



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université LaarbiTébessi – Tébessa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Architecture

**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de master
Académique**

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la ville

Filière : Architecture

Option: Architecture et environnement

Thème:

**La coupole comme un élément climatique dans les mosquées
ottomanes en Algérie**

Elaboré par : -Guerfi Imène Malika.

-Bouzina Faiza.

Encadré par : Mm. LACHHEB Sara

Soutenu devant le jury composé de:

- 01- Dr. FEZZAI Sofiane..... Président
- 02- Mm. LACHHEB Sara..... Rapporteur
- 03- Dr. Ahriz Atef Examineur

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Au terme de ce travail du mémoire de master, les mots justes sont difficiles à trouver pour exprimer nos remerciements du fond du cœur à « Allah » le tout puissant de nous avoir donné la force la patience, la santé et le courage, qui nous a honorés d'accomplir ce Modeste travail.

*Nous adressons nos remerciements à notre professeur et encadreur **Mme Lachheb Sara** pour son suivi.*

Nous tenons aussi à exprimer nos profonds remerciements au Membres de jury

***Mr Ahriz. A, Mr Fezai .S** pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.*

*Nous tenons aussi à remercier nos enseignants du département d'architecture de Tébessa : **Mr Boudharssa. G, Mr Ahriz .A, Mr Fezai .S** pour leur disponibilité et encouragements tout au long de notre formation.*

Merci à nos familles qui nous ont toujours soutenues et à tout ceux qui ont participé à la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements à vous tous





Dédicace

*Je dédie ce Modeste travail à **mon cher père** qui a toujours veillé à ce que je ne manque rien du côté physique et morale ... **Ma chère mère** qui n'a pas cessé de me pousser toujours en avant par ces conseils et son amour ...*

Ma frangine Imène et Mon frangin Dr Mohamed chérif qui m'ont beaucoup aidé à franchir tous les obstacles que j'ai confronté pendant toute ma vie scolaire ...

Ainsi que mes petits frères Zinedine nadir et Adnan

Et à mon beau neveu Jawad

*À ma **binôme Imène** avec laquelle nous avons achevé tout ce travail depuis le début jusqu'à la fin.*

À mes fidèles amies que j'aime beaucoup

Sans oublier toutes les personnes qui ont été toujours à mes côtés, et M'ont accompagné durant mon chemin d'études.

Bouzina Faiza

Dédicace

Je dédie ce mémoire

Ames chers parents Amina et Ali qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A ma chère sœur malia

A mes chers frères Youcef, Tarek, et Khalilou

A mes meilleurs amies Khansaa, Bouchra, Nouha

A mon cher binôme Faiza

Et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours

A ma famille mes proches et à ceux qui m'aide et me supporté dans les moments difficiles

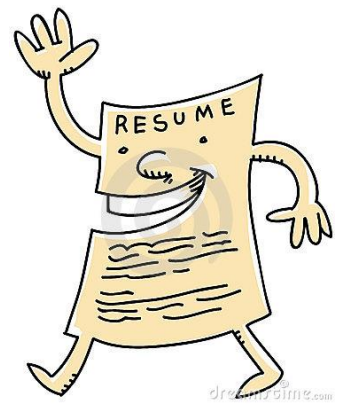
A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès

A tous ceux que j'aime et ce qui m'aime

Guerfi Imène Malika



RESUME





Résumé

تلخيص

يمثل استهلاك الطاقة في مختلف المباني عنصر أساسي في التصميم وجب على المصمم اخذه بعين الاعتبار ووضع قواعد لتفادي كثرة استهلاك الطاقة

يهتم بحثنا بعملية دراسة للأداء الطاقوي للمساجد العثمانية في الجزائر بهدف تحسينه من خلال حلول تشكيلية طبيعية.. من هذا السياق يعتبر شكل المساجد وشكل القبة وابعادها من العوامل الرئيسية للتأثير الطاقوي حيث تعتمد دراستنا على فكرة المحاكاة الرقمية للاستهلاك الطاقوي ل 14 نموذج مستخرج من تحليل مختلف المساجد العثمانية الموجودة في الجزائر

باستخدام برنامج Ecotect

حيث نقوم بتجريب السلوك الطاقوي مع تغيير شكل ومقاييس القبة في كل نموذج حتى الوصول الى النموذج الأمثل تأكد النتائج المتحصل عليها ان الخصائص الشكلية للقباب في المساجد العثمانية في الجزائر لا يمكنها تحسين أداء الطاقة في المساجد العثمانية

الكلمات الدالة: استهلاك الطاقة، الشكل، القبة، المساجد، المحاكاة الرقمية





Résumé :

La consommation énergétique dans les différentes constructions, représente le facteur principal dans la conception, ce qui oblige l'Architect de prendre en considération et maitres des règles et des solutions durables pour éviter la consommation anarchique de l'Energie.

La présente recherche s'intéresse à l'étude de la performance énergétique dans les mosquées ottomanes en Algérie dans le but de l'améliorer à travers des solutions formelles naturelle.

A cet effet. La forme des mosquées et des coupoles et ses dimensions considéré parmi les paramètres clé pour l'efficacité énergétique des mosquées.

Cette étude ce base sur l'idée de la simulation informatique de la consommation énergétique de 14 scénarios extrait de l'analyse des mosquées ottomane en Algérie. En utilisent le logiciel l'Ecotect analyses. Une fois les résultats obtenus, nous procédons à leur présentation et interprétation

Ou on étudie le comportement énergétique en changeant la forme de la coupole et de ses dimensions dans chaque modèle jusqu'à l'obtention du modèle optimale

Les résultats obtenus confirment que les caractéristiques formelles de la coupole dans les mosquées ottomane en Algérie ne peuvent pas améliorer la performance énergétique de la mosquée

Mots clés : consommation énergétique, la forme, coupole, mosquée, simulation informatique





Abstract:

Energy consumption in different constructions, represents the main factor in the design, which forces the Architect to take into consideration and masters of the rules and sustainable solutions to avoid the anarchic consumption of Energy.

This research focuses on the study of energy performance in Ottoman mosques in Algeria with the aim of improving it through natural formal solutions.

To that end. The shape of mosques and domes and its dimensions considered among the key parameters for energy efficiency.

This study is based on the idea of computer simulation of the energy consumption of 14 scénarios extracted from the analysis of Ottoman mosques in Algeria. Using the software the Ecotect analyses. Once the results have been obtained, we proceed with their presentation and interpretation

Or we study the energy behavior by changing the shape of the dome and its dimensions in each model until the optimal model is obtained.

The results obtained confirm that the formal characteristics of the domes in the ottoman mosques in Algeria cannot improve the energy performance of the mosques

Keywords: energy consumption, form, dome, mosque, computer simulations





LISTES DES FIGURES, TABLEAUX, GRAPHES



Tableau de figures :

Figure 01	La consommation d'énergie des communes par activité -année 2017
Figure 02	Montants des consommations énergétique des communes par activité -année 2017
Figure 03	La consommation d'énergie des quelques wilayas par activité -année 2017
Figure 04	De l'énergie primaire à l'énergie finale
Figure 05	Tableaux Mahoney,
Figure 06	Digramme bioclimatique de givoni,
Figure 07	Digramme bioclimatique d'Olgay,
Figure 08	Un quartier ottoman de la base de Casbah détruite par les français
Figure 09	Grande mosquée de Sanaa, 8ème siècle, Sanaa, Yémen,
Figure 10	Grandes mosquées de Delhi et de Bidard
Figure 11	Mosquée du vendredi Ispahan Iran,
Figure 12	Saint Sophie Istanbul,
Figure 13	La mosquée ketchaoua
Figure 14	L'emplacement de la mosquée ketchaoua,
Figure 15	La mosquée ketchaoua
Figure 16	Plan de la salle de prière de la mosquée ketchaoua
Figure 17	Plan détaillée de la mosquée,
Figure 18	La taille de la coupole par rapport la salle de prière de la mosquée de ketchaoua
Figure 19	Les ouvertures de la mosquée ketchaoua
Figure 20	La situation de la mosquée sidi abrahamen,
Figure 21	Plan de la salle de prière de la mosquée sidi abdrehamen
Figure 22	Les ouvertures de la mosquées sidi Abderrahmane
Figure 23	La situation de la nouvelle mosquée (la pêcherie),
Figure 24	Plan détaillé de la mosquée
Figure 25	Les proportions de la mosquée
Figure 26	Description de la mosquée,
Figure 27	La situation de la mosquée,
Figure 28	La mosquée Ali betchine,
Figure 29	Plan de la mosquée Ali betchine,
Figure 30	La coupole de la mosquée Ali betchine
Figure 31	les proportions de la mosquée
Figure 32	Les ouvertures de la mosquées Ali betchine,
Figure 33	La situation de la mosquée safir,
Figure 34	Le plan de la mosquée safir



Tableau des figures, des graphes, des tableaux

Figure 35	La situation de la mosquée Salah bey Annaba,
Figure 36	Les proportions de la mosquée,
Figure 37	Les ouvertures de la mosquées Salah bey,
Figure 38	La situation de la mosquée el kettani,
Figure 39	Mosquée sidi elkettani,
Figure 40	La situation da la mosquée
Figure 41	Le plan de la mosquée souk el ghazel
Figure 42	Plan détaillée de la mosquée,
Figure 43	Les ouvertures de la mosquée Souk El ghazel,
Figure 44	La situation de la mosquée sidi Lakhdar,
Figure 45	La mosquée sidi Lakhdar
Figure 46	La situation de la mosquée
Figure 47	Le plan détaillé de la mosquée
Figure 48	La mosquée el pacha,
Figure 49	La taille de la coupole par rapport la salle de prière,
Figure 50	Les ouvertures de la mosquée el pacha
Figure 51	La situation de la mosquée,
Figure 52	La mosquée se bey à Oran,
Figure 53	Les ouvertures de la mosquée el houari,
Figure 54	La situation de la mosquée sidi Brahim,
Figure 55	Plan détaillé de la mosquée sidi Brahim,
Figure 56	L'intégration des données climatique de la région et la précision de la date
Figure 57	La précision de l'heure, l'activité et la température,
Figure 58	Niveau d'éclairage et l'occupation
Figure 59	Vue 3d sue le modèle A1E
Figure 60	Vue 3d sur le modèle A1T
Figure 61	vue 3d sur le modèle A1D
Figure 62	Vue 3d sur le modèle A2E
Figure 63	Vue 3d sur le modèle A2T
Figure 64	Vue 3d sur le modèle A2D
Figure 65	Vue 3d sur le modèle AS
Figure 66	Vue 3d sur le modèle B1E
Figure 67	Vue 3d sur le modèle B1T
Figure 68	Vue 3d sur le modèle B1D,
Figure 69	Vue 3d sur le modèle B2E,
Figure 70	Vue 3d sur le modèle B2T
Figure 71	Vue 3d sur le modèle B2D
Figure 72	Vue 3d sur le modèle BS
Figure 73	analysis du scénario B2T,
Figure 74	Type d'analyse et calculassions des résultats



Tableau des figures, des graphes, des tableaux

Tableau des graphes :

Graphe 01	température en 2018 à Alger,
Graphe 02	Degrés-jours et ensoleillement en 2018 à Alger
Graphe 03	Précipitation en 2018 à Alger
Graphe 04	Pression et vent en 2018 à Alger
Graphe 05	La consommation énergétique de chauffage,
Graphe 06	Classement du l'économie d'énergie (Heating),
Graphe 07	La consommation énergétique de chauffage
Graphe 08	La consommation énergétique de climatisation
Graphe 09	Classement des scénarios par consommation énergétique(heating)
Graphe 10	Classement des scénarios par économique énergétique (heating),
Graphe 11	Classement des scénarios par consommation énergétique (cooling),
Graphe 12	Classement des scénarios par économie énergétique (cooling),
Graphe 13	Classement générale de la consommation énergétique (cooling/heating),

Liste des tableaux :

Tableau 01	Synthèse d'analyse des mosquées ottomane en Algérie,
Tableau 02	Variation de température de l'année 2018 à Alger
Tableau 03	Degrés-jours et ensoleillement en 2018 à Alger,
Tableau 04	La précipitation,
Tableau 05	Pression et vent de l'année 2018 à Alger
Tableau 06	Les paramètres variables et fixe de modélisation
Tableau 07	Catégorie A des modèles,
Tableau 08	Catégorie b des modèles,
Tableau 09	La codification des paramètres d'analyse
Tableau 10	Les scénarios,
Tableau 11	La consommation énergétique de chauffage,
Tableau 12	La consommation totale pour les scénarios (heating),
Tableau 13	Classement des scénarios par consommation énergétique et économie d'énergie,
Tableau 14	Consommation totale pour les scénarios (cooling),
Tableau 15	Classement des scénarios par consommation énergétique (cooling),
Tableau 16	Classement générale des scénarios par consommation énergétique (cooling/heating)
Tableau 17	Classement finale de l'économie d'énergie (cooling/heating),
Tableau 18	Décodification du classement finale des scénarios,



Tableau des figures, des graphes, des tableaux





TABLES DES MATIERES



Remerciement

Dédicace

ملخص

Résumé

Abstract

Listes des figures

Listes des graphes

Listes de tableaux

Chapitre introductif

1.Introduction	1
2.Problématique.....	3
3.L'hypothèse	4
4. L'objectif de la recherche	4
5.Méthodologie de la recherche	4
6.Structure du mémoire	5

Chapitre 01 : l'architecture et la consommation énergétique

1. L'architecture des mosquées et la consommation énergétique.....	6
1.1 Les mosquées algériennes et la consommation énergétique	6
1.1.1la consommation énergétique par activité en Algérie	7
1.2 L'énergie c'est quoi	9
1.2.1 L'énergie primaire	9
1.2.2L'énergie secondaire	9
1.2.3. L'énergie finale	9
1.2.4. L'énergie utile	9
1.3 La consommation énergétique	10
1.4 Qu'est-ce que la maitrise de l'énergie.....	11



1.5 La conception architecturale	11
1.5.1 Le concept énergétique des bâtiments.....	11
1.5.2. L'indice de dépense de chaleur (IDC).....	12
1.6. Pour une architecture consciente de l'énergie.....	12
1.7. L'Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE).....	12
1.8. La performance énergétique.....	13
1.8.1. Facteurs affectant les performances thermiques et énergétiques des bâtiments.....	13
1.8.1.1 Variables liées à la conception.....	13
1.8.1.2. Variables liées aux propriétés et performances thermique des matériaux.....	14
1.8.1.3. Variables liées aux données météorologiques.....	14
1.8.1.4. Variables liées à l'occupation de l'espace	14
1.9. Comment mesurer l'efficacité énergétique ?.....	15
1.9.1. La facturation	15
1.9.2. Les diagrammes bioclimatiques.....	15
1.9.2.1..Les tableaux Mahoney	15
1.9.2.2. Diagramme bioclimatique de Givoni.....	16
1.9.2.3. Diagramme bioclimatique d'olgyay	17
1.9.3. Les logiciels de simulation de la consommation énergétique.....	18
1.10. Comment améliorer l'efficacité énergétique des équipements	18
1.10.1. Les solutions « passives ».....	18
1.10.2. Les solutions « actives » :.....	20
1.11Le comportement énergétique d'une enveloppe d'un bâtiment.....	20
1.11.1 définition de l'enveloppe du bâtiment.....	20



Tables des matières

1.11.2 Les Éléments affectant l'enveloppe	20
1.11.3 La conception thermique de l'enveloppe d'un bâtiment	21
1.11.4 Rapport surface volume (RSV)	21
2. Les éléments de la mosquée peuvent améliorer l'efficacité énergétique .	22
Conclusion	24

Chapitre 02 :

Introduction

1. les mosquées en Algérie	25
1.1 L'architecture des mosquées en Algérie.....	25
1.2 Les plus célèbres mosquées en Algérie.....	26
2. L'architecture ottomane en Algérie	26
2.1-Architecture	26
2.1.1 L'architecture religieuse	28
3. La mosquée.....	28
3.1 Le rôle des mosquées.....	28
3.2 La genèse des mosquées	29
3.3 Les différents plans de mosquée.....	30
a. plan arabe	30
b. plan mangole	31
c. plan iranien	31
d. le plan ottoman.....	32
4. Les caractéristiques générales de la mosquée ottomane.....	33
5. Architecture ottomane des mosquées en Algérie	33
6. les mosquées ottomanes en algérie	34



6.1 La mosquée Ketchoua	35
6.2 La mosquée Sidi Abderrahmane	39
6.3 La mosquée la Pêcheurie à Alger.....	41
6.4 La mosquée Ali Betchin à Alger.....	44
6.5 La mosquée Safir à Alger	47
6.6 La mosquée Salah Bey à Annaba.....	48
6.7 La mosquée El-Kettany à Constantine.....	50
6.8 La mosquée Souk El Ghazel à Constantine.....	51
6.9 La mosquée Sid Lakhdar à Constantine	55
6.10 La mosquée Pacha à Oran.....	56
6.11 La mosquée Bey Mohamed El Kébir à Oran.....	59
6.12 La mosquée Sidi Brahim à Tlemcen	62
Conclusion	64
Synthèse	64

Chapitre 03 : zone d'intervention et création du modèle

Introduction

1-Logiciel de simulation.....	70
2-Méthodes de travail.....	70
3-Présentation de la ville d'Alger.....	71
3.1La situation géographique	71
3.1.1La wilaya d'Alger est limitée par.....	71
3.1.2. RELIEF	71
3. 2. Etude générale de climat.....	71
3.3. Les données météorologiques de la zone d'études.....	71



3.3.1La Température.....	71
3.3.2Degré de jour et ensoleillement.....	73
3.3.3La précipitation.....	74
3.4.4la pression et la vitesse de vents	75
4-Le choix du logiciel de simulation.....	75
4.1 La modélisation	76
5.Les scénarios	81
6. Création du modèle.....	82
7.Les étapes de l'expérimentation (simulation).....	87
Conclusion	88

Chapitre 04 : simulation

Introduction

1-Vérification générale de la consommation énergétique dans les scénarios pendant deux période heating et cooling	92
A - la consommation énergétique pendant la période de chauffage....	92
B- la consommation énergétique pendant la période de climatisation.	93
1-1 Vérification de la consommation énergétique et l'économie d'énergie.....	93
a- Pendant la période heating	93
b- Pendant la période cooling	96
1-2Classement générale de la consommation énergétique (cooling/heating).....	98
1.3Classement finale de l'économie d'énergie (cooling/heating).....	100
2.Décodification du classement finale des scénarios.....	100
Conclusion	106



Tables des matières

Conclusion générale107



CHAPITRE



INTRODUCTIF



I.1. Introduction :

Dans les sociétés arabo_ musulmanes, la mosquée présente l'élément principal dans l'organisation des villes et répond à des besoins sociaux et politiques autant que religieux.

