottomane. Il s'agira de retrouver les formes des coupoles dans la ville et d'identifier la forme représentative la plus usuellement utilisée¹. Nous procéderons dans le chapitre quatre à l'inventaire de l'ensemble des coupoles dans la ville. Les résultats de cet inventaire seront représentés dans un tableau de base des données accompagnés de plans de repérage de chaque édifice à coupole².

Le second objectif développé dans le cinquième chapitre sera de retrouver l'origine et la filiation de cette forme de coupole dite « octogonale à huit pans ». Il s'agira d'une part, d'identifier les particularités locales propres à l'art de bâtir des autochtones, avant les ottomans. D'autre part de dresser le schéma relationnel entre les différentes influences reconnues et leurs impacts sur la production formelle-constructive de la coupole d'*al-Djazā'ir* ottomane. Nous pourrons ainsi retrouver l'apport de chaque style artistique à la coupole octogonale.

Cette partie de la recherche se fixe aussi un troisième objectif, celui de définir les caractéristiques géométriques de cette coupole octogonale. Il s'agira dans le chapitre six d'analyser plusieurs coupoles afin de comprendre leurs tracés, leurs rapport dimensionnels, les différentes combinaisons formelles notamment au niveau des zones de transition présentant des complexités très peu communes.

¹ Cette forme représentative sera attribuée dorénavant à la coupole d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane.

² Ces plans seront présentés en annexe II, cf. infra. pp. 337-346.

Chapitre 4 : Inventaire des coupoles d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane

Introduction

Ce premier chapitre de la seconde partie de la recherche est un inventaire de l'ensemble des édifices à coupole de la ville, quelle que soit leur taille et leur forme. Cette investigation couvrira l'ensemble du territoire d'*al-Djazā'ir* ottomane, l'actuelle « Casbah d'Alger ». Cet inventaire a été élaboré à partir de plusieurs sources historiques, ainsi que sur nos propres recherches sur le terrain. Ces dernières nous ont permis de vérifier *in situ* certaines informations documentaires et d'actualiser ainsi le nombre de coupoles encore existantes. L'inventaire des édifices à une ou plusieurs coupoles constitue une base de données des coupoles de la ville, à partir de laquelle nous avons défini la fonction de l'édifice qu'elle couvre, sa date de construction, la forme et la taille de la coupole, ainsi que son état de dégradation.

Le nombre de ces édifices n'est pas très important aujourd'hui au vu des différentes destructions qu'a connu la Casbah d'Alger et son état de vétusté actuel. Ainsi, l'enquête relative aux maisons est incomplète, du fait qu'un grand nombre a été détruit. Ces maisons ne possédaient pas toutes une coupole, seules les maisons à patio et à *shbāk*³ en ont reçu. Dans ce sens, nous ne pourrions pas donner avec précision le nombre exact de maisons à coupole au début du XIX^{ème} siècle. Certes le nombre total des maisons urbaines était connu en 1830, de l'ordre de 6800⁴, mais ne distinguait pas les différentes typologies de maisons. Une estimation du nombre de maison à patio et à *shbāk* a été faite⁵. Les résultats énumérés dans le tableau de base des données ne concernent que les maisons repérées dans l'inventaire mené dans le cadre de notre recherche et finalisé en 2011.

1-Le support synthèse

Le support synthèse constitue le fond de plan sur lequel nous présentons nos résultats de l'inventaire. Il est représenté par un plan actualisé de la Casbah d'Alger⁶, sur lequel nous avons répertorié tous les édifices à coupoles identifiés. Il est accompagné d'un tableau de base des données sur lequel sont reportées toutes les informations relatives à chaque coupole et à son édifice⁷. Afin de faciliter la lecture du tableau, une classification par rapport aux fonctions des édifices est systématiquement élaborée. Les édifices à coupoles sont accompagnés d'un chiffre afin de faciliter leur repérage sur plan. Nous avons utilisé trois (03) couleurs dans le tableau, le noir pour les édifices existants, le bleu pour ceux qui ont été détruits, le vert pour ceux dont la couverture en coupole n'a pu être confirmée. Comme nous l'avons indiqué plus haut, cet inventaire a été fait sur la base de deux types de documentation :

³ Il s'agit des maisons de petites ou moyennes dimensions, organisée autour d'un *waṣṭ al- Dār* (patio) partiellement couvert qui reçoit air et lumière à travers un « *shbāk* », une ouverture ménagée dans le plafond et protégée par des barreaux, cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 207.

⁴ *Ibid.*, p. 194. Ce chiffre correspond au recensement élaboré dans les premières années de la colonisation.

⁵ Cf. *Infra*. p. 117.

⁶ Ce plan intitulé « le plan d'état des lieux », a été réalisé par le CNERU dans le cadre du (PPSMVSS) en 2007.

Les plans seront présentés en annexe II.

⁷ Des fiches plus détaillées sur les édifices majeurs ont été élaborées. Cf. *Infra*. Annexe I, p. 331-336.

1-1-La documentation historique

1-1-1-Les sources historiques écrites

Ce type de source est très important dans le cadre de cette recherche, sachant que pendant la période coloniale la majorité des édifices à coupole ont été détruits. L'une des sources les plus utilisées est celle d'A. Devoux⁸ sur les édifices religieux d'Alger. L'ouvrage cite et localise l'ensemble des édifices religieux de la ville ottomane au début de l'occupation coloniale. Il décrit dans le détail les grands monuments religieux, ce qui nous a permis de détecter la présence de coupole, notamment au niveau des mausolées, qui ne sont pas systématiquement couverts d'une coupole.

La traduction des manuscrits du même auteur⁹ nous a permis de comprendre la structure de la ville ottomane. L'auteur décrit l'ensemble des rues de la ville, ainsi que les équipements qu'elles comprenaient. Cet ouvrage fut étayé par une autre source intitulée « Casbah, *Architecture et Urbanisme* »¹⁰, qui nous a permis d'identifier les anciennes rues de la ville¹¹.

Une seconde documentation a été confrontée à celle d'A. Devoux, c'est celle de S. Missoum¹². Deux autres études nous ont été d'un grand apport. C'est celle de T. Shuval¹³ et celle de S. Chergui¹⁴, qui sont basées essentiellement sur des documents d'archives.

L'ouvrage de S. Missoum s'intéresse également aux bains publics dans la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane. Cette étude sera complétée par une seconde, plus récente, de N. Chérif Seffadj¹⁵ donnant plus de précisions quant à la localisation des bains publics. Cette étude donne également la liste des palais de la partie basse de la ville avec une localisation sur plan¹⁶.

1-1-2-Les sources historiques photographiques et iconographiques

D'autres sources iconographiques et photographiques ont été utilisées, nous citons celle de M. Alloula¹⁷, qui nous propose des photographies de la ville. Certaines, datant du début du XIX^{ème} siècle, illustrent des édifices qui n'étaient pas encore détruits, comme la mosquée '*Abdī Bāshā*'¹⁸ ou *Makriyan* couverte d'une coupole, située sur le rivage, à proximité du bastion 23. Ce type de documentation est très important, c'est en effet le seul élément qui nous permet de confirmer la présence de cette coupole¹⁹.

⁸ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870.

⁹ Cf. A. DEVOULX, *El-Djazā'ir*, 2003.

¹⁰ Cf. CASBAH, *Architecture et Urbanisme*, 1984-85.

¹¹ L'ouvrage présente un tableau énumérant les noms respectives des rues d'*al-Djazā'ir* à la période ottomane, pendant la colonisation et leurs noms actuels.

¹² S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003.

¹³ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998.

¹⁴ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007.

¹⁵ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains d'Alger*, 2008.

¹⁶ La localisation des palais se base sur l'étude d'A. Devoux.

¹⁷ M. ALLOULA, *Alger photographiée au XIX^{ème} siècle*, 2001.

¹⁸ Cf. Supra. p. 79, fig. 37.

¹⁹ Cette photographie représente le seul document qui confirme la présence d'une grande coupole.

G. Esquer²⁰ présente en trois tomes une série de gravures représentant la ville d'Alger pour la plupart datant du début du XIX^{ème} siècle. Ces lithographies constituent une documentation de base. Elles illustrent plusieurs édifices détruits au début de l'occupation dans le cadre de l'élargissement des voies de la partie basse de la ville et la réalisation de la place d'Armes. Nous avons pu, grâce à ces documents, identifier les édifices se trouvant au niveau des deux portes *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn*, notamment la mosquée d'*al-muṣallā* (fig.57) et celle de *Sīdī Abd al-Qādar* (fig.58).

H. Klein²¹, qui était membre du comité du vieil Alger, fournit une documentation très importante sur la ville et ses édifices, élaborant plusieurs monographies des grands monuments. Ses « Feuilletts » regroupés en plusieurs tomes, présentent également des documents photographiques qui viennent consolider notre fond.

Une autre source plus récente provient de R. Dokali²² qui étudie dans son ouvrage les mosquées d'Alger de l'époque ottomane. Il nous fournit leur relevé architectural, ainsi que des détails décoratifs. Nous retrouvons le relevé de la mosquée *Katshāwa* avec sa grande coupole centrale et ses coupolettes de différentes formes, dont il ne reste que peu de trace aujourd'hui.

1-1-3-La documentation cartographique

Le document support de l'inventaire a été réalisé à partir de sources différentes, provenant de plusieurs fonds de plans. Premièrement, le plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger « PPSMVSS » élaboré par le CNERU en 2007.

Deuxièmement, les plans du génie militaire réalisés au début de l'occupation militaire française. La ville a été relevée dès 1831 dans le cadre des nouveaux projets prévus dans la partie basse de la ville. Nous citons celui du capitaine chef d'Etat Major Morin datant de 1831, et celui du Général Pelet datant de 1832²³. Ces deux plans sont très importants car ils représentent l'ensemble des structures urbaines de la ville ottomane, les nouvelles appellations des rues, ainsi que les édifices majeurs.

La superposition de l'état actuel et des plans historiques, nous a permis un premier repérage des édifices détruits à savoir ceux du quartier de la Marine, la zone la plus affectée par les destructions coloniales.

²⁰ Cf. G. ESQUER, *Iconographies*, 1929.

²¹ Cf. H. KLEIN, *Feuilletts d'El-Djezaïr*, de 1910 à 1937.

²² Cf. R. DOKALI, *Les mosquées*, 1974.

²³ Cf. Plan PELET, 1832.



Fig. 57 : La mosquée d'*al-muṣallā*, comprenant deux grandes coupoles.
En arrière plan la tour de la fonderie couronnée d'une coupole.
(Source : H. KLEIN, *Le centenaire du lycée d'Alger*, 1935, p. 1).

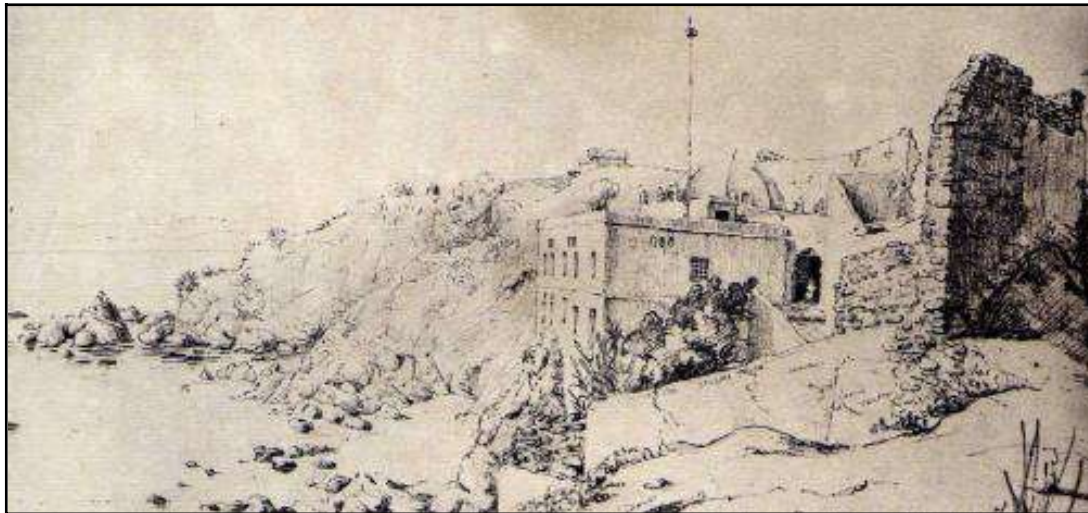


Fig. 58 : Mosquée *Sīdī Abd al-Qādar*, *Bāb 'Azūn*.
(Source : G. ESQUER, *Iconographies*, 1929, T3, planche 221, gravure n° 517).

1-2-Les investigations *in situ* sur le site de la Casbah d'Alger

Les sorties sur terrain ont fait l'objet de plusieurs campagnes, que nous avons organisé au niveau de « la Casbah d'Alger ». Ces visites avaient un double objectif. Le premier devait permettre la vérification de certaines données obtenues à partir des sources historiques écrites. Le second consistait en des investigations et recherches afin d'identifier de nouvelles coupoles non encore repérées. Nous avons pu réaliser des reportages photographiques très importants, représentant une documentation de base pour cette recherche.

Pour le repérage des petites coupoles des maisons d'habitation, il nous a fallu accéder aux terrasses des maisons pour identifier ces petites formes architectoniques. Des points de repères ont été fixés sur un plan, représentant des points de vue à partir desquels nous avons repéré ces coupoles. Une fois ce travail fait, des vérifications ont été apportées en accédant à la terrasse de l'habitation concernée pour s'assurer de la bonne adresse²⁴.

2-Les édifices à coupoles dans la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane

2-1-Les établissements religieux

Ils sont représentés par des établissements différents : les Grandes Mosquées, les mausolées « *qubbas*²⁵ », ainsi que les *zawiyas*²⁶. G. Marçais les répertorie en 1830 en treize (13) Grandes Mosquées « *Djāma'* » et cent vingt-deux (122) mosquées « *masjid* », trente-deux (32) mausolées, et treize (13) *zawiyas*²⁷.

A. Devoulx²⁸ donne le même chiffre pour les Grandes Mosquées et les chapelles²⁹ (*qubbas*), mais recense cent neuf (109) petites mosquées et douze (12) *zawiyas*, en tout cent soixante-seize (176) édifices consacrés au culte. Il atteste qu'en « 1862, sont encore debout neuf (9) Grandes Mosquées, dix-neuf (19) petites mosquées, quinze (15) chapelles et cinq (5) *zawiyas*, en tout quarante-sept 47 édifices »³⁰. S. Missoum³¹ fixe le nombre des *zawiyas* et des mausolées à 31 édifices. Des études plus récentes³² fixent le nombre des mosquées à *khoṭba*³³ à quatorze (14), dont trois principales³⁴.

Aujourd'hui, il ne subsiste plus que six (06) Grandes Mosquées dans la Casbah d'Alger, et six (06) mausolées³⁵.

²⁴ Nous tenons à signaler que ce travail a été très difficile à mener, vu que certaines maisons sont fermées, d'autres en très mauvais état de conservation. A cela, s'ajoute la méfiance des riverains qui éprouve une certaine réticence quant à l'accès à leurs terrasses.

²⁵ Les tombeaux et les mausolées étaient appelés *qubbas*, nom arabe qui signifie coupole, en référence à celle qui couvrait leur chambre funéraire, ils recevaient les sépultures des grands saints.

²⁶ Etablissement destinés aux logements des étrangers nécessiteux.

²⁷ Cf. G. MARCAIS, *Manuel d'art musulman, l'Architecture, Tunisie, Algérie*, T2, 1927, pp. 776-777.

²⁸ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux de l'ancien Alger*, 1870, p. 3.

²⁹ Le nom de chapelle est utilisé pour désigner un mausolée.

³⁰ *Ibid.*, p. 3.

³¹ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003.

³² Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 194, S. CHERGUI, *Construire*, 2007, pp. 46-159.

³³ La *khoṭba*, est le prêche du vendredi donné par l'Imam aux fidèles. Cf. supra. p. 60.

³⁴ Cf. Supra. p. 60.

³⁵ L'enquête menée dans le cadre de l'inventaire a été arrêté à septembre 2011.

2-1-1-Les Grandes Mosquées

Les Grandes Mosquées « *al-Djāma* » de l'époque ottomane, sont toutes recouvertes de coupoles³⁶, les petites mosquées n'ont possédait pas, sauf la mosquée *Sattī Maryam* sur la rue *Bāb al-Wād* (fig.59) et celle de *souk al-Lūḥ ou Khayyātīn*³⁷ (fig. 59).

Les grandes « mosquées à *khoṭba* » n'avaient pas une très grande capacité ; leurs façades étaient généralement élevées sur des rues étroites. Elles étaient réalisées en simple et lourde maçonnerie de briques et de pierres. Ces mêmes façades avaient une sobriété d'ornementation qui se retrouvait dans les minarets, simplement blanchis au lait de chaux. La toiture était souvent arrondie et formée de voûtes en plein cintre que surmontait une grande coupole accompagnée, quelquefois, de petits dômes en nombre variable³⁸.

Quant aux petites mosquées, elles représentaient des espaces très petits, sans aucune ornementation intérieure, ni extérieure. « *Le lait de chaux et quelques nattes étaient les seuls ornements de ces tristes réduits, généralement recouverts d'une toiture en terrasse. Ces mosquées n'avaient, en général, ni minaret ni dômes* »³⁹.

L'organisation spatiale des Grandes Mosquées d'*al-Djazā'ir*, répond à des types nouveaux au Maghreb central. En faisant une comparaison entre ces édifices, on peut dégager trois typologies de plans⁴⁰ :

-La première est représentée par une salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec des galeries [nefs] à coupolettes. C'est le cas de la mosquée *'Alī Bidjnīn, Katshāwa*, de la mosquée *al-Sayyida* et de la mosquée du Dey à la Citadelle. Les coupoles centrales sont de forme octogonale.

-La deuxième, par une salle carrée surmontée d'une coupole centrale avec des trompes d'angles, c'est le cas de la mosquée dite *Djāma 'al-Ṣafīr*.

-La troisième par une salle de prière du type paléochrétien, dont l'espace central du croisement est matérialisé par une grande coupole. C'est le cas de la mosquée de la Pêcherie qui est recouverte d'une coupole ovoïde et entourée de petites coupoles octogonales. Elle représente le seul cas de mosquée répondant à cette spatialité dans toute la médina.

A ces trois typologies de plans de mosquées, s'ajoute celle de l'époque arabe matérialisée par des salles de prières hypostyles, recouvertes en toitures en pente. C'est le cas des deux mosquées *Sīdī Ramḍān* et la Grande Mosquée dont plusieurs coupoles octogonales ont été rajoutées durant l'époque ottomane⁴¹.

³⁶ Une seule mosquée à *khoṭba* ne comporte pas de coupole, il s'agit de ma mosquée *'Alī Bāshā* construite en 1758-59, cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, CD-Rom.

³⁷ Nous supposant l'existence d'une coupole d'après une estampe du XIX^{ème} siècle, cf. G. ESQUER, *Iconographies*, T2, 1929, p. 218bis, planche XCIII.

³⁸ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 5.

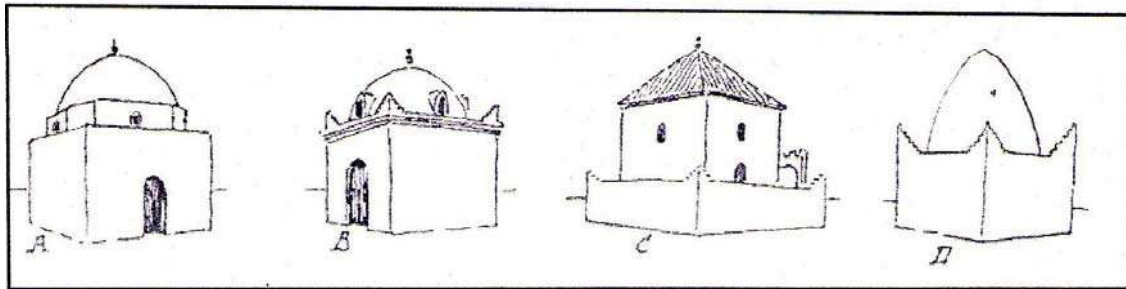
³⁹ *Ibid*, p. 6.

⁴⁰ Cf. R. DOKALI, *Les mosquées*, 1974, p. 37.

⁴¹ Cf. *Supra*. pp. 30-31.



Fig. 59 : La place royale 1832, mosquée *souk al-Lūh* ou *Khayyāttin*.
(Source : G. ESQUER, *Iconographies*, T2, 1929, T3, planche 152, n°357).



(Source : G. MARÇAIS, *L'Architecture musulmane*, 1954, p. 436).



Mausolée *Sīdī Ban 'Alī*, Casbah d'Alger.

(Source : auteur, juillet 2010).

Fig. 60 : Classement des mausolées maghrébins, par G. Marçais.
Le mausolée d'*al-Djazā'ir* représentant la deuxième typologie.

2-1-2-Les *qubbas*

Il existe à *al-Djazā'ir*, à côté des mosquées d'autres édifices religieux. Nous citons les mausolées « *qubbas* » appelés aussi marabouts, ainsi que les *zawiyas*. Mais il se trouve que dans cette ville, les noms de *zawiya*, de *madrassa*⁴² ainsi que celui de marabout s'emploient parfois pour décrire un même édifice. Pour cela, nous avons jugé nécessaire d'éclaircir la distinction entre ces trois édifices afin de mener au mieux notre recherche et d'identifier les édifices qui ont des coupoles comme système de couverture.

A. Devoulx nous apporte quelques précisions concernant la destination et la fonction de chacun de ces édifices. Une *zawiya* est un bâtiment plus ou moins grand, destiné au logement des étudiants ou des savants, étrangers à la localité, sous la tutelle de son cheikh fondateur, ainsi parfois qu'aux sans abris. Elle comporte aussi des cellules pour l'enseignement, une petite salle de prière « *al-muṣalā* », auxquelles sont annexées des latrines et des fontaines⁴³. Lorsque des professeurs sont attachés à la *zawiya* pour faire des cours supérieurs de sciences religieuses, cet établissement est plutôt identifié comme une *madrassa*.

« Mais à Alger les mots *zawiya* et *medersa* sont indistinctement employés l'un pour l'autre et qu'on confond deux choses entre lesquelles il semble cependant devoir exister une différence dans certains cas »⁴⁴. Les *zawiyas* et les *madrassas* décrites par l'auteur ne comportent pas de coupoles. Souvent, enfin, le nom de *zawiya* est donné à une chapelle de marabout, à laquelle sont annexés une petite mosquée, des latrines publiques, un cimetière ou quelques autres dépendances⁴⁵.

A. Devoulx nous donne également la définition du marabout, ce petit édifice dans lequel on enterre un saint personnage, et qui devient par la suite un lieu particulier⁴⁶. Visité par une grande partie de la population, « j'entends par chapelle le local plus ou moins grand qui renferme la sépulture d'un marabout ou saint personnage. Les Français, prenant le contenant pour le contenu, ont définitivement donné à ces édifices le nom de marabout. Les indigènes les appellent *koubbas*, coupole, de la forme architecturale qu'ils ont invariablement. Quant au local contenant la tombe du saint, s'ajoutent une mosquée ou quelques autres dépendances, l'établissement prend quelquefois le nom de *zaouïa* »⁴⁷.

⁴² Les deux orthographes « *madrassa* » ou « *medersa* » sont introduit dans le dictionnaire de la langue française.

⁴³ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 11.

⁴⁴ *Ibid.*, p. 11.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 11.

⁴⁶ Les marabouts sont devenus des lieux très fréquentés par la population algéroise, suite à une mauvaise interprétation. Effet, la visite de la tombe du saint devenait un rituel religieux, qui n'a jamais été une obligation, ni une prescription islamique.

⁴⁷ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 8.

Le commandant Cauvet⁴⁸ classe les mausolées algériens à partir de leur couverture, en neuf (09) types. Plus tard, G. Marçais⁴⁹, établit un classement des mausolées maghrébines en quatre (04) types (fig. 60). Ce classement a été établi par rapport à leur système de couverture qui représente l'unique variante architecturale entre les mausolées.

Le mausolée d'*al-Djazā'ir*, serait reconnu dans la deuxième typologie « B » (fig. 60). « Une liaison étroite existe entre l'architecture des koubbas et celle des mosquées, les constructeurs des grands édifices ont appliqués à un programme plus simple et à des dimensions plus réduites les formes qui leur étaient familières »⁵⁰.

Les résultats des études de ces deux chercheurs rejoignent la description des mausolées dans la ville d'*al-Djazā'ir* faite par A. Devoulx. Ils nous permettent d'éclaircir les ambiguïtés concernant ces édifices religieux. Seuls les mausolées comportaient une coupole au-dessus de la salle funéraire. Donc ne seront considérés dans notre inventaire des édifices à coupole, que les mausolées, les « *qubbas* ».

2-2-Les bains publics

Les bains publics « les hammams », édifices de détente et de loisirs, comportaient également des coupoles localisées généralement au niveau de la pièce principale. Ce sont des établissements typiques du monde musulman, destinés à l'ablution majeure, ce qui explique qu'ils aient toujours compté parmi les organes essentiels de la médina islamique et qu'ils ont été assimilés peu à peu à une annexe de la mosquée⁵¹. Ils représentent des lieux de rencontre et de détente, ainsi que « *des espaces de thérapie médicale aussi bien féminin que masculin, le hammam est devenu au fil du temps le noyau autour duquel gravite la vie de tout un quartier* »⁵².

Dans la ville d'*al-Djazā'ir* ottomane, ils sont en grand nombre. Ils ont été cités dès le XVI^{ème} siècle par l'espagnol D. de Haëdo qui mentionne l'existence d'une soixantaine de bains dont deux principaux⁵³. Il s'agit du bain de *Ḥasān Bāshā*⁵⁴ appelé aujourd'hui « hammam *Sīdna* » (fig. 61) et celui de *Muḥammad Bāshā*, disparu aujourd'hui. S. Missoum, nous présente une carte localisant vingt cinq (25) bains publics, alors qu'une étude plus récente⁵⁵ recense une quarantaine (40) de bains dans la ville. La plupart n'existent plus de nos jours, seuls quelques-uns continuent de fonctionner.

⁴⁸ Cf. CAUVET, Marabouts, 1923, p. 323.

⁴⁹ Cf. G. MARÇAIS, *L'Architecture musulmane*, 1954, p. 436.

⁵⁰ *Ibid.*, p. 436.

⁵¹ Cf. A. LOUIS, ḤAMMAM, 2007, p. 142.

⁵² Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains algériens*, 1996, p. 4.

⁵³ Cf. D. De HAËDO, *Topographie et histoire générale d'Alger*, 1871, p. 384.

⁵⁴ Cf. D. De HAËDO, *Histoire des rois d'Alger*, 1880, p. 267.

⁵⁵ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les Bains d'Alger*, 2008.



Fig. 61 : Coupole hémisphérique, hammam *Sīdna*.
(Source : auteur, juillet 2010).



Fig. 62: *Burdj Bāb al-Bḥar* (n°3).
(Source : A. DEVOULX, *El-Djazā'ir*, 2003, p. 81).

L'importance dont jouissait la pratique du hammam avait d'ailleurs entraîné l'aménagement de bains privés dans l'enceinte des palais ou à l'intérieur des demeures urbaines. Le hammam comporte en principe un certain nombre de salles qui ont une destination et une organisation assez précise. Dès l'entrée, on trouve une salle de déshabillage et de repos appelée « *bīt al-bārda* » salle froide, communiquant avec des latrines. Puis « *bīt al-wāṣṭa* » une salle de transition à l'atmosphère tiédie par sa mitoyenneté avec la salle chaude. La salle chauffée, l'étuve « *bīt skhūna* », peut comporter plusieurs sous-espaces, mais sa partie centrale est le plus souvent couverte d'une coupole (fig. 61).

2-3-Les établissements militaires

Les édifices de défenses militaires étaient nombreux dans *al-Djazā'ir*. En effet, depuis leur occupation de la ville, au début du XVI^{ème}, les Ottomans se sont investis pour fortifier les structures défensives⁵⁶. Celles-ci faisaient l'objet d'attaques, surtout maritimes.

Les structures défensives de la ville d'*al-Djazā'ir* sont représentées par plusieurs ouvrages. Les forts sont appelés « *Burdjs* » (fig. 62) et les batteries « *tubhanhats* ». Ces dernières sillonnaient les murailles de la ville, ainsi que le pourtour du port. Quant aux forts, ils étaient destinés à la protection de points importants. C'étaient des réalisations plus importantes que celle des batteries qui s'adossaient généralement aux murailles. Les forts comportaient des tours de vigie couronnées d'une petite coupole⁵⁷.

D'autres édifices à caractère militaire peuvent être cités. Il s'agit de constructions particulières comme « *dār al-Nuḥḥās* » la maison du cuivre, située autrefois à proximité de la porte *Bāb al-Wād*. C'était une tour polygonale recouverte d'une coupole (fig. 57). La poudrière de la Citadelle, qui existe encore aujourd'hui, est recouverte d'une très grande coupole surbaissée. C'est le seul exemple de coupole de cette forme encore conservée à ce jour.

2-4-Les maisons d'habitation

Elles étaient représentées par quatre catégories différentes : le palais, la maison à patio « à *waṣṭ al-Dār* », la maison à « *shbāk* » et la maison à « *'alwī* » (fig. 63). Il y avait aussi les habitations collectives représentées par les « *funduqs* », des hôtels qui abritaient les étrangers en visite à *al-Djazā'ir*. Ces *funduqs* se regroupaient aux alentours des grands souks.

Les coupoles ont été identifiées au niveau des palais, dans les maisons à patio et à *shbāk*. Les maisons à *'alwī* ne possèdent pas de coupole. Cette typologie d'habitation représente de modestes maisons très simplement décorées qui n'ont pas retenu le système de couverture par coupole vue l'exiguïté des espaces.

⁵⁶ Cf. S. MESSIKH-BENSLAMA, *Identification du système défensif*, 1996.

⁵⁷ Cf. *Infra*, p. 342, fig. 241, annexe II.

La *qubba*, représentait la couverture de certains espaces dans ces demeures :

- Au niveau de la salle chaude des bains privés, situés au rez-de chaussée,
- Au-dessus de certaines alcôves « *qbū* » des grandes pièces de l'étage ;
- Au niveau des paliers de repos des cages d'escalier⁵⁸, ainsi qu'au dessus-des sorties d'escaliers donnant sur les terrasses (fig. 63b) ;
- Couvrant les galeries supérieures dans les palais, matérialisant les angles de la galerie.
- A cela, s'ajoute les *minzahs*, des pièces aménagées dans les terrasses, faisant office d'espace ludique dans la maison. (fig. 63a).

L'inventaire des maisons d'habitation ne concerne que les maisons qui existent encore. Il ne nous est pas possible de connaître le nombre de maison à coupole dans la ville. Ce dernier est nettement supérieur à celui donné par notre inventaire arrêté en 2011. Le nombre des maisons recensées dans les premières années de la colonisation était de 6800, sans aucune indication sur leurs typologies. Dans cette recherche, ne seront considérées que les maisons à patio et à *shbāk* recevant des coupoles.

Afin d'estimer le nombre global des maisons à patio et à *shbāk* parmi les 6800 maisons recensées au début du XIX^{ème} siècle, nous avons établi un rapport exprimé en pourcentage entre les trois typologies existantes au sein de deux îlots authentiques⁵⁹. Le choix des îlots a été effectué selon deux critères. Ils doivent comporter le moins de destructions avec le minimum de transformation sur la structure bâti. D'autre part, les parcelles vides et les constructions post-ottomanes ont été éliminées.

	Délimitation	Nombre de maisons	Nombre de maisons considérées dans le calcul	Pourcentage
Premier îlot	la rue Abencerage la rue du Sphinx la rue Kadour Bourkika rue Ben Ali	21 maisons réparties comme suit : 1 à ' <i>alwī</i> 5 à <i>shbāk</i> 12 à patio 2 coloniales 1 parcelle vide	18 maisons : 1 à ' <i>alwī</i> 5 à <i>shbāk</i> 12 à <i>patio</i>	94%
Deuxième îlot	La rue des Frères Bachara La rue Boussana Abderahmane La rue Rabah Riah	19 maisons réparties comme suit : 2 à ' <i>alwī</i> 4 à <i>shbāk</i> 12 à patio 1 parcelle vide	18 maisons : 2 à ' <i>alwī</i> 4 à <i>shbāk</i> 12 à <i>patio</i>	89% La moyenne : 92% est une estimation des maisons à patio et à <i>shbāk</i> . Nombre total des maisons : 6800 Nombre estimé des maisons à patio et à <i>shbāk</i> : 6256

⁵⁸ Nous avons pu identifier les coupoles dans les paliers intermédiaires au niveau du palais Bastion 23.

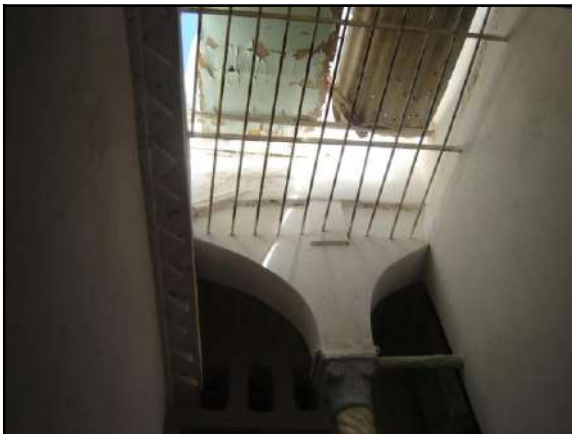
⁵⁹ Nous nous baserons sur la carte des typologies du bâti, élaborées dans le cadre du Plan permanent de sauvegarde du secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger élaboré en 2007.



a-Coupole d'un *minzah* dans une maison à patio, sise, 12 rue Bouderie Père et Fils, Casbah d'Alger.



b-Maison à *shbāk*, sise, 2 rue Medjen Abdelkader, Casbah d'Alger.



c-Maison à '*alwī*, sise, 4 rue de Frères Bachara, Casbah d'Alger. Une séparation est opérée au niveau de la petite maison, sans tenir compte du puits de lumière.

Fig. 63 : Typologie des maisons traditionnelles.

(Source : auteur, juillet 2010)

2-5-Les *funduqs*

Quant aux structures hôtelières : le « *funduq* », aucun exemple ne subsiste actuellement dans la ville d'*al-Djazā'ir*, et aucune étude de restitution formelle n'a été entamée à ce jour. S. Missoum avance que « *la fonction et la structure architectonique de ce type d'édifice n'a pas varié dans son agencement général durant l'époque turque, et sa configuration est uniforme dans toutes les régions de l'Empire ottoman. Le rez-de-chaussée se compose d'un ou plusieurs patios entourés de portiques en-dessous desquels on accède aux rangées de boutiques et aux magasins voûtés. A l'étage supérieur, auquel on arrive par un escalier intérieur, les chambres louées aux négociants, marchands itinérants, voyageurs et pèlerins sont distribuées autour de la galerie* »⁶⁰.

La description du docteur Shaw au début du XVIII^{ème} siècle⁶¹, et celle de P. Eudel⁶² qui a décrit brièvement le *funduq* d'*al-qahwa al-Kabīra*, sont très superficielles. Ces auteurs ne nous donnent pas de détails quant à la structure intérieure de ces équipements publics. T. Shuval indique que les *funduqs* d'*al-Djazā'ir* étaient relativement petits, des bâtiments à un seul étage autour d'une cours⁶³. Ils distinguent deux catégories d'édifices ceux qui servaient d'hébergement aux commerçants et ceux dont la principale activité était la production, mentionnant également l'état d'insalubrité de ces bâtiments⁶⁴.

Aucun auteur ne mentionne le système de couverture des *funduqs*. Il nous est donc difficile de vérifier si la coupole a été employée dans ce type d'édifice. Néanmoins, nous posons l'hypothèse qu'il n'y a pas eu de grandes coupoles au-dessus de ce type d'édifice. Les espaces constituant les *funduqs* étaient de simples cellules d'hébergement comme c'est le cas des *wakalas* et des *Khans* dans l'ensemble du monde musulman.

Donc au vu de ces informations, nous ne pouvons inclure les caravansérails⁶⁵ dans l'inventaire des édifices à coupole.

⁶⁰ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 48.

⁶¹ Cf. D. SHAW, *Voyage dans la Régence d'Alger*, pp.291-292.

⁶² Cf. P. EUDEL, *Aperçu historique*, 1901, p. 43.

⁶³ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 188.

⁶⁴ Les commerçants y séjournaient avec leurs chevaux et leurs mulets, ce qui peut nous donner une idée sur l'état de propreté de ces espaces. *Ibid.*, p. 187.

⁶⁵ T. SHUVAL, identifie 32 *funduqs* dans la ville. *Ibid.*, p. 271.

3-Tableau de base des données des coupoles de la ville entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle (Inventaire des édifices à coupole)

Les édifices à coupole	-Fonction de l'édifice, -Localisation, -Situation historique	-Forme et taille de la coupole.	Etat de conservation. Numéro de la coupole dans les figures	Numéro de la coupole dans l'inventaire
LES MOSQUEES⁶⁶				
Mosquée <i>al-Djāma' al-Kabīr</i> .	-Edifice de culte malékite principal, à <i>khoṭba</i> , -Rue de la Marine -construit en 1096, -Réalisation almoravide, -Réédification ottomane.	Elle comporte six (06) coupolettes octogonales, une devant le mihrab, une seconde dans la cours couvrant la fontaine, trois autres dans la « <i>maḥkama</i> » le tribunal, une derrière le minaret. (fiche descriptive n°1 ⁶⁷).	En bon état de conservation Restaurée en 1999, (1).	(1)
Mosquée <i>al-Djadīd</i> .	-Edifice de culte hanéfite principal, à <i>khoṭba</i> , -Rue de la Marine, place des Martyrs -Construit à partir de 1656-57.	-Une grande coupole de forme ovoïde, -quatre (04) coupolettes entourant la grande, de formes octogonales. (fiche descriptive n°2 ⁶⁸)	En bon état de conservation Restaurée en 2000, (2).	(2)
Mosquée <i>'Alī Bidjnīn</i> .	-Edifice de culte hanéfite, à <i>khoṭba</i> , -Rue <i>Bāb al-Wād</i> . -Construit en 1622-3, de réalisation ottomane.	Une grande coupole octogonale centrale entourée de 20 coupolettes de même forme. (fiche descriptive n°3 ⁶⁹)	En bon état de conservation Projet de restauration commencée en 2001, en cours de nos jours, (3).	Echantillon n°1 (3)
Mosquée <i>al-Ṣafīr</i>	-Edifice de culte hanéfite -Construit au début de l'époque ottomane en 1534, réédifié au début du XIX ^{ème} siècle.	Grande coupole centrale de forme octogonale, entourée de galerie en voûtes d'arêtes. (fiche descriptive n°4 ⁷⁰).	En bon état de conservation, (4).	(4)
Mosquée du Dey à la Citadelle.	-Edifice de culte hanéfite, -Situé à l'intérieur de la Citadelle d'Alger. -Construit en 1818.	Grande coupole centrale octogonale entourée de coupolettes de même forme, ainsi que de voûtes d'arêtes. (fiche descriptive n°5 ⁷¹)	En cours de restauration, (5).	Echantillons n°2. (5)
Mosquée <i>Katshāwa</i> .	-Edifice de culte hanéfite à <i>khoṭba</i> , -Place <i>Katshāwa</i> , appelée plus tard place du Divan. - La première mention dans les archives ottomane remonte à 1612, rebâtie vers la fin du XVIII ^{ème} siècle.	Grande coupole centrale entourée de 21 petites coupoles de formes octogonales, dont (04) quatre d'entre elle sont à base circulaire ⁷² . (fiche descriptive n°6 ⁷³).	Détruite en grande partie durant les premières années de colonisation, elle fut transformée en Cathédrale d'Alger, (6).	(6)

⁶⁶ Cf. Infra. p. 337, fig. 225, annexe II.

⁶⁷ Cf. Infra. p. 331, annexe I.

⁶⁸ Cf. Infra. p. 332, annexe I.

⁶⁹ Cf. Infra. p. 333, annexe I.

⁷⁰ Cf. Infra. p. 334, annexe I.

⁷¹ Cf. infra. p. 335, annexe I.

⁷² Cf. R. DOKALI, *Les Mosquées*, 1974, p. 39.

⁷³ Cf. Infra. p. 336, annexe I.

Mosquée <i>al-Sayyida</i> .	-Edifice de culte hanéfite principal, à <i>khoṭba</i> , -situé sur la place du marché, actuelle place des Martyrs, sur la rue <i>Bāb al-Wād</i> . - la première mention dans les archives ottomane remonte à 1564. -Dernière reconstruction 1784-85.	Grande coupole centrale de forme octogonale, entourée de coupolettes. (fig. 8).	Détruite durant les premières années de colonisation, (7).	(7)
Mosquée <i>'Abdī Bāshā</i> .	-Edifice de culte hanéfite à <i>khoṭba</i> , -situé sur le rivage, -construit en 1726.	Grande coupole octogonale ⁷⁴ . (fig. 36)	Détruite durant la période coloniale, (8).	(8)
Mosquée <i>Sha'bān Khūdjā ou Bāb al-Djazīra</i> .	-Edifice de culte hanéfite à <i>khoṭba</i> . -Situé à l'entrée du port, -construit en 1693-4, -agrandit en 1795-96.	Grande coupole centrale, qui s'est effondrée suite au tremblement de terre de 1716 ⁷⁵ .	Détruite pendant la période coloniale, (9).	(9)
Mosquée <i>Mīzū Murṭū</i> .	-Edifice de culte hanéfite, à <i>khoṭba</i> , -situé au niveau de l'actuelle rue de Chartres, -construit en 1685-86, réalisation ottomane.	Coupole excessivement surbaissée.	Détruite durant la période coloniale, (10).	(10)
Mosquée <i>Sattī Maryam</i> .	-Edifice de culte, de second ordre, -rue <i>Bāb al-Wād</i> , -construit en 1660 et 1681.	Grande coupole octogonale avec 08 ouvertures ⁷⁶ (fig.37).	Détruite durant les premières années de colonisation, avec le projet d'agrandissement des voies principales, (11).	(11)
Mosquée <i>al- muṣallā</i> .	Edifice de culte, mosquée funéraire, Situé en dehors de la porte <i>Bāb al-Wād</i> .	Deux coupoles surbaissées, l'une octogonale, la seconde à plusieurs pans. (fig.57)	Détruite au début de la période coloniale, (12).	(12)
Djamaa <i>souk al-Lūḥ (Khayyātīn)</i> .	-Edifice de culte, de second ordre, -rue <i>Bāb 'Azūn</i> .	Hypothèse de l'existence d'une coupole ⁷⁷ (fig.59)	Détruite durant les premières années de colonisation, (13).	13 Total :13 mosquées recevant une coupole dont (05) existantes en 2011.

⁷⁴ Cf. H. MURAT, *Alger autrefois*, 1953, p. 2.

⁷⁵ *Ibid.*, p. 125

⁷⁶ Cf. A. DEVOULX, 2003, p. 166.

⁷⁷ Selon une gravure de G. ESQUER, *Iconographies*, 1929, planche 152, n°357, T3.

LES MAUSOLEES ⁷⁸				
Mausolée <i>Sīdī Abd- al-Rahmān.</i>	-Tombeau (<i>ḍarih</i> ⁷⁹), -Rue Sidi Abderrahmane, en dehors de la muraille, -Antérieur à 1468-9 ⁸⁰ , -L'établissement actuel fut reconstruit en 1696-97.	Grande coupole octogonale, avec ouvertures tripartites. (fig. 109).	En bon état de conservation, restauré en 2000, (1).	(14)
Mausolée <i>Sīdī Mḥammad al-Sharīf.</i>	-Tombeau, -rue Sidi M'hamed Chérif, -construction ottomane datant de 1541-1542 ⁸¹ .	Coupole de taille moyenne, forme octogonale (fig. 6.b).	En bon état de conservation, (2).	(15)
Mausolée <i>Sīdī Ban 'Alī.</i>	-Tombeau, appelé cimetière des princesses. -rue des Abencerages, rue N'fissa Abderrahmane, -réalisation ottomane.	Petite coupole octogonale.	En bon état de conservation, les tombes ont été déplacées dans un petit jardin, derrière la <i>qubba</i> , (3).	(16)
Mausolée <i>Sīdī Hilāl.</i>	-Tombeau, -Impasse Lahemar, -réalisation ottomane, XVI ^{ème} siècle ⁸² .	Petite coupole octogonale ⁸³ .	Inaccessible, en bon état de conservation, (4).	(17)
<i>Sīdī Ramḍān.</i>	Tombeau, -rue <i>Sidi Ramdane</i> , adossé à la mosquée.	(fig. 2 et 11)	En bon état de conservation, (5).	(18)
<i>Sīdī Būgdūr.</i>	-Mosquée et chapelle, -Postérieur à 1541, -rue Sidi Bougdour, -mosquée comportant une chambre abritant la tombe ⁸⁴ .	Chapelle ⁸⁵ avec une coupole. La coupole a été détruite.	Le tombeau a subi une restauration, son plancher a été réaliser en toiture terrasse, (6).	(19)
<i>Sīdī Aḥmad ban Abd Allah ou souk al-Djam'a.</i>	-Tombeau, -au-dessus d' <i>al-Djanīna</i>	Existence d'une chapelle ⁸⁶ avec une coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (7).	(20)
<i>Sīdī Mansūr.</i>	-Tombeau, -muraille <i>Bāb 'Azūn</i>	Petite Coupole ⁸⁷ .	Détruite durant les premières années de colonisation, (8).	(21)
Mausolée <i>al-Walī Dādā.</i>	-Tombeau, -rue du Divan, actuelle rue Aoua Abdelkader, -date de construction 1553-1554 ⁸⁸ .	Chapelle ⁸⁹ renfermant le tombeau avec une coupole. Une iconographie de G. Esquer ⁹⁰ , laisse apparaître une ouverture de la coupole.	Il comportait le sanctuaire, une mosquée et une salle de refuge, (9).	(22)

⁷⁸ Cf. infra. p. 338, fig. 236, annexe II.

⁷⁹ Le *ḍarih* est le nom arabe de mausolée.

⁸⁰ S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, CD-Rom.

⁸¹ *Ibid.*

⁸² *Ibid.*

⁸³ Cf. *Les mosquées en Algérie*, 1970, p. 64.

⁸⁴ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, CD Rom.

⁸⁵ Cf. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 240.

⁸⁶ *Ibid.*, p. 212.

⁸⁷ *Ibid.*, p. 200.

⁸⁸ S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003. CD-Rom.

⁸⁹ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 172.

⁹⁰ Cf. G. ESQUER, *Iconographies*, T2, 1929, n°390, planche165, dessin de LEBLANC.

<i>Sīdī Abd-al-Mūla.</i>	Tombeau, -rue de l'Empereur, actuelle rue Sidi Abdellah, -seconde moitié du XVI ^{ème} siècle. -Existe en 1614-15.	Chapelle ⁹¹ avec une coupole.	Détruit pendant la période coloniale, (10) .	(23)
<i>Zawiya Yūb.</i>	-Tombeau, -rue des trois couleurs, la Marine.	Petite coupole de la chapelle ⁹² , comportait un cimetière	Détruite durant les premières années de colonisation, (11) .	(24)
<i>Sīdī al-Djūdī.</i>	-Tombeau, -rue des trois couleurs, la Marine.	Petite coupole de la chapelle ⁹³ . Se composait d'un sanctuaire, d'un cimetière et d'une mosquée ⁹⁴ .	Détruit durant les premières années de colonisation, (12) .	(25)
<i>Mausolée al-Shūrāfa.</i>	-Tombeau, -rue Jenina et impasse Bruce (rue Zouaoui Mokhtar)	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (13) .	(26)
<i>Sīdī Bū Shakūr.</i>	Tombeau, -rue de l'Etat Major.	Chapelle ⁹⁵ avec une coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (14) .	(27)
<i>Sīdī al-sīd.</i>	-Tombeau, -rue de Toulon.	Petite coupole de la chapelle ⁹⁶ .	Détruit durant les premières années de colonisation, (15) .	(28)
<i>Sīdī Rumān.</i>	-Tombeau, -Rue de Bône, rue de la Cale.	Petite coupole de la chapelle ⁹⁷	Détruit durant les premières années de colonisation, (16) .	(29)
<i>Sīdī Amār al-Tansī.</i>	-Tombeau, -A proximité du fossé de la ville, à hauteur de <i>Sīdī Abd- al-Rahmān.</i>	Petite mosquée sans minaret avec une <i>qubba</i> renfermant la tombe du marabout ⁹⁸	Détruite durant les premières années de colonisation, (17) .	(30)
<i>Sīdī Roberīnī.</i>	-Tombeau, -Jetée Kheir Eddine	Hypothèse d'existence d'une coupole.	Domaine militaire, la vérification n'est pas autorisée, (18) .	(31)
<i>Sīdī Abd al-Qādar.</i>	-Chapelle en dehors de la porte <i>Bāb 'Azūn</i> , près du rivage.	Grande coupole octogonale. (fig.58).	Détruit durant les premières années de colonisation, (19) .	(32) Total : 19 mausolées couverts dont (06) existants en 2011

⁹¹ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 231.

⁹² *Ibid.*, p. 129.

⁹³ *Ibid.*, p. 129.

⁹⁴ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, CD Rom, 2003.

⁹⁵ Cf. A. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 215.

⁹⁶ *Ibid.*, p. 214.

⁹⁷ *Ibid.*, p. 237.

⁹⁸ *Ibid.*, p. 27.

LES HAMMAMS⁹⁹				
Hamмам <i>Sīdnā</i> .	-Bain public -Rue Machri Ahmed et Mohamed. -Date de 1550, restauré en 1791.	Grande coupole centrale, de forme hémisphérique, Persée de plusieurs ouvertures de diverses formes.	Fonctionne encore, en bon état de conservation, (1) .	(33)
Hamम्म <i>Fwīṭa</i> .	-Bain public -A l'angle des rue Ben Cheneb et Hamada Ben Mohamed.	Coupole à quatre pans ¹⁰⁰ .	Dans un état de conservation plus ou moins bon ¹⁰¹ , (2) .	(34)
Hamम्म <i>Sirkadji</i> connu de nos jours sous hammam <i>Sīdī Nādjī</i> ¹⁰² .	-Bain public, -Sur la rue Boutin, en face de la mosquée Ketchawa.	Grande coupole ¹⁰³ à quatre pans, les cabinets latéraux sont surmontés de coupoles à quatre pans sur pendentifs.	Fermé, porte scellée, (3) .	(35)
Hamम्म <i>Sīdī Abd al-Lah: Sīdī Ban 'Alī</i> .	-Bain public, - rue Sidi Abdellah.	coupole au niveau de la chambre chaude.	Sert d'hébergement aux vagabonds, (4) .	(36)
Hamम्म <i>Sīdī Ramḍān</i> .	-Bain public, -Rue sidi Ramdane. -Existence mentionnée dès 1519.	Coupole à plusieurs pans, (fig.11).	Fermé, porte scellée. L'édifice a fait l'objet d'une restauration, (5) .	(37)
Hamम्म <i>al-Mrayshi</i> .	-Bain public, -Rue du Lezard, comprise entre la rue Boutin et la rue du Vinaigre.	Son emplacement correspond à celui de hammam <i>al-Nīl</i> ¹⁰⁴ qui fonctionne toujours, dans un bon état de conservation.	Une inscription arabe date ce bain de 1228/1811-12, (6) .	(38)
Hamम्म <i>al-Buza</i>	-Bain public. -Rue Boza, à coté de <i>Bāb al-Bḥar</i> .	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit, à l'état de ruine ou de vestige archéologique ¹⁰⁵ , (7) .	(39)
Hamम्म <i>al-Qāyad Qāsim</i> .	-Bain public. -Voûte Sabat <i>al-Qāyad Qāsim</i> , rue du Rempart Médée.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit, à l'état de ruine ou de vestige archéologique ¹⁰⁶ , (8) .	(40)
Hamम्म <i>Ban 'Ashīr</i> .	-Bain public. -rue Porte-Neuve	Hypothèse de l'existence d'une petite coupole	A l'état de ruine ou de vestige archéologique ¹⁰⁷ , (9) .	(41)
Hamम्म <i>Yatū</i> .	-Bain public, -Rue <i>Bāb al-Wād</i> .	Hypothèse d'existence de petite coupole.	A l'état de vestige archéologique ¹⁰⁸ , (10) .	(42)
Hamम्म <i>Djallābī</i> .	-Bain public. -Rue <i>Bāb al-Wād</i> .	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (11) .	(43)

⁹⁹ L'inventaire des hammams s'est basé essentiellement sur l'étude de N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains d'Alger*, 2008. Nous avons effectué des campagnes sur site afin de vérifier certaines données surtout concernant les bains encore existant. Cf. Infra. p. 339, fig. 237, Annexe II.

¹⁰⁰ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains algériens*, 1996, T2, p. 52.

¹⁰¹ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains*, 2006, p. 56.

¹⁰² Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les Bains d'Alger*, 2008, p. 164.

¹⁰³ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains algériens*, 1996, t.1, p. 75.

¹⁰⁴ Cf. Infra. p. 340, fig. 239, Annexe II. Nous n'avons pas pu identifier la date construction de cet édifice qui comporte une coupole hexagonale.

¹⁰⁵ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains*, 2006, p. 56.

¹⁰⁶ *Ibid.*, p. 56.

¹⁰⁷ *Ibid.*, p. 56.

¹⁰⁸ *Ibid.*, p. 56.

Hamмам <i>al-Djanīna.</i>	-Bain public, -Dans l'ancienne <i>al-Djanīna.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (12).	(44)
Hamмам <i>al Sakk.</i>	-Bain public, -rue <i>Bāb al-Wād.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (13).	(45)
Hamмам <i>al-Djāma' al- A'dh am.</i>	-Bain public, -à proximité de la Grande Mosquée.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruite durant les premières années de colonisation, (14).	(46)
Hamмам <i>al-Şaghīr.</i>	-Bain public, -rue de Chartre, près de la Grande Mosquée.	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (15).	(47)
Hamмам <i>al-Ĥakūra.</i>	-Bain public, -Rue Paon ou Duquesne, près de <i>Hamмам al- Şaghīr</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (16).	(48)
Hamмам <i>Kūshat al-Nşārā.</i>	-Bain public, -Rue Mahon.	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (17).	(49)
Hamмам <i>Madrasat Abū 'Inān.</i>	-Bain public, -Sur l'emplacement d' <i>al-Djāma' al-Djadīd</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (18).	(50)
Hamмам <i>Bāb al-Djazīra.</i>	-Bain public, -à proximité de la porte <i>Bāb al-Djazīra.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (19).	(51)
Hamмам <i>al-Malāh.</i>	-Bain public, -Quartier de la Marine.	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (20).	(52)
Hamмам <i>al-Khaḍḍārīn.</i>	-Bain public (1696-97), -Quartier <i>Katshāwa.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (21).	(53)
Hamмам <i>Bāb al-Sūq.</i>	-Bain public, -Rue du Soudan	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (22).	(54)
Hamмам <i>Katshāwa.</i>	-Bain public, -Rue quartier <i>Katshāwa</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, son emplacement est englobé dans l'enceinte de la Cathédrale L. Philippe, (23).	(55)
Hamмам <i>al-Qrūn.</i>	-Bain public, -Rue du Lézard	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (24).	(56)
Hamмам <i>Bāb al-Wād.</i>	-Bain public, -rue <i>Bāb al- Wād.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole.	Détruit durant les premières années de colonisation, (25) .	(57)
Hamмам <i>Mīzū Murfū</i>	-Bain public, -Rue à l'angle des rues Chartres et <i>Bāb 'azūn.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (26).	(58)
Hamмам <i>Al-Sbū'a</i>	-Bain public, -rue Chartres.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (27).	(59)

Hamмам <i>Ḥamzā Khūdījā.</i>	-Bain public, -rue Laurier.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (28).	(60)
Hamмам <i>Ṭaq-Ṭaq.</i>	-Bain public, -rue de la Flèche	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (29).	(61)
Hamмам <i>Al-Shwīhad.</i>	-Bain public, -rue du Scorpion.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (30).	(62)
Hamмам <i>Al-Ḥmīyar.</i>	-Bain public, -rue de la Casbah d'Ourali, rue du Vinaigre.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (31).	(63)
Hamмам <i>Ban Gāwar 'Alī.</i>	-Bain public, -rue Impasse d'Ourali, rue du Vinaigre.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (32).	(64)
Hamмам <i>al-Qāyid Mūsā.</i>	-Bain public, -rue des Pyramides.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (33).	(65)
Hamмам <i>Sīdī Mhammed al-Sharīf.</i>	-Bain public, -rue Abderames.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (34)..	(66)
Hamмам <i>Djāma' Šafir.</i>	-Bain public, -Quartier de la mosquée <i>al-Šafir.</i>	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (35).	(67)
Hamмам <i>al-Fār.</i>	-Bain public, -rue de la Gazelle.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (36).	(68)
<i>Hammam qaşaba al-Djadīda.</i>	-Bain public. -Rue de la Baleine, en dessous de la Citadelle.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (37).	(69)
Hamмам <i>al-qaşaba.</i>	-Bain public, -Impasse donnant sur la rue de la Gazelle.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (38).	(70)
Hamмам <i>al-Blāt.</i>	-Bain public. -Rue Namours à l'entrée de la rue de la Lyre.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (39).	(71)
Hamмам <i>Ibn al-Az'ar.</i>	-Bain public, -rue Porte-Neuve.	Hypothèse d'existence de petite coupole	Détruit durant les premières années de colonisation, (40).	(72)
				Total : 40 bains supposés couvert d'une coupole dont (06) existants en 2011.

LES EDIFICES MILITAIRES ¹⁰⁹				
<i>Kiyashk du qaptan Rāyas.</i>	-Appartenant à l'officier supérieur commandant la Marine, -Jetée <i>Khayr al-dīn</i> .	Grande coupole octogonale ¹¹⁰ .	Détruit durant les premières années de colonisation, (1) .	(73)
<i>Dār wakīl al-Hādij</i> « la bâtisse aux sept coupoles ».	-Edifice administratif, - situé sur la jetée <i>Khayr al-dīn</i> , au port.	Coupole octogonale entourée de six petites coupoles ¹¹¹ .	Détruite, remplacée par une construction coloniale néo-mauresque, avec coupole allongée, (2) .	(74)
<i>Dār al-Nuḥḥās</i> , maison du cuivre.	-Edifice militaire, fonderie, -sur la rue <i>Bāb al-Wād</i> , -existait déjà en 1706 ¹¹² .	Petite coupole au-dessus de la tour octogonale, qui dépassait en hauteur la muraille de la ville. (fig. 34 et 57).	Détruite durant les premières années de colonisation, (3) .	(75)
Fort neuf ou « <i>Burdj al-Zoubiya</i> ».	-A l'extérieur des murailles, sur le rivage, à proximité de la porte <i>Bāb al-Wād</i> . -construit en 1803 ¹¹³ .	Petites coupoles au-dessus des tours de contrôles.	Détruit au début de l'époque coloniale, (4) .	(76)
<i>Burdj Bāb al-Djhād.</i>	-Au début de la jetée.	Hypothèse de petites coupoles au-dessus des tours.	Aucune donnée la jetée faisant partie du domaine de la Marine Algérienne, elle est fermée au public, (5) .	(77)
<i>Burdj al-Fanār.</i>	-Au niveau de la jetée du port.	Hypothèse de coupoles au-dessus de la poudrière.	Aucune donnée, (6) .	(78)
<i>Burdj Ras Ammār al-qadīm.</i>	-Au niveau de la jetée du port, -construit vers la fin du XVII ^{ème} siècle.	Hypothèse de petites coupoles au-dessus des tours.	Aucune donnée, (7) .	(79)
<i>Burdj Rās Ammār al-Djadīd.</i>	-Au niveau de la jetée du port.	Hypothèse de petites coupoles au dessus des tours.	Aucune donnée, (8) .	(80)
<i>Burdj al-Djadīd.</i>	Au niveau de la jetée du port, -construit entre 1773-74.	Hypothèse de petites coupoles au dessus des tours.	Aucune donnée, (9) .	(81)
<i>Burdj ma-Bīn.</i>	Au niveau de la jetée, -construit entre 1823-1825.	Hypothèse de petites coupoles.	Aucune donnée, (10) .	(82)
<i>Burdj al-Sardīn.</i>	Au niveau de la jetée, -construit en 1766-67.	Hypothèse de petites coupoles.	Aucune donnée, (11) .	(83)
<i>Burdj al-Gūman.</i>	Au niveau de la jetée, -construit en 1815-16.	Hypothèse de petites coupoles.	Aucune donnée, (12) .	(84)
<i>Burdj Rās al-Mūl.</i>	Au niveau de la jetée, -construit en 1703-04.	Hypothèse de petites coupoles.	Aucune donnée, (13) .	(85)

¹⁰⁹ Cf. Infra. p. 341, fig. 240, annexe II.

¹¹⁰ Cf. Infra. p. 342, fig. 242, annexe II.

¹¹¹ Cf. Infra. p. 342, fig. 242, annexe II.

¹¹² Cf. A. DEVOULX, *EL Djazaïr*, 2003, p. 274.

¹¹³ Cf. S. BENSLAMA-MESSIKH, *Identification du système défensif ottoman*, 1996, pp. 59-153. Cette étude représente notre source principale concernant les forts.

<i>Burdj Bāb al-Bḥar.</i>	-Fort situé à côté de la mosquée <i>al-Djadīd</i> .	Petite coupole au-dessus de tours de contrôle. (fig. 62)	Détruit en 1867, avec la réalisation du boulevard de l'Impératrice ¹¹⁴ , (14).	(86) Total : 14 édifices militaires, pas de données en 2011.
LA CITADELLE ¹¹⁵				
Pavillon n°1.	A proximité du palais du Bey	-Coupole de taille moyenne, -De forme octogonale	En bon état de conservation (fig. 9), (1).	(87)
Pavillons n°2.	Pavillon de musique.	Grande coupole octogonale, accompagnée de deux petites coupoles.	Très affecté par les dégradations, (2).	(88)
Coupole d'un <i>qbū</i> au Harem.	Juxtaposée au pavillon de musique.	Petite coupole octogonale.	Relativement bien conservée, (3).	(89)
Tour de contrôle.	Au niveau de l'enceinte de la Citadelle	Petite coupole au-dessus de tour de contrôle.	Existe encore, (4).	(90)
Tour de contrôle.	Au niveau de l'enceinte de la citadelle, extrémité supérieure.	coupole de taille moyenne au-dessus de tour de contrôle.	Existe encore, (5).	(91)
Palais du Bey.	Bain du Bey, bain « A »	Coupole à huit pans de taille moyenne.	Aujourd'hui cette pièce est couverte d'un plancher en voûtains métalliques qui laissent apparaître les traces de la coupole, (6).	(92)
Palais Dey.	L'entrée du palais	Coupole de taille moyenne, de forme hémisphérique, portée par des pendentifs.	Non apparente de l'extérieur, (7).	(93)
	-Bain du Dey, -se situe au troisième niveau du palais du Dey, derrière les cuisines, dans l'aile sud. Constitué du bain « C ». Et le bain : « D »	Le premier bain comporte une coupole plus grande. Elle est de forme octogonale supportée par des trompes.	Bain existant, (8).	Echantillon n°3. (94)
		Le second bain, plus petit, comprend une coupole octogonale sur pendentifs.	Bain existant, (9).	(95)
Bain des Aghas.	A l'extérieur du palais en face de la mosquée du Dey.	Composé de trois espaces, dont l'étuve est couverte d'une coupole octogonale de tailles moyennes.	Bain existant, en cours de restauration, (10).	Echantillon n°4. (96)
Citerne.	A côté du bain « des Aghas »	Petite coupole ¹¹⁶ .	En bon état de conservation, (11).	(97)
Palais des janissaires.	Bain des janissaires.	Coupole à huit pans supportée par quatre pendentifs triangulaires	Bain existant, extradados affecté par des transformations, (12).	(98)
	Entrée palais des janissaires	Petite coupole octogonale. Forme à huit pans.	En bon état de conservation, (13).	(99)

¹¹⁴ *Ibid.*, p. 153.

¹¹⁵ La Citadelle fait partie des édifices militaires. Comme elle comporte un nombre considérable d'édifices à coupole, nous avons préféré les classés à part dans le tableau. Cf. *Infra*. p. 343, fig. 243, annexe II.

¹¹⁶ Cf. *Infra*. p. 344, fig. 244, annexe II.

Fontaine		Petite coupole, de forme allongée ¹¹⁷ .	En bon état de conservation, (14) .	(100)
Poudrière de la Citadelle.	-Edifice militaire.	Grande coupole surbaissée.	Existant, (15) .	(101) Total : 15 édifices à coupole dont (14) existants en 2011
LES PALAIS¹¹⁸				
<i>Dār al-Ḥamra</i> .	Edifice administratif.	Coupole octogonale surbaissée.	En bon état de conservation, (1) .	(102)
<i>Dār Khdawadj Amya</i> .	-Musée des arts et traditions populaires, -rue Malek Mohamed Akli.	Coupole octogonale au niveau des paliers de l'escalier.	En bon état de conservation, (2) .	(103)
<i>Dār al-Ṣūf</i> .	-Musée, -rue de l'Intendance.	Coupoles octogonale, de taille moyenne au niveau des alcôves des pièces supérieures.	En bon état de conservation, restauré en l'an 2000, (3) .	(104)
<i>Dār Azīza Bey</i> .	-Siège de l'OGBC, -Place Cardinale Lavigerie actuelle place Ben Badis.	Coupoles octogonales dans la galerie supérieure, dans la chambre d'hôte, dans le bain, tailles moyennes.	L'édifice a fait l'objet de plusieurs opérations de restauration. Les dernières fouilles remontent à 1999, (4) .	(105)
<i>Dār Mustapha Bāshā</i> .	-Musée -Rue de l'Intendance.	Coupoles octogonales dans le bain, de taille moyenne.	En bon état de conservation, restauré en l'an 2000, (5) .	(106)
<i>Dar Ḥasān Bāshā</i> .	-Siège administratif	Plusieurs coupoles octogonales, de taille moyenne.	Restauration en cours, (6) .	(107)
<i>Dār Aḥmad Bāshā</i> .	-Siège administratif, rue Hadj Omar	Coupole octogonale surbaissée, taille moyenne.	En bon état de conservation, (7) .	(108)
Bastion XXIII, n 15 <i>Dār al-Ḥādī 'Umar</i> et 17 sans nom particulier.	-Demeure des <i>Rāyas</i> -Les deux grandes maisons de la rue des Lotophages intégrées aujourd'hui dans le complexe du Bastion XXIII ¹¹⁹ .	Coupoles octogonales, et à quatre pans.	Edifice restauré, (8) . Edifice restauré, (9) .	(109) (110)
<i>Al-Djanīna</i> .	-Rue <i>Bāb al-Wād</i> .	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite en 1856, (10) .	(111)
<i>Dār 'Alī Bidjñīn</i> .	-Rue mahon, détruite (place des Martyrs).	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (11) .	(112)
<i>Dār Ban Zahūt</i> .	-Rue Mahon, détruite (place des Martyrs).	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (12) .	(113)

¹¹⁷ Cf. Infra. p. 344, fig. 245, annexe II.

¹¹⁸ Cf. Infra. p. 345, fig. 246, annexe II.

¹¹⁹ Cf. N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains d'Alger*, 2008, p. 255.

<i>Dār 'Alī Khūdjā Wakīl al-Kharadj.</i>	-Rue de Charte, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (13) .	(114)
<i>Dār al-Hādī Bāshā.</i>	-Rue d'Orléon, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (14) .	(115)
<i>Dār Ustā Wālī.</i>	-Rue d'Orléon, détruite, quartier de la Marine	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (15) .	(116)
<i>Dār Kashkūl.</i>	-Rue d'Orléon, détruite, quartier de la Marine	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (16) .	(117)
<i>Dār Bey Rūhū.</i>	-Rue Sagitaire Renaud, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (17) .	(118)
<i>Dār Murād Bāshā.</i>	-Rue des Consuls, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (18) .	(119)
<i>Dār Bāshā Ḥasān.</i>	-Rue des Consuls, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (19) .	(120)
<i>Dār Mīzū Murṭū.</i>	-Rue des Consuls, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (20) .	(121)
<i>Dār al-Ḥādī Brāham, Bayt al-Māldjī.</i>	-Rue des Consuls, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (21) .	(122)
<i>Dār al-Nṣāra</i>	-Rue Licorne, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (22) .	(123)
<i>Dār Muṣṭaphā al-'Uldj</i>	-Rue des consuls, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (23) .	(124)
<i>Dār al-Ḥādī Aḥmad Bey.</i>	Rue Licorne, détruite, quartier de la Marine	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (24) .	(125)
Palais ne portant pas de nom particulier.	Rue Lotophages, détruite, quartier de la Marine.	Coupoles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (25) .	(126)

<i>Dār ban 'Umar.</i>	Rue Soleil, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (26) .	(127)
<i>Dār Bnāt Ḥasān Bāchā</i>	Rue Jean Bart, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (27) .	(128)
<i>Dār Sīdī 'Mar al-Tnasī</i>	Rue Jean Bart, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (28) .	(129)
<i>Dār Bulūk Bāchā</i>	Rue Jean Bart, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (29) .	(130)
<i>Dār Maqṭā'dji</i>	Rue Jean Bart, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (30) .	(131)
<i>Dār 'Ali Tattār</i>	Rue Jean Bart, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (31) .	(132)
Maison du Consul de France	Rue Bisson, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation, (32) .	(133)
<i>Dār Aḥmad Khūdġā</i>	Rue Bisson, détruite, quartier de la Marine.	Coupôles de tailles moyennes, et petites au niveau des alcôves, du hammam et des paliers d'escaliers.	Détruite au début de la colonisation. (33) Total : 33 palais recevant une coupole dont (09) existants en 2011.	(134) édifice à coupole entre le ^{XVI} ^{ème} et le ^{XIX} ^{ème} siècle.
LES MAISONS¹²⁰				
Maison à <i>shbāk</i>	2 rue Medjen Abdelkader	Petite coupole sur la cage d'escalier.	Maison entièrement cimentée, (1) .	
Maison à patio couvert d'une verrière	Située au n°1 Impasse Saïd Amara, donnant sur la rue Sidi Abdellah.	Petite coupole au niveau de la sortie de l'escalier (fig. 153), -forme octogonale affaissée.	La maison est dans un bon état de conservation, (2) .	Echantillon n°5.
Maison à patio couvert d'une verrière	03 rue N'Fissa Ramdane.	Coupole de taille moyenne, au niveau du <i>minzah</i> (fig. 20).	La maison est dans un bon état de conservation, (3) .	
Maison à <i>shbāk</i>	9 rue N'Fissa Ramdane.	Petite coupole sur escalier.	Les murs du rez de chaussée est affecté par des remontées d'eau importantes, (4) .	
Maison à <i>shbāk</i>	7 Impasse Hamidi Belkacem.	Petite coupole sur l'escalier, recouverte de pax.	En bon état de conservation, (5) .	

¹²⁰ Cf. Infra. p. 346, fig. 247, annexe II.