Les mosquées sont l'une des institutions religieuses les plus importantes en Algérie depuis la conquête islamique du Maghreb et la propagation de l'Islam, un lieu de culte et d'éducation de plus en plus important au fil des années, notamment à l'époque ottomane.

La ville d'Alger était réputée pour son grand nombre de mosquées 14 000 mosquées, mais elle est actuellement portée à 15 000 mosquées réparties dans tous les États algériens, selon les statistiques de l'État algérien représenté par le ministère de l'Awqaf pour connaître le nombre de mosquées dans le pays. ¹

La consommation d'énergie dans les bâtiments a augmenté ces dernières années avec le Développement de l'économie mondiale et représente 30% de l'énergie totale utilisée. Aujourd'hui, les mosquées sont responsables du quart des émissions de gaz à effet de serre.²

Et à ce sujet Noureddine Badawi, ministre de l'Intérieur et des Collectivités locales, a déclaré le samedi 02/06/2018 que « *les mosquées étaient le plus gros consommateur d'électricité, soulignant la nécessité de modifier la consommation d'énergie. S'exprimant lors du lancement du rassemblement communautaire au cœur de la transition énergétique, il a déclaré que les mosquées étaient le plus gros consommateur d'électricité au niveau communautaire. Soulignant que la consommation énergétique des mosquées, des établissements d'enseignement et des installations appartenant aux communautés locales est un fardeau budgétaire. Ce qui représente 5% du budget* » selon le ministre ³

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, La mosquée est considérée comme le cœur battant de toute société islamique dans le monde, c'est le lieu où les musulmans exercent leur pratique religieuse. Et pour aider les gens à accomplir leurs prières dans une situation confortable, doivent fournir toutes les conditions nécessaires lors de la conception de mosquées comme suit : confort psycho-sensoriel, acoustique, visuel et thermique. Ce dernier

¹https://hyatok.com/%D8%B9%D8%AF%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%A7%D8%AC%D8%AF_%D9%81%D9%8A_%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1

² Mémoire de MAGISTERE En génie climatique « ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATIO »

³ <http://algeriemaintenant.com/2018/06/02/>



est considéré comme le critère le plus important et permet aux musulmans d'accomplir leurs prières confortables⁴

Et ce qui attire notre attention de loin de la mosquée et particulièrement les mosquées ottomanes est ses éléments identitaires le minaret et la coupole qui sont toujours imbriqués dans cet édifice ce qui composent une image esthétique qui donne à la mosquée un équilibre.

Avec l'évolution de la société islamique, il y a eu des modifications pour la conception de l'édifice de la mosquée : En plus de l'innovation de mihrab pour désigner le sens de la qibla, il y a eu aussi pour la conception de mosquées l'utilisation de coupole et des dômes Et plus particulièrement dans le style ottoman⁵

Le style turc ou ottoman était courant en Anatolie et dans d'autres parties de l'empire ottoman. Il est bien connu par l'utilisation accentuée de coupole et de minarets en forme de crayons. Contrairement au style iranien, le style turc se concentre sur l'intégration de dômes avec des espaces autour de lui. La taille et la conception du dôme dans le style ottoman avaient apparemment été augmentées et développées. Les dômes de ce style peuvent couvrir l'ensemble du plan avec de nombreux dômes latéraux et plus petits. Cette augmentation de la hauteur du toit offre une grandeur à la mosquée. Il est possible de dire que le style ottoman a transformé le concept de bâtiment de mosquée, qui consiste à passer d'une enceinte semi-ouverte à un bâtiment totalement fermé et couronné par une grande coupole.⁶

Sachant que la coupole répond largement aux spécificités climatiques, elle permet de créer une ambiance climatique par l'élévation de l'air chaude.

Le vocabulaire de l'architecture, définit la coupole comme une voute circulaire, un ouvrage de maçonnerie donc, construit en brique, en pierre, voire en béton. Sa forme est engendrée par la rotation d'une courbe autour d'un axe. Cette courbe peut être circulaire, elliptique, parabolique. Le plan sur lequel elle s'élève peut-être lui-même circulaire, elliptique, carré ou polygonal⁷

4towards an ideal thermal design for the mosques in the hot desert regions “the first international conference on mosque architecture

5Thèse de magister « Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à Constantine »

6Mémoire de master «

7 Mémoire de Master « Modélisation paramétrique Coupoles d'Orient & d'Occident »



Donc dans notre recherche, nous allons essayer de trouver des solutions afin de Minimiser la consommation d'énergie et assurer un certain seuil de confort thermique en utilisant la coupole dans les mosquées ottomanes

I.2.Problématique

Des nombreuses innovations apparues dans l'architecture ottomane aux XIV^e et XV^e s., les plus originales sont sans doute l'emploi de plus en plus fréquent de la couverture en coupole posée sur des zones de transition (permettant de passer du plan carré au plan circulaire) très variées.⁸

La construction du dôme est l'étape la plus importante du développement de l'art architectural tout au long de l'histoire. La coupole a été conçue pour concevoir et réaliser de grands espaces publics sans les colonnes ni les piliers requis par les revêtements plats, et les dômes sont devenus l'un des éléments architecturaux importants recherchés par les architectes et les constructeurs pour mettre en valeur leurs capacités et leurs créations artistiques et techniques.⁹

Les dômes des mosquées ont un **rôle esthétique** magnifique que l'œil manque à peine, outre le rôle esthétique le dôme situé au-dessus joue un rôle important **dans la mise en lumière** du cœur de la salle de prière par le soleil pénétrant depuis les ouvertures entourant la. **Lorsque le dôme recouvre la maison de prière de la mosquée, l'air chaud qui monte vers le haut se retire des fenêtres donnant sur le côté ensoleillé, et les fenêtres de la zone ombragée, d'où l'air froid et humide pénètre, permettent à l'air sain de circuler sur les côtés de la mosquée, chassant l'air pourri dehors**¹¹

❖ Et de cela on pose les questionnements suivants :

- ✚ **Si la coupole a vraiment un rôle climatique pourquoi les mosquées sont les grandes consommatrices d'énergie ?**
- ✚ **Si la coupole ne joue pas son rôle climatique dans les mosquées ... Comment peut-on la modifier de manière qu'elle diminue la consommation énergétique dans les mosquées ottomanes ?**

8 mémoire de master « l'élaboration d'un inventaire sur l'architecture religieuse ottomane le cas d'étude « mosquées el pacha Oran »

9 <http://arab-ency.com/detail/8996>

11 <https://islamstory.com/ar/artical/23835/>



I.3. L'hypothèse

Pour essayer à répondre à ses questionnements, nous avons esquissé l'hypothèse suivante :

- **Les caractéristiques formelles de la coupole (la forme, le type, la taille,) peuvent améliorer la performance énergétique de la mosquée ottomane en Algérie**

I.4.L'objectif de la recherche

Depuis la crise énergétique des années 1970s, la consommation d'énergie est devenue un thème d'actualité. Afin d'assurer l'autosatisfaction comme un constat dans ce jour-là, plusieurs recherches ont été exercées sur la configuration et la disposition des bâtiments dans les différentes zones climatiques pour réduire au minimum la consommation énergétique. Notre recherche s'inscrit sur cet axe c'est-à-dire, elle va se focaliser sur l'élimination de la consommation énergétique dans les mosquées à travers des solutions formels dans la conception de la coupole qui aides les concepteurs dans leurs designs sans l'utilisation des solutions techniques

I.5.Méthodologie de la recherche

La thématique principale de notre recherche étant la coupole et plus particulièrement la coupole comme un élément climatique dans les mosquées ottomanes en Algérie Il est donc nécessaire de de faire deux principales parties pour le but d'affirmer ou infirmer l'hypothèse proposée au-dessus

Dans la première partie il est important de faire une introduction sur le thème de recherche a partir le traitement théorique de différents éléments du thème commencent avec une intervention sur le problème de l'architecture et la consommation énergétique puis on se diriger vers les mosquées en Algérie et faire une aperçu historique sur ces derniers et les mosquée ottomanes dans l'Algérie et connaître ses caractéristiques formelles et plus précisément les coupoles de ces mosquées (des formes , type , ses taille, les proportions par rapport la salle de prière) qu'elle est un élément identitaire dans les mosquées ottomanes pour essayer de trouver des solutions à travers la conception des coupoles pour diminuer la consommation énergétique dans les mosquées et ce nous a interroger est ce que la coupole fait vraiment son rôle et si elle a vraiment un rôle comment on la rendre efficace pour jouer ce rôle

Dans la deuxième partie, expérimentale pour aboutir à nos objectifs on fait appel à la simulation numérique à l'aide du logiciel Ecotect, Cette simulation numérique est faite à la base de l'étude de la consommation énergétique de 14 scénarios des mosquées afin de l'interprétation des résultats obtenus par la simulation.



I.6. Structuration du mémoire

Introduction, problématique, les hypothèses et les objectifs de recherche

Le mémoire est divisé en quatre chapitres distribués comme suit :

- Dans Le premier chapitre de la partie théorique (l'architecture et la consommation énergétique) nous parlons de la consommation énergétique dans les mosquées algérienne et l'efficacité énergétique des bâtiments Identifier les points les plus intéressants en termes d'économie d'énergie et connaître les différents outils d'aide à la récupération et les moyens de réduire cette consommation.

- Dans Le deuxième chapitre (Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles) on va parler de l'architecture des mosquées en Algérie en générale puis on va traiter et analyser les mosquées ottomanes en Algérie pour faire sortir les modèles qu'on va simuler

- Pour le troisième chapitre : Une analyse de 14 modèles des mosquées a la wilaya d'Alger suivis d'expérimentations avec le logiciel de Ecotect analysas, pour déterminer l'impact de la coupole sur la consommation d'énergie des mosquées ottomanes en Algérie

- Et dans le quatrième chapitre nous effectuons des simulations informatiques de la consommation énergétique de plusieurs modèles développés au chapitre précédent qui nous conclut 14 scénarios à étudier, une fois les résultats obtenus, nous procédons à leur présentation et interprétation. Pour arrive au modèle le plus performant.

- La conclusion générale : qui nous aboutira à des recommandations propres à la problématique posée et aux conclusions synthétisant les différents résultats obtenus, qui clôtura ce travail.



CHAPITRE 01



Introduction

La consommation d'énergie dans les bâtiments a augmenté ces dernières années avec le Développement de l'économie mondiale et représente 30% de l'énergie totale utilisée. Aujourd'hui, les mosquées sont responsables du quart des émissions de gaz à effet de serre. Peu à peu, la contribution des énergies renouvelables devient indispensable pour atteindre les objectifs de réduction fixés par les différentes autorités.

1.L'architecture des mosquées et la consommation énergétique

1.1. L'architecture des mosquées en Algérie et la consommation énergétique

Le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie en Algérie, il absorbe 41% de la consommation totale d'énergie finale, a indiqué mardi à Alger un responsable à l'Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (Aprue). *"C'est un secteur non productif mais énergivore, puisqu'il consomme 41% de l'énergie finale, devançant le secteur agricole qui absorbe 33 % de l'énergie ainsi que le secteur industriel et celui des transports avec des taux respectifs de 19% et 7%", a précisé le chef de département bâtiment auprès de l'Aprue », Tahar Moussaoui.*⁷

⁷ <http://www.aps.dz/economie/85470-le-secteur-du-batiment-premier-consommateur-d-energie-en-algerie>



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

1.1.1. La consommation énergétique par activité en Algérie :

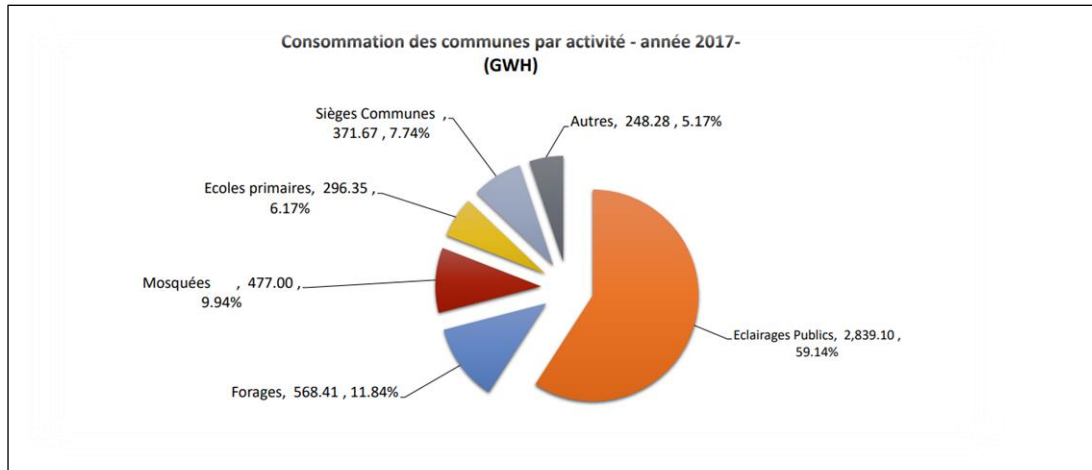


Figure01 : La consommation d'énergie des communes par activité -année 2017-

Source : sonalgaz Présentation du modèle de consommation énergétique au niveau des communes juin2018

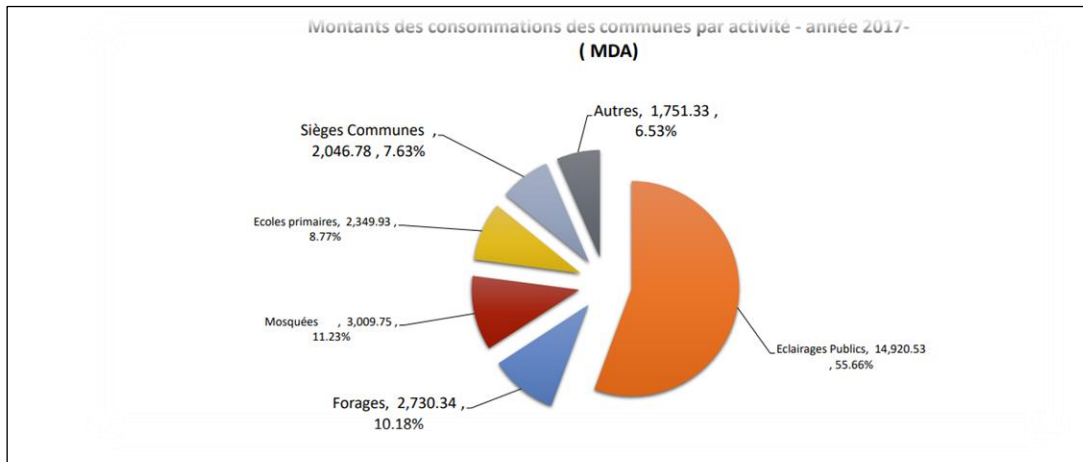


Figure 02 : montants des consommations énergétique des communes par activité -année2017-

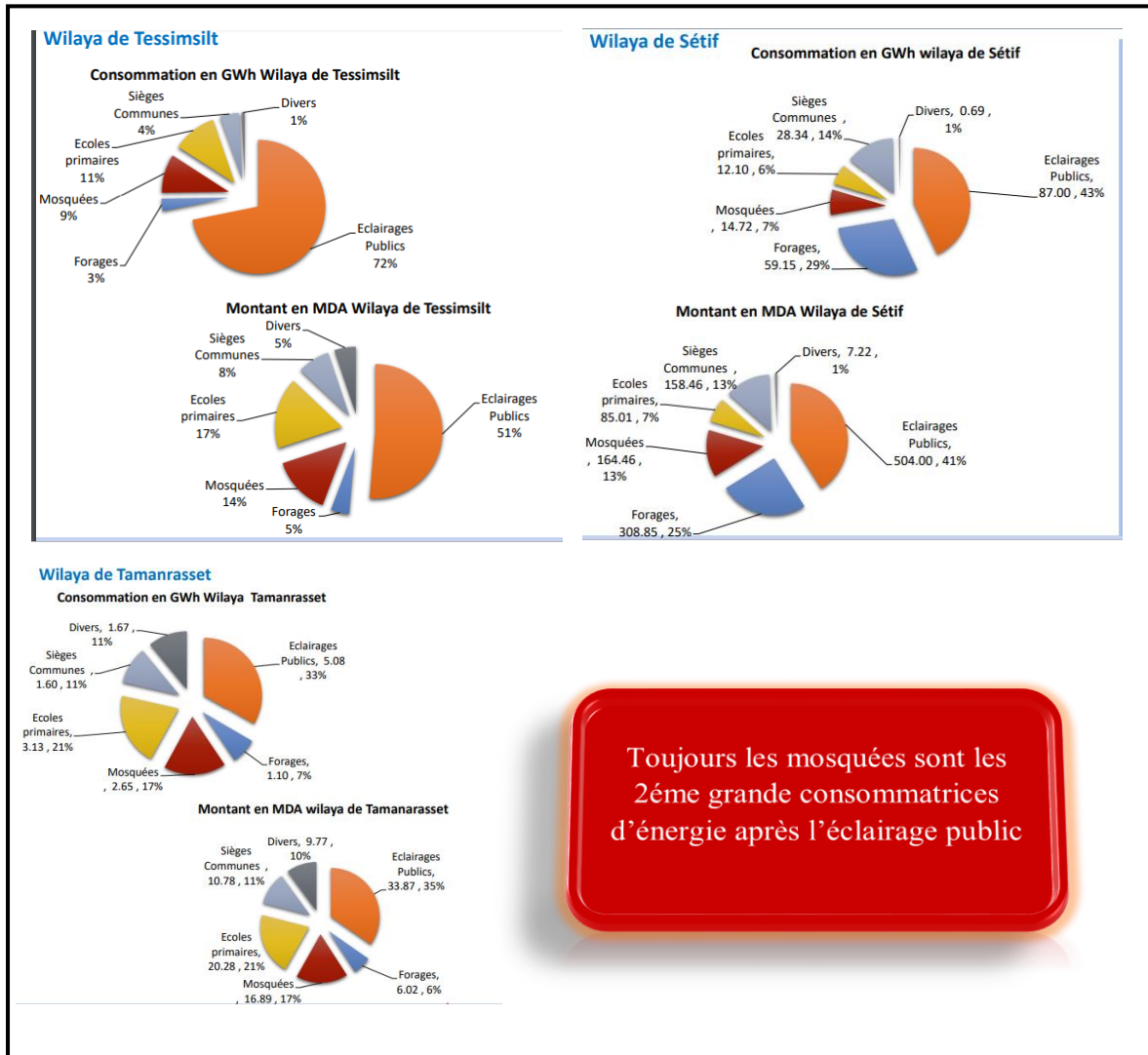
Source : sonalgaz Présentation du modèle de consommation énergétique au niveau des communes juin2018

- Les figures ci-dessus nous montrent que les mosquées et l'éclairage publics sont les grands consommateurs d'énergie en Algérie



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique



Toujours les mosquées sont les 2ème grande consommatrices d'énergie après l'éclairage public

Figure03 : La consommation d'énergie des quelques wilayas par activité -année 2017-

Source : Sonelgaz Présentation du modèle de consommation énergétique au niveau des communes juin2018

- A l'exploitation des consommations par activités des communes, nous constatons que les mosquées occupent la deuxième position avec 477 GWh, ce qui représente 9.94 % de la consommation globale des communes



1.2. L'Énergie, c'est quoi ?

Le mot énergie est dérivé du terme « energos » du grec ancien qui désigne actif ou force en action elle est simplement la capacité de travailler et d'obtenir un résultat, elle est nécessaire à la réalisation d'un travail (mécanique, chimique...) ⁸

L'énergie peut matérialisée sous différentes formes :

-Énergie calorifique ou énergie thermique (chaleur), énergie électrique (électricité), énergie mécanique, énergie chimique, énergie nucléaire.