Maison à patio	11 Sidi Driss Hamidouche	Coupole de taille moyenne d'un <i>minzah</i> .	Maison avec des modifications, (6) .
Maison à patio	65 Sidi Driss Hamidouche.	Petite coupole au niveau de la sortie de l'escalier (fig.18). -Forme octogonale.	La maison est dans un bon état de conservation, (7) .
Maison à patio non couvert	70 Driss Hamidouche	Petite coupole octogonale au niveau de la sortie de l'escalier.	En bon état de conservation, (8) .
maison	13 rue Mohamed Arouri	Coupole octogonale, avec (04) ouvertures.	Elle peut correspondre soit à la mosquée sabat al- Ars ou a un mausolée. non accessible, (9) .
Maison à patio	4 rue Kataroudjile	Petite coupole sur l'escalier.	Maison transformée, (10) .
Maison à patio couvert d'une verrière.	02 rue Mahious Abdelhamide.	Petite coupole octogonale au niveau de la sortie de l'escalier (fig.19b).	Maison restaurée, enduite de ciment, (11) .
Maison à patio	12 rue Bouderie Père et Fils	Coupole de taille moyenne au niveau du <i>minzah</i> (fig. 6b).	En bon état de conservation, (12) .
Maison à patio	13 rue Boussora Abderrahmane.	Petite coupole sur l'escalier (fig.19c).	Maison en ruine, mur refait en briques contemporaines, (13) .
Maison à patio avec verrière	8 rue Boussora Abderrahmane	Petite coupole sur escalier.	Bien conservée, (14) .
Maison à patio	19 rue des Abderames	Petite coupole sur l'escalier (fig.17).	Vue à partir de l'impasse Bachara et de la rue Yacef Mokrane, (15) .
Maison à patio	4 Impasse Bachara (mitoyenne au mausolée <i>Sīdī Mḥammad al-Sharīf</i>).	Petite coupole sur l'escalier.	Maison entièrement cimentée, (16) .
Maison à patio	3 rue Sidi M'hamed Chérif	Petite coupole sur l'escalier, avec deux autres de l'époque française.	Maison en bon état de conservation, (17) .
Maison à patio	05, Impasse des Frères Bachara.	Coupole octogonale de taille moyenne sur échafaudage, et une petite sur la sortie de l'escalier (fig.17).	La maison a perdu une aile, affectant la stabilité de l'ensemble, la coupole couvrait un <i>qbū</i> est partiellement conservée, car deux de ces murs porteurs sont encore debout, (18) .
Maison à <i>patio</i>	6, 2 Impasse des Frères Bachara.	Petite coupole d'escalier.	Maison en bon état de conservation, (19) .
Maison à <i>shbāk</i>	10 rue Cheboura Rachid	Petite coupole à moitié tronquée par le mur.	Maison ayant subi des transformations, (20) .
Maison à patio	1 rue Salluste	Petite coupole d'escalier.	Bon état de conservation, (21)
Maison à patio	6 rue Salluste	Petite coupole d'escalier.	Maison restaurée, ayant subi des transformations, (22) .
Maison à patio	6 rue l'Intendance	Coupole d'un <i>qbū</i> .	Bon état de conservation, (23) .
Maison à patio en L	18 rue Malek Mohamed Akli, Dans le quartier du musée des arts et tradition populaire	Petite coupole.	En bon état de conservation, (24) .
Maison à patio non couvert.	Située au 20 rue Mecheri, entrée rue Malek Mohamed Akli	Petite coupole au niveau de la sortie de l'escalier (fig.19a). -Forme octogonale allongée.	La maison présente plusieurs fissures importantes, (25) .

Maison à patio.	37 bis rue Mohamed Ben Ganif	Petite coupole, maison restauré.	En bon état de conservation, restauré en 1988, (26) .	
Maison à <i>shbāk</i>	37 rue Mohamed Ben Ganif	Petite coupole sur l'escalier.	En bon état de conservation, (27) .	
Maison à <i>shbāk</i>	3 rue mer rouge, derrière Ben Ganif	Petite coupole sur l'escalier.	En bon état de conservation. (28) .	
Maison à patio	8 rue Abdelhamide Romane, au dessus de Djamaa Safir	Petite coupole sur l'escalier.	Bâtisse dégradée, (29) .	
Maison à patio avec verrière et pergola	5 impasse Gerraba Hacène	Coupole au-dessus d'un <i>qbū</i> et une petite sur l'escalier.	En bon état de conservation, (30) .	
Maison à <i>shbāk</i>	21 rue Djouab Mustapha Face Geraba Hacène	Petite coupole sur l'escalier.	Maison bien conservé, (31) .	
Maison à <i>shbāk</i>	15 rue Zenouba Kheireddine	Petite coupole.	Maison bien conservée, (32) .	
Maison à <i>shbāk</i>	16 Zenouba Kheireddine	Petite coupole.	Maison bien conservée, (33) .	
Maison à patio	2 rue des Frères Belmineur (adjacente à 7 impasse d'Ophir)	Coupole au-dessus d'un <i>minzah</i> , et une petite sur l'escalier.	En bon état de conservation, (34) . Total : 34 maisons à coupole en 2011.	

-Résultats de l'inventaire des édifices à coupoles dans la ville d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane

Les édifices	Le nombre des édifices à coupole estimé entre le XVI ^{ème} et le début du XIX ^{ème} siècle	Le nombre des édifices à coupole en 2011.
Les mosquées	13	05 (05 édifices à coupole octogonale)
Les mausolées	19	06 (05 édifices à coupole octogonale)
Les bains publics	40	06 (06 édifices à coupole : hémisphérique et à pans)
Les édifices militaires	14	Aucune donnée en 2011(non comptabilisé)
La Citadelle	15	14 (13 édifices à coupole octogonale)
Les palais	33	09 (09 édifices à coupoles octogonales)
Estimation des maisons d'habitation	6256	34 (toutes les coupoles sont octogonales)
total	6390	74 (66 édifices à coupole octogonale)

Conclusion

L'inventaire des édifices à coupole dans la ville d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane révèle un nombre important, estimé à six mille trois cent quatre-vingt-dix (6390) édifices à coupole vers le début du XIX^{ème} siècle, dont six mille deux cent cinquante six (6256) maisons (seules trente quatre (34) ont été répertoriées en 2011) et 134 édifices. Sur les treize (13) mosquées répertoriées en 1830 seule cinq (05) existent encore aujourd'hui ; sur les dix-neuf (19) mausolées de la même période, subsistent six (06) à présent. Quant aux bains publics, sur les quarante (40) répertoriés à cette même époque, nous avons identifié un nombre de six (06). Pour la Citadelle, sur les quinze (15) édifices, nous avons répertorié quatorze (14). En ce qui concerne les palais, leur nombre actuel ne dépasse suivant notre inventaire pas plus de neuf (09) palais sur leur recensement effectué auparavant d'un total de trente-trois (33).

Cet inventaire, nous permet d'identifier toutes les formes de coupoles. La coupole octogonale à pans est très répandue, elle est majoritairement représentative des coupoles d'*al-Djazā'ir* (sur les soixante-quatorze (74) édifices à coupole recensés en 2011, soixante six (66) comportent des coupoles octogonales).

C'est le cas de celles qui couvrent les Grandes Mosquées '*Alī Bidjnīn*, et du Dey à la Citadelle où la jonction avec le plan carré se réalise par le biais de trois arcs brisés. Dans les mosquées *al-Sayyida* et *Katshāwa*, la reprise de la forme octogonale se réalise par des trompes en coquille. Alors que celles de la mosquée *al-Şafīr* sont simplement de forme hémisphérique.

Les palais et les maisons possèdent des coupoles de même forme. Dans les palais, elles retiennent l'attention par leur répertoire décoratif, particulièrement au palais *Dār al-Şūf* et celui de *Dār Azīza*¹²¹. Il s'agit de coupoles recouvrant des alcôves « *qbū* », dans les pièces de l'étage supérieur. Ces coupoles sont entièrement recouvertes de motifs géométriques telles des dentelles blanches tapissant toute la coupole et ne laissant place à aucune surface lisse. Les mausolées et les bains publics ont également adopté ce mode de couverture, avec des systèmes de transition en trompes et en pendentifs.

Cette coupole octogonale définit huit pans séparés par des nervures soulignant les arêtes de l'octogone. Les ouvertures en saillie, définissant des arcs plein cintre peuvent être au nombre de quatre ou huit, elles sont parfois regroupées en trois¹²².

Une variante de cette forme de coupole couvre la poudrière de la Citadelle d'Alger (fig. 35). C'est un exemple assez particulier de coupole octogonale affaissée. Sa hauteur est tellement basse, que les grandes ouvertures en saillie s'alignent et se rejoignent sur une même ligne horizontale.

¹²¹ Cf. *Infra*. p. 230, fig. 162 et 163.

¹²² C'est le cas du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*.

La mosquée d'*al-mušallā* à l'extérieur de la porte *Bāb al-Wād* possède également deux coupoles surbaissées à huit pans. On suppose donc que la coupole surbaissée de la mosquée *Mizū Murfū* était aussi octogonale à huit pans. Un autre cas de cette forme se trouve au niveau du palais *Dār Aḥmad*.

Une deuxième forme de coupole est représentée par des coupoles à plusieurs pans, dont celles à quatre pans que l'on retrouve au bain dit hammam *Sarkadjī* et à hammam *Fwīṭa*. Le bain dit hammam *al-Nīl*¹²³ (fig. 64) comporte une coupole à six pans percés chacun d'une ouverture carrée. La coupole de ce bain a subi des transformations, suite à une extension du bain par le rajout d'un niveau supérieur. Une double structure métallique a été rajoutée pour consolider la coupole suite aux différentes modifications.

La troisième forme de coupole est celle dite ovoïde, couvrant l'espace principal dans la salle de prière d'*al-Djāma' al-Djadīd*, avec un profil brisé. Cette coupole représente le seul exemple de ce type dans la ville d'*al-Djazā'ir*.

Une quatrième forme de coupole a été identifiée. Il s'agit de la coupole hémisphérique, relevée dans le bain de *Sīdnā*¹²⁴, représentée par une coupole légèrement surbaissée, ornée d'une multitude d'orifices de formes et dimensions différentes. Un second cas de cette forme recouvre l'entrée « *la sqīfa* » du palais du Dey à la Citadelle.

Nous pouvons conclure que la forme de coupole la plus usuellement réalisée était celle octogonale à huit pans, matérialisée par plusieurs variantes. Elles pouvaient être allongée, surbaissée ou rejoignant le profil du plein cintre, parfois montées sur tambours, avec différents modes de transition entre le carrée et l'octogone. Notons que trois autres formes ont été identifiées. Les bâtisseurs de l'époque ottomane à *al-Djazā'ir* se sont entraînés à réaliser différentes formes de coupoles, variant les tailles et les formes, créant une diversité qui atteste de différentes mains d'œuvre aux influences multiples, c'est ce que nous tenterons de démontrer dans le cinquième chapitre.

¹²³ Nous incluons ce bain dans l'inventaire des bains à coupole de l'époque ottomane.

¹²⁴ Cf. *Infra*. p. 340, fig. 238, annexe II.

Chapitre 5 : Origine et filiation de la coupole d'al-Djazā'ir de l'époque ottomane

Introduction

Ce cinquième chapitre sera articulé autour de deux niveaux de lecture. L'un spécifique à la production formelle de la coupole octogonale *d'al-Djazā'ir* et ses différentes influences, et l'autre relatif au savoir-faire qui sont à l'origine de cette forme abordant ainsi la question des hommes dans la construction. Nous traiterons pour cela de la composition de la population d'*al-Djazā'ir* à cette époque. Celle-ci se composait d'individus de différentes origines venus de plusieurs pays pour travailler dans cette ville, qui devenait une destination pour tous ceux qui voulaient faire fortune¹. Cet apport à la population indigène a eu des conséquences positives sur le plan économique, culturel et social². Ce brassage (cosmopolitisme) a contribué à enrichir l'activité constructive dans la ville.

Cette étude nous permettra de définir l'origine des intervenants dans le domaine de la construction. Nous tenterons ensuite de donner un aperçu sur les corporations artisanales dans la ville, notamment pour les métiers relatifs à l'art de bâtir. Ceci dans le but de mieux comprendre l'organisation du travail dans le domaine de la construction, et de vérifier s'il y avait des spécialisations au sein de cette corporation.

Nous ferons appel finalement à une analyse historico-critique qui nous permettra d'identifier les spécificités propres à l'art de bâtir et au savoir-faire local ainsi que leurs différentes sources d'influences étrangères. Nous pourrons ainsi reconnaître l'apport de chaque influence sur la forme architecturale de la coupole *d'al-Djazā'ir*, son système constructif et les matériaux utilisés pour sa construction.

Pour commencer ce chapitre, nous avons jugé nécessaire de traiter de la naissance de la coupole afin de comprendre le contexte dans lequel ont été conçues ces formes architectoniques ainsi que leurs premières utilisations. Ce qui constitue l'argumentaire principal pour l'origine des coupoles.

1- La naissance des coupoles

Les couvertures maçonnées, à savoir les voûtes et les coupoles, semblent avoir été utilisées depuis très longtemps par l'homme, surtout dans certaines régions au climat contrasté³, et où le bois est rare. Depuis les premières civilisations antiques, l'histoire des coupoles nous conduit directement vers les premières civilisations nées en Orient trois mille ans avant J.C. Les différentes fouilles archéologiques⁴ en Mésopotamie et en Egypte permettent de le confirmer⁵.

¹ Cf. A. KHELIFA, *Alger*, 2010, p. 49.

² Cf. S. RANG, *Fondation de la Régence*, T1, 1837, p. IV.

³ Ce climat contrasté est caractérisé par un été très chaud en été et très froid en hivers. Cf. supra. p. 19.

⁴ Nous citons les fouilles de Khorsabad au milieu du XIX^{ème} siècle (Cf. Supra. p. 15, note n°23), celle de l'ingénieur archéologue Dieulafoy de 1885-86 en Perse.

⁵ Cf. A. GOSSET, *Les coupoles*, 1891, p. 3.

L'archéologue Woolley et son équipe mirent à jour entre 1926 à 1932 plusieurs tombes royales, démontrant qu'elles étaient constituées en général d'un caveau voûté en maçonnerie, reposant au fond d'une fosse profonde de forme carrée ou rectangulaire⁶. Ainsi la tombe du Roi d'Ur était rectangulaire à voûte ellipsoïdale⁷, attestant des premières formes des couvertures voûtées.

Les toitures des édifices construits par les Chaldéens⁸ étaient le plus souvent en voûtes, leurs existences nous sont prouvées par différentes représentations des monuments, et par certains portails cintrés retrouvés intacts dans les fouilles⁹. Un bas-relief de Kuyunjik¹⁰ aujourd'hui au British Museum, montre l'esquisse d'une ville où toutes les maisons sont surmontées de coupoles ; « *ce sont tantôt des calottes hémisphériques, tantôt des dômes à surhaussement très accentué, qui se prêtent d'autant mieux à l'exécution directe dans l'espace* »¹¹ (fig. 64).

La forme de la coupole a donc émergé d'une situation particulière, celle de l'abondance de la terre argileuse et de la pénurie de bois dans ces régions. Les artisans ont été amenés très tôt à inventer, d'abord l'art de faire des briques de terre crue séchées, armées de paille, un matériau modulaire et régulier, ensuite celui des voûtes sphériques -seules faciles à tourner sans cintres-¹².

Notons par ailleurs, que cette forme s'inspire de celle des huttes, ces petites cabanes faites de branches, de paille, et enduite de terre, représentant les premières formes d'habitations primitives, utilisant des matériaux naturels¹³. L'invention de la coupole comme mode de couverture d'un édifice à base circulaire plonge ses racines aux origines de l'architecture.

Une fois les techniques de constructions des coupoles maîtrisées, leur utilisation devient plus accessible par le monde gréco- romain, puis musulman dont l'utilisation se généralisera dans les monuments religieux et profanes. Les romains les « *dissémineront dans les espaces de la méditerranée occidentale au gré de leurs conquêtes et influences* »¹⁴. C'est ainsi que plusieurs forme de coupole ont vu le jour : les coupoles hémisphériques, ogivales ou bulbeuses, nervurées, à pans et notamment octogonales à huit pans.

⁶ Ur, Le cimetière royal d'Ur, www.ciolamuse.com, consulté le 02/12/ 2008.

⁷ Cf. Dr G. CONTENAU, *La civilisation d'Assur*, 1937, p. 146.

⁸ Les chaldéens sont les habitants de la Chaldée. Une région de la Babylonie (VII^{ème}-VI^{ème} siècle av. J.-C.).

⁹ Cf. Dr G. CONTENAU, *La civilisation d'Assur*, 1937, p. 146

¹⁰ Le tell de Kuyunjik fait partie de Ninive, une ville assirienne.

¹¹ Cf. A. CHOISY, *Histoire de l'architecture*, 1987, p. 89.

¹² Cf. A. GOSSET, *Coupoles*, 1891, p. 3.

¹³ Aujourd'hui, l'homme est revenu à l'utilisation de ces habitations modestes, prenant le nom de yourte contemporaine, ceci pour leurs caractéristiques écologiques. www.yourte-contemporaine.com, consulté le 28/01/2010.

¹⁴ Cf. G. NOURISSIER, *Architecture traditionnelle méditerranéenne*, 2002, pp. 85-86.

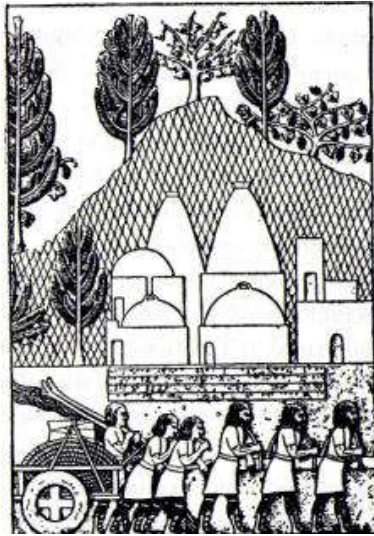


Fig. 64 : Les toitures en Assyrie, bas relief.

(Source : Dr G. CONTENAU, *La civilisation d'Assur*, 1937, p. 147).

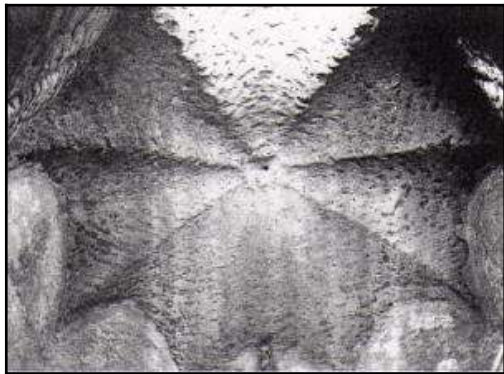


Fig. 65 : Coupole octogonale nervurée en parapluie, sur une salle des thermes de Baia.

(Source : J.P. ADAM, *La construction romaine*, 2ème édition, 1989, p. 198).

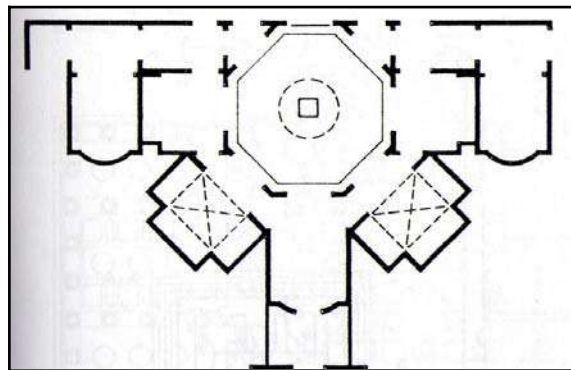
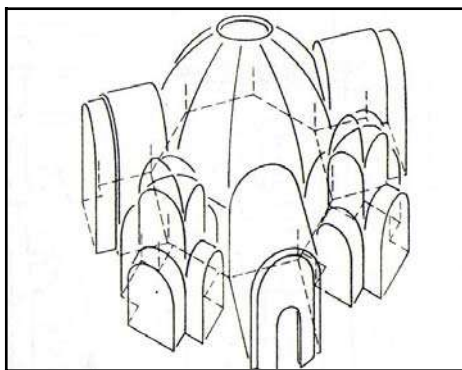


Fig. 66 : Le palais « Domus Aurea », restitution du système de couverture.

(Source : H. STIERLIN, *Comprendre l'Architecture universelle*, p. 79).

-La coupole octogonale et nervée dans l'antiquité gréco-romaine

Les voûtes d'appareil de l'époque romaine étaient de différentes formes. La plus importante coupole romaine qui nous soit parvenue est celle du Panthéon entre 118 et 125¹⁵ de notre ère. Un chef d'œuvre de l'architecture antique, devenu un archétype avec son diamètre qui avoisine les quarante quatre mètres (44m). Sa coupole comporte 28 nervures¹⁶ méridiennes de briques qui aboutissent à un oculus de neuf mètres de diamètre. Des nervures horizontales parallèles viennent les recouper et déterminent une série de caissons. Un blocage réunit tous ces éléments, formant une structure indéformable.

Quant aux transitions entre cercle et carré, un seul exemple datant de la période romaine, a été rencontré à Djerach¹⁷. C'est une coupole appareillée sur plan carré, où le raccord entre le plan carré et la coupole sphérique est obtenue par des pendentifs en triangle sphérique, dont les lits sont plans et convergent vers les axes diagonaux de la salle¹⁸.

La coupole à pans a été employée dès l'époque romaine. Nous citons l'exemple de la coupole octogonale nervurée en parapluie sur une salle des thermes de Baia¹⁹ mettant en évidence la forme octogonale sans les éléments de transitions. Les pans sont incurvés liés directement aux murs définissant un plan octogonal. (fig. 65). Les huit (08) arêtes de la coupole sont clairement apparentes. La jonction entre les pans et la structure murale se réalisait probablement par des arcs noyés dans les murs.

Un second exemple de coupole sur plan octogonal de cette même période, a retenu notre attention. Il s'agit de celle du palais dit la Maison d'Or « Domus Aurea » élevé par Néron à Rome entre 64 et 68 après J.C. La salle de banquet était de plan octogonal couverte d'une coupole d'environ 13 mètres²⁰ de diamètre, surmontée d'un oculus de 6m de diamètre, et supportée par huit piliers²¹ (fig. 66). Une restitution de ce palais²² montre que la forme de la coupole centrale est octogonale, représentant l'un des premiers cas de coupole octogonale à plusieurs pans se rapprochant de la structure de celle qui fait l'objet de notre thèse.

Ceci indique que les coupoles montées à partir de l'octogone, ont connu un emploi probable dès l'antiquité. La technique n'était certes pas tout à fait maîtrisée, surtout au niveau des transitions entre le carré et l'octogone. Ce n'est que plus tard, durant la période byzantine que leur emploi est devenu plus courant avec le développement de procédés nouveaux.

¹⁵ Cf. J.P. ADAM, *La construction romaine*, 1989, p. 201.

¹⁶ Les nervures soulignent très souvent les pans des coupoles, c'est pour cette raison que nous étudierons les coupoles à pans et nervurées en même temps. La forme représentative des coupoles d'Alger est celle octogonale à huit pans, voir supra. p.44, chapitre 4.

¹⁷ Gerasa en Jordanie, une ville gréco-romaine qui a connu son apogée sous l'empire romain.

¹⁸ Cf. A. CHOISY, *Histoire de l'architecture*, 1987, p. 519.

¹⁹ Cf. J.P. ADAM, *La construction romaine*, 1989, p. 198.

²⁰ *Ibid.*, p. 202-203.

²¹ Cf. Y. PERRIN, *Les résidences de Néon*, 2009.

²² Cf. J.P. ADAM, *La construction romaine*, 1989, p. 203.

La coupole sur plan octogonale a connu un large emploi dans plusieurs villes méditerranéennes²³, notamment dans *al-Djazā'ir* ottomane. Nous tenterons à travers une rétrospective historique de situer cette forme octogonale et ses différentes utilisations. Mais avant cela, nous allons nous intéresser à la composition de la population algéroise, renforcée à partir du XV^{ème} siècle par des immigrés de diverses nationalités. Ces étrangers ont largement contribué au développement des métiers artisanaux notamment ceux liés au domaine de la construction. Ce qui nous permettra d'identifier les différences influences de la coupole d'*al-Djazā'ir*

2-Les bâtisseurs dans la ville d'*al-Djazā'ir*

2-1-Origines de la population algéroise

La population algérienne d'origine berbère fut renforcée par des émigrés venant de plusieurs villes. *Al-Djazā'ir* bénéficia à la fois d'une arrivée massive d'expulsés musulmans andalous notamment en 1492²⁴, 1566, et en 1609²⁵. Cette population se divisait en deux catégories : les Mudéjares originaires d'Andalousie et de Grenade et les Tagarins provenant des royaumes d'Aragon, de Valence et de la Catalogne²⁶.

Une autre ruée en émigration massive arriva d'Orient, dès l'occupation de la ville par les Turcs en 1516. Les membres dirigeants ont fait l'objet d'un recrutement en Asie Mineure, en Albanie et dans d'autres parties de l'empire Ottoman. C'est l'époque de l'installation de l'armée ottomane forte de six-milles hommes qui formaient la base de la milice²⁷.

Un nombre relativement élevé d'individus originaires des différents pays d'Europe²⁸ sont aussi arrivés pour s'installer dans la ville. Il s'agit d'hommes libres ou de déportés constitués majoritairement de prisonniers chrétiens, dont une partie a été assimilée en tant que « Turcs par profession » ou « Renégats »²⁹. Leur nombre se situait à partir de la fin du XVII^{ème} siècle autour de deux à trois mille³⁰. A cela s'ajoute une communauté juive anciennement installée qui fut renforcée par des apports d'Espagne et d'Italie³¹.

²³ Cette forme de coupole a été identifiée en Espagne, en Italie et dans certaines villes algériennes à savoir Oran, Constantine.

²⁴ Cette date correspond à la chute de Grenade. Les populations exilées trouvent refuge en Afrique du Nord mais également en Turquie, essentiellement à Istanbul.

²⁵ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 173.

²⁶ Cf. D. De HAËDO, *Topographie*, 2004, p. 54.

²⁷ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 17.

²⁸ Les européens étaient soit des immigrés libres ou des prisonniers de guerres maritimes.

²⁹ Ils sont représentés par les chrétiens par le sang, fait Turcs volontairement « Turcs de profession », reconvertis à l'Islam.

³⁰ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 52.

³¹ *Ibid.*, p. 53.

D. de Haëdo divise les habitants de la ville vers la fin du XVI^{ème} siècle en trois catégories. Premièrement les Maures, comprenant les « *baldīs* »³², les Kabyles, les Arabes, ainsi que les Musulmans d'Espagne ; deuxièmement les Turcs représentés par ceux qui sont originaires de Turquie³³ ainsi que les renégats; et troisièmement les Juifs dont le nombre n'était pas très important, mais la plupart étaient des orfèvres, ce sont eux qui battaient la monnaie d'or, d'argent et de cuivre³⁴. T. Shuval³⁵, recense également des Tunisiens, des Marocains, des Libyens, des Egyptiens, des personnes originaires d'Arabie saoudite, de Syrie, d'Irak, mais avec des pourcentages très faibles comparés aux émigrés cités plus haut.

Si au cours des XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles, chaque composante de la population a gardé son identité particulière³⁶, au XVIII^{ème}, le brassage des différentes couches a créé une population homogène où ces différences d'origines n'avaient plus la même importance. A cette époque, seule comptait la séparation entre les membres de la caste dominante et les civils. Parmi ces derniers, se ressentait la division entre citoyens « *baldī* »³⁷ et étrangers « *barrānī* », venus des régions de l'intérieur pour travailler à *al-Djazā'ir*³⁸.

Tout ceci fait que même la langue utilisée dans la ville n'était pas unique. On parlait trois langues, le turc que pratiquaient les Ottomans, les renégats, les Maures ainsi que des captifs chrétiens ; la seconde langue était l'arabe usité par tous ; la troisième langue en usage était la langue franque, composée de mots venant de plusieurs pays d'Europe³⁹.

Il est rare que dans une même ville on parle plusieurs langues, et que les différentes populations puissent cohabiter, travailler en collaboration au sein de plusieurs corporations de métiers. C'était le cas dans cette ville au commerce florissant qui n'a pas été affectée par cette pluralité culturelle et historique. Au contraire, cette situation sociale a renforcé l'épanouissement de l'activité économique qui était en pleine expansion surtout durant le XVII^{ème} siècle. L'agriculture a bénéficié d'un grand essor, l'artisanat d'une activité jamais égalée.

Cette stabilité sociale atteinte au cours du XVIII^{ème} siècle, a probablement contribué elle aussi au développement et à l'enrichissement des métiers et des savoir-faire⁴⁰. La ville a connu à cette époque un important développement urbain. La main d'œuvre était très demandée, et les chantiers de construction ont été renforcés par des artisans de différentes nationalités, cultures et religions. Leurs expériences importées d'Andalousie, d'Anatolie, et d'Europe ont contribué largement à l'épanouissement de l'activité constructive à *al-Djazā'ir* et particulièrement à l'édification des Grandes Mosquées à coupoles octogonales.

³² Représentant ceux qui sont nés dans la ville, les citoyens.

³³ Ceux venant de l'Anatolie asiatique, de Roumanie ou de Turquie d'Europe.

³⁴ Cf. F.D.HAEDO, *Topographie et histoire générale d'Alger*, 2004, p. 46-124.

³⁵ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger vers la fin du XVIII^{ème} siècle, population et cadre urbain*, 1998, p. 51.

³⁶ *Ibid.*, p. 17.

³⁷ La plus stable de toutes les composantes de la population de la ville.

³⁸ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 17.

³⁹ Cf. D. De HAËDO, *Topographie*, 2004, p. 127-128.

⁴⁰ Nous avons vu dans le chapitre 2 que le XVIII^{ème} siècle fut marqué par une stabilité politique. Cf. Supra. p. 78.

2-2-Les corporations de métiers à *al-Djazā'ir* pendant la période ottomane

A partir du XVI^{ème} siècle, *al-Djazā'ir* « se particularise par une structure binaire de l'emploi. La distribution du travail était marquée par une ségrégation sociale au sein de la population. Les métiers techniques se voient associés au « *ḥaḍar* »⁴¹ et la plupart des travaux effectués par les étrangers exigent plus d'aptitudes physiques que de maîtrise technique. Cette division sociale favorise les *ḥaḍars*, qui forment la véritable élite artisanale. Les andalous obtiennent, par leurs revendications adressées à Istanbul, leur intégration et leur assimilation aux *ḥaḍars* »⁴².

L'organisation du travail était structurée à partir de groupes spécialisés, chacun dans un domaine particulier et très précis « les corporations des métiers ». Les *baldīs* ou *ḥaḍars* étaient encadrés par ces corporations⁴³. Elles représentaient la base de l'encadrement des métiers, mais aussi définissaient les contours des groupes ethniques⁴⁴. Le nombre de ces corporations était très important, de l'ordre de soixante (60) professions, et cinq (05) à caractère ethnique⁴⁵. T. Shuval, estime le nombre des métiers à quatre-vingt six (86). Ce nombre élevé de professions est le résultat d'une importante division du travail⁴⁶.

Chaque corporation était gérée par un maître « *m'allam* » qui était à la tête des ouvriers et des apprentis. Par ailleurs, chaque corps de métier possédait son principal responsable et interlocuteur vis-à-vis des autorités, appelé « *amīn al-ḥirfa* », élu parmi les *m'allams*⁴⁷ les plus riches et les plus expérimentés⁴⁸. Les *amīns* étaient subordonnés au *Shaykh al-Blād*, qui était responsable de la collecte des impôts qui s'effectuait par la corporation⁴⁹. Une autre charge revenait à l'*amīn al-umanā*, représentant le syndic des syndics des professions ; elle consistait à soumettre les corporations à une gestion administrative et fiscale et à rédiger les lois du marché⁵⁰.

Les corporations qui nous intéressent dans le cadre de notre recherche sont celles liées au domaine de la construction. A. Devoulx⁵¹ dresse une liste officielle d'*amīns* qui étaient à la tête de corporations dont celles liées à la production architecturale, notamment *amīn* des maçons, *amīn* des chaudronniers, *amīn* des forgerons, *amīn* des potiers. Dans l'étude de T. Shuval, nous relevons trois métiers en relation avec le domaine de la construction à savoir celui de maçon « *bannā'* », « *ḥaddād* » forgeron, et celui de porteur de sable « *Tarrāb* »⁵².

⁴¹Le mot *Ḥaḍar* vient de *ḥaḍāra* qui signifie civilisation, les *ḥaḍars* sont associés aux *baldīs*, les citadins.

⁴²Cf. S. MSSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 62.

⁴³ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 19.

⁴⁴ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 328.

⁴⁵ Les corporations à caractère ethnique sont : « *Amin des Beni-Mezab ; Amin des Leghouat ; Amīn des kabyles ; Amin des biskri, amin des Djidjel (gens de Djidjelli)* ». Cf. S. MSSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 63.

⁴⁶ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 138.

⁴⁷ Pluriel de *m'allam*.

⁴⁸ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 331.

⁴⁹ Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 19.

⁵⁰ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 332.

⁵¹ Cf. A. DEVOULX, *Tachrifat*, 1853, p. 23.

⁵² Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 142.

Une spécialisation peut se faire au sein d'une même corporation, c'est le cas de celle des maçons, qui dans certains cas se consacrent à des tâches très spécifiques dans un souci de maîtrise des procédés constructifs. C'est le cas du maçon « *qabbāb ou qbābdjī* » qui s'occupait de construction et de réfection de coupole⁵³. Ces maçons détenaient des connaissances de la technique de construction de coupole sans cintre ni coffrage. Un corps de métier particulier, d'où la nécessité de lui consacrer une spécialisation.

3-Les influences de la coupole d'*al-Djazā'ir*

Nous avons vu précédemment que la population algéroise se composait en plus des autochtones, d'individus de différentes origines. Ces derniers se sont définitivement installés à partir du XVI^{ème} siècle dans la Régence apportant avec eux des savoir-faire dans différents domaines, notamment dans celui de l'art de bâtir, influençant ainsi la forme des coupoles octogonales.

Parmi ces influences, nous citons celle des Espagnols « les Andalous ». Cette population était représentée par des hommes de sciences et de culture, qui ont importé de l'autre rive de la Méditerranée, divers métiers et professions artisanales. L'influence ottomane, ressort principalement dans la transposition du modèle de mosquée ottomane de Turquie⁵⁴ dans la ville d'*al-Djazā'ir*. L'architecture ottomane, a été elle-même influencée dès le XIV^{ème} siècle par le style byzantin des territoires sur lesquels elle s'est développée.

Une autre influence est à retenir, c'est celle de la Renaissance italienne. En effet, l'intérêt de l'Empire ottoman, en particulier sous Selim (1512-1520), puis sous le règne de Soliman le Magnifique (1520-1566), n'a cessé de s'étendre vers l'Europe et le Proche-Orient. L'influence de l'architecture italienne de la Renaissance s'est exercée sur la cour ottomane. Notons qu'une grande partie des Européens installés dans la ville d'*al-Djazā'ir* devaient participer à certains travaux, pratiquant divers métiers et professions artisanales.

3-1- L'apport arabo-berbère aux traditions constructives algéroises

L'apport de cette période est très important pour l'architecture algéroise. La ville a connu plusieurs dynasties arabes, dont celle des *Hammādites* et des *Almoravides*. Le passage des *Hammādites* dans cette ville n'a laissé aucun témoignage architectural. Néanmoins, nous devons mentionner leur maîtrise de la construction des structures coupolées dès la *Qal'a Banī-Hammād* fondé en 1007 après J.C⁵⁵. La coupole du Donjon était montée sur des trompes en demi-voûtes d'arêtes influencée par les coupoles de l'*Ifriqiya*. Elle était rehaussée par un tambour, recevant des ouvertures. Des vestiges archéologiques attestent même de l'existence de coupoles montées sur des trompes complexes en *muqarnaş* comme celle de Tlemcen⁵⁶.

⁵³ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 340. Le nom *qabbāb* vient du nom arabe de coupole « *qubba* ».

⁵⁴ Cf. Supra. pp.67-72.

⁵⁵ Cf. L. GOLVIN, *Recherches archéologiques*, 1965, p. 25.

⁵⁶ *Ibid.*, pp. 111-113.

Les Almoravides ont légué à la ville deux grandes mosquées *Sīdī Ramḍān* et la Grande Mosquée⁵⁷. Leurs salles de prière hypostyles, ne présentent pas de coupoles de cette époque. Ces formes architectoniques devraient logiquement couronner les espaces devant les mihrabs en se conformant aux caractéristiques des édifices almoravides en Algérie⁵⁸, au Maghreb, ainsi qu'en Andalousie. Les petites coupoles ont dû être détruites suite à des transformations affectant ces édifices religieux.

Afin de définir les caractéristiques des coupoles almoravides, notamment la première coupole qui devait couvrir l'espace devant le mihrab de la Grande Mosquée *d'al-Djazā'ir* au XI^{ème} siècle, nous nous baserons sur celle de la mosquée de Tlemcen. Celle-ci fut construite durant cette même période arabe, et achevée en 1136⁵⁹. La salle de prière hypostyle, comporte deux coupoles au niveau de sa nef axiale, une centrale, et la seconde devant la niche du mihrab. Celle-ci d'une grande richesse ornementale s'inspire des coupoles andalouses⁶⁰ et de celle *d'al-Qarawiyīn* de Fès⁶¹.

Cette coupole se compose de douze (12) pans (fig.67), obtenue par le croisement de nervures en briques qui apparaissent sous forme d'arêtes en saillie sur l'extrados⁶². Cet extrados est déroché aux regards par un pavillon couvert en tuiles. La transition entre le carré de base et la coupole se réalise par l'intermédiaire de trompes d'angles formées de *muqarnas*. L'entrecroisement des nervures circonscrit une lanterne à *muqarnas*. Le décor des panneaux reliant les nervures est entièrement ajouré dans le plâtre⁶³.

Son système constructif assez singulier se caractérise par le prolongement des nervures au niveau de l'extrados par des briques constructives. Ce même procédé a été retrouvé dans les coupoles octogonales de la Casbah d'Alger, où l'extrados est délimité par huit (08) nervures méridiennes en briques qui se rejoignent au niveau du sommet de la coupole (fig.85). Ce système peut être confirmé à la mosquée *'Alī Bidjñīn*, au mausolée *Sīdī Ban 'Alī*, et même au niveau des petites coupoles des maisons d'habitation.

⁵⁷ Cf. Supra. p. 30, fig. 1 et fig. 2

⁵⁸ Deux grandes mosquées almoravides ont été construites à Tlemcen et à Nedroma, présentant des coupoles devant la niche mihrab.

⁵⁹ Cf. G. MARCAIS, *L'Architecture musulmane*, 1954, p. 192.

⁶⁰ Cf. Supra. p. 32, fig. 3.

⁶¹ La mosquée *al-Qarawiyīn* de Fès construite en 859, recèle des coupoles et des voûtes datant de l'agrandissement de la mosquée par les Almoravides en 1135 (Cf. L. MOZZATI, *L'Art de l'Islam*, 2003, p. 196). L'étude de ces coupoles nous a permis d'étayer nos conclusions sur les caractéristiques des coupoles almoravides au Maghreb. Les Almoravides ont opéré plusieurs modifications dont le rehaussement de la nef centrale. Elle fut couverte de voûtes et de coupoles à nervures et à *muqarnas*, recouverte d'une toiture en charpente en tuiles vertes. L'adoption de cette série de coupoles en enfilade tout le long de la nef axiale constitue une solution extrême de mise en évidence de cet axe de centralité. Les Almoravides ont excellé dans cette mosquée par cette succession de coupole afin de glorifier cet espace. A Tlemcen, la nef a reçu deux coupoles seulement, à la Grande Mosquée *d'al-Djazā'ir*, on suppose l'existence d'une seule coupole devant le mihrab.

⁶² Ces nervures ressemblent à celles des coupoles de brique de la Grande Mosquée persane d'Ispahan.

⁶³ Cf. G. MARCAIS, *L'Architecture musulmane*, 1954, pp. 195-196.

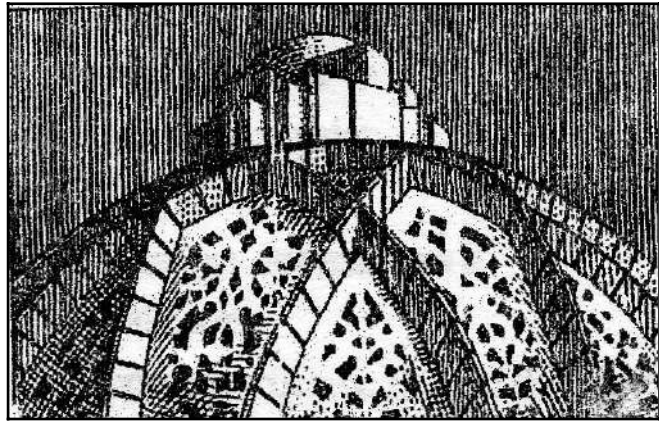
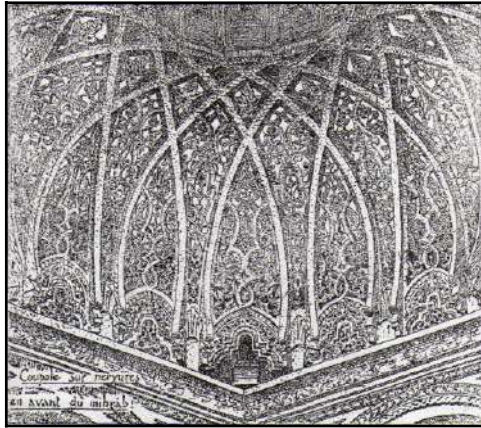


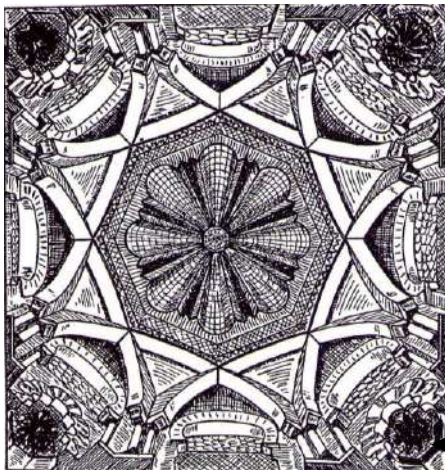
Fig. 67 : Coupole devant le mihrab de la grande mosquée de Tlemcen.
(Source : G. MARCAIS, *L'Architecture musulmane*, 1954, p. 196).



Fig. 68: Coupoles nervurées d'*al-Djazā'ir*.

A gauche : Bain du Harem à la Citadelle d'Alger. (Source : auteur, juillet 2010).

A droite : La mosquée '*Alī Bidjnīn*'. (Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001)



Coupolette
remplissant
la surface
triangulaire

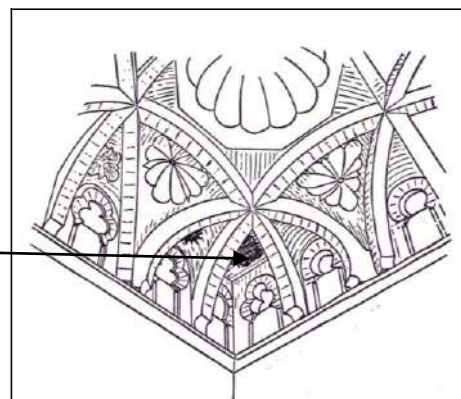


Fig.69 : Mosquée de Cordoue.

A gauche : Coupole devant le mihrab.

A droite : Coupole de l'entrée de la nef axiale.

(Source : M. RUMPLER, *La Coupole*, 1956, 1956, p. 52).

L'utilisation des nervures pour la construction de la coupole d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane remonte probablement à l'époque musulmane. C'est un apport de l'art et l'architecture almoravide au Maghreb. Les nervures almoravides s'entrecroisaient deux à deux, définissaient plusieurs pans, dessinant un polygone à la base, l'octogone n'était pas nécessairement adopté. A *al-Djazā'ir*, les bâtisseurs ont opté pour des nervures méridiennes en saillie sur l'extrados, parfois recouvertes d'un enduit qui accentuait la pointe de l'arête. Mais à l'inverse des coupoles almoravides, l'intrados qui définit une paroi opaque ne laisse apparaître aucune nervure.

3-2-L'apport andalous

Le second apport à la production architecturale des coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir* est celui des andalous. Les grandes mosquées réalisées par les Almoravides au Maghreb se référaient à l'architecture de l'Espagne musulmane⁶⁴, en particulier celle de la Grande Mosquée de Cordoue commencée en 785 sous les Omeyyades et dont la construction dura plus de deux siècles.

Les andalous ont débarqué en masse à *al-Djazā'ir*. Ils se sont rapidement intégrés dans la vie économique et social algéroise⁶⁵, pratiquaient surtout des métiers artisanaux tel que la fabrication de la soie, les métiers de tailleurs, couturier, et excellaient aussi dans les métiers de maçon « *bannā'* », serrurier « *maqfuldjī* »⁶⁶. Des documents d'archives⁶⁷, prouvent qu'un groupe d'Andalous s'occupaient de la construction et de la restauration de bâtiments, dont des maisons de particuliers, des bains, des fortifications et des canalisations.

« *Ils nous révèlent que moins de dix ans après le dernier décret d'expulsion des Maurisques, des personnes originaires d'al-Andalus se sont déjà organisées autour de travaux de construction, restauration et rénovation* »⁶⁸.

Dans un des registres de la section *Bayt al-Bāylik*, qui fait référence à l'association des andalous « *sharikat al-andalus* », sont mentionnées les différentes spécialités des ouvriers, maître de la construction « *m'allam al-bina'* », manœuvre « *khaddamīn* », forgeron « *ḥaddād* », porteur « *ḥammāl* », menuisier « *nadjār* », scieur « *nachchār* »⁶⁹.

Notons par ailleurs, que depuis la deuxième moitié du XVII^{ème} siècle jusqu'au début du XIX^{ème} siècle, la charge d'*amīn al-umāna* était remplie continuellement par les descendants d'une même famille d'origine andalouse. Cet *amīn* apparaît parmi les experts du bâtiment⁷⁰. Ces informations confirment l'intérêt que portent les Andalous pour le domaine de la construction dans la ville d'*al-Djazā'ir*. Leur savoir-faire a été importé de la Péninsule Ibérique, et adapté au nouveau contexte algérois.

⁶⁴ Cf. Supra. pp. 31-32.

⁶⁵ Cf. Supra. p. 142.

⁶⁶ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, pp. 176-177.

⁶⁷ Un registre de la section *Silsilat Bayt al-Baylik* ou sont consignés les dépenses et paiements effectués pour l'exécution de travaux au début de l'année 1032/1622. *Ibid.*, p. 173.

⁶⁸ *Ibid.*, p. 173.

⁶⁹ Cf. S. MISSOUM, *Alger à l'époque ottomane*, 2003, p. 232.

⁷⁰ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 332.

Afin de retrouver les référents andalous, nous allons nous intéresser aux coupoles construites en Espagne dans les édifices majeurs, particulièrement à la mosquée de Cordoue. Celle-ci présente des coupoles qui ont servi de référence à celle de Tlemcen et à l'hypothétique coupole datant XI^{ème} siècle de la Grande Mosquée⁷¹. Nous tenterons tout le long de cette étude de retrouver des similitudes entre les coupoles andalouses et celles d'*al-Djazā'ir*.

-Les coupoles Andalouses

La mosquée de Cordoue représente l'un des événements les plus importants de l'histoire de l'Espagne musulmane. Sa salle de prière hypostyle possède plusieurs coupoles rehaussant la nef axiale. Ces coupoles furent réalisées durant le règne *d'al-Ḥakam II* à partir de 961. Ce souverain entrepris une extension de la salle de prière matérialisant un dispositif en forme de T ponctué par cinq coupoles.

La coupole devant le mihrab est formée de huit nervures qui prennent appui sur des colonnes. Le tracé résulte de la projection de deux carrés qui s'entrecoupent. Il en résulte huit voûtains à surface triangulaire bombées, disposées en étoile à huit branches⁷² ; huit autres voûtains plus petits, également triangulaires, sont délimités, tantôt par le croisement des nervures, tantôt par le tambour à huit pans. Le passage du carré de base à l'octogone se fait à l'aide des arcs outrepassés inclus qui surmontent les fenêtres et prennent appui sur deux colonnettes engagées. Les trompes d'angle qui contribuent à décorer la coupole, ne jouent qu'un rôle de remplissage⁷³. La calotte terminale est placée au haut des nervures, sur un tambour octogonal (fig. 69).⁷⁴

L'ensemble des coupoles de la mosquée sont élaborées sur une base octogonale, structurées par des nervures entrecroisées à partir de différents tracés géométriques. Elles sont également posées sur des tambours octogonaux. Au sommet, se définissent des coupolettes à bases octogonales. Ce qui est intéressant à souligner, c'est que la présence des arcs au niveau des angles permet de se passer d'éléments de transition.

Ce même procédé a été identifié dans deux grandes coupoles à *al-Djazā'ir* : celles des mosquées *'Alī Bidjnīn* et du Dey à la Citadelle. Ou la transition se réalise par de grands arcs brisés. Ce procédé constructif a été simplifié dans les coupoles d'*al-Djazā'ir*, en optant pour un système à trois arcs reliant les trois points de l'angle⁷⁵.

⁷¹ Cf. Supra. p. 31.

⁷² L'étoile à huit branches représente une des caractéristiques de l'ornementation de l'art musulman.

⁷³ Cf. M. RUMPLER, *La Coupole*, 1956, p. 55.

⁷⁴ « A la demande d'Al Hakam, des mosaïstes byzantins vinrent à Cordoue. Ils réalisèrent un décor floral stylisé ou dominèrent les bleus et les ors et qui intéresse non seulement les divers voûtains, mais également le mihrab ». *Ibid.*, p. 55.

⁷⁵ Cf. Infra. p. 190, fig.113.

C'est le cas aussi de la mosquée San Cristo de Luz à Tolède en 999⁷⁶ avec ses neuf coupoles à nervures⁷⁷, adoptant en majorité le tracé octogonal. Le plan de cette mosquée se réfère aux églises byzantines, avec l'adoption de plusieurs coupoles contrebutant l'une l'autre, insérée dans une forme carrée. Le plan octogonal est identifié dans d'autres réalisations, nous citons la mosquée du palais de l'Aljaferia (1065-1081) à Saragosse, unique témoignage de l'architecture des Rois des *Tā'ifa* ainsi que le grand complexe palatial de l'Alhambra.

La mosquée de l'Alcazar de Jerez de la Frontera⁷⁸, datant de la fin du XII^{ème} siècle, est un édifice particulièrement harmonieux et sobre appartenant à l'apogée de l'architecture almohade en Espagne⁷⁹. C'est un oratoire de palais dont la salle de prière de plan carré de dix (10) mètres de côté est couverte d'une grande coupole octogonale à huit pans construite en briques cuites (fig. 70). Elle présente le même plan des traditions anciennes des espaces centraux des oratoires privés⁸⁰.

La forme et la structure de cette coupole se rapprochent de celles construites à *al-Djazā'ir*. Elle est de forme octogonale à huit pans ouverte par un oculus. Le système de transition entre le carré et la coupole est identique à celui du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān* (fig. 71). Il est constitué d'un arc positionné à angles, la surface triangulaire résultante est concave. C'est le même principe adopté au niveau des coupoles de la mosquée de Cordoue.

La structure des couvertures des bains espagnoles rappelle celle des bains algérois. Nous avons retenu celui de Grenade « banuelo de l'Albaicin » construit en brique cuite, à l'époque des Rois de *Tā'ifa*. La salle de repos et de déshabillage qui sert de frigidarium, est surmontée d'une grande coupole à quatre pans, percée de petites ouvertures de différentes formes étoilées et polygonales (fig. 72).

Cette forme de coupole existe à *al-Djazā'ir*, dans certains bains publics. Le bain appelé hammam *Fwīṭa* (fig. 72), est composée d'une étuve principale à plan carré, recouverte d'une coupole à quatre pans. Le même système d'éclairage est utilisé dans les coupoles *al-Djazā'ir*, nous avons pu le constater dans le bain *Sīdnā*⁸¹, encore en fonction.

L'étude des coupoles andalouses fait ressortir plusieurs caractéristiques communes qui peuvent être considérées comme des éléments de permanence adoptés dans plusieurs édifices. La référence principale est la Grande mosquée de Cordoue, un chef d'œuvre architectural possédant des coupoles nervées à base de différents tracés géométriques mettant en évidence l'étoile à huit branches à base octogonale. Elles reposent également sur des tambours octogonaux. Les coupoles andalouses ont évoluées, adoptant la forme octogonale à huit pans et celle à quatre pans.

⁷⁶ Cf. Supra. p. 32, fig. 3.

⁷⁷ Ces nervures sont constituées par un béton moulé, ce n'est qu'à l'époque almoravide que la technique s'affirme. Cf. P. ARAGUAS, *Briques et architecture*, 2003, p. 80.

⁷⁸ C'est l'actuelle « Capilla de Santa Maria la Real ».

⁷⁹ Cf. M. BARRUCAND, *Architecture maure*, 2007, p. 161.

⁸⁰ *Ibid.*, p. 160.

⁸¹ Cf. Supra. p. 115, fig. 61.

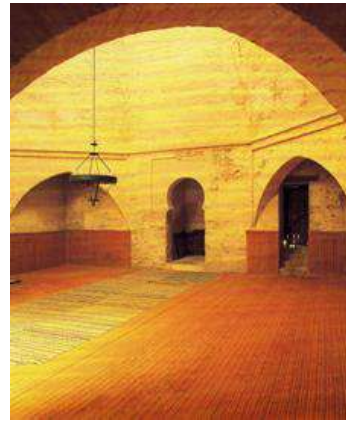
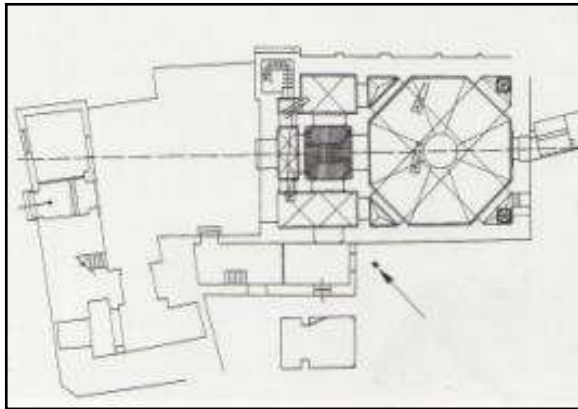
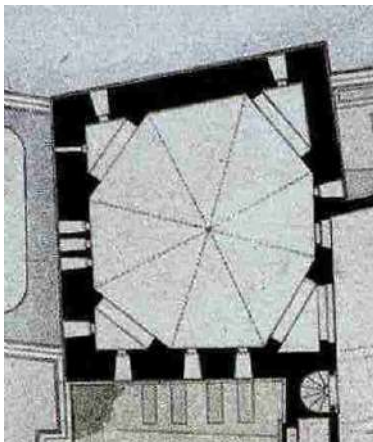


Fig. 70 : Santa Maria la Real, Alcazar, Jerez de la Frontera, XII^{ème} siècle, Mosquée palatine. (Source : A. EL LEGADO, *Arquitectura en Al Andalus*, 1996, p. 151).



Mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*

Fig. 71 : La salle principale du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*. Similitude entre le système de transition de la mosquée Santa Maria la Real et le mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*.

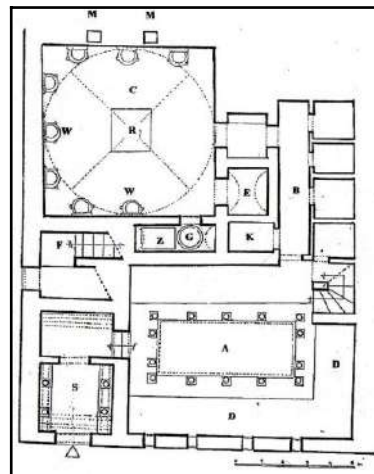


Fig. 72 : Similitude entre les bains andalous et algérois.

A gauche : Bain de l'Albaicin, Grenade. (Source : A. EL LEGADO, *Arquitectura en Al Andalus*, 1996, p. 131.

A droite : hammam *Fwīṭa*, Casbah d'Alger. (Source : N. CHERIF-SEFFADJ, *Les bains d'Alger*, 2008, p. 218).

Ces coupoles ont plusieurs similitudes avec les coupoles d'*al-Djazā'ir* ottomane et celles de l'époque almoravide. Nous avons identifié plusieurs référents andalous dans la matérialisation de ces coupoles octogonales :

- Premièrement la permanence du plan octogonal de la coupole et de son tambour de même forme, engendrant l'apparition de coupoles à pans dont celles octogonales construites en briques. Celles-ci furent introduites dans d'*al-Djazā'ir* par les andalous qui se sont investis dans le domaine de la construction dès leur installation dans la ville.
- Deuxièmement, la présence des nervures entrecroisées structurelles en Andalousie, apparentes sur les deux faces de la coupole. A *al-Djazā'ir*, les nervures méridiennes soulignent uniquement la face de l'extrados.
- Troisièmement, l'apparition d'une troisième forme de raccordement entre le plan carré et l'octogone, réalisé par le biais d'arcs brisés insérés aux angles, créant des surfaces triangulaire pouvant recevoir un remplissage par des surfaces curvilignes cas de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger, ou par des coupolettes venant combler le vide, assurant un rôle purement ornemental⁸².

3-3-L'influence orientale

Une autre source d'inspiration des coupoles d'*al-Djazā'ir* est d'origine orientale, ottomane et byzantine. Les Ottomans se sont fortement inspirés de l'héritage byzantin légué par l'Empire Romain d'Orient. La Basilique Sainte-Sophie a constitué pendant longtemps une référence pour les édifices ottomans. Nous tenterons de déterminer les influences de l'architecture byzantine sur les coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir*.

3-3-1-L'influence byzantine

La formation du style byzantin s'est constituée aux IV^{ème} et V^{ème} siècles en Syrie, en Egypte et en Asie Mineure⁸³. La question des origines de l'art byzantin est à mettre en évidence afin de définir par la suite celle de la spatialité des édifices à plan central couverts de coupoles, caractéristiques de cette période.

« *L'art byzantin doit tout ou presque tout à l'art oriental. Cependant l'apport de l'art classique n'est plus à dédaigner et durant toute l'histoire de l'art byzantin on assiste à un véritable dualisme de deux traditions opposées. A l'Orient [] l'art byzantin doit les plans tréflés, les basiliques à coupoles, les trompes d'angles* »⁸⁴.

⁸² Cf. Infra. p. 188, fig. 112, p. 190, fig. 113.

⁸³ Cf. H. MARTIN, *L'Art byzantin*, 1930, p. 5.

⁸⁴ *Ibid.*, pp. 6-7. L'architecture byzantine a été également influencée par l'art chrétien primitif avec ses trois foyers d'art, Antioche, Éphèse, Alexandrie, notamment pour l'introduction du plan central pour les baptistères.

L'influence orientale de l'architecture byzantine prend ses références dans les anciennes civilisations d'Assyrie et de Perse, s'inspirant des temples et palais sassanides. Leur structure spatiale mettait en évidence un espace central⁸⁵ principal surhaussée d'une coupole, et entourée de petites coupoles (fig. 73). Selon C. Mango, le modèle de l'espace central est également inspiré des salles d'audiences des palais impériaux⁸⁶.

Cette organisation spatiale a donné naissance au prototype byzantin «Sainte-Sophie, qui a inspirée à son tour les grandes réalisations ottomanes, dont des modèles plus réduits furent transposés à *al-Djazā'ir* (74).

-Les coupoles byzantines

Les coupoles byzantines, qui font un usage systématique de la brique, sont bâties directement sans supports auxiliaires. Elles étaient de plusieurs formes, nous citons la coupole à pendentifs en triangles sphériques⁸⁷, et la coupole domicale⁸⁸ (fig. 75). En effet l'utilisation du pendentif en tant que système de transition remonte au début de l'architecture byzantine⁸⁹. Les bâtisseurs ont maîtrisé la construction des coupoles sur pendentifs, avec des diamètres très importants, dépassant trente (30) mètres.

La paroi « de la coupole byzantine comportait souvent des nervures ou des côtes, produisant un certain nombre de segments coniques qui pouvaient être plats ou concaves. Ces nervures ou arêtes contribuaient à la solidité⁹⁰ de la coupole, mais n'étaient pas constructives »⁹¹ (fig. 75).

Les nervures byzantines « rappellent ces arceaux de briques que les romains d'occident noyaient dans le blocage de leurs voûtes. Ressemblance purement apparente. Les arceaux méridiens d'une voûte occidentales étaient indépendants des remplissages, s'achevaient avant eux, leur servaient de support et restaient enfin incorporés dans leur ++masse »⁹².

Le plan octogonal fut adopté dans plusieurs réalisations. Nous citons pour cela l'église de Saints-Serge-et-Bacchus (527-536) (fig. 76) et celle de Saint-Vital à Ravenne, construite entre 530 et 547. C'était un édifice octogonal à plan centré, marqué d'une coupole hémisphérique⁹³.

⁸⁵ L'architecture byzantine définissait plusieurs typologies nouvelles. À savoir un nombre de formes centralisées représentées par des plans octogonaux, cruciformes « croix grecque », trilobées, quadrilobées, etc. « L'architecte avait le choix, et, dans la plupart des cas, on ne peut déterminer les raisons pour lesquelles il préférait un type à un autre Cf. C. MANGO, *Architecture byzantine*, 1993, p. 49.

⁸⁶ *Ibid.*, p. 50.

⁸⁷ Cf. A. CHOISY, *Histoire de l'architecture*, T2, 1987, p. 519.

⁸⁸ La coupole domicale n'est rien d'autre qu'une coupole dont les pendentifs et la calotte forment une surface sphérique continue, ce qui n'est pas le cas de la coupole qui est construite sur un rayon plus petit que celui des pendentifs sur lesquels elle repose. Cf. p11-12. C. MANGO, *Architecture byzantine*, 1993.

⁸⁹ Cf. A. CHOISY, *Histoire de l'architecture*, T1, 1987, p. 125.

⁹⁰ L'auteur précise que les nervures n'étaient pas porteuses.

⁹¹ Cf. C. MANGO, *Architecture byzantine*, 1993, p. 12.

⁹² Cf. A. CHOISY, *L'Art de bâtir chez les Byzantins*, Paris, 1883, p. 67.

⁹³ Cf. H. STIERLIN, *Comprendre l'architecture*, 1979, p. 113.

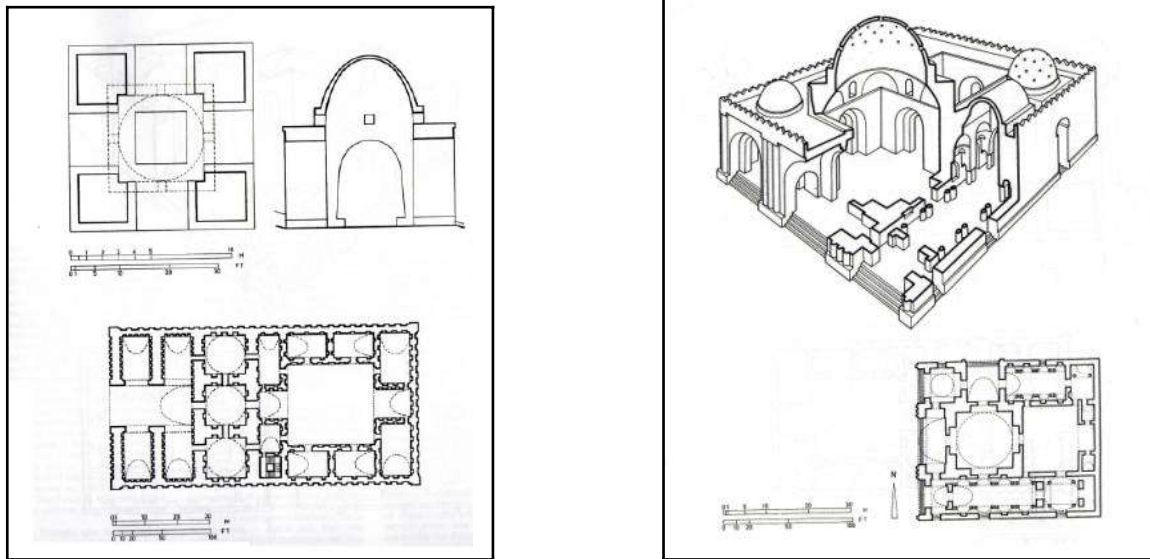


Fig.73 : L'influence perse sur l'architecture byzantine.

A gauche : en haut : Autel du Feu a Tchahar Tak de Neisar, 229 apr. J.C

En bas : Grand Palais de Firouzabad en 230.

A droite : Palais sassanide de Sarvistan 420-430.

(Source : H. STIERLIN, *Comprendre l'architecture*, 1979, pp. 119-120).

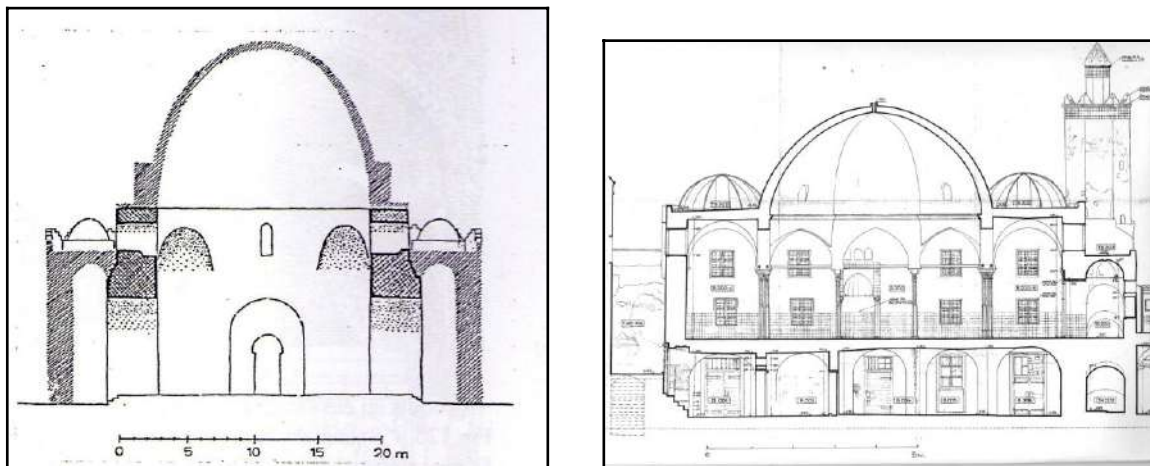


Fig.74 : L'organisation spatiale centrale couronnée d'une coupole.

A gauche : Coupe sur le Tchar –qapu de Kasr-e-Shirin (Luristan).

A droite : Mosquée du Dey, Citadelle d'Alger.

(Source : A. CHASSAGNOUX, *L'Architecture voûtée iranienne*, p. 79, 1996).

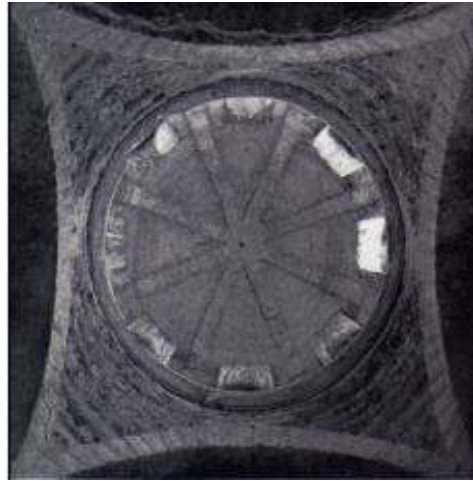


Fig.75 : Exemples de coupoles byzantines.

A gauche: Constantinople, Citerne Karagumruk, coupole domicale (XI^{ème} XII^{ème} siècle).

A droite : Constantinople, Sainte Marie Pammakaristos, coupole nervurée (XIV^{ème} siècle).

(Source: C. MANGO, *Architecture byzantine*, 1993, pp. 11-12).

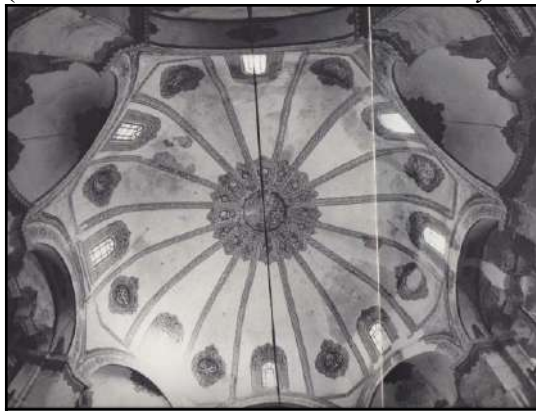


Fig.76 : Les similitudes entre les coupoles byzantines et algéroises.

A gauche : Eglise à Constantinople : Saints-Serge-et-Bacchus.

(Source : S. YERASIMOS, Constantinople, 2010, p. 44).

A droite : La mosquée 'Alī Bidjnīn.

(Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001).

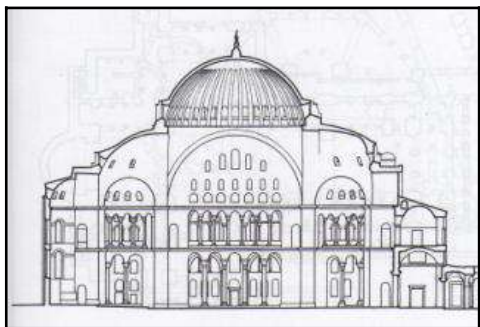


Fig. 77: La basilique Sainte-Sophie.

(Source de la coupe : U. VOGT-GÖKNIL, *Turquie ottomane*, 1965, p. 93)

(Source de la photographie : H. STIERLIN, *Turquie*, 2002, p. 133).

La coupole de l'église de Saints-Serge-et-Bacchus rappelle celle de la mosquée '*Alī Bidjñīn al-Djazā'ir*' (fig. 76). La coupole de cette église est sectionnée en huit pans mis en évidence par des arêtes intérieure. Les deux coupoles sont éclairées par huit ouvertures. Le système de transition dans l'église est représenté par des trompes, alors que dans la mosquée il se réalise par le biais de trois arcs brisé.

L'œuvre type de l'architecture byzantine est Sainte-Sophie de Constantinople, une expérience novatrice, édifiée par l'empereur Justinien entre 532 et 537. Œuvre des architectes Anthémios de Tralles et Isidore de Milet, choisis en Asie par Justinien⁹⁴, dont la coupole dépasse trente et un mètres (31m) de diamètre. Elle fut contrebutée par deux demi-coupoles, elles mêmes flanquées de deux petites niches à colonnes. (fig. 77).

La transition est réalisée par le biais de grands pendentifs reliés entre eux par de petites surfaces en-dessous de la coupole. Cette dernière est nervurée, son intrados est partagée en quarante fuseaux par autant de nervures méridiennes saillantes, qui toutes vont converger au sommet, considérées comme des raidisseurs. Les irrégularités de forme que présente la coupole paraissent contredire l'hypothèse d'une construction exécutée sur un cintre⁹⁵.