-Les énergies que nous utilisons actuellement sont :

- les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz,)

- l'énergie nucléaire (uranium)

- et les énergies renouvelables (énergie éolienne, énergie solaire, énergie bois, géothermie, biomasse, énergie hydraulique, énergie marémotrice, etc ...

Et encore l'énergie peut être exister sous deux différents types : l'énergie potentielle (accumulée) et l'énergie cinétique (active) ⁹

1.2.1. L'énergie primaire : est l'énergie « potentielle » contenue dans les ressources naturelles (comme le bois, le gaz, le pétrole, etc.) avant toute transformation.

1.2.2. Énergie secondaire : énergie primaire transformée avant son transport à l'utilisateur final. Exemple de source : produits pétroliers raffinés

1.2.3. L'énergie finale est l'énergie consommée et facturée à chaque bâtiment, en tenant compte des pertes lors de la production, du transport et de la transformation du combustible. ¹⁰

1.2.4. Énergie utile : énergie finale pondérée par le rendement du système de chauffage. C'est l'énergie restituée à la sortie du système, celle dont bénéficie effectivement l'utilisateur ¹¹

⁸ <https://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/clubdesjeunes/lenergie-cest-quoi/13769>

⁹ <https://www.climamaison.com/lexique/energie.htm>

¹⁰ <https://www.e-rt2012.fr/conversion-energie-primaire-energie-finale/>

¹¹ <http://reseaux-chaleur.cerema.fr/les-differents-stades-de-lenergie>



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

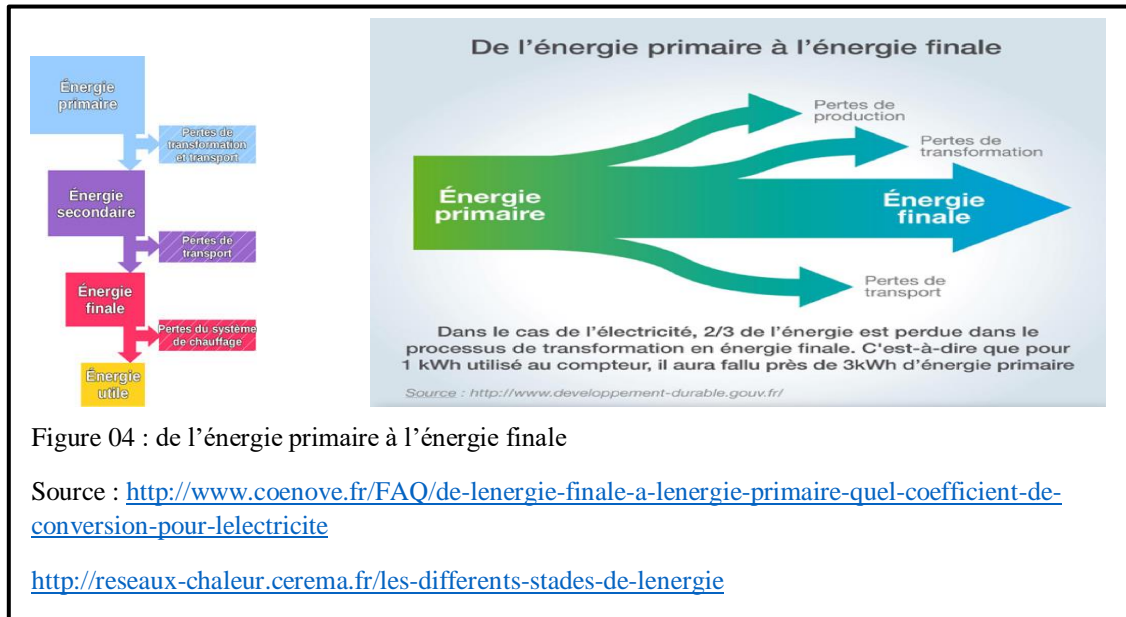


Figure 04 : de l'énergie primaire à l'énergie finale

Source : <http://www.coenove.fr/FAQ/de-lenergie-finale-a-lenergie-primaire-quel-coefficient-de-conversion-pour-lelectricite>

<http://reseaux-chaaleur.cerema.fr/les-differents-stades-de-lenergie>

1.3. La consommation énergétique

Le monde entier est confronté à une augmentation de la consommation énergétique d'une façon accrue depuis déjà plusieurs décennies. Cette augmentation remet fondamentalement en cause le modèle économique qui est tributaire pour son développement d'une quantité colossale d'énergie¹²

Selon le rapport du Fonds des Nations Unies pour la population -UNFPA pour 2013, la pression exercée par la forte croissance démographique mondiale sur les ressources de la planète, entraînera en 2030 un déficit de 40% entre les demandes et les ressources disponibles dans le monde. L'humanité devra ainsi faire face à un accroissement simultané sur la demande de nourriture, d'énergie et de logements¹³

En Algérie, la consommation a été stable dans les années 90 mais elle connaît depuis les années 2000 une augmentation continue qui ne cesse de s'accroître.

La consommation d'électricité connaît une augmentation continue en Algérie. Tout comme le pétrole et le gaz, l'explosion de la consommation d'électricité est sensible aussi depuis début 2000

L'Algérie reste massivement dépendante aux produits pétroliers qui représentent quasiment la moitié de l'assiette énergétique globale. Le constat s'inverse puisque la production électrique repose presque entièrement sur une production à base de centrales alimentées aux gaz, dans ce

¹² Mémoire de magister « ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION »

¹³ Thèse de doctorat « Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique »



cas, ce dernier devient la source dominante. Le GPL qui représente 12 % est un sous-produit gazier. Nous arrivons donc à 41% d'énergie d'origine gazière. En 2010 la consommation finale par type d'énergie montre que : les produits pétroliers sont en nets replis passant de 47% à 31%, l'électricité a progressé passant de 12% à 27%, le gaz se stabilise plus au moins en gagnant cinq points culminants ainsi à 34% et le GPL est lui le grand perdant en chutant de 12% à seulement 5% de la consommation globale. ¹⁴

1.4. QU'EST-CE QUE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE ?

La maîtrise de l'énergie est un terme approprié pour une municipalité qui a fait de l'efficacité énergétique un critère de développement.

Traditionnellement, la maîtrise s'acquiert en suivant un processus en trois temps :

1. L'apprentissage et la compréhension de la technique ou de la technologie
2. La mise en œuvre et la résilience, c'est-à-dire être capable d'appliquer la technique ou la technologie
3. La transmission de ce savoir¹⁵

1.5. La conception architecturale

« On appelle concevoir, la simple vue que nous avons des choses qui se présentent à notre esprit, comme nous nous représentons un soleil, une terre, un arbre, un rond, un carré, la pensée, l'être, sans en former aucun jugement exprès ; et la forme par laquelle nous nous représentons ces choses s'appelle idée. »

Arnauld (1662)

1.5.1 Le concept énergétique des bâtiments

Un concept énergétique de bâtiment permet d'élaborer un projet qui limite les besoins en énergie d'une construction et de ses installations, tout en minimisant le recours aux énergies non renouvelables. Il repose sur l'élaboration d'un concept architectural et technique cohérent en fonction du besoin des utilisateurs, des opportunités et des contraintes que présente l'environnement du projet. Le concept énergétique explique les stratégies de chaud, froid et ventilation.¹⁶

¹⁴ mémoire de fin d'étude magister université de constantine en génie climatique ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION par Mr. BOURSAS Abderrahmane)

¹⁵ <https://www.climamaison.com/lexique/energie.htm>

¹⁶ <https://www.ge.ch/realiser-concept-energetique-batiment>



1.5.2. L'indice de dépense de chaleur (IDC)

Exprimé en mégajoules par mètre carré et par an ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$) représente la quantité annuelle d'énergie consommée pour la production de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire 'ECS'), ramenée à un mètre carré de plancher chauffé (SRE), et corrigée en fonction des données climatiques (degrés-jours) de l'année considérée. Le document joint SCANE_INDICE_MOYENNE.PDF contient toutes les informations complémentaires.¹⁷

1.6. Pour une architecture consciente de l'énergie :

Afin de diminuer très sensiblement les besoins de chauffage sans perturber le confort d'été et pour un surcoût très raisonnable, voir quasiment nul, une démarche consiste à conjuguer favorablement un certain nombre d'éléments entre eux :

- bonne implantation dans le site ;
- orientation, dimensionnement et constitution des baies vitrées et de leurs fermetures nocturnes ;
- inertie thermique ;
- masques du bâtiment lui-même ou de l'environnement ;
- régulation du système de chauffage

Les résultats de recherche montrent que le choix restreint des matériaux, leurs caractéristiques thermiques, la faible épaisseur des murs et l'importante proportion des surfaces en contact avec l'extérieur, constituent des facteurs qui augmentent les apports et les déperditions.

L'architecture solaire, climatique, bioclimatique... autant de vocabulaires différents pour une même vision, procurent chacun une partie intégrante d'une économie de l'énergie renouvelable. George et Jeanne-Marie Alexandroff classent ces vocabulaires et affirment que certains d'eux insistent sur la notion du climat comme l'architecture climatique, bioclimatique, well-balanced house (maison bien équilibré) et climate shaped house (maison formée par le climat).¹⁸

1.7. L'Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE)

Est une démarche qui consiste à se demander comment consommer moins d'énergie en conservant le même confort. Sans surprise, l'énergie la moins chère et la plus propre est celle que l'on ne consomme pas !

Recourir à des sources d'énergie renouvelables ([SER](#)) est une démarche différente mais complémentaire qui consiste à produire différemment l'énergie dont on a besoin. L'utilisation

¹⁷ https://opendata.swiss/fr/dataset/_253

¹⁸ Mémoire de master « L'optimisation de la performance énergétique dans les mosquées »



des SER est incontournable pour garantir notre approvisionnement futur en énergie, mais il faut éviter qu'elle serve à alimenter des gaspillages qui peuvent bien souvent être évités à faibles coûts via des mesures d'URE !¹⁹

1.8. La performance énergétique

C'est la quantité d'énergie consommée ou estimée comme une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude pour les sanitaires, le refroidissement, la ventilation, l'éclairage. La performance énergétique est liée à l'efficacité énergétique des équipements aussi à ses usagers et leurs usages quotidiens. À l'échelle des anciens logements, on parle sur des bâtiments énergivores leurs performances énergétiques s'assurent qu'après la rénovation énergétique. À l'échelle des logements neufs, on l'assure par l'intégration des énergies renouvelables sachant que le bâtiment a été placé au cœur de la lutte contre le changement climatique par le Grenelle de l'Environnement ou la performance énergétique est le pilier principal. L'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment base sur la réglementation thermique.²⁰

1.8.1.Facteurs affectant les performances thermiques et énergétiques des bâtiments

La performance thermique et énergétique d'un bâtiment dépend de plusieurs facteurs. Nayak et Prajapati en 2006 ont résumés ces facteurs en tant que :

- Variables liées à La conception du bâtiment,
- Variables liées aux propriétés et performances des matériaux,
- Variables liées aux données météorologiques
- Variables liées à l'occupation de l'espace²¹

1.8.1.1 Variables liées à la conception

La Forme, l'espacement, l'implantation et l'agencement des bâtiments par rapport à son environnement immédiat influent, à la fois, sur les apports solaires et éoliens. Ces facteurs jouent un rôle important dans la détermination de la quantité de rayonnement solaire reçu par la surface de l'enveloppe, ainsi que, l'écoulement d'air autour de la construction.

L'enveloppe des bâtiments est considérée comme le principal responsable des conditions thermiques à l'intérieur, parce qu'il forme le principal contact entre l'environnement intérieur et extérieur à travers ses façades et ses dalles

¹⁹ <http://www.unipso.be/spip.php?rubrique25>

²⁰ Mémoire de magister " Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment. -Cas des zones arides et chaudes »

²¹ Mémoire de magister «L'impact de la typologie des habitats collectifs sur les conditions thermiques intérieures et l'efficacité énergétique – Cas de climat chaud et sec »



1.8.1.2. Variables liées aux propriétés et performances thermique des matériaux

Les matériaux reçoivent différemment le rayonnement solaire selon leur degré de transparence ou d'opacité, leur couleur et leur texture de surface. Mais ils ont aussi des caractéristiques thermiques particulières tenant à leur structure et à leur masse qui leur permettent de gérer différemment les apports calorifiques. Ces caractéristiques thermiques des matériaux sont de deux ordres :

-**Les caractéristiques statiques** : comment tel matériau se comporte-t-il en présence d'un flux thermique indépendamment du temps de réaction. Ce sont la conductivité et la capacité thermique.

-**Les caractéristiques dynamiques** : à quelle vitesse tel matériau gère-t-il le flux thermique. Ce sont la diffusivité et l'effusivité thermique, dérivées des caractéristiques statiques, elles font en plus intervenir le facteur temps.

1.8.1.3. Variables liées aux données météorologiques

L'intégration des facteurs climatiques dans la conception peuvent affecter le comportement thermique des bâtiments. Il est important de comprendre le climat de la région et le microclimat pour assurer le confort intérieur et économiser l'énergie. Spécialement les facteurs de l'ensoleillement et la ventilation

1.8.1.4. Variables liées à l'occupation de l'espace

En thermique des bâtiments, les apports internes (de chaleur) désignent les apports de chaleur qui ne sont pas dus aux appareils de chauffage proprement dits et qui proviennent de sources situées à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment. Par exemple, la cuisson représente un apport interne important dans une cuisine, de même que les appareils de froid dont le moteur dégage de la chaleur. Dans un bureau, les matériels informatiques ou les photocopieurs constituent une source importante d'apports internes. Les éclairages à incandescence sont des apports internes dans la plupart des installations. De manière générale, les occupants contribuent aussi aux apports internes. Un adulte au repos représente une source de chaleur d'une centaine de Watts.

En période de chauffage, les apports internes constituent des "apports gratuits", mais dans une installation climatisée, leur effet est évidemment négatif. Il faut alors consommer beaucoup d'énergie de climatisation pour compenser la chaleur. Il faut donc réduire autant que possible les apports internes d'une installation climatisée sous peine de gaspiller l'énergie²²

²² Mémoire de master «la conception architecturale et performance énergétique
Cas d'étude : la ville de BOUCHEGOU »



1.9 Comment mesurer l'efficacité énergétique ?

« *Qui veut s'améliorer doit se mesurer, qui veut être le meilleur doit se comparer* »

Robert C. Camp.

1.9.1. La facturation :

Le premier indicateur qu'une municipalité peut choisir pour mesurer ses efforts d'économie d'énergie est la facture énergétique. Cet indicateur n'est toutefois pas suffisant pour faire un bon diagnostic de la consommation d'énergie puisqu'il :

Ne tient compte que de la consommation énergétique liée à l'utilisation d'une installation ou d'un équipement et non de son cycle de vie complet.

Calcule les économies d'énergie de façon absolue (concept expliqué ici-bas)

Cette méthode permet néanmoins de voir les gains (ou pertes) financiers réalisés.²³

1.9. 2.Les diagrammes bioclimatiques

Le diagramme bioclimatique du bâtiment est un outil d'aide à la décision globale du projet bioclimatique permettant d'établir le degré de nécessité de mise en œuvre de grandes options telles que l'inertie thermique, la ventilation généralisée, le refroidissement évaporatif, puis le chauffage ou la climatisation ²⁴

1.9.2.1. Les tableaux Mahoney

Les tables de Mahoney sont une série de tables de référence d'architecture utilisées comme guide pour obtenir des bâtiments au design adapté aux conditions climatiques.

Il y a six tables. Quatre sont utilisées pour entrer les données climatiques :

1. Températures : moyennes mensuelles des températures maximales et minimales
2. Humidité, précipitations et vent
3. Comparaison des limites de confort et du climat
4. Indicateurs : par combinaison des données des tables précédentes, classification de l'humidité ou de l'aridité pour chaque mois.