« Les nervures de Sainte-Sophie se sont exécutées en même temps que les panneaux de remplissage, et se relient au reste de la voûte par la continuité des même assise coniques. L'utilité de l'armature romaine consistait à préserver les cintres des pressions de la voûte⁹⁶; à Sainte-Sophie, les nervures n'ont d'autre rôle que de raidir et rendre moins déformable cette coque mince qui constitue le dôme : la différence est capitale »⁹⁷.

A. Choisy nous fournit des informations importantes concernant l'exécution des coupoles byzantines montées en même temps que les nervures. Ces dernières constituent une armature et un cintre incorporés dans la masse de l'ouvrage, à l'inverse des coupoles romaines, où les nervures structurelles sont construites séparément de la coupole.

Les coupoles d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane présentent également des nervures externes. Elles ne sont cependant pas incorporées dans la masse de la maçonnerie, mais sont seulement posées sur l'extrados de la maçonnerie des pans.

D'autres exemples méritent d'être cités, à savoir l'église de la Vierge à Hach, avec une coupole octogonale sur trompes dont la forme se rapproche de celle des bains de la citadelle d'Alger. (fig. 78) Les arcs intermédiaires entre les trompes sont représentés à Hach par des ouvertures quadrangulaires.

⁹⁴Cf. A. GOSSET, *Coupoles*, 1891, p. 11.

⁹⁵Cf. A. CHOISY, *L'art de bâtir chez les Byzantins*, 1883, p. 66.

⁹⁶Cf. Supra. p. 139.

⁹⁷Cf. A. CHOISY, *L'Art de bâtir chez les byzantins*, 1883, p. 67.



Fig. 78 : Les similitudes entre les coupoles byzantines et algéroises.

A gauche : Hah, église de la Vierge (époque byzantine).

(Source : C.MANGO, *Architecture byzantine, histoire de l'architecture*, 1993, p. 105).

A droite : Bain de la citadelle d'Alger.

(Source : auteur, juillet 2010).



Fig. 79 : Le système d'ouverture, Sainte-Sophie.

(Source : X. B. ALTET, *The early Middle Ages*, 1997, p. 23).

La « *Chapelle Palatine, à Aix-la Chapelle (Allemagne) construite entre 777 et 794, édifiée pour l'empereur Charlemagne. Ce sanctuaire impérial s'inspire du parti octogonal de Saint-Vital à Ravenne* »⁹⁸. La coupole centrale est octogonale à huit pans, recouverte de l'extérieur par une toiture en pente à huit versants.

L'ensemble des exemples étudiés indique clairement l'emploi fréquent durant la période byzantine de coupoles nervurées donnant naissance à des pans, à des cannelures ou côtes. Les nervures faisaient partie de la masse de la coupole, réalisées en même temps que la maçonnerie et servant à la consolider.

Les ouvertures des coupoles d'*al-Djazā'ir* comportent des éléments de similitudes avec celles des églises byzantines. Une lecture plus détaillée de la basilique Sainte-Sophie, notamment de sa coupole centrale (fig. 79) montre que celle-ci était percé d'un nombre important d'ouvertures, nichées dans des consoles et positionnées entre les petits contreforts. Ce même système d'éclairage a été adopté au niveau des mosquées ottomanes de Turquie⁹⁹. Les consoles des ouvertures des coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir* ont cette volonté de s'identifier à ce système. Cependant, à *al-Djazā'ir*, c'est la fenêtre qui constitue la console, alors qu'en Orient la fenêtre est insérée entre deux éléments saillants¹⁰⁰.

3-3-2-L'influence ottomane

C'est durant la période ottomane que la ville d'*al-Djazā'ir* a changé son image urbaine, adoptant un paysage porteur de référents ottomans. Ainsi plusieurs édifices publics monumentaux furent réalisés¹⁰¹, des mosquées, bains publics, caserne, etc. « *Cet élan de construction semble avoir duré tout le long de l'époque ottomane sous la forme de reconstructions et de rénovations de monuments existants* »¹⁰².

Ce qui fait la particularité des monuments religieux algérois c'est leurs couvertures représentées par des coupoles émergentes accompagnés de coupolettes en nombre variable, un modèle transposé d'Istanbul mais plus modestement conçu. Les coupoles, se distinguent entre elles, par leurs formes, qui sont le plus souvent sur plan octogonal engendrant une coupole dite à huit pans.

L'étude des coupoles ottomanes de Turquie nous permettra de retrouver les influences de l'architecture ottomane sur la production formelle de la coupole d'*al-Djazā'ir* construite entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle.

⁹⁸ Cf. H. STIERLIN, *Comprendre l'architecture*, 1979, p. 134.

⁹⁹ Cf. *Infra*. p. 158, Fig. 81.

¹⁰⁰ *Ibid.*

¹⁰¹ Cf. F. CRESTI, *Alger*, 1996, p. 13.

¹⁰² Cf. T. SCHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 16.

-Les coupoles ottomanes d'Istanbul

Les coupoles des mosquées ottomanes¹⁰³ sont sphériques, légèrement surbaissées¹⁰⁴, reposant sur des tambours en anneau percés d'un nombre importants de baies ajourées. La coupole réalisée en pierre, ne comprend aucun percement. Afin d'atteindre des diamètres aussi importants (Sinan atteint le diamètre de trente et un mètres vingt (31,20m) dans la coupole de la mosquée *Selimiye* d'Edirne), la grande coupole¹⁰⁵ centrale est contrebutée par plusieurs éléments assurant ainsi sa stabilité. Il s'agit d'arcs-boutants positionnés aux angles du carré, de demi-coupoles, de contreforts en forme de tours, ainsi que de coupolettes (fig.80).

Comparativement aux coupoles d'Istanbul, les coupoles d'*al-Djazā'ir*, sont de dimensions modestes. C'est pour cela qu'elle ne comporte aucun contrebutement à l'extérieur de l'édifice¹⁰⁶. La stabilité de la coupole est assurée à l'intérieur du carré de la coupole¹⁰⁷.

Sinan a largement exploité dans ces réalisations le plan fondé sur l'octogone; qui favorise l'alternance entre les absides et les trompes, accentuant la centralité de ses œuvres. L'emploi de l'octogone est très fréquent au niveau des tambours qui supportent les grandes coupoles centrales, notamment avec la *Selimiye* d'Edirne que l'architecte met en chantier dès 1570 avec une mise en valeur de l'octogone, qui lui permet de concrétiser le plus parfait de ses concepts et de réaliser la plus admirable création de l'art ottoman¹⁰⁸. (fig. 81).

Une des particularités de l'espace religieux ottoman était l'obtention d'une exceptionnelle cohésion spatiale grâce à un éclairage sans précédent : plus de deux cent soixante-dix (270) baies font de l'espace intérieur de la mosquée *Selimiye* un lieu à la fois intime et protégé, mais aussi ouvert sur l'infini¹⁰⁹.

D'inspiration byzantine, les ouvertures étaient planes, intégrées dans un tambour polygonal, parfois en retrait par rapport à un mur en redents (fig. 81). Un exemple intéressant est celui du palais Topkapi d'Istanbul construit au début du XV^{ème} siècle. Il présente des ouvertures similaires à celle des coupoles d'*al-Djazā'ir* ottomanes. Leurs formes présentent des arcades en saillie par rapport aux courbes des voûtes et des coupoles (fig. 82).

¹⁰³ Nous tenons à signaler qu'il ya un manque de documentation concernant les coupoles ottomanes. L'ensemble des ouvrages consultés traitent de l'organisation spatiale des édifices et non des coupoles ni de leur système constructif. Cf. D. KUBAN, *The style of Sinan's*, 1985.

¹⁰⁴ Cf. G. ROUSSEAU, *L'Art décoratif Musulman*, 1934, p. 43.

¹⁰⁵ Le diamètre de ces coupoles avoisine celui de sainte-Sophie de 31 mètres.

¹⁰⁶ Cf. Supra. p. 70.

¹⁰⁷ Cf. Infra. p. 189.

¹⁰⁸ *Ibid.*, p. 168.

¹⁰⁹ Cf. L. MOZZATI, *L'Art de l'Islam*, 2003.

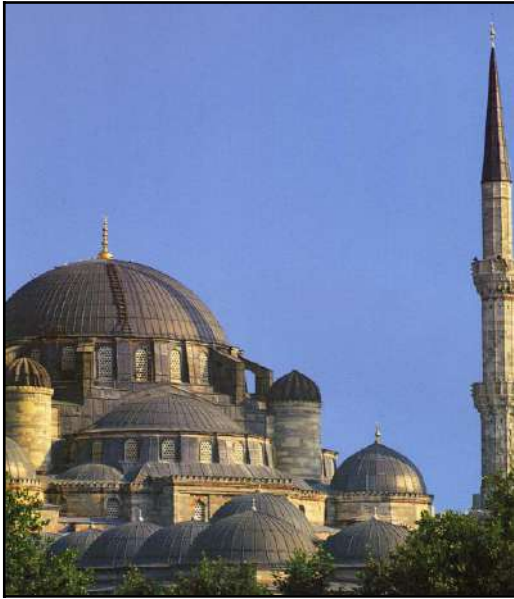
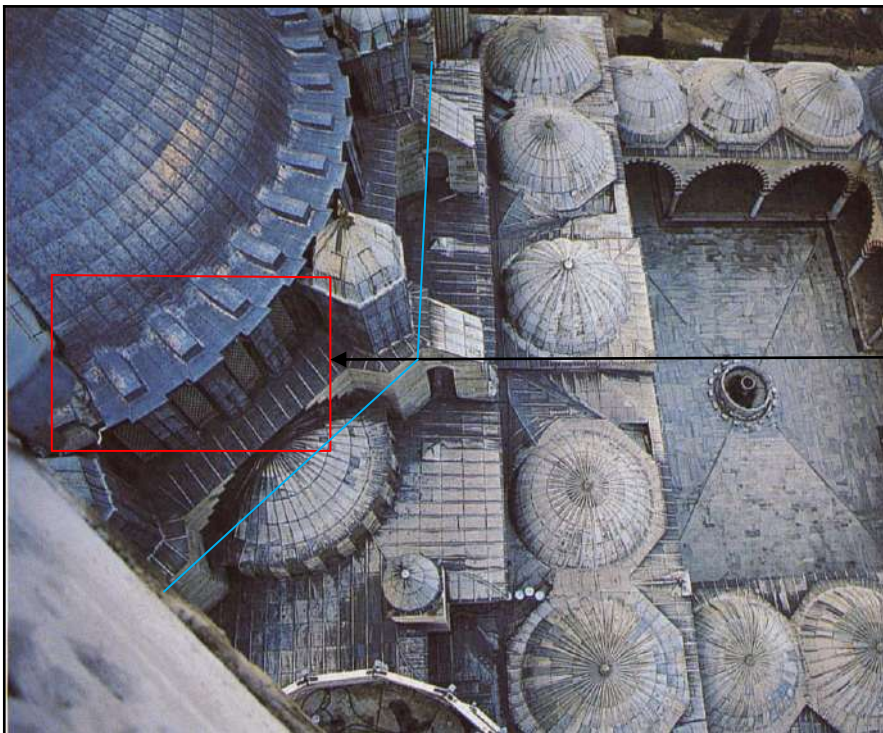


Fig.80 : Le contrebutement de la grande coupole, mosquée *Shahzade* (1543-1548), Istanbul.
(Source : L. MOZZATI, *L'Art de l'Islam*, 2003, p. 315).



Ouvertures ajourées en retrait par rapport aux petits contreforts.

Fig. 81 : L'exaltation de l'octogone, mosquée *Selimiye* de *Selim II*, 1570-1574.
(Source : L. MOZZATI, *L'Art de l'Islam*, 2003, p. 321).

Dans les mosquées algéroises de la période ottomane, la lumière est très modérée. Les percements dans les murs ne sont pas très importants, encore moins au niveau des coupoles, qui comportent un maximum de huit (08) fenêtres, comme c'est le cas à '*Alī Bidjnīn*. Deux exceptions sont représentées par la mosquée *Katshāwa* et le mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān* dont les coupoles reçoivent vingt-quatre (24) fenêtres en arcades, procurant à l'espace une importante luminosité¹¹⁰.

Les coupoles ottomanes d'Istanbul reçoivent le même revêtement que celles des coupoles byzantines. Elles sont couvertes d'un revêtement particulier mettant en évidence les arêtes des coupoles (fig. 83). Ce sont des couvertures réalisées en feuilles de plomb sur charpente de bois¹¹¹. Certaines coupolettes sont seulement ornementales, elles définissent des dômes montés sur une armature en bois, recouvertes du même revêtement (fig. 84).

Les extrados des coupoles ottomanes d'*al-Djazā'ir* reçoivent des nervures en saillies identiques à celles des coupoles de Turquie, mais leur nombre correspond à celui des pans de la coupole, à savoir huit (fig. 85).

L'intrados des coupoles ottomanes est le plus souvent sur base octogonale. C'est le cas de la mosquée *Yildirim* de Bursa construite entre 1391 et 1400, matérialisée par deux coupoles dont l'une est sur base octogonale avec trompes (fig. 86). Le bain *d'Haseki Hurrem* ou la salle du tepidarium est surmontée d'une coupole sur base octogonale avec de petits oculus de verre. Il faut noter que dans les deux cas cités, la base de la coupole octogonale est reprise par la demi-sphère.

La coupole octogonale à pans a été identifiée dans deux édifices en Turquie, dans la mosquée Bayazid I^{er} à Edirne (1414)¹¹², au niveau de la première coupole devant la porte d'entrée (fig. 87). Elle est portée par un tambour octogonal, percé d'ouvertures, et surmontée d'une lanterne. Son extrados est recouvert de feuilles de plomb¹¹³. Le second cas est représenté par les coupoles en briques qui couvrent les cuisines du palais Topkapi à Istanbul. La transition est réalisée par des trompes coniques (fig. 88). De l'extérieur, ces coupoles sont couvertes par des dômes sphériques.

Le tracé des mosquées ottomanes est le résultat de manipulations géométriques rigoureuses. L'espace central est fondé sur une géométrie faisant ressortir des proportions et des relations entre le plan horizontal et son élévation, obéissant tous les deux aux mêmes principes conceptuels (fig. 89). Le diamètre de la coupole centrale représente un module de base déterminant celui des coupolettes, ainsi que la hauteur de l'édifice.

¹¹⁰ Cf. *Infra*, p. 188, fig. 111.

¹¹¹ Cf. H. STIERLIN, *La Turquie*, 2002, p. 108.

¹¹² S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 185.

¹¹³ D'autres coupoles à quatre pans surmontent la salle de prière de cette mosquée.

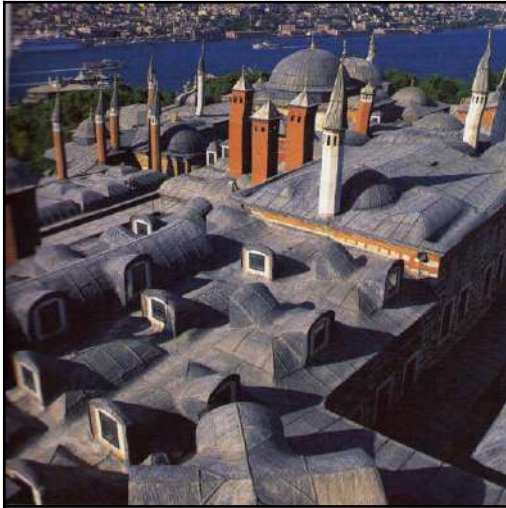


Fig. 82 : Les ouvertures en saillie.

A gauche : Palais de Top Kapi, Istanbul.

(Source : Découvrir l'art islamique, 2007, p. 230).

A droite : Mausolée *Sīdī Muḥamad al-Sharīf*, Casbah d'Alger. (Source : bureau d'étude Atelier 3D).



Fig. 83 : Un collège d'étudiant, Turquie, nervures espacées.

(Source : J. FREELY, *Sinan*, 1992, p. 44).



Fig. 84 : La Grande Mosquée de Brousse.

(Source : S. K. YETKIN, *L'architecture turque*, 1962, planche LVIII).



Fig. 85 : Citadelle d'Alger.

(Source : auteur, juillet 2010).



Fig. 86 : Coupoles ottomanes sur base octogonale.

A gauche : Mosquée de *Yildirim Bayazid* de Brousse.

A droite : *Hammam d'Haseki Hurrem* réalisé en 1556 par Sinan à Istanbul.

(Source : H. STIERLIN, *Turquie*, 2002, p. 88 et 146).



Fig. 87 : Mosquée Bayazid I^{er} à Edirne.

(Source : S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 183).

En conclusion, nous pouvons avancer que les influences de la coupole octogonale d'*al-Djazā'ir* renvoient à un périmètre de recherche très vaste. L'étude des coupoles byzantines et ottomanes nous a permis de retrouver plusieurs éléments de similitude. Ces éléments ne sont cependant pas des répliques exactes des référents orientaux. Ils sont pour la plupart plus modestes, que ce soit dans les dimensions ou dans leur ordonnancement.

Ceci s'explique par plusieurs raisons, premièrement, par l'exiguïté des assiettes foncières dans la ville d'*al-Djazā'ir*. Nous savons que l'ensemble des constructions de l'époque ottomane ont été réalisées sur d'anciens édifices datant de l'époque arabo-berbère¹¹⁴, des édifices de taille modeste. Les coupoles d'*al-Djazā'ir* avaient donc des dimensions relativement moyennes, de l'ordre de onze mètres (11m) de diamètre par rapport à celles construites à Istanbul et qui dépassaient une trentaine de mètres (30m).

La seconde raison est liée aux matériaux de construction. Les coupoles ottomanes étaient réalisées généralement en pierre, alors que celles d'*al-Djazā'ir* étaient toutes conçues en briques cuites.

La troisième raison serait en rapport avec la main d'œuvre et le savoir-faire. Les édifices algérois représentaient des expériences nouvelles, un champ d'expérimentation confronté à des procédés locaux qui s'adaptaient au fur et à mesure à de nouvelles techniques importées. Alors qu'à Istanbul, les maîtres bâtisseurs avaient bénéficié des expériences byzantines, basées sur des procédés et des techniques ayant fait leurs preuves sur des œuvres architecturales souvent grandioses. Les *m'allams* algérois s'initiaient progressivement aux nouveaux savoir-faire tout en essayant de les adaptés à leur contexte.

Plusieurs emprunts formels à l'architecture ottomane et byzantine ont été identifiés dans les coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir*, à savoir :

- L'organisation spatiale des grandes mosquées d'*al-Djazā'ir* à l'image des basiliques et mosquées ottomanes de Turquie¹¹⁵. Ces dernières définissent une hiérarchie spatiale, faisant de l'espace central le cœur de l'édifice. Le principe de centralité fut accentué par un système de couverture à grande coupole entourée de coupolettes ;
- La base octogonale des coupoles hémisphérique de Turquie, les coupoles d'*al-Djazā'ir* sont de forme octogonale à pans;
- La surélévation des coupoles ottomanes par des tambours octogonaux, reprise au niveau de certaines coupoles à *al-Djazā'ir*, comme celle de la mosquée *al-Şafir*.
- Les saillies de nervures méridiennes au niveau de l'extrados des coupoles ottomanes empruntées à l'architecture byzantine (assurant le rôle de raidisseur), ont été reprises à d'*al-Djazā'ir*, par huit nervures soulignant les arêtes des huit pans.

¹¹⁴Cf. T. SHUVAL, *La ville d'Alger*, 1998, p. 195.

¹¹⁵ Cf. Supra. pp. 65-72.



Fig. 88 : Coupole octogonale à pans, palais de Topkapi, Istanbul.
(Source : S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 238).

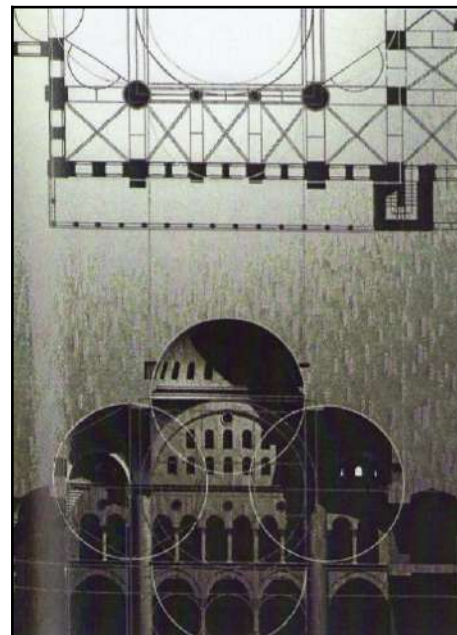
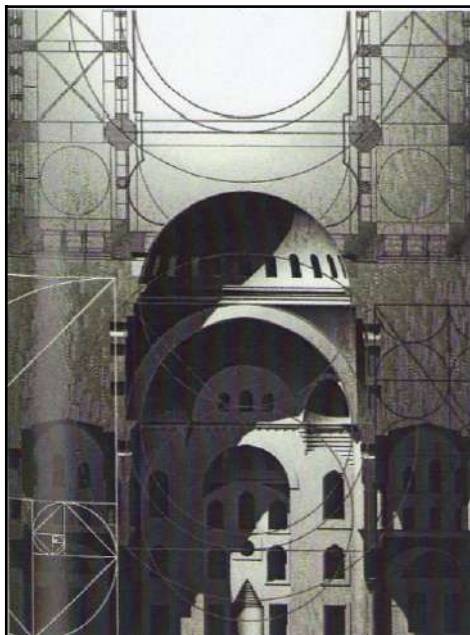


Fig. 89 : Tracé géométrique des mosquées ottomanes.
(Source : N. PARISI, *Sinan*, 2008, pp. 145-149).

- Les ouvertures ajourées trouvent des référents en Orient, dans les mosquées et basiliques, leur nombre est important créant de grands faisceaux lumineux. Celles d'*al-Djazā'ir* sont spécifiques avec des consoles en arcade, nous les retrouvons dans le palais royal de Topkapi, l'une des principales résidences des sultans jusqu'au XIX^{ème} siècle.

3-4-L'influence occidentale européenne

La dernière source d'inspiration des coupoles d'*al-Djazā'ir* identifiée dans cette recherche est d'origine européenne, plus particulièrement de l'époque de la Renaissance italienne¹¹⁶.

Les Européens, esclaves ou libres, étaient très souvent insérés dans le domaine de la production architecturale¹¹⁷. Parmi ces chrétiens, certains ont eu l'occasion d'évoluer politiquement, décrochant parfois le titre suprême de *Bāshā*. C'est le cas du *al-Ḥādīj Ḥosayn*, renégat italien surnommé *Mīzū Murṭū*, ainsi qu'*al-qāyad Ṣafar ban Abd Allah*, fondateurs de deux grandes mosquées hanéfites portant chacune leur nom respectif¹¹⁸.

Les ouvriers des chantiers de construction pouvaient être donc musulmans de statut libre (*bannā' muslim*) ou esclaves de confession chrétienne (*nṣāra al-Baylik*) loués durant la période des travaux¹¹⁹. « Dans la construction d'*al-Djāma' al-Djadīd*, un nombre considérable de maîtres maçons chrétiens dirigé par un architecte « m 'allam Bannā' al-naṣrānī, étaient associés à la construction de la mosquée »¹²⁰. Ceci peut expliquer la volumétrie de cet édifice religieux, formant une croix latine. Il s'agit en fait d'une combinaison du plan central et du plan longitudinal¹²¹.

De plus, les grands architectes de la Renaissance italienne ont énormément influencé l'architecture ottomane, « quelque soit l'antagonisme entre les deux parties du monde qui se partagent l'aire des grandes civilisations du passé, il subsiste toujours le trait d'union des marchands et des ambassades »¹²². C'est ainsi que les grands artistes italiens furent conviés à Istanbul pour partager leurs expériences avec les architectes ottomans.

¹¹⁶ En effet, la ville d'*al-Djazā'ir*, comportait durant l'époque ottomane une population très variée, composée d'un nombre important de captifs chrétiens de différentes nationalités, ainsi qu'un nombre important d'européens libres venus s'installer dans la Régence. Les esclaves chrétiens exerçaient divers métiers artisanaux, appartenant à des maîtres d'atelier, ou loués moyennant salaire à des patrons suivant des conventions réciproques. Cf. D. De HAËDO, *Topographie*, 2004, p. 107.

¹¹⁷ Cf. A. TEMIMI, Documents inédits, 1968, p. 125.

¹¹⁸ Cf. DEVOULX, *Les édifices religieux*, 1870, p. 194, p. 241.

¹¹⁹ Cf. S.CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 340.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 93.

¹²¹ Cf. Supra. pp. 73-74.

¹²² Cf. H. STIERLIN, *Turquie*, 2002, p. 225.

« Bien que Sinan ne se soit jamais rendu en Italie, et qu'il soit peu vraisemblable qu'il ait étudié les théories architecturales de la Renaissance italienne, développées dans les traités de Vitruve ou de L.B. Alberti, les Ottomans connaissaient la pensée occidentale. Fatih le conquérant fit venir trois peintres italiens pour décorer Topkapi Sarayi et commanda son portrait à Gentile Bellini. Il subventionna les recherches de savants grecs et turcs[...]. Machiavel comparait Fatih à un prince de la Renaissance et son fils, Bayazid II, demanda en vain à L. De Vinci puis à M. Ange, un projet de pont qui enjamberait la Corne d'Or. Sinan est lui-même un homme de la Renaissance par la constante évolution de ses réalisations architecturales, par sa formation nourrie deux siècles d'expérience d'architecture turque, de l'étude des édifices byzantins, mais aussi d'une expérience d'ingénieur du Génie, forgé au cours de vingt années de campagne militaire »¹²³.

La relation entre la cour ottomane et les hommes de science italiens était très importante, créant des échanges mutuels de savoir-faire dans différents domaines notamment dans celui de l'art en général et celui de l'architecture en particulier. Cette influence peut se retrouver dans des convergences assez troublantes, au niveau des éléments architecturaux et de décors (fig. 90).

La présence des Chrétiens à *al-Djazā'ir*, tout comme les échanges artistiques entre l'Italie et Istanbul ont eu un impact sur la production architecturale et artistique dans cette ville méditerranéenne, notamment sur la forme des systèmes de couverture, définissant des similitudes avec les coupoles du Quattrocento.

-Les dômes de la Renaissance

Le dôme¹²⁴ de la cathédrale Santa Maria Del Fiore à Florence représentait « La référence » pour les architectes de l'époque. Premier dôme de la Renaissance réalisé par Brunelleschi entre 1420-1436 (fig. 114), il a été le modèle pour la réalisation de nombreux édifices de cette période. Nous citons le Tempietto de San Pietro in Montorio, à Rome (1502-1510) par Bramante, lui-même considéré comme référence. Ce dernier a servi d'inspiration pour le dôme de Michel-Ange de la basilique de Saint-Pierre, la cathédrale de Saint Paul à Londres, le dôme du Capitole des Etats Unis, le Panthéon à Paris, pour ne citer que les plus célèbres.

Le dôme de Brunelleschi est composé d'une double coque traçant un profil brisé (fig.91). Son plan est octogonal, à huit pans. Il fut réalisé à partir de nervures structurelles (fig. 92), qui contrebutent la carcasse interne. Il est posé sur un tambour de même forme, ouvert par des oculus circulaires.

¹²³ Cf. J. FREELY, *Sinan*, 1992, p. 45.

¹²⁴ Les coupoles de la période de la Renaissance étaient réalisées en double coque, définissant des dômes.

C'est une énorme coupole de quarante-trois (43) mètres de diamètre (égale au Panthéon de Rome), culminant à 115 m de haut, construite en briques sans cintre, percée de toutes petites ouvertures à peine visibles. Elle était entourée à plusieurs hauteurs d'un chaînage en bois de chêne¹²⁵. Les deux absides latérales de la cathédrale, sont également recouvertes par de petites coupoles octogonales à huit pans (fig. 91).

Cette coupole a été conçue, à partir de tracé géométriques rigoureux (fig. 93). D'importantes études ont précédé la réalisation de la coupole, des schémas et des dessins d'exécution ont été élaborés concevant chaque détail constructif, donnant une importance aux matériaux et à leur mise en œuvre.

Nous pouvons conclure que grâce au système de migration des populations européenne vers la ville d'*al-Djazā'ir*, les coupoles de la Renaissance ont probablement eu une influence sur la forme des coupoles à *al-Djazā'ir*. Ces dernières présentent la même forme octogonale soulignée par des nervures méridienne sur la face de l'extrados. Les dômes de la Renaissance sont par ailleurs surhaussés, ponctués par une lanterne¹²⁶. Par contre, les coupoles d'*al-Djazā'ir* présentent des profils en plein cintre et surbaissés. Les techniques constructives employées étaient différentes. Les coupoles conçues par les architectes italiens étaient à double coques avec des nervures structurelles. Celles d'*al-Djazā'ir* étaient réalisées en une seule masse monolithique, les huit arêtes se démarquant par des nervures externes.

Un autre point intéressant à signaler, est l'existence de chaînages horizontaux servant à consolider la coupole de Brunelleschi. La grande coupole de la mosquée du Dey à la Citadelle, laisse apparaître des chaînages horizontaux incorporés en paire de deux tirants en bois. Ce sont des systèmes similaires, plus élaborés en Italie, gardant le même principe de chaînage des coupoles, assurant l'équilibre formel et la stabilité de ces ouvrages en maçonnerie.

Certes, nos conclusions sont en partie partielles. Elles sont essentiellement basées sur l'étude de la population algéroise entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle ainsi que sur les déplacements d'artistes et d'artisans venant l'Europe vers l'Algérie et vers la Turquie. Nous n'avons trouvé aucun document qui atteste la référence de l'architecture algéroise à celle de la Renaissance italienne, néanmoins nous restons frappés par ces similitudes formelles.

¹²⁵ G et M. FANELLI, *La coupole de Brunelleschi*, 2004, p. 63.

¹²⁶ C'est le cas des coupoles néo-mauresques réalisées à Alger durant la période coloniale, dessinant le même profil allongé. Les coupoles de la période coloniale feront l'objet d'un autre travail de recherche postdoctorale.

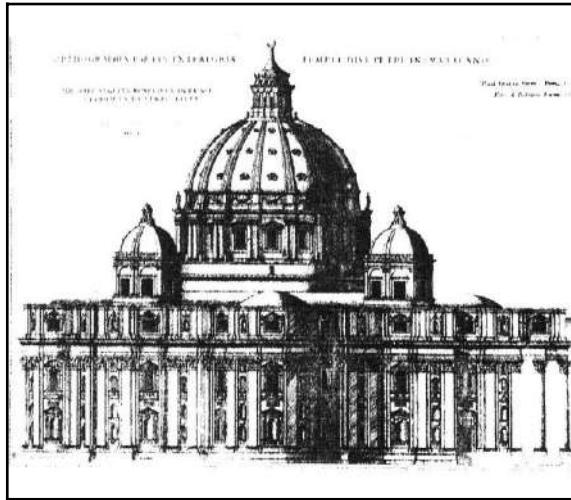


Fig. 90 : La basilique Saint-Pierre, Vatican. Grande coupole entouré de coupolettes (XVI^{ème}-XVII^{ème} siècle). Coupole réalisée par Michel-Ange.

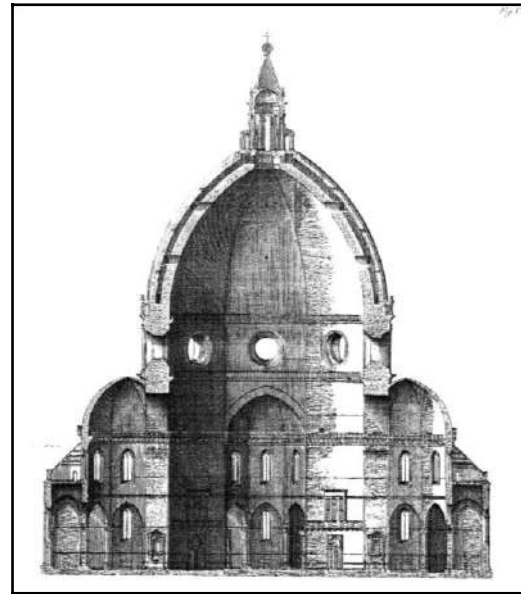


Fig. 91 : Santa Maria Del Fiore à Florence. Coupe sur la coupole¹²⁷.

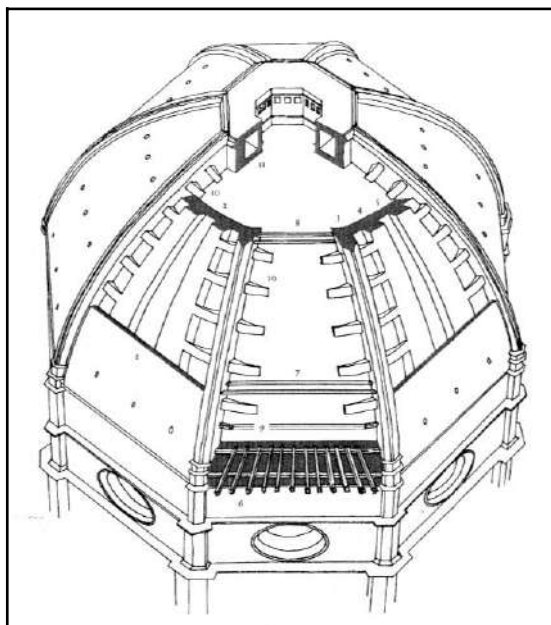


Fig. 92 : Le dôme à nervure de Brunelleschi, Santa Maria Del Fiore à Florence. Axonométrie des éléments structurels¹²⁹.

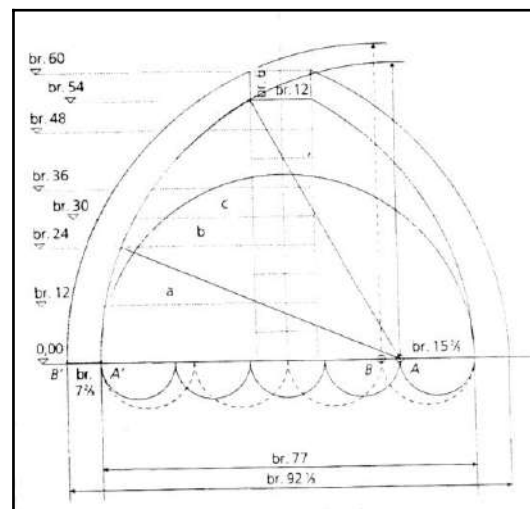


Fig. 93 : Tracé régulateur de l'intrados¹²⁸, sur lequel sont reportées une partie des indications contenues dans le programme de construction de 1420 de Santa Maria . Del Fiore

¹²⁷ G et M. FANELLI, *La coupole de Brunelleschi*, 2004, p. 87.

¹²⁸ *Ibid.*, p. 177.

¹²⁹ *Ibid.*, p. 98.

Conclusion (fig. 94)

La question des origines de la coupole octogonale *d'al-Djazā'ir* et des influences étrangères qu'a subie sa forme architecturale nous a mené à investir plusieurs grandes périodes historiques.

L'histoire de ces origines remonte à la civilisation mésopotamienne qui a introduit les premières formes de coupoles posées sur un carré, traitant de la problématique de la jonction entre le cercle et le carré. C'est ainsi que furent inventés des raccords qui ont évolué pour donner naissance aux trompes orientales. Les édifices mésopotamiens, étaient conçus sur un principe de centralité, matérialisé par l'émergence d'une coupole centrale encadrée aux quatre angles de coupolettes.

Les Romains puis les Byzantins ont transposé cette organisation spatiale centrale dans la conception de leurs temples et de leur palais. Ils ont introduit plusieurs formes de coupoles notamment les coupoles nervurées, et celles à pans. Nous avons souvent retrouvé la forme octogonale dont les pans pouvaient être rectilignes ou incurvés. Les nervures byzantines étaient incorporées dans la maçonnerie de la coupole.

L'Empire ottoman, à son tour, s'est fortement inspiré de cette organisation centrale. Souvent, la coupole glorifiait les monuments religieux et s'imposait dans le paysage urbain de leurs villes. Le principe de l'étagement des coupoles a été adopté à l'image de la basilique byzantine Sainte-Sophie.

Les grandes mosquées *d'al-Djazā'ir* conçues entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle ont repris cette organisation centrale. Celle-ci était représentée par le même système de toiture, mais sur un modèle architectural simplifié correspondant à la troisième et dernière étape d'évolution des mosquées ottomanes : une organisation centrale, matérialisée par une grande coupole entourée de coupolettes (parfois de voûtes), abandonnant les éléments empruntés à l'architecture byzantine à savoir les murs tympan, les demi-coupoles et la galerie narthex.

La forme des coupoles construite dans *al-Djaza'ir* durant cette époque est le résultat de plusieurs influences, fruit d'un brassage culturel et artistique.

L'apport des Andalous a fortement contribué à la production formelle des coupoles octogonales dans cette ville. Ces Espagnoles ont développé deux éléments, l'un formel et le second constructif. Il s'agit du plan octogonal des coupoles ainsi que du système de nervures entrecroisées définissant l'ossature des ces coupoles. Ces dernières ont constitué une source de référence pour les coupoles almoravides ajourées des Grandes Mosquées construites au XI^{ème} siècle dans la ville *d'al-Djaza'ir*.

Les coupoles andalouses ont évolué, donnant naissance aux coupoles octogonales à pans délimitées par des nervures méridiennes. Cette forme architecturale a été introduite au Maghreb et particulièrement à *al-Djaza'ir* par les andalous depuis la fin du XV^{ème} siècle. Ces derniers étaient fortement impliqués dans le domaine constructif dans cette ville et ont contribué à la production formelle de la coupole octogonale

Ils ont par conséquent participé au transfert et au développement des savoir-faire locaux par leur maîtrise des techniques constructives en briques, qui représentait le matériau par excellence dans cette ville. Aussi, la transition par le biais d'arcades angulaires dans les coupoles d'*al-Djazā'ir* se référait au même système identifié dans les coupoles de la Grande Mosquée de Cordoue.

La seconde influence est celle du pouvoir ottoman, fortement inspiré de l'architecture byzantine. Des similitudes ont été identifiées à savoir la base octogonale des coupoles d'*al-Djazā'ir* et celle de leurs tambours, empruntées à celle des mosquées ottomanes. Un second élément formel et constructif s'apparente aux coupoles ottomanes et byzantines. Il s'agit des nervures méridiennes en saillie au niveau de l'extrados des coupoles. A *al-Djazā'ir*, les coupoles comportent huit nervures définissant une forme à huit pans associée parfois à un tambour. Malgré ces ressemblances, les coupoles d'*al-Djazā'ir* ne constituent pas une reproduction identique de celle d'Istanbul. Le troisième volet de la première hypothèse et relatif à l'influence ottomane sur la forme de la coupole d'*al-Djazā'ir* n'est donc pas confirmé même si nous retrouvons certains éléments de similitude. En fait, ce que nous ne retrouvons pas c'est les modèles qui peuvent être identifiés comme identiques.

Les ouvertures ajourées des coupoles d'*al-Djazā'ir* sont spécifiques. Elles définissent des consoles en saillies en arcs allongé, à l'image de celle du grand palais Royal de Topkapi à Istanbul. Elles font référence aux ouvertures des basiliques byzantines insérées dans de petites consoles, entre deux petits contreforts. En plus de leur rôle esthétique, ces éléments en console protègent les ouvertures contre les infiltrations des eaux de pluie.

L'influence européenne de l'époque de la Renaissance, résulte d'une part des différents voyages et échanges d'expérience entre la cour ottomane et l'Italie entre le XIV^{ème} et XV^{ème} siècle, d'autre part du nombre important d'européens insérés dans la vie sociale algéroise, employés notamment dans des chantiers de construction. La ressemblance formelle entre les coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir* et celles de Florence est telle qu'on ne peut pas nier cette référence. La coupole octogonale d'*al-Djazā'ir* reprend la silhouette des coupoles florentines avec un profil plus bas, se rapprochant du plein cintre. Elles sont réalisées en briques, laissant apparaître des nervures sur l'extrados délimitant les huit pans. Ce procédé constructif fera l'objet de la deuxième partie de la recherche.

Ainsi ces nervures méridiennes, ont été employées à plusieurs époques : dans l'architecture romaine elles constituent des éléments structurels en maçonneries ; à l'époque byzantine elles sont positionnées dans le même sens en assurant le rôle de raidisseur, et dans les coupoles ottomanes elles apparaissent sur leur extrados, et sont transposées en saillie à *al-Djazā'ir*, au nombre de huit arêtes. Elles constituent des éléments de permanence dans la conception des coupoles d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane.

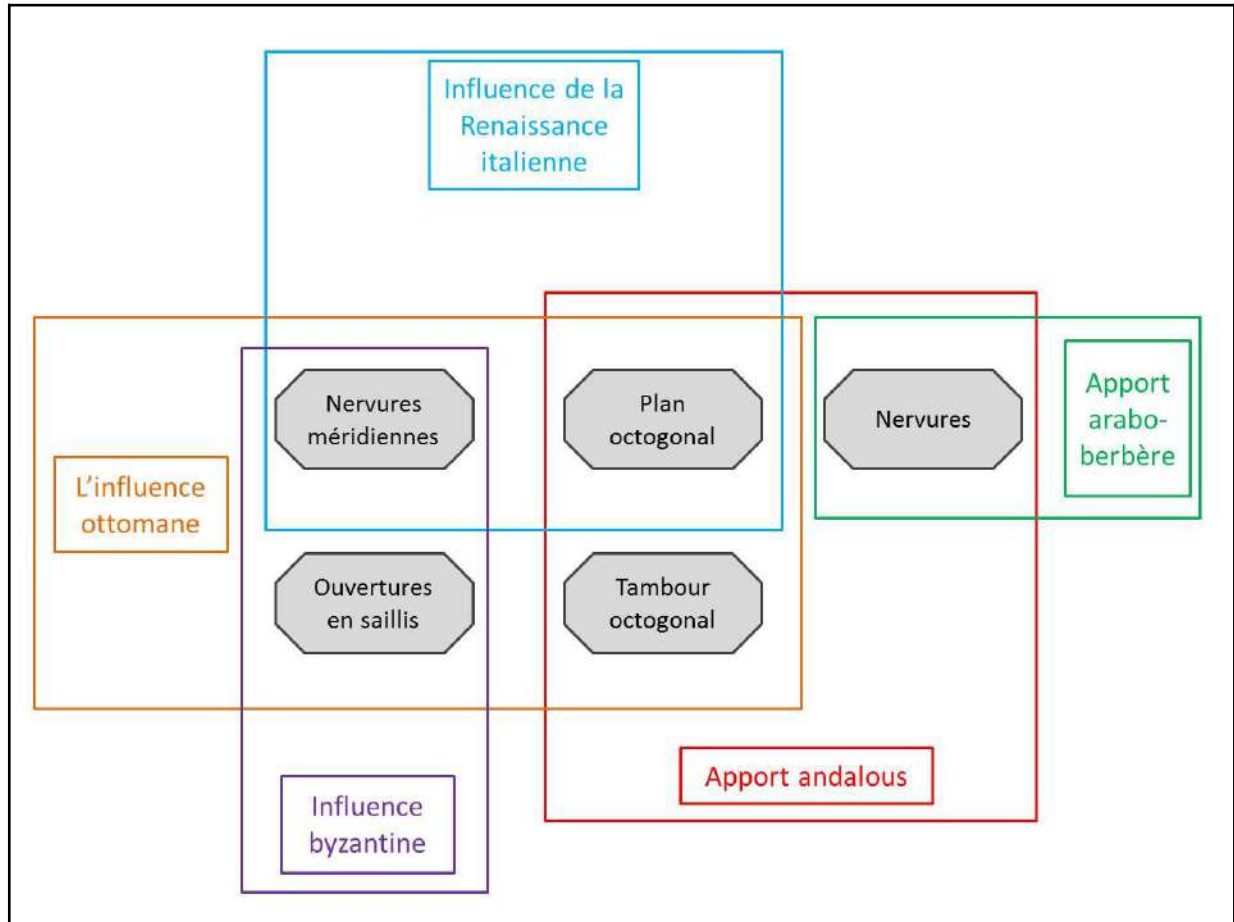


Fig. 94 : Les éléments constitutifs de la coupole octogonale d'*al-Djazā'ir* ottomane et leurs influences.

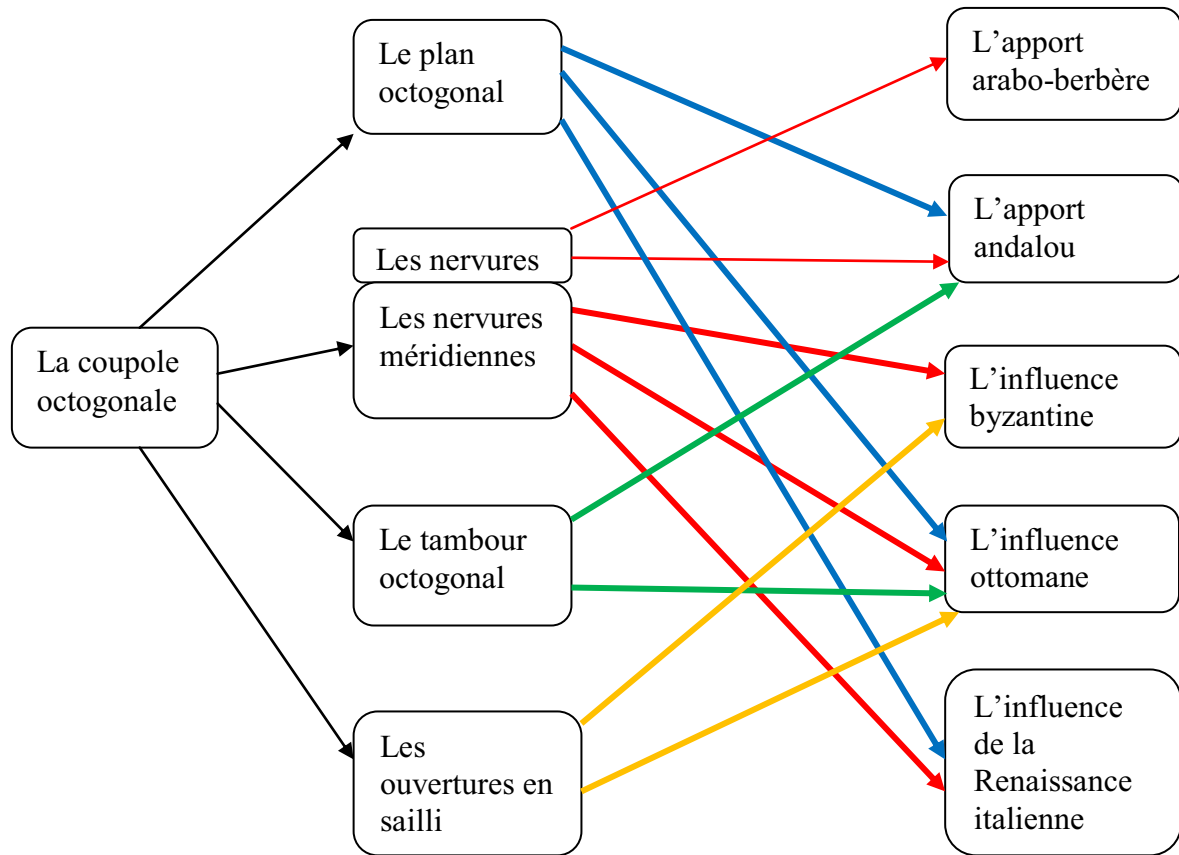


Fig. 94 : Les éléments constitutifs de la coupole octogonale d'*al-Djazā'ir* ottomane et leurs influences.

Chapitre 6 : Forme et géométrie

Introduction

Ce troisième chapitre de la deuxième partie de notre recherche s'intéressera plus particulièrement à la forme architecturale des coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir*. Il s'agira d'analyser la structure formelle ainsi que ses éléments de composition dans le but de comprendre la construction géométrique ainsi que les différentes imbrications entre les éléments qui la compose.

Cette étude constitue une base, une assise pour le prochain chapitre concernant la mise en œuvre de ces coupoles. Elle se basera en premier lieu sur un travail de terrain, de repérage et de choix des cas à étudier. Des reportages photographiques importants ont été élaborés sur l'ensemble des coupoles de la ville, ainsi que la récupération de certains relevés architecturaux, représentant la base de toute étude géométrique.

En second lieu, il s'agira d'analyser les éléments composants ces coupoles afin de cerner les mécanismes de jonction et de montage qui faciliteront la compréhension du procédé constructif. La métrologie est une piste intéressante pouvant expliquer certains rapports dimensionnels entre les éléments constitutifs.

La coupole octogonale est décomposée en huit sections, posées sur un carré ou sur un plan quadrangulaire¹. Ses dimensions atteignent onze mètres (11m) de diamètre sur six mètres cinquante (6,5m) de hauteur à *'Ali Bitchnīn*, représentant une structure monolithique lourde et sans allègement. La transition entre la calotte² et les supports est représentée par des trompes, des pendentifs, mais aussi par un troisième système composé par trois arcs brisés.

Ce chapitre s'articulera autour de trois volets, étudiant chacun un système de transition. L'échantillonnage élaboré sur la base de critères sélectifs sera présenté en début de chapitre.

¹ La forme de la base des coupoles n'est pas toujours représentée par un carré parfait, ses angles sont souvent très différents. Cela dépend essentiellement de l'assiette foncière et de la topographie du terrain.

² La calotte représente la demi-sphère, la partie supérieure de la coupole. Cf. Supra. p. 18.

1-Echantillonnage

Dans le quatrième chapitre relatif à l'inventaire des édifices à coupoles dans la ville d'*al-Djazā'ir*, nous avons identifié les différentes formes de coupoles. La forme représentative est la coupole octogonale à huit pans. Notre échantillonnage concernera donc uniquement les coupoles de cette forme.

Les échantillons serviront de cas d'études pour ce chapitre concernant la « forme et la géométrie des coupoles », ainsi que pour la troisième partie relative à la transmission du savoir-faire constructif traditionnel. Ils devront donc remplir des conditions précises nous permettant d'en étudier les aspects formel, structurel et ornemental.

1-1-Choix des échantillons représentatifs

Ce choix s'est effectué par rapport aux critères suivants :

1-La forme des coupoles : cette forme doit être octogonale à huit pans, avec des profils différents : ils peuvent être brisés, surbaissés, ou plein cintre.

2-Les dimensions des coupoles : celles-ci doivent être différentes (une grande, une moyenne, une petite) ; afin de vérifier l'impact de la taille sur la forme et le système constructif.

3-La fonction des édifices et la position des coupoles : ces dernières doivent couvrir des espaces différents³ ; pour permettre de vérifier si la fonction influe sur la forme.

4-Le système de transition des coupoles choisies doit avoir des formes de raccordement différentes pour permettre l'étude des trois cas de transition et leurs variantes, si elles existent.

5-Le matériau de construction : celui-ci doit être apparent, les coupoles doivent être décapées entièrement ou en partie, ou au moins laisser apparaître un détail constructif. Elles peuvent présenter des dégradations importantes ou être le support d'un traitement particulier.

Remarque : au cours de l'analyse formelle-géométrique et constructive de ces coupoles, d'autres échantillons complémentaires pourront être inclus afin d'élargir l'échantillonnage pour pouvoir valider certains résultats.

³ Les coupoles ont été identifiées dans de nombreux édifices dans la Casbah d'Alger, dans les maisons d'habitations couvrant différents espaces, les édifices religieux, militaires ainsi que dans les bains publics, cf. Supra. p. 110-118.

1-2-Les échantillons représentatifs

La mosquée 'Alī Bitchnīn (échantillon n°1)

- 1-Coupole octogonale, profil brisé ;
- 2-Grande coupole, diamètre de (10,60m x 11m) ;
- 3-Position de la coupole : recouvrant l'espace principal de la mosquée entourée de quatre galeries, dont l'une dédoublée ;
- 4-Système de transition : par le biais de trois arcs, insérant une coupolette ;
- 5-Enduits décapés, structure apparente ⁴;

La mosquée du Dey à la Citadelle (échantillon n°2)

- 1-Coupole octogonale profil plein cintre;
- 2-Grande coupole, diamètre de (10,20m x 10,30m) ;
- 3-Position de la coupole : couvrant l'espace central de la mosquée, entourée de quatre galeries à voûte d'arêtes, et coupolettes aux angles ;
- 4-Système de transition : par trois arcs définissant des triangles sphériques ;
- 5-La mosquée est en cours de restauration ; les murs extérieurs et intérieurs sont dénudés⁵ ;

Le bain du Harem Citadelle d'Alger (échantillon n°3)

- 1-Coupole octogonale surbaissée sur tambour;
- 2-Coupole de taille moyenne (3,30m x 3,20m) ;
- 3-Position de la coupole : recouvrant l'espace principal du bain ;
- 4-Système de transition : par des trompes, définissant des arcs intermédiaires ;
- 5-La structure présente des lézardes importantes.

Le bain des Aghas à la Citadelle d'Alger (échantillon n°4)

- 1-Coupole octogonale profil plein cintre;
- 2-Coupole de taille moyenne (3,93m x 3,86m) ;
- 3-Position de la coupole : couvrant l'espace principal du bain ;
- 4-Système de transition : par des pendentifs triangulaires ;
- 5-Enduit décapés, structure apparente.

Coupole dans une maison à patio (échantillon n°5)

Adresse : 1 Impasse Saïd Amara, Casbah d'Alger

- 1-Coupole octogonale surbaissée ;
- 2- Coupole de petites dimensions (1,10m x 1,15m).
- 3-Position de la coupole : recouvrant l'escalier menant à la terrasse de la maison ;
- 4-Système de transition : pendentifs triangulaires horizontaux ;
- 5-Enduit de l'extrados décapés en partie.

⁴ Les clichés utilisés nous ont été fournis par le bureau d'étude Atelier 3D, datant de 2001.

⁵ Clichés de l'auteur, datant de juillet 2010. La mosquée est en cours de restauration depuis plusieurs années, les coupoles ont été restaurées durant l'été 2010.

2-La transition par les arcs

Dans le cadre de l'étude de ce système de raccordement particulier, inspiré des coupoles andalouses de Cordoue⁶, nous étudierons deux édifices faisant partie de notre échantillonnage, comportant de grandes coupoles octogonales dont la liaison avec le plan carré se réalise par trois arcs brisés. Il s'agit de la mosquée *'Alī Bitchnīn*, la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger. Nous avons fait appel à un échantillon complémentaire, le mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*, dont la coupole présente un système d'ouverture particulier.

La mosquée *'Alī Bidjnīn* (16622-23) représente le premier modèle à grande coupole entourée de coupolettes apparu dans le paysage algérois du début du XIX^{ème} siècle. La mosquée de la Citadelle (1818), représente l'une des dernières mosquées construites dans la ville. Elle comprend un système de couverture plus simplifié que celui du modèle initial, le nombre des coupolettes entourant la grande coupole est réduit à cinq (05). Le mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*, présente une singularité au niveau des percements composé de trois baies en arcade. Une organisation tripartite inspirée probablement de l'arcade trilobée, constituant une ornementation de l'extrados de la coupole.

Le système de transition entre la coupole et le carré de base se réalise par trois arcs : un arc chanfreiné⁷ qui s'appuie sur deux colonnes intermédiaires ainsi que deux autres arcs enjambant les angles du carré de base, et permettent de réaliser la transition entre la base carré et la coupole. Les surfaces triangulaires résultant de la liaison ne constituent pas un raccordement mais des remplissages de différentes formes (fig. 95).

2-1-La mosquée *'Alī Bidjnīn*: grande coupole /coupolettes

Le plan de cette mosquée est trapézoïdale, d'une longueur de vingt-cinq (25) mètres, sa façade principale mesure 25 mètres non compris les annexes. Son mur de fond étant de vingt-un (21) mètres (fig. 95). La couverture de la mosquée se compose d'une grande coupole octogonale, entourée à l'origine de vingt et une (21) coupolettes. Ces dernières développent les mêmes caractéristiques formelles que la grande coupole.

L'une des plus importantes modifications de la mosquée fut la destruction de six coupolettes au niveau des deux galeries de fond de la salle de prière. Elles ont été remplacées par une grande coupole à quatre pans couronnée par une verrière rectangulaire datant de la période coloniale (fig. 98). Le projet de restauration entamé en 2001 a prévu la restitution des six (06) coupolettes donnant au système de couverture sa forme originelle. Ce dernier est identique à celui de la mosquée *Katshāwa* (fig. 96). La coupe effectuée par P.A. Guiauchain, architecte en chef des bâtiments civils en Algérie⁸, montre clairement la structure des coupolettes de différentes formes entourant celle du centre. Ce document très important a permis la restitution de la partie détruite au niveau de la mosquée *'Alī Bidjnīn*.

⁶ Cf. Supra. p. 145, fig. 69.

⁷ Cf. Infra. p. 210, fig. 135.

⁸ Cf. A. KOUMAS, *L'Algérie et son patrimoine*, 2003, p. 59.

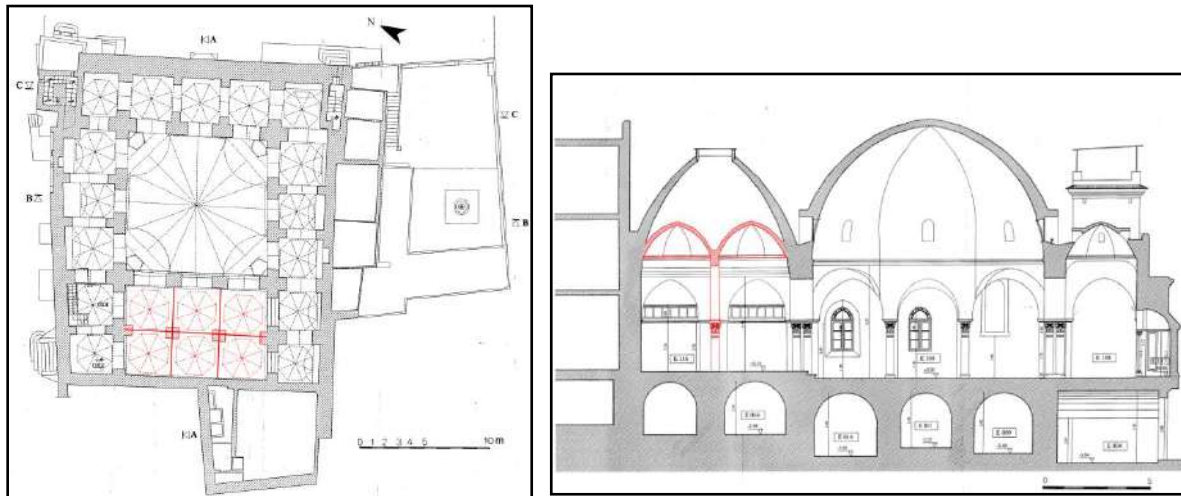


Fig. 95 : Plan et coupe longitudinale sur la mosquée 'Alī Bidjnīn.

Restitution des coupolettes de la double galerie de fond.

(Source : bureau d'étude Atelier 3D, étude de restauration de la mosquée 'Alī Bidjnīn, juin 2001, traitement en rouge de l'auteur).

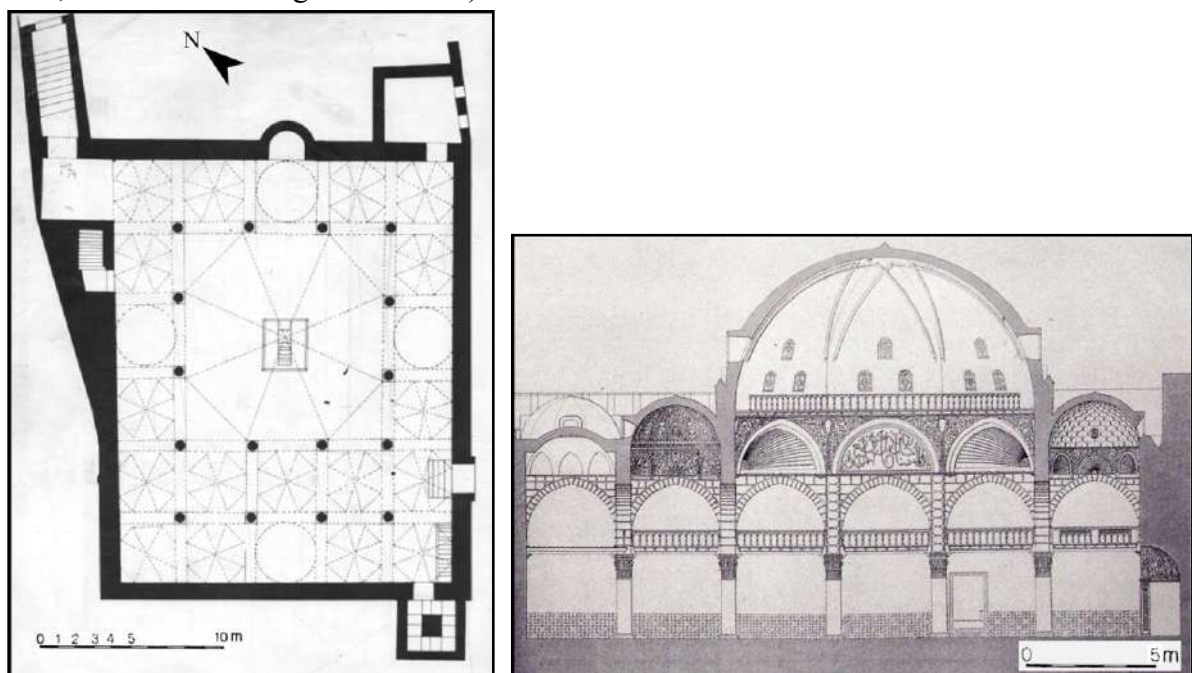


Fig. 96 : La mosquée *Katshāwa*.

A gauche : Plan de la salle de prière. (Source : R. DOKALI, *Les mosquées*, 1974, planche. V).

A droite : Coupe sur la mosquée montrant les différentes coupes.

(Source : A. KOUMAS, *L'Algérie et son patrimoine*, 2003, p. 59).

2-1-1-Les coupolettes octogonales

Les coupolettes sont octogonales formant huit pans, délimitées par des nervures saillantes. Ces dernières sont recouvertes d'un enduit ne laissant apparaître qu'une ligne pour souligner l'arête. Quatre pans sont alternativement percés de petites fenêtres en arcade. Celles-ci sortent en saillie par rapport à l'inclinaison du pan, formant angle droit avec le plan de la terrasse.

Ces coupolettes présentent des tailles différentes, en fonction de leur position dans l'édifice. Elles varient en hauteur⁹ (entre 1.20m et 1.40m) ainsi qu'au niveau de leurs diamètres (entre 2,60m et 3,20m) (fig. 97 et 98). Ces coupolettes ne sont pas forcément alignées sur une même ligne droite. A 'Alī Bidjnīn, la rangée de coupolettes à gauche du mihrab présente un décalage par rapport à leurs centres. Ceci est dû à l'irrégularité de la coupole centrale ainsi que les tailles différentes des coupolettes.

Ce qui démontre que chaque coupolette s'adaptait à sa base représentée parfois par un carré irrégulier. Le maçon « *qabbāb* » devait concevoir chaque coupole selon des caractéristiques géométriques propres, conditionnées par sa base octogonale. Sa forme dépendait également de son exécution, du savoir-faire de son constructeur. Ceci a fait que ces coupolettes octogonales à huit pans pouvaient prendre des profils brisés différents : surbaissé, plein cintre (fig. 99 et 107). La coupolette était posée sur un mur ou une arcade dont la largeur était variable (fig. 97).

L'irrégularité du plan de base de l'édifice empêchait les *qabbāb* de se rapprocher d'une géométrie absolue pour l'exécution des coupolettes. Les solutions géométriques étaient trouvées au fur et à mesure que l'édifice se construisait. La diversité des tailles et des profils des coupolettes nous conduit à avancer que seule la forme octogonale représentait un élément de permanence. La construction des coupolettes octogonales était réalisée individuellement n'assurant aucune cohérence d'ordre géométrique : parallélisme, symétrie, axialité.

La construction géométrique de l'octogone¹⁰ à partir d'un tracé rigoureux¹¹, ne peut être appliquée sur des bases quadrangulaires irrégulières. Le bâtisseur ne pouvait donc pas se conformer à une géométrie rigoureuse, néanmoins nous pensons que le cercle inscrit dans le carré de base reste un élément important qui oriente le positionnement de l'octogone. La forme de la coupole était le résultat de l'expérience et d'une approche empirique.

⁹ Ceci a été confirmé au niveau de la mosquée du Dey de la Citadelle d'Alger.

¹⁰ L'octogone régulier obtenu par la rotation d'un carré de 45° était à la base de conception de plusieurs édifices byzantins et musulmans tel le Dôme du Rocher, l'église Saint-Vital de Ravenne, l'église de l'Ascension à Jérusalem, ...etc, M. ÉCOCHARD, *Filiation de monuments*, 1977, pp. 17-22.

¹¹ Le tracé géométrique de l'octogone est obtenu par la rotation du carré de base de 45°. On dessine un carré, puis des deux diagonales pour obtenir le centre d'un cercle. Les tangentes aux cercles qui coupent perpendiculairement les diagonales, définissent les huit nouveaux côtés de l'octogone. *Ibid.*, p. 22.

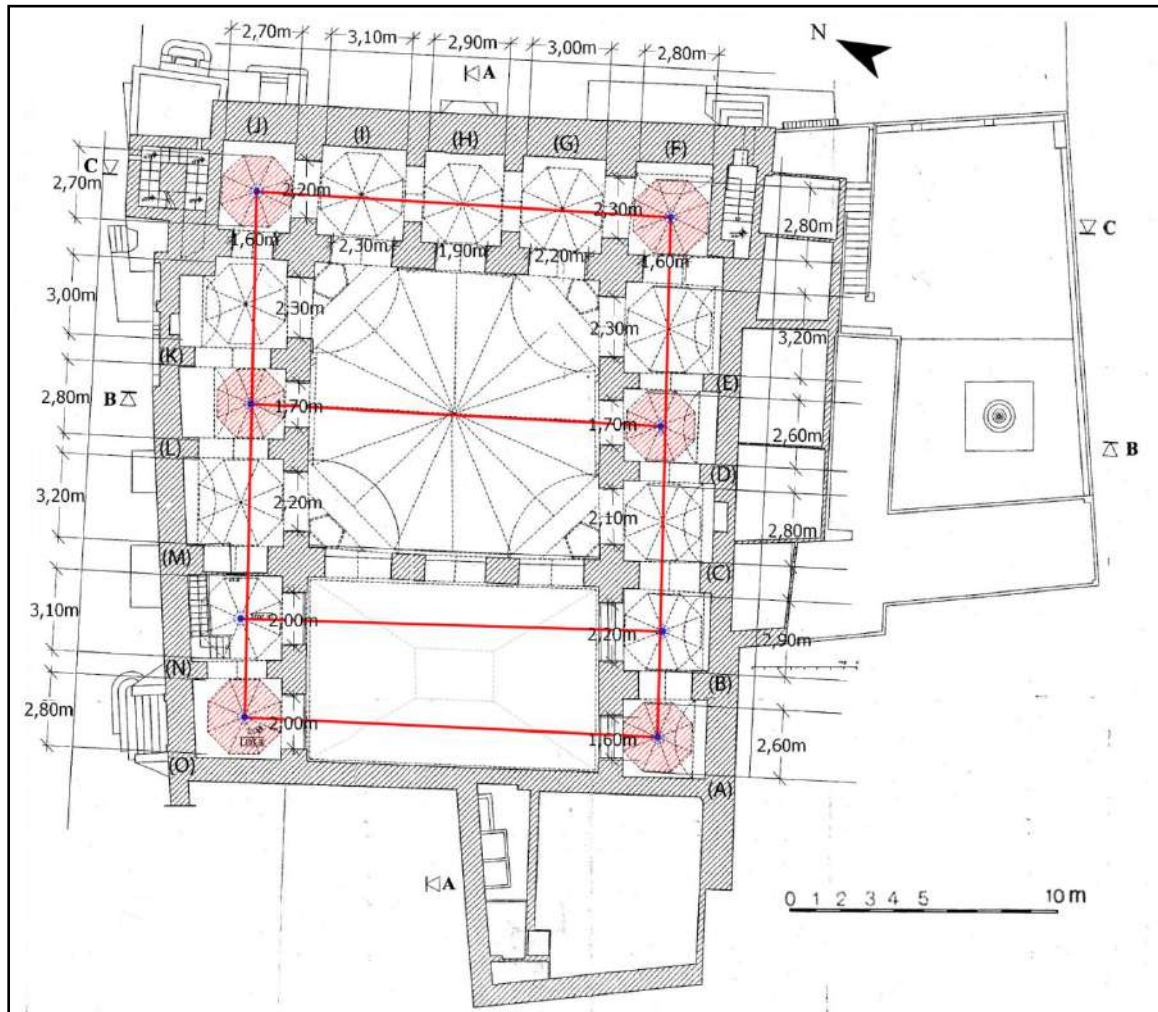


Fig. 97 : Etude métrologique de la mosquée 'Alī Bidjnīn.
(Source : auteur).



Fig. 98 : Vue d'ensemble, mosquée 'Alī Bidjnīn.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, 2001).

2-1-2-Etude métrologique de la mosquée 'Alī Bidjnīn

Nombre de coupole	Dimension diamètre	Position de la coupole
2	2.60m	Coupole A et D
2	2.90m	Coupole B et H
4	2.80m	Coupole C, F, L, O
2	3.20m	Coupole E et M
2	3.10m	Coupole I et N
1	2.70m	Coupole J
2	3.00m	Coupole G et K

Le diamètre des coupolettes de la mosquée 'Alī Bitchnīn est très variable. Les plus petites sont posées à l'angle de l'édifice et sur l'axe passant par le centre de la grande coupole, parallèlement au mur de la qibla (fig. 97). La largeur de l'arcade permet d'absorber les décalages entre les côtés du carré, comme c'est le cas de la coupolette « L ».

La taille des deux coupoles « F » et « J » s'explique par la présence du minaret à l'angle nord-ouest et de l'escalier à l'angle nord-est. Pour les coupolettes « D » et « L », leurs petites tailles s'expliquent par les étapes de leur construction. La logique veut que l'on commence par construire la base des coupolettes d'angle, puis qu'on positionne les coupolettes intermédiaires qui devront s'adapter à l'espace résultant. La variation de largeur des arcades explique ces ajustements.

Par ailleurs, il faut noter l'irrégularité et l'exigüité des assiettes foncières réservées aux Grandes Mosquées à *al-Djazā'ir*. Leurs plans devaient s'adapter aux exigences topographiques, qui ne favorisaient pas l'adoption de règles géométriques rigoureuses. Les *M'allams* de l'époque respectaient les principes de base à savoir la conception d'un espace central quadrangulaire devant le mihrab, couvert d'une coupole octogonale entourée de coupolettes, en trouvant des solutions adéquate permettant la faisabilité du projet. La double galerie face au mihrab correspond soit à une conception originelle conditionnée par la forme barlongue de l'assiette foncière, soit à un agrandissement ultérieur de la mosquée.

Une coupe sur l'actuelle mosquée 'Alī Bidjnīn nous permet d'apprécier l'échelle de rapport entre la grande coupole et les coupolettes, dont la ligne de naissance est la même. Les mesures nous révèlent que la grande coupole représente cinq (05) fois la hauteur de la coupolette devant le mihrab (fig. 99). Dans la mosquée *Katshāwa* le rapport est d'environ un-quart (1/4).

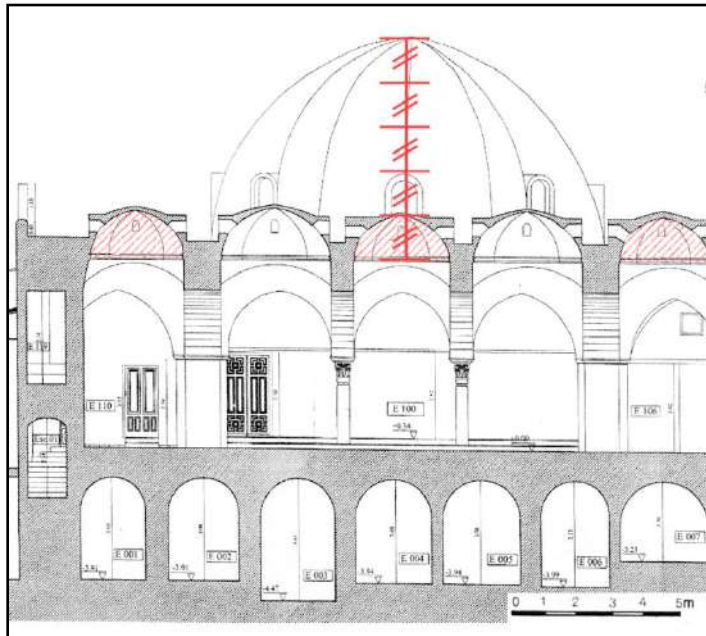


Fig. 99 : Rapport entre les petites et la grande coupole, coupe « CC » sur la galerie du mihrab, 'Alī Bidjnīn.

Fig. 100 : Pendentifs triangulaires.

(Source : bureau d'étude Atelier 3D, étude de restauration de la mosquée 'Alī Bitchnīn, juin 2001, traitement en rouge de l'auteur).



Fig. 101 : Pendentifs triangulaires, mosquée du Dey.
(Source : auteur, juillet, 2010).

Les coupolettes sont généralement portées sur des pendentifs triangulaires (fig. 100 et 101). À la mosquée *Katshāwa*, elles étaient portées soit par des trompes ou des pendentifs¹² (fig. 119 et 127). Des corniches d'une dizaine de centimètre de largeur assurent la liaison des pendentifs avec les coupolettes. Ces triangles de transition reposent soit sur les murs de la salle prière soit sur des arcs-doubleaux délimitant ainsi les travées (fig. 100 et 101). Ces arcs sont brisés à deux centres, leurs largeurs ne sont pas identiques, elles varient selon la taille de la coupole.

En effet, ces arcs-doubleaux constituent une sorte de maillage préalable à la réalisation de ces coupolettes. Ils forment une structure qui subdivise l'espace à couvrir en petites unités plus ou moins identiques et aussi régulière que possible. C'est sur ce maillage que seront posées les coupolettes. Leurs formes en plan épouseront celles de ce maillage. La grande coupole de la mosquée *'Alī Bitchnīn* insérée à l'intérieur de ce maillage fera trois fois la taille de la coupolette y compris la largeur des arcs.

2-1-3-La grande coupole

La grande coupole de la mosquée *'Alī Bitchnīn* couvre un espace plus ou moins carré, mesurant 11 mètres sur 10,60 mètres (fig. 102). Elle est octogonale, le tracé de l'intrados de la coupole présente une coupole brisée surélevée, alors que son extrados trace un profil brisé se rapprochant du plein cintre (fig. 103). « *A l'extérieur, cette coupole est divisée à intervalles réguliers, par la saillie de nervure méridiennes convergeant vers son sommet. Il semble d'ailleurs que cette forme de coupole à nervures ait été fréquente en Orient dès l'époque byzantine* »¹³.

Chaque pan se subdivise de l'extérieur en deux, les huit ouvertures sont positionnées sur l'arête intermédiaire (fig. 98). Nous relevons que l'extrados de la coupole fait ressortir seize (16) pans, contrairement à l'intrados¹⁴ qui n'en possède que huit. C'est surtout dans un souci décoratif que ces nervures ont été réalisées, brisant par conséquent la surface curviligne du pan.

R. Dokali, avance que la coupole repose sur un tambour. Mais il se trouve que la coupole ne comporte aucun élément la surélevant. Il existe par contre une différence de niveau entre le plancher terrasse et la corniche intérieure qui sépare la coupole des arcs de support. C'est-à-dire que l'intrados est plus haut que l'extrados de la coupole. La position de l'ouverture (fig. 104) nous permet d'affirmer cela. Cette hauteur permet l'intégrer le système de transition qui n'apparaît pas au niveau de la terrasse. Nous retrouvons le même système dans la mosquée du Dey à la Citadelle.

¹² Cf. G. MARCAIS, *Manuel d'art musulman*, T2, 1926, p. 781-782. Lors de la transformation de la mosquée *Katshāwa* en cathédrale en 1840, plusieurs coupolettes de l'époque ottomane ont été sauvegardées et intégrées dans le projet. Cf. *Infra*. p. 336, annexe I.

¹³ Cf. R. DOKALI, *Les mosquées*, 1974, p. 57.

¹⁴ Cf. p. 18, note n° 38.

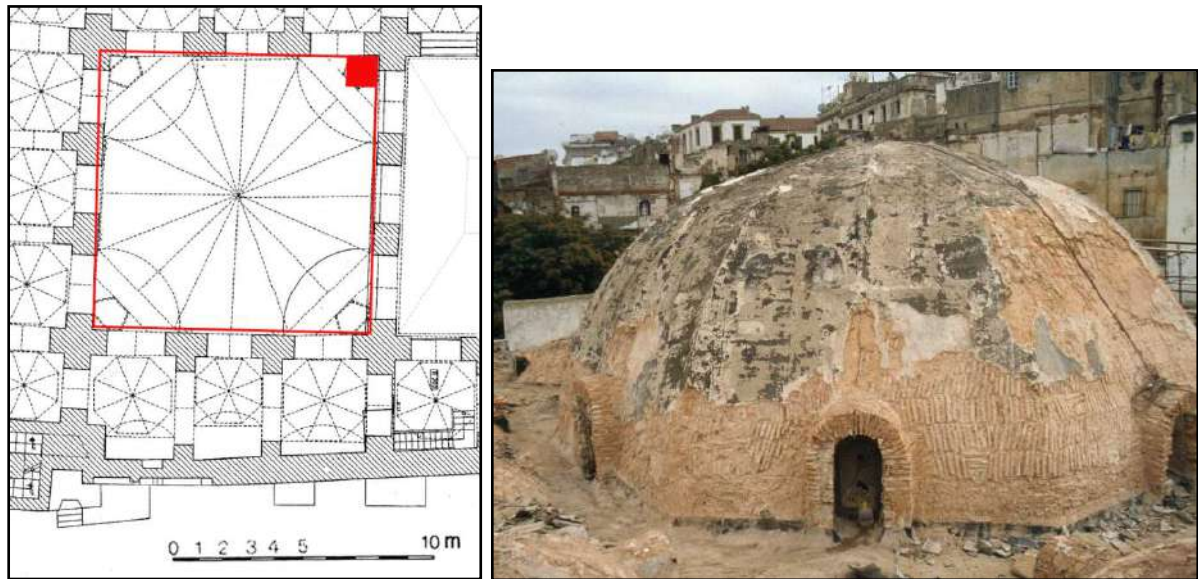


Fig. 102 : Plan et vue de la coupole centrale, mosquée 'Alī Bidjnīn.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, étude de restauration mosquée 'Alī Bitchnīn, juin 2001, traitement en rouge par l'auteur).

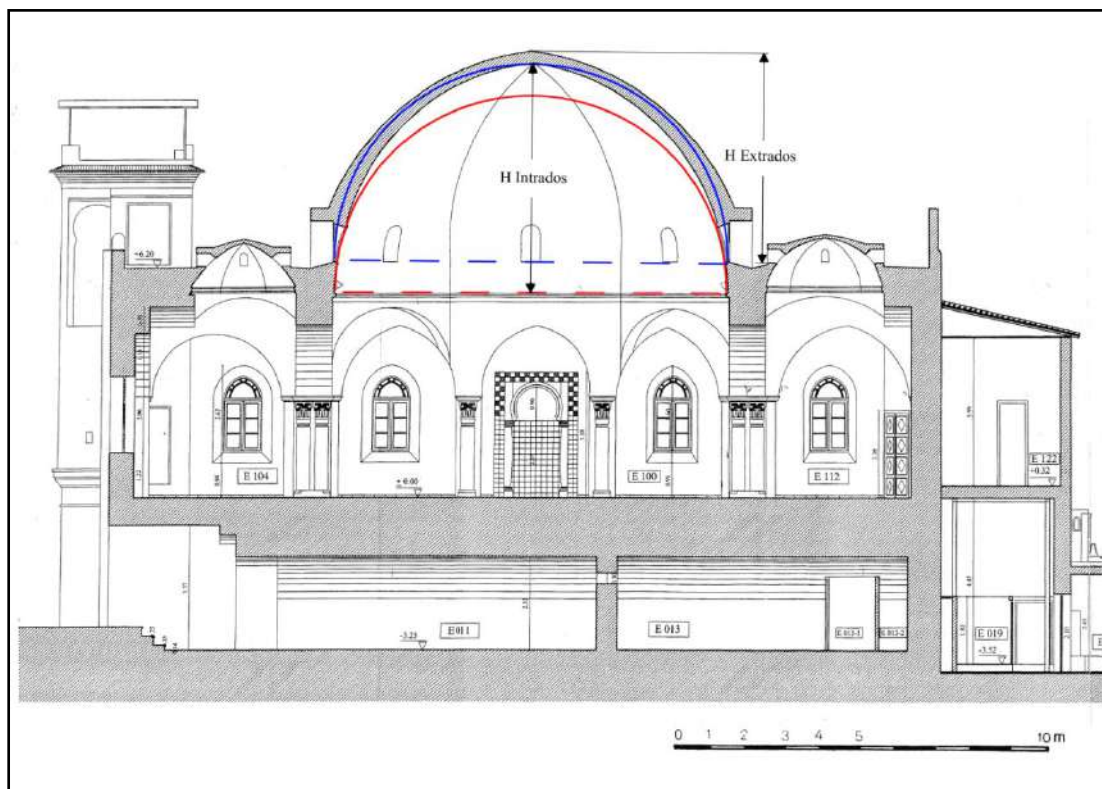


Fig. 103 : Tracé de la coupole de la mosquée 'Alī Bidjnīn, profils différents des coupolettes, coupe « BB».
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, étude de restauration de la mosquée 'Alī Bitchnīn, juin 2001, traitement en rouge et bleu de l'auteur).

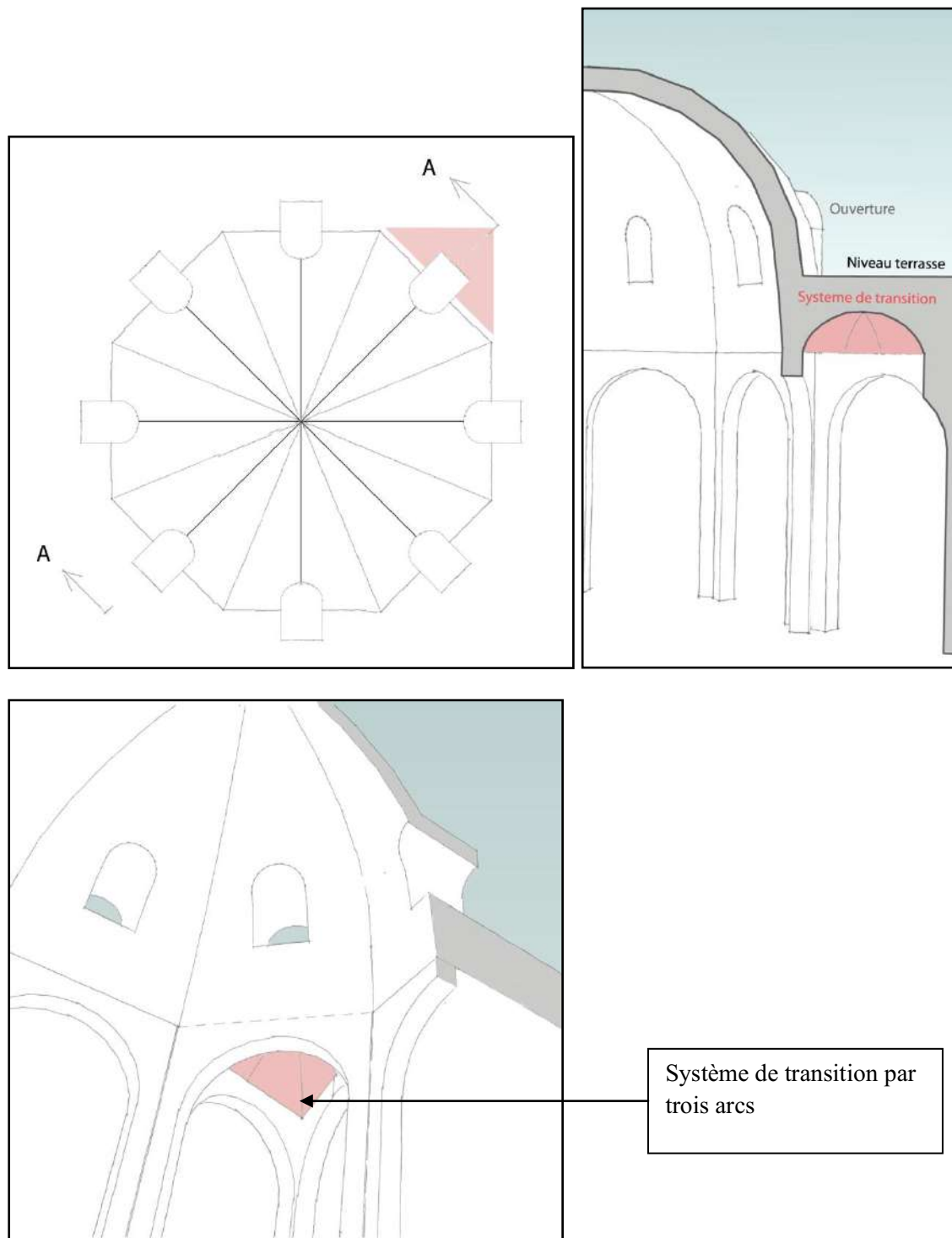


Fig. 104 : Position du système de transition par rapport à la hauteur de la coupole, mosquée 'Alī Bidjnīn.

En haut : Plan et coupe sur la coupole.

En bas : Vue sur le système de transition.

(Restitution de l'auteur).

2-2-La mosquée du Dey à la Citadelle

La coupole centrale est octogonale, posée sur un carré plus ou moins régulier mesurant (10,30mx10,20m), d'une hauteur de cinq mètres cinquante (5,50m). Son profil se rapproche du plein cintre (fig. 105 et 108). Elle est soulignée sur l'extrados par huit nervures (fig. 106) qui se rejoignent au sommet laissant apparaître un petit oculus. Elle comporte quatre ouvertures ajourées, mesurant (80cmx 40cm), posées sur une maçonnerie de plusieurs lits de briques (fig. 105). Celles de la mosquée *'Alī Bitchnīn* sont posées sur le plancher de la terrasse, favorisant les infiltrations des eaux de pluie.

Cette grande coupole est entourée de quatre galeries comportant des coupolettes aux angles et une devant le mihrab (fig.107). Leur diamètre est du même ordre de grandeur que celles de la mosquée *'Alī Bitchnīn*, variant entre trois mètres vingt (3,20m) et trois mètres trente (3,30m) et des hauteurs qui varient entre un mètre soixante-dix (1,70m) et un mètre cinquante-cinq (1,55m), comprenant une corniche assurant la liaison avec les pendentifs.

Ces coupolettes ne comportent pas de fenêtres, elles ont des profils brisés offrant des silhouettes très différentes tout en respectant le plan de base octogonal (fig. 107). Le rapport entre la hauteur de la grande coupole et la coupolette du mihrab est évalué au un-tiers (1/3) (fig. 108)

-Coupoles montées sans cintres

Une préoccupation relative au procédé de mise en œuvre nous interpelle. Ces coupoles étaient-elles construites sur des cintres ou se passaient-elles de tout support de construction? Pour répondre à cette question, nous nous sommes basés sur les différents profils de coupoles d'abord en comparant celles-ci au sein d'un même édifice et ensuite entre les différentes coupoles de même taille situées dans différents édifices de la ville.

Même si l'ensemble des coupoles sont de forme octogonale, et mettant en évidence les huit pans par la saillie de nervures, leur profil en coupe est très différent. A la mosquée du Dey de la Citadelle (fig. 107), ainsi qu'au niveau de la mosquée *'Ali Bitchnīn*, les irrégularités de forme et de profil contredisent clairement l'hypothèse que ces calottes soient montées sur des cintres. On peut par ailleurs supposer qu'elles ont été construites à des époques différentes suite à des reconstructions.

Cette dernière supposition reste juste, seulement, sur l'ensemble des coupolettes d'une même mosquée, il n'y en a pas deux qui soient identiques. Cela s'explique principalement par l'absence de cintres pour la construction des coupoles à *al-Djazā'ir*. Chaque coupole était confiée à un *qabbāb* dont les seules instructions étaient la forme de la coupole et sa hauteur. Le profil lui était propre, selon son propre savoir-faire, basé sur une compréhension synthétique et intuitive de l'équilibre de la structure adoptée.

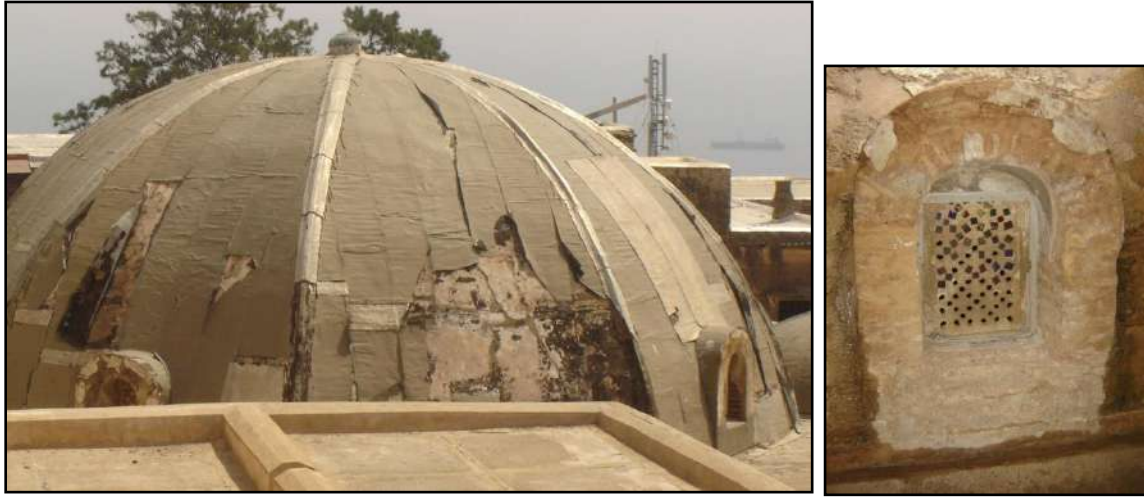


Fig. 105 : Grande coupole mosquée du Dey.
(Source : auteur, juillet 2010).

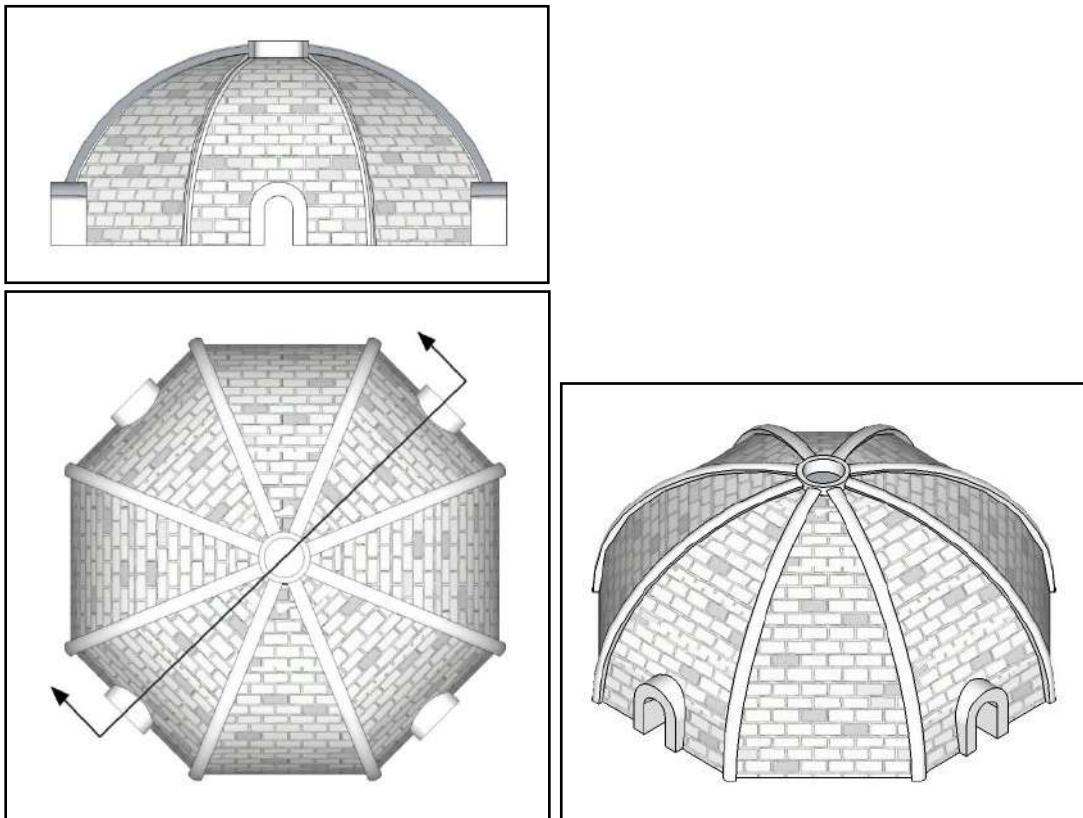


Fig. 106 : La forme de la coupole octogonale, mosquée du Dey.
(Restitution de l'auteur).

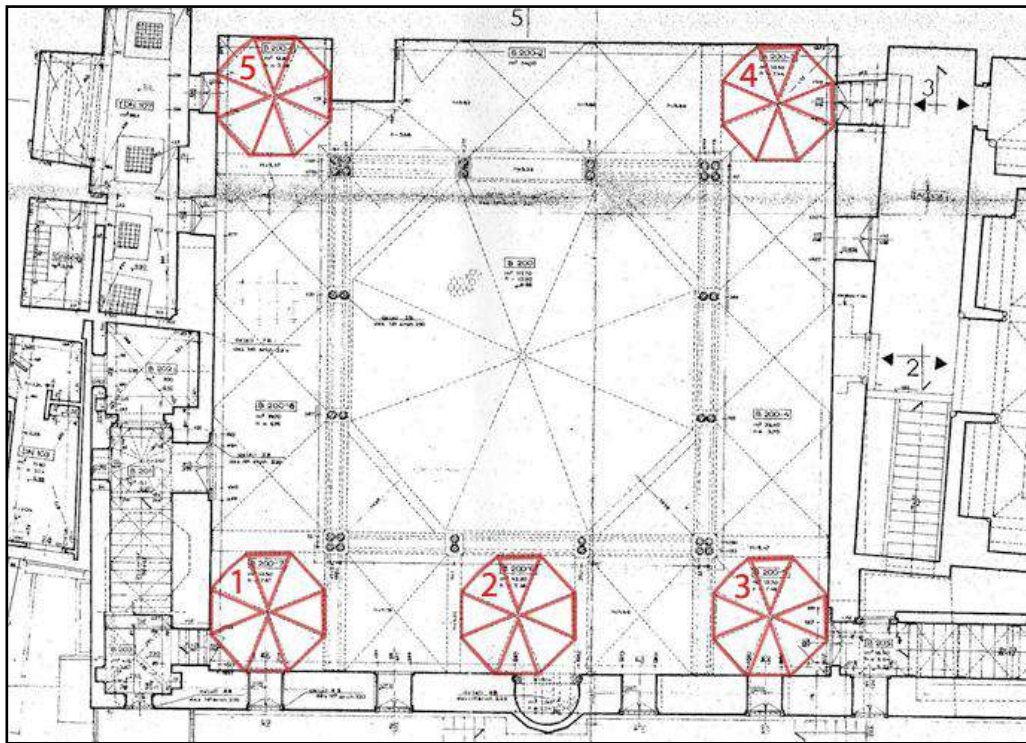


Fig. 107 : Forme des coupolettes, mosquée du Dey.

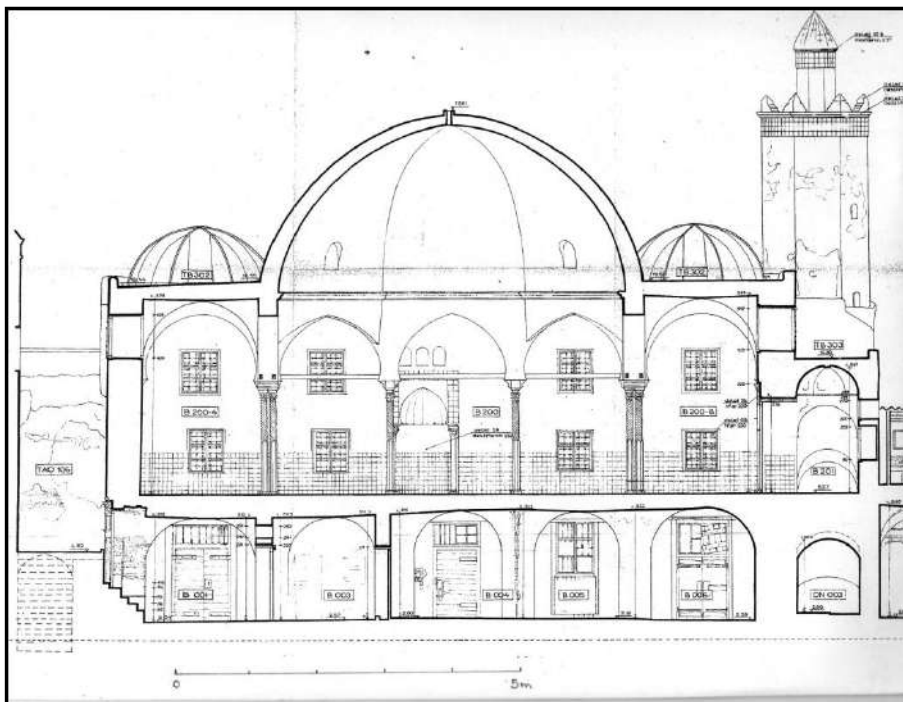


Fig. 108: tracé de la coupole de la mosquée du Dey.

2-3-Les ouvertures tripartites de la coupole du mausolée de *Sīdī Abd- al-Rahmān*

Cet échantillon a été choisi pour son système d'ouverture tripartite, le seul exemple qui nous soit parvenu. Ce mausolée est l'un des plus célèbres d'Algérie. C'est une petite mosquée funéraire qui se trouvait autrefois à proximité des murailles de la ville d'*al-Djazā'ir*. Il comprend une salle de prière qui n'est autre que la chambre funéraire à laquelle fut ajouté un mihrab (fig. 109). Une coupole octogonale surmonte l'ensemble, son sommet est marqué par un « *djamour* »¹⁵ qui se termine par un croissant.

Cette coupole octogonale est posée sur un plan quadrangulaire non régulier (fig.109), définissant au niveau des angles des arcs brisés assurant la transition. Le tracé géométrique du profil de cette coupole démontre qu'elle est surbaissée (fig. 110). Le rapport dimensionnel entre le rayon et la hauteur de la coupole est de l'ordre de $R=3H/2$. L'extrados présente des nervures recouvertes d'un enduit ne laissant apparaître que l'arête.

Chaque pan de la coupole est percé par trois petites ouvertures allongées se rapprochant de la forme de l'arcade trilobée (fig. 111). Cette forme d'agencement des ouvertures a été réalisée également pour la mosquée *Katshāwa*¹⁶. Ces ouvertures procurent à la coupole un effet de légèreté, assurant un éclairage important dans la salle. Leurs saillies sculptent l'extrados de la coupole, constituant un décor externe distinguant la coupole de *Sīdī Abd- al-Rahmān* par rapport aux autres coupoles environnantes.

2-4-Le système de transition

La zone de transition ou de raccordement est celle qui permet le passage du plan carré à celui circulaire ou polygonal de la coupole. Différentes solutions ont été adoptées pour résoudre le problème de l'espace triangulaire résultant de cette superposition. Les bâtisseurs orientaux, byzantins et turcs ont conçu des systèmes ingénieux permettant de relier le carré au cercle ou à l'octogone. Il s'agit des trompes et puis des pendentifs.

A *al-Djazā'ir*, nous avons identifié ces deux éléments ainsi qu'une troisième forme de transition spécifique. Il s'agit de la jonction par trois arcs formant une surface triangulaire curviligne, relevée dans la mosquée *'Alī Bidjnīn*, la mosquée du Dey à la Citadelle ainsi qu'au niveau du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*.

¹⁵ Cf. M. PHILIBERT, *Un détail de l'architecture musulmane*. Ce document nous présente et décrit un élément que l'on retrouve au-dessus des coupoles et des minarets appelés « épi » en français et *Djamour* en arabe, réalisé habituellement en cuivre.

¹⁶ Cf. Supra. p. 175, fig. 96.

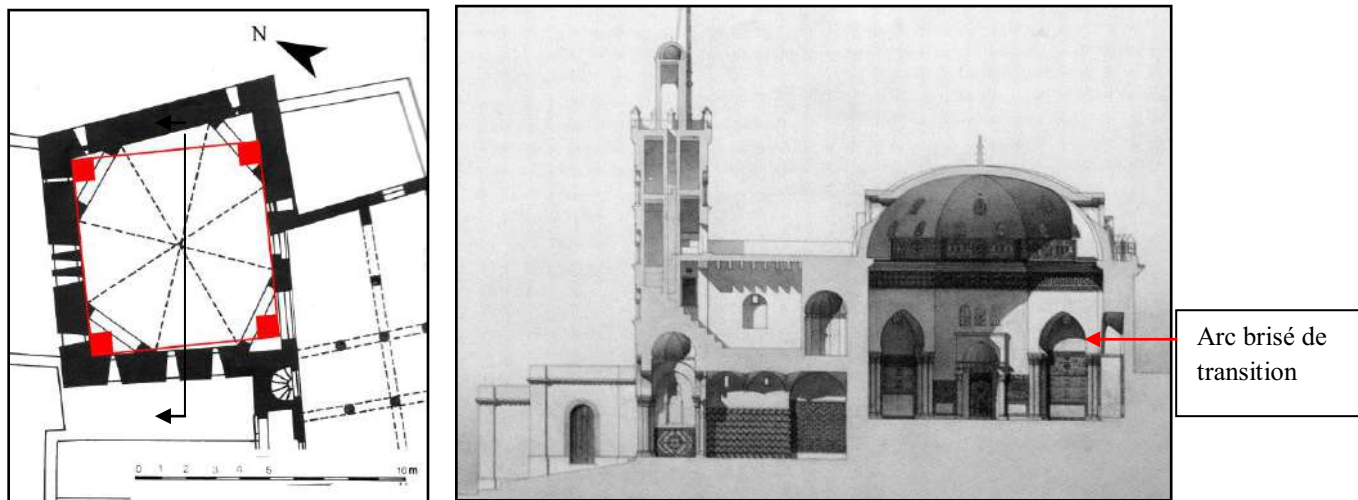


Fig.109 : Plan et coupe du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*.
(Source du plan: R. DOKALI, *Les mosquées*, 1974, planche IX).
(Source de la coupe : A. KOUMAS, C. NAFA, *L'Algérie et son patrimoine*, 2003, p.135).

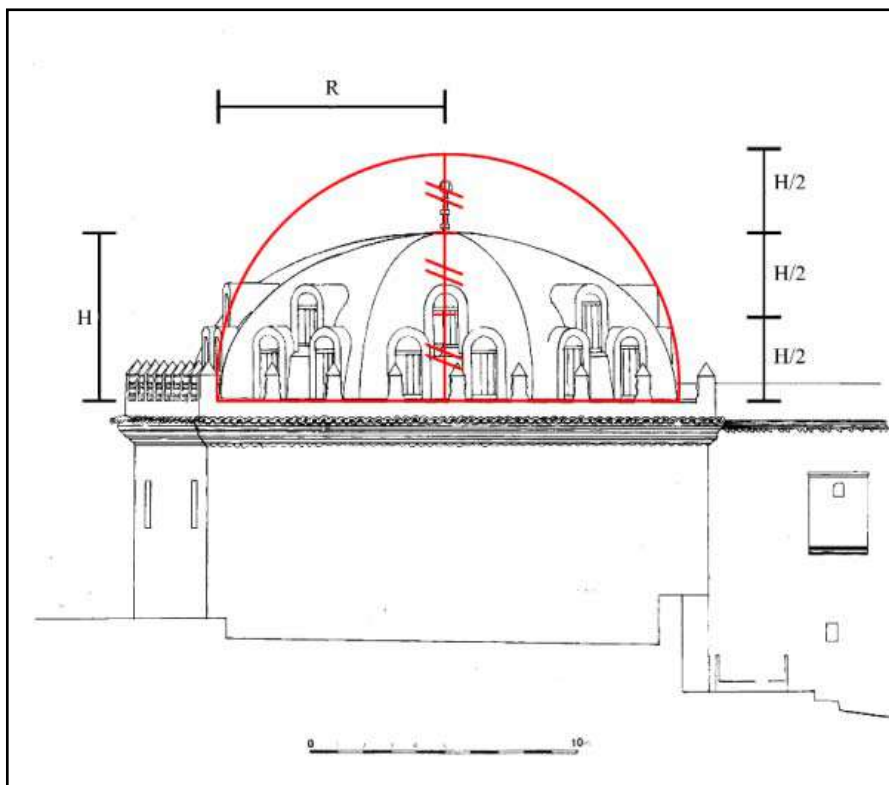


Fig.110: Profil surbaissé du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*.
(Source : R. DOKALI, *Les mosquées*, 1974, planche X).



Fig. 111 : Les ouvertures tripartites du mausolée *Sīdī Abd- al-Rahmān*.
(Source : auteur, juillet 2010).



Fig. 112 : La transition au niveau de la grande coupole de la mosquée '*Alī Bidjnān*.
La surface triangulaire résultante comprend des coupolettes hexagonales.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, 2001).

A la mosquée *'Alī Bidjnīn*, une coupolette a été insérée dans ce triangle, engendrant à son tour des petits triangles interstitiels (fig. 112). A la Citadelle, la mosquée du Dey comporte le même système, mais ce triangle a été recouvert par une forme convexe (fig. 113), dont l'extrados a été rembourré et couvert d'un plancher terrasse.

Les arcs qui supportent les grandes coupoles sont brisés, ceux de la mosquée du Dey sont outrepassés. Les arcs chanfreinés supportant les pans angulaires sont plus larges et surbaissés, ils sont posés directement sur l'arc du carré central (fig. 113).

Ce système de transition par trois arcs, propre à *al-Djazā'ir* inspiré des coupoles andalouses, présente le même principe que celui des trompes ottomane. Un raccordement identique a été décrit par A. Choisy¹⁷, au niveau de la mosquée d'Andrinople commandée par Selim II à un architecte grec. En effet, les concepteurs de la cour ottomane ont multiplié les résistances en répartissant les poussées sur huit points d'appui au lieu de quatre, ce qui les a conduits à remplacer les pendentifs par des trompes (fig. 114).

Ce système constitue un contreventement des quatre angles du carré de base, assurant ainsi leur stabilité. Les piliers d'angles supportant la coupole de la mosquée *'Alī Bidjnīn* ont reçu des dimensions importantes. A la mosquée du Dey, l'élément porteur de l'angle est représenté par le regroupement de quatre colonnes (fig. 113).

Ce procédé est assimilé à celui de l'arc-boutant, utilisé dès la fin de l'époque romane en Occident, dont l'utilisation était courante au XIII^{ème} siècle. Ils viennent remplacer les contreforts utilisés durant la période romane. Leur rôle était d'apporter une plus grande stabilité aux murs qui recevaient la poussée des arcs brisés de la nef et du chœur. Ces arcs-boutants, visibles de l'extérieur, constituaient des éléments décoratifs.

L'arc-boutant est situé à l'extérieur de la voûte gothique, alors que le système de transition se positionne à l'intérieur du carré de base, il contrebut la coupole par trois arcs formant angle droit (fig. 115).

Cette transition joue un double rôle, elle assure le passage du plan octogonal au plan carré, mais stabilise aussi et reprend les charges de la grande coupole pour les transmettre aux grands piliers. A Istanbul, du fait des dimensions importantes des coupoles, le contrebutement est réalisé par le biais de plusieurs éléments positionnés à l'extérieur de l'édifice¹⁸.

¹⁷ Cf. A. CHOISY, *L'Art de bâtir chez les byzantins*, 1883, p. 141.

¹⁸ Cf. Supra. p. 158. fig. 80.

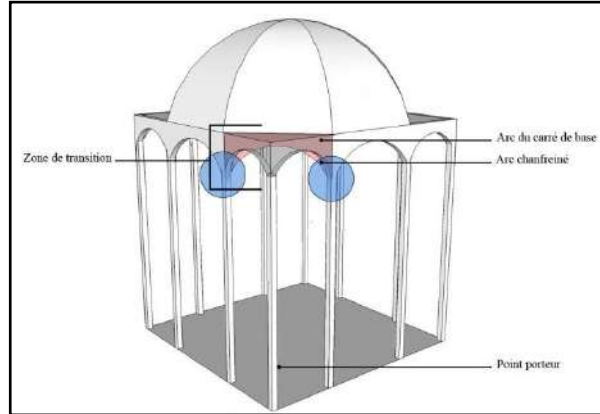


Fig. 113 : Transition au niveau de la coupole, mosquée du Dey : triangle sphérique. (Source : auteur).

Liaison avec les supports par huit points d'appui (deux à chaque angle). (Restitution de l'auteur).

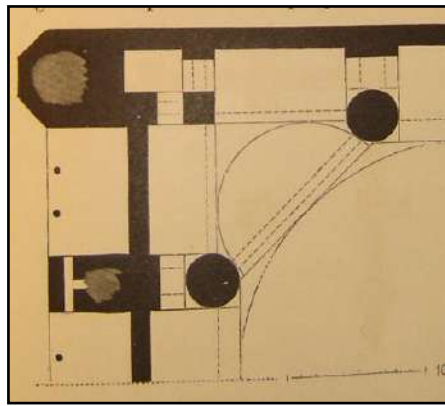
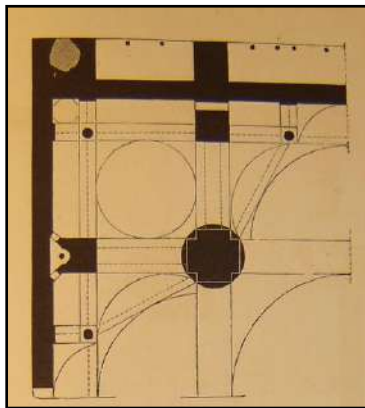


Fig. 114 : Passage de quatre points d'appui à huit (deux au niveau de chaque angle).

A gauche : Mosquée Ahmed, Turquie.

A droite : Mosquée d'Andrinople en Turquie.

(Source : A. CHOISY, *L'Art de bâtir chez les byzantins*, 1883, p. 142).

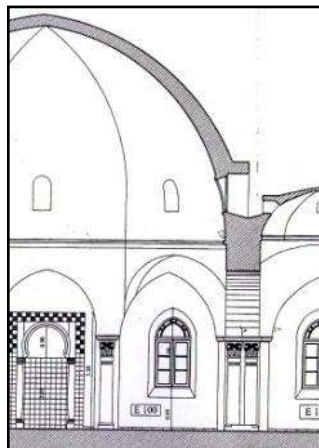
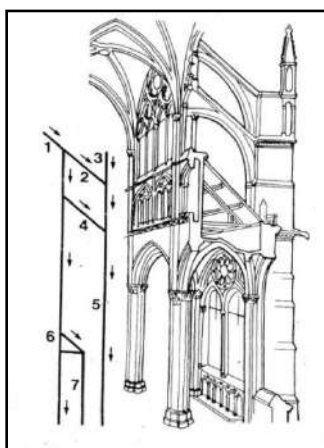


Fig. 115 : Système de reprise des charges.

A gauche : Arc-boutant en coupe.

A droite : Système de transition, coupole de la mosquée 'Alī Bidjnīn. (Source : bureau d'étude Atelier 3D).

3- Les trompes sphériques

3-1-La coupole du bain du Harem à la Citadelle d'Alger

Pour ce deuxième mode de transition, nous étudierons le bain du Harem qui se situe dans le palais du Dey, au troisième niveau. Ce hammam se compose de deux ensembles de fonctionnement autonome, séparés par la pièce tiède. Le bain étudié est le plus important, celui de droite (fig. 116). Il se compose de plusieurs espaces chauffés couverts de voûtes d'arêtes. La pièce principale « *bīt al-Skhūna* » est celle couronnée d'une coupole octogonale.

Cette dernière est posée sur un carré de (3,35m x 3,38m). Elle est supportée par un tambour de même forme, comportant des trompes hémisphériques (fig. 117), non apparentes de l'extérieur. La calotte est percée de quatre ouvertures en saillie, posées au même niveau que celui de la terrasse. D'autres percements existent sur les pans, ce sont des *lamḍāwīs*, des terrons en ventouse permettant un éclairage diffus¹⁹.

L'extrados présente le profil d'une coupole surbaissée. Le tambour est aménagé sous la toiture terrasse de la construction. Les trompes sont constituées par des quarts de cercle, ne recevant aucun traitement, ni moulure (fig. 118). Dans les palais, notamment celui appelé *Dār al-Šūf* les trompes sont en coquille. Elles reçoivent une ornementation en stuc recouvrant toutes les parties de la coupole.

3-2-La mosquée *al-Šafīr* : grande coupole centrale sur tambour

La mosquée *al-Šafīr*²⁰ est l'unique mosquée à *khoṭba* recouverte d'une coupole située dans les hauteurs de la ville. Sa salle de prière est représentée par un espace plus ou moins carré (10m x 9,50m), surmonté d'une grande coupole avec des trompes d'angle (fig. 119). Elle est supportée par des colonnes en marbre et percée de huit ouvertures. L'espace central est entouré par trois galeries à arcades brisées, dont la largeur mesure le 1/3 de la grande coupole. Le mur de la qibla ne comporte pas de galerie comme dans la mosquée '*Alī Bidjnīn* et celle de la Citadelle.

La coupole proprement dite est légèrement surbaissée. Elle est portée par un tambour comportant quatre ouvertures rectangulaires (fig. 119), dans lequel sont insérées les trompes d'angle en forme de quart de sphère, ne recevant aucune décoration ni moulure. Deux corniches séparent le tambour de la coupole ainsi que des murs porteurs. Le tambour et le système de transition sont apparents de l'extérieur.

Les coupoles sur trompes présentent deux sortes d'imbrications :

- Le tambour peut être apparent de l'extérieur, mettant en évidence le système de transition ;
- Le tambour est en-dessous de la toiture terrasse, seule la calotte est apparente.

¹⁹ Cf. F. SERIR-MULHEM, *Les couvertures maçonnées*, 2007, diap. 32.

²⁰ Cette mosquée constitue un échantillon complémentaire, une grande coupole sur tambour avec des trompes sphérique. Cet édifice a été déjà restauré, en 2000.

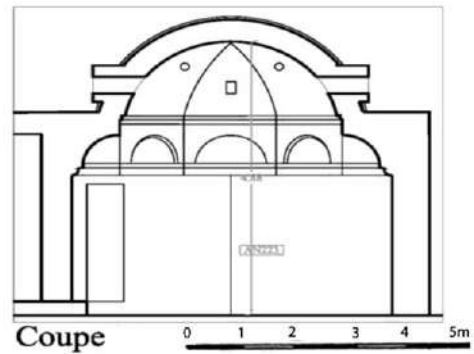
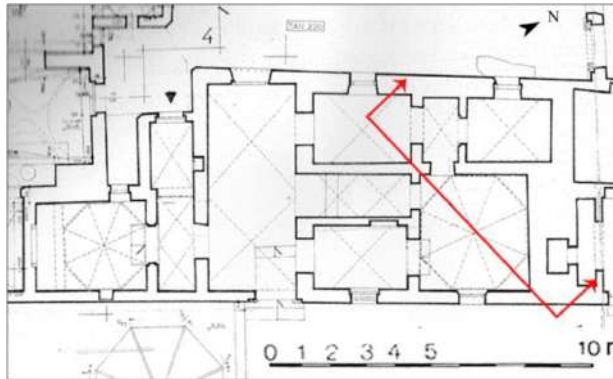


Fig. 116 : Plan du bain du Harem.

Fig. 117 : Coupe sur la salle chaude du bain.

(Source du plan: Relevé métrique de PKZ, 1980).

(Source de la coupe: F. SERIR-MULHEM, *Les couvertures maçonnées*, 2007, diap. 32).



Fig. 118 : Coupole sur tambour, Bain Harem, Citadelle.

(Source : auteur, juillet 2010).

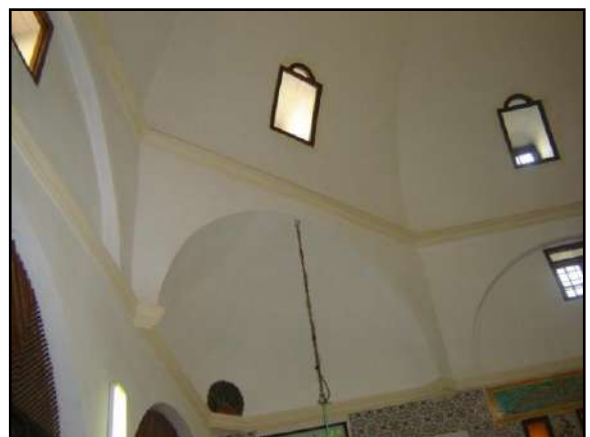


Fig. 119 : Coupole sur tambour octogonal, mosquée *al-Safir*.

(Source : auteur, juillet 2010).

3-3-Morphologie des trompes

Nous avons vu que le problème des zones de transition réside à poser une coupole à base circulaire ou octogonale sur un socle cubique. La solution des trompes adoptées depuis l'antiquité par les Perses, consistait à réaliser au-dessus de la forme cubique quatre petites demi-coupoles au niveau des angles, ce qui assurait quatre points d'appui à la coupole (fig. 120). Deux solutions étaient possibles :

- Dans la première solution, les murs du socle continuaient pour que la coupole puisse reposer sur eux, dans ce cas les parties supérieures de ces murs épouseraient la forme du vide entre les trompes, présentant des formes incurvées (fig. 121 a).
- La deuxième solution, consistait à réaliser quatre arcs intermédiaires entre les trompes sur le même plan vertical que les murs. Il restait à remplir les huit espaces triangulaires nés de cette succession d'arcs²¹. C'est cette solution que les constructeurs algérois ont adopté pour leurs coupoles²² (fig. 121 b)²³. Les trompes et les arcs sont insérés dans un tambour. Il en résulte huit (08) points d'appui de la coupole sur les murs (fig. 122).

4- Les pendentifs triangulaires

4-1-La coupole du bain des Aghas à la Citadelle d'Alger

Ce hammam se compose de trois espaces, la pièce froide, tiède et chaude²⁴ (fig. 123). Celle-ci présente une pièce chaude de forme presque carrée (3,93m x 3,86m), les angles opposés à l'entrée sont légèrement chanfreinés. Elle est couverte d'une coupole à huit pans (fig. 124) supportée par quatre pendentifs triangulaires (fig. 125). La hauteur de l'espace n'étant pas très importante, ces pendentifs descendent à mi-hauteur des murs.

Les huit pans de la coupole sont percés de quatre grandes ouvertures. « *On peut facilement voir qu'elles ont été faites à une période postérieure à 1830. Ces ouvertures qui sont incompatibles avec la nature de l'espace chauffé cohabitent avec des lamḡāwī, que l'on avait déjà observés dans les voûtes des deux espaces qui précèdent cette pièce. La coupole est ornée par la disposition soignée de ces petites ouvertures (fig. 124). Les orifices sont disposés en trois cercles concentriques. Sur le cercle central et sur chaque pan de la coupole, on peut voir des groupes de trois étoiles. Sur les deux autres cercles s'alternent une étoile et un orifice circulaire. L'ensemble reprend l'image d'une voûte céleste dont les étoiles et les cercles seraient autant de point lumineux* »²⁵.

²¹ Cf. M. RUMPLER, *La coupole*, 1956, p. 15.

²² Elle se réfère aux églises byzantines de Constantinople, notamment celle de Saints-Serge-et-Bacchus, dont la grande coupole centrale est supportée par un tambour octogonal, et posée sur des trompes et des arcs de liaison.

²³ Cf. Supra. p. 153, fig. 76.

²⁴ Cf. Infra. p. 284, fig. 214.

²⁵ Cf. N.CHERIF-SEFFADJ, *Les bains algériens*, 1996, p. 47.

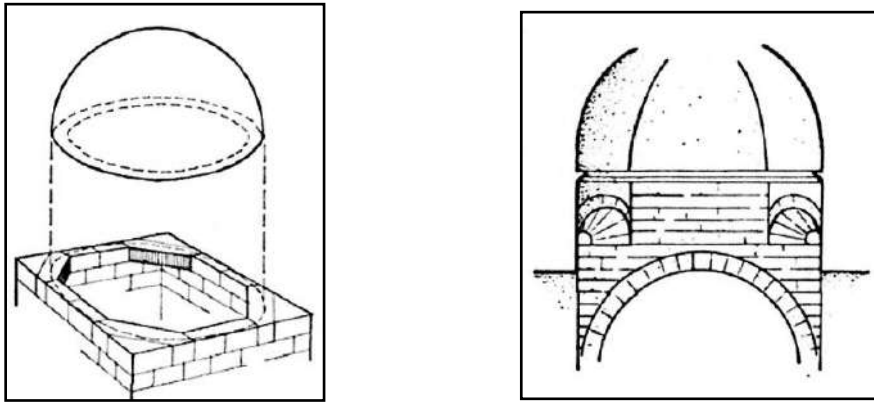


Fig.120 : Solution des trompes : poser une coupole à base circulaire sur un socle cubique.
(Source : R. A STEVENS, *Building in history*, 1965, p. 45).

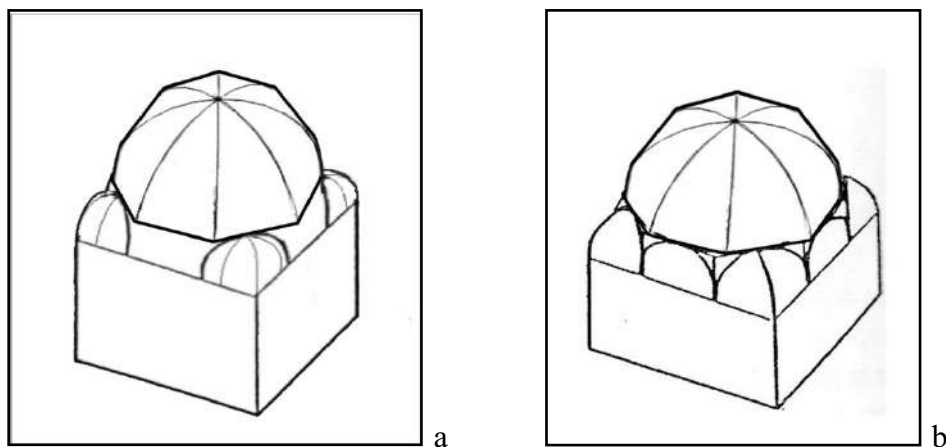


Fig.121 : Coupole sur trompe d'angle.
(Restitution de l'auteur)

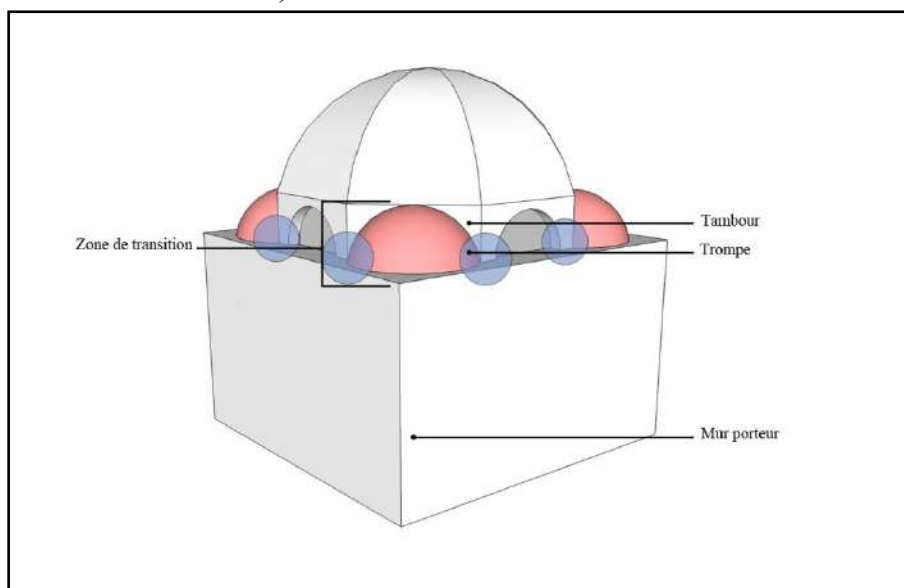


Fig. 122 : Liaison trompe-mur par huit points d'appui.
(Restitution de l'auteur).

4-2- La zone de transition

La deuxième solution au problème posé par le raccordement du carré au cercle, réside dans l'emploi de pendentifs. Elle représente la solution la plus rationnelle, réalisant une union parfaite entre deux éléments architecturaux différents tant par leur plan que leur forme. Il s'agit de réaliser aux angles de la structure des triangles hémisphériques insérés entre les deux murs de support et la coupole (fig. 125 b). Cette jonction nécessite quatre (04) points d'appui (fig. 126).

Sur le plan formel, il faut que les parties supérieures des murs se terminent en arcature afin d'assurer l'emboîtement coupole-pendentifs-murs porteurs. Lorsque le mur n'est pas porteur, les pendentifs reposent sur des arcs (fig. 126), qui peuvent prendre différentes formes, en plein cintre ou brisé. On peut le voir au niveau du mausolée *Sīdī Ramḍān* et *Sīdī Ban Alī* (fig. 127).

La coupole peut également avoir le même rayon que celui des pendentifs c'est la coupole appelée domicale. Quant le rayon est différent, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de continuité entre les deux éléments (fig. 128), la coupole est dite sur pendentif. C'est ce type de raccordement qui a été adopté pour les coupoles d'*al-Djazā'ir* (fig. 125 et 127).

La forme primitive du pendentif était représentée par une grande pierre plate, transformant l'espace en octogone²⁶. Cette forme de pendentif a été retrouvée à *al-Djazā'ir* dans des demeures citadines au niveau des petites coupoles des paliers d'escaliers (fig.129) ainsi que dans la mosquée du Dey à la Citadelle.

L'adoption d'un tel système de transition est due aux petites dimensions des coupoles. Ce sont des formes très élémentaires de transition représentées par des triangles horizontaux. Ces pendentifs horizontaux étaient réalisés en briques sur des planches en bois prenant la forme du raccordement. A la mosquée du Dey, ils étaient réalisés en schiste, un matériau de couleur grisâtre, utilisé très souvent pour recouvrir des marches d'escalier.

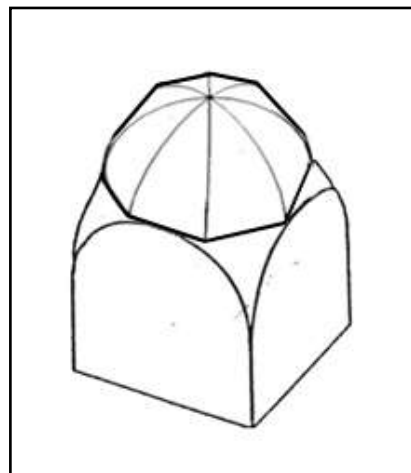
²⁶ Cf. J. ROSINTAL, *Pendentifs*, 1928, p. 20.



Fig. 123 : Le bain des Aghas, Citadelle d'Alger. Fig.124 : La coupole du bain des Aghas.



a



b

Fig. 125 : Pendentifs du bain des Aghas, posés sur des murs porteurs.

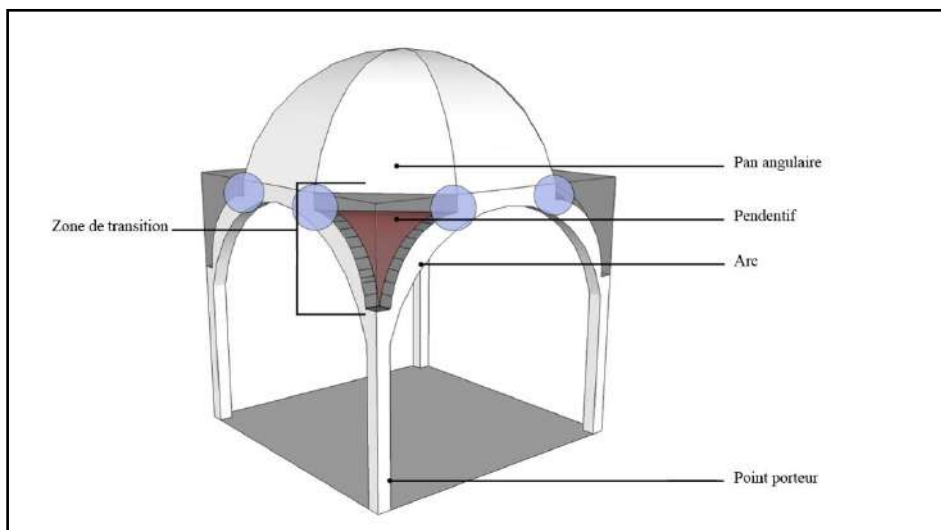


Fig. 126 : Pendentifs posés sur des points porteurs.
(Source : toutes les figures sont de l'auteur).

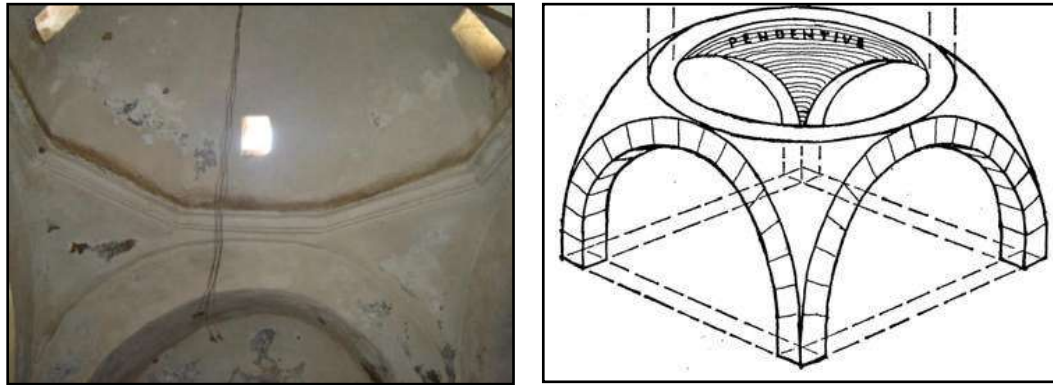


Fig. 127 : Le mausolée *Sīdī Ramḍān*, (Source : R.A. STEVENS, *Building in history*, p.45).
pendentifs sur arcade, Casbah d'Alger.
(Source : auteur).

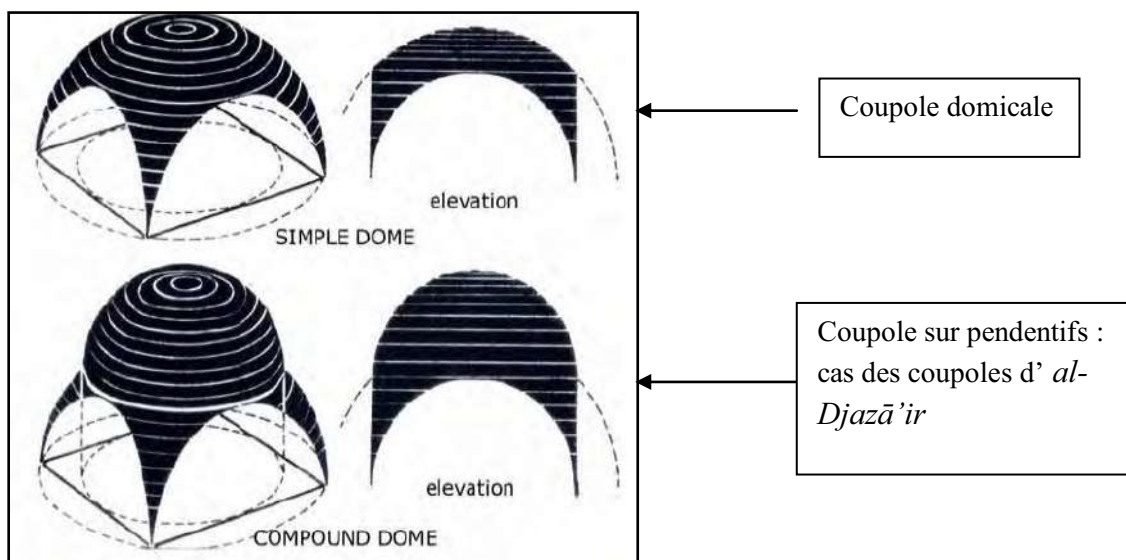


Fig.128 : Coupole sur pendentif triangulaire et coupole domicale.
(Source : C. STEWART, *Early Christian*, 1954, p. 51).



Fig.129 : Pendentif horizontal, maison située au 1 Impasse Saïd Amara, Casbah d'Alger.
(Source : auteur, juillet 2010).

Conclusion

La coupole d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane recèle des caractéristiques formelles issues d'influences multiples. Sa forme représentative, la plus usuelle est octogonale à huit pans, réalisée dans différents édifices publics et privés. Leur taille varie de la grande coupole couvrant les salles de prière des mosquées à *khoṭba* atteignant un maximum de onze mètres (11m) de diamètre et un minimum de neuf mètre cinquante (9,50m), à la toute petite coupole réalisée dans les maisons d'habitations, entre un mètre (1m) jusqu'à 1mètre cinquante (1,50m) ; en passant par une taille intermédiaire adoptée pour les *qbū* et les bains privés variant entre deux mètres soixante (2,60m) et trois mètres quarante (3,40m). Elles peuvent osciller entre trois mètres soixante-quinze (3.75m) et cinq mètres soixante-quinze (5.75m) pour les mausolées et les bains publics ainsi que le pavillon de musique à la Citadelle.

Leur hauteur varie également, et parfois, pour des diamètres identiques, dessinant plusieurs profils. On obtient des tracés brisés, de plein cintre ou surbaissés non réguliers. Ceci s'explique par l'irrégularité du carré sur lequel repose la coupole. Chaque coupole était conçue selon sa propre base. A cela s'ajoute la mise en œuvre de l'élément, du savoir-faire de son constructeur : le *qabbāb*.

Entre la hauteur de la grande coupole et celle des coupolettes latérales, s'établit une échelle de rapport, ces coupolettes sont considérées comme des unités de mesures avec lesquelles le *qabbāb* concevait ces *qubbas*. Dans la mosquée '*Alī Bitchnīn*, ce rapport est de l'ordre de 1/5, résultant de l'écrasement des coupolettes par rapport à la grande coupole qui couvre l'espace principal de la salle de prière. Ce rapport varie du 1/5 au 1/3 dans les cas étudiés.

Ces coupolettes étaient portées par des arcs-doubleaux ayant la même fonction que ceux des voûtes supportés par des piliers ou des colonnes. La grande coupole est supportée par des éléments porteurs de grande section.

Quant à la transition entre le carré de base et la forme octogonale de la calotte, les bâtisseurs algérois ont retenu trois systèmes de raccordement :

Premièrement les pendentifs, des triangles sphériques assurant une jonction entre la coupole et sa base par quatre (04) points d'appui. Ce système a été réalisé dans des coupoles octogonales de taille moyenne. Aucun cas de grande coupole octogonale portée sur des pendentifs n'existe aujourd'hui. Seule la mosquée *al-Djadīd* recevant une coupole ovoïde est portée sur de grands pendentifs.

Le second mode de transition est celui des trompes hémisphériques, intégrée dans un tambour de forme octogonale. C'est le cas de la mosquée *al-Ṣafīr* et celle de *Katshāwa*, détruite pour laisser place à la Cathédrale chrétienne reconvertie après l'indépendance en Grande Mosquée.

Ces trompes assuraient une liaison coupole-socle par l'intermédiaire de huit (08) points d'appui. Entre ces trompes, se définissaient des arcs insérés dans le tambour. Celui-ci était soit apparent de l'extérieur rehaussant ainsi la hauteur de la coupole; soit incorporé dans le plancher et seule la calotte émergeait de la toiture terrasse.

Un troisième système de raccordement a été identifié. Il s'agit de la transition par trois arcs, de forme brisée, structurant l'espace triangulaire entre l'octogone et le carré. Ces trois arcs définissent des surfaces triangulaires de remplissage pouvant recevoir différentes formes. Dans la mosquée *'Alī Bidjnīn*, elles sont formées par des coupolettes hexagonales.

Ce système, qui se réfère aux coupoles andalouses, nécessite comme les trompes huit (08) points d'appui. Ce raccordement remplace la trompe par trois arcs qui définissent un triangle sphérique venant contrebuter la coupole, et transmettre les charges aux gros piliers d'angle, stabilisant ainsi la structure du carré.

Ces coupoles octogonales étaient éclairées par des ouvertures perçant alternativement un pan sur deux, ou parfois l'ensemble des pans. Elles sont matérialisées par des petites arcades en niche en saillie à l'image de celles d'Istanbul. Ces saillies constituent une protection contre les infiltrations des eaux pluviales. Ces ouvertures constituaient des éléments décoratifs extérieurs. Elles pouvaient être regroupées en trois, marquant la silhouette de l'arc trilobé. Ce cas a été identifié dans le mausolée *Sīdī Abd-al-Rahmān* et dans la mosquée *Katshāwa*.

Nous pouvons conclure à ce stade de notre recherche que la forme de la coupole octogonale d'*al-Djazā'ir* représente un élément de permanence, définissant des variantes. Ces dernières peuvent être :

- D'ordre géométrique en rapport avec les éléments de transition, du tambour, et des ouvertures ;
- D'ordre constructif en rapport avec leur exécution, les *qabbābs* respectaient la forme octogonale de base, mais obtenaient des résultats différents, déterminant plusieurs profils au sein d'un même édifice. Ceci est dû à l'absence de cintre pour l'exécution des coupoles, seul un gabarit était réalisé pour aider à la mise en œuvre.

Nous pouvons avancer qu'aucune reproduction rigoureuse n'était possible. Les solutions techniques adoptées pour leur réalisation se conformaient au savoir-faire et à l'habileté des constructeurs, elles étaient émises au fur et à mesure que les ouvrages étaient montés. Le procédé constructif était connu par le seul *qabbāb* qui l'adaptait aux contextes particuliers déterminés par les bases des coupoles qui n'étaient pas toujours de forme régulière. Par contre un système de proportion s'établit entre la grande coupole et les coupolettes devenant des unités de base de conception de l'édifice.

Troisième partie

Introduction

Cette dernière partie de notre recherche sur les coupoles d'*al-Djazā'ir* ottomane, sera consacrée au savoir-faire traditionnel des bâtisseurs algérois issue d'une capitalisation d'expériences. Celles-ci dépendaient de leur aptitude mentale à sentir intuitivement et dans le temps les interactions physiques des éléments d'une structure.

L'objectif majeur de cette étude est d'identifier les caractéristiques structurelles de la construction ainsi que le procédé de mise en œuvre des coupoles¹. L'objectif à long terme étant de contribuer à la transmission du savoir-faire traditionnel².

Deux hypothèses articuleront cette troisième partie :

- La première relative au rôle structurel des nervures posées sur l'extrados des coupoles octogonales ;
- La seconde s'est précisée au fur et à mesure de l'évolution de la recherche, elle concerne la localisation de la zone critique de sollicitation située à la base de la coupole. Nous tenterons de tester ces deux hypothèses dans les trois chapitres de cette dernière partie.

Il s'agira dans le chapitre sept, de restituer le procédé de réalisation d'une coupole, de reconstituer le scénario constructif original de la ligne de naissance jusqu'à la clé afin de redécouvrir ce savoir-faire³ traditionnel. Il faudra pour cela définir la nature des éléments constructifs et expliquer leurs rôles dans la construction, donner des détails sur les matériaux utilisés et les compositions des mortiers.

La restitution de ce procédé constructif traditionnel permettra l'entretien, la restauration ainsi que la construction de nouvelles coupoles en particulier dans le secteur sauvegardé de la « Casbah d'Alger⁴ », contribuant ainsi à la sauvegarde de notre patrimoine architectural.

Le huitième chapitre se consacre à l'étude du comportement de cette forme architecturale dans le but d'identifier les sections critiques. Une modélisation par éléments finis sera élaborée en étroite collaboration avec deux ingénieurs en génie civil ; elle permettra de déceler avec précision les zones critiques.

¹ Ce procédé constructif est spécifique à la coupole octogonale dont la forme fut généralisée à un nombre important d'édifices majeurs et mineurs. Nos prospections *in situ* au niveau de la Casbah d'Alger montrent un procédé identique pour l'ensemble des exemples étudiés.

² Ceci permettra à l'avenir d'intervenir sur ce type de couverture en reproduisant le même savoir-faire de « techniques adaptées » sans altérer la structure originale.

³ Il s'agira de retracer les étapes de construction de cette forme architecturale : la coupole octogonale à pans.

⁴ Cf. Supra. p. 8, note n°2.

La modélisation représente un moyen nouveau pour tester les structures traditionnelles, elle introduit ainsi une méthode d'analyse très performante pour la restauration architecturale. Cet outil est un apport à la restitution du savoir-faire ancien, qui permet de comprendre la logique constructive traditionnelle. Il pourra justifier l'introduction de certains éléments constructifs dans la construction des coupoles et nous confirmer leur rôle structurel. Nous pourrons alors vérifier les hypothèses relatives au système constructif.

Une fois ces zones de concentration des charges « zones critiques » identifiées, il s'agira de les confronter en chapitre neuf aux pathologies relevées « les désordres réels » sur certaines coupoles dans la ville.

Cette démarche de juxtaposition du modèle théorique au relevé *in situ* anticipera sur la localisation des zones vulnérables éventuelles et à assurer une meilleure conservation des coupoles octogonales. Nous pourrons proposer les recommandations nécessaires pour la sauvegarde des 74 édifices à coupole inventoriés en 2011 dans le secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger⁵⁵.

⁵⁵ Cf. Supra. p. 133.

Chapitre 7 : Restitution du procédé constructif de la coupole octogonale d'*al-Djazā'ir*

Introduction

Ce premier chapitre sera consacré à la restitution du procédé constructif des coupoles durant l'époque ottomane. Il s'agit d'analyser rigoureusement la structure de l'intrados et de l'extrados de la coupole octogonale. Dans ce sens nous commencerons par décomposer le système en différents éléments structurels, afin de comprendre le rôle de chaque élément, indépendamment des autres. La recombinaison de ces derniers en un système unitaire permettra de déterminer l'interdépendance des constituants ainsi que le génie du procédé constructif.