Les deux autres tables indiquent les recommandations architecturales à respecter telles que l'orientation du bâtiment, la position, la dimension ou l'exposition des ouvertures.

²³ <http://www.municipaliteefficace.ca/116-efficacite-energetique-ges-pourquoi-et-comment-mesurer-lefficacite-energetique-.html>

²⁴ LE DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE DU BATIMENT Jean-Louis IZARD Olivier Kaçala Laboratoire ABC, ENSA-Marseille



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

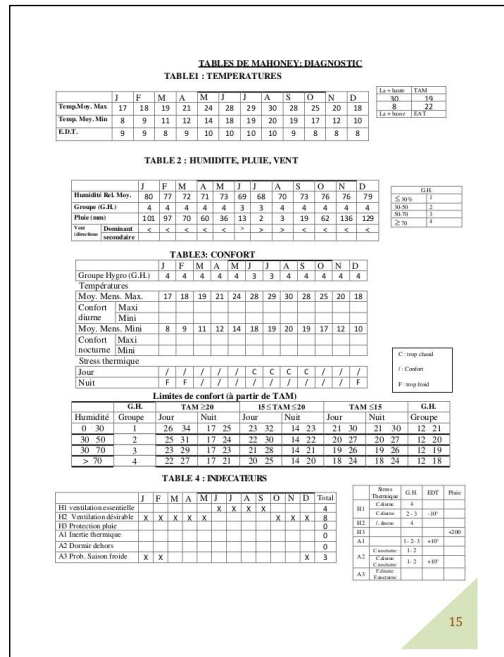


Figure05 : tableaux Mahoney

Source : amélioration du confort thermique dans une école réalisé par « a) EL CHEDDADI Mohamed b) MAAZIZI Yasser c) M'RABET Anass »

1.9.2.2. Diagramme bioclimatique de Givoni:

Givoni , en se base sur des études concernant le métabolisme et des diverses voies d'échanges thermiques entre le corps et l'environnement

Il a inventé un diagramme représente les limites des ambiances confortables en deux parties

- 1- **Le confort** proprement dit,
- 2- Entouré d'une zone de **conditions supportables** ²⁵

La méthode décrite ici fait appel à l'indice de contrainte thermique pour évaluer les exigences physiologiques du confort, à partir desquelles on détermine les grandes lignes de la conception du bâtiment qui permettent de garantir ce confort ; elle comprend aussi une estimation du climat intérieur attendu sous les conditions ambiantes données

²⁵ Mémoire de master « THEME ETUDE ET EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE AU NIVEAU DES EQUIPEMENTS TOURISTIQUES »



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

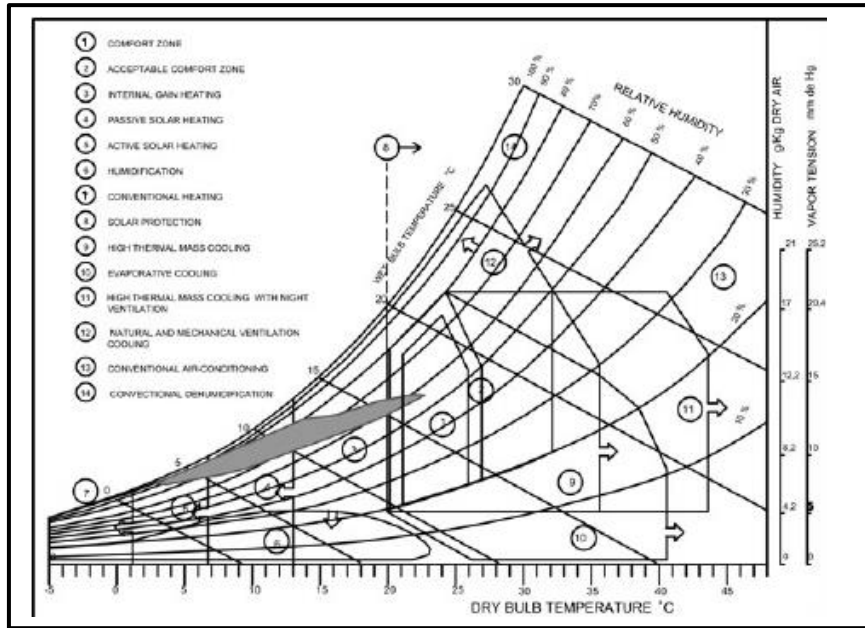


Figure06 : digramme bioclimatique de givoni

Source : https://www.researchgate.net/figure/Givoni-bioclimatic-Chart-for-Concepcion-Chile_fig2_268519803

1.9.2.3. Diagramme bioclimatique d'olgyay :

Il s'agit d'une procédure systématique pour l'adaptation de la conception des bâtiments aux exigences humaines et aux conditions climatiques cette méthode est basée sur « diagramme bioclimatique » mettant en évidence la zone de confort humain en relation avec température d'air ambiant et l'humidité, la température radiante moyenne, la vitesse du vent, le rayonnement solaire et la perte de chaleur évaporative ²⁶

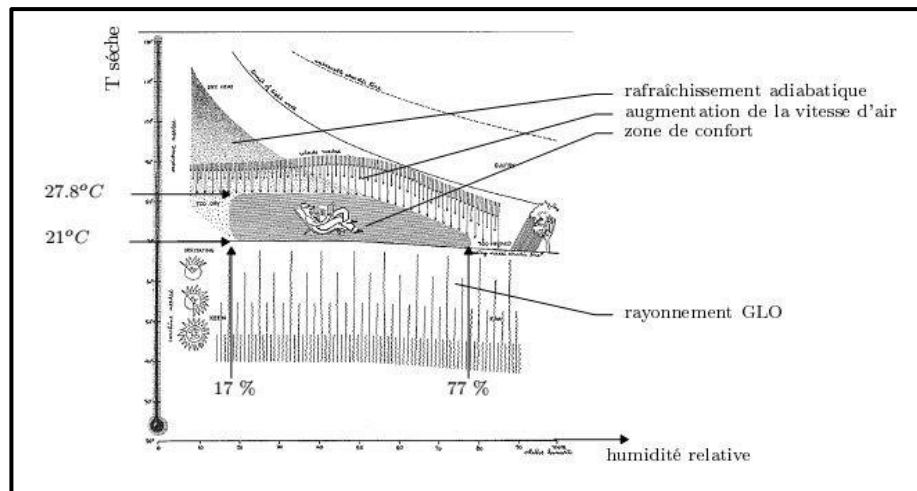


Figure 07: digramme bioclimatique d'Olgay

Source : https://www.researchgate.net/figure/Diagramme-bioclimatique-Olgay-1963_fig9_282569849

²⁶ Cours confort thermique par :Melle hamel khalissa université de Biskra



1.9.3. Les logiciels de simulation de la consommation énergétique

. L'apparition des plusieurs types de logiciels pour l'évaluation de l'énergie dans le secteur des bâtiments est devenue une nécessité. Ils se regroupent en : des logiciels de dessin permettent aussi de la simulation comme : (l'Autodesk, Revit, Plancal...), des logiciel de simulation globale : (Energyplus, Pleiades, Transys,..), des logiciels pour des parties spécifiques : (Polysun (solaire et PAC), flixo (ponts thermiques), PVsys (photovoltaïque), Meteonom (données météorologiques) et des logiciels de certification et de dimensionnement : (Lesosai Tectool, Lesosai, Tectool, Enercad, Thermo,...).²⁷

1.10. Comment améliorer l'efficacité énergétique des équipements

Parmi les solutions d'amélioration de l'efficacité énergétique, il est d'usage de distinguer les solutions dites « passives » qui consistent à réduire la consommation d'énergie des équipements et des matériaux grâce à une meilleure performance intrinsèque et les solutions dites « actives » visant à optimiser les flux et les ressources.

1.10.1. Les solutions « passives »

Elles consistent à accroître les qualités intrinsèques d'un bâtiment afin d'optimiser l'utilisation des énergies qui lui sont fournies.

L'architecture

De nombreux paramètres peuvent être pris en compte lors de la construction d'un bâtiment, par exemple :

- Son orientation et sa capacité à profiter de l'énergie lumineuse, à capter et à se protéger de [l'énergie solaire](#) (architecture bioclimatique, matériaux de surface) ;
- Une isolation thermique renforcée, par exemple grâce à des faux plafonds empêchant le recours à l'inertie thermique, des matériaux comme la laine minérale ou le chanvre, des doubles vitrages à isolation renforcée ou fenêtres pariéto-dynamiques (qui permettent à l'air provenant de l'extérieur de se réchauffer en circulant entre deux vitrages dont l'un peut être double). L'isolation thermique par l'extérieur (« manteau isolant », par exemple à l'aide de briques de polystyrène expansé ou extrudé) permet de diminuer les pertes thermiques de la paroi jusqu'à 80% ;
- Une meilleure étanchéité générale du bâti à l'air (air parasite notamment dû aux liaisons façades-planchers surtout entre les façades et les menuiseries ou aux passages des équipements électriques). L'installation de boîtiers d'encastrement étanches et

²⁷ Mémoire de magister « l'impact de l'orientation sur la consommation énergétique » h Benharra 2016



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

d'obturateurs peut réduire de plus de 90% les fuites d'air (jusqu'à 15 kWh/m²/an d'économie) selon le type d'isolation du bâti ;

- Des systèmes de ventilation plus performants. Les ventilations mécaniques contrôlées à double flux permettent de réduire les pertes d'énergie jusqu'à 70% par rapport à des ventilations classiques à simple flux (mais elles restent bien plus coûteuses à installer).

Le système de chauffage

Le poste chauffage absorbe environ 2/3 de l'énergie totale consommée dans le résidentiel en France pour des bâtiments anciens. Des systèmes plus performants sont développés :

- Les chaudières à condensation (récupération d'énergie en condensant la vapeur d'eau des combustibles et taux plus faible de rejets polluants) et basse température (fonctionnant avec de l'eau variant entre 30 et 75°C) consomment 12 à 20% d'énergie en moins que les installations classiques au fioul ;
- Des systèmes de chauffage à base d'énergies renouvelables ([pompe à chaleur](#) ou systèmes solaires) peuvent également être installés. Différents types de chauffages biomasse utilisant le bois comme combustible présentent des hauts rendements (jusque 95%) ;
- Les chaudières à cogénération permettant de produire de l'énergie électrique en même temps que de l'énergie thermique. Elles peuvent générer des économies en énergie primaire d'environ 20% mais leur rendement électrique est faible et répond mal aux besoins.

En 2010, plus de 40 % des économies d'énergie sont réalisées grâce à l'installation de systèmes de chauffage peu consommateurs en énergie et 13% grâce aux travaux d'isolation (principalement en raison du manque de travaux d'isolation de parois opaques mais un potentiel important existe à ce poste).

L'équipement électrique

L'éclairage et l'électroménager absorbent 15% de l'énergie consommée dans le résidentiel.

Des lampes à économie d'énergie (fluorescentes ou leds) permettent de réaliser une économie d'énergie supérieure à 50% par rapport à des lampes à incandescence (en revanche, elles ne créent pas de chaleur comme ces lampes à incandescence). L'électroménager disponible en 2011 consomme près de 40% moins d'électricité en moyenne que les appareils commercialisés en 2000⁽¹³⁾. La consommation électrique des réfrigérateurs et des congélateurs a été divisée par 3 entre 1999 et 2009, notamment grâce à une meilleure circulation du froid et à des compresseurs plus performants.



1.10.2. Les solutions « actives »

Elles visent à utiliser l'énergie « juste nécessaire » par une gestion active des équipements.

Les systèmes technologiques « intelligents »

Les systèmes dits intelligents permettent de mesurer, de contrôler et de réguler la consommation électrique des bâtiments (capteurs de température, de présence pour l'éclairage, d'émissions de CO₂ pour la ventilation, etc.) et d'éviter ainsi les consommations inutiles. Des systèmes de chauffage électrique intelligents intègrent par exemple un système de régulation électronique détectant l'ouverture de fenêtres (économie d'énergie de 4% à ce poste) ou les présences dans l'habitat (gain potentiel de 12% à ce poste). Ces solutions intelligentes pourraient réduire de 10 à 20% la consommation d'énergie globale d'un immeuble ²⁸

1.11 Le comportement énergétique d'une enveloppe d'un bâtiment :

1.11.1 définition de l'enveloppe du bâtiment

L'enveloppe du bâtiment se compose du toit, du plancher, des murs, des fenêtres et des portes, c'est-à-dire tout ce qui sépare l'intérieur du bâtiment de l'extérieur. La qualité de l'enveloppe du bâtiment est un facteur déterminant qui peut influencer la quantité d'énergie que vous consommez pour le chauffage, la climatisation et la ventilation. ²⁹

1.11.2 Les Éléments affectant l'enveloppe

Dans le milieu urbain, la nature des matériaux qui couvrent les surfaces urbaines (trottoirs, façades et toitures) influe considérablement sur la consommation énergétique et l'ambiance thermique à l'extérieur et à l'intérieur du bâtiment dépendamment du climat. La fraction de l'énergie solaire incidente réfléchiée par les éléments extérieurs d'une structure affecte de manière significative le gain ou la perte de chaleur globale de la structure. Dans le bâtiment, qui est considéré comme le plus grand secteur consommateur d'énergie dans le monde, un choix judicieux des revêtements qui couvrent ses surfaces externes notamment du point de vue réflectivité solaire pourra être une solution adéquate pour économiser de l'énergie en assurant un niveau de confort thermique avec une consommation énergétique réduite. Cet article présente une étude ayant pour objectif l'évaluation de l'effet des revêtements réfléchissants sur la réduction des besoins énergétiques du bâtiment ainsi que l'amélioration du confort thermique intérieur. Dans la ville de Skikda, située au Nord-Est algérien et

²⁸ <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments>

²⁹ <https://www.energir.com/fr/affaires/espace-client/reduire-votre-consommation/trucs-et-conseils/enveloppe-du-batiment/>



caractérisée par un climat méditerranéen, une étude paramétrique a été réalisée sur un bâtiment générique en faisant varier la réflectivité solaire de ses murs et de son toit ainsi que d'autres paramètres tel que son orientation, la masse thermique et l'isolation de son enveloppe. Les résultats montrent qu'une haute réflectivité solaire combinée avec l'isolation thermique définissent un niveau de confort acceptable et diminuent les charges d'énergie, et que ces effets sont plus significatifs pour la toiture que pour les murs³⁰

1.11.3 La conception thermique de l'enveloppe d'un bâtiment

De but de bien concevoir une enveloppe d'une maison durable il faut suivre ces précautions extraites des différents livres de l'habitat durable :

- Réduire les surfaces de murs extérieurs et de la toiture.
- Utiliser le grenier comme espace-tampon entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment.
- Utiliser le sous-sol ou le vide sanitaire comme espace-tampon entre l'intérieur et le sol.
- Prévoir des conduits d'air pour la récupération naturelle ou mécanique des gains de chaleurs internes.
- Centraliser les sources de Chaleur à l'extérieur du bâtiment.
- Utiliser un vestibule ou un écran protecteur du vent à chaque entrée.
- Placer les espaces peu utilisés, les zones de rangement, les services et le garage

(Création d'un espace tampon climatique)

- Subdiviser l'intérieur (réaliser des zones séparées pour le chauffage ou la climatisation).
- Choisir les matériaux isolants pour contrôler les pertes de chaleur à travers l'enveloppe de bâtiments.
- Placer les pare vapeur (contrôler les pertes de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment).
- Mettre au point des détails de construction de mur pour réduire l'infiltration et l'exfiltration de l'air.
- Choisir des matériaux à fortes capacités thermiques (contrôle de transfert thermique à travers l'enveloppe).
- Prévoir des dispositifs d'isolation pour le vitrage.

³⁰https://www.researchgate.net/publication/323110864_Influence_de_la_reflectivite_de_l'enveloppe_sur_la_demande_energetique_des_batiments_et_sur_le_confort_thermique



- Réduire les ouvertures sur les façades Nord et Ouest.³¹

1.11.4 Rapport surface volume (RSV) :

L'évaluation thermique d'un bâtiment peut être obtenue avec un coefficient de forme représentant le rapport entre la surface du bâtiment et le volume habité. Ce coefficient permet d'évaluer l'exposition du bâtiment aux paramètres climatiques. Ce rapport est critiqué par Roger Camous car il trouve qu'il n'exprime pas la performance d'usage habitable. C'est pour cela on fait recours toutefois à un deuxième rapport qui est le (RSSP) : surface de l'enveloppe/surface du plancher, plus le (RSSP) est faible plus il fournit une meilleure performance. Camue. R, Watson donald, 1979³²

2. Les éléments de la mosquée peuvent améliorer l'efficacité énergétique :

De nombreuses études antérieures ont vu le jour en termes de thermodynamique (Asfour, 2009), qui est l'impact de la contrainte thermique sur l'efficacité thermique. Pour une discussion récente sur le rôle du forme globale dans la fourniture du confort thermique des bénéficiaires (Cook 1999) se produit dans le même souffle de réfrigération négative et de potentiel Pour le faire. (Mahmoud, 1999) a fourni une étude approfondie sur le développement de l'efficacité Et le Saudia Arabian Thermal Survey, une étude approfondie qui reposait sur la production Les éléments de contrôle dans la modification thermique de la forme, les matériaux de construction, le nombre de fonds, Système de ventilation, système d'eau et autres, et l'utilisation de l'analyse mathématique rigoureuse. Et au Seigneur Les deux principales composantes de la mosquée sont : salle de prière, Sahen, coupes et le minaret Cependant, des études récentes ont examiné d'autres composantes et détails de la littérature et de la littérature. Ce qui signifie contrôler le confort thermique ou augmenter l'efficacité thermique Nous les classons comme suit :

A. L'orientation : La nécessité de guider la Qibla signifie que chaque zone géographique a une direction Comparée au mouvement du soleil et c'est pourquoi chaque région a une étude climatique particulière.

³¹ Mémoire de magister « Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment.

-Cas des zones arides et chaudes »

³² Mémoire de master 2 « L'IMPACT DE L'ENVELOPPE EXTERIEURE DU BATIMENT TERTIAIRE SUR LE CONFORT THERMIQUE »



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

B. Environnement immédiat : Ce qui est considéré comme la masse la plus commune d'une pierre urbaine séparée laissée par Sous réserve des conditions météorologiques de tous les côtés.

C. Volume : Le problème est généralement trouvé trois ou plus différent, Il y a 100 bénéficiaires, avec une capacité maximale de 400 personnes et adultes Le nombre de fidèles est de 1000 fidèles.

D. Forme géométrique : Deux formes architecturales dominant les mosquées et sont rectangulaires à carrées.

E. Forme architecturale : Ce qui diffère entre la mosquée fermée et la mosquée à moitié ouverte avec la présence du Sahen .

F. Couloirs couverts : généralement situés aux entrées de la salle.

G. La forme du toit : qui diffère entre le toit plat et le plafond des nids. **Et ce qui avec une coupole ...**

H. Salle de prière : Les mosquées ont plusieurs types selon les salles de prière, où le plus simple est la salle de prière, puis les doubles étages à plusieurs étages.

I. Hauteur de la salle de prière Doit valoir 1,5 de l'unité de conception de la salle de prière à condition qu'elle ne soit pas inférieure à 6 mètres.

J. Les ouvertures : ouvertures dans la trouville Toutes les façades presque sauf le mur de l'Qibla, ils sont plus élevés que le niveau de vue.

K. Matériaux de construction : béton armé pour structure et pierre pour les murs et les plafonds.

L. les couleurs : est considéré comme important dans la détermination de la quantité d'énergie solaire Reçu par les murs et les plafonds. par les murs et les plafonds.³³

³³ Mémoire de magister « L'optimisation de la performance énergétique dans les mosquées »



CHAPITRE 01

L'architecture et la consommation énergétique

Conclusion :

C'est le devoir des architectes maintenant, de voir l'aspect de l'enveloppe du construction, reconnu et intégré comme partie intégrante dans le processus de la conception architecturale. L'intérêt va donc du plaisir de faire des solutions pour un bon contrôle de la consommation d'énergie sans la perturbe de confort.



CHAPITRE 02



Introduction :

L'Algérie est l'un des pays caractérisés par la multiplicité de son patrimoine depuis la préhistoire jusqu'à nos jours, qui témoigne par son nombre et sa diversité des différentes civilisations qui se sont succédé dans son territoire, mais malheureusement ce patrimoine se dégrade de jour en jour et risque même la disparition.

1. Les mosquées en Algérie :

L'Algérie compte officiellement 15 000¹. alors que le pays abritait 14 000 mosquées ces dernières années. Selon les statistiques du ministère des Affaires religieuses et des Dotations, leur nombre a augmenté grâce à la rapidité d'exécution et à la contribution importante des citoyens au financement et à la fourniture généreuse de matériaux de construction. Il y a 450 mosquées seulement à Alger.

Environ 90% des mosquées algériennes ont été construites après l'indépendance. Par exemple, la ville de Sétif, la quatrième plus grande ville du pays à l'indépendance en 1962, compte deux mosquées et deux églises et compte aujourd'hui 43 mosquées. La capitale comptait une douzaine de mosquées et leur nombre a doublé 45 fois.²

1.1 L'architecture des mosquées en Algérie

L'architecture islamique se manifeste par ses éléments architecturaux et architectoniques, utilisées dans la conception de ses mosquées qui se sont développés et évolués, à travers le temps avec la succession des différentes périodes dans le temps et dans l'espace.

L'Algérie comme les autres pays musulmans, a développé un style architectural islamique depuis l'arrivée de l'islam à son territoire, mais actuellement la mosquée Algérienne a perdu sa touche architecturale, surtout après la rupture causée par le Colonialisme français.

Les mosquées contemporaines Algériennes, ce caractérise par une pauvreté architecturale, elle ne présente aucun style architectural islamique prédéfini, tandis qu'elle répondait au simple besoin d'avoir une mosquée à proximité des lieux de résidence.³

Le style des mosquées est souvent laissé aux choix des associations culturelles financées par les donateurs. Ces derniers sont, dans leur très grande majorité, des personnes aisées, des

¹ <https://journals.openedition.org/remmm/6159> « La mosquée en Algérie. Figures nouvelles et pratiques reconstituées Mosquées in Algeria. New figures and reconstructed practices Abdurrahman Moussaoui »

² <https://www.albayan.ae/sports/2006-10-17-1.954508>

³ <http://www.univ-bejaia.dz/dspace/handle/123456789/3216> (la qualité architecturale des mosquées contemporaine en Algérie).



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupes

industriels, des commerçants qui, pour une raison ou une autre, vont contribuer et parfois financer la totalité de la construction d'un édifice. À Oran, au cours des deux dernières années, deux nouvelles mosquées ont été entièrement construites grâce aux dons de deux industriels⁴

Leurs promoteurs sont souvent des personnes physiques ; car ce sont plutôt les citoyens que les pouvoirs publics qui en sont les principaux constructeurs⁵

Avant la ville coloniale française, l'Algérie comptait cent mosquées et, l'année de sa chute, il y avait treize grandes mosquées et cent neuf petites mosquées.

1.2 Les plus célèbres mosquées en Algérie

- La mosquée el Kébir la plus ancienne mosquée en Algérie
- La mosquée Mohammed bey à Oran ou sidi le Houari (mosquée ottomane)
- La mosquée ketchaoua (mosquée ottomane)⁶

Les habitants de milliers de villages algériens ont construit leurs propres mosquées⁷ pour cela on a trouvé des difficultés de définir les styles dominants des mosquées algériennes donc on va étudier les mosquées ottomanes en Algérie.

2. L'architecture ottomane en Algérie :

2.1-Architecture :

L'Algérie a acquis un atout architectural riche et important, reflétant une période de l'histoire vécue par l'Algérie, la période de l'existence ottomane, au cours de laquelle le pays s'est développé dans tous les domaines, en particulier celui de l'architecture que nous étudions.⁸

La médina d'Alger, ville millénaire, a connu différentes civilisations dont la plus marquante est celle des ottomans entre le XVIe et le XIX e siècle qui a défini la forme définitive de la médina. Au XVIIe siècle, celle-ci a connu une richesse économique, qui s'est

⁴ <https://journals.openedition.org/anneemaghreb/907> Les mosquées en Algérie ou l'espace reconquis : l'exemple d'Oran Mosques in Algeria: the reclaimed spaces of Oran Dalila senhadji Khiat

⁵ <https://journals.openedition.org/remmm/6159> La mosquée en Algérie. Figures nouvelles et pratiques reconstituées Mosques in Algeria. New figures and reconstructed practices Abderrahmane Moussaoui

⁶ https://hyatoky.com/%D8%B9%D8%AF%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%A7%D8%AC%D8%AF_%D9%81%D9%8A_%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1

⁷ <https://www.albayan.ae/sports/2006-10-17-1.954508>

⁸ Mémoire de magister « المساجد والعمران في الجزائر خلال العهد العثماني »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

traduite sur le plan urbain et architectural, par la construction de plusieurs édifices publics monumentaux particulièrement les édifices religieux.

Un bon nombre de ces édifices « 122 mosquées dont 13 grandes mosquées, plus de 32 goubbas et 12 zaouïas » étaient dès les premières années de la colonisation. Parmi ces monuments rasés, certains sont perdus à tout jamais, comme c'est le cas pour les mosquées Setti Meriem, Essayda, Sidi Rabbi ou Mezzo Morto.⁹

Figure08_un quartier ottomane de la base de Casbah détruite par les français_



Source : auteur

⁹ Mémoire de magister « mise en valeur d'un element de permanence culturelle. la zaouia el rahmania de sidi m'hamed bou quobrine à alger »



2.1.1 L'architecture religieuse :

Les formes des Ottomans sont inspirées directement des monuments byzantins à plans rayonnants, dont le prototype est Sainte Sophie de Constantinople. Ce merveilleux témoin de l'art religieux chrétien a été imité, adapté, repensé par d'excellents architectes à la solde des sultans, et en définitive, magnifié par le génial Sinan dans la Grande Mosquée d'Edirne.

Pour résumer **les caractères essentiels de ces constructions** : Un plan carré ou barlong au centre duquel une grande coupole repose sur de gros piliers reliés par de grands arcs, flanqués de galeries couvertes de couplettes assez plates : des demi coupoles d'angle confortant la grande coupole renforcée par des arcs-boutants, une cour bordée de galeries à couplettes. De hauts minarets polygonaux ou cylindriques souvent à plusieurs étages, coiffent l'ensemble

Tous ces éléments donnent à l'ensemble un profil pyramidal et des silhouettes familières assez identiques¹⁰

3. La mosquée

Et puisque **les mosquées** sont considérées avant tout le lieu où le fidèle se prosterne pendant les prières rituelles et ne suppose à première vue rien de plus qu'un espace rituellement pur. Au fil du temps, ce terme est cependant venu recouvrir une réalité d'une complexité grandissante, tant dans ses fonctions que dans son organisation et surtout dans ses formes architecturales.¹¹

3.1 Le rôle des mosquées

Depuis la naissance de l'islam, la mosquée joue un rôle crucial dans la vie de la communauté musulmane. C'est le lieu le plus éminent de la société musulmane. Il doit se trouver au centre géographique du village ou de la cité. Mahomet établit sa première mosquée comme sa résidence et le siège de son quartier général. C'est à la mosquée que les décisions politiques sont prises.

- La mosquée joue un rôle central très varié : essentiellement politique, et aussi religieux, éducatif, social.

¹⁰ Lucien Golvin « Le legs des Ottomans dans le domaine artistique en Afrique du Nord In : Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, » N°39, 1985. pp. 201-226

¹¹ Mémoire de master 2 « l'optimisation des pratiques de la maîtrise d'ouvrage public pour la réussite de l'opération de construction »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

- A la mosquée, l'imam conduit la prière cinq fois par jour et le prêcheur prononce le prêche du vendredi.
- La mosquée a toujours eu un rôle politique, le concept de la séparation du spirituel et du temporel n'existant pas dans l'islam. Les sermons du vendredi à la mosquée servent à l'endoctrinement et à l'orientation politique des fidèles.
- L'enseignement de la langue arabe, sous couvert d'une activité culturelle, tient lieu d'apprentissage du Coran et de sa mémorisation.¹²

A travers l'histoire, les mosquées ont servi :

- De fort et de citadelle où l'on pouvait se réfugier en cas de besoin.
- De pharmacie et de dispensaire.
- Des organes d'information. Les décrets, les communiqués et les décisions du gouvernement étaient lus publiquement dans les grandes mosquées du pays.
- Des centres d'étude. Dans certains pays musulmans, les grandes mosquées ont joué un rôle important dans le développement des sciences et la modernisation des sociétés.

La mosquée n'était donc pas uniquement un lieu destiné à la prière ; elle remplissait de nombreuses autres fonctions : université, hôpital, espace de débat.... C'était également un lieu où l'on accueillait les voyageurs et les nécessiteux qui trouvaient la nourriture et l'hébergement dans un climat de parfaite fraternité¹³

3.2 La genèse des mosquées :

« La première maison a été édifiée pour les gens, c'est bien celle de Bekaa (la Mecque) bénie et une bonne direction pour l'univers » coran

Selon le coran, la première mosquée était masjid Al Harem connue, Également sous le nom de Kaaba à la Mecque, qui aurait été édifié par le prophète Ibrahim et son premier fils Ismaël.

Cependant, la première construite pendant le règne de l'islam et la mosquée de quba à Médine. Elle aurait édifié lors de l'hégire de prophète Mohammed et de ses compagnes de Mecque vers la Médine, connu aujourd'hui sous le nom « masjid alnabawi » ou la mosquée du prophète, cette dernière initie le prototype de future mosquée

¹² <https://ripostelaique.com/a-quoi-servent-les-mosquees.html>

¹³ <https://www.psm-enligne.org/societe/articles-societe/3014-le-role-de-la-mosquee-dans-laccueil-des-nouveaux-musulmans>.



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupes

Ce modèle sera repris dans les premières mosquées dites hypostyle, notamment celles des Omeyyades à Damas. Ce modèle de la mosquée hypostyle connaît un large succès en Andalousie, aux frontières d'Iran et de la Turquie.¹⁴

3.3 Les différents plans de mosquée :

A. Plan Arabe :

C'est le premier plan conçu et se base sur un modèle plus ou moins archétype, la maison du prophète à Médine actuellement située sous la grande mosquée de Médine. Le plan arabe ou plan Hypostyle ; se compose d'une cour à portiques et d'une salle de prière à colonnes, les nefs étant dirigées parallèlement ou perpendiculairement à la qibla. Les mosquées de plan arabe ont été construites notamment sous le règne des Abbassides et Omeyyades ; nous les trouvons dans tout le monde islamique, depuis la Syrie à la mosquée de Damas jusqu'au Maghreb en Espagne et en Irak¹⁵

Figure 09 _Grande mosquée de Sanaa, 8^{ème}_



Source : https://archnet.org/sites/3800/media_contents/264

¹⁴ Source mémoire de magister « l'évolution des éléments architecturaux et architectoniques de la mosquée en vue d'un cadre référentiel de conception. »

¹⁵ Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à Constantine.



B. Plan mongol

Ce plan se trouve quasiment en Inde à partir du 16^{ème} siècle, il est influencé par le plan Iranien. Il se caractérise par une immense cour à quatre iwans, il ouvre sur une salle de prière étroite et rectangulaire, couronnée par trois ou cinq coupoles bulbeuses. Exemple : les grandes mosquées de Delhi et de Bidard ¹⁶ .

Figure10_les grandes mosquées de Delhi et de Bidard_



Source : <https://www.havas-voyages.fr/p-circuit/inde-0-circuit-au-coeur-de-linde-61997.html>

C. Plan iranien

Comme son nom l'indique, ce plan se retrouve exclusivement dans le Grand Iran, (une partie de l'Afghanistan et du Pakistan et une partie de l'Irak). C'était également le plan utilisée En Inde avant la dynastie moghole.

Il apparaît au Xe siècle avec la dynastie seldjoukide et se caractérise par l'emploi d'iwans (porches ouverts en arc), souvent sur les quatre côtés d'une cour centrale ; une vaste entrée s'orne d'un pishtak (portail formant une avancée, souvent surmonté de deux minarets et ouvert par un grand arc) ; la cour est prolongée par une salle de prière sous coupole¹⁷

¹⁶ <https://mosquesomeyyades.wordpress.com>

¹⁷ Mémoire de master « La grande mosquée de Tlemcen : structure et techniques de constructions traditionnelles »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure11_ Mosquée du vendredi Ispahan Iran_



Source : <https://fr.irandestination.com/mosquee-du-vendredi-ispahan-iran/>

D. Le plan ottoman :

Ce plan se trouve en Turquie principalement et fut mis au point après la prise de Constantinople en 1453 ; le plan ottoman se compose d'une salle de prière sous une immense **coupole et coupolettes étagées**, souvent les mosquées de type ottoman font partie de grands complexes, on remarque une influence Byzantine sur le plan ottoman.¹⁸

Et en raison de l'importance des mosquées. Il est devenu de pointe des équipements ottomane.

Figure 12 : saint Sophie Istanbul



Source : <https://toutelaturquie.com/excursion-escale-istanbul-vielle-ville/>

¹⁸ Mémoire de magister « l'évolution des éléments architecturaux et architectoniques de la mosquée en vue d'un cadre référentiel de conception. »



4. Les caractéristiques générales de la mosquée ottomane

Presque toutes les mosquées de tous types sont précédées d'un porche de trois ou cinq baies couvertes par des coupoles

L'architecture ottomane est complexe dans ses volumes et ou la coupole et jumelée de coupolettes ou de demi-coupoles ou encore de voutes : elle est d'influence byzantine

- Minaret en chandelier
- Décors intérieurs très poussés par des piliers par l'intermédiaire d'arcades
- L'emploi de demi-coupole
- Coupolettes sur les travées latérales, en disposition pyramidale en cascade vers les pieds des quatre minarets sauf la mosquée bleue ou il y a cinq minarets
- Fenêtres à vitraux très nombreuses
- Combinaison de volume cubique et des couvertures hémisphériques

Toute la grâce de l'édifice vient de la perfection des lignes géométrique reste secondaire ¹⁹

5. Architecture ottomane des mosquées en Algérie :

L'architecture Ottomane s'affirme dans les mosquées, palais et bâtiments publics en Algérie, dès le XV^e siècle. L'influence pour les moquées est directement inspirées par les formes et l'appareillage Byzantins de Constantinople.

- ✓ Le plan conserve la cour entourée de portiques couverts de petites coupoles.
- ✓ Grande coupole sur nef unique permettant de vastes espaces intérieurs sans piliers.
- ✓ La salle de prière vaste et haute devient un large volume unifié par une puissante coupole centrale contrebutée par un système de demi-coupoles et couplettes.
- ✓ L'effet de pyramide est provoqué par l'étagement des coupoles et les demi-coupoles
- ✓ L'utilisation de la pierre de taille à sec et des maçonneries en brique

¹⁹ Mémoire de magister « l'évolution des éléments architecturaux et architectoniques de la mosquée en vue d'un cadre référentiel de conception. »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : **Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles**

- ✓ Les minarets sont très caractéristiques avec leur silhouette élancée et fuselée à couverture en cône.
- ✓ Muqarnas : utilisée dans l'intersection d'une coupole avec son soubassement carré
Ainsi que pour la niche du mihrab
- ✓ Le percement dans les murs de tympan et des coques des coupoles par des fenêtres assurent à l'espace intérieur un éclairage diffus et homogène²⁰

6. Les mosquées ottomanes en Algérie :

- **Alger :**

- 1-La mosquée Ketchaoua à Alger,
- 2-La mosquée Sidi Abderrahmane à Alger,
- 3- La mosquée la Pêcherie à Alger,
- 4-La mosquée Ali Betchin à Alger,
- 5- La mosquée Safir à Alger

- **Annaba et Constantine :**

- 1-La mosquée Salah Bey à Annaba,
- 2- La mosquée El-Kettany à Constantine,
- 3- La mosquée Souk El Ghazel à Constantine,
- 4- La mosquée Sid Lakhdar à Constantine

- **Oran et Tlemcen :**

- 1- La mosquée Pacha à Oran,
- 2-La mosquée Bey Mohamed El Kébir à Oran,
- 3-La mosquée Sidi Brahim à Tlemcen

²⁰ Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux
Cas de la mosquée ottomane à Constantine



6.1 Les mosquées ottomanes à Alger :

6.1.1 Mosquée ketchaoua :

Figure13_ la mosquée ketchaoua_



Source : auteur

➤ Présentation

Djamaa Ketchaoua patrimoine mondiale de l'UNESCO Ketchaoua signifie en langue Turque "plateau des chèvres". Édifice surprenant par le mélange des styles romano-byzantin et turco-arabe, la mosquée Ketchaoua fut le centre d'un quartier animé entre la citadelle et la rade d'Alger.