Cette décomposition/recombinaison se fera sur plusieurs cas d'étude faisant partie de notre premier échantillonnage⁶. Il s'agit de la grande coupole de la mosquée du Dey, de celle du bain des Aghas, d'un diamètre plus petit, et d'une petite coupole dans une maison d'habitation située au 1 Impasse Saïd Amara, Casbah d'Alger⁷.

Les maçonneries du bain du Harem à la Citadelle d'Alger (ne présentant pas de structure dénudée) ainsi que celle de la mosquée '*Alī Bidjnīn*'⁸ (en cours de finition) n'ont pu être étudiés en détail. Nous ferons appel à des échantillons complémentaires, notamment pour la décoration des coupoles, tels que le palais *Dār Azīza*, ainsi que les coupolettes de la mosquée *Katshāwa*.

Ce chapitre sera structuré en deux volets, le premier identifiera les caractéristiques constructives techniques propres aux coupoles d'*al-Djazā'ir*. Nous procéderons à la restitution des étapes de construction traditionnelle d'une coupole octogonale. Les trois coupoles sus-citées⁹, ainsi que leurs structures porteuses, seront analysées rigoureusement.

Le second volet sera consacré aux matériaux de construction et d'ornementation. Des relevés de certains matériaux ont été effectués notamment au niveau de la coupole du bain des Aghas dont la structure porteuse est entièrement nue.

⁶ Cf. Supra. p. 173.

⁷ La petite coupole couvre l'escalier qui mène à la terrasse, ses revêtements sont partiellement décapés laissant apparaître l'appareillage de la maçonnerie en brique.

⁸ La restauration de la mosquée '*Alī Bidjnīn*' a commencé en juin 2001, nous avons récupéré un reportage photographique réalisé par le bureau d'étude Atelier 3D où les maçonneries étaient mises à nu.

⁹ Il s'agit de la grande coupole de la mosquée du Dey, celle du bain des Aghas et celle de la maison d'habitation.

1-Les composants structurels de la coupole octogonale

Dans le cadre du programme Euromed héritage de la commission européenne, le projet Corpus et Corpus Levant¹⁰, a effectué des études sur le bâti traditionnel dans l'espace méditerranéen. Un volet a été consacré au système de couverture, notamment les coupoles. Les chercheurs ont décrit le procédé constructif des coupoles octogonales, présentant des photographies de chantiers très illustratives, ils écrivent que :

« La réalisation de la coupole à base octogonale commence par la mise en place d'une assise à base carrée, sur laquelle repose une calotte octogonale. Elle est maçonnée en briques posées au mortier. Les huit nervures qui constituent la calotte sont maçonnées en briques posées en boutisse à l'aide de mortier. Quant aux huit pans intermédiaires, ils sont réalisés en briques mises à plat. L'utilisation de la brique plate assez légère conjuguée à la rapidité de prise du mortier de chaux et de terre permet de se passer de cintre, le monolithisme se réalise dans l'instant à chaque pose de brique. Le montage des nervures à l'aide de brique posées en boutisses nécessite le recours à un fil fixé au centre de la base de la coupole et précisément au bas du piquet en bois qui détermine sa hauteur, chaque tour autour du piquet permet de fixer le niveau auquel on pose la brique. Il faut préciser que la longueur du fil correspond à la hauteur du piquet »¹¹.

Cette description assez détaillée, représente l'unique source décrivant le système constructif de la coupole dans la Casbah Alger. Elle sera utilisée comme référent comparatif à notre investigation.

La structure de la coupole octogonale sera décomposée en trois parties (fig. 130) :

La calotte octogonale, décomposée en huit pans, séparés par huit nervures saillantes de l'extrados, elle peut être parfois portée par un tambour. Nous tenterons de comprendre le rôle de ces nervures. Sont-elles porteuses ou pas ? Constituent-elles un squelette pour la coupole. Ou représentent-elles tout simplement des nervures formelles traçant et délimitant les pans de la coupole ?

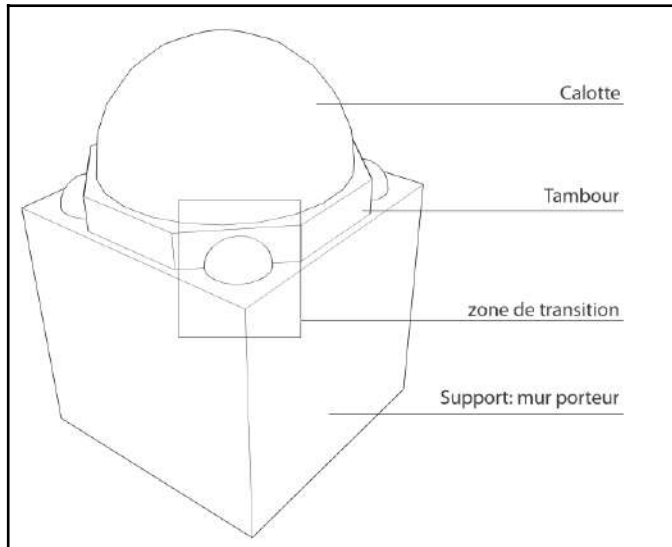
La zone de transition ou de raccordement en trompe, pendentif ou en arcs, assurant le passage du carré de base à l'octogone. Elle reçoit les charges de la coupole, et les transmet avec les arcades aux éléments porteurs en quatre ou huit points¹²;

Les supports verticaux représentés par des murs ou des points porteurs, en piliers ou colonnes (fig. 130). Dans les grandes mosquées, entre la zone de transition et les supports, se dressent des arcades en continuité avec les supports verticaux. Nous les considérerons comme constituant un même élément : colonne+arc= support.

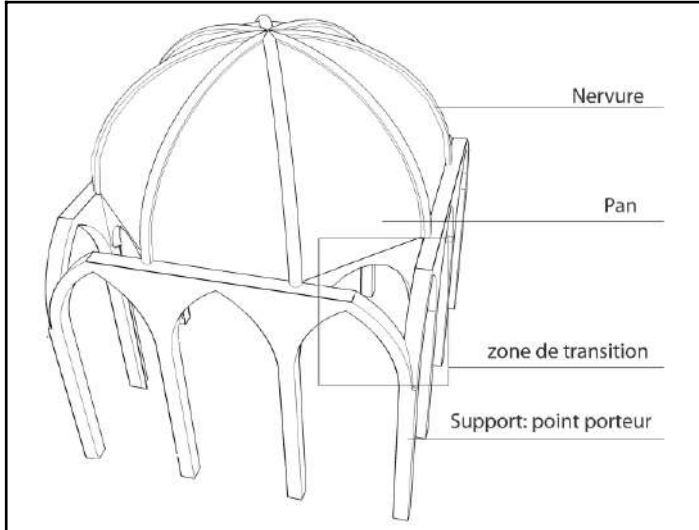
¹⁰ Corpus Euromed, Architecture traditionnelle méditerranéenne, www.meda-corpus.net, consulté le 20/01/2009. Corpus est un territoire de référence et un réseau de 17 partenaires méditerranéen, regroupant un corpus documentaire sur l'art de bâtir et les savoirs-faires traditionnel

¹¹ *ibid.*

¹² Cf. *Infra*. pp. 198-199.



Transition par des trompes.



Transition par trois arcs

Fig. 130 : Les trois parties composant la structure de la coupole.
(Restitution de l'auteur).

1-1-Les supports verticaux

Les coupoles peuvent être portées par des murs porteurs ou des points porteurs. Les trois grandes coupoles octogonales de la ville sont portées par des points porteurs. A la mosquée '*Alī Bidjnīn*, ils sont représentés par de grosses colonnes en tuf. Aux angles ceux-ci deviennent cruciformes de l'ordre d'un mètre (1m) de côté. A la mosquée '*al-Şafir*, les colonnes en marbre sont disposées sur trois côtés du carré. Elles ont des diamètres de 30cm et 40cm pour celles des angles. Sur son quatrième côté, la coupole repose sur le mur de la qibla.

La mosquée du Dey à la Citadelle présente des colonnes demi-torsadées regroupées par deux et par quatre aux niveaux des angles. Ces éléments porteurs supportent les arcs brisés qui reçoivent le poids de la grande coupole. L'appareillage des arcs se compose de lits réguliers de briques posées en boutisses et en carreau, en alternance, une brique posée en longueur sur deux en largeur (fig. 134)

Toutes ces mosquées sont entourées d'un mur porteur assez large. Dans la mosquée du Dey le mur mesure un mètre quinze (1,15 m) d'épaisseur. L'adoption de points porteurs dans les parties centrales est due au fait que la grande coupole est contiguë à des coupolettes. Cette disposition est très intéressante ; elle permet de réduire la poussée de la grande coupole sur les points porteurs. Ce sont les coupolettes qui produisent une poussée en sens inverse, donc le support vertical reçoit une force horizontale résultante diminuée¹³.

Le mur de la salle de prière se compose d'un appareillage mixte (brique-pierre), superposé aux voûtes du rez-de-chaussée composées par de gros moellons (fig. 131) de l'ordre d'un mètre (1m) sur quarante centimètres (40cm). Les voûtes constituent un soubassement de la salle de prière¹⁴ reposant sur les fondations de l'édifice.

Les fondations sont superficielle de type semelles filantes, construite en pierre. Elles se prolongent à peine à la hauteur de 1m au-dessus du sol. L'étude de l'atelier Casbah indique qu'elles sont exécutées selon le mode ancestral, descendant jusqu'au bon sol, sous forme de tranchées remplies d'une maçonnerie de pierres liées avec un mortier de terre glaise apparemment sans addition de chaux¹⁵.

Les coupoles de taille moyenne reposent généralement sur des murs porteurs. Dans le bain des Aghas et celui du Harem¹⁶, il mesure quarante centimètres (40cm) d'épaisseur. Le mur du bain des Aghas se compose d'un appareillage mixte dit hétérogène de deux (2) à quatre (4) rangées de briques qui sont alternées par un chaînage de pierre bleue (fig. 132). L'introduction de ces chaînages horizontaux augmente la stabilité de l'ensemble de l'ouvrage, qui devient plus résistant particulièrement aux forces horizontales.

¹³ Cf. Infra. p. 243, fig. 173.

¹⁴ C'est le cas de la majorité des édifices de la ville, les voûtes servent en générale de magasins ou de boutiques, elles comportaient souvent le puits à partir duquel s'alimentaient la maison d'habitation.

¹⁵ Cf. A. A. ABDESSEMED-FOUFA, *Contribution*, 2007, p. 201 et 222.

¹⁶ Le bain en question est le plus grand des deux entités, cf. Infra. p. 192, fig. 116.

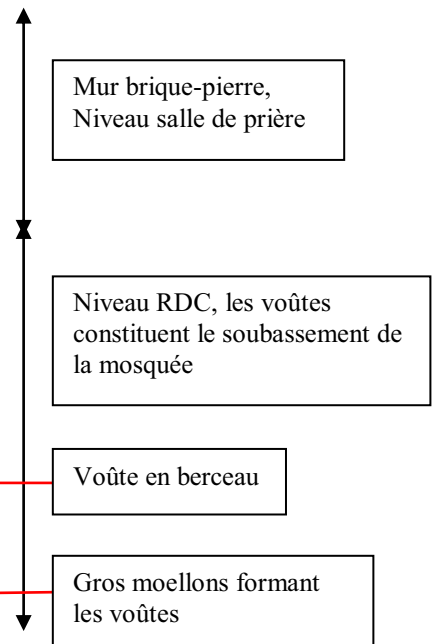


Fig. 131 : Mur porteur de la mosquée du Dey à la Citadelle.

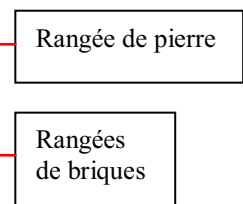
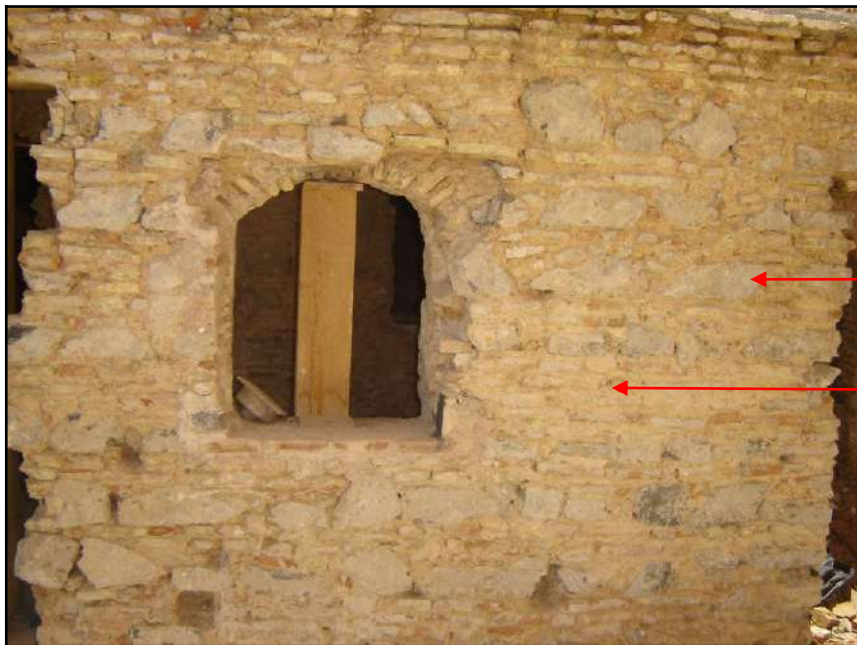


Fig. 132 : Composition mur porteur du bain des Aghas.
(Source des deux figures: auteur, juillet 2010).

Ce procédé constructif emprunté à l'antiquité était appelé par les Romains « *opus mixtum* ». L'alternance brique-pierre renforçait les structures murales des grands monuments. D'autres chaînages en bois ont été identifiés dans l'ensemble des murs des édifices de la Citadelle. Ce procédé constructif parasismique a été généralisé suite aux importants séismes qui ont frappé la ville d'*al-Djazā'ir*¹⁷. L'un des plus importants est celui du 03 février 1716 causant la destruction d'un très grand nombre de bâtisses dans la ville¹⁸.

Cette catastrophe sismique déclencha une prise de conscience chez les algérois. Des techniques constructives préventives ont été décrétées par le gouverneur de l'époque afin que les constructions puissent résister au prochain séisme¹⁹.

Elles consistaient à introduire des chaînages horizontaux dans les murs en briques formant des parois qui absorbent les charges horizontales lors des sollicitations sismiques. (fig. 133). Ces parois sont ainsi fractionnées en plusieurs parties, les efforts horizontaux sont répartis à chaque nouvelle strate du mur (brique et bois). De plus les frictions entre maçonnerie et bois sont très élevées par rapport à celle d'éléments de maçonnerie entre eux, ces murs répondent donc favorablement aux sollicitations sismiques. Les murs sont également chaînés au niveau des angles, évitant le détachement des parois à cet endroit. Le chaînage en bois est régulier tout les un mètre cinquante (1,50 m), sur toute la hauteur du mur²⁰.

Ce même principe a été identifié au niveau de l'articulation entre les arcades et les colonnes à la Citadelle d'Alger (fig. 134). La superposition de deux matériaux différents assure un glissement horizontal au niveau de l'articulation ce qui permet à la structure arc-colonne de résister au cisaillement dû aux sollicitations du séisme. Le système constitue ainsi un procédé antisismique. Les maçons construisaient deux rangées de briques sur le chapiteau, au-dessus ils disposaient trois rondins de thuya, sur lesquels ils réalisaient la maçonnerie de l'arcature.

1-2-La zone de transition

Cette partie de la coupole est une zone intermédiaire entre la calotte et les supports. A la Casbah d'Alger, le raccordement est réalisé par des trompes hémisphériques, des pendentifs triangulaires et des arcs. Cette zone de transition reçoit une partie des charges de la calotte pour les transmettre aux arcades et aux éléments porteurs. La transmission des charges est réalisée différemment, selon le mode de raccordement choisi²¹.

¹⁷ Au cours du XVIII^{ème} siècle, quatre (04) séismes très violents ont frappés la ville d'*al-Djazā'ir* causant des dommages considérables. A partir de 1716, les maisons étaient étayées les unes contre les autres, Cf. J.A. PEYSSONNEL, *Voyage*, p. 165. Par ailleurs, quatre (04) séismes importants ont été relevés sur une période de trois siècles et demi, cf. A. A. ABDESSEMED-FOUFA, *Contribution*, 2007, p. 95.

¹⁸ Cf. F. COMELIN, *Voyage pour la rédemption*, 1721, p. 14. Les auteurs citent l'hôtel des ambassadeurs « le palais *Aziza Bey* » qui a perdu un étage entier lors de ce tremblement de terre.

¹⁹ Cf. A. A. ABDESSEMED-FOUFA, *Contribution*, 2007, p. 102.

²⁰ *Ibid.*, pp. 204,205, 211.

²¹ Cf. *Supra*. pp. 198-199.



Rondin en bois
incorporé dans la
maçonnerie

Fig. 133 : Mur mixte brique rondin en bois, palais du Dey à la Citadelle.



Arcade dans une cours, Citadelle d'Alger



Rondin
de thuya

Arcade dans la mosquée du Dey, Citadelle.

Fig. 134 : L'incorporation des rondins au niveau de la base de l'arcade.

(Source des trois figures : auteur, juillet 2010).

La première forme de transition est identifiée dans la mosquée du Dey à la Citadelle ainsi que la mosquée *'Alī Bidjnīn*. Elle permet un raccordement par trois arcs²². Le premier, chanfreiné, réalisé sous le pan d'angle, les deux autres, reprenant la forme du carré de base (fig. 135). La largeur de ces deux derniers arcs est plus importante que celle de l'arc chanfreiné, correspondant à deux longueurs de brique (Fig. 136).

Les maçons réalisent les arcs du carré de base sur lesquelles ils accrochent les arcs chanfreinés. C'est ainsi que les huit bases de la coupole sont prêtes à recevoir les pans. La forme résultante comprise entre les trois arcades est triangulaire courbe, réalisée en briques en boutisses montées selon différents assemblages, soit linéaire ou radial (fig. 136 et fig. 137).

La deuxième forme de raccordement est représentée par le pendentif. Ce dernier repose soit sur des murs porteurs, soit sur des arcs²³. La coupole du bain des Aghas comporte de grands pendentifs, dont la pointe inférieure est à un mètre (1m) du niveau du sol. Les briques sont posées en boutisses en rangées radiales (fig. 138, fig. 166). Cet appareillage est identique pour les coupolettes de la mosquée *'Alī Bidjnīn* (fig. 139).

A noter aussi que le rayon des coupoles d'*al-Djazā'ir* est différent de celui des pendentifs. Ces derniers ne font pas partie d'une même sphère, c'est dans ce sens que la coupole est dite sur pendentifs²⁴, la corniche au-dessus des pendentifs sépare clairement la calotte de l'élément de transition.

La troisième forme de transition est celle des trompes. Nous avons pu découvrir son appareillage au mausolée *Sīdī Muḥamad al-Sharīf*. Les briques sont posées en boutisse (fig. 140), adoptant le même appareillage que celui des arcs. Leur prolongement forme une surface curviligne (le quart de sphère) rejoignant les angles du carré en brique montées en carreau. Au-dessus des trompes, est disposée une corniche en brique posées également en boutisse, dessinant le plan octogonal de la coupole et délimitant les pans des murs porteurs.

²² Cf. Supra. p. 190, fig. 113.

²³ Cf. Supra. p. 179, fig. 100.

²⁴ Cf. Supra. p. 197, fig. 128.

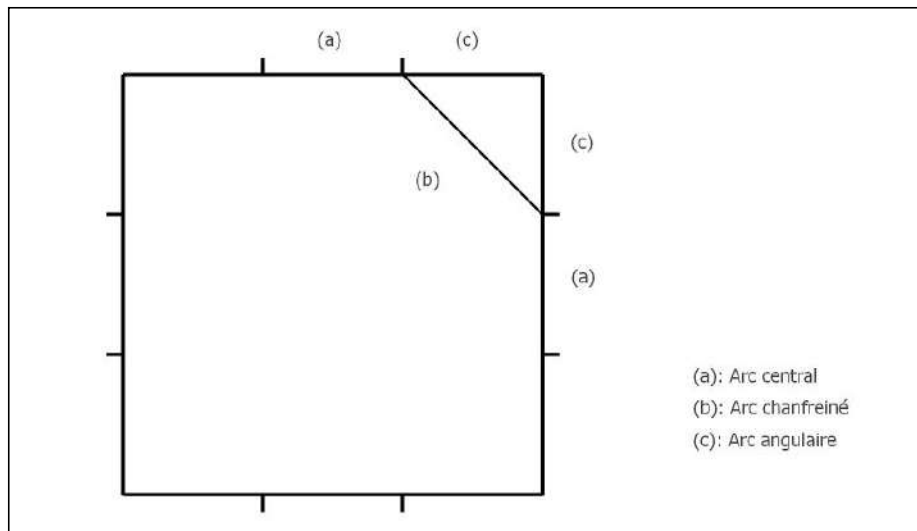


Fig. 135 : Schéma de la transition par trois arcs.

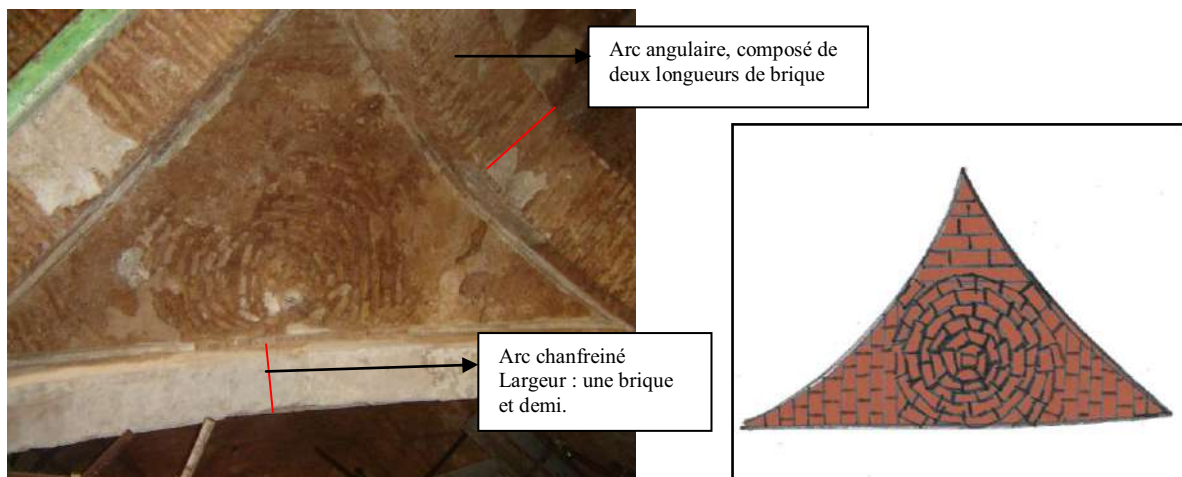


Fig. 136 : Le raccordement par trois arcades, appareillage.

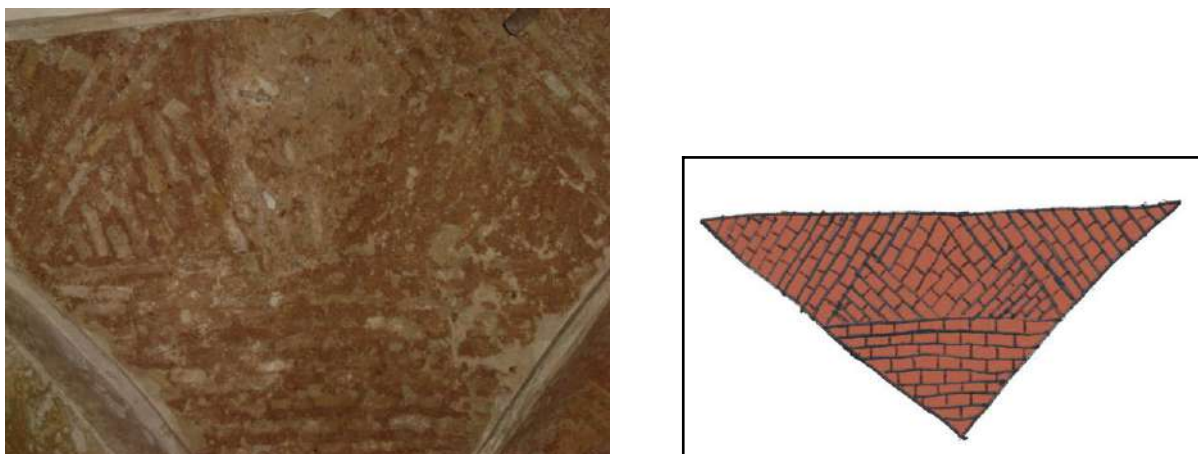
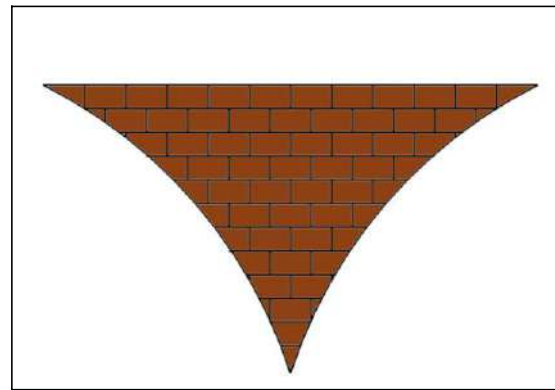


Fig. 137 : Deuxième type d'appareillage, raccordement par trois arcs.
(Source des cinq figures : auteur, juillet 2010).



Fig. 138 : Pendentif du bain des Aghas.
(Source : auteur, juillet 2010).



(Restitution de l'auteur)

Fig. 139 : Raccordement par des pendentifs,
coupolette, mosquée *'Alī Bidjnīn*.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001).



Fig. 140 : Trompe du mausolée *Sīdī Muḥamad al-Sharīf*.
(Source : auteur, décembre 2010).

1-3- La structure de la calotte du bain des Aghas

Le principe de construction du pan de la coupole est une combinaison entre celui du mur vu de face et celui de l'arcade vue en coupe. L'épaisseur de la coupole d'environ trente centimètres (30cm), correspond à la longueur d'une brique (fig. 141) dont les dimensions varient de vingt-quatre (24cm) à vingt-sept centimètres (27cm)²⁵ atteignant parfois trente centimètres (30cm) avec une épaisseur de mortier de 3,5 à 5 centimètres. Une étude plus détaillée du profil des pans du bain des Aghas, permet d'en identifier deux parties (fig. 142):

1-3-1-La base de la coupole

Cette coupole est posée sur une assise de plusieurs rangées de briques posées à plat. Nous avons pu le constater également au niveau des coupolettes de la mosquée du Dey à la Citadelle. C'est sur cette assise de forme octogonale, que sera réalisée la base de la coupole. Cette base a une hauteur de soixante centimètres (60cm) dans le bain des Aghas correspondant à un pan de mur vertical. Les briques sont montées suivant un plan droit (fig. 142), selon un appareillage en boutisse (fig. 143, 144). Parfois le maçon incorpore une à deux briques posées en carreau à plat. A la mosquée du Dey, les pans de la coupolette devant le mihrab présentent la même structure mais la hauteur de la base ne mesure qu'environ trente centimètres (30cm).

Les «*qabbābs*» ont incorporé des rondins en bois de thuya dans ce soubassement (fig. 145, 146). Ces rondins se chevauchent deux à deux, et sont positionnés au pied du pan de la coupole. Le *qabbāb* commence par construire une à deux rangées de briques selon le principe du croisement, sur lesquelles sont posés deux rondins à plat. Au-dessus de ces derniers, la maçonnerie reprend des rangées posées en boutisse. La liaison rondins/briques se réalise par un mortier de chaux à prise rapide, spécialement conçu pour ce type d'ouvrage²⁶.

Le chevauchement des rondins entre deux pans de coupole fait qu'ils se positionnent l'un sur l'autre (fig. 147), renforçant ainsi les huit points de l'octogone²⁷. La coupole comporte en totalité seize (16) rondins, des tirants incorporés dans la maçonnerie assurant le rôle de chaînage horizontal (fig. 148). Ce rôle est très important, les tirants constituent une ceinture à la base de la coupole où les poussées sont maximales. Ceci a pour but de renforcer la base de la calotte, et éviter l'écartement de la structure²⁸. Ils protègent également la structure contre les forces horizontales. Ils définissent un système antisismique²⁹, réalisant une sorte de rails, permettant au système des mouvements de glissement sans subir trop de déformations, évitant de ce fait le cisaillement de la maçonnerie à cet endroit.

²⁵ Cf. Infra. p. 227.

²⁶ Cf. Supra. p. 228.

²⁷ Cf. Supra. p. 207. Le principe du chevauchement des rondins entre deux pans est identique à celui réalisé aux angles des murs en maçonnerie. Ce principe de croisement permet d'avoir une structure très résistante.

²⁸ Cf. Infra. p. 245, fig. 179.

²⁹ A la suite du séisme de 1716, des solutions antisismiques ont été adoptées dans la construction, dont l'introduction de rondins en bois dans les maçonneries. Cf. Supra. p. 207, note n° 17.

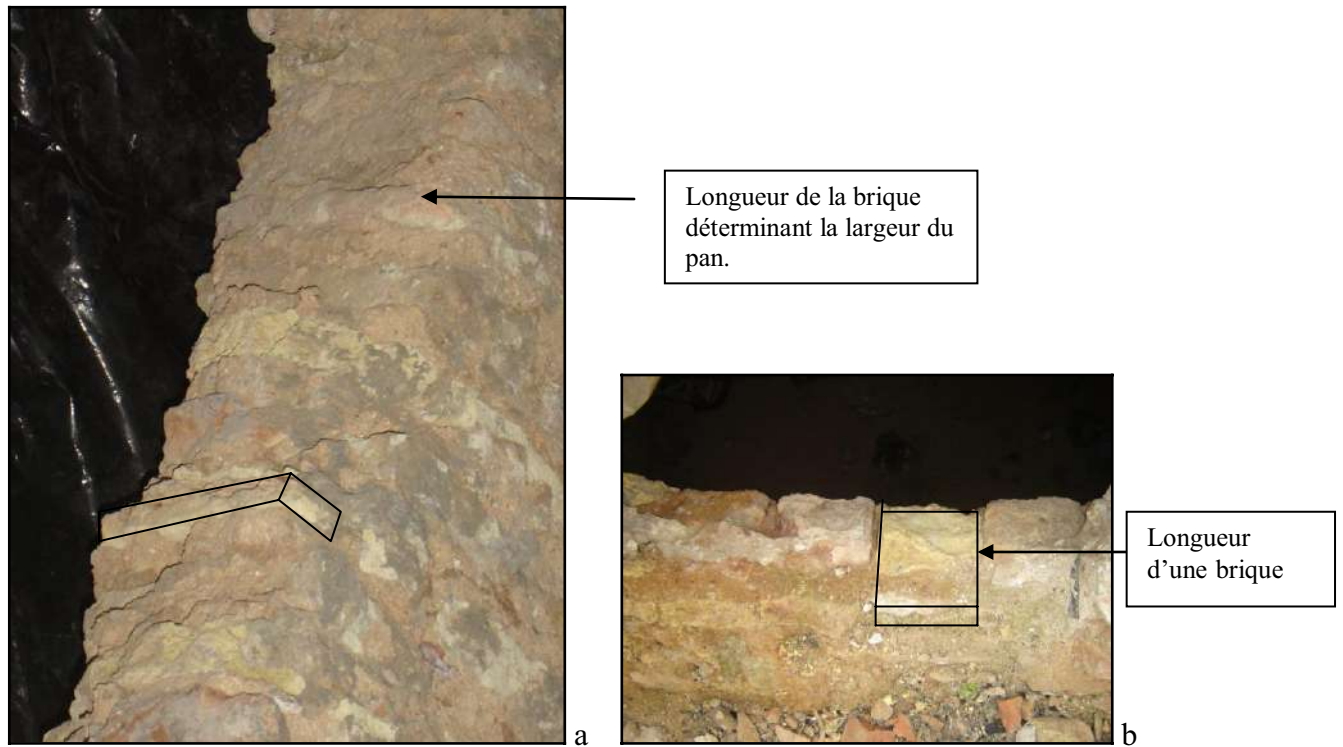


Fig. 141 : Epaisseur du pan de la coupole du bain des Aghas.

Disposition des briques au niveau de la fenêtre

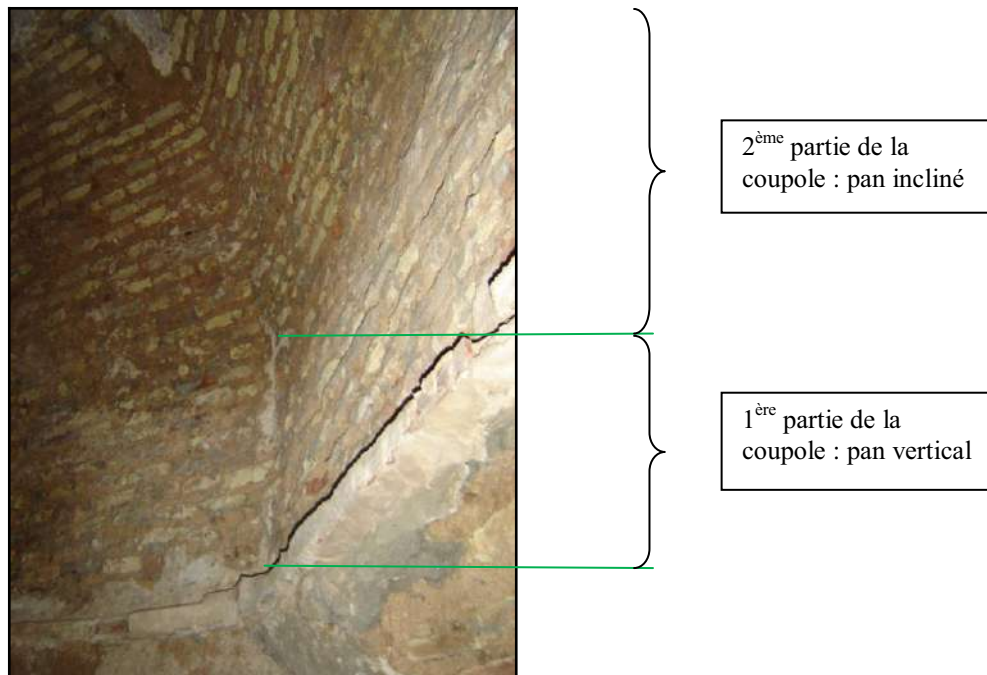


Fig. 142 : Les deux parties composant le pan, bain des Aghas³⁰.
(Source des trois figures : auteur, juillet, 2010).

³⁰Les briques sont posées en boutisse, disposées en assises en couronnes avec une inclinaison qui leur permet de se joindre au niveau du sommet, cf. Infra. p. 218, fig. 149.



Fig. 143 : Structure du pan, briques posées en boutisse, coupole du bain des Aghas.
(Source : auteur, juillet 2010).

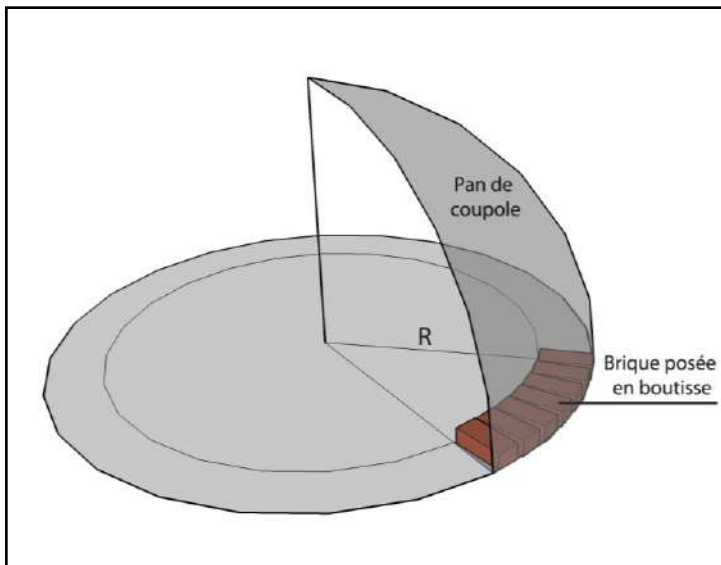


Fig. 144 : Appareil radial, briques posées en boutisse, pan de la coupole du bain des Aghas.
(Restitution de l'auteur).



Rondin en bois détérioré par les infiltrations des eaux de pluie

Fig. 145 : Les rondins incorporés dans l'assise d'une petite coupole, mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger.



Emplacement des rondins

Fig. 146 : Emplacement des rondins en bois, petite coupole d'une pièce supérieure dans une maison à patio, sise, 5, Impasse des Frères Bachara, Casbah d'Alger.

La disparition des deux murs supportant la coupole a entraîné la destruction de la moitié de la calotte. Ce qui nous a permis d'avoir une coupe sur la structure de la maçonnerie.

(Source des deux figures : auteur, juillet, 2010).

A l'intérieur de la coupole, cette base est posée sur une corniche constituant une délimitation entre la calotte et les éléments de transition. Lorsque le raccordement est réalisé par des trompes angulaires, une seconde corniche sépare ces éléments des murs porteurs³¹. Les éléments structurels sont clairement identifiables. Ils se démarquent et contribuent à l'enrichissement formel des coupoles. Les deux corniches mettent en évidence les trois entités de la construction, les murs porteurs, la zone de transition et la calotte.

1-3-2-Les pans inclinés

La seconde partie des pans de la coupole présente une inclinaison très importante (fig. 142). Les pans opposés, deux à deux, se courbent progressivement pour se rejoindre au niveau du sommet de la coupole. L'appareillage est le même que celui de la base avec des briques posées en boutisse, ne laissant apparaître leurs petites dimensions qu'en façade intérieure. De temps en temps, certaines briques sont posées en carreau, notamment au niveau de l'emplacement des arêtes de l'octogone, ce qui rend l'appareillage irrégulier.

Ce savoir-faire constructif dépendait de son exécuteur. Le maçon devait respecter les règles constructives principales, mais procédait selon son expérience³² notamment dans l'appareillage des maçonneries. Le principe n'étant pas de répéter un appareillage prédéfini mais d'adapter les appareillages aux différentes situations.

Pour la mise en œuvre des coupoles de taille moyenne, nous prenons l'exemple des coupoles construites par les maçons nubiens, sans recours au cintre. Leur expérience nous éclaire sur d'anciens procédés traditionnels. « *Les maçons nubiens n'utilisent ni mesures ni instruments, ils construisaient leurs voûte et coupoles directement dans l'espace, sans support ni plan ; il y avait juste deux maçons sur une planche et un aide en-dessous leur lançant les briques [...]. Ils travaillaient rapidement [...] avec une connaissance intuitive extraordinaire des lois de la statique et de la science de la résistance des matériaux* »³³.

Pour la réalisation de la coupole, les briques sont disposées suivant des assises en couronne dont l'inclinaison sur l'horizontale est inférieure de dix (10°) à quinze degrés (15°) à celle des rayons correspondants à la sphère (fig. 149 et 150). Ceci réduit la tendance au glissement des briques, qui dans chaque assise, se trouvent légèrement décalées de dix degrés (10°) par rapport aux rayons de la couronne³⁴ (fig. 151).

³¹ Cf. Supra. p. 192, fig.118 et 119.

³² Certaines différences ont été relevées au niveau des appareillages des structures. La logique des bâtisseurs d'autrefois était différente de celles développées aujourd'hui. Néanmoins certaines règles et principes étaient toujours respectés, c'est ce que nous tenterons d'identifier dans ce chapitre.

³³ Cf. H. FATHY, *Construire*, 1969, p. 36-37.

³⁴ Cf. CRAterre, *Construire en terre*, 1995, p. 235. Ce procédé constructif utilise un trace dôme ou rayon mobile de la sphère qui permet d'indiquer la bonne position ou l'inclinaison de chacune des unités



Fig. 147 : Chevauchement des rondins en bois entre deux pans de coupole.
(Source : auteur, juillet 2010).

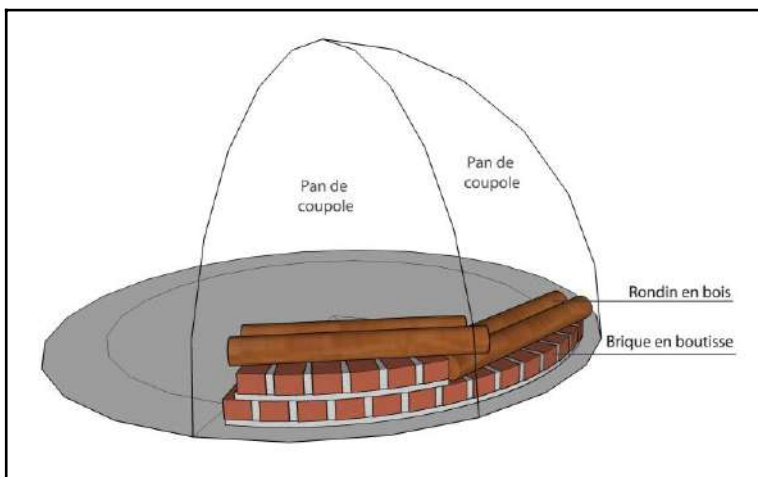


Fig. 148 : Position des rondins à la base de la coupole.
(Restitution de l'auteur)

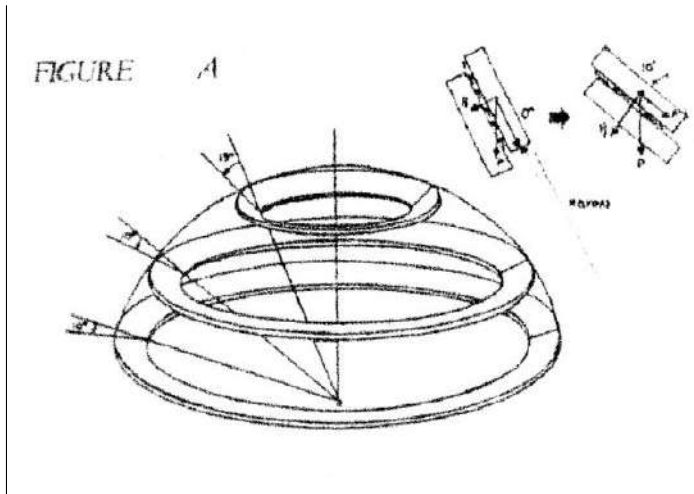


Fig. 149 : Inclinaison des briques / à l'horizontale.
(Source : CRAterre, *Construire en terre*, 1995, p. 235).

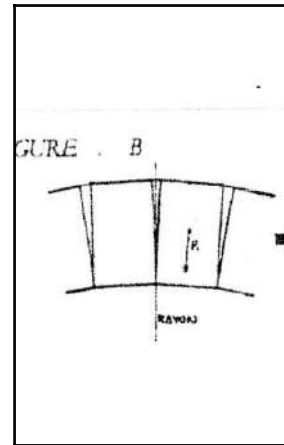


Fig. 151: Décalage des briques.



Fig. 150: Assises circulaires, grande coupole de la mosquée du Dey.
(Source : auteur, juillet 2010).

1-3-3-L'extrados de la coupole du bain des Aghas

Cette coupole représente un cas d'étude très important. Les enduits extérieurs comme ceux de l'intérieur ayant été entièrement décapés. Les nervures ont été enlevées en même temps que les briques recouvrant l'extrados de la coupole.

Les pans présentent relativement la même structure constructive qu'à l'intérieur, avec des briques posées en boutisse. Au niveau des arêtes, des briques sont posées en carreau (sur leur plus grande dimension) (fig. 152), permettant un meilleur chevauchement.

Cette coupole a subi plusieurs transformations antérieures, nous relevons :

- Deux (02) couleurs de mortiers sur les pans indiquant une reconstruction partielle de la calotte (fig. 152) ; l'un rosâtre et le second de couleur marron.
- Le percement de quatre (04) grandes fenêtres durant la période française.

Ces deux modifications d'ordre formel et constructif ont contribué à fragiliser la structure de cette coupole.

D'autre part, la calotte est imbibée d'eau ; des infiltrations profitent de la moindre fissure pour pénétrer dans la maçonnerie. L'utilisation de deux mortiers de consistance différente provoque souvent la naissance de zones d'infiltration suite à l'inadhérence des deux matériaux. Des disjointements sont constatés en plusieurs endroits. Ceci a détérioré d'avantage la maçonnerie des pans.

-Les nervures de l'extrados

Les nervures des coupoles de la Casbah d'Alger sont assez singulières. L'ensemble des calottes étudiées présentent des saillies de nervures au niveau de l'extrados seulement. Cette ossature n'est pas assez profonde pour être vue de l'intrados. Les nervures sont en général dissimulées derrière un enduit qui trace l'arête et se termine en pointe (fig. 153).

Les arêtes sont constituées de briques posées sur chant, selon un axe vertical, constituant des nervures de 3 à 4 cm d'épaisseur³⁵. Elles permettent de tracer la forme définitive de la coupole et de mettre en évidence la forme octogonale. Elles sont réalisées directement sur les pans de la calotte. Le maçon commence par poser les briques des nervures à partir de la base de la coupole jusqu'à la clé.

A ce niveau de notre étude se pose une question importante relative au rôle de ces nervures. Au niveau de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger, nous avons pu constater que ces nervures ne pénètrent pas dans la maçonnerie du pan. Elles sont simplement posées sur la maçonnerie de la coupole et sont liées par un mortier de chaux. Aucune liaison constructive n'est assurée entre ces nervures et les pans. Plusieurs nervures dans ce chantier ont été restituées sans endommager la structure de la coupole.

³⁵ Cette épaisseur correspond à celle de la plus petite dimension de la brique, qui a été relevé entre 3 et 4 cm.

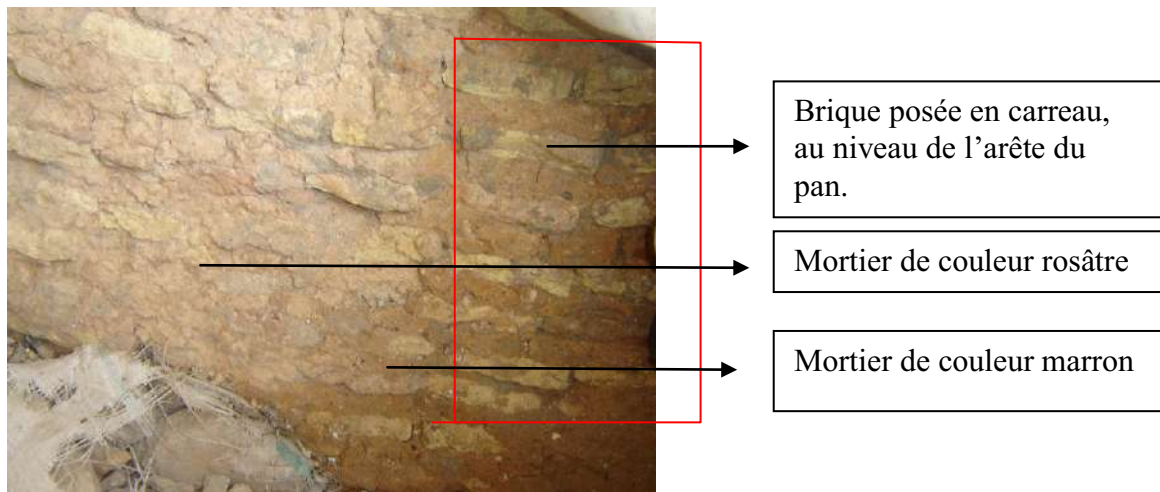


Fig. 152 : L'extrados de la calotte du bain des Aghas.

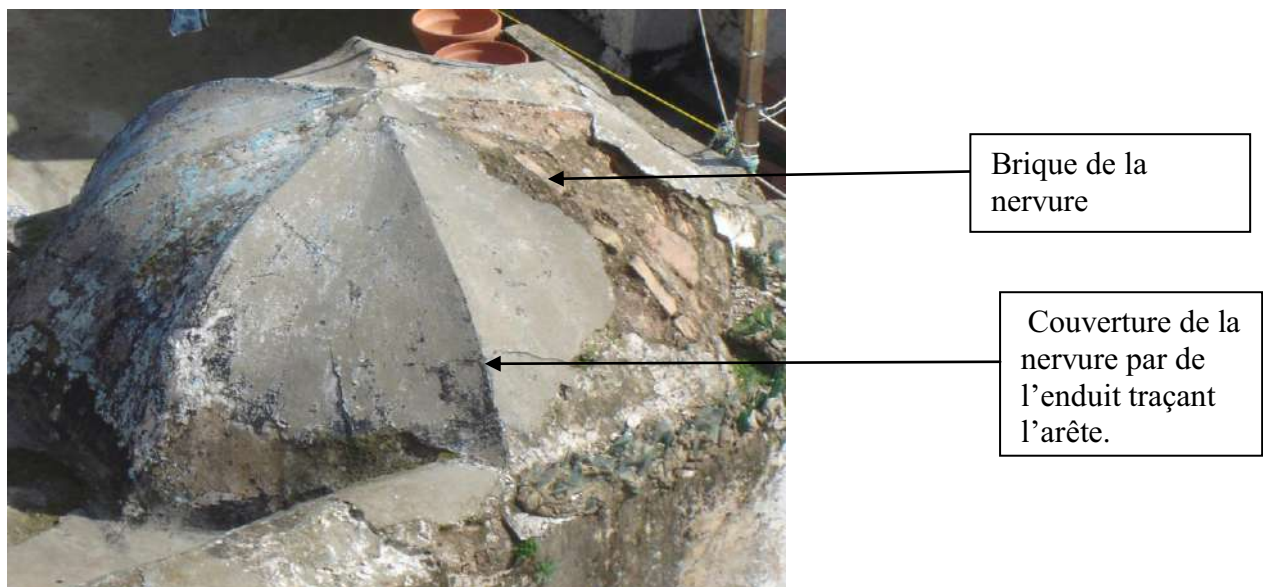


Fig. 153: Petite coupole dans une maison à patio, sise, 1 Impasse Saïd Amara, Casbah d'Alger.

(Source des deux figures: auteur, juillet 2010).

Ces observations nous permettent d'avancer que ces nervures ne sont pas porteuses, comme cela a été avancé dans notre deuxième hypothèse. Elles ont un rôle de raidisseur externe constituant une protection de la coupole. Ceci pourra être vérifié dans le huitième chapitre de la recherche relative à l'étude du comportement de la coupole octogonale.

Cependant, ayant posé une hypothèse relative au rôle des nervures, il est opportun d'apporter un peu plus d'informations sur le moment de la pose de ces éléments. Ces raidisseurs étaient-ils posés après la réalisation des pans, avant la pose de la paroi de briques protectrice, ou étaient-ils réalisés au début de la construction de la coupole pour servir de repères, un gabarit traçant la silhouette de la calotte ?

Ces nervures n'étant pas porteuses, elles n'avaient aucune raison d'être réalisées au début de la construction. Si c'était le cas, la clé de voûte serait un point trop fragile pour résister pendant la réalisation des pans (les nervures étant construites en une seule rangée de brique). Au niveau de la coupole du bain du Harem, nous n'avons constaté aucune jonction constructive entre les différentes nervures au niveau de la clé. Elles se rejoignent en laissant un petit vide au faîte³⁶ de la coupole (fig. 154). Ces nervures étaient donc réalisées après la construction de l'ensemble de la calotte. Les briques étaient posées sur chant jusqu'à la clé. Ensuite le *qabbāb* réalisait la couverture de la coupole. Ce qui constituait un ensemble résistant aux agents extérieurs et notamment vis-à-vis de l'ennemi principal de la maçonnerie : l'eau.

-La couverture des pans

Les pans de la coupole sont recouverts de briques posées à plat. La coupole du bain des Aghas étant entièrement dénudée, ne possède plus cette protection. Nous avons pu étudier cette couverture au niveau de la mosquée du Dey et celle d'*Alī Bitchnīn*. Les coupolettes de cette dernière sont recouvertes de briques constituant une paroi fine protégeant la maçonnerie de la coupole (fig. 155). Cette paroi était posée après la réalisation des nervures extérieures.

Cette couverture est constituée d'une rangée de briques de différentes dimensions et de différentes formes ; elles pouvaient être rectangulaires ou carrées. Ce sont des briques de casse posées l'une à côté de l'autre³⁷. Ce principe était appliqué également pour la réalisation des petites coupoles des cages d'escalier (fig. 153).

³⁶ Le faîte représente le sommet de la coupole.

³⁷ Nous avons retrouvé ce même procédé de couverture de coupoles par des briques posées à plat dans la Perse Sassanide. Le tombeau de Boukhara illustre clairement ce mode de couverture et de protection des calottes.



Fig. 154 : La liaison entre les nervures externes, coupole du bain du Harem, Citadelle d'Alger.
(Source : auteur, juillet 2010).



Brique formant la paroi protectrice de la calotte.

Fig. 155 : Couverture extérieur en brique des coupolettes de la mosquée 'Alī Bidjnīn.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001).

La forme et la dimension de la brique importaient peu. Une fois liées par le mortier de chaux, elles constituaient une paroi entièrement monolithique, représentant une protection extérieure de la coupole. Le rôle de cette paroi est très important car elle enfermait la coupole dans une coque adhérente à la structure de la calotte et la protégeait contre les agents extérieurs.

Elle représente un second système de protection de la coupole imaginé par le *qabbāb*. Adhérent aux nervures et à la maçonnerie de la calotte, elle formait une coupole rigide (un système stable). Ceci explique clairement la résistance prolongée de ces coupoles au vieillissement et aux agents atmosphériques. Les extrados des coupoles que nous avons étudiés sont en bon état de conservation. Les dégradations affectent généralement les intrados³⁸.

Cette paroi a un second rôle formel, elle donne un aspect arrondi aux pans de la coupole qui sont composés de pans de murs inclinés. A cela s'ajoutent plusieurs couches d'enduit à la chaux qui donnaient la forme définitive de la coupole³⁹.

2-La grande coupole de la mosquée du Dey

La construction de cette grande coupole suit le même principe que celle des petites coupoles. Cependant l'appareillage se différencie, par des briques posées en assises radiales dite à l'anglaise, constitué d'une rangée de briques posées à plat en boutisse, alternée d'une rangée en carreau (fig. 156).

Les pans au niveau de la base sont droits : ce sont des murs verticaux qui ne laissent apparaître aucune inclinaison. Cette dernière commence à partir de la fenêtre (fig. 157). Cette base repose sur une corniche comportant des briques posées en boutisse (fig. 158). Sur cette base, un chaînage horizontal « des tirants en bois » de diamètre important, est posé sur deux (02) à trois (03) rangées de briques. Les tirants se chevauchent au niveau de l'arête du pan de la coupole (fig. 159).

Au-dessus des fenêtres se dressent deux autres tirants en bois venant soutenir la partie supérieure de la calotte (fig. 160). Cette grande coupole comporte en tout trente-deux (32) tirants (2 fois 16). Pour cette grande coupole, d'une hauteur de cinq mètres cinquante (5,50m), les *qabbābs* ont doublé le nombre des chaînages horizontaux, réalisant deux ceintures, la seconde rangée étant posée au début de l'inclinaison⁴⁰.

³⁸ Cf. Infra. p. 290.

³⁹ Cf. Infra. p. 230, fig. 161.

⁴⁰ La disposition des tirants à la base et à mi-hauteur est un procédé de chaînage identique à celui adopté dans les murs en maçonnerie, il constitue un système antisismique insérer dans la maçonnerie en brique afin de la consolider et de la préserver contre les forces horizontales. Cf. Supra. p. 207.

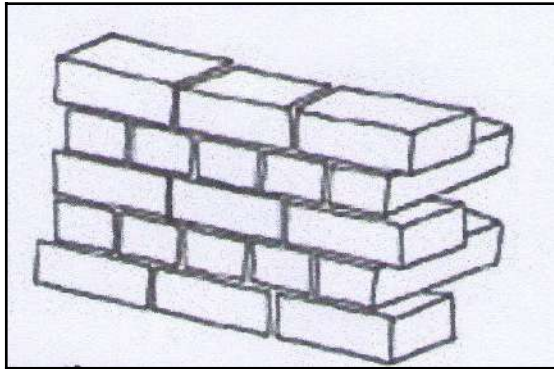
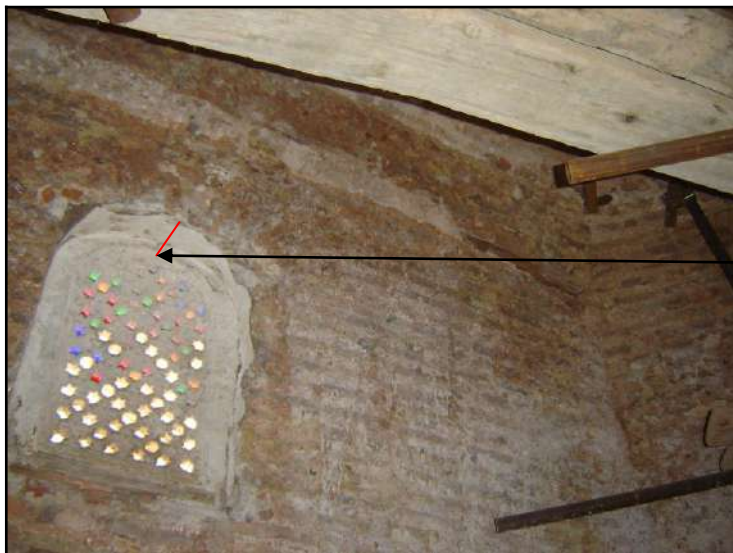


Fig. 156 : L'appareillage dit à l'anglaise de la grande coupole, mosquée du Dey.



Inclinaison du
pan

Fig. 157 : L'inclinaison du pan commence au niveau de la fenêtre.



Brique constituant la
corniche de la coupole

Fig. 158: La corniche de la grande coupole.
(Source des trois figures : auteur, juillet, 2010).

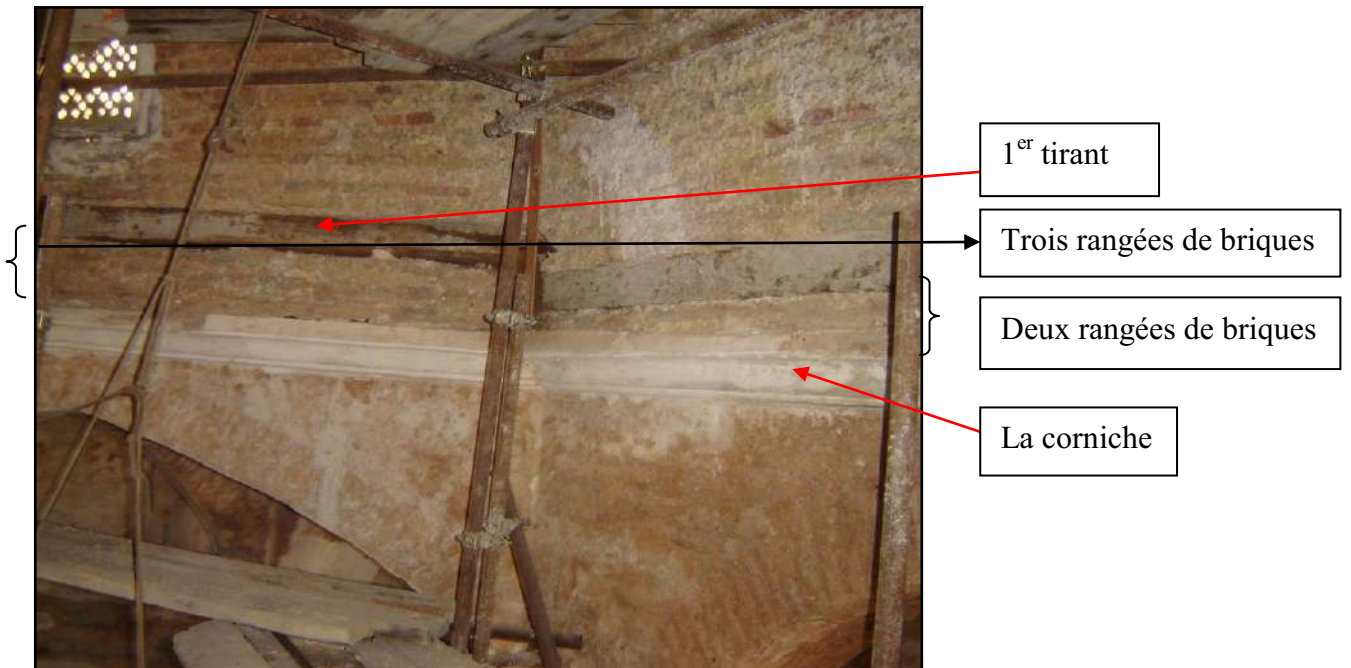


Fig. 159 : Positionnement des tirants en bois au niveau de la base de la grande coupole, mosquée du Dey.



Fig. 160 : Insertion d'une deuxième rangée de tirant au-dessus des fenêtres.
(Source des deux figures : auteur, juillet 2010).

Ces tirants se sont fortement détériorés à cause des infiltrations des eaux dans la maçonnerie, en particulier ceux de la base qui sont au même niveau que la toiture terrasse car l'infiltration des eaux étant plus facile à ce niveau. La partie inférieure qui reçoit directement les charges de la coupole se retrouve ainsi fragilisée, vu que le tirant qui la chaînait ne joue plus son rôle.

L'épaisseur de la coupole n'est pas constante. Nous l'avons relevé⁴¹ au niveau des reins⁴² à quarante-deux centimètres (42cm). Au niveau de la clé, l'épaisseur des pans est de trente centimètres (30cm). Ceci s'explique parfaitement par le fait que les reins de la coupole représentent la zone recevant toutes les charges de la maçonnerie, à cela s'ajoute la direction inclinée de la force des poussées.

3-Les matériaux de construction

3-1-La brique

L'emploi de ce matériau s'est généralisé dans l'ensemble des constructions de la période ottomane. Il a acquis une grande importance dans l'art de bâtir de cette époque, d'où sa fabrication locale massive. Les briqueteries se concentraient en dehors de l'enceinte de la ville, notamment dans le faubourg de *Bāb al-Wād*⁴³. Ils servaient aussi bien à la cuisson des briques qu'à l'opération de calcination de pierre calcaire pour la production de la chaux.

*« L'art du briquetier réside en partie dans sa capacité à construire et à faire fonctionner des fours susceptibles d'assurer des températures très précisément contrôlables »*⁴⁴. Des briques insuffisamment cuites sont trop fragiles et inversement, si la température de cuisson est trop importante l'argile se déforme. La maîtrise de la cuisson des briques est donc très importante pour la résistance du matériau.

Dans la ville d'*al-Djazā'ir*, la brique pouvait être appareillée seule ou associée à la pierre selon un appareillage mixte⁴⁵. Dans la construction des coupoles, la brique était utilisée seule en appareillage radial, en boutisse⁴⁶, de manière à donner une épaisseur maximale au pan⁴⁷. Les briques utilisées dans la construction des coupoles de la Citadelle d'Alger sont de couleur jaunâtre et rougeâtre virant vers le marron. Ceci dépend de la couleur de la terre utilisée pour la fabrication des briques et du temps de cuisson. Les briques d'*al-Djazā'ir* sont caractérisées par une cuisson peu élevée⁴⁸.

⁴¹ Le relevé de l'épaisseur de la coupole a été possible grâce à deux ouvertures, la première au niveau des reins, la seconde au niveau de la clé.

⁴² Les reins de la coupole sont localisés au niveau de la ligne de naissance.

⁴³ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 288, 298.

⁴⁴ Cf. J. W.P. CAMPBELL, *L'Art et l'histoire de la brique*, 2004, p. 14

⁴⁵ Cf. Supra. p. 206, fig. 132.

⁴⁶ Cf. Supra. p. 214, fig. 144.

⁴⁷ Cf. Supra. p. 213, fig. 141.

⁴⁸ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 287.

Elles ont des dimensions variables, entre vingt-quatre (24cm) et vingt-sept centimètres (27cm) atteignant jusqu'à trente centimètres (30cm) de longueur sur une largeur de douze (12) à treize centimètres (13cm). Leur épaisseur est de trois (3cm) à quatre (4cm)⁴⁹. Ces briques s'inscrivent dans un système de proportion largeur/longueur (l/L) de 1/2⁵⁰.

Ce matériau présente deux avantages favorisant son emploi dans les constructions médiévales. Premièrement sa légèreté par rapport au marbre et au granit. Celle-ci n'est pas due au matériau lui-même, mais à la diminution du cubage de maçonnerie que permet son usage⁵¹.

Le second avantage concerne sa résistance à la compression. En moyenne cette résistance est estimée entre 71 et 149 kilogrammes au centimètre carré, alors que la résistance à la compression des pierres oscille entre 50 kilogrammes pour les calcaires les plus légers et environ 80 kilogramme pour le marbre⁵². Ces données théoriques doivent néanmoins prendre en considération le mortier employé dans la construction.

Dans les édifices algérois, les briques étaient liées par un mortier de chaux très résistant, ce qui a renforcé la résistance de la maçonnerie à la compression. Les éléments constructifs tel que les murs, les systèmes de couverture constituaient des structures monolithiques stable.

3-2-Les mortiers

Durant la période ottomane, le mortier utilisé pour le jointement des briques des maçonneries était à base de chaux. L'introduction de ce matériau naturel a permis la réalisation des couvertures maçonnées notamment les coupoles. C'est la prise rapide du mortier qui facilitait le travail du *qabbāb* pour la réalisation d'ouvrages construits sans cintre.

La chaux présente plusieurs avantages et atouts. C'est un matériau résistant, souple et élastique limitant les fissures dans les enduits. Elle est perméable à la vapeur d'eau, évitant la condensation d'eau dans les murs. Par analogie, on peut imaginer que les murs respirent et expulsent l'humidité contenue dans la maçonnerie⁵³.

La chaux est également imperméable à l'eau de ruissellement, protégeant ainsi le gros œuvre des intempéries. L'ensemble des édifices de cette période étaient enduits à la chaux. Dès que cette protection extérieure disparaissait, le bâtiment se détériorait rapidement. La chaux avait donc un double emploi, elle était intégrée dans la construction mais aussi servait à l'entretien périodique des bâtisses de cette époque.

⁴⁹ Les différences dans les dimensions sont dues aux irrégularités de moulage, de séchage et de cuisson.

⁵⁰ Ce rapport de deux fois la longueur pour une fois la largeur des briques était celui généralement admis au Maghreb. Cf. P. ARAGUAS, *Brique et architecture*, 2003, p. 32.

⁵¹ *Ibid.*, p. 49.

⁵² *Ibid.*, p. 49.

⁵³ Cf. J. FOUIN, *La chaux naturelle*, 2001, p. 17.

Deux autres avantages sont à signaler. Associée à d'autres matériaux, la chaux a des vertus isolantes sur le plan thermique et phonique. Elle permet également d'assainir l'atmosphère grâce à ses propriétés bactéricides, éliminant de ce fait toutes les moisissures⁵⁴.

Dans la ville d'*al-Djazā'ir*, la fabrication de la chaux à base de pierre calcaire se faisait dans des fours à chaux, situés dans le faubourg de *Bāb 'azūn*⁵⁵. Elle pouvait également se faire dans les briqueteries. Le produit fini, appelé chaux éteinte (liant), était mélangé à des agrégats (sables) et de l'eau. Ce mélange produisait des mortiers de pose ou d'enduit. La différence tenait au dosage et au calibrage du sable.

L'examen des coupoles de la citadelle d'Alger, et particulièrement celui du bain des Aghas, nous indique que le mortier de liaison des briques a des épaisseurs variant entre trois et demi centimètres (3.5cm) jusqu'à six centimètres (6cm). Il est de couleur rosâtre et parfois marron, parsemé de taches blanches ou brunes. Pour le dosage, en règle générale, on utilisait deux volumes de sable pour un de chaux⁵⁶.

Une description intéressante du mortier utilisé pour la réalisation des voûtes et coupoles durant l'époque ottomane nous est donnée par le Dr T. Shaw⁵⁷ au début du XVIII^{ème} siècle : « *Ils prennent [les maures] deux (02) parties de cendre de bois, trois (03) de chaux, et une (01) de sable, qu'ils passent au tamis ; après quoi ils mêlent intimement le tout ensemble, et battent ensuite ce mélange avec des maillets de bois pendant trois jours et trois nuits consécutifs, en y jetant alternativement, et à des intervalles déterminés, de l'eau et de l'huile, jusqu'à ce que le ciment ait acquis la consistance requise. Ils s'en servent principalement dans la construction de leurs voûtes, de leurs citernes et de leurs terrasses ; mais les conduits de leurs aqueducs sont lutés avec des étoupes battues, de la chaux et de l'huile, sans y mêler de l'eau. Ces deux ciments acquièrent en peu de temps la dureté de la pierre, et sont imperméable à l'eau* »⁵⁸.

Plusieurs composants entrent dans la composition de ce mortier particulier, aux dosages précis, issu d'un savoir-faire et d'une expérience constructive vieux de plusieurs siècles. Le dosage de ce mélange ne correspond pas à celui des parois verticales donné plus haut⁵⁹. Ce qui signifie que pour la réalisation des coupoles, le *qabbāb* a dû intégrer d'autres constituants naturels (cendre de bois, et de l'huile végétale) au mortier afin d'en améliorer les qualités de prise et de perméabilité. La durée de préparation était aussi importante, les maçons travaillaient sans interruption le mélange pendant trois jours et trois nuits, ce qui n'est pas négligeable. Ceci dénote de l'importance accordée à ce mortier spécialement conçu pour les structures fortement exposées à l'eau.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 18.

⁵⁵ Cf. D. De HAËDO, Topographie, 1870, p. 433.

⁵⁶ Cf. J. FOUIN, *La chaux naturelle*, 2001, p. 48.

⁵⁷ Le docteur Thomas Shaw fut le plus célèbre voyageur européen qui visita le Maghreb central au début du XVIII^{ème} siècle, il y séjourna de 1720 à 1732 en qualité de chapelain des factoreries anglaises à Alger.

⁵⁸ Cf. Dr T. SHAW, *Voyage dans la Régence d'Alger*, p. 104-105.

⁵⁹ Le mélange se composait de deux volumes de sable pour un de chaux.

Les enduits de parement nécessitent plusieurs couches pour une meilleure prise et tenue dans le temps. Pour la restauration de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger, les artisans maçons⁶⁰, ont appliqué trois couches d'enduit, correspondant aux trois étapes principales. La première couche est le gobetis, appelé également « rebouchage » ; elle permet à l'enduit d'adhérer et de combler les plus grandes inégalités. Ce mortier est plutôt d'aspect rugueux. La seconde couche est le corps d'enduit communément appelé sur chantier « dressage du mur ».

D'une consistance plus plastique, le corps d'enduit sert à isoler, à imperméabiliser l'ouvrage. D'une épaisseur plus importante⁶¹, il a aussi un aspect rugueux afin d'assurer l'accroche de la couche de finition. Le corps d'enduit permet l'ajustement de la forme de la coupole. Les pans de cette dernière n'étant pas courbes, cette couche d'enduit participe à donner la forme de la courbure.