Fig.14_ l'emplacement de la mosquée ketchaoua _



source : Google earth 2019



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Elle a été bâtie vers 1613 et agrandie en 1794 par le Dey Hassan sous l'empire ottoman. Le monument, comprenant deux minarets et dont la façade est décorée de mosaïques, a été transformé en cathédrale avant de retrouver sa vocation de lieu de culte musulman à l'indépendance du pays²¹.

Figure 15. la mosquée ketchaoua _



Source : auteur

➤ Description de la mosquée :

Lucien Golvin donne une description générale de cette édifice bâtie « **sur plan barlong, environ 24/20 m, la salle de prière comprenait un espace carré de 11,50 m de côté, que coiffait une vaste coupole octogonale sur trompes en coquilles ; des galeries bordaient cet espace central** et comme dans la mosquée d'Ali Betchine elles étaient double à l'opposé du mihrab. Ces galeries étaient coiffées de coupoles secondaires, séparés par des arcs doubleaux ; toutes reposaient sur des pendentifs ²².

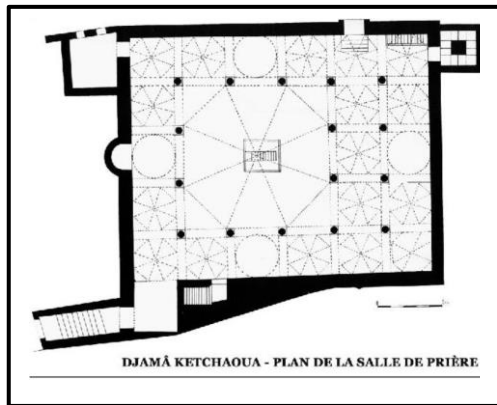
21 <https://bibamous.skyrock.com/2489098867-Mosquee-Ketchaoua.html>

22 Lucien Golvin « Le legs des Ottomans dans le domaine artistique en Afrique du Nord In : Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, » N°39, 1985. pp. 201-226



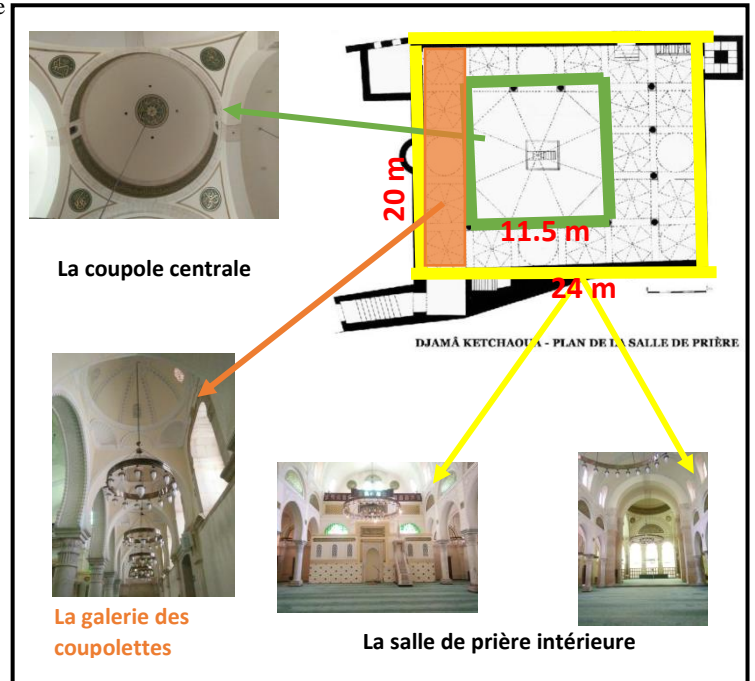
CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure16 _Plan de la salle de prière de la mosquée Ketchaoua_



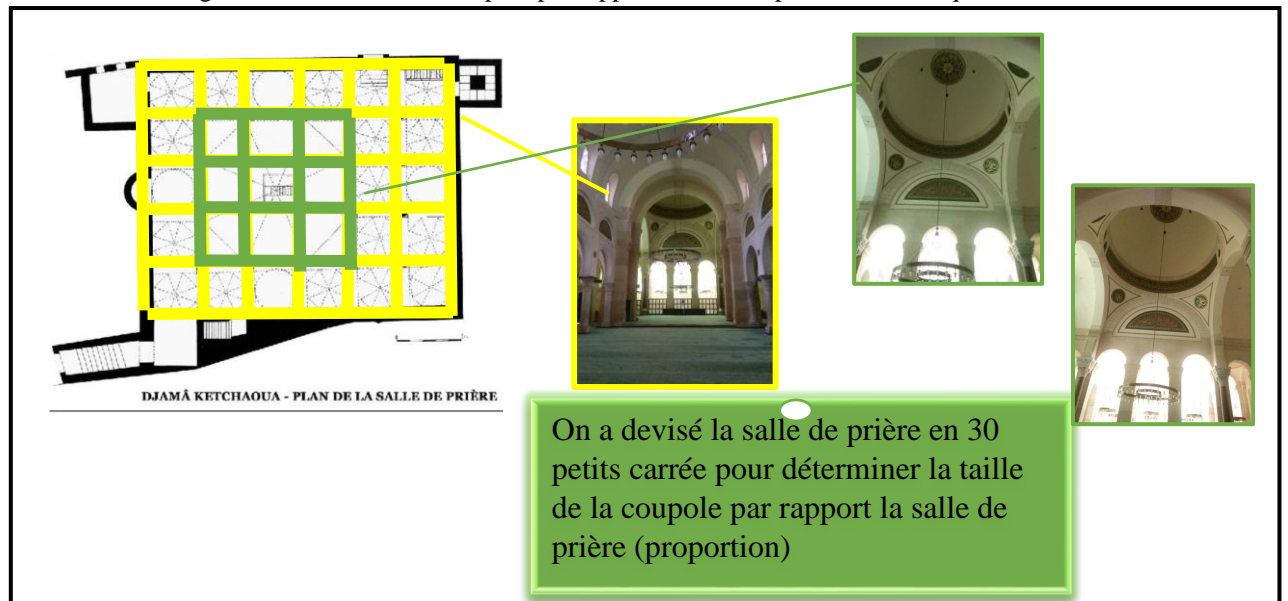
Source : <https://www.institut-numerique.org/ii-chapitre-ii-mosquee-ketchaoua-cathedrale-saint-philippe-50d48f6c3e58e>

Figure 17 plan détaillée de la mosquée _



Source : auteur

Figure 18. La taille de la coupole par rapport la salle de prière de la mosquée de ketchaoua



Source : auteur



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure19_ les ouvertures de la mosquée ketchaoua _



Nous notons également que les ouvertures de la mosquée Ketchaoua sont constituées de deux rangées de chaque côté, à l'exception du mur de qibla qu'il comporte deux ouvertures

Les ouvertures de cette mosquée se caractérisent par ses formes rectangulaires et incurvées du haut

L'absence des ouvertures à la coupole

Tandis que le matériau utilisé pour la construction de cette mosquée est le plâtre

Source : auteur

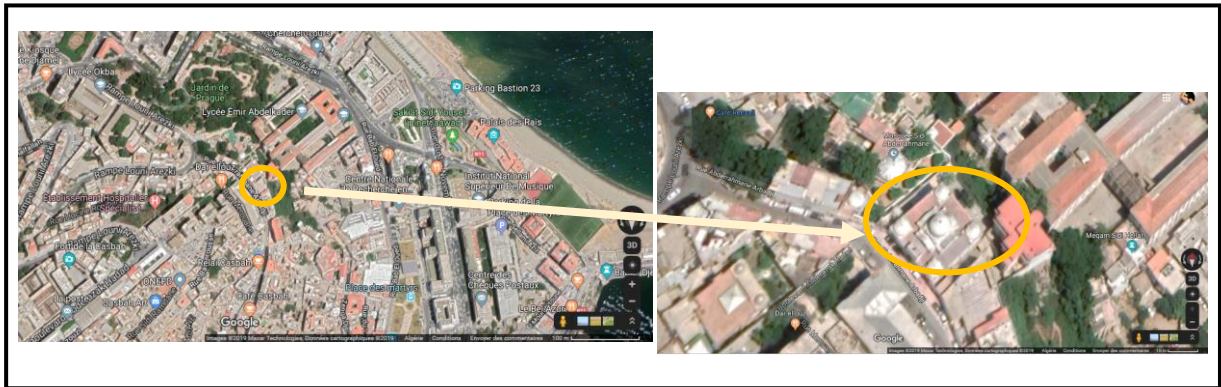


CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

6.1.2 Mosquée sidi Abderrahmane :

L'édifice actuel, remplaçant une construction plus ancienne qui depuis 1611 abritait le tombeau du marabout a été bâti en 1696, sous le dey El-Hadj-Ahmed (qui régna de 1695 à 1698) puis transformé à nouveau en 1729 à l'époque d'Abdi-Pacha (Kourid Abdi, dey d'Alger de 1724 à 1732). Depuis 2005 la rénovation de l'édifice et des dépendances a été entamée pour prendre fin en 2009. Il se compose d'une mosquée, avec un gracieux minaret à étages de colonnettes, où brillent des revêtements de faïences de diverses couleurs, d'une koubba dont les murs sont recouverts de faïences et d'ex-voto, renfermant le tombeau du saint, surmonté d'un tabout (chasse de bois sculpté et doré ornée de nombreux étendards de soie) et quelques autres tombes, et de divers locaux à l'usage de l'oukil (gardien) et de son personnel²³

Figure 20: la situation de la mosquée sidi Abrhamen _



Source : Google Map

de day Alahaj Ahmed Al Olji le 17 siècle pour servir de salle de prière la chambre funéraire se voit doté d'un mihrab et d'une coupole octogonale ²⁴

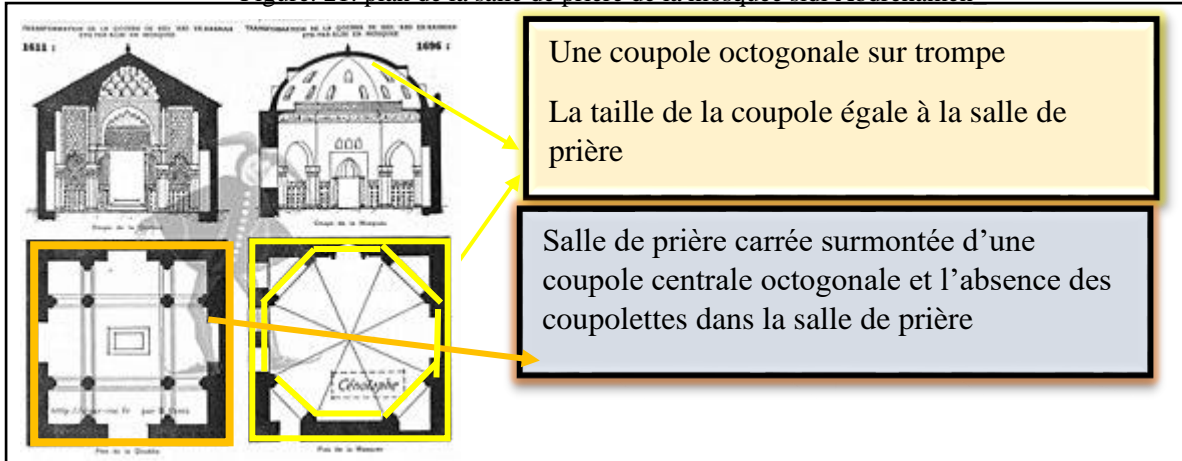
23 <http://cnra.dz/atlas/sidi-abderrahman-et-thaalibi/>

24 https://www.youtube.com/watch?v=lmb_rH4YxOw



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure. 21: plan de la salle de prière de la mosquée sidi Abdrehamen



Une coupole octogonale sur trompe
La taille de la coupole égale à la salle de prière

Salle de prière carrée surmontée d'une coupole centrale octogonale et l'absence des couplettes dans la salle de prière

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosqu%C3%A9e_Sidi_Abderrahmane

Figure22_ les ouvertures de la mosquée sidi Abderrahmane _



Nous notons que les ouvertures de la mosquée sidi Abderrahmane sont des petites ouvertures

L'existence des ouvertures dans la coupole (trois ouvertures rectangulaire incurvées du haut dans chaque cotés)

Source : <http://marenostum.eklablog.com/le-mausolee-de-sidi-abderrahmane-a5612387>



6.1.3 Mosquée la pêcheurie :

Djamaa al-Jdid « nouvelle mosquée »

Est une des mosquées historiques d'Alger. Elle est située dans le quartier de la basse Casbah. Elle a été construite en 1660 dans le style mauresque. Sa proximité avec la mer lui valut aussi son surnom de Mosquée de la Pêcheurie (Djamaa El-Houatine).

Fig..22 la situation de la nouvelle mosquée (la pêcheurie)



source : google map

➤ Architecture

Date de construction : 1070 H./ 1660

Matériaux : Pierre, marbre, brique, plâtre

Décor architectural : Céramique, bois

Destinataire/mandataire : Dey Mustapha Pacha

Dimensions : 39,50 x 24 m ; minaret : H. 30 m.

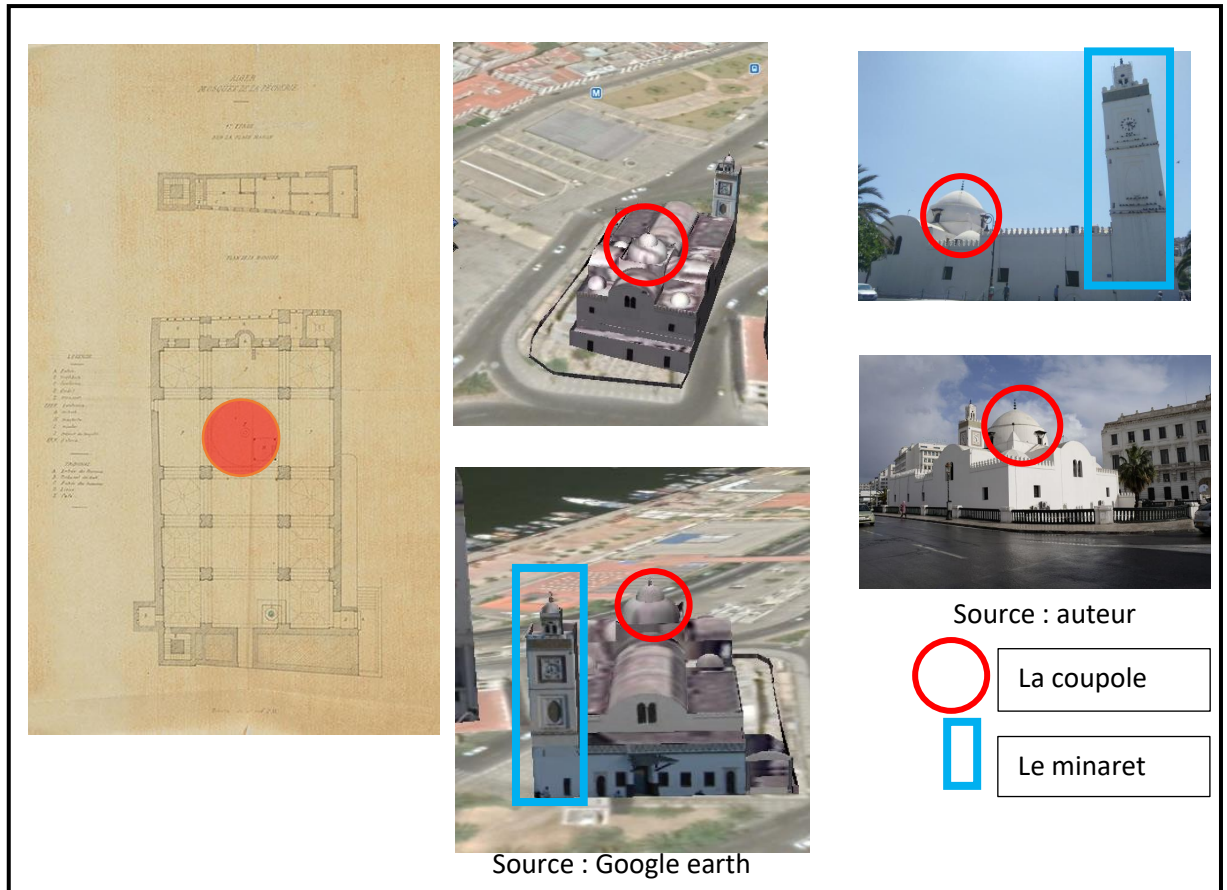
Son plan est basilical, ses trois nefs perpendiculaires au mur de la qibla sont coupées par cinq travées. La nef centrale et l'avant dernière travée sont surélevés formant au niveau du toit une croix latine, dont le croisement des bras est surplombé d'une coupole, tandis que les nefs latérales sont couvertes de coupolettes et de terrasses plates surmontant des arcs de cloître, allégés à leur base de défoncements en arc brisé. -Aux quatre angles, au-delà de l'espace couvert par la coupole centrale, quatre espaces carrés sont coiffés de quatre coupoles octogonales. Entre ces espaces carrés, trois des espaces ainsi délimités sont couverts, chacun, d'une voûte en berceau. Le quatrième espace, celui qui fait face au mur de la Qibla, est couvert d'une quatrième voûte sur trois travées ; la niche du mihrâb est octogonale, coiffée



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

d'un cul-de-four. Le minaret carré à lanternon de silhouette maghrébine, couronnées d'une frise de céramique. ²⁵

Fig.23_ plan détaillé de la mosquée _

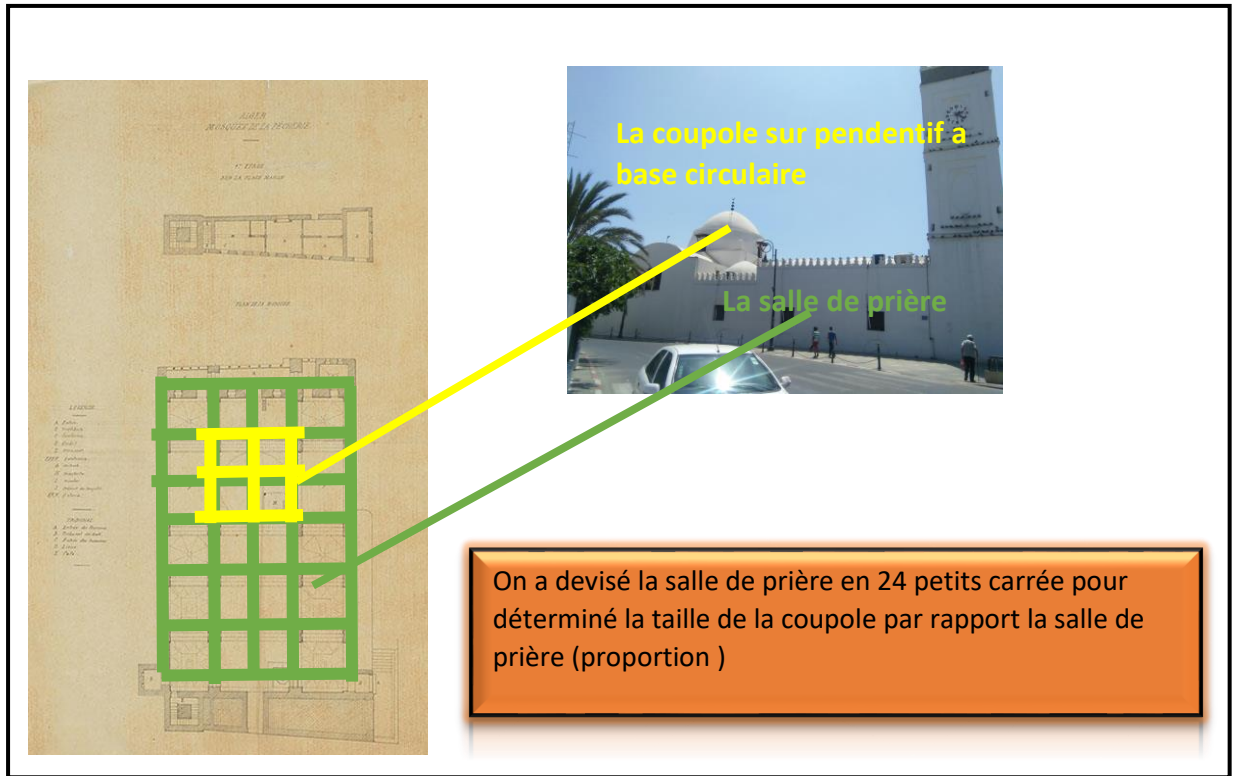


source : http://elconum.huma-num.fr/mosquee-de-pecherie.html?fbclid=IwAR3cP1qKY_LEXbTdcwNVA11ZcGQJ6HgdwOLzNsnyMB-S7mBSG-Yd84kd2K8



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure.24_ Les proportions de la mosquée



Source : auteur

Figure25_ description de la mosquée _



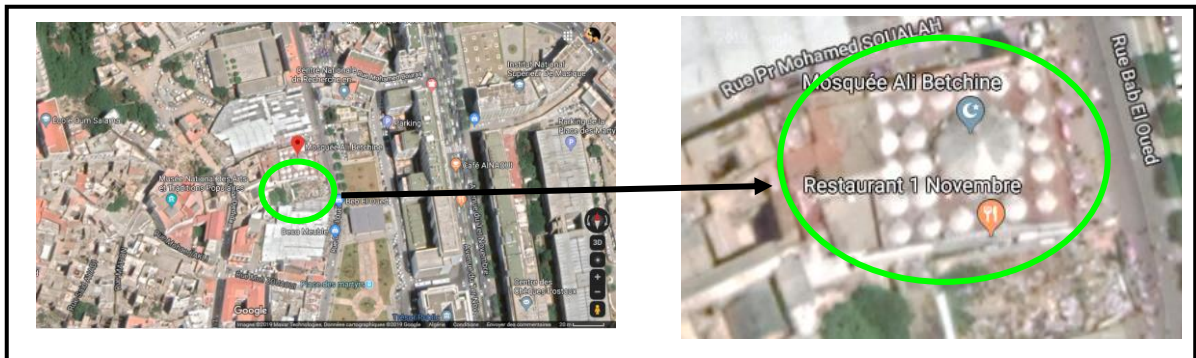
Source : auteur



6.1.4 Ali Betchin

Cette mosquée, située dans la rue Bab-el-Oued, tout près de la Casbah, a été l'église Notre-Dame-des-Victoires de 1843 à 1962, puis est redevenue une mosquée (Djemââ Ali-Betchin).

Figure26 _la situation de la mosquée _



source : Google map

L'ancien monument archéologique représenté par la mosquée Ali Betchin dispose d'une salle de prière qui reçoit environ 500 sérum.

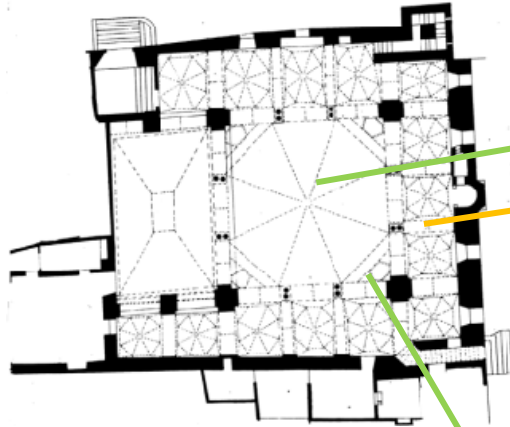
La salle de prière est située à une hauteur de 5 mètres au-dessus de la rue Bab Al Wadi donnant sur la place Shuhada.

La salle de prière est accessible depuis Bab Al Wadi Street nord ou depuis la rue Mohamed Sweileh Est. ²⁶

²⁶ cnra.dz/atlas/mosquee-ali-betchin/

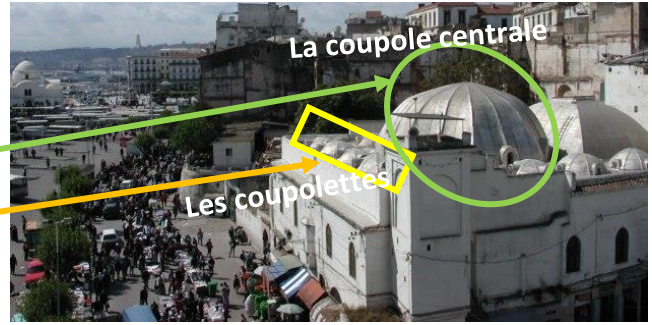


Figure,27_Plan de la mosquée ali betchine _



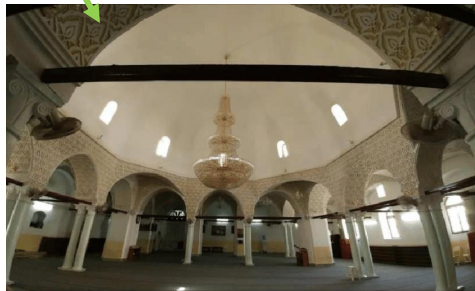
<https://www.researchgate.net/figure/Plan-de-la-mosquee-Ali-Betchine->

Figure.28_ la mosquée ali betchine _



Source :https://www.huffpostmaghreb.com/2015/08/19/rais-betchine-le-politicien-putschiste-et-constructeur-de-mosquee-qui-a-defie-le-sultan-ottoman_n_8010136.html

Figure29_la coupole de la mosquée ali betchine_



Source :https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/08/mateconf_cmss2018_02060.pdf

➤ Les dômes

Le toit de la salle de prière contient un grand dôme octogonal (huit côtes) entouré d'environ vingt-huit petites côtes de dôme ainsi.

➤ Le minaret

Le minaret de la mosquée Ali-Patchouli se caractérise par son style mauresque et sa forme carrée, qui contient un noyau central avec quatre ailes d'escaliers entourés par la mosquée.

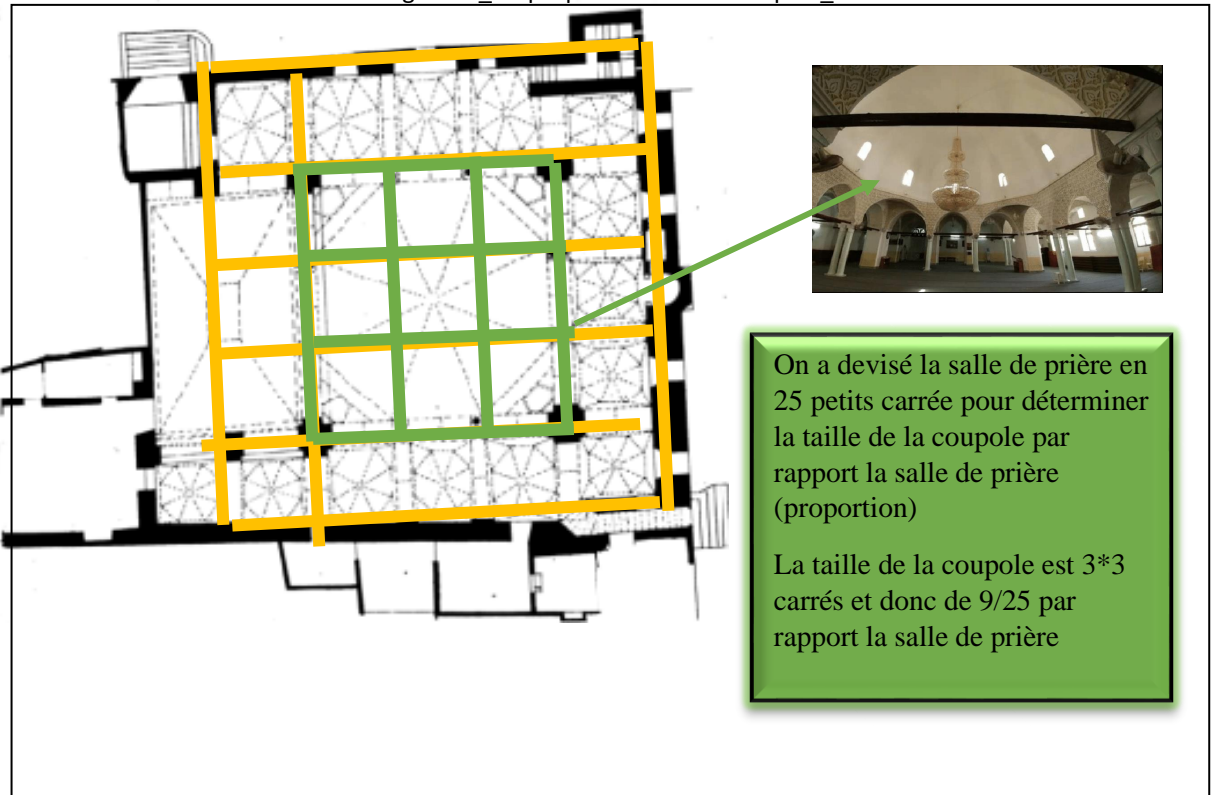




CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

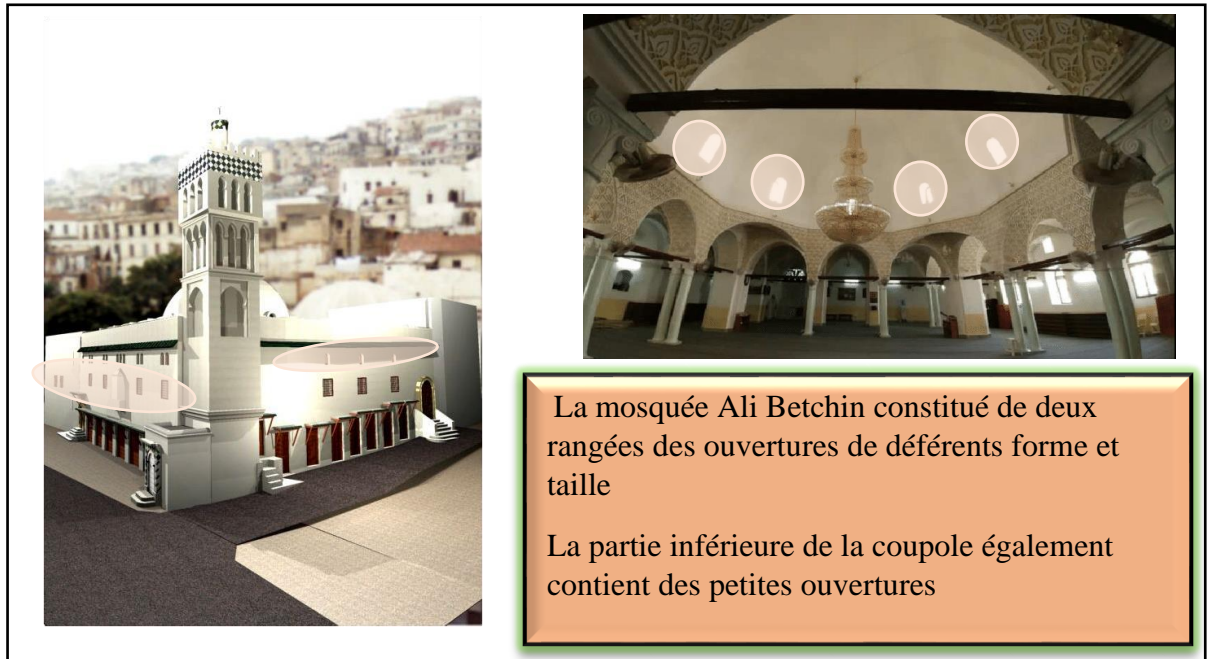
La base de ce minaret est de huit mètres de profondeur, et la partie postérieure supérieure a été introduite à la hauteur de l'amendement des années 1860, qui a été réduit de 15 mètres à seulement 12 mètres. ²⁷

Figure30_ les proportions de la mosquée_



Source : auteur

Figure31_ les ouvertures de la mosquées Ali betchine



source : <https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1556029>

²⁷ cnra.dz/atlas/mosquee-ali-bitchin/

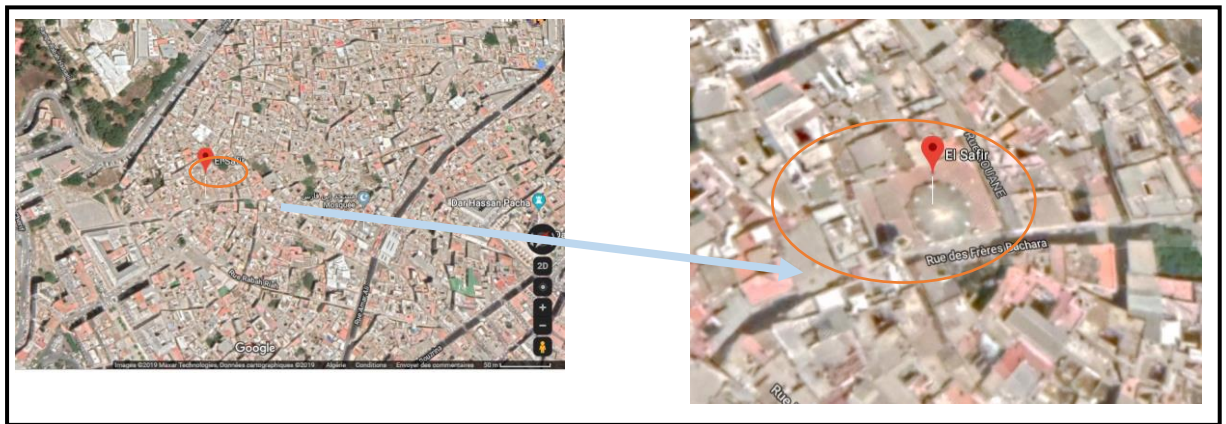


6.1.5 Mosquée saphir :

➤ Emplacement et nom :

Cette mosquée est maintenant située à l'angle de la Fraternité de la rue Beshara (anciennement Kléber) et Rawan Abdul Hamid Street La mosquée était à l'origine situé dans la partie supérieure de la Kasbah, le demandeur et la montagne, (anciennement Montapur et une torsion au nom zéro. Cette mosquée est maintenant connue sous le nom de mosquée Safeer)

Figure32_la situation de la mosquée_ safir



Source : Google map

➤ Description de la mosquée :

La mosquée de safir de plan rectangulaire mesurant à l'intérieur 17.50m*13.20m avec une hauteur de 10 m, le carré centrale 9.80*9.80, couverts par une coupole a base octogonale. Mais, ici, les formes intermédiaires, entre la masse cubique de la salle de prière et la coupole, constituées par quatre trompes d'angle hémisphérique ²⁸

Cette mosquée est caractérisée par 2 (le dôme se connecte à la salle de prière avec quatre colonnes, sa base octogonale), qui remonte à l'origine orientale, qui a commencé avec son minaret à huit côtés (voir la carte dont l'effet est montré sur le caractère marocain à quatre côtés et les toits des couloirs entourant le dôme central).²⁹