La dernière couche est celle de finition, moins épaisse et plus compacte. Elle assure l'esthétique de l'enduit en renforçant surtout son imperméabilité et sa solidité en limitant l'érosion liée aux intempéries⁶². A ces trois couches, les maçons ont ajouté une dernière couche hydrofuge pour la restauration des coupoles de la mosquée du Dey. C'est une couche très fine, lisse, de couleur blanchâtre, à base de chaux et de produits naturels telle que l'huile végétale (fig. 161). A cela, s'ajoute le chaulage, une peinture à base de chaux appliquée régulièrement (annuellement) sur les édifices traditionnels.

3-3-Le bois

Ce matériau a une place prépondérante dans la construction des coupoles de la ville d'*al-Djazā'ir*. Il était intégré sous forme de tirant assurant le rôle de chaînage horizontal de la base de la coupole.

Le bois était également utilisé pour monter les échafaudages notamment pour la construction des grandes coupoles, dont les hauteurs avoisinaient les onze mètres (11m) du niveau du sol. Le bois était de provenance locale, des forêts de la Mitidja et de Blida, ainsi que des régions de Tlemcen, d'Oran et la petite Kabylie. Il était également importé d'Europe, offert en guise de tribut, ou même provenant des courses maritimes de différentes contrées⁶³.

Ce matériau était également utilisé pour la réalisation des fenêtres ajourées (fig.157), définissant des petites formes circulaires et étoilées. Ces boiseries bien exécutées étaient l'œuvre des Maures qui utilisaient plusieurs essences, cèdre acajou, ébène, et laissaient leur aspect naturel⁶⁴.

⁶⁰ Ces maçons sont originaires de la vallée du M'Zâb, ils utilisent toujours les méthodes de constructions traditionnelles.

⁶¹ *Ibid.*, p.49.

⁶² *Ibid.*, p. 50.

⁶³ Cf. S. CHERGUI, *Construire*, 2007, p. 294.

⁶⁴ Cf. J. COTEREAU, *La maison mauresque*, 1930, p. 581.



Fig. 161 : Restauration de la grande coupole, mosquée du Dey, été 2010.



Fig. 162 : Coupole dans la galerie supérieure, *Dār Azīza*.



Fig. 163 : Coupole de l'alcôve du salon d'honneur, *Dār Azīza*.
(Source des trois figures: auteur, juillet 2010).

4-Les revêtements et l'ornementation

« *Le décor est un enrichissement superficiel de la forme. Il est dans un édifice, indépendant de la construction, dans un objet, indépendant de la masse ou de la silhouette générale. Il ne concourt ni à la stabilité de l'édifice, ni à la commodité de l'objet. Satisfaisant au seul besoin de parure, qui s'affirme dès l'aurore des civilisations, le décor ne semble relever que de la pure fantaisie. Cependant on admettra sans peine que la fantaisie est ici dirigée par certaines nécessités ou certaines convenances plus ou moins impérieuses, par la matière mise en œuvre, l'échelle qu'elle impose et les formes qu'elle permet, par la destination du monument ou de l'objet, par la surface à décorer et la place qu'elle occupe dans l'ensemble* »⁶⁵.

Dans les coupoles, la décoration représente un volet très important, une étape de finition modelant la forme architecturale définitive. Plusieurs matériaux et motifs décoratifs sont utilisés pour l'ornementation des coupoles d'*al-Djazā'ir*, notamment celles des Grandes Mosquées et des demeures palatiales.

L'étude des décors dans les coupoles se basera sur plusieurs cas, le premier faisant partie de notre échantillonnage, à savoir la grande coupole de la mosquée '*Alī Bidjnīn*. Nous ferons aussi appel à certains échantillons utiles tels que la mosquée *Katshāwa*, *Dār al-Şūf* et *Dār Azīza*. Les matériaux utilisés pour la décoration sont la céramique, le plâtre et le stuc.

4-1-Le plâtre et le stuc

En général, le plâtre est appliqué sous forme d'une pâte plastique qu'on appelle « staff »⁶⁶, servant aux différentes compositions et ornements moulés. Le stuc est un enduit imitant le marbre, composé ordinairement de poussière de marbre, à laquelle est rajoutée de la chaux éteinte et de la craie. Il constitue un matériau plus durable que le plâtre.

Les dentelles ajourées étaient couramment utilisées dans la décoration des coupoles. Leur composition géométrique mettait en évidence la forme octogonale de la coupole. Dans le palais *Dār Azīza*, quatre coupoles ornent les quatre angles de la galerie supérieure (fig. 162). Les axes des losanges insérés dans la composition passent par les arêtes de la coupole. Leur décor en stuc ajouré est une combinaison de motifs géométriques et floraux. L'alcôve du salon d'honneur, est couverte d'une coupole entièrement ajourée en stuc. Le tracé géométrique des pans se compose de motifs végétal ainsi que l'entrelacs⁶⁷ losangé conciliant le tracé rectiligne et celui curviligne (fig. 163).

⁶⁵ Cf. G. MARCAIS, *Mélange d'histoire et d'archéologie*, T1, 1957, p. 105.

⁶⁶ Le staff est un mélange de plâtre et de fibres végétales, utilisé pour la décoration des murs et plafonds.

⁶⁷ L'entrelacs représente un ornement composé de motifs entrelacés, ils sont soit géométriques ou végétaux.

Les coupoles de la mosquée *Katshāwa*, ont également été ornées de ce type de décoration. La superposition du plan de la mosquée ottomane avec celui de la cathédrale d'Alger, nous permet de repérer les coupoles authentiques. Celles-ci ont été préservées des destructions. Les Français ont sauvé quatre (04) coupoles latérales centrales dans le projet d'agrandissement de cet édifice. Ces coupoles sont réalisées sur des bases octogonales et circulaires, et décorées d'imbrications. Leur ornementation met clairement en évidence les arêtes de l'octogone, aboutissant sur une étoile octogonale.

4-2-La céramique

Les faïences en céramique représentent l'un des matériaux le plus utilisé dans la décoration des édifices de cette période. Ces décors faisaient l'objet d'un entretien régulier de la part des utilisateurs de ces édifices.

Les quatre coupoles de la galerie supérieure du palais *Dār Azīza*, sont recouvertes de faïence combinées avec des stucs ajourés. Les pendentifs reçoivent le même revêtement, avec parfois des motifs différents (fig. 162).

Dans la mosquée '*Alī Bidjnīn* la grande coupole comprend une ornementation en carreaux de faïence, soulignant les arêtes des pans, les contours des fenêtres, ainsi que le sommet de la coupole (fig.164), dessinant à ce niveau une grande rosasse décorée à l'intérieur en stuc.

La coupole de la mosquée *al-Djadīd* comprend de nombreuses céramiques au niveau des pendentifs et au niveau du tambour circulaire combinées aux quatre grandes ouvertures (fig. 199).

La céramique est un matériau utilisé pour sa facilité d'entretien. Il était utilisé le plus souvent au niveau des soubassements et des planchers. Son emploi au niveau des coupoles est plus décoratif, mettant en évidence le tracé géométrique des coupoles octogonales ainsi que les éléments constitutifs tel que les pendentifs, les arêtes, ainsi que la base de la calotte.



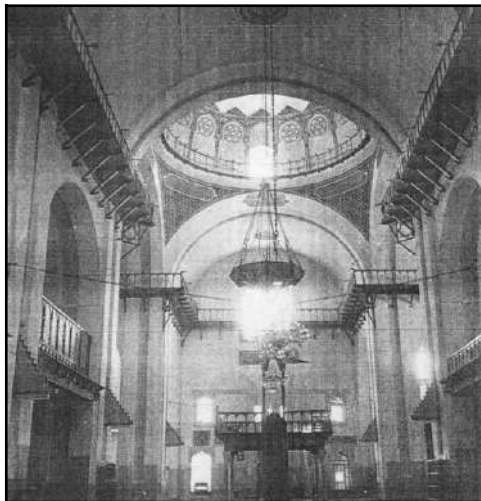
Mise en évidence des arêtes de l'octogone par les faïences, *'Alī Bidjnīn*.



Décor de la grande coupole, rosace en plâtre, et arêtes en carreau de céramique.

Fig. 164: Mosquée *'Alī Bidjnīn*.

(Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001).



Décor de la grande coupole

Fig. 165 : La décoration, mosquée *al-Djadīd*.

(Source : Les Mosquées en Algérie, 1970, p. 50).



Les céramiques du pendentif.

(Source : bureau d'étude Atelier 3D, 1999).

Conclusion

L'étude du système constructif des coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir* entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle révèle les secrets de l'art de bâtir des algérois pendant le règne des Pachas ottomans. Nos investigations sur les chantiers de restauration de la Citadelle d'Alger se sont avérées fructueuses grâce à la disponibilité de structures dénudées où les enduits internes et externes ont été décapés.

Toutes les coupoles, qu'elles soient monumentales recouvrant les Grandes Mosquées, ou de petite taille coiffant les tombeaux (fig. 166) et les bains, étaient réalisées en briques de terre cuite. Le procédé constructif était identique pour l'ensemble des coupoles octogonales.

Les murs porteurs avaient des épaisseurs importantes variant entre quarante centimètres (40cm) pour les coupoles de taille moyenne jusqu'à un mètre cinquante (1,50m) pour les grandes coupoles des mosquées. Leurs appareillages mixtes en pierres et en briques étaient solidement bâtis, assurant la stabilité des structures porteuses.

A partir des éléments porteurs en mur plein ou colonnes-piliers, sont montés selon le cas des éléments de transition (ou de raccordement) entre le carré de base et la section octogonale de la coupole. Ces éléments de transition représentent les nouveaux supports de la calotte. Le pendentif est un triangle sphérique reposant sur les deux arcs qui transmettent les charges aux structures porteuses. Son appareillage est formé de briques posées en boutisse. Les trompes sont délimitées par un arc dont les briques sont montées en boutisse, engendrant la trompe en quart de sphère avec un appareillage en carreau⁶⁸

La troisième forme de transition⁶⁹, se réalise par le biais de trois arcs brisés, définissant un triangle sphérique. Le principe de raccordement est similaire à celui des trompes. Ces triangles recevaient des remplissages de formes variées. Dans la mosquée '*Alī Bidjnīn*', des coupolettes hexagonales sont insérées dans cet espace.

Ces triangles présentent plusieurs formes d'appareillages dans la mosquée du Dey à la Citadelle, justifiant de différentes méthodes de montage (fig.136, 137). Ceci confirme que les techniques de mise en œuvre durant cette période ottomane étaient propres à chaque maçon « *bannā'* ». Ce dernier procédait selon une expérience propre mais conformément à des règles de mise en œuvre commune (la forme octogonale de la coupole délimitée par la corniche, les assises horizontales des briques en anneaux circulaires, l'incorporation de chaînages horizontaux, la construction de la calotte en deux parties, ainsi que les protections externes de la coupole). Ces techniques étaient transmises de maître maçon « *M'allam al-bina'* » à maçon « *bannā'* » à apprenti « *sann'a al-bina'* », apprenant sur le chantier. Les appareillages d'un même élément pouvaient être différents (les appareillages n'étaient pas prédéfinis), l'essentiel était d'assurer sa bonne exécution et la stabilité de l'ensemble des constituants de la construction.

⁶⁸ Cf. Supra. p. 211, fig. 140.

⁶⁹ Cf. Supra. p. 190, fig. 113.

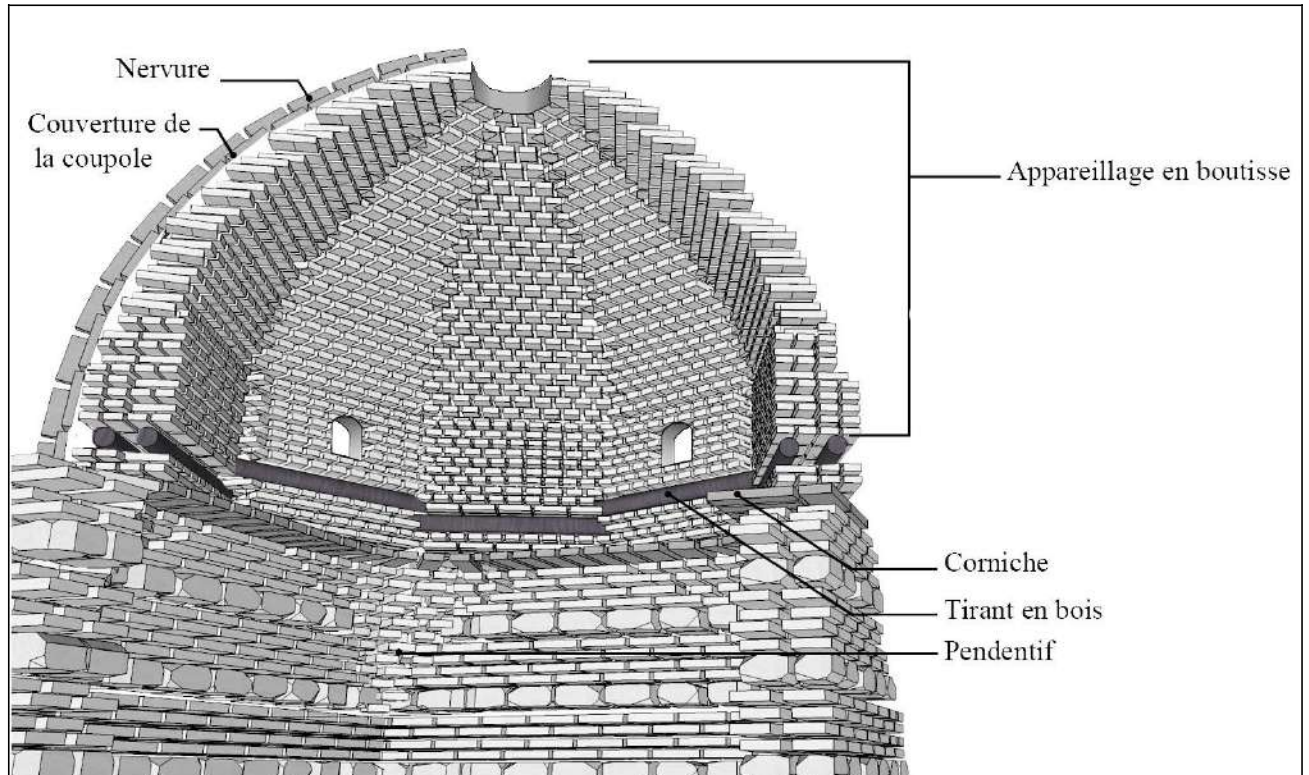


Fig. 166 : Essai de restitution du système constructif de la coupole du bain des Aghas.
(Restitution de l'auteur).

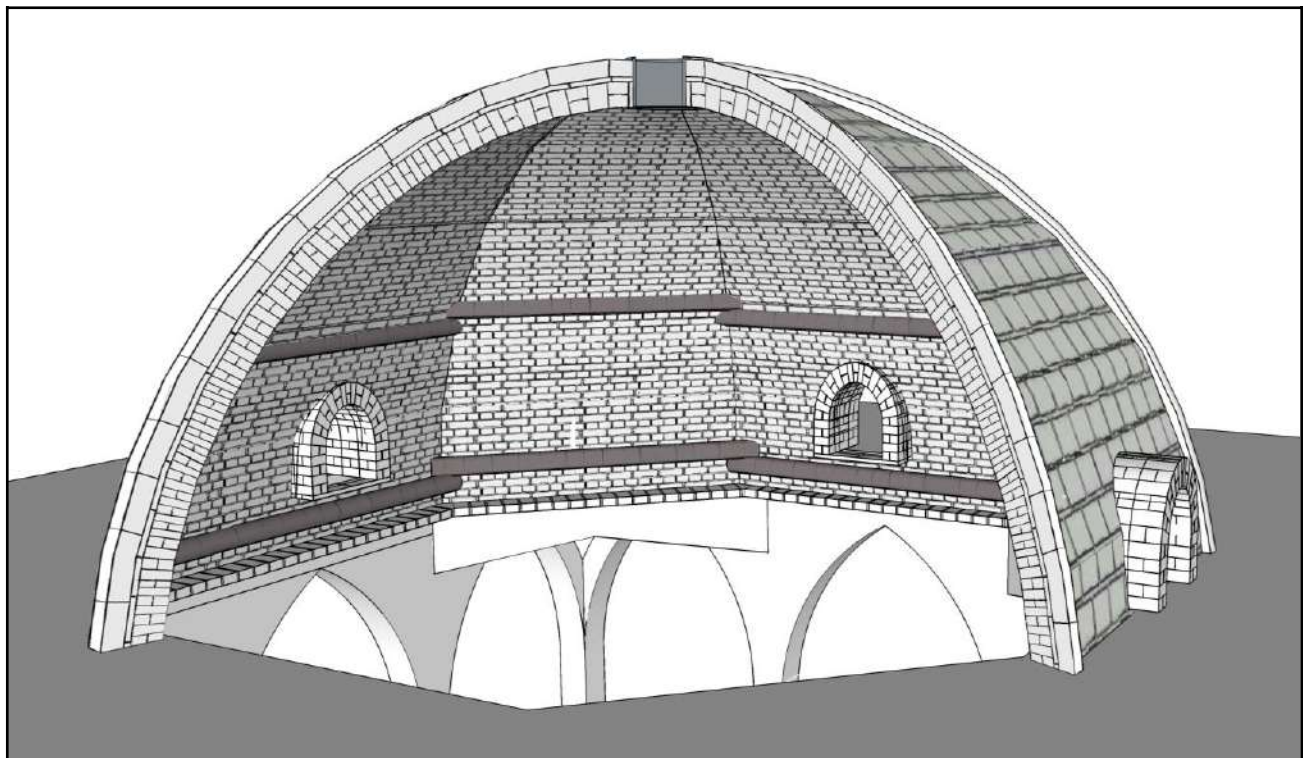


Fig. 167: Essai de restitution du système constructif de la coupole de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger.
(Restitution de l'auteur).

Pour la construction des grandes coupoles (fig. 167), les *qabbābs* réalisent la base de la coupole octogonale posée sur une corniche en briques posées en boutisse. Ils montent un échafaudage permettant d'atteindre la hauteur voulue (entre dix (10) et onze (11) mètres). Ils réalisent le gabarit de la forme à partir de lattes en bois, fixées dans leurs parties supérieures représentant le repère sur lequel sera bâtie la coupole. Les pans définissaient deux parties, la première verticale incluant les fenêtres, la seconde correspond à la partie inclinée où les pans se rejoignent deux à deux pour fermer la coupole.

Les *qabbābs* montent la calotte selon des assises horizontales radiale suivant un appareillage dit à l'anglaise autour de l'axe central, se déplaçant en réalisant une rotation jusqu'à la fermeture de la coupole. La prise rapide du mortier spécialement préparé pour ce type d'ouvrage facilitait l'exécution, et permettait de se passer de toute forme de cintrage. Les premières rangées posées en boutisses recevaient deux tirants en bois par pan. Au-dessus des fenêtres, une seconde paire de tirants était placées, afin de chaîner la partie supérieure de la coupole.

Pour construire les ouvertures, le maçon introduit des arcs dans la maçonnerie des pans. Ces arcs se prolongent comme de petites voûtes en berceaux pour définir les saillies qui permettent de protéger les ouvertures.

L'épaisseur de la coupole n'est pas constante, le relevé des épaisseurs de la calotte de la mosquée du Dey indique qu'au niveau du plan de la naissance, l'épaisseur fait une fois et demi celle au niveau de la clé.

Une fois la construction des pans terminée et que la coupole a pris forme, le *qabbāb* devra intervenir sur l'extrados de la calotte et réaliser les deux protections externes. Il commence par placer les huit nervures extérieures sur les arêtes de l'octogone. Les briques sont posées en carreau sur chant, en une seule rangée linéaire.

Ce chapitre nous a permis d'avancer que ces nervures n'ont aucun rôle structurel, elles ont surtout un rôle de raidisseurs et mettent en évidence la forme octogonale de la coupole.

La deuxième protection de l'extrados consiste à recouvrir la coupole de briques posées à plat assurant ainsi une stabilité à l'ouvrage. Tout comme les nervures, cette paroi joue un rôle formel. Elle permet d'arrondir la forme des pans. Elle recevait plusieurs couches d'enduit, une dernière couche hydrofuge permettait de protéger la coupole.

En effet, l'eau est l'une des principales causes perturbatrices des systèmes de couverture. Nous avons pu constater que les infiltrations des eaux dans les maçonneries de brique ont altéré la structure de ces coupoles, notamment sa base. Celle-ci semble être la plus endommagée par les dégradations. C'est ce que nous tenterons de vérifier dans les deux prochains chapitres.

Chapitre 8 : Le comportement structurel des coupoles

Introduction

Notre préoccupation dans ce chapitre est relative au fonctionnement et au comportement d'une coupole. Notre démarche méthodologique consiste en une modélisation par éléments finis, qui représente une analyse structurelle fondée sur des calculs numériques à l'aide d'un logiciel de conception des structures « Structural Analysis Program » (SAP 2000). Cette analyse évalue « *la nature, les répartitions et les ordres de grandeur des contraintes dans la structure [...], renoue d'une certaine manière avec la démarche alors expérimentale des bâtisseurs [...]. Il s'agit de tirer les enseignements d'une pensée constructive si élaborée qu'elle a permis la construction de ces édifices [...] et leur survie à travers les siècles* »¹.

Cette méthode nous permettra d'identifier d'une part les zones critiques ; d'autre part, de démontrer que chaque élément constitutif de la coupole *d'al-Djazā'ir* a un rôle constructif participant à la stabilité de l'ouvrage monolithique et à son confortement. Le savoir-faire traditionnel est le résultat d'expériences constructives qui n'ont cessé d'évoluer jusqu'à atteindre une stabilité adéquate. Il s'agira donc d'explorer la logique constructive et le processus évolutif des coupoles de cette époque.

Le premier constat de l'analyse des structures des coupoles de la Citadelle d'Alger², montre que les coupoles elles-mêmes, c'est-à-dire les calottes, n'ont pas subi des déformations considérables. Leurs extrados est en bon état de conservation quand les enduits couvrent encore les maçonneries. Les intrados présentent des fissures dues à la détérioration des enduits intérieurs. Par contre, la base de la coupole dans laquelle sont inscrits les chaînages horizontaux, présente des dégradations importantes. Cette base reçoit toutes les charges de la calotte et assure leur acheminement vers les raccordements et les supports.

L'analyse de visu des structures nous conduit à l'hypothèse que la ceinture de la coupole représente la zone critique et demeure la plus exposée aux fissurations. En effet, la base de la coupole se trouve au niveau du plancher terrasse, ce qui favorise l'infiltration des eaux dans la maçonnerie, et par conséquent détériore les chaînages en bois qui ne peuvent plus reprendre les efforts de traction, affectant aussi l'équilibre de la coupole qui se trouve alors déstabilisé et altéré.

Nous entamerons ce chapitre par une étude théorique, sur l'équilibre de la coupole, identifiant les principes de stabilité d'une structure voûtée sphérique³. Ceci nous permettra de comprendre le processus de transmission des efforts. En seconde étape, nous modéliserons la coupole octogonale en maçonnerie de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger⁴.

¹ Cf. A. COSTE, *L'Architecture gothique*, 1997, p. 23.

² Des prospections *in situ* durant le mois l'été 2010, nous ont permis d'analyser de visu les structures et les maçonneries des coupoles en cours de restauration au niveau du chantier de la Citadelle d'Alger.

³ La coupole est une voûte sphérique sur plan circulaire ou polygonal.

⁴ Elle représente l'échantillon n° 2, dont les dégradations seront étudiées dans le chapitre 9.

1- Etude du fonctionnement d'une coupole en arcs et anneaux

La stabilité des coupoles en maçonnerie sous l'effet des charges permanentes et ponctuelles est assurée au moyen d'arcs et d'anneaux virtuels, que nous pouvons inscrire à l'intérieur du matériau (fig. 168). Dans les coupoles en maçonnerie, il ne peut pas y avoir uniquement des arcs radiaux, mais aussi des anneaux travaillant exclusivement à la traction⁵. Ce qui crée des polygones de forces⁶ tel que représenté en figure 177 et 178.

La schématisation polygonale des coupoles n'a été possible qu'au début du XVIII^{ème} siècle. Auparavant, la forme était le résultat de l'expérience et d'une approche empirique⁷.

Afin de comprendre les conditions de stabilité de la coupole, celle-ci sera étudiée premièrement par rapport aux sollicitations des arcs disposés radialement et donc assimilée à une voûte. Deuxièmement nous introduirons les anneaux horizontaux reprenant les efforts de traction comprimant les arcs afin d'éviter l'ouverture des pans de la maçonnerie.

1-1- Fonctionnement d'une coupole en arcs

La structure de la coupole peut être modélisée et visualisée comme un assemblage infini d'arcs disposés radialement autour d'un axe de symétrie. La coupole octogonale de profil plein cintre peut être considérée comme une structure hémisphérique composée d'un nombre infini de voûtains séparés par autant d'arêtes. Pour mieux visualiser ce mode de fonctionnement, nous pouvons représenter un nombre fini d'arcs⁸ (fig. 169) virtuels inscrits à l'intérieur du matériau de façon à reprendre les efforts de compression.

1-1-1-Stabilité de la structure

Les principes généraux de stabilité d'une structure et les conditions d'équilibre d'un solide connu sont les suivant :

- Le principe d'action et de réaction ;
- La somme des forces agissant sur ce solide est nulle ;
- La somme des moments de force sur ce solide par rapport à un point donné est nul.

⁵ Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 101.

⁶ Le polygone des forces est une illustration graphique du principe fondamental de la statique. Sur le dessin représentant le système, on trace des segments de droites limités par des lignes d'actions des forces et à l'équilibre on obtient un polygone fermé, traduisant le fait que la somme des moments des forces par rapport à un point est nul (théorème de Varignon). Cf. C. PACHE, *Résistance des matériaux*, 1982, pp. 104-115.

⁷ Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 101.

⁸ *Ibid.*, p. 96.

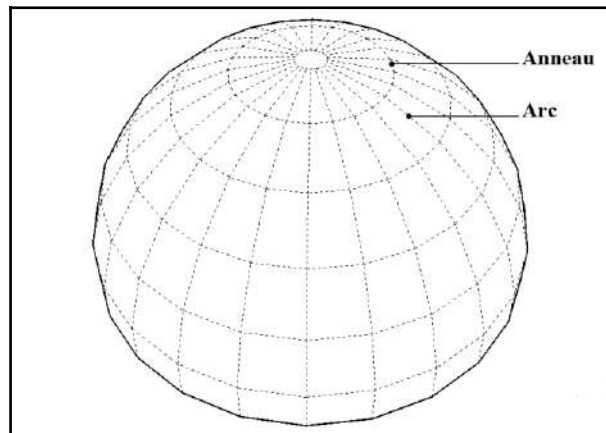


Fig. 168 : Les arcs et les anneaux inscrits dans une coupole en maçonnerie.
(Source : auteur).

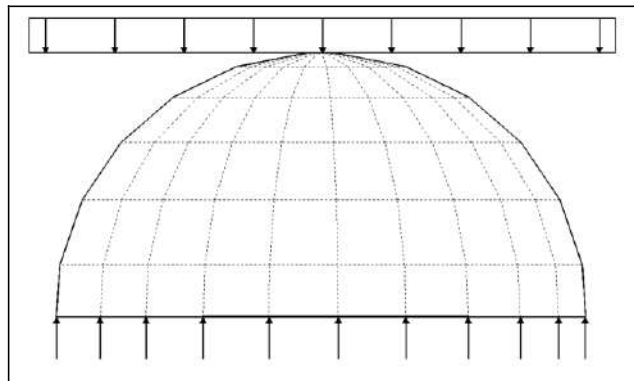


Fig. 169 : Sollicitation des arcs.
(Source : auteur).

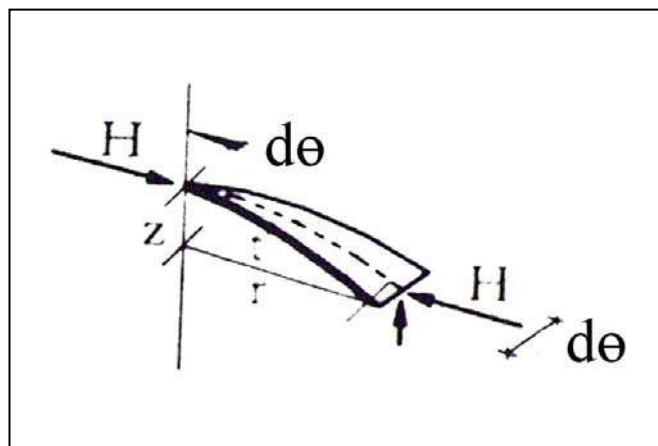


Fig. 170 : La contrainte de compression dans la portion d'arc.
(Source : A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 97).

Dans le modèle de coupole qui vient d'être décrit, les efforts et sollicitations verticales sont transmis et canalisés par ces arcs, du sommet à la base de la coupole, et chaque arc reprend la charge qui agit sur la surface correspondante. Si on veut évaluer l'intensité de l'effort de compression sur un élément d'arc en considérant que la composante horizontale de la poussée H est connue, la contrainte de compression sur le matériau sera (fig. 170) :

$$G = \frac{H}{t \cdot r \cdot \sin \alpha}$$

t : épaisseur de la coupole

α : angle d'ouverture du secteur de la coupole

r : rayon, distance entre l'axe de symétrie et le point de la coupole à analyser.

1-1-2-La coupole : une voûte sphérique

La coupole représente une typologie particulière de voûte sur une base circulaire, carrée ou polygonale, dérivée de la demi-sphère. Afin de mieux saisir le fonctionnement d'une coupole considérée seulement par rapport aux arcs longitudinaux, nous étudierons la voûte en berceau⁹. Celle-ci est constituée par un demi-cylindre qui couvre un espace quadrangulaire.

L'équilibre interne des berceaux en maçonnerie est assuré par les réactions réciproques des divers voussoirs¹⁰ combinées à l'action de la pesanteur. Dans le plan situé entre deux voussoirs, il est important que tous les points soient soumis à des forces de compression. La force résultante de toutes les forces élémentaires passe dans le tiers central du joint (fig. 171).

Si l'on augmente d'une manière continue la charge sur la voûte, les lignes d'application des forces résultantes pivotent et il arrive un moment où, pour un joint donné, la résultante sort du tiers central. A ce moment apparaissent des forces de traction auxquelles le mortier résiste mal, et le joint aura tendance à s'ouvrir. Il y a, alors rupture de l'équilibre et déformation de la voûte¹¹ (fig. 172).

Il faut noter également que l'équilibre général de la voûte en berceau dépend de la force appelée « la poussée », qui n'est pas verticale. « *Ces forces ont une composante horizontale qui se transmet de la voûte à son support. Comme pour la voûte, la résultante des forces doit passer dans le tiers central de chaque joint du piedroit* »¹².

⁹ La voûte en berceau est la plus simple et la mieux adaptée pour étudier l'équilibre des forces et leur passage dans la maçonnerie. La forme de la voûte en berceau résulte de la translation d'un arc selon une droite formant un demi-cylindre.

¹⁰ Le voussoir est un claveau, il représente les briques ou les pierres qui s'appuyant les unes contre les autres, constituent la voûte.

¹¹ Cf. B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, 1959, p. 303.

¹² *Ibid.*, p. 304.

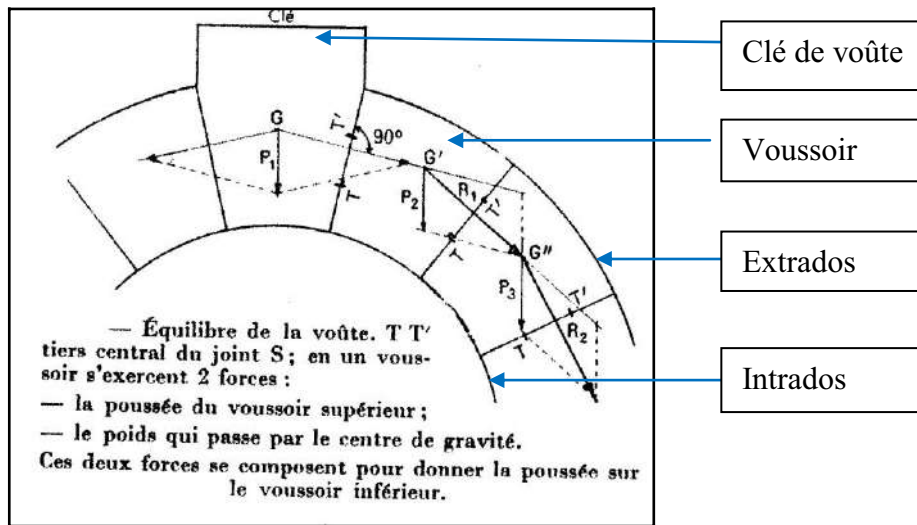
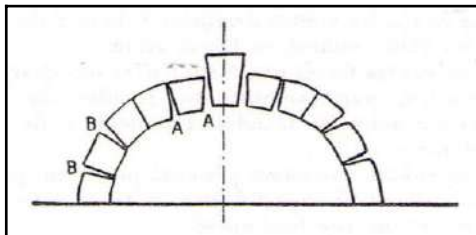


Fig. 171 : L'équilibre de la voûte en berceau.

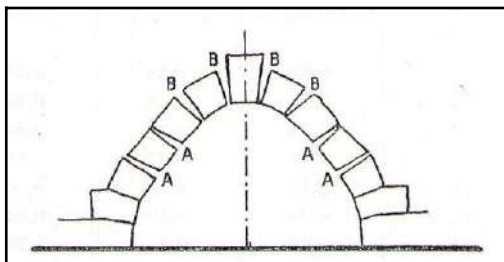
La force résultante passe dans le tiers central du joint, entre deux claveaux.

(Source : B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, 1959, p. 304).



1^{er} cas de déformation : Voûte trop chargée à la clé.

Les joints près de la clé (claveau central) ont tendance à s'ouvrir vers le bas (A). La clé a tendance à descendre. Les joints des reins (la ligne de naissance) de voûte s'ouvrent vers l'extrados (B), ceci s'explique par des efforts de traction sur l'extrados alors que l'intrados travail à la compression.



2^{ème} cas de déformation : Voûte trop chargée sur les reins.

La clé est relativement déchargée et à tendance à se soulever. Les joints au sommet s'ouvrent vers l'extrados (B) et les joints des reins s'ouvrent vers l'intrados (A).

Fig. 172 : Les différentes déformations de la voûte en berceau.

(Source : B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, 1959, p. 304).

Le profil du piédroit est également important, il a besoin d'une section plus importante à sa base qu'en hauteur, du fait que la résultante des poussées inclinées est plus importante à la base. Ceci explique l'utilisation des contreforts (des redans successifs inclinés).

La voûte peut être seule ou contiguë à d'autres voûtes de même type mais de petites dimensions. Cette dernière disposition est très intéressante car elle permet de réduire la poussée d'une grande voûte centrale sur un piédroit ; les petites voûtes produisent une poussée en sens inverse. Ceci réduit la résultante des forces horizontales agissant à la base de la voûte correspondant au sommet du support vertical.

Cette force horizontale constituant un effort tranchant pour l'appui vertical, il devient clair que le pilier de l'extrémité, ne bénéficiant pas de l'effort inverse des poussées aura un effort tranchant plus important et doit être plus large. Cette solution a été appliquée pour les coupes (fig. 173). C'est le cas des mosquées ottomanes d'*al-Djazā'ir*, celle du Dey à la Citadelle, la mosquée '*Alī Bitchnīn* et celle de *Katshāwa*¹³. A la mosquée du Dey, la grande coupole est portée seulement par de fines colonnes. Celles du centre sont jumelées et se regroupent en quatre aux angles (fig. 174). Le mur extérieur est par contre très large, atteignant un mètre cinquante (1,50m), en raison de la poussée vers l'extérieur transmise par les coupes (fig. 175).

L'épaisseur de la voûte augmente avec la portée et bien entendu avec la charge qu'elle supporte. Celle de la voûte en berceau est variable, « *en général, c'est à la clé qu'elle est la plus mince et elle devient de plus en plus épaisse au fur et à mesure que l'on approche des sommiers*¹⁴. Dans le plan de la naissance, inclinée à 30 degrés, l'épaisseur doit être double de l'épaisseur à la clé »¹⁵. Cette épaisseur importante doit permettre l'établissement d'une ligne d'action des sollicitations inclinée sous l'effet des poussées horizontales¹⁶.

Dans la mosquée du Dey à la Citadelle, nous avons relevé les épaisseurs de la coupole à ces deux endroits ; elles sont de quarante-deux centimètres (42cm) à la naissance de la coupole, et trente centimètres (30cm) au sommet¹⁷. Le rapport du double n'est pas systématique dans les constructions traditionnelles. Celles-ci répondent à des connaissances empiriques et à l'expérience constructive du bâtisseur. Néanmoins, la largeur est bien plus importante au niveau des reins de la coupole par rapport à celle relevée au faîte¹⁸.

¹³ Cf. Supra. p. 175.

¹⁴ Le sommier d'une voûte est situé au niveau de la ligne de naissance.

¹⁵ Cf. B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, 1959, p. 305.

¹⁶ Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 90.

¹⁷ Cf. Supra. p. 274, fig. 191, chapitre 7.

¹⁸ Cf. Supra. p. 221.

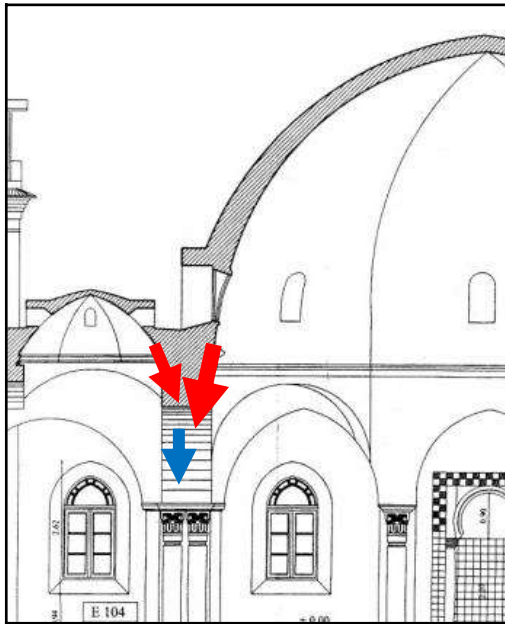


Fig.173 : La réduction de la poussée d'une grande coupole sur l'élément porteur. Une partie des poussées de la grande coupole s'annule avec la poussée de la petite coupole, la force résultante n'est pas très importante.



Fig. 174 : Légèreté des supports de la coupole centrale, mosquée du Dey.



L'épaisseur du mur de pourtour : 1m50.

Fig. 175 : Mur porteur, mosquée du Dey à la Citadelle. (Source des trois figures: auteur, juillet 2010).

La transmission des charges dans la maçonnerie de la coupole est similaire à celle de la voûte. La coupole produit une poussée sur les points d'appuis résultant de la pesanteur de chacun de ses éléments. La résultante de cette poussée doit passer dans le tiers central de tous les joints du support vertical¹⁹. Tout l'intérêt des tambours réside dans le fait qu'ils reprennent ces poussées par une forme en ceinture qui allège la masse des supports²⁰. Le tambour a une autre fonction formelle, permettant de rehausser le niveau de la coupole et d'éclairer son volume intérieur.

1-2-L'introduction des anneaux

Nous avons pu évaluer précédemment l'intensité de l'effort de compression sur un élément d'arc²¹. Au faite de la coupole, le rayon devient nul, l'aire de la section de l'arc s'annule elle aussi, de sorte que l'effort sur le matériau est infini. Une situation de ce type est évidemment impossible, dans la mesure où aucun matériau ne pourrait résister à une telle sollicitation²². Le fait que les efforts de compression au sommet soit importants, la modélisation par arcs le long des radiales ne peut suffire à expliquer la stabilité de la structure et l'équilibre du matériau.

Les charges ne sont donc pas reprises uniquement par les arcs disposés radialement le long des méridiens mais aussi par des anneaux de confinement disposés en parallèles de la coupole en mesure de soulager les arcs et de limiter les sollicitations (fig. 176). Sur un élément sphérique de coupole découpé sur la zone du faite (fig. 177), les efforts sont répartis sur arcs et sur parallèles en tant que sous système (action et réaction) comme le montre l'équilibre mis en évidence par le polygone des forces (fig. 178).

La forme sphérique de la coupole réalisée dans l'antiquité engendrait un polygone des forces se rapprochant dangereusement de l'intrados de sorte que la structure se déplaçait vers l'extérieur, et occasionnait des fissures radiales dans la partie inférieure de la structure. Le renforcement consistait à disposer des anneaux sollicités à la traction de façon à exercer une poussée horizontale sur les arcs et à ramener ainsi la ligne d'action des sollicitations à l'intérieur de la structure (fig. 179). Ce procédé constructif très simple permet d'atteindre un fonctionnement optimal. Ceci signifie que les coupoles peuvent être projetées avec une bien plus grande liberté que les arcs²³. Ce sont des ouvrages extrêmement stables par leurs formes qui favorisent l'inscription d'arcs et d'anneaux qui assurent l'équilibre de la structure.

¹⁹Cf. B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, T2, 1959, p. 309.

²⁰ Dans la construction de la *Selimiye*, Sinan est revenue à la coupole incorporant un haut tambour qui permettait de contenir les poussées latérales de la grande coupole. Cf. S. YERASIMOS, *Constantinople*, 2010, p. 273.

²¹ Cf. Supra. p. 240.

²² Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 98.

²³*Ibid.*, p. 101.

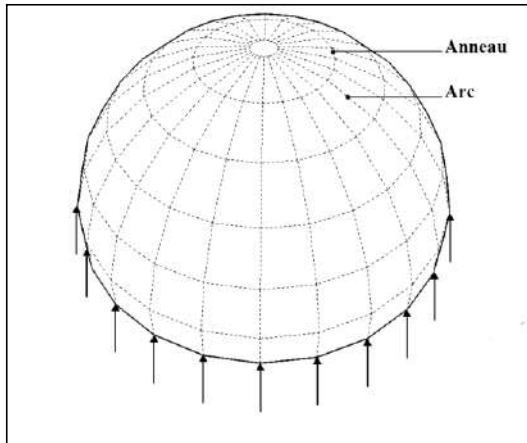


Fig. 176 : Stabilité de la coupole : arc+anneau.

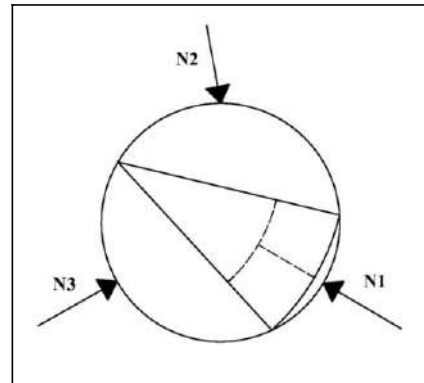


Fig. 177 : Elément de coupole sur la zone du faîte.

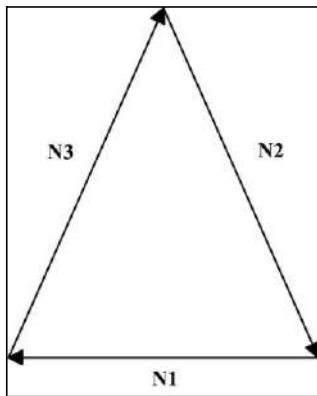


Fig. 178 : Le polygone des forces.
(Source des quatre figures : auteur).

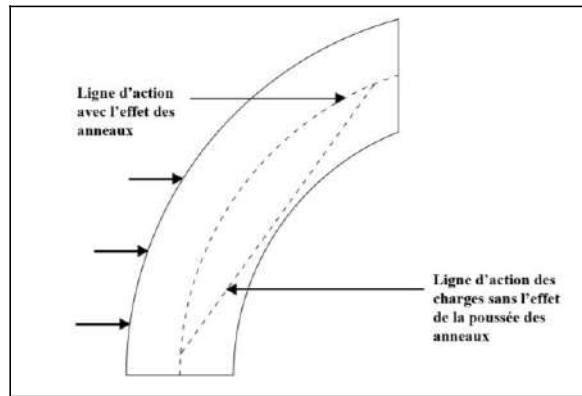


Fig. 179 : L'effet de l'anneau sur la ligne des forces.



Fig. 180 : Coupolette, mosquée 'Alī Bidjnīn.
(Source : bureau d'étude Atelier 3D, juin 2001).

Il est donc possible de construire une coupole avec une ouverture au sommet, sans compromettre son fonctionnement. Les arcs sont maintenus par les anneaux qui se forment au niveau de l'ouverture circulaire. Ces anneaux sont donc plus sollicités que ceux d'une coupole fermée²⁴.

L'existence de ces anneaux se justifie également par le procédé de mise en œuvre de la coupole en maçonnerie. Celle-ci est réalisée selon des assises horizontales radiales dont le déplacement dans l'espace se réalise suivant un axe de rotation correspondant au centre de la base²⁵. Le *qabbāb* réalise sa coupole selon une succession d'assises assimilées à des anneaux qui s'enchaînent sans interruption, assurant l'inclinaison nécessaire pour l'exécution de la courbe.

La coupole octogonale d'*al-Djazā'ir* a été réalisée selon ce procédé en couronne en briques posées à plat, respectant le gabarit de la forme octogonale (fig. 180).

2-La coupole octogonale

La coupole octogonale est à poussées uniformément réparties. « *Si nous analysons le fonctionnement en idéalisant des arcs disposés sur les voûtains, nous constatons que ceux-ci peuvent transmettre leur poussée directement sur les fondations* »²⁶. On opposera par conséquent aux poussées émises par cette coupole des butées uniformément réparties. La coupole doit être posée sur des éléments de soutien continus sur tout le périmètre²⁷ (fig. 181).

Par ailleurs, la masse portée est moins importante que dans le cas de voûtes en berceau. Les poussées sont donc plus faibles et on peut réduire les épaisseurs des piédroits aux deux tiers de ceux de la voûte en berceau²⁸.

Dans les grandes coupoles *al-Djazā'ir*, ce sont les tambours qui représentent ces éléments de soutien entourant la coupole à la base²⁹. Leur stabilité et rigidité est assurée par leur forme en ceinture. Ces tambours permettent à la coupole d'être portée sur des points porteurs. A cela s'ajoutent les poussées des coupolettes qui annulent une partie des poussées de la grande coupole diminuant de ce fait les charges que reprennent les support verticaux (fig. 173).

²⁴Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 98.

²⁵ Cf. Supra. p. 218, fig. 150.

²⁶ Cf. B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, 1959, p. 310.

²⁷ Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 96.

²⁸ Cf. B. DUBUISSON, *Encyclopédie pratique de la construction*, p. 310.

²⁹ Cf. Supra. p. 244.

« Dans la partie supérieure, les arcs sont interrompus par les arêtes. Leur poussée est en partie compensée par celle de l'arc qui provient de l'autre voûtain, et en partie introduite dans la nervure. [...] les nervures sont poussées vers le haut. Leur sollicitations est nulle au droit des appuis et augmente en montant vers le haut, au fur et à mesure qu'elles reçoivent la poussée des arcs, jusqu'à atteindre l'effort de compression maximal au faite »³⁰ (fig. 181 et 182).

Ceci argumente le fait que les coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir* ont été renforcées par des nervures³¹ (fig. 183). Des contraintes sont définies sur ces lignes courbes, provoquant des fissures au niveau des arêtes. Les nervures en briques disposées sur la maçonnerie ont été ainsi introduites en tant que raidisseurs, afin d'éviter des fissurations de l'extrados.

La modélisation de la coupole de la mosquée du Dey à la Citadelle nous permettra d'identifier le type de contraintes au niveau des arêtes³² et de justifier et d'argumenter scientifiquement leur emploi judicieux au niveau des huit arêtes de la calotte.

3-Modélisation de la grande coupole de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger

La modélisation par éléments finis est une méthode de calcul des structures offrant des moyens d'investigation nouveaux qui permettent de tester la pertinence des structures traditionnelles³³. Elle propose une représentation du comportement mécanique des structures. Son objectif vise à déterminer les efforts auxquels est soumise la coupole et d'expliquer l'intérêt et le rôle des éléments constructifs adoptés sur la base d'une expérimentation constructive datant de plusieurs centaines d'années.

L'application de cette méthode d'analyse au monument historique nous permettra de cerner la pensée constructive traditionnelle par rapport aux solutions adoptées. C'est pour dire que chaque élément employé dans la réalisation des coupoles a un sens et une raison d'être pour résoudre des problèmes d'ordre structurel, assurant ainsi la stabilité et la durabilité de l'ouvrage en maçonnerie.

L'idée nous ai parvenue à travers l'étude d'A. Coste³⁴ qui a appliqué la modélisation informatique et le calcul numérique à la coupole de la nef de l'église de Givry en Saône-et-Loire. L'auteur explique à travers l'application de cette méthode d'analyse des structures modernes, la réussite de l'architecture gothique.

³⁰ Cf. A. MUTTONI, *L'art des structures*, 2010, p. 90.

³¹ Cf. Supra. p. 221.

³² Cf. Infra. p. 255.

³³ Cf. A. COSTE, *L'architecture gothique*, 1997, p. 151.

³⁴ *Ibid.*, Le contenu de l'ouvrage a fait l'objet d'une thèse de doctorat en Histoire soutenue à l'université Pierre Mendès-France à Grenoble.

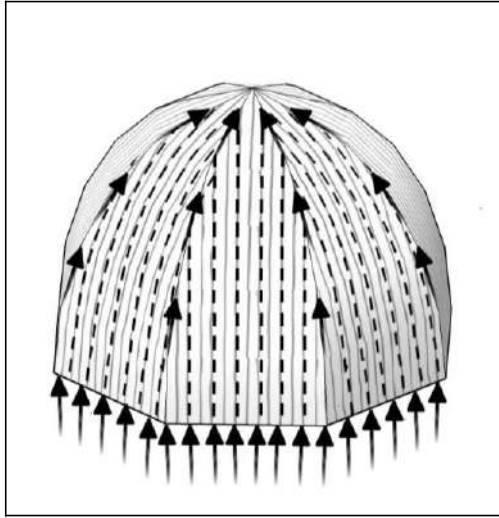


Fig. 181 : La coupôle octogonale à poussées uniformément réparties. (Source : auteur).

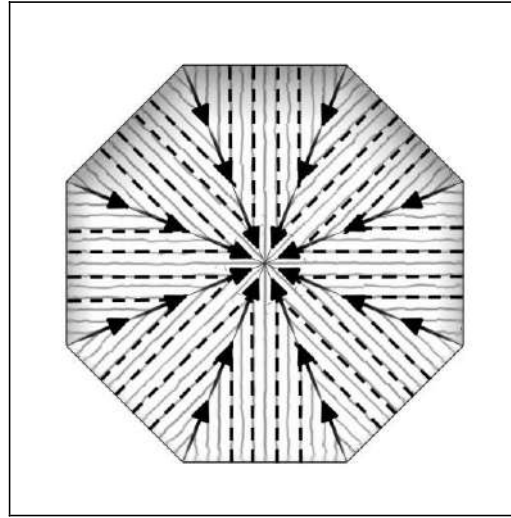


Fig. 182 : Localisation des efforts de compression sur les arêtes de l'octogone.

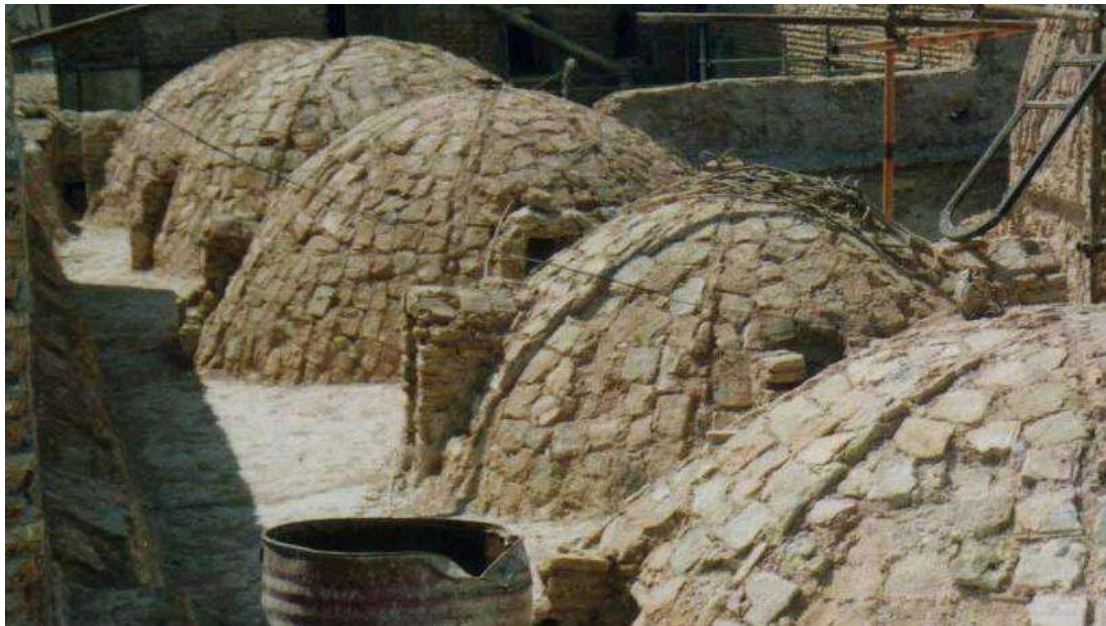


Fig. 183 : Nervures sur les coupôles octogonales, mosquée 'Alī Bidjnīn. (Source : bureau d'étude Atelier 3D, 2001).

La modélisation par éléments finis élaborée dans le cadre de cette recherche s'appuie sur des logiciels de calcul. Elle fournit des informations quantitatives relatives à la valeur des efforts relevés et qualitatives identifiant les zones critiques de sollicitations. Les calculs sont effectués sur le modèle géométrique préalablement maillé³⁵, dont le matériau, supposé homogène et isotrope³⁶, est ainsi divisé en un certain nombre de petits éléments afin de ramener l'infinité d'inconnues et d'équations d'équilibre local à un nombre fini d'inconnues et d'équations. La représentation graphique des résultats nous a permis de visualiser les déformations incluant les trois dimensions de la coupole.

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette étude est le « SAP 2000 » Structural Analysis Program. Il offre de nombreuses possibilités d'analyse des effets statiques et dynamiques avec des compléments de conception et de vérification de structure. Il produit des graphes donnant les valeurs de contraintes et des déplacements et localise les zones critiques de sollicitations, en particulier celles soumises à la traction et à la compression.

La modélisation a été élaborée sur la grande coupole de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger. Celle-ci a une épaisseur de 30cm au sommet et de 42cm au niveau des reins (à la base), pour un diamètre moyen de dix mètres vingt (10,20 m), portée par huit colonnes jumelées. Nous avons analysé le comportement de la coupole au chargement vertical dû au poids propre et aux charges d'exploitation.

La méthode a consisté premièrement à entrer les données relatives aux caractéristiques du matériau ainsi que les caractéristiques géométriques et mécaniques de la structure. Nous avons défini les éléments linéaires, les éléments surfaciques ainsi que l'élément coque. Pour ces trois éléments, il était nécessaire d'introduire les sections et la nature du matériau. Nous avons également identifié les conditions aux nœuds, c'est-à-dire la nature des liaisons entre les éléments de structure. L'infrastructure est ainsi supposée encadrée à la base, les autres jonctions sont définies comme des liaisons simples.

La deuxième étape est relative à l'analyse. Le logiciel a effectué les calculs en fonction du maillage de 128 éléments. Le temps de calcul est proportionnel à la complexité de la modélisation³⁷.

Troisièmement, la visualisation des résultats a permis de formuler des interprétations. Nous avons obtenu une évaluation quantitative des répartitions des contraintes ainsi que les modes de déformation.

³⁵ Le modèle géométrique tente de se rapprocher le plus du modèle architectural.

³⁶Cf. A. COSTE, L'architecture gothique, 1997 p. 152. C'est l'hypothèse adoptée dans un premier temps pour nos travaux. Des lois de comportement adaptées à l'anisotropie et l'hétérogénéité réelle des matériaux nécessiteraient des calculs beaucoup plus complexes qui, dans les cas étudiés, ne se justifient pas.

³⁷ *Ibid.*, p. 154.

3-1-L'interprétation des résultats

Nous avons visualisé sur chaque représentation « graphes » la déformation superposée au modèle géométrique, les zones de contraintes de traction maximales et minimales. Les figures présentées ci-dessous permettent de visualiser les zones à risque dite « critiques ». L'échelle présentée en bas de l'image donne les valeurs des contraintes, mesurées en Pa (Pascal). La direction de droite indique les contraintes de traction auxquelles est soumise cette structure, celle de gauche représente les contraintes critiques de compression.

3-1-1-Les contraintes de traction latérale (périphérale)

Les résultats définissent des zones critiques sur les deux faces de la coupole, là où s'exercent les contraintes de traction les plus importantes. Ces dernières sont périphérales, localisées sur tout le pourtour de la demi-sphère (fig. 168). À l'angle, les contraintes sont moins importantes que sur les côtés. Ceci s'argumente par la présence du système de transition qui contribue à stabiliser l'angle de la coupole³⁸ (fig. 169).

La face de l'intrados définit des contraintes de traction horizontale à deux endroits. À la base sur tout le périmètre de la coupole et à mi-hauteur (fig. 170). Les plus gros risques de fissuration se trouvent donc précisément à ces endroits. Les fissures observées sur place sont localisées à la base de la coupole³⁹.

L'identification des contraintes horizontales de traction dans le modèle géométrique de cette coupole confirme que le matériau travaille également à la traction comme cela a été développé plus haut⁴⁰. Les anneaux supposés ceinturer la coupole subissent des efforts de traction très importants, définissant des zones instables qu'il est nécessaire de prendre en charge.

Cette modélisation nous permet de vérifier des hypothèses émises sur les solutions techniques adoptées par les constructeurs algérois de l'époque ottomane. En effet, les *qabbābs* augmentaient la résistance de la coupole à ce type de sollicitation, en disposant des tirants en bois assurant le rôle de chaînage horizontal qu'ils positionnaient à la base de la coupole et à mi-hauteur⁴¹.

L'expérimentation constructive des *qabbābs* les a conduits à introduire le bois dans la construction des coupoles positionnées à l'emplacement des fissurations observées sur les maçonneries. Cette solution technique est venue consolider les zones vulnérables de la coupole. L'intégration de tirants dans la construction des coupoles constitue une amélioration du procédé de mise en œuvre des structures coupolées.

³⁸ Cf. Supra. p. 189.

³⁹ Cf. Infra. p. 266.

⁴⁰ Cf. Supra. 244.

⁴¹ Cf. Supra. p. 225, fig. 160.

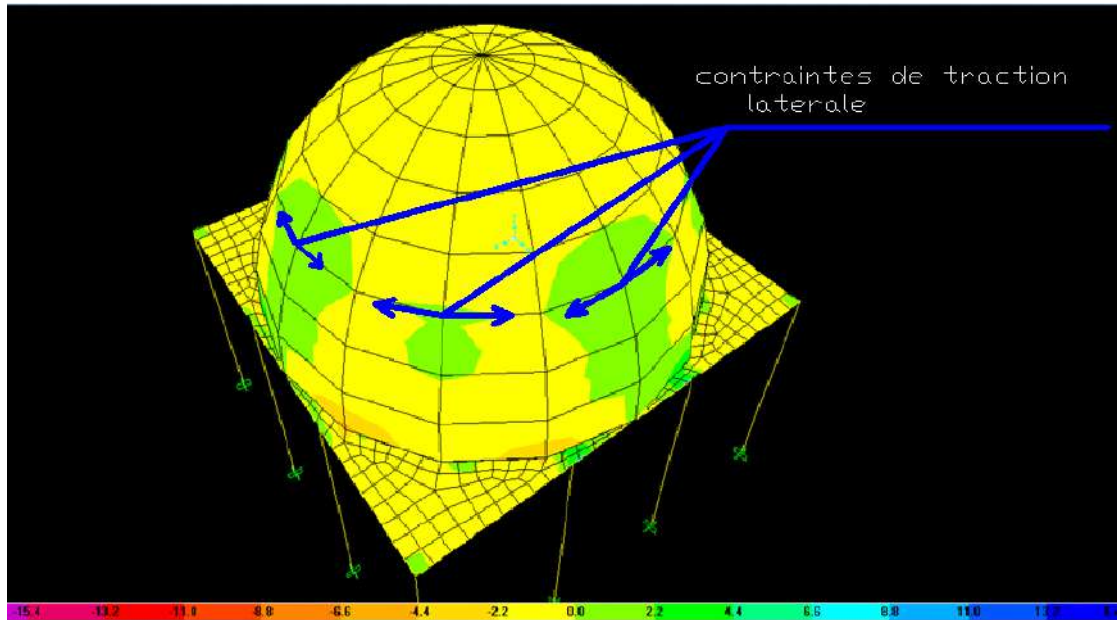


Fig. 168 : Les contraintes de traction latérale sur l'extrados.
(Source : auteur).



Fig. 169 : Système de transition à trois arcs, stabilisant l'angle de la calotte.
(Source : auteur, juillet 2010)

La position des tirants justifie également qu'ils sont venus corriger une défaillance technique observée sur plusieurs coupoles de l'époque et renforcer ainsi le système structurel assurant la stabilité de l'ouvrage durant plusieurs siècles.

En effectuant une comparaison entre ces résultats et la réalité sur chantier, nous retrouvons une superposition entre les deux zones identifiées au cours de la modélisation et la position exacte des tirants en bois incorporés dans la maçonnerie de la grande coupole de la mosquée du Dey: le premier situé à la base de la coupole constitué de deux tirants posés sur les premières rangées de briques⁴², assurant un chevauchement au niveau des arêtes (fig. 171), le second situé à un mètre quatre-vingt (1,80m) du premier (fig. 172). Pour les coupolettes, une seule ceinture a été réalisée à sa base.

Les fissures relevées sur la grande coupole de la mosquée du Dey⁴³ et identifiées au niveau des reins de la coupole sont causées essentiellement par la détérioration des tirants ou leur substitution par des briques qui ne travaillent pas à la traction (fig. 171), éliminant de fait les chaînages horizontaux de la coupole.

La modélisation par éléments finis nous permet de justifier scientifiquement l'emploi des tirants horizontaux dans la construction de la coupole. Elle permet d'évaluer aujourd'hui l'importance d'un élément structurel « le tirant en bois » (fig. 172), dont l'emploi est essentiel voir primordial afin de réaliser l'équilibre du système constructif.

3-1-2-Les contraintes de traction verticale (radiale)

Des efforts de traction définis sur l'extrados de la coupole, sont exercés sur les arcs incorporés dans la maçonnerie (fig. 173). Ceci signifie que ces derniers ne travaillent pas seulement à la compression⁴⁴, leur fixation au sommet et à la base de la calotte crée des étirements définissant ainsi des contraintes de traction, plus particulièrement au niveau des arêtes.

Il ya des risques de fissuration de l'extrados dans le sens des arcs, notamment au niveau du changement directionnel ponctué par le commencement de la courbe de la coupole⁴⁵ (fig. 173). Des dégradations dans le sens vertical ont dû apparaître sur l'extrados des coupoles durant la période ottomane. La solution apportée par le *qabbāb* a consisté à disposer huit nervures constituées d'une rangée de briques posées sur chant sur l'extrados, augmentant ainsi la rigidité de la calotte. Les nervures introduites semblent avoir joué le rôle de raidisseur en plus de la couverture externe de la coupole.

⁴² Cf. Supra. p. 225, fig. 159.

⁴³ Cf. Infra. pp. 264-266.

⁴⁴ Cf. Supra. p. 247.

⁴⁵ Nous avons défini dans le chapitre 7 les deux parties de la coupole, une partie verticale et une seconde inclinée. Cf. Supra. p. 213, fig. 142.

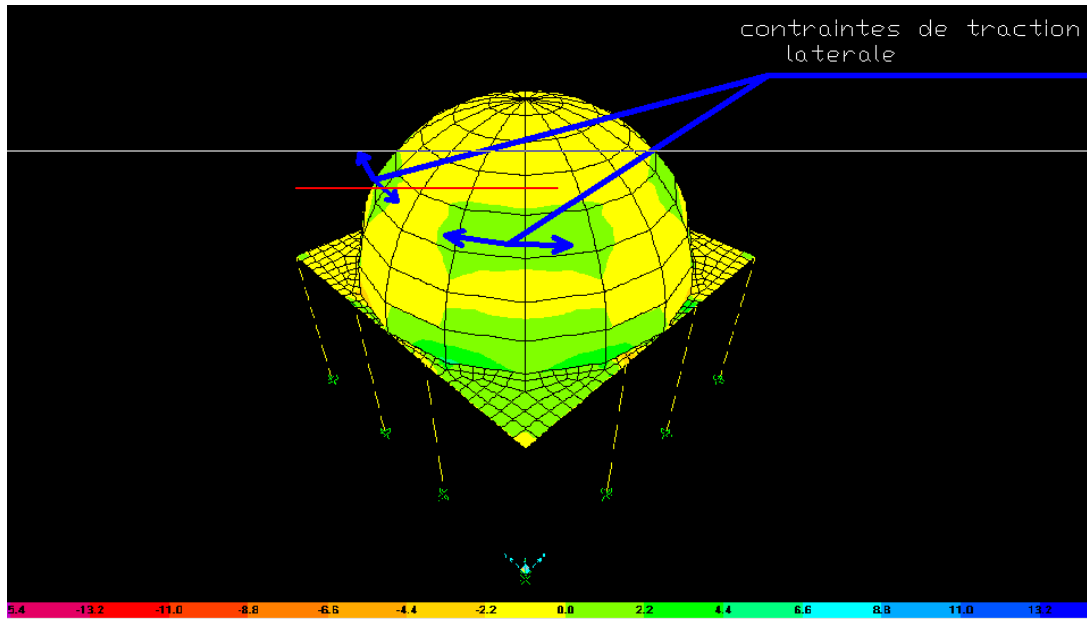


Fig. 170 : Les contraintes de traction latérale sur l'intrados.

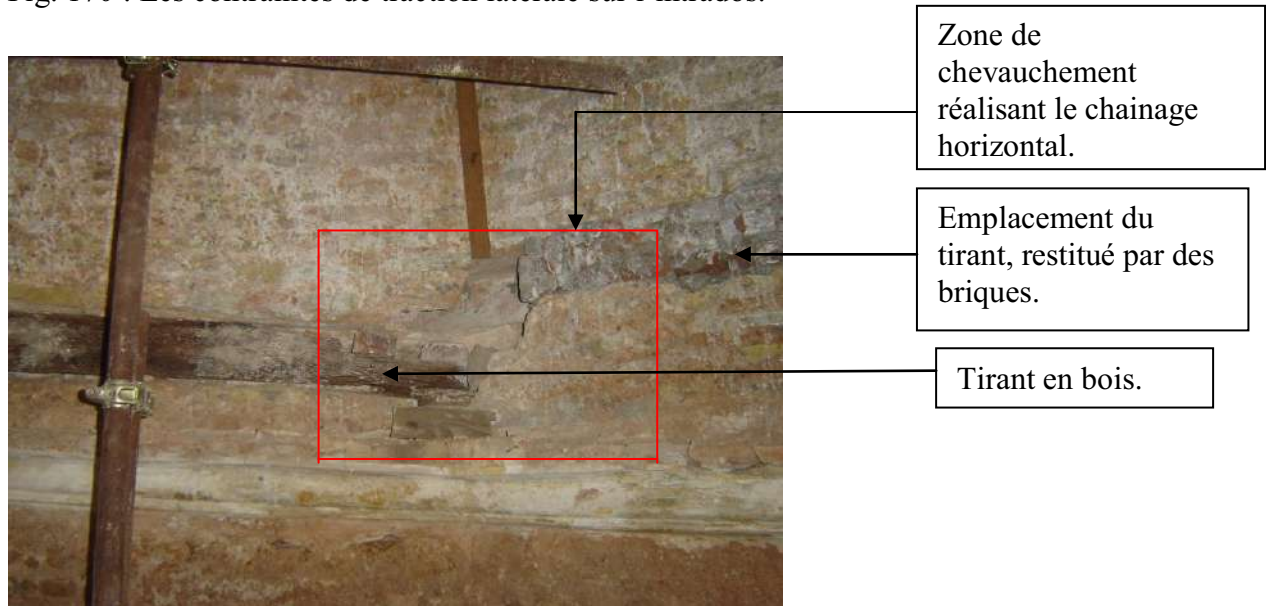


Fig. 171 : Localisation des tirants en bois à la base de la grande coupôle de la mosquée du Dey.

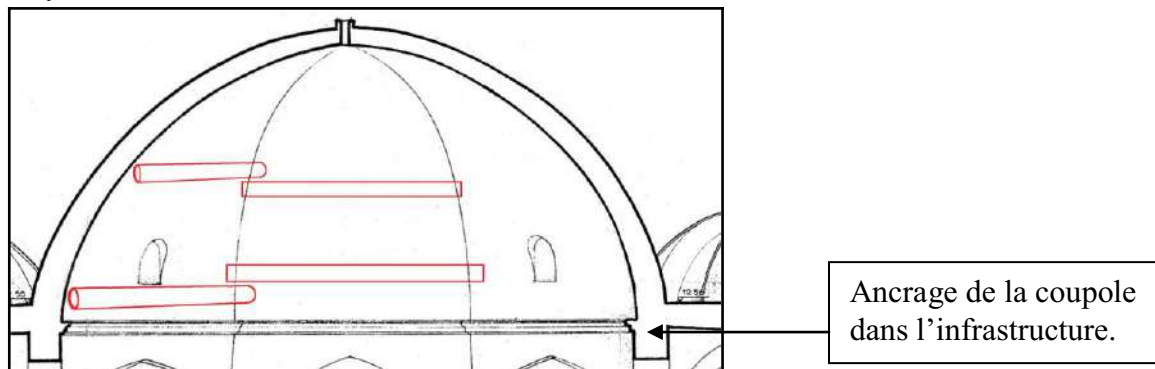


Fig. 172 : Position des tirants en bois dans la grande coupôle de la mosquée du Dey.
(Source des trois figures : auteur).

Nous avons identifié ces nervures dans le septième chapitre relatif à la restitution du procédé constructif traditionnel comme constituant une première protection externe de la coupole. La seconde protection correspond à une couverture en briques posées à plat, afin d'éviter toute déformation de l'élément architectural.

C'est ce qui explique que l'ensemble des coupoles étudiées présentent des faces externes en bon état de conservation. Même lorsque l'intrados présente des fissures importantes, comme c'est le cas de la coupole du pavillon de musique à la Citadelle d'Alger⁴⁶, l'extrados est bien conservé grâce aux protections réalisées sur l'enveloppe externe de la calotte.

La réalisation des nervures externes (fig. 174) constitue une autre étape dans l'amélioration du procédé constructif des coupoles d'*al-Djazā'ir*. Certes, nous ne pouvons pas déterminer la chronologie de ces différentes étapes dans le temps, néanmoins nous pouvons affirmer que la structure de la coupole a été renforcée à plusieurs reprises par des éléments constructifs augmentant la stabilité de l'ouvrage en maçonnerie.

Nous identifions deux types de renforcement de la structure de la coupole d'*al-Djazā'ir* : le premier consiste en un renforcement interne de la maçonnerie introduisant des tirants en bois entre les rangées de briques ceinturant la structure et la confinant horizontalement ; le second renforcement est externe à la structure, il consiste en la réalisation de nervures et d'une enveloppe sur l'extrados.

D'autres contraintes verticales sont définies sur l'intrados au niveau de la base de la coupole sur tout son périmètre (fig. 175), c'est-à-dire que les sollicitations sont tellement importantes que les arcs ont tendance à se détacher de la base de la coupole. Cette base est considérée comme une zone critique, où les contraintes de traction verticale et horizontale sont au maximum. Un ancrage important de la calotte dans le plancher terrasse est nécessaire afin d'éviter l'arrachement de la maçonnerie à ce niveau. Dans le cas de la grande coupole de la mosquée du Dey l'ancrage est de quatre-vingt (80) centimètres (fig. 172)⁴⁷.

3-1-3-Les contraintes de cisaillement

La base de la coupole est exposée en plus à des efforts de traction à des contraintes de cisaillement localisées à sa base sur ses deux faces. Au sommet le cisaillement est nul (fig. 176). Le relevé de la coupole nous a révélé une différence entre l'épaisseur des pans à la base et au sommet⁴⁸. Ceci indique que l'expérimentation des maçons de l'époque ottomane les a sensibilisés à ce type de sollicitation. Le *qabbāb* a chargé la coupole au niveau de la ligne de naissance diminuant son épaisseur au fur et à mesure pour atteindre le minimum au niveau du faite où les contraintes de cisaillement sont nulles.

⁴⁶ Cf. Infra. p. 290-292.

⁴⁷ Cf. Supra. p. 182, fig. 104.

⁴⁸ Cf. Supra, p. 226.

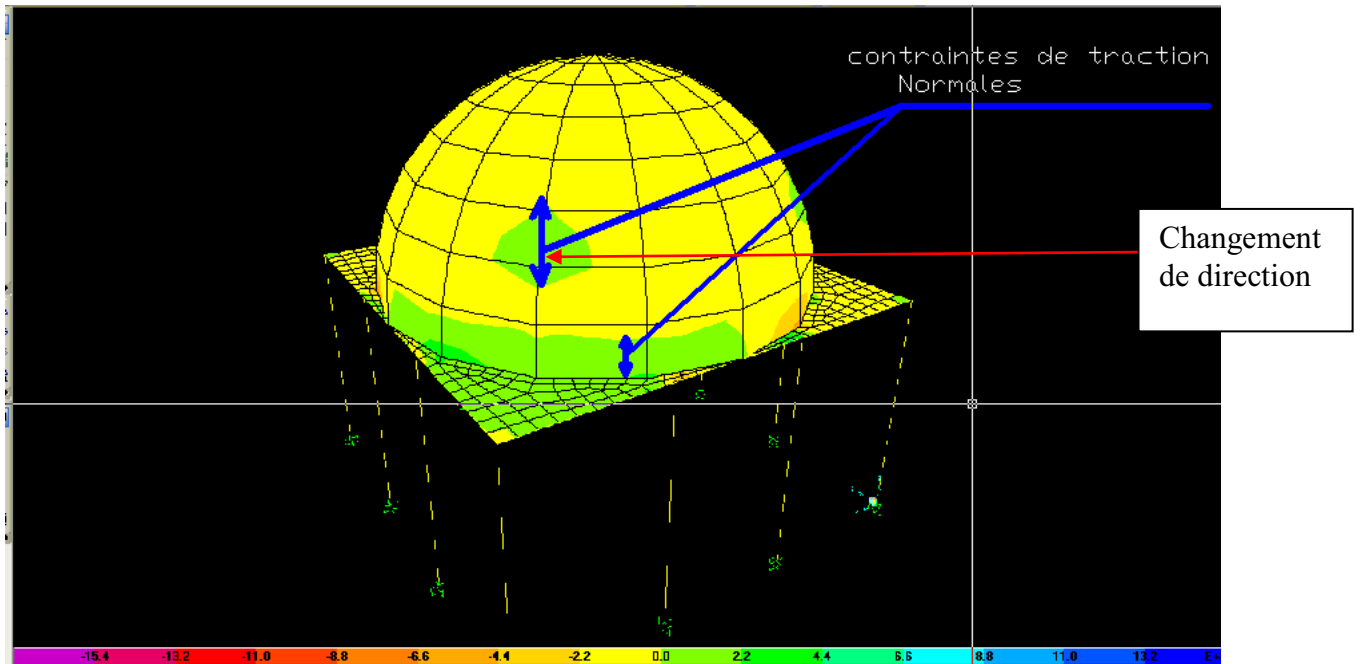


Fig.173 : Les contraintes de traction verticales sur l'extrados.



Fig. 174 : Position des huit nervures externes sur les arêtes de l'extrados, coupolettes de la mosquée du Dey.

(Source des deux figures : auteur).

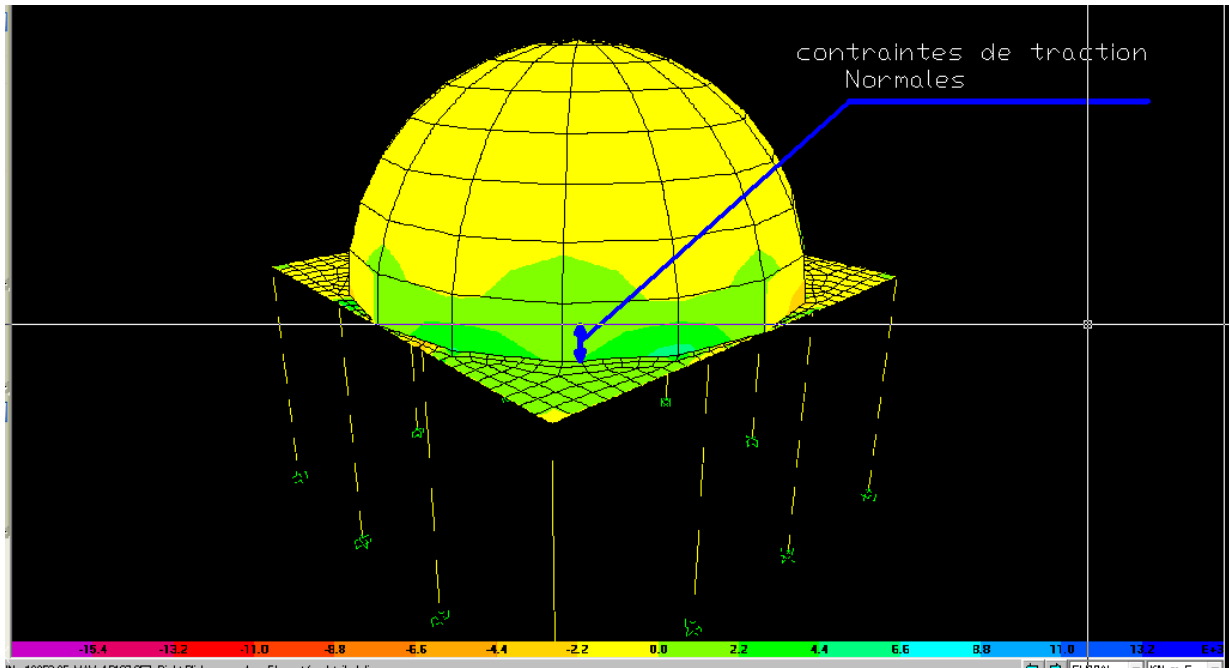


Fig. 175 : Les contraintes de traction verticale sur l'intrados.

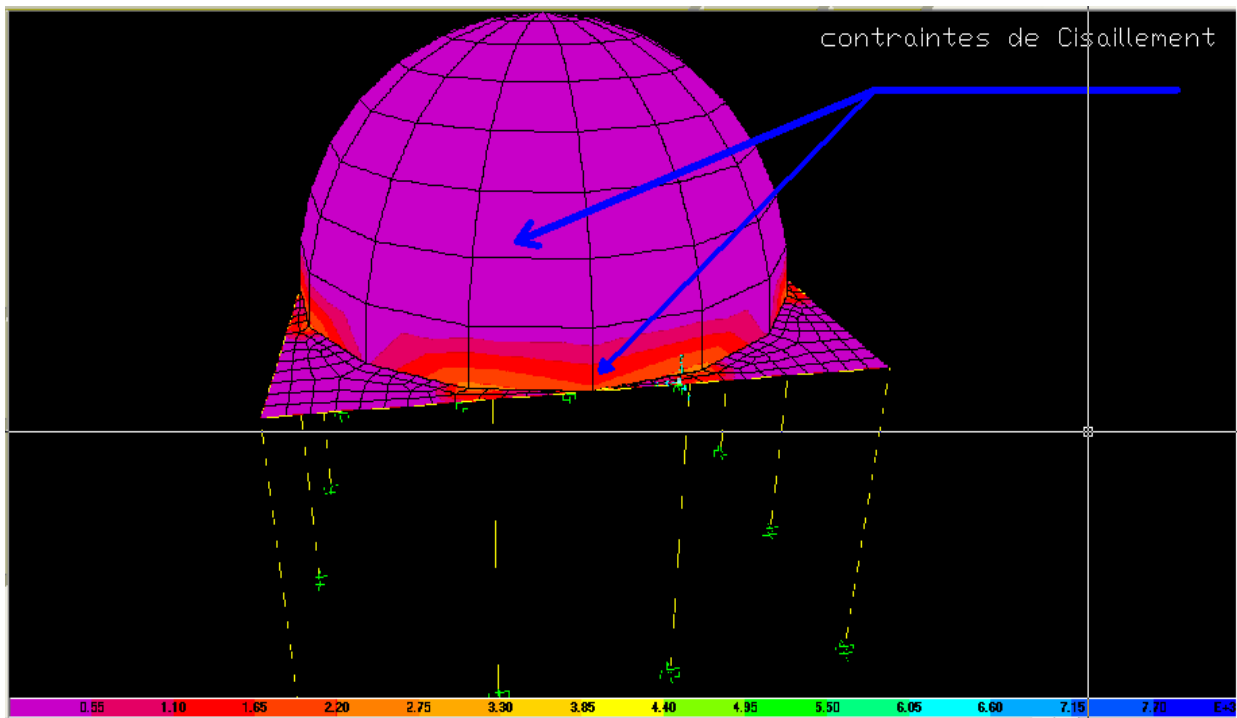


Fig. 176 : Les contraintes de cisaillement.

(Source des deux figures : auteur).

3-1-4-Les modes de déformation

Ces différents modes de déformation montrent le comportement de la structure aux efforts horizontaux du vent, des séismes, et des chocs.

Les déformations selon les axes x-x (fig. 177) et y-y (fig. 178) représentent les premières faiblesses de la structure, les plus probables à se produire en cas d'effort dynamique horizontal. Ce sont les éléments verticaux qui subissent une translation selon les deux axes, la coupole suit leur déplacement sans pour autant se déformer.

La rotation selon l'axe z-z (fig. 179), représente le cas extrême, il faut une très grande énergie pour que ce type de déformation se produise. Nous constatons que ce sont les points porteurs verticaux comme dans les deux cas précédents qui subissent la rotation. La coupole ne subit aucune déformation, ni aucun mouvement.

Le comportement de la coupole aux effets dynamiques est donc très stable, sa forme a été conçue pour résister à toutes sortes de sollicitations statiques et dynamiques. La coupole ne s'effondre que si ses éléments porteurs s'écroulent. Nous avons eu l'occasion d'en avoir la confirmation sur des cas réels : nous avons identifié un seul cas de coupole partiellement détruite au niveau de la demeure située au, 5 impasse des Frères Bachara à la Casbah d'Alger (fig. 180). Cet effondrement a été causé par la destruction de deux de ses murs.

Dans l'autre cas, celui du pavillon de musique à la Citadelle d'Alger, l'intrados présente des fissures structurelles très importantes⁴⁹ sur l'ensemble de la coupole et de ses éléments porteurs. Malgré cela, cette coupole tient encore. Ceci est dû à deux raisons : premièrement l'extrados est très bien protégé⁵⁰ grâce aux deux protections externes, deuxièmement les murs porteurs sont encore présents, ce qui fait que la calotte est endommagée mais encore résistante.

Ces deux cas nous permettent de statuer sur les causes de l'effondrement d'une structure de ce type : la coupole ne s'effondre que si les éléments porteurs verticaux disparaissent. Ces appuis verticaux doivent être bien dimensionnés afin de résister aux effets statiques et dynamiques. Les murs porteurs relevés dans la mosquée du Dey atteignent un mètre cinquante (1,50m). Ils sont souvent renforcés par des chaînages horizontaux en pierre bleue⁵¹.

⁴⁹ Cf. Infra. p. 291, fig. 225.

⁵⁰ Cf. Infra. p. 290, fig. 224.

⁵¹ Cf. Supra. p. 206, fig. 132.

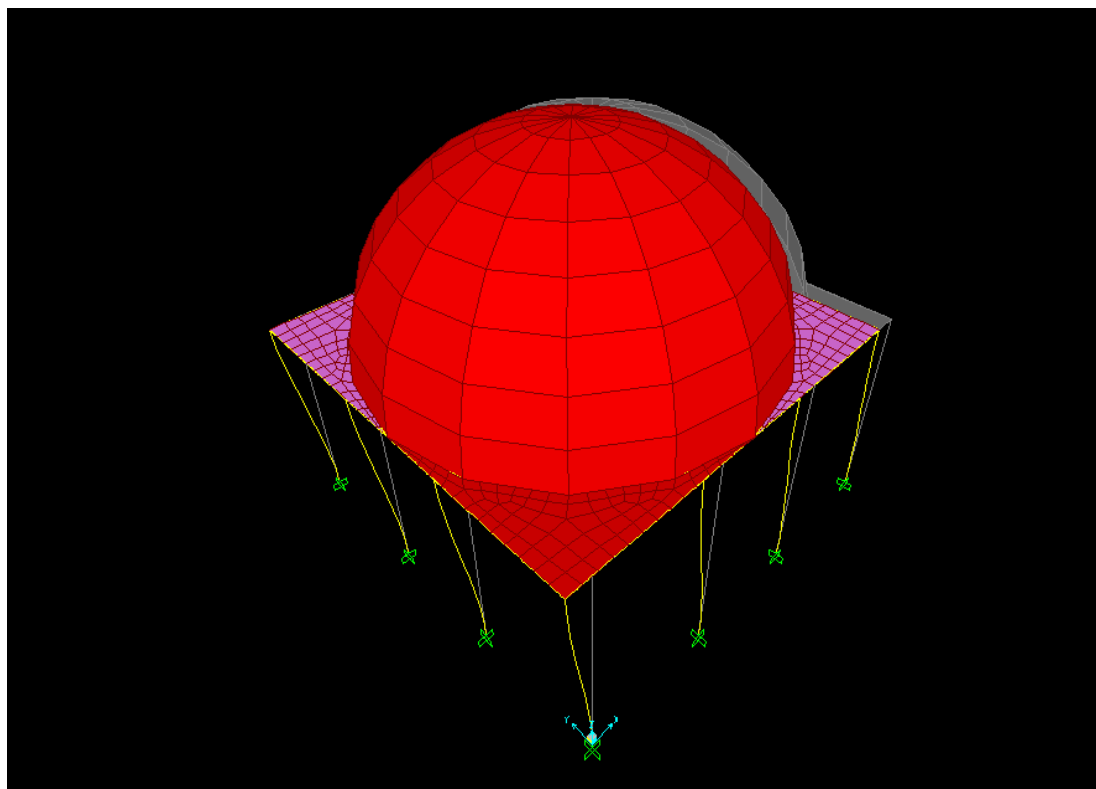


Fig. 177 : Mode 1 : translation suivant x-x.

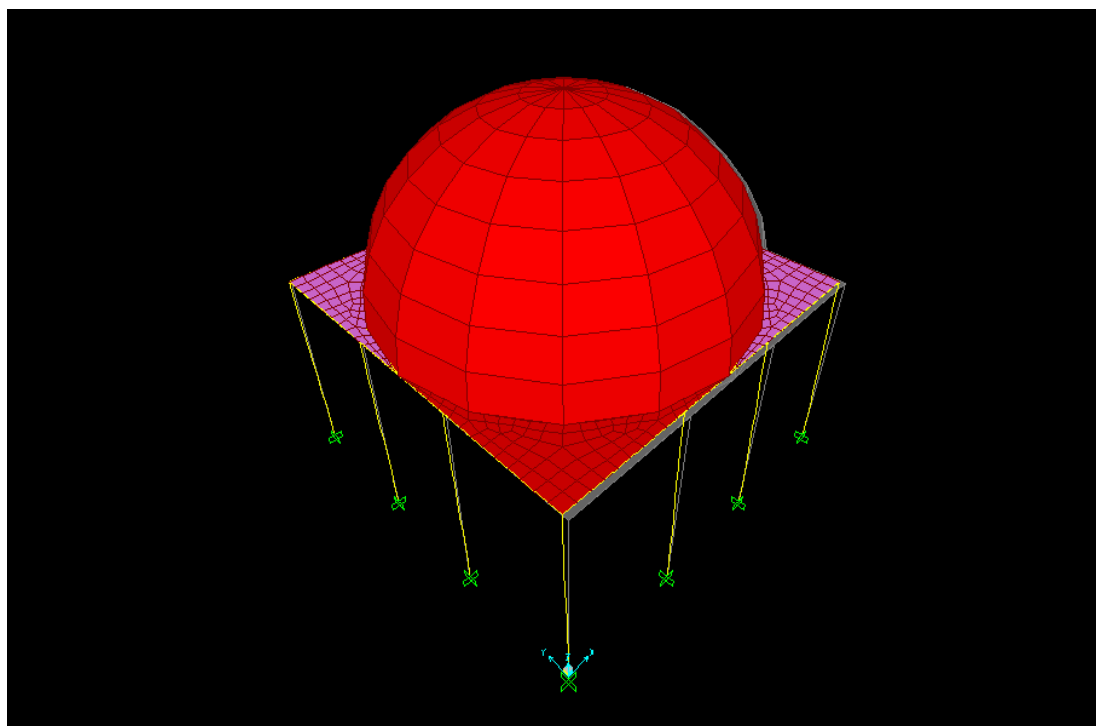


Fig.178 : Mode 2 : translation suivant y-y.

(Source des deux figures : auteur).

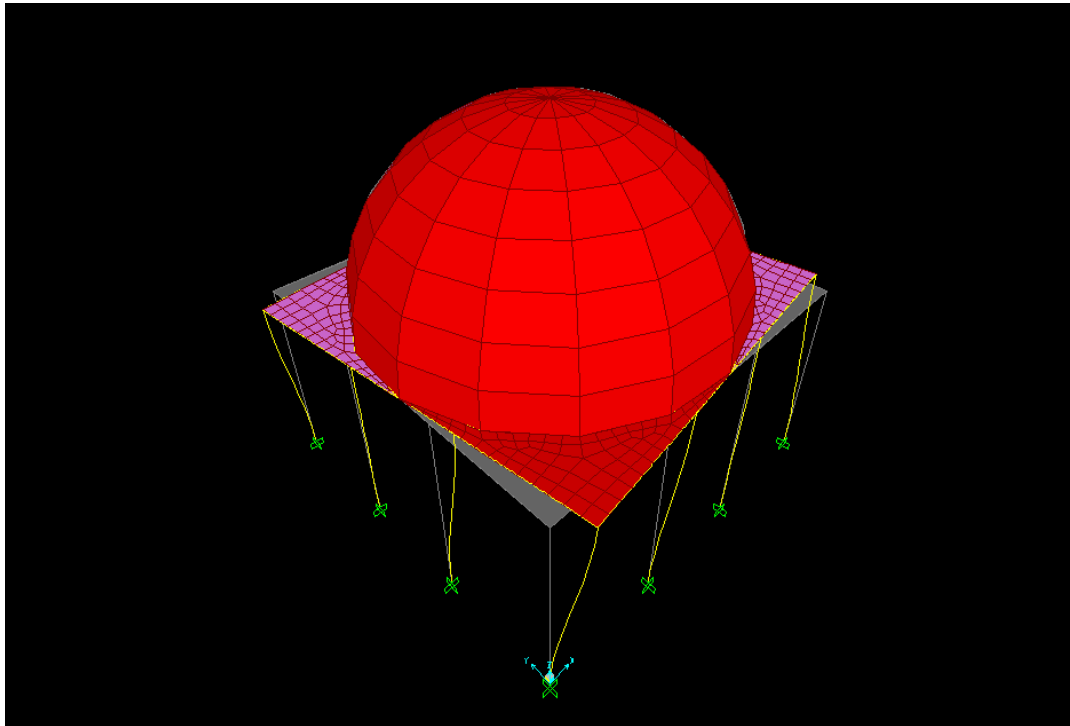


Fig. 179 : Mode 3 : rotation suivant z-z.
(Source : auteur).

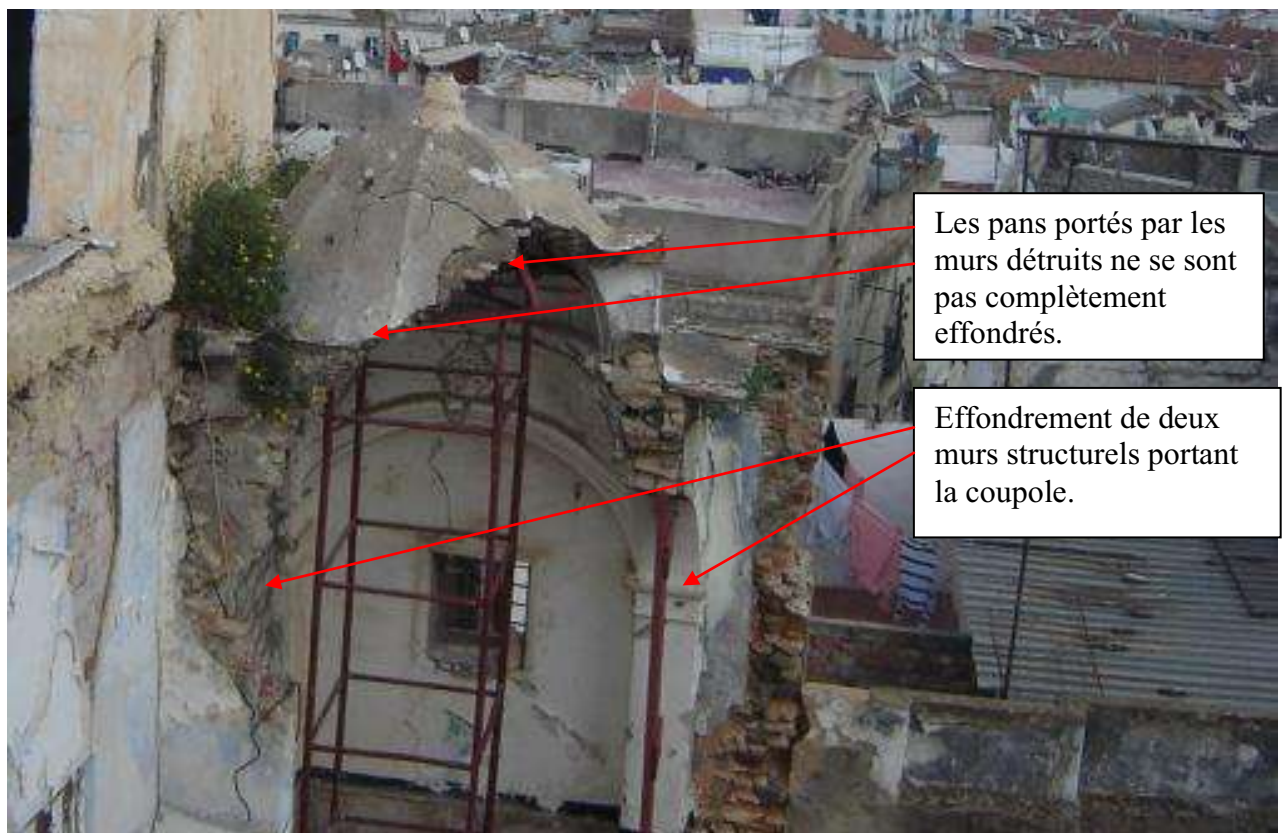


Fig. 180 : Coupole partiellement détruite, sise, 5 Impasse des Frères Bachara à la Casbah d'Alger.
(Source : auteur, juillet, 2010).

Conclusion

Cette étude du comportement était importante pour apprécier le fonctionnement structurel des coupoles. Elle nous éclaire sur le rôle des éléments constructifs qui composent les coupoles *d'al-Djazā'ir*. La stabilité du système constructif de la coupole octogonale à pans lui a permis de résister au vieillissement, aux agents atmosphériques, ainsi qu'aux forces horizontales externes telles que les vents, les séismes ainsi que les chocs.

Les constructeurs algérois « les *qabbābs* » ont incorporé des tirants en bois travaillant à la traction ; ceux-ci sont positionnés deux à deux au niveau de la base de la coupole afin de la ceinturer comme un anneau circulaire confinant de ce fait les pans à leur naissance. Un chevauchement est assuré au niveau de l'arête de la coupole afin d'assurer la continuité et de fermer cet anneau.

Dans les grandes coupoles, une seconde ligne de ceinture est positionnée au commencement de l'inclinaison, stabilisant d'avantage l'ouvrage en maçonnerie. Ces tirants en bois ont été positionnés à des endroits bien précis correspondant à la zone critique des contraintes de traction telles qu'identifiées par l'analyse numérique.

Ces ceintures représentent des chaînages horizontaux travaillant à la traction, soulagent les arcs méridiens et limitent leurs sollicitations. Les *qabbābs* de l'époque ottomane ne connaissaient évidemment pas les conditions d'équilibre d'une coupole, mais ils se basaient sur leur expérience pour améliorer empiriquement la stabilité de leurs constructions. Nous supposons que ces tirants ont été introduits dans la maçonnerie suite à des tremblements de terre notamment celui de 1716 d'une très grande intensité⁵².

Par ailleurs, ces anneaux en bois n'ont pas été positionnés au hasard. Leur position à la base de la coupole leur permettait de ramener la ligne de force au milieu de la maçonnerie et d'éviter la concentration des charges sur l'intrados.

L'introduction d'éléments horizontaux en bois dans la construction des coupoles *d'al-Djazā'ir* de l'époque ottomane constitue une consolidation de la structure en maçonnerie pour diminuer les efforts de traction auxquels est soumise principalement la base de la coupole. Cette solution constructive représente une étape importante dans l'évolution du procédé constructif de ce type d'ouvrage.

La détérioration des tirants en bois a engendré la disparition de ces anneaux horizontaux. Leur position au niveau de la toiture terrasse a favorisé leur dégradation suite aux infiltrations des eaux. Par conséquent d'importantes fissures sont apparues sur les parties inférieures de l'intrados des coupoles. La base de la coupole est donc la zone critique. Les fissures se localisent généralement à cet endroit, et se propagent en-dessous des tirants en bois.

⁵² Cf. Supra. p. 207, note n° 17.

L'hypothèse relative au processus constructif des coupoles est donc partiellement confirmée par cette analyse comportementale. En effet, l'introduction des tirants justifie la vulnérabilité de la base de la coupole et la nécessité de la protéger et de la renforcer par des chaînages horizontaux. D'autre part, cette analyse a montré que les nervures avaient plus un rôle de raidisseur associée à l'enveloppe externe, même si leur rôle formel reste important. L'introduction de ces éléments constructifs constitue donc des étapes importantes dans l'amélioration du procédé constructif des coupoles d'*al-Djazā'ir*.

Dans le neuvième chapitre nous reviendrons sur les différentes dégradations pour vérifier si celles-ci coïncide avec les zones critiques.

Chapitre 9 : Les pathologies des coupoles de la Citadelle d'Alger

Introduction

Ce dernier chapitre de notre recherche doctorale a pour objectif l'identification des défaillances des coupoles de l'ancienne ville d'Alger.

La majorité des coupoles d'*al-Djazā'ir* ont disparu. Les résultats de notre inventaire indiquent la présence de soixante-quatorze (74) édifices à coupole¹ sur les six milles trois cent soixante-seize (6376) édifices à coupoles estimés pendant la période ottomane. Sur les treize (13) mosquées à coupole, seules cinq (05) ont survécu². La disparition de ces formes de couverture est due à plusieurs facteurs :

- Les destructions opérées dans la partie basse de la ville durant la période de colonisation française. Plusieurs grandes coupoles ont été démolies : les mosquées *al-Sayyida*, *Katshāwa*, *Sattī Maryam* et *d'al-muṣallā* ainsi qu'un nombre considérable de palais et de maisons d'habitation comportant des coupoles de différentes tailles³ ;
- Les phénomènes naturels, séismes et infiltrations des eaux de pluie ; plusieurs îlots entiers sont tombés en ruines. Des mosquées, bains publics, mausolées, et maisons d'habitation ont disparu laissant derrière eux des plates formes vides, elles-mêmes cause de fragilisation du tissu ancien ;
- La détérioration des constructions de l'ancienne ville due essentiellement à l'action de l'homme :
 - Une mauvaise gestion et occupation du bâti traditionnel, des nouvelles divisions parcellaires causant des transformations non adaptées aux structures anciennes.
 - Disparition du savoir-faire suite à la perte des habitudes traditionnelles d'entretien ;
 - Introduction de matériaux nouveaux dans les différentes opérations d'intervention sur le bâti ancien, qu'il s'agisse de nouvelles constructions ou de restauration des édifices traditionnels.

Les coupoles étudiées tout au long de nos prospections sur site, ne présentent pas des déformations importantes quand les éléments porteurs sont en bon état de conservation⁴. L'étude du comportement de la coupole a révélé que cette forme architecturale est structurellement très stable⁵, et que les dégradations se manifestent essentiellement à sa base, causées par la détérioration des tirants en bois. Lorsque ces derniers n'assurent plus leur rôle de chaînage horizontal, des fissures apparaissent au niveau des éléments structurels inférieurs.

¹ Cf. Supra. p. 133.

² L'inventaire des édifices à coupole a été réalisé durant les années 2010 et 2011.

³ Les coupoles identifiées dans les palais et les maisons ont des tailles qui varient de la plus petite sur les escaliers de terrasse jusqu'à la taille moyenne dans les *qbūs* et les bains privés, cf. Supra. p. 118.

⁴ Le seul cas de coupole effondrée a été relevé au niveau d'une petite coupole dans une maison d'habitation sise, 5 Impasse des Frères *Bachara* à la Casbah d'Alger qui a perdu deux murs porteurs. L'effondrement des supports verticaux entraîne systématiquement la destruction partielle ou totale de la coupole, cf. Supra. p. 257, fig. 180.

⁵ Cf. Supra. p. 244.

Ce chapitre abordera deux points :

- Le premier sera consacré au diagnostic à travers l'observation directe détaillée des dégâts. Des fiches techniques « fiches de pathologies » seront élaborées afin de relever rigoureusement les différentes fissures ;
- Le second point, tentera d'identifier les causes de dégradation⁶. Ces résultats seront confrontés à l'étude du comportement réalisée dans le chapitre précédent. Nous pourrons ainsi vérifier si la localisation des fissures correspond à la zone de sollicitation. Ce qui nous permettra de confirmer le deuxième volet de notre deuxième hypothèse.

1-Présentation des fiches de pathologies

L'élaboration des fiches de pathologies se basera essentiellement sur un travail d'investigation *in situ*. Elle sera élaborée sur la base d'un reportage photographique ainsi que des relevés qui ont été réalisés au niveau des coupoles de la Citadelle qui font partie de notre premier échantillonnage⁷. Nous avons choisi trois échantillons : la grande coupole de la mosquée du Dey (échantillon n°2), ses coupolettes au nombre de cinq (05) et celles des deux bains, du Harem (échantillon n°3) et des Aghas (échantillon n°4).

Nous avons éliminé de l'échantillonnage la mosquée '*Alī Bidjnīn*' vu qu'elle était en phase finale de restauration ainsi que la maison d'habitation située au 1 Impasse Saïd Amara, qui ne présentait pas de fissures importantes. L'échantillonnage a cependant été élargi à deux édifices de la Citadelle : le pavillon de musique et le pavillon du palais du Bey. En effet, ces deux édifices présentent des dégradations importantes qui pourraient nous permettre de mieux appréhender notre investigation des différentes pathologies.

L'élaboration des fiches se fera en deux volets. Le premier relatif à l'identité de la coupole précisera sa situation, ses dimensions, ses éléments de transition et le type de support. Une référence en lettre sera attribuée à chaque coupole facilitant son repérage sur le plan.

Le second volet concerne le diagnostic des désordres repérant les fissures sur un plan et une coupe⁸, ainsi que sur des photographies. Ces fissures peuvent être structurelles affectant les éléments constructifs, ou superficielles touchant les revêtements et les enduits. Une fois ces fissures relevées, nous tenterons d'identifier les causes perturbatrices en analysant rigoureusement l'ensemble des pathologies afin de définir le rapport de cause à effet.

⁶ Cf. J. L. G. MORENO-NAVARRO, Diagnostic, 2010.

⁷ Cf. Supra. p. 173.

⁸ Les plans et les coupes sont représentés sans échelle, l'objectif étant l'identification des fissures.

2-La mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger

Description : La mosquée du Dey est réalisée sur des fondations en voûtes, entourée de murs porteurs en maçonnerie de pierre sur toute la périphérie. Des colonnes en marbres soutiennent la coupole centrale.

Constat : Cet édifice n'a pas subi de grandes transformations, ni une augmentation des charges sur le système de couverture. Nous avons relevé des fissures au niveau de deux pans de la grande coupole. L'ensemble des pans présentent des éclatements de mortier, des gonflements de leurs maçonneries en briques saturées d'humidité.

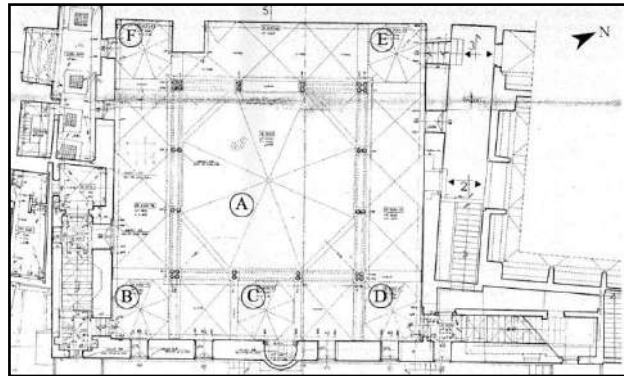


Fig. 181 : Repérage des coupoles, mosquée du Dey.

-Dimension : 10,20m x 10,30m.

-Hauteur de la coupole 5,50m avec une corniche de 25cm.

-Support verticaux : double colonnes de 25cm de diamètre, regroupées en 04 au niveau des angles.

-Forme de transition : système à trois arcs.

2-1-Diagnostic des désordres de la grande coupole « A »

2-1-1- Relevé des dégradations

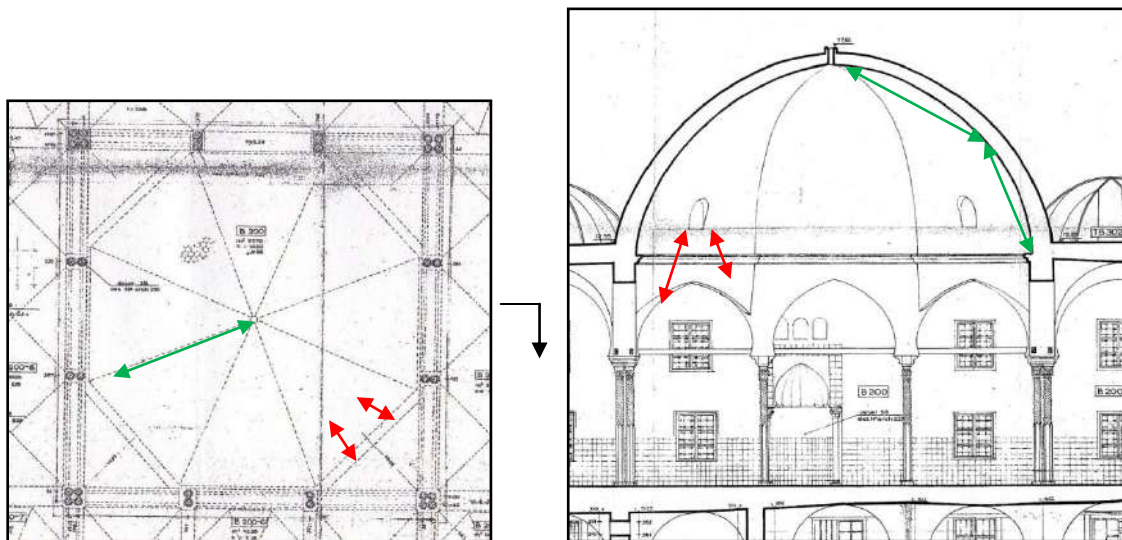


Fig. 182 : Plan et coupe de la coupole centrale, mosquée du Dey.
(Source : l'ensemble des figures de ce chapitre sont de l'auteur).

Légende :

Fissure structurelle :

Fissure affectant les revêtements :

Gonflement de la maçonnerie en brique au niveau des pans :

Pan Est :



Fig. 183 : Pan Est de la grande coupole, mosquée du Dey.
Deux fissures au niveau de la fenêtre inclinée à 45°.



a

Fig. 184. a : Pan Est, fissure de gauche, grande coupole de la mosquée du Dey.
Fissure à 45°, ouverte entre 3 et 4mm, elle démarre de la fenêtre, traverse la corniche et l'écoinçon au-dessus de l'arc.



b

Fig. 184 b : Pan Est, fissure de gauche, grande coupole de la mosquée du Dey.
La fissure s'arrête au niveau de l'écoinçon, l'arc est intact, il bloque la lézarde. Le changement dans la disposition des briques entre l'écoinçon et l'arc n'a pas laissé la fissure continuer.

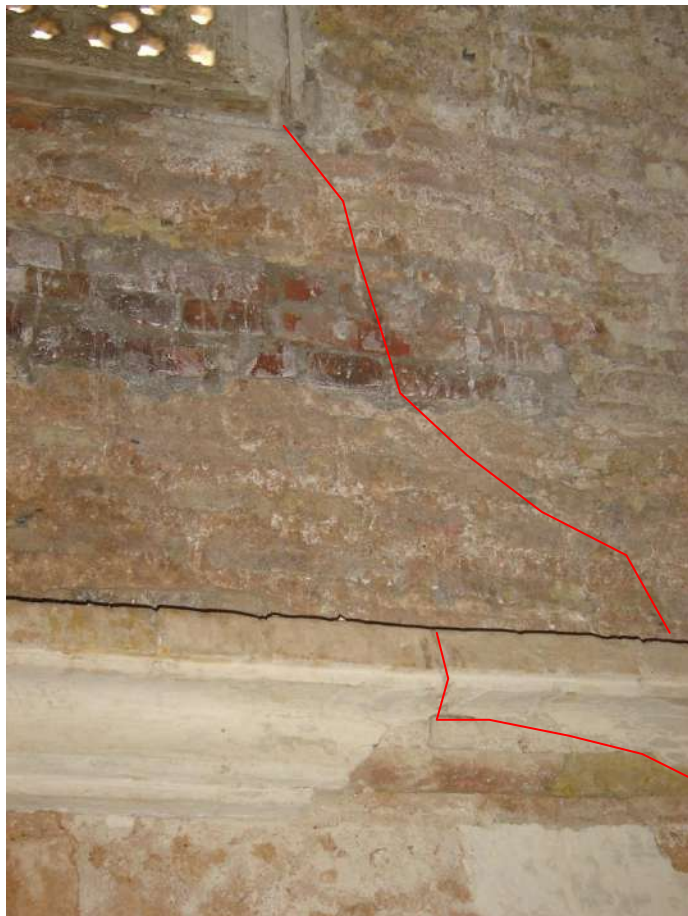


Fig. 185 : Pan Est, fissure de droite, grande coupole de la mosquée du Dey.
La fissure de droite traverse la corniche et l'écoinçon, mais n'affecte pas l'arc.

2-1-2-Les causes de dégradation du pan Est de la grande coupole

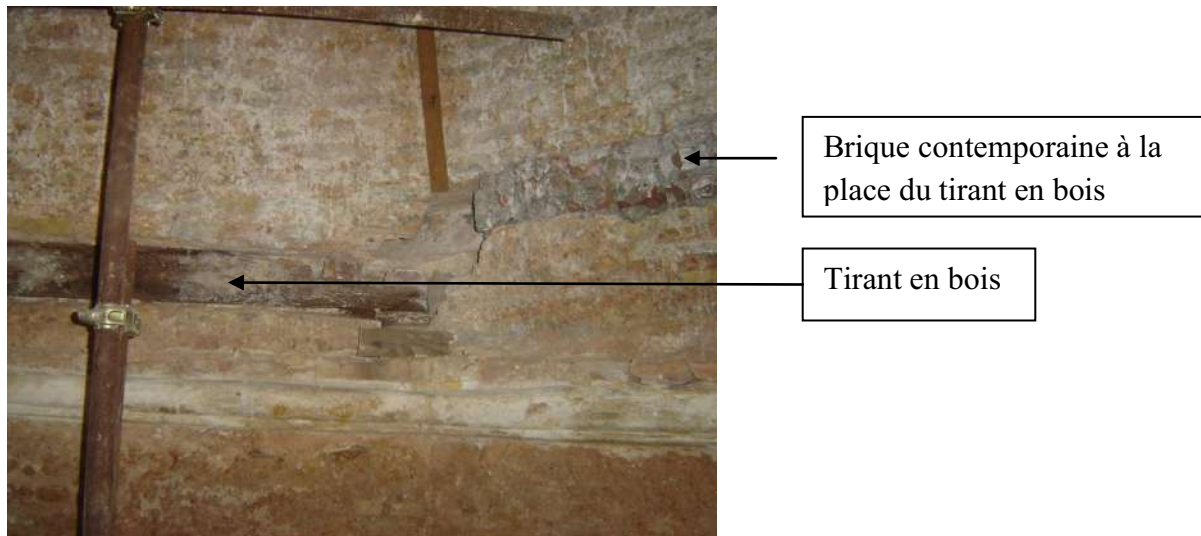


Fig. 186 : Disparition des chaînages horizontaux, grande coupole de la mosquée du Dey.

Parmi les causes perturbatrices visibles nous relevons :

- Les pans de la coupole sont saturés d'eau, le décapage des enduits extérieurs a été réalisé depuis plus de douze (12) mois. L'absence d'étanchéité extérieure a favorisé les infiltrations des eaux ;
- La restitution du tirant en bois par des briques contemporaines, qui n'assurent plus le rôle de chaînage horizontal ;
- Les tirants en bois encore présents sont imbibés d'eau et très détériorés surtout au niveau des chevauchements : n'assurant plus leur rôle de ceinture (fig. 187);
- Détérioration des matériaux, surtout les mortiers ; nous avons relevé une désintégration du mortier traditionnel à divers endroits ;
- A cela s'ajoute la présence de l'ouverture, la fissure est amorcée par l'existence de l'ouverture qui favorise l'infiltration des eaux pluviales.



Fig. 187 : Détérioration des tirants en bois, grande coupole de la mosquée du Dey.

Pans Sud

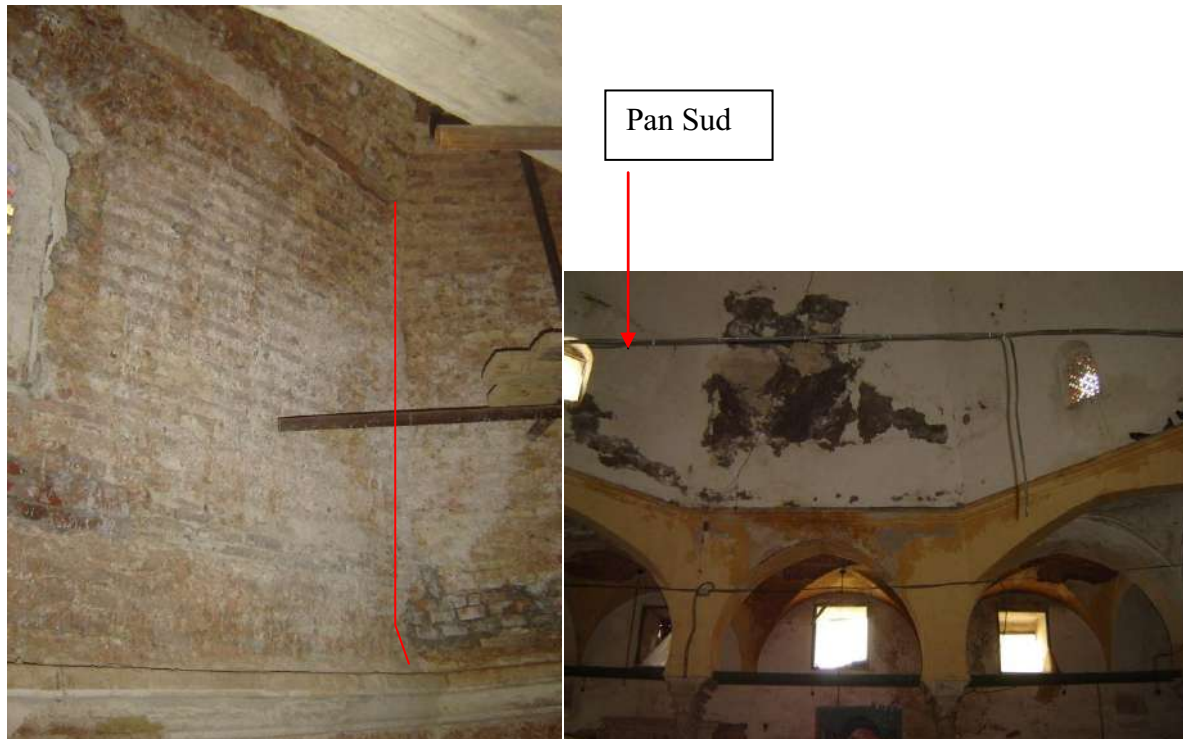


Fig. 188 : Dommages relevés sur le pan Sud Fig. 189 : Pan Sud avant décapage des enduits
-Décollement des mortiers du pan central par rapport à celui de gauche ; une photographie prise avant le décapage des enduits montre le taux d'humidité très élevé des pans. Nous voyons que la fenêtre favorise l'infiltration des eaux, dû à l'absence de l'étanchéité à cet endroit.

Les tirants en bois ont également été restitués par des briques pleines liées par du mortier au ciment.

2-1-3-Les causes de dégradation du pan Sud de la grande coupole

-L'humidité est un des facteurs les plus dangereux affectant les structures en maçonnerie de ces coupoles. La figure n° 189 montre le noircissement des pans. L'eau a détérioré les enduits et a pénétré dans la maçonnerie, endommageant les mortiers de liaisons.

-A cela s'ajoute le retrait visible sur la figure n° 188 des chaînages horizontaux en bois, ce qui a affaibli la structure.

-La substitution des tirants en bois par de la maçonnerie (ne travaillant pas à la traction) a modifié le système d'équilibre structurel, laissant aux arcades tout le rôle de chaînage horizontal.

-Par ailleurs, nous relevons une modification de la capacité de résistances des maçonneries causée par la détérioration des deux matériaux : briques et mortiers dont l'adhésion rompue par l'eau est l'un des facteurs les plus importants pour la stabilité de ces structures.

La ville d'*al-Djazā'ir* a subi par ailleurs différents séismes⁹, endommageant ces structures traditionnelles.

⁹ Cf. Supra. p. 207, note n° 17.

2-2-Diagnostic des désordres des coupolettes de la mosquée du Dey

Coupolette « B »

Dimension : 3,20m x3,30m.

hauteur de la coupole : 1,70m avec une corniche de 20cm.

Support verticaux : deux murs de façade et un élément porteur ponctuel regroupant (04) colonnes.

Forme de transition : pendentifs.

Constat

Cette coupole n'a pas subi des désordres importants, sa partie supérieure n'est pas du tout endommagée, les dégradations sont relevées au niveau de la base.

-Relevé des dégradations

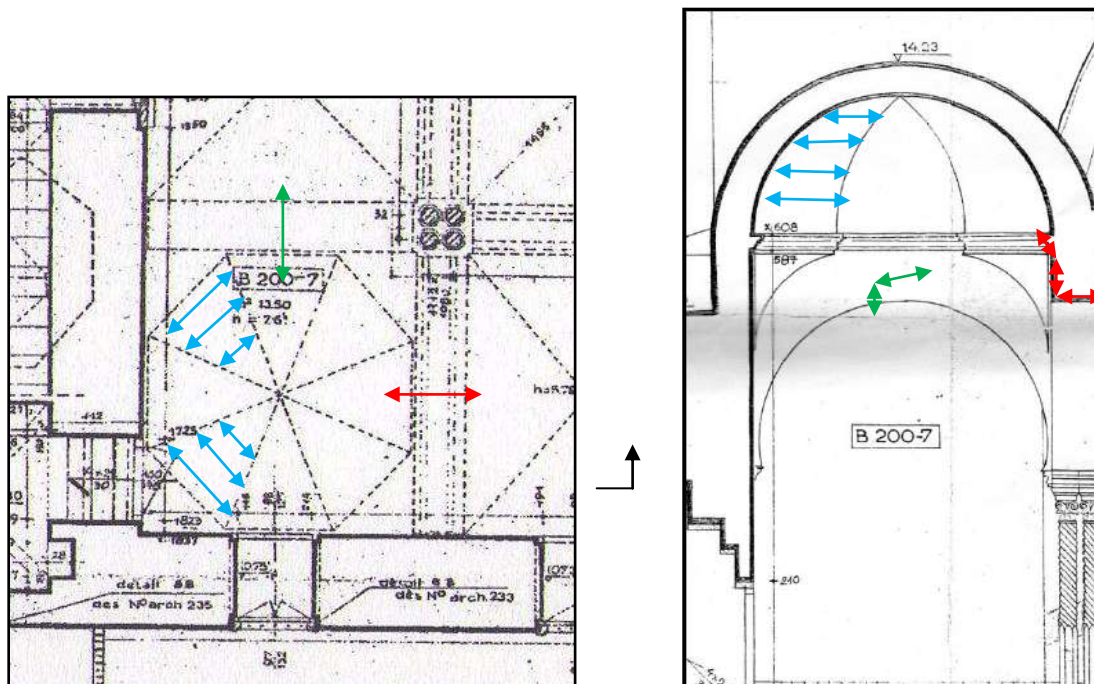


Fig. 190 : Plan et coupe, coupolette « B », angle sud, mosquée du Dey.

Légende

Fissure structurelle : ↔

Fissure affectant les revêtements : ↔

Gonflement de la maçonnerie en brique au niveau des pans : ↔

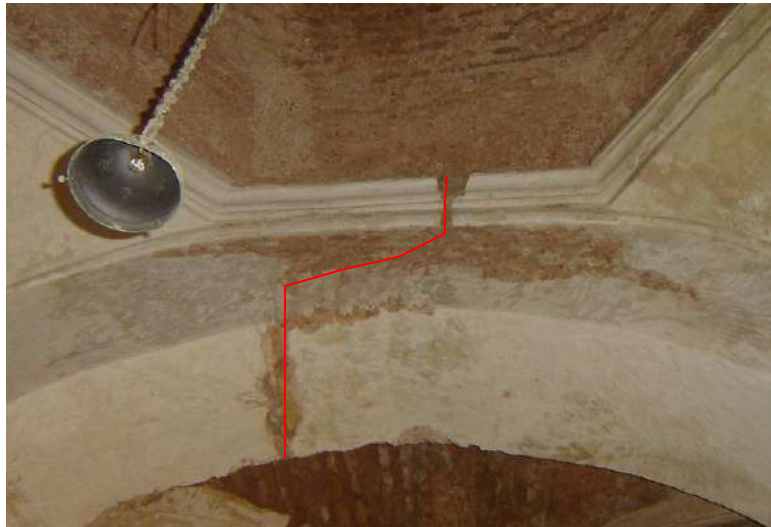


Fig. 191 : Fissure au niveau de l'arc nord-est, coupolette « B », mosquée du Dey.

- Fissure entre 2 et 3mm, affectant la structure, traversant la corniche et l'arcade.
- Décollement des enduits.



Fig. 192 : Fissure superficielle, arc nord-ouest, coupolette « B », mosquée du Dey.

- Fissure affectant les revêtements : détachement du mortier, des enduits au niveau de l'arcade.
- Gonflement de la maçonnerie au niveau des pans, affectant la capacité portante de la maçonnerie en brique.

Coupolette « C »

Dimension : 3,20m X 3,30m.

Hauteur intérieure : 1m70 avec une corniche de 20cm.

Support verticaux : un mur de façade et deux éléments porteurs ponctuel regroupant deux (02) colonnes.

Forme de transition : pendentifs.

Constat

La maçonnerie de la coupole est imbibée d'eau à plusieurs endroits, mais pas de fissures au niveau de la coupole. Les pathologies sont relevées au niveau des pendentifs et des arcades.

-Relevé des dégradations

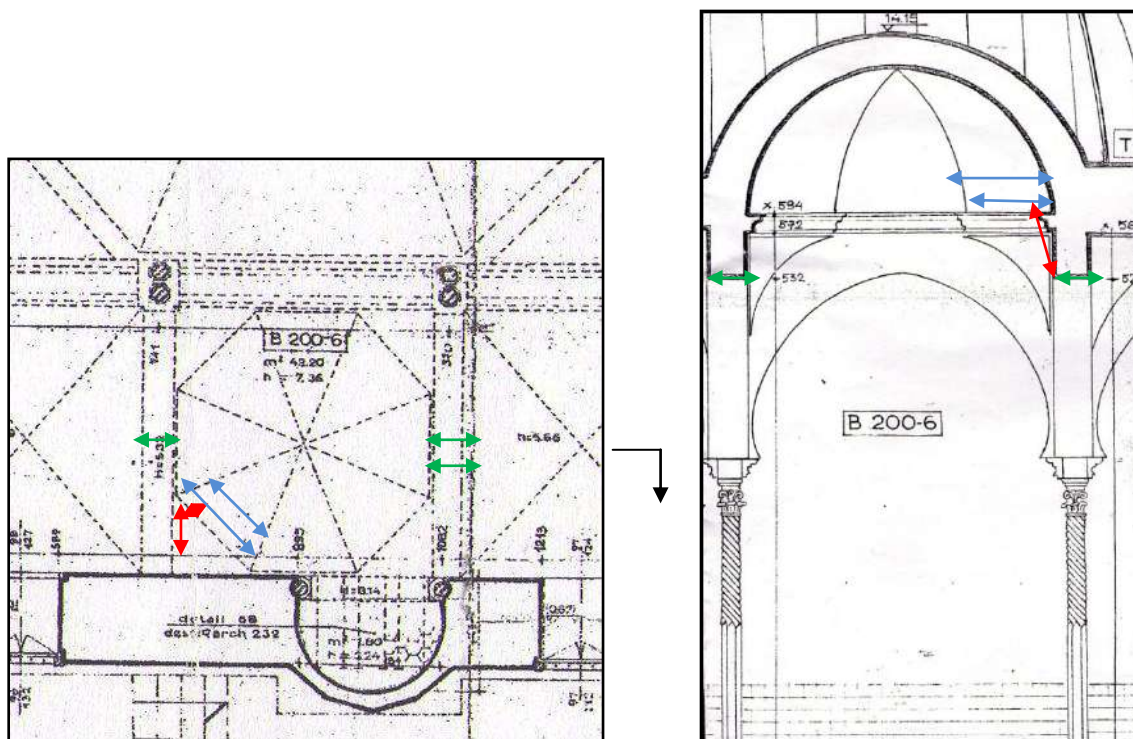



Fig. 193 : Plan et coupe de la coupolette « C », devant le mihrab, mosquée du Dey.

Légende

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 


Gonflement de la maçonnerie en brique au niveau des pans : 



Fig. 194 : Dégradations de l'arc sud-ouest, coupolette « C », mosquée du Dey.

- Fissure structurelle entre 2 et 3 mm au niveau de la pointe droite du pendentif, au niveau du chevauchement des deux tirants. Elle se prolonge tout le long du pendentif.
- Décollement des mortiers au niveau de la clé de l'arc.
- Gonflement des pans au niveau de la base de la coupole.
- Les tirant en bois sont effrités, les arcs ont cédé, ils sont saturés d'eau.



Fig. 195 : Fissures superficielles, arc nord-est, coupolette « C », mosquée du Dey.

- Décollement du mortier à plusieurs endroits, au niveau de la clé de l'arc.
- Fissures superficielles au niveau de la corniche.

Coupolette « D »

Dimension : 3,20mx 3,30m.

Hauteur intérieure : 1,55m avec une corniche de 20cm

Support verticaux : deux murs de façade et un élément porteur ponctuel regroupant quatre (04) colonnes.

Forme de transition : pendentifs

Constat

Les quatre côtés du carré de base ont subi des fissures importantes au-dessous de la base de la coupole. La calotte a subi des éclatements de mortier à plusieurs endroits mais est bien conservée.

-Relevé des dégradations

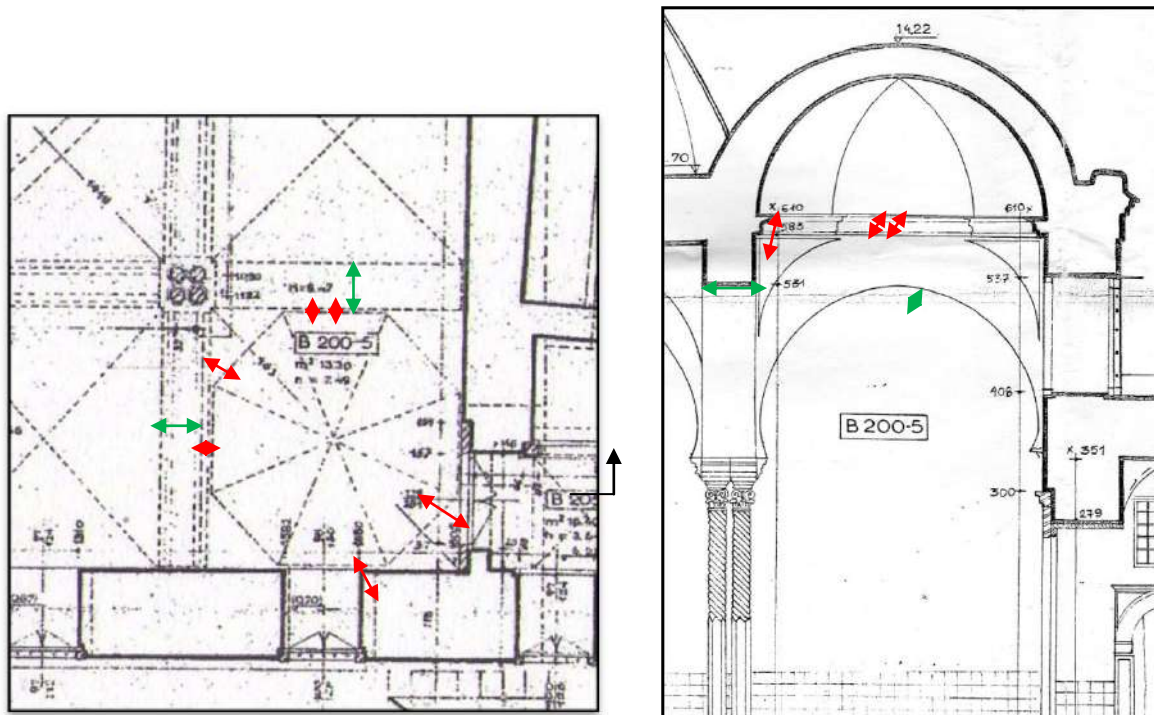





Fig. 196 : Plan et coupe de la coupolette « D », angle Est, mosquée du Dey.

Légende

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 

Gonflement de la maçonnerie au niveau des pans : 

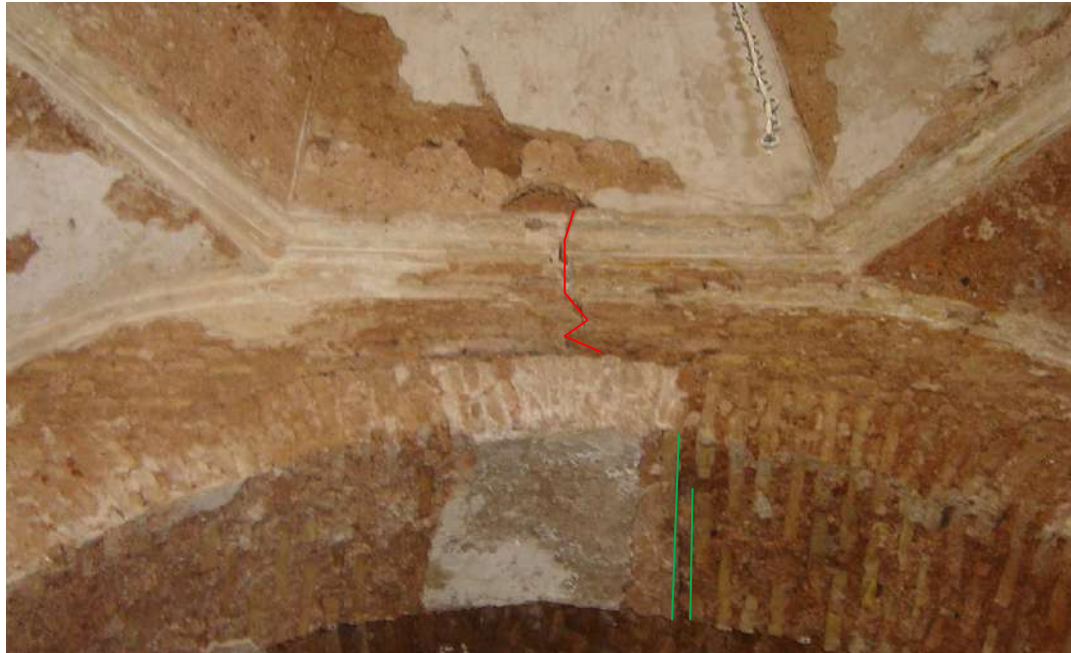


Fig. 197 : Les dégradations de l'arc sud-ouest, perpendiculaire au mur de la qibla, coupolette « D », mosquée du Dey.

- Fissure importante au niveau de la corniche, entre 2 et 3mm.
- Détachement des enduits au niveau des pans supérieurs.
- L'arcade n'est pas fissurée, mais les enduits commencent à se détacher.



Fig. 198 : Les dégradations du mur sud-est, coupolette « D », mosquée du Dey.

- Fissure au niveau du pendentif de 2 à 3 mm.
- Mortiers détachés.



Fig. 199 : Les dégradations de l'arc nord-ouest, coupolette « D », mosquée du Dey.

- Fissures au niveau de la corniche.
- L'arcade n'est pas fissurée, mais le mortier s'est détaché.



Fig. 200 : Dégradations du mur nord-est, coupolette « D », mosquée du Dey.

- Pendentif droit fissuré à deux endroits.
- Les tirants de cette coupolette sont très endommagés, certains ont été remplacés par de nouveaux lors de la restauration de la mosquée durant l'été 2010.

Coupolette « E »

Dimension : 3,20m x 3,30m.

Hauteur intérieure : 1,55m avec une corniche de 20cm.

Support verticaux : deux murs de façade et un élément porteur ponctuel regroupant quatre (04) colonnes.

Forme de transition : pendentifs.

Constat

Cette coupole est en bon état de conservation, présentant des fissures superficielles.

-Relevé des dégradations

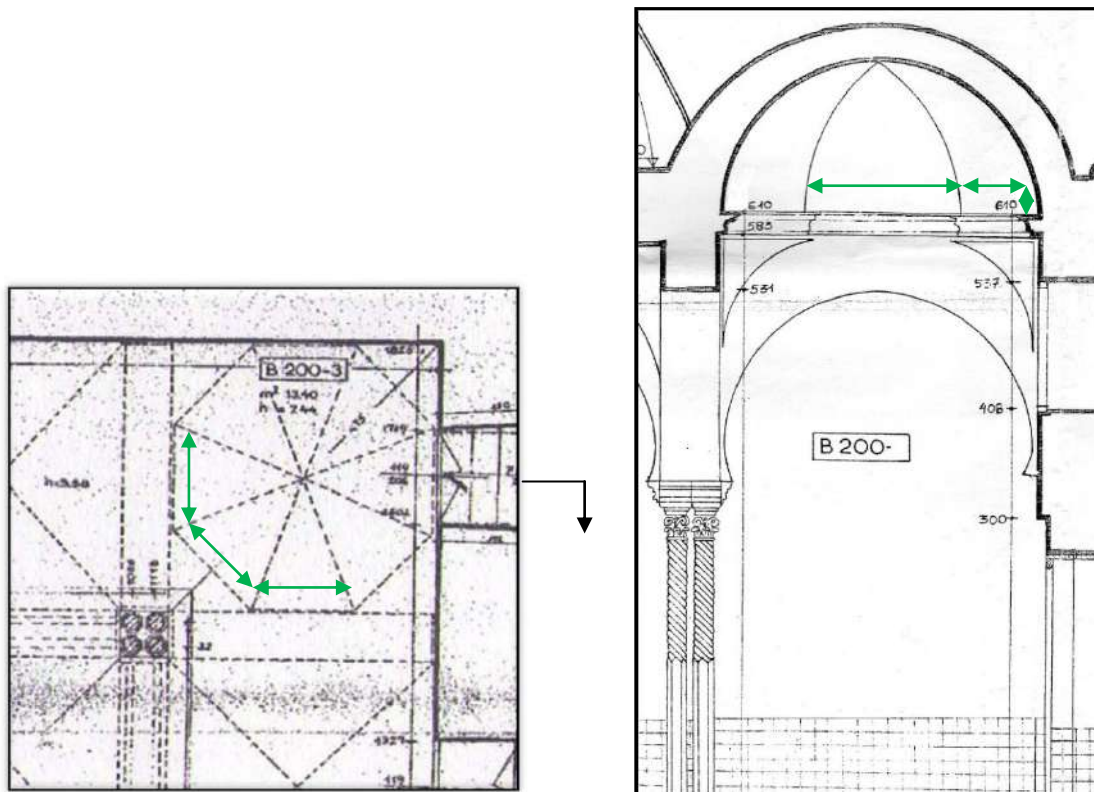



Fig. 201 : Plan et coupe de la coupolette « E », angle nord, mosquée du Dey.

Légende

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 


Gonflement au niveau des pans : 



Fig. 202 : Coupolette nord « E », mosquée du Dey.

Les dégradations relevées affectent les enduits et les mortiers qui ont éclaté à plusieurs endroits.



Fig. 203 : Coupolette nord avant décapage des enduits, mosquée du Dey.

Une photographie prise avant le démarrage du chantier montre les fissures d'enduit seulement, l'exposition de la coupole aux pluies hivernales a accentué le processus de dégradation des enduits.

Coupolette « F »

Dimension : 3,30m x 3,20m.

Hauteur intérieure : 1m55 avec une corniche de 20cm.

Support verticaux : deux murs de façade et un élément porteur ponctuel regroupant 04 colonnes.

Forme de transition : pendentifs

Constat

Cette coupolette est en très bon état, aucune pathologie n'a été relevée.

-Relevé des dégradations

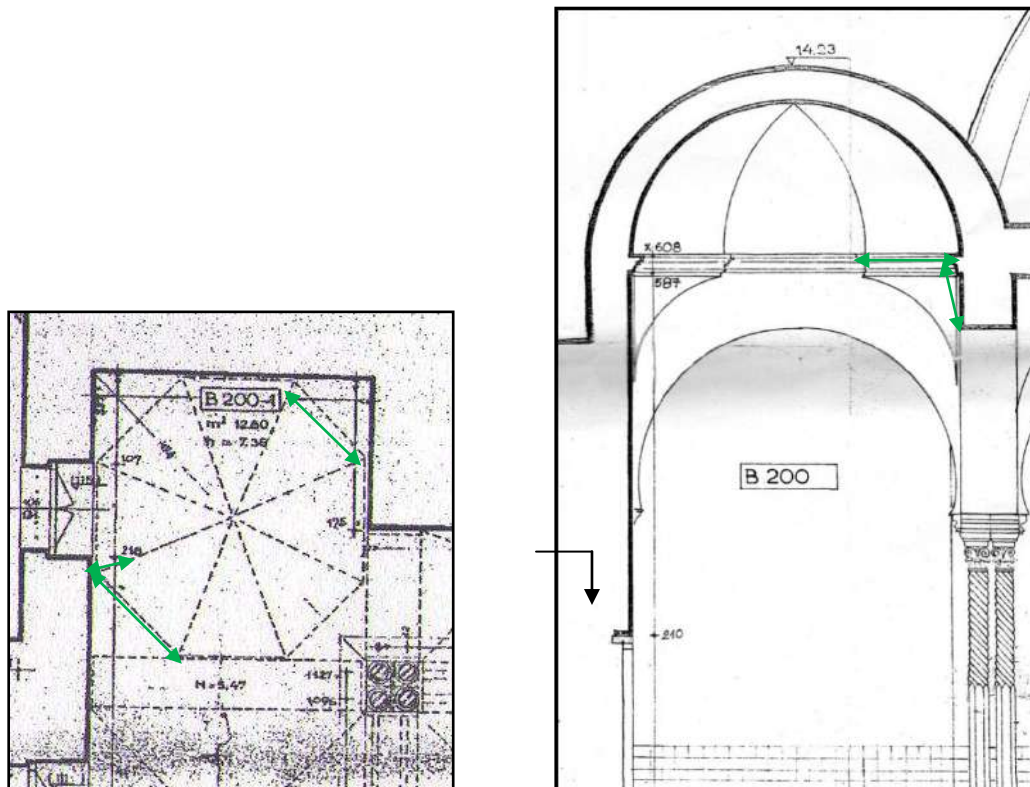




Fig. 204: Plan et coupe de la coupolette « F », angle ouest, mosquée du Dey.

Légende

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 


Gonflement au niveau des pans : 



Fig. 205 : Coupolette « F » avant et après décapage des enduits, mosquée du Dey.

- Quelques taches d'humidité dans la peinture et les enduits. Les pans de la coupole ne se sont pas déformés ni gonflés.

-Le décapage des enduits ne révèle pas de pathologie dans la maçonnerie. Les tirants en bois sont bien conservés, ils n'ont pas été très endommagés par l'humidité.

-Les causes de dégradation des coupolettes

-Les infiltrations d'eau représentent un réel danger pour les structures en maçonnerie notamment les coupoles qui, sans protection, sont directement exposées aux agents atmosphériques. Les variations de température favorisent la détérioration des matériaux et particulièrement les enduits et les mortiers.

-Ces infiltrations relevées au niveau de la base de la coupole se sont manifestées par un gonflement de la maçonnerie des pans, ce qui a endommagé considérablement les tirants en bois.

-La dégradation de ces tirants, crée un dysfonctionnement structurel, leur rôle de chaînage horizontal n'est plus assuré. Ce sont les arcades qui reprennent ce rôle de chaînage, c'est pour cette raison qu'elles ont subi d'importantes dégradations.

-A cela s'ajoutent les forces horizontales telles que les vents et les séismes. Les chaînages horizontaux étant dégradés, la coupole devenait vulnérable et susceptible d'être endommagée sous les efforts dus surtout au séisme.

-Par ailleurs la disparition des chaînages horizontaux (disparition des anneaux travaillant à la traction) favorise également l'écartement de la coupole.

3-Le Bain du Harem à la Citadelle d'Alger

Coupole « G »

Dimension : 3,30m x 3,20m.

Support vertical : quatre murs porteurs.

Forme de transition : trompes hémisphériques.

Constat

L'extrados de cette coupole est bien conservé, les enduits se sont détachés, mais la structure de la coupole est intacte. Les ouvertures rectangulaires sont de réalisation française, ce bain fut converti en prison durant cette même époque.

3-1-Diagnostic des désordres de la coupole du bain du Harem

3-1-1- Relevé des dégradations

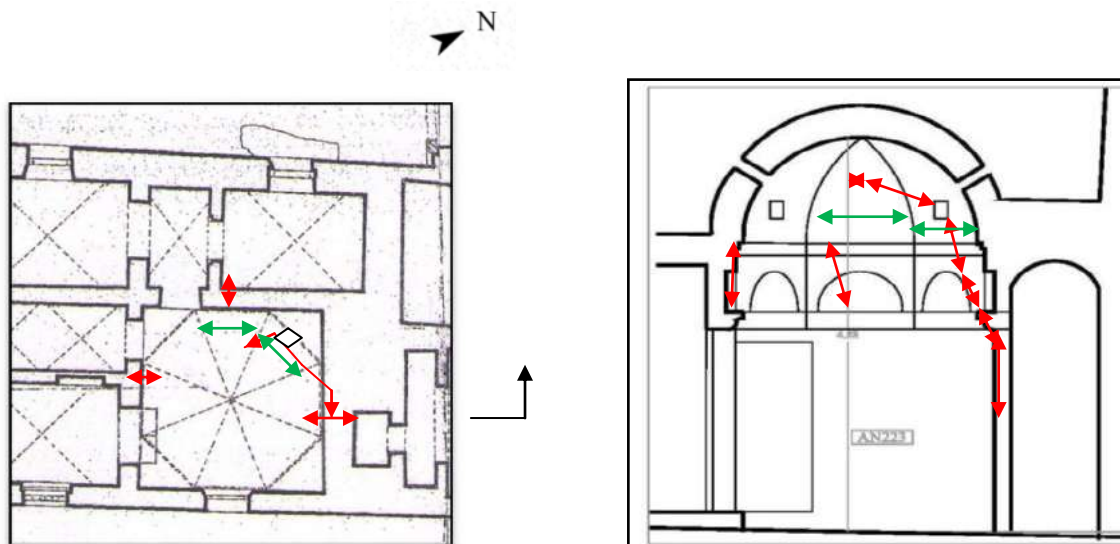



Fig. 206 : Plan et coupe de la coupole du bain du Harem.

Légende

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 


Gonflement de la maçonnerie au niveau des pans : 



Fig. 207 : Extrados de la coupole du bain du Harem.

Décollement des enduits, les arêtes sont bien conservées ainsi que la structure des pans. Les fenêtres sont posées au niveau du plancher terrasse.



Fig. 208 : Dégradations des pans Nord et Est, bain du Harem.

Fissure structurelle diagonale traversant deux pans de coupole.

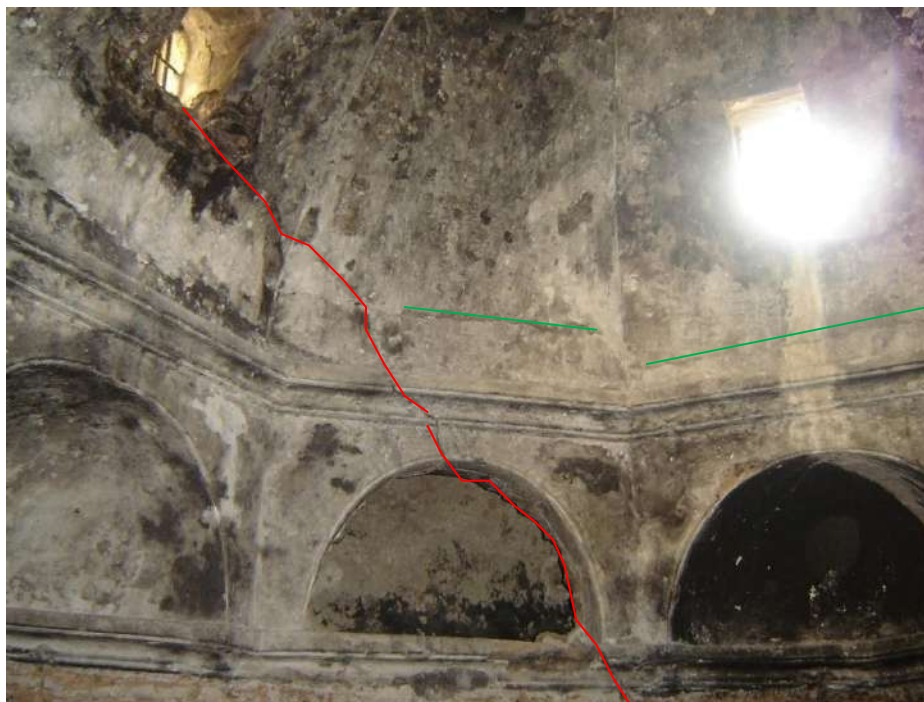


Fig. 209 : Prolongement de la fissure au niveau du tambour, bain du Harem.

- La fissure traverse le tambour dans lequel sont insérées les trompes, et continue jusqu'au mur porteur.
- Fissures horizontales d'enduit, l'intrados est couvert de taches d'humidité de couleur noire et grise.



Fig. 210 : Les dégradations au niveau du mur porteur, bain du Harem.

- Des fissures importantes inclinées à 45° sont relevées dans la maçonnerie à partir de la base du mur porteur.
- Le rondin en bois du mur est détérioré, provoquant un tassement et des fissures.
- Cette fissure entre 4 et 5mm en diagonale affecte toute la partie supérieure, dont la zone de transition et la base de la coupole.



Fig. 211 : Détérioration de l'arc, bain du Harem.

La fissure traverse l'arc aux alentours de la clé.



Fig. 212 : Dégradation relevée sur les pans Sud-ouest, mur d'entrée, bain du Harem.
-Fissure verticale entre 2 à 3mm, traversant toute la zone de transition.



Fig. 213 : Dégradation des pans nord-ouest, bain du Harem.
-Fissure verticale de 1 à 2mm traversant la zone de transition et la corniche.
-Les pans comportent des fissures d'enduit horizontale marqués par des taches noires et grises.

3-1-2-Les causes de dégradation du bain du Harem

La détérioration de l'élément porteur « le tassement du mur en maçonnerie » engendre des pathologies importantes sur son système de couverture : coupole.

-Par ailleurs, La dalle de la terrasse n'étant pas étanche, la coupole a été fortement exposée à l'eau pluviale. L'ensemble des fissures relevées affectent la base de la coupole. Ces lézardes sont localisées à l'emplacement des tirants en bois, elles traversent la zone de transition, comportant les arcades.

-Les arcades reçoivent la fissure aux alentours de la clé, la zone la plus sensible, qui est dans ce cas surchargée.

-L'homme a également participé à la détérioration de cette coupole, les transformations créées des zones fragiles accentuant le processus de dégradation.

4-Le bain des Aghas à la Citadelle d'Alger

Coupole « H »

Dimension : 3,93m x 3,86m.

Support verticaux : quatre (04) murs porteurs d'une épaisseur de 40cm.

Forme de transition : pendentifs à 1m du sol.

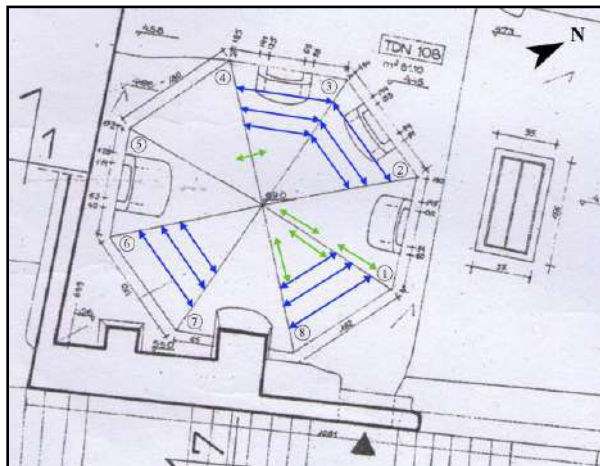
Constat

Cette coupole a subi d'importante modification dont le percement de grandes fenêtres sur quatre (04) de ses pans durant la période coloniale.

Les enduits externe et interne ont été décapés depuis longtemps, ainsi que les arêtes et la rangée de briques de protection. Ce qui fait que sa structure était directement exposée aux agents climatiques.

4-1-Diagnostic des désordres de la coupole du bain des Aghas

4-1-1-Relevé des dégradations



Légende

Fissure structurelle :

Fissure affectant les revêtements :

Gonflement au niveau des pans :

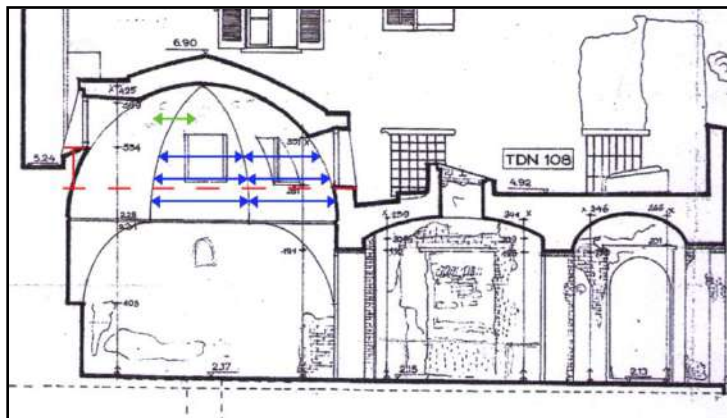


Fig. 214 : Plan et coupe de la coupole du bain des Aghas.



Fig. 215 : Les dégradations du pan n° 1, en-dessous de l'entrée, coupole du bain des Aghas. Le percement de la fenêtre avec l'introduction d'un mortier différent a causé plusieurs fissures superficielles. Ces ouvertures ne sont pas axiales comme c'est le cas dans les autres coupoles inventoriées. Trois ouvertures se suivent sur les trois premiers pans à compter de l'entrée. Ceci contribue à la déstabilisation de la structure.



Fig. 216 : Les détériorations du pan n° 2, coupole du bain des Aghas.

- Le second et le troisième pan présentent un gonflement de la maçonnerie sous la fenêtre, la paroi en brique est imbibée d'eau.
- Le pan n°2 comporte des fissures superficielles de part et d'autre de la fenêtre.
- Ainsi que des disjoints à plusieurs endroits.

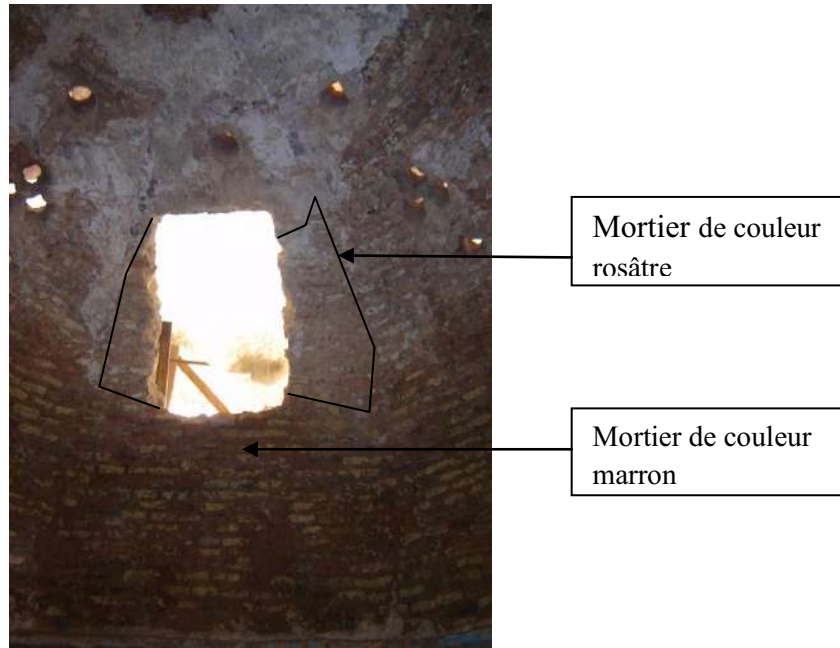


Fig. 217 : Introduction d'une grande ouverture dans le pan n° 5, coupole du bain des Aghas. Ce pan définit deux mortiers reconnaissables à leur différence de couleur, au-dessous de la fenêtre le mortier est marron, et dans la partie supérieure il est plus clair de couleur rosâtre. Ceci indique une reconstruction de cette partie de la coupole, probablement en même temps que la réalisation des ouvertures rectangulaires.



Fig. 218 : Intervention contemporaine sur le pendentif, coupole du bain des Aghas. Le pendentif comporte des traces de mortier de ciment indiquant des réfections contemporaines.



Fig. 219 : Les dégradations de l'extrados, coupole du bain des Aghas.

L'extrados présente de la mousse affectant les mortiers et les briques. Le pan sur la photographie de droite est collé à un mur, cette zone a favorisé le développement des moisissures.

4-1-2-Les causes de dégradation de la coupole du bain des Aghas

-Plusieurs dégradations affectent cette structure constructive, néanmoins la coupole est toujours stable, ne comportant aucune fissure importante menaçante.

-Les pathologies relevées sont causées essentiellement par l'infiltration de l'eau dans la maçonnerie, ceci est dû à l'absence des deux protections extérieures de la coupole (nervures/enveloppe en brique).

-Nous avons constaté des gonflements des parties inférieures des pans, des fissures superficielles ainsi que l'éclatement des mortiers à certains endroits.

-Le percement des pans par de grandes ouvertures rectangulaires a occasionné également des déformations. Ces fenêtres ne sont pas axiales, la quatrième est surélevée par rapport aux trois autres (fig. 214). L'introduction d'un mortier différent a causé les fissures relevées au niveau des pans.

5- Le pavillon du palais du Bey à la Citadelle d'Alger

Coupole « I »

Dimension : 2,60mx2,80m

Support verticaux : un mur porteur et deux (02) colonnes.

Forme de transition : pendentifs triangulaires.

Constat

Cette coupole présente deux fissures importantes, des taches d'humidité et du décollement d'enduit. L'extrados est en bon état de conservation, pas de lézardes.

5-1- Diagnostic des désordres de la coupole du pavillon

5-1-1-Relevé des dégradations

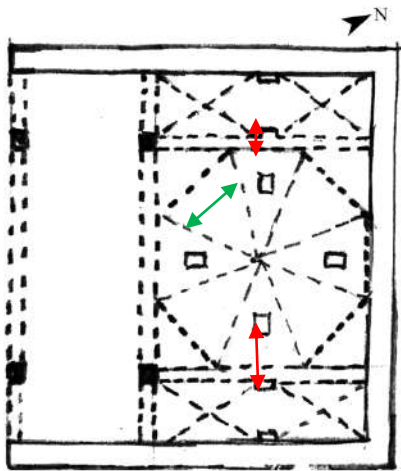



Fig. 220 : Eido-type du pavillon du palais du Bey.

Légende :

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 

Gonflement au niveau des pans : 



Fig. 221 : Arc Nord-ouest, coupole du pavillon du palais du Bey.

-Fissure au niveau de la clé de l'arc de 2 mm d'épaisseur.

-Décollement d'enduit, taches grises indiquant la présence d'humidité sous l'ouverture.



Fig. 222 : Arc Sud-est, coupole du pavillon du palais du Bey.

- Une fissure entre 1 et 2mm commence à partir de l'ouverture, traverse le pan, la corniche et l'arc.
- Une seconde fissure de revêtement traverse l'intrados de l'arc.
- Des taches grises au-dessous de l'ouverture.

5-1-2-Les causes de dégradation de la coupole du pavillon

-La principale cause de dégradation est l'eau. Les taches grises relevées sous les ouvertures indiquent que la maçonnerie est humide, l'eau s'infiltré par le biais de ces ouvertures.

-Les deux fissures sont identifiées au-dessous des ouvertures, ces dernières sont posées au niveau du plancher terrasse. Leurs parties supérieures étant protégées par des couvertures en saillie, ne permettent pas la pénétration de l'eau. Mais leur partie inférieures ne sont pas protégées, elles favorisent les infiltrations et par conséquent la détérioration de la base de la coupole qui se trouve immergée sous le plancher terrasse.

6--Le pavillon de musique au palais du Dey à la Citadelle d'Alger

Coupole « J »

Dimension : 6m10 x 5m60.

Support verticaux : trois (03) murs porteurs et une grande arcade reposant sur les murs.

Forme de transition : pendentifs triangulaires.

Constat

L'intrados de cette coupole est très endommagé, ainsi que les murs qui la supportent. Elle a subi plusieurs transformations dont le percement de grandes ouvertures au niveau des murs et de la coupole.

6-1-Diagnostic des désordres de la coupole du pavillon de musique

6-1-1-Relevé des dégradations

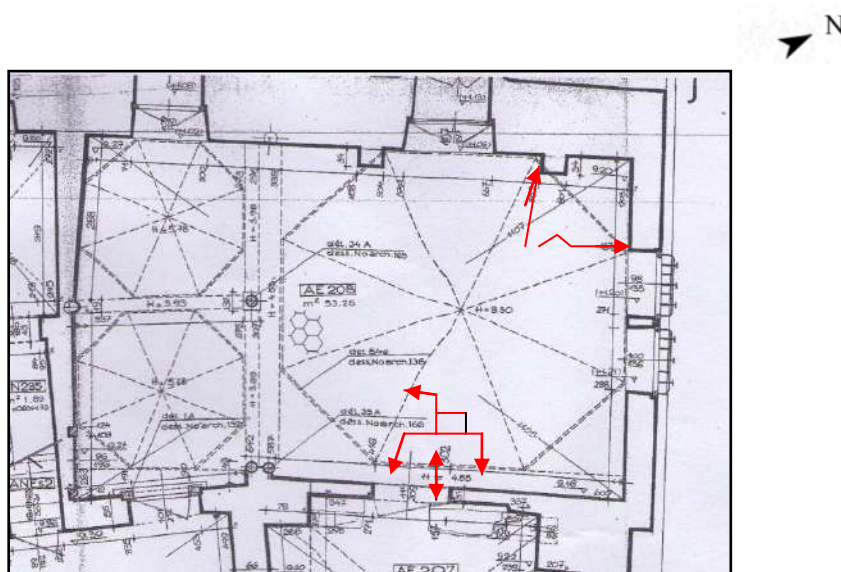




Fig. 223 : Plan du pavillon de musique, palais du Dey.

Légende

Fissure structurelle : 

Fissure affectant les revêtements : 


Gonflement au niveau des pans : 



Fig. 224 : L'extrados de la coupole, côté Sud-est, pavillon de musique.



Fig. 225 : Les pans du côté Sud-est, pavillon de musique.

- Le pan central est très dégradé, une fissure importante entre 3 et 4mm traverse la maçonnerie ; elle traverse la corniche et longe l'extrados de l'arc.
- Une seconde fissure affecte l'arc entre 2 et 3mm. L'arc a cédé car la partie supérieure s'est affaissée.
- Détachement d'enduit de part et d'autre, avec des taches grises.
- L'ouverture de droite est plus grande, elle date de l'époque coloniale.



Fig. 226 : Mur Sud-est, pavillon de musique.

- Le mur a subi des dégradations importantes, des fissures structurelles d'une largeur importante dans tout les sens.



Fig. 227 : Dégradation du mur nord-ouest, pavillon de musique.

-Une fissure entre 3 et 4 mm est relevée au niveau de la corniche, elle continue jusqu'à l'ouverture tout en diminuant d'épaisseur. La fissure est née au niveau de la pointe du pendentif et s'est propagée vers le haut. Le mur est couvert de mousse et de végétation.



Fig. 228 : Fissures superficielles des pans du côté Nord-est, pavillon de musique.

6-1-2-Les causes de dégradation du pavillon de musique

- Les transformations opérées au niveau de cet espace ont contribué à endommager la coupole et les murs de support.
- Le pan au-dessus de l'entrée est affecté par une fissure formant un tracé en escalier fragilisant sérieusement la coupole (mur Sud-est).
- L'infiltration de l'eau détériore les tirants qui se localisent à la base de la coupole, au niveau du plancher terrasse, dont l'étanchéité est défectueuse.

Conclusion

Les causes perturbatrices affectant les coupoles étudiées sont nombreuses. Elles peuvent donner naissance à des désordres apparents ou cachés qui apparaîtront ultérieurement. Elles ne sont donc pas isolées, mais en étroite interrelation.

La plus importante de ces causes est l'infiltration des eaux de pluie à travers les planchers terrasse n'ayant aucune étanchéité. Ces eaux profitent de la moindre faille, creusent des fissures et pénètrent dans la maçonnerie de briques, détériorant les enduits et les mortiers pour atteindre les tirants en bois. La dégradation de ces derniers occasionne la disparition des ceintures réalisées dans la coupole, assurant le chaînage horizontal. Les tirants en bois sont imbibés d'eau, certains se sont même effrités. La coupole se déstabilise et a tendance à tirer vers l'extérieur, elle s'ouvre et s'écarte au niveau de sa ligne de naissance.

D'autre part, les mortiers de jointement entre la maçonnerie et les tirants ont disparu, des tassements se produisent, créant des fissures structurelles dans la maçonnerie de brique.

Ces pathologies relevées dans les coupoles peuvent être causées également par la dégradation des supports verticaux. Nous avons pu le constater dans le bain du Harem, où la détérioration du mur porteur s'est propagée vers les éléments de transition et la base de la coupole. Des tassements peuvent être provoqués par une instabilité du sol ou par celle des chaînages horizontaux en bois incorporés dans les murs porteurs.

L'homme est également à l'origine de plusieurs pathologies par ses actions liées à l'usage de ces bâtisses. Ainsi, les transformations des espaces intérieurs impliquent des aménagements qui altèrent ces structures, et par conséquent leurs couvertures. L'exemple du pavillon de musique de la Citadelle d'Alger est très explicite. La coupole est très endommagée, et risque l'effondrement de certains de ces pans du fait de fissures très profondes.

Par ailleurs, l'ensemble des dégradations des coupoles étudiées, ont été amplifiées sous l'effet des efforts dynamiques des différents séismes frappant la capitale. Nous sommes convaincu que la fréquence des séismes ayant affectés la ville d'*al-Djazā'ir* a contribué à l'amélioration et au renforcement du système constructif de la coupole « *qubba* » durant le XVIII^{ème} siècle¹⁰. Les *qabbābs*¹¹ ont conçu des coupoles très résistantes dont la durabilité n'a pas de limite si l'entretien est régulier.

La dernière cause perturbatrice relève du vieillissement des matériaux. La brique et le mortier succombent au temps, fragilisés par les variations de température.

L'ensemble des dommages enregistrés sont localisés au niveau de la base de la coupole, déjà identifiée comme zone vulnérable¹².

¹⁰ Cf. Supra. p. 207, n°17.

¹¹ Cf. Supra. p. 143.

¹² Cf. Supra. p. 261.

Les fissures apparaissent à cet endroit et se propagent vers les zones de transition et les arcs qui cèdent sous les efforts des surcharges. La détérioration des tirants entraîne automatiquement des problèmes au niveau de cette zone : modification du système d'équilibre de la structure, tassement de la maçonnerie, transmission de charges déséquilibrée, n'assurant plus la stabilité de l'ouvrage. Ceci confirme clairement le second volet de notre deuxième hypothèse et relative à la zone critique localisée à la base de la coupole, renforcée par des chaînages horizontaux

Ces derniers sont réalisées à *al-Djazā'ir* par le chevauchement de deux tirants en bois assurant le confinement de la base de la coupole. Ils représentent les éléments à prendre en charge en priorité dans les travaux de restauration de ces édifices traditionnels.

Durant la période ottomane ces éléments constructifs recevaient un entretien et une rénovation permanente, protégeant ces éléments contre les agents extérieurs, particulièrement l'eau. Ces édifices ainsi que leurs couvertures ont vieilli et n'ont fait l'objet d'aucune maintenance ces dernières décennies. Nous présenterons dans le dixième chapitre, les recommandations de prévention afin de prendre en charge correctement ces formes de couverture, plus précisément au niveau des zones critiques.

Chapitre 10 : Chapitre conclusif

1-L'équilibre structurel dans les maçonneries traditionnelles

Ce dernier chapitre représente la synthèse de notre travail visant à long terme la conservation et la préservation des coupoles de l'époque ottomane. Des recommandations de prévention seront émises afin de prendre en charge correctement ces systèmes de couverture, notamment au niveau des zones de sollicitation auxquelles un intérêt particulier sera porté.

L'analyse détaillée de ces structures nous a permis d'identifier l'ensemble des éléments constructifs participant à la stabilité des édifices de l'époque ottomane. Ces éléments s'enchevêtrent et se superposent de sorte à réaliser un « tout homogène » et stable. La coupole se définit dans ce système comme un élément de couverture mais aussi comme un élément structurel renforçant la solidité de l'ouvrage en maçonnerie. Ceci s'explique par sa forme courbe travaillant à la compression. Elle transmet des charges verticales mais aussi horizontales contrebutées par tout un dispositif constructif. Elle représente un système qui contribue à l'équilibre des forces composé de plusieurs éléments, ainsi :

Le chaînage horizontal matérialisé par les tirants en bois incorporés au niveau de la base de la coupole renforce sa stabilité (fig. 229). La liaison au niveau de l'arête de la coupole se réalise par leur chevauchement deux à deux formant une ceinture fermée. Ces éléments travaillent à la traction, ramenant les charges de la coupole de l'intrados vers le centre de la maçonnerie¹. Ils représentent également des éléments antisismiques, protégeant la calotte des efforts dynamiques.

Le système de transition assurant la liaison entre le carré de base et la forme octogonale représente un second niveau de stabilité de la coupole contrebutant les quatre angles du plan carré². A cela s'ajoutent les arcades recevant les charges supérieures et les transmettant aux points porteurs. Ces arcades reçoivent à leur tour des chaînages horizontaux en solives en bois regroupées par deux.

Le plancher en voûte d'arêtes dans lequel est ancrée la base de la coupole représente un autre niveau d'équilibre. Ces voûtes, ainsi que les coupolettes, annulent par opposition une partie des charges horizontales de la grande coupole.

Les arcades transversales qui rejoignent les murs porteurs de l'édifice soulagent la grande coupole mais aussi les voûtes d'arêtes périphériques. Elles assurent le contreventement de la galerie par rapport aux murs périphériques.

¹ Cf. Supra. p. 245, fig. 179.

² Cf. Supra. p. 190, fig. 113.

Ce procédé traditionnel constitue un réel système, représentant un ensemble cohérent dont les éléments constitutifs ne peuvent se détacher de leur contexte, et sont indispensables à son bon fonctionnement.

Ceci signifie qu'une détérioration importante d'un élément engendre celle des autres, endommageant l'ensemble de l'édifice. La réalisation de plusieurs niveaux de stabilité a permis à ces bâtisses de bien vieillir. Mais l'état actuel de ces éléments constructifs, fortement endommagés, représente un danger pour l'ensemble du système.

Le cas de la mosquée du Dey à la Citadelle d'Alger est très explicite pour démontrer l'importance de ce système et l'étroite relation entre ces éléments constitutifs. La détérioration de certains d'entre eux a entraîné celle de l'ensemble (fig. 230).

Nous avons relevé dans cet édifice deux pathologies importantes affectant l'aile sud-est de la grande coupole. Une fissure structurelle a été identifiée sur le pan Est ainsi que des décollements de mortier sur l'ensemble du pan sud de la grande coupole. Une cause majeure est à l'origine de ces dégradations : la détérioration de trois paires de tirants et leur remplacement par des briques pleines. La suppression des chaînages horizontaux dans ce côté de la coupole a causé des dommages sur toute la galerie sud-est. Celle-ci comporte trois coupolettes dans lesquelles nous avons identifié des fissures importantes.

La galerie nord-ouest est mieux conservée que la première. Les pans de la coupole donnant sur cette galerie sont en meilleur état de conservation. Les deux coupolettes angulaires de cette aile sont intactes, seules quelques fissures d'enduit ont été relevées.

De ce fait, les détériorations de la grande coupole ont été transmises aux coupolettes qui devaient assurer l'équilibre des forces, confirmant ainsi l'interrelation entre les différents éléments du système. Chaque élément a un rôle dans ce « tout homogène », sa détérioration affecte les autres composants et déstabilise l'équilibre de l'ensemble³.

³ Ce principe s'applique également à l'échelle urbaine. Les maisons de la Casbah d'Alger constituent des unités très dépendantes les unes des autres. Leur résistance résulte de leur emboîtement et de leur mitoyenneté. L'équilibre des maisons était réfléchi de manière globale, chaque unité s'adossait sur sa voisine, elle était contreventée par une autre unité, assurant la stabilité du « tout homogène » représenté ici par la ville. Aujourd'hui cette solution de stabilité réagit inversement, la destruction d'une maison entraîne celle de l'îlot dans lequel elle se situe. Ce dernier à son tour aura une influence sur tout le quartier. Pour cette raison, la ville a aujourd'hui perdu des groupements entiers de quartiers. Les opérations de restauration ponctuelles n'aboutissent pas, car le problème doit être traité dans sa globalité, en considérant la ville comme un système et les maisons comme les éléments constitutifs de ce système.

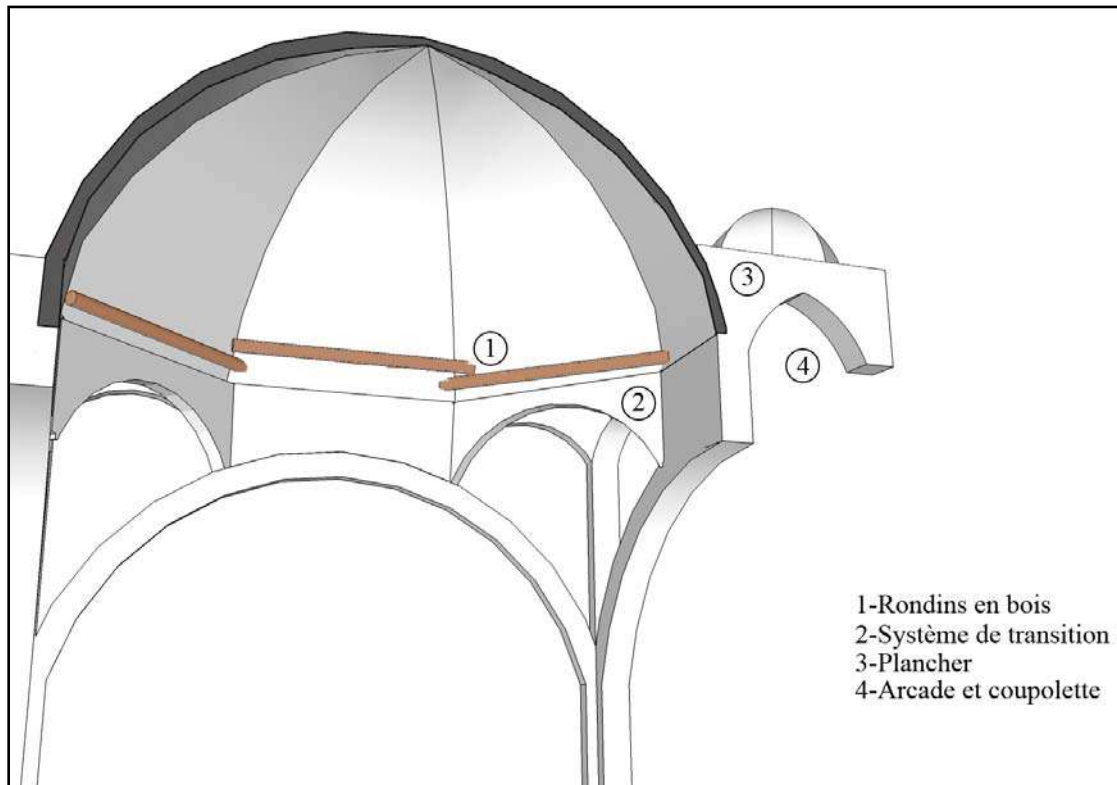


Fig. 229 : Les différents niveaux de contreventement de la grande coupole, mosquée du Dey. (Restitution de l'auteur)

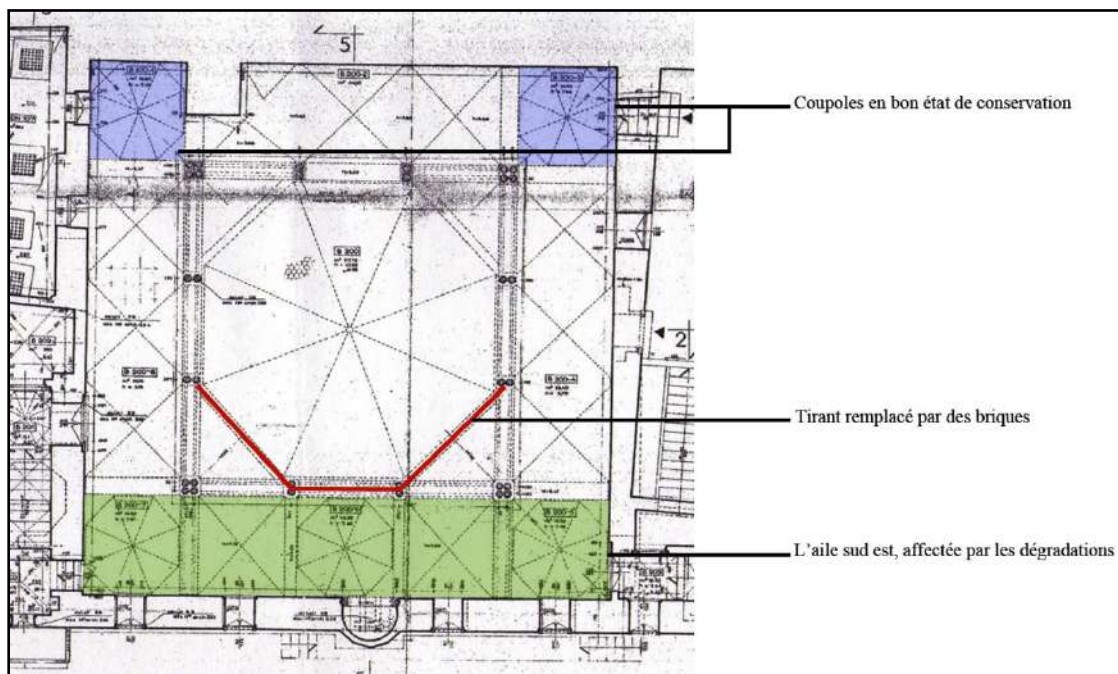


Fig. 230: L'élimination des rondins et son influence sur l'état de l'édifice, mosquée du Dey. (Source : auteur).

2- Conservation et entretien des coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir*

La conservation devrait s'investir dans la recherche du savoir-faire acquis⁴ et assimilé⁵, pour le transcrire et le réinterpréter dans un contexte contemporain lié à des exigences :

- Economique : en rapport avec le coût et les moyens adoptés. En effet, aujourd'hui des moyens matériels importants sont nécessaires pour la sauvegarde de la Casbah d'Alger. Ces dépenses auraient pu être évitées s'il y avait eu recours aux pratiques élémentaires de conservation et d'entretien.

Les usagers sensibilisés à l'importance de l'entretien périodique des coupoles, pourraient contribuer à une meilleure conservation de ces systèmes de couverture et à réduire par conséquent les frais colossaux liés à leur restauration.

- Sociale : en rapport avec les usages des constructions traditionnelles qui changent avec l'évolution des besoins de la société algéroise, il faut donc adapter les constructions traditionnelles et les savoir-faire aux nouvelles utilisations.

Un savoir vivre doit être introduit dans les nouvelles mentalités citadines. Plusieurs règles liées à l'usage étaient respectées au sein de l'ancienne médina d'*al-Djazā'ir*. Parmi ces règles, l'entretien de la terrasse et sa fréquentation à des heures précises⁶, évitant la détérioration des structures voûtées qui n'étaient pas conçues pour recevoir de surcharges. Certes l'assimilation des savoir-faire doit prendre en charge les nouveaux besoins des citoyens tout en sensibilisant ces derniers aux anciennes coutumes liées à l'occupation des constructions traditionnelles.

L'art d'habiter une Casbah représente un facteur important pour la conservation de cette architecture traditionnelle, nécessitant l'apport des spécialistes mais aussi des usagers qui participeraient à la sauvegarde de la Casbah d'Alger.

- Technique : cette recherche doctorale nous a permis d'identifier les savoir-faire traditionnels liés à la coupole en tant que système de couverture. Ces savoir-faire doivent être transmis aux différents intervenants dans le domaine de la construction et de la restauration –architectes, entrepreneurs, techniciens et maçons- qui à leur tour permettront de perpétuer ces traditions constructives aux générations futures mais aussi de les adapter aux techniques et aux matériaux contemporains⁷, ainsi :

⁴ Nous entendons par savoir-faire acquis : la connaissance du processus évolutif du système constructif.

⁵ Les savoir-faires doivent être compris et intégrés à un contexte contemporain.

⁶ La gent féminine veillait à éviter l'utilisation abusive de l'eau en terrasse. Les activités ménagères se déroulaient dans le patio, contrairement à la réalité du vécu actuel des terrasses de la Casbah d'Alger. Les enfants ne montaient jamais à la terrasse sans la présence des adultes.

⁷ La charte de l'ICOMOS autorise l'emploi de matériaux et de techniques contemporaines, en donnant la préférence aux techniques les moins envahissantes et les plus respectueuses des valeurs patrimoniales, en tenant compte des exigences de sécurité et de durabilité. Les nouveaux matériaux doivent être testés en apportant les preuves de leur compatibilité avec les matériaux d'origine, cf. charte ICOMOS, 2003.

- L'interdépendance coupole/édifice : ce type de couverture représente un élément structurel et formel d'un système conçu en parfaite stabilité, assuré par l'interdépendance et l'étroite relation entre les unités qui le composent. Il est important d'insister sur la prise en charge de ces éléments architectoniques dans des actions globales menées sur l'ensemble de l'édifice. La coupole ne peut être restaurée seule, elle doit faire partie d'une étude réalisée sur l'ensemble des éléments constitutifs.
- La permanence de l'entretien : la coupole est un élément architectural stable, dont la destruction ne se réalise qu'après disparition d'un élément de support⁸. Sa conservation dépend donc de son entretien permanent selon des méthodes en corrélation avec son procédé de mise en œuvre.
Des actions périodiques liées à l'entretien doivent impérativement être intégrées dans le mode d'habiter des utilisateurs des constructions traditionnelles. En effet, certaines actions conservatrices simples telles que le badigeonnage au lait de chaux sont à prescrire annuellement sur l'ensemble des parties de la construction pour leur double avantage : d'une part sa perméabilité à la vapeur d'eau permet d'éviter la condensation de l'eau dans les murs, régulant ainsi le taux d'humidité dans les maçonneries, d'autre part son imperméabilité à l'eau de pluie protège le gros œuvre des infiltrations.
- La maintenance d'une bonne étanchéité : l'entretien des couvertures maçonnées commence premièrement par celui de leur étanchéité. Celle-ci doit être exécutée de façon à éviter la stagnation et l'infiltration des eaux de pluies. La chaux est un matériau largement employé pour les enduits des structures voûtées. Les artisans la mélangeaient à de la cendre de bois et à du sable selon des proportions bien définies⁹, auxquels ils rajoutaient de l'eau et de l'huile végétale. L'enduit de revêtement des coupoles doit être appliqué en plusieurs couches¹⁰.

La restauration des coupoles ne nécessite pas forcément le décapage des enduits et des mortiers de recouvrement. Ce sont des protections qui doivent être maintenues, et entretenues en permanence.

L'étanchéité doit être réalisée avec rigueur particulièrement au niveau des naissances des coupoles ainsi qu'au niveau des fenêtres. Les deux zones sont en effet favorables aux infiltrations des eaux. Les fenêtres doivent être rehaussées¹¹, par rapport au plancher pour éviter toute infiltration due à des stagnations d'eau.

La protection des fenêtres représentées par les saillies doivent être restituées à l'identique, car elles constituent une sorte d'auvent évitant l'exposition de l'ouverture aux eaux de pluies.

⁸ Cf. Supra. p. 257.

⁹ Cf. Supra. p. 228.

¹⁰ Cf. Supra. p. 229.

¹¹ A la mosquée du Dey les ouvertures étaient rehaussées de quelques lits de brique par rapport au plancher terrasse.

- La protection de l'extrados, le duo nervures/enveloppe externe : l'extrados des coupoles octogonales d'*al-Djazā'ir* a été renforcé par l'introduction de plusieurs éléments qui ont contribué à augmenter la rigidité de sa structure. Les nervures associées à la couverture en briques assurent le rôle de raidisseur externe. Ces éléments doivent être restitués notamment au niveau du bain des Aghas à la Citadelle d'Alger démunie de ces deux protections.
- La stabilité de la structure : les coupoles ont été consolidées par des tirants en bois introduits au niveau de leurs bases, permettant de diminuer les efforts de traction. Ce sont des éléments sur lesquels il faut intervenir rapidement, notamment au niveau de la grande coupole de la mosquée du Dey. Ces chaînages doivent être impérativement remplacés, leurs liaisons avec les briques devront être restituées avec le mortier à la chaux, évitant ainsi les vides dans la maçonnerie. Les tirants détériorés peuvent être restitués par de nouveaux en bois ou avec des matériaux contemporains.

En effet, les techniques modernes offrent de nombreuses possibilités de matériaux très résistants. Des matériaux tels que la fibre de verre et la fibre de Carbone donnent des résultats probants sur les anciennes structures. Pour la consolidation de l'église Notre-Dame à La Souterraine, ces deux matériaux ont été employés. Des chaînages par armatures de fibres de verre scellés à la résine dans la maçonnerie sur toute leur longueur ont été réalisés au niveau du clocher, et des renforcements de l'arc-doubleau ont été réalisés en armatures de fibre de carbone manchonnées dans des tubes également de fibres de carbone et scellés sur toute leur longueur dans la maçonnerie¹².

Ces solutions peuvent être employées pour la restitution des chaînages horizontaux dans les coupoles d'*al-Djazā'ir* notamment la grande coupole de la mosquée du Dey à la Citadelle. Néanmoins ces matériaux sont très coûteux et nécessitent une parfaite maîtrise de leur technique, ce qui nécessite de faire appel à des entreprises qualifiées.

- Mais avant d'intervenir sur les maçonneries, il est nécessaire d'éliminer les causes de dégradation des maçonneries, qui dans le cas contraire se manifesteront à nouveau.

Le système pourra ainsi retrouver son équilibre, et les charges de la coupole retrouveront leur schéma originel. Les fissures relevées doivent être restaurées. Plusieurs solutions techniques peuvent être utilisées pour ce type de dégradation.

¹²Cf. Zoom sur la souterraine n°11, Renofors consolide les structures de l'église Notre-Dame, stabilise et restaure son clocher, www.renofors.com/fr/zoom/, consulté le 20-01-2010.

Lorsque la maçonnerie des pans est très endommagée, c'est le cas de la coupole du pavillon de musique, nous préconisons l'utilisation d'un treillis soudé placé sur l'intrados avec l'injection d'un mortier à la chaux. Afin de confiner les deux faces de la coupole, on peut prévoir éventuellement des tiges reliant l'extrados et l'intrados (fig. 231).

Pour réparer les dommages au niveau de certaines parois très endommagées, un confinement par des plaques en acier de part et d'autre des murs avec des tiges incorporées à intervalle régulier. Ce qui permettra de redresser les structures porteuses dans le pavillon de musique (fig. 232).

Le colmatage des fissures peu profondes se réalise par l'injection de mortier à la chaux auquel on ajoute parfois des résines pour une meilleure résistance, cette solution peut être appliquée au bain des Aghas à la Citadelle d'Alger.

Lorsque la largeur des fissures est importante, on peut procéder à la substitution des anciennes briques par de nouvelles sur une largeur de quinze (15) à vingt (20) centimètres. C'est l'une des méthodes les plus anciennes pour consolider des maçonneries appelée « coudre et découdre »¹³.

Une seconde solution consiste à agraffer le mur avec des cavaliers (fig. 233) le suturant sur toute la longueur de la fissure. Cette dernière solution est préconisée dans le cas du bain du Harem à la Citadelle d'Alger, où le mur porteur présente une fissure de quatre (4mm) à cinq (5mm) millimètres¹⁴.

D'autres solutions peuvent être préconisées pour les fissures au niveau des angles des murs notamment lorsque les mortiers sont rompus. Ces techniques sont préconisées dans le pavillon de musique, où les murs porteurs sont très endommagés. On peut utiliser des briques de liaison ou bien des fers plats avec des mortiers à la chaux (fig. 234). Ces procédés permettent de colmater les fissures et de chaîner à nouveau la maçonnerie au niveau des angles.

¹³ Dans presque tous les édifices anciens, on trouve trace de l'exécution de consolidations effectuées dans le passé, selon cette technique, à différente période. Cf. P. BRENDA, *Analyse des déséquilibres statiques*, 1993, p. 81.

¹⁴ Cf. Supra. p. 282.

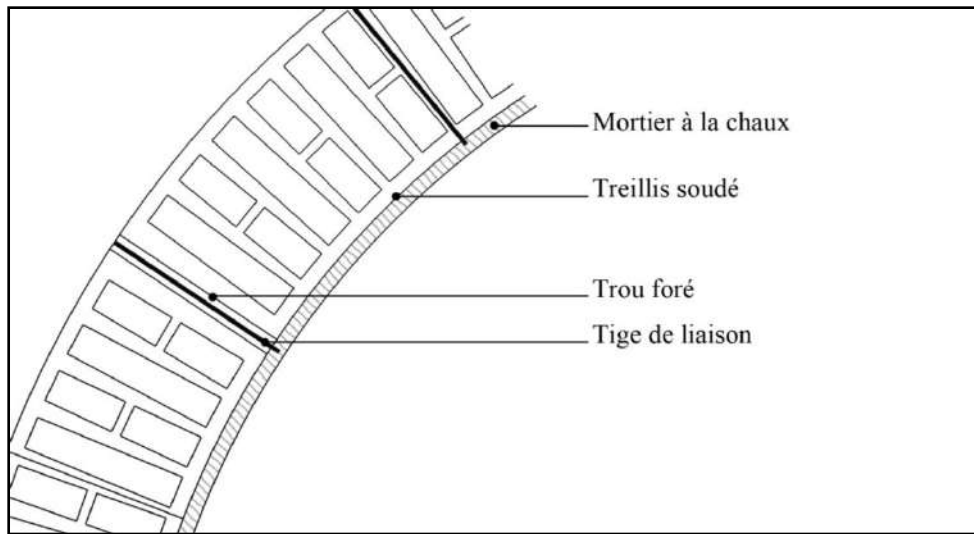


Fig. 231 : Utilisation du treillis soudé et des tiges de liaison en acier sur un pan de coupole.

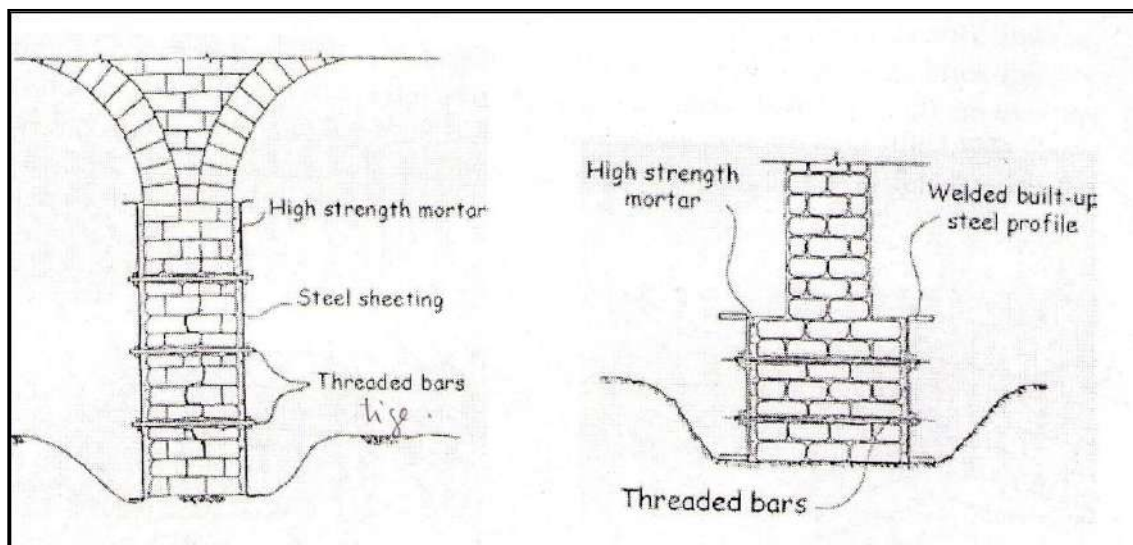


Fig. 232 : Confinement des parois avec des plaques en acier.

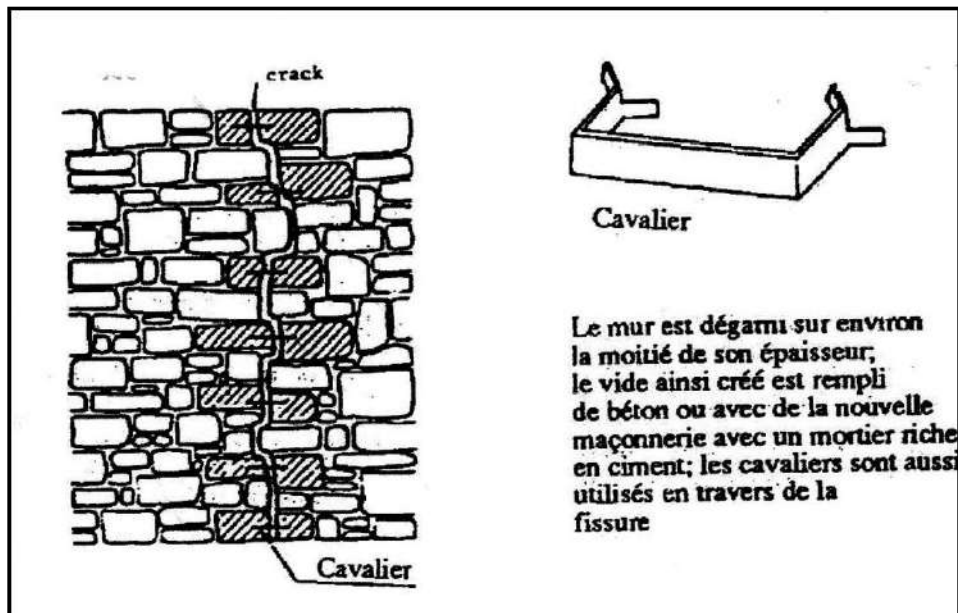


Fig. 233 : Suture de la maçonnerie à l'aide de cavalier.

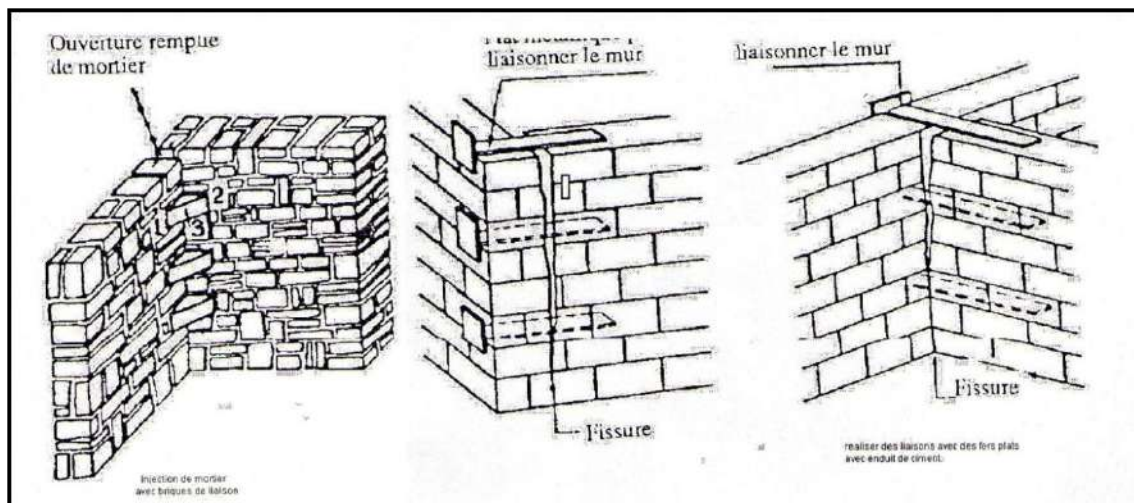


Fig. 234 : Chaînage de la maçonnerie au niveau des angles.

3-Conclusion générale

L'intérêt de cette recherche doctorale réside dans le fait qu'elle met en relation différents aspects urbains et architecturaux expliquant que l'architecture traditionnelle dans son évolution n'a omis aucun aspect de composition de la ville. Toutes les composantes d'*al-Djazā'ir* ont été prises en charge consciemment ou intuitivement lors de toutes les opérations d'édification de constructions majeures ou mineures. Les résultats obtenus constituent des apports nouveaux pour l'ensemble des problématiques posées au départ. Ils constituent par ailleurs des pistes intéressantes qu'il conviendra d'approfondir lors de futures recherches.

Cette recherche doctorale est le point de départ pour l'étude des savoir-faire traditionnels de l'ensemble des éléments constructifs composant les édifices anciens. Elle avait pour objectif la restitution et la transmission de la culture constructive traditionnelle appliquée à échelle architecturale. Elle se veut une contribution au corpus de connaissance relatif au savoir-faire de la construction et de la consolidation de la coupole, un système de couverture largement employé dans la ville d'*al-Djazā'ir* de l'époque ottomane.

L'importance et la symbolique assignée aux coupoles à l'échelle urbaine par les Ottomans, a conduit à une première hypothèse concernant la relation entre les coupoles des grands édifices religieux et la transformation de la ville selon le modèle des villes turques. Nous nous sommes interrogés sur le rôle de ces éléments d'émergence que sont les coupoles dans la modification et l'évolution du paysage urbain algérois. L'argument étant de préserver ces systèmes de couverture qui ont donné une identité spécifique au paysage algérois. En effet, ces éléments émergents ponctuaient l'image de la ville d'*al-Djazā'ir* et notre objectif est bien entendu de préserver ces composantes identitaires.

Le premier volet de cette hypothèse précise la période durant laquelle la ville fut dotée de coupoles comme système de couverture des édifices majeurs. Nous avons pu démontrer dans la première partie de la recherche en entreprenant l'étude de l'évolution de la ville depuis le X^{ème} siècle que le paysage de coupoles a été favorisé par la présence ottomane. C'est en effet, durant le XVII^{ème} siècle que les coupoles sont apparues progressivement dans le paysage urbain généralisées à l'ensemble des édifices culturels.

Le deuxième et le troisième volet de cette hypothèse ont trait à la production urbaine et à la modification du paysage de la ville d'*al-Djazā'ir* durant la période ottomane. La reconstitution du paysage urbain au XVIII^{ème} siècle élaborée à partir de l'approche historique menée dans la première partie de la recherche, a permis de confirmer le deuxième volet de hypothèse qui énonçait que les coupoles étaient implantées sur des points structurants de la ville.

Le troisième volet supposait que la civilisation ottomane a eu des influences sur la transformation de la ville. En effet, le paysage de la cité a été recomposé et remodelé à partir du XVI^{ème} siècle en s'inspirant du modèle d'Istanbul. Cette décision ne fut pas simplement d'ordre urbain mais répondait à des objectifs politiques.

La ville maghrébine, par sa position stratégique considérée comme capitale du vilayet ottoman et imposant sa souveraineté sur la rive occidentale du bassin méditerranéen, devait refléter l'image de la capitale de l'Empire ottoman. *Al-Djazā'ir* devait symboliser et exalter la puissance de la Sublime Porte à travers son paysage, tel qu'il était aperçu à partir de la mer. Par ailleurs, la ville a connu à partir du XVII^{ème} siècle, un essor économique, qui favorisa l'épanouissement de l'activité constructive. Plusieurs chantiers étaient mis en place pour la réalisation de nouveaux édifices.

Ce modèle a été conçu à partir du site qui a déterminé la position des grandes mosquées. Celles-ci acquièrent de ce fait une signification urbanistique majeure. Cette conception urbaine ottomane s'est adaptée facilement à la ville d'*al-Djazā'ir* : une colline perchée sur la mer, définissant une large baie protégée naturellement, offrait au site des potentialités esthétiques surtout mises en valeur à partir de la mer, ce qui a permis aux Ottomans de transformer la ville selon leur modèle.

Cette topographie exceptionnelle est constituée de plusieurs niveaux urbains représentant des éléments forts du profil de la ville. Nous avons démontré que les Ottomans ont composé avec ces plates formes urbaines, qui sont devenues les points de départ de leur projet d'aménagement. Deux de ces niveaux datent de l'époque arabe et sont représentés par le port et le centre ville situé dans la partie basse de la ville structurée par les grandes rues *Bāb al-Wād* et *Bāb 'Azūn*. Le troisième plateau est situé au sommet de la montagne et accueille la Citadelle.

Ces trois niveaux urbains ont reçu des édifices majeurs et sacrés réalisés à partir du XVII^{ème} siècle dont la monumentalité fut sublimée par de grandes coupes. Ces dernières émergeaient du paysage urbain et le marquèrent de leur puissance. L'implantation de monuments religieux sur ces trois pôles urbains participe d'un choix initial. Ceux-ci constituaient les éléments ordonnateurs de la conception de la ville ottomane, et devaient donc avoir une position stratégique dans le tissu urbain, culminant au-dessus des autres constructions aux toitures horizontales, symbolisant ainsi l'allégeance à l'Empire ottoman et au culte musulman.

Les bâtisseurs ottomans ne possédaient sans doute pas cette vision urbanistique. Nous pouvons affirmer cependant que leur principale préoccupation consistait à refléter l'importance des mosquées à travers les coupes à l'échelle urbaine. Localisées sur les points forts de la silhouette naturelle de la ville, ces coupes sont devenues des jalons urbains, des points de repères structurants le paysage urbain.

Ainsi, l'édification de ces grands monuments à coupoles ne s'est pas faite au hasard, ni de manière spontanée. Leur position stratégique sculpte le profil de la ville. C'est, cette compréhension du site à partir de la baie, qui définissait l'emplacement des mosquées¹⁵, mettant en évidence les trois entités urbaines sus-citées : le centre-ville et les deux pôles de défense militaires qui étaient le port et la Citadelle.

Le troisième volet de cette hypothèse s'oriente également vers les systèmes de références architecturales dont s'inspirent ces coupoles. Les *qubbas* de ces monuments, pourtant très spécifiquement algéroises, sont aussi le reflet de celles de Turquie. La construction des coupoles de la Régence d'*al-Djazā'ir* et leur expansion dans cette cité, traduit la volonté de l'adoption d'un nouveau style architectural caractérisant l'Empire.

La civilisation ottomane a eu une grande influence sur l'art et l'architecture algéroise entre le XVI^{ème} et le XIX^{ème} siècle. Cette influence a été opérée à deux niveaux, le premier architectural relatif à la spatialité des édifices religieux, le second niveau architectonique relatif à la forme des systèmes de couverture en coupole.

La conception des coupoles ottomanes était associée à une organisation spatiale spécifique, matérialisée par le plan central couvert d'une grande coupole autour de laquelle étaient disposés plusieurs coupolettes de même forme. Ce modèle de la mosquée ottomane d'*al-Djazā'ir* trouve ses références dans les mosquées Sinaniennes. Celui-ci se concrétise pour la première fois dans la ville algéroise dans la mosquée '*Ali Bitchnīn* (1622-23), qui fut conçue à partir du plan de la mosquée *Rustum Pacha* (1564). Ce chef d'œuvre de l'art ottoman correspond à la dernière étape d'évolution du modèle de mosquée turque.

Cette organisation spatiale a été transposée à *al-Djazā'ir* ainsi que dans d'autres provinces ottomanes. C'est en effet, avec ce modèle architecturale que l'Empire s'est imposé dans les différentes villes conquises. Ce dernier devient en quelque sorte un élément du transfert de l'architecture ottomane. La différence d'adaptation de ce modèle dans chaque ville, réside dans les savoir-faire et les traditions constructives locales que les Ottomans ont trouvé dans ces villes.

La main d'œuvre dans le domaine de la construction était en effet constituée d'autochtones ainsi que d'artisans de différentes nationalités et religions, tandis que la caste dominante n'en faisait pas partie. Les souverains ottomans imposaient leur modèle d'Istanbul, mais les constructeurs locaux utilisaient leurs propres techniques pour la réalisation de ces formes architecturales nouvelles, les adaptant au contexte régional.

¹⁵ U.VOGT-GÖKNIL, Turquie ottomane, Office du livre, Italie, 1965, p. 62.

L'étude architecturale des mosquées algéroises montre que le modèle ottoman s'est adapté au contexte local et à ses diverses influences. Nous avons relevé que les mosquées d'*al-Djazā'ir* sont plus simplement conçues que celles d'Istanbul. Leur système de couverture adopte une grande coupole octogonale, des « coupolettes » de même forme, sans éléments intermédiaires que constituent les demi-coupoles. La galerie narthex est intégrée à l'intérieur de la salle de prière, augmentant de ce fait la superficie de l'espace intérieur, intégrant les coupoles au système de couverture de la salle principale. Les murs tympan disparaissent dans les mosquées algéroises au profit d'une continuité entre la grande coupole et les coupolettes.

Par ailleurs, cette étude architecturale nous a permis d'avancer l'hypothèse que le modèle de mosquée ottomane à *al-Djazā'ir* a évolué depuis le XVII^{ème} siècle jusqu'au début du XIX^{ème}. Il a subi des transformations affectant son système de couverture, passant d'une coupole centrale entourée de plusieurs coupolettes à une seule grande coupole centrale. Cette hypothèse constitue une piste intéressante qui pourrait être développée lors de futures recherches.

L'analyse géométrique des coupoles sélectionnées dans l'échantillonnage élaboré dans la deuxième partie de la recherche définit les modes de transition entre la coupole et le plan, représenté par les pendentifs, les trompes et un troisième mode particulièrement répandu à *al-Djazā'ir*. Il s'agit de la transition par trois arcs venant contrebuter l'angle triangulaire du plan carré. L'analyse historico-critique visant la définition de l'origine et la filiation de la coupole a identifié ce système de transition au niveau de la grande mosquée de Cordoue. Ce qui conforte l'hypothèse relative au transfert de savoir-faire dû aux flux migratoires.

La forme identifiée lors de l'inventaire élaboré sur le site de la Casbah d'Alger est octogonale à huit pans traçant des nervures sur la face de l'extrados. Cet inventaire révèle que le nombre des édifices à coupole durant la période ottomane était très important, estimé à six-milles trois-cent quatre-vingt-dix (6390) y compris les maisons d'habitation. Aujourd'hui il ne subsiste que soixante-quatorze (74) édifices. Ces résultats alarmants, résument l'état de dégradation dans lequel se trouve la Casbah d'Alger.

Nous tenons à signaler que l'inventaire des édifices mineurs a été une tâche très difficile, l'accès aux terrasses n'étant pas toujours possible. Certains riverains étaient très méfiants et refusaient l'accès à leurs logements. Lorsque l'accès n'était pas possible, la vérification s'est faite par rapport à une maison mitoyenne.

Malgré ces difficultés, cette phase a été très enrichissante pour notre recherche, car elle nous a permis d'approcher de près ces systèmes de couverture, de choisir nos échantillons sur la base de critères multiples en rapport avec la forme de la coupole, ses dimensions, son système de transition, sa position dans l'édifice, ainsi que son système constructif. Cette approche *in situ* a facilité l'étude architecturale et structurelle.

Une autre piste intéressante n'a pas pu être abordée dans cette recherche. Elle mérite sans doute un approfondissement. Il s'agit des différentes typologies de maisons urbaines qui n'ont été abordées que partiellement, mais qui devraient être étendues à l'ensemble des habitations afin de réaliser un inventaire et une classification typologique au service du projet de restauration des maisons de la Casbah d'Alger¹⁶.

La conception des coupoles d'*al-Djazā'ir* diffère de celles d'Istanbul et des autres métropoles de l'Empire. Le troisième volet de la première hypothèse ne peut être confirmé malgré l'identification de certains référents ottomans. La forme octogonale est née d'un brassage et d'un métissage culturel, historique et social. Son système constructif résulte d'un savoir-faire d'artisans étrangers venant de différentes contrées méditerranéennes, confrontés aux techniques constructives employées par les Algérois. L'échange d'expériences entre l'art de bâtir des autochtones et celui des émigrés, a donné naissance à la forme octogonale à huit pans. Celle-ci a trouvé son inspiration dans différentes cultures : arabo-andalouse, byzantine-ottomane et européenne.

Notre objectif était de déterminer l'apport de chaque population installée à *al-Djazā'ir* à la production formelle et au processus constructif des systèmes de couverture coupolés. Plusieurs influences ont été identifiées dans les éléments constitutifs de la coupole d'*al-Djazā'ir*. Elles montrent l'interaction entre différents styles architecturaux, témoignant d'une évolution des formes et des techniques constructives. Certains éléments formels et constructifs comme la base octogonale de la coupole, les nervures méridiennes, les ouvertures en saillie, font apparaître des similitudes qui pourraient être justifiées par des déplacements d'une contrée à une autre, mais qui relèvent aussi du contexte local (lié aux matériaux, au climat et au mode d'habiter). Ces traditions locales s'imposent comme les caractéristiques du lieu devenant des éléments de permanence spécifiques à la coupole d'*al-Djazā'ir* ottomane.

La question des origines interpelle une piste de recherche sur l'architecture néo-mauresque et plus particulièrement sur les coupoles octogonales construites durant la période coloniale, fortement inspirée de celle de l'époque ottomane. Une réinterprétation intéressante de cet élément architectonique a été réalisée dans différents édifices tel la grande poste, la madrasa al-Ta'alibiya ainsi que le musée des antiquités d'Alger.

La seconde hypothèse posée dans le cadre de cette recherche concerne le savoir-faire constructif traditionnel. Elle concourt à la diffusion et la vulgarisation des traditions constructives traditionnelles et précise les modalités d'intervention sur les structures anciennes. Elle recherche le rôle et la spécificité des éléments constructifs composant la coupole afin de maîtriser leur entretien et leur conservation.

¹⁶ Cf. Supra. p. 9.

Au cours de cette recherche, nous avons été confrontés à certaines difficultés, particulièrement au niveau de la troisième partie de la thèse, qui nécessitait l'accès à des chantiers de restauration au niveau de la Casbah d'Alger. Le chantier de la Citadelle d'Alger, comportant différentes structures en coupoles, l'un des plus grands lancé depuis plusieurs années a été fermé durant une longue période. Ceci a freiné considérablement l'avancement de notre travail. Ce n'est qu'en 2010 que nous avons pu obtenir une autorisation pour travailler sur ce chantier.

Au cours de l'évolution de notre recherche, deux hypothèses secondaires ont été précisées relativement à la stabilité et à l'évolution du procédé constructif des coupoles d'*al-Djazā'ir* à l'époque ottomane. La première concerne le rôle des nervures posées sur l'extrados des calottes. La modélisation informatique nous a permis d'avancer qu'en plus de leur rôle formel, ces nervures constituaient des raidisseurs (associé à une enveloppe externe en brique) augmentant la rigidité de l'extrados de la coupole. Ces nervures sont constituées d'une rangée de briques posées directement sur la maçonnerie de la coupole.

La seconde hypothèse concerne la localisation de la zone critique de sollicitation dans la coupole située à sa base. Cette dernière a pu être vérifiée grâce à la modélisation informatique ainsi qu'à l'étude des pathologies des coupoles de la Citadelle d'Alger. L'introduction des tirants en bois confirme la vulnérabilité de la base de la coupole, et contribue à renforcer la stabilité de sa structure en maçonnerie.

L'introduction d'éléments constructifs dans le procédé de mise en œuvre à savoir les tirants en bois, les nervures externes, la couverture de l'extrados nous conduit à conclure de l'existence d'un processus évolutif dans la construction des coupoles entre le XVI^{ème} et le début du XIX^{ème} siècle.

Certes, l'un des avantages de la forme architecturale est représenté par sa stabilité et l'équilibre des efforts, néanmoins suite à des dégradations¹⁷ le *qabbāb* a imaginé et introduit plusieurs solutions techniques afin de renforcer et de consolider la coupole, ceci dans le but d'assurer la durabilité du système constructif.

Deux étapes d'évolution et d'amélioration du procédé constructif ont été identifiées. L'une consistait à incorporer des tirants en bois dans la maçonnerie confinant les coupoles à leurs bases ; dans les grandes coupoles une seconde ceinture en bois est positionnée à mi-hauteur. Une autre étape d'amélioration du procédé de mise en œuvre des structures coupolées fut l'introduction de nervures externes associées à une enveloppe en briques, considérées comme des raidisseurs augmentant la résistance de l'extrados.

¹⁷ Ces dégradations étaient probablement causées par les différents séismes qui ont frappés la ville, notamment ceux du XVIII^{ème} siècle, ainsi que par les bombardements de la ville notamment celui de 1783 touchant l'ensemble des quartiers, L.C. FERAUD, « *Les trois attaques*, 1876, pp.307-312.

Plusieurs dispositions antisismiques ont été introduites dans le domaine de la construction, dont l'introduction de rondins en bois dans les murs, au niveau de l'articulation entre l'arc et le chapiteau, et dans les coupoles.

L'étude de la coupole nous a permis d'identifier, de comprendre et de transmettre un savoir-faire, mais aussi de démontrer l'évolutivité de ce système qui peut être transmissible tel quel. En effet, nous avons démontré que la technique constructive des coupoles a évolué par rapport à des contraintes liées à un contexte particulier la « ville d'*al-Djazā'ir* ». La coupole a été renforcée à plusieurs reprises grâce à la maîtrise du savoir-faire traditionnel : il ya eu une cumulation d'un comportement structurel, le processus constructif fut acquis par les *qabbābs* et ce à travers plusieurs siècles.

Ce savoir-faire doit donc être assimilé au contexte contemporain afin d'assurer sa transmission. Nous devons nous situer dans cette continuité tout en se déléguant le droit d'interpréter et d'innover. En effet, nous restons convaincus que la réinterprétation ne se restreint pas à un acte de « reproduction » aussi complexe soit-il, mais consiste en un processus de construction-innovation basé sur des éléments de permanence clairement identifiés, par rapport à l'ensemble de leurs potentialités mais aussi à des contraintes rattachées à leur réalisation.

Une piste de recherche à investir serait l'édification d'un modèle de coupole à huit pans (revisité) construite avec des matériaux nouveaux et introduite dans de nouveaux projets emblématiques.

La piste à investir à cours et moyen terme est la généralisation de ce type d'investigation relative au savoir-faire à l'ensemble des constituants de l'architecture traditionnelle tels les arcs en anse de panier très spécifiques à notre région et qui mériteraient à être restitués.