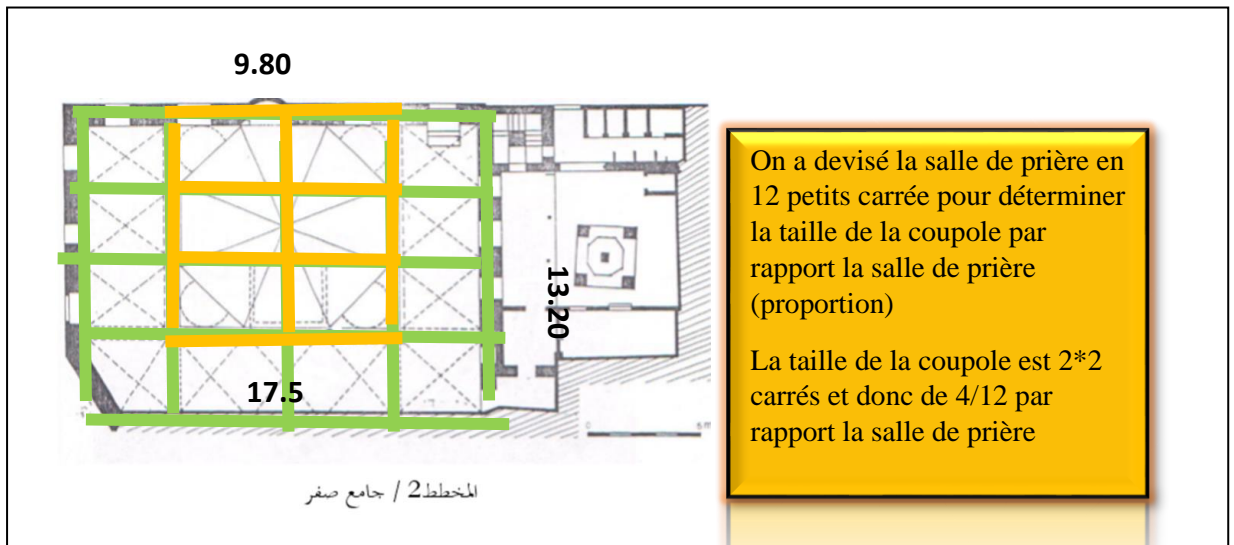
28 Mémoire de magister « l'étude expérimentale de l'impact de la baie

29 mémoire مساجد القصبة في العهد العثماني تاريخها ، دورها ، وعمارته



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure33 _ : le plan de la mosquée safir_



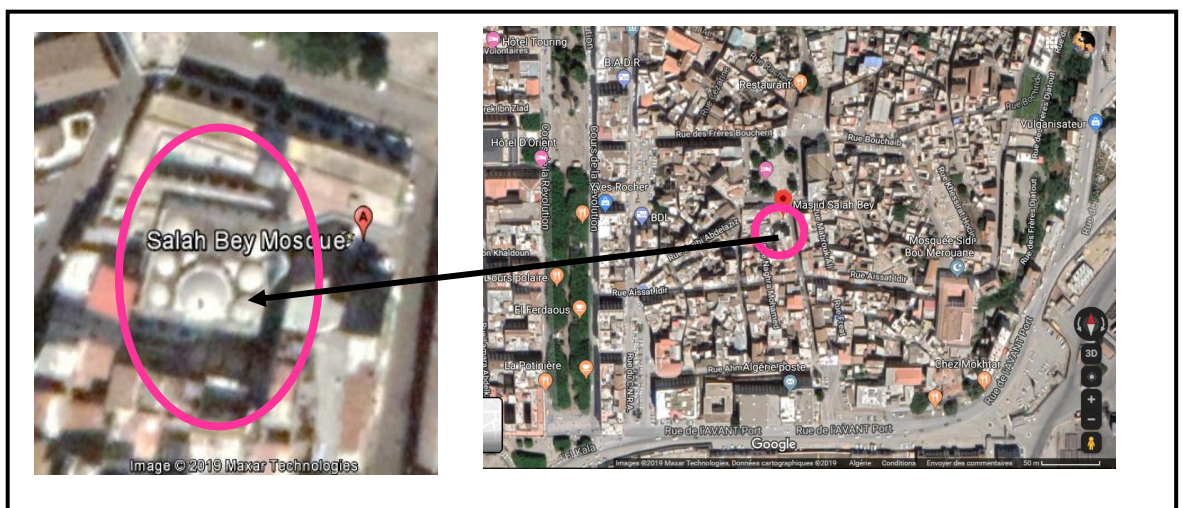
Source :

Les mosquées ottomanes à Constantine et Annaba :

6.1.6 Mosquée Saleh bey :

La mosquée est sur le côté est de la Sidi Qbar à Pune, actuellement Annaba, un édifice islamique ottoman distinctif, avec un minaret circulaire, et un grand dôme de la forme, se trouve un groupe de kobibbat faible

Figure34 _ la situation de la mosquée Salah bey Annaba _



source : Google map



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

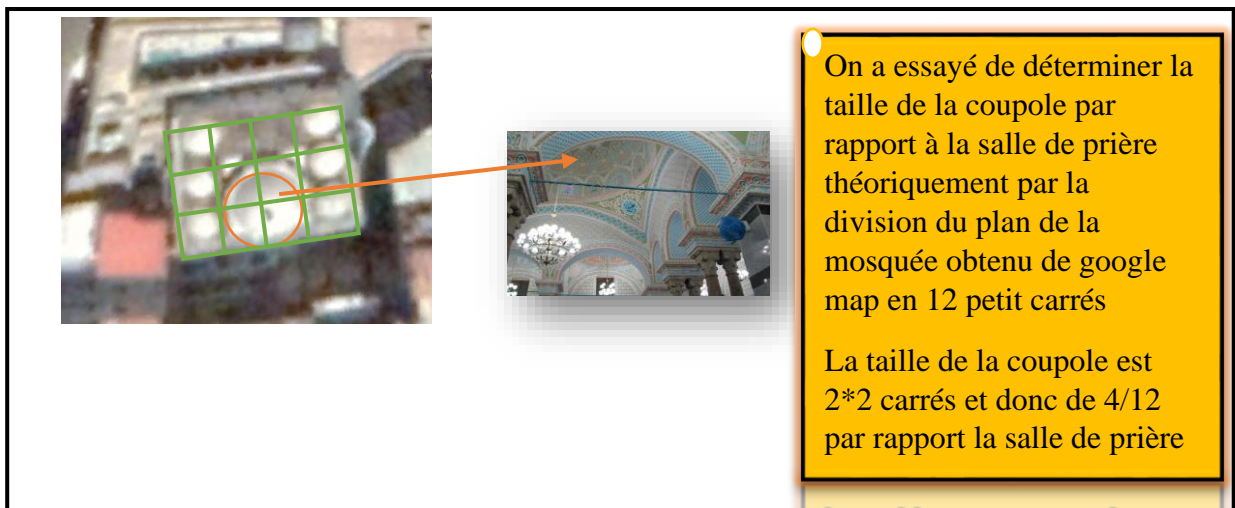
➤ Architecture :

La salle de prière est de forme rectangulaire, avec des fenêtres de différentes couleurs, y compris trois baies verticales pour le mur de qibla, dont les murs sont construits avec des pierres solides et du ciment, et jusqu'à 6 mètres de haut, décoré de blanc, vert et noir, avec des formes géométriques composées de cercles et de fleurs

La maison de prière a également onze piliers, différentes dimensions, et des colonnes de marbre avec des couronnes décoratives, qui aident les murs à charger le plafond.

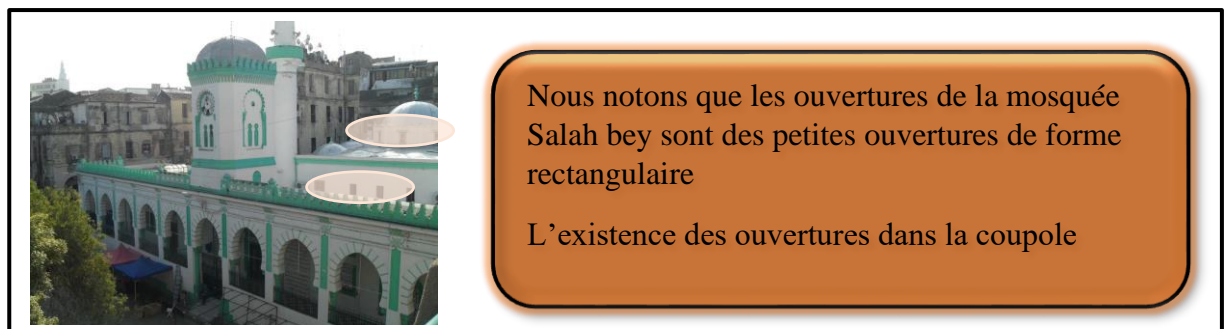
Le plafond est caractérisé par un ensemble cohérent de dômes six Haustra entourent un grand dôme d'un diamètre de 6 mètres, et une hauteur de 4 mètres avec huit fenêtres ouvertes à sa base³⁰

Figure35_ Les proportions de la mosquée_



Source : <https://www.annaba-patrimoine.com/مسجد-صالح-باي/> + auteur

Figure36_ les ouvertures de la mosquée Salah bey_



Source : https://www.vitamedz.com/jamaa-el-bey-realisation-de-salah/Photos_0_13777_0_1.html

30 <https://www.annaba-patrimoine.com/مسجد-صالح-باي/>



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupes

6.1.7 Mosquée el kettany :

Appelée aussi mosquée de Salah bey, elle se situe sous la casbah en plein cœur de quartier juif (souk el acer) elle été fondée par Salah bey, au début de son règne (1771-1792) construit en 1776. L'édifice fut l'œuvre d'artisanat italien. Sa salle de prière est au premier étage ; elle rectangulaire es devisée en nef parallèles au mur de la qibla dont la nef centrale porte trois coupes octogonales sur trompes. Elle est éclairée de grands lustres de cristal, les murs sont ornés de merveilleuses faïences italiennes. On trouve le mihrab, qui est un petit monument en soi formé d'une composition de tous les marbres d'Italie ³¹

Figure37_la situation de la mosquée el kettani _



source : google map

Actuellement la mosquée effectue ses fonctions cultuelles et culturelles, et apprentissage du coran

Dans la cour de la medersa se trouve le mausolée de Salah bey, et ceux de sa famille, ainsi que quelques oulémas. Il y avait dans la medersa des chambres pour étudiants, et une petite salle de prière, de cours et récit de coran, transformée en centre de radiodiffusion à Constantine après la 2ème guerre mondiale¹³

La surface bâtie de mosquée est de 600 m²³² .

31 mémoire de magister « l'évolution des élément architecturaux et architectonique de la mosquée en vue d'un cadre référentiel de conception » cas des mosquées historique de Constantine

32 mémoire de magister « évolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à constantine »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure38_ mosquée sidi elkettani_



Source : <http://www.centerblog.net/societe/878559-334-mosquee-djamaa-sidi-el-kettani->

Les ouvertures de la mosquée Elketany de forme rectangulaire incurvées de haut.

6.1.8 Mosquée Souk El Ghazel :

Cette mosquée borde le palais du bey et la place du commandant Si Houas, elle doit son nom au marché de la laine (Souk El Ghzel) qui se trouve à sa proximité. Son bâtisseur était un marocain nommé Abbas Ben Alloul Djelloul, il fut confié par le bey « Hussein Bou Koumia/ Hassan Killiani) en 1723 et sa réalisation prit plus de 10 ans (sa réalisation aura duré plus de 27 ans) (1713-1729/1125-1140)³³.

Figure39 La situation da la mosquée



Source : google map

La mosquée contient des espaces communs dont une grande salle de prière, une Maida (sanitaire et espace d'ablution), et la Sedda (au niveau de la galerie) ; et des espaces Pour l'imam : une pièce spéciale appelée Maqsura, Le mihrab étant un enfoncement au mur de qibla, et le minbar amovible, en

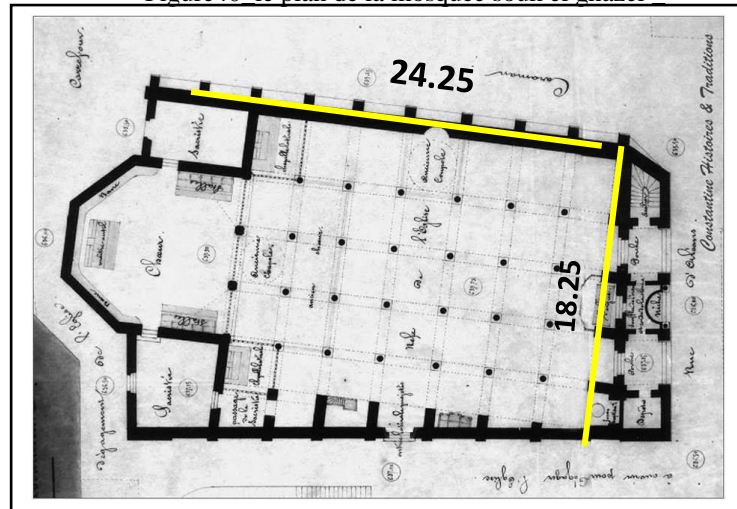
33 <http://cnra.dz/atlas/mosquee-de-souk-el-ghezal/>



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

bois .Elle est de forme rectangulaire, Elle mesure 18.25x24.25m, elle est composée de sept nefs perpendiculaires au mur de qibla, et cinq nefs parallèles à celui-ci³⁴

Figure40 le plan de la mosquée souk el ghazel



source : <http://www.constantine-hier-aujourd'hui.fr/LaVille/cathedrale.htm>

La mosquée de Souk El Ghazel, nous offre l'exemple d'une construction qui diffère de celles précédentes en Algérie suivant l'ancienne tradition architecturale maghrébine (des cours enveloppant des salles de prières hypostyles à nombreuses nefs longitudinales recoupées par d'autres travées transversales) et qui, pour la première fois à Constantine, reproduit un plan ottoman à plusieurs coupolettes, avec cependant l'absence de la grande coupole centrale, et la présence d'une cour latérale. Il s'agit d'un édifice majestueux dominant la rue Didouche Mourad 'ex- rue de France et la place si el Houes, par les formes sphériques de ses quelques coupolettes d'angles, autre fois blanchie à la chaux, surmontant la toiture en tuile qui rappelle l'ensemble de constructions traditionnelles du quartier .³⁵

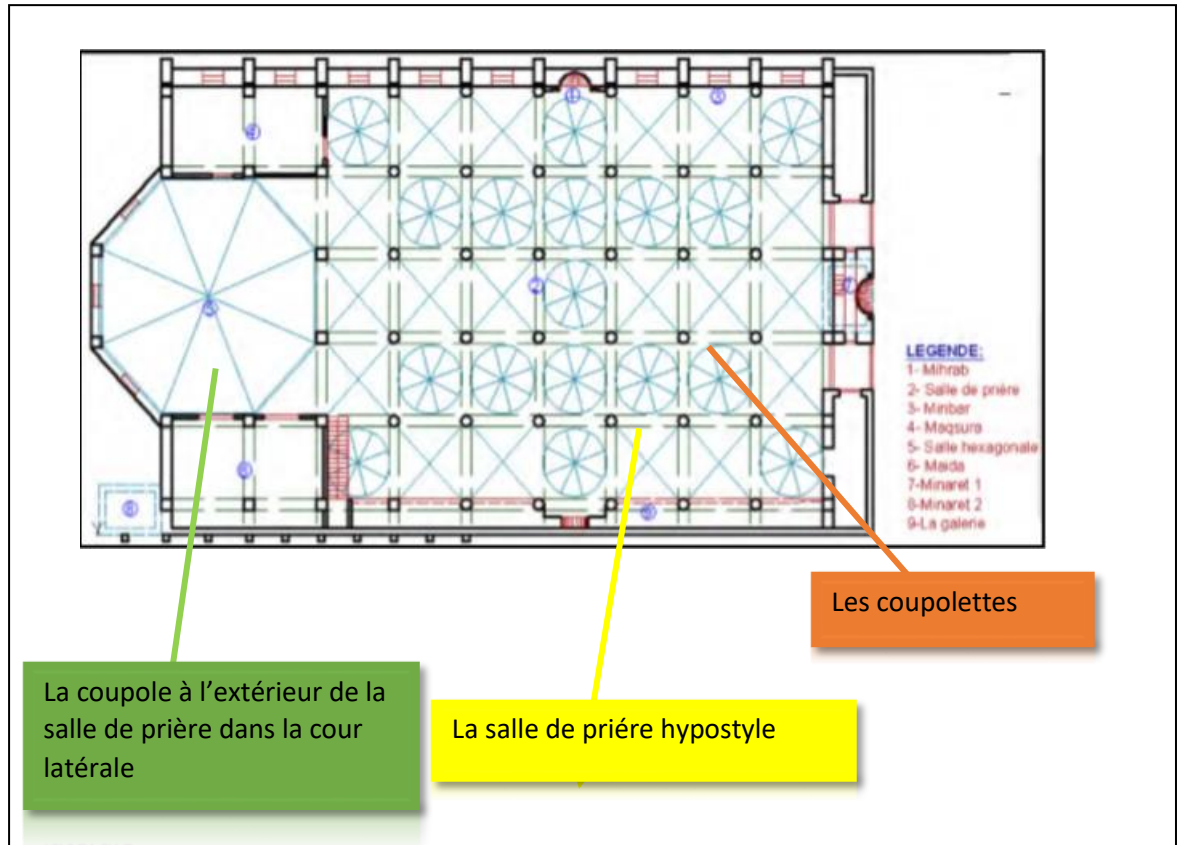
34 Mémoire de magister « Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à Constantine

35 Mémoire de magister « Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à Constantine »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure41_plan détaillée de la mosquée_



Source : Mémoire de magister « Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux »
Cas de la mosquée ottomane à Constantine »



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure42_les ouvertures de la mosquée Souk El ghazel_



Source : <http://www.constantine-hier-aujourd'hui.fr/LaVille/cathedrale.htm>



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

6.1.9 Mosquée sidi Lakhdar :

Elle fut réalisée sous le règne de Hassane Ben Houcine dit Bouhenek en (1736-1754 Ch-1149-1163H). Elle se caractérise principalement par ces colonnes de marbre galbées et ses admirables chapiteaux sculptés. Son imposant « mihrab » et son « minbar » de bois sculpté.³⁶

Figure43_la situation de la mosquée sidi lakhdar_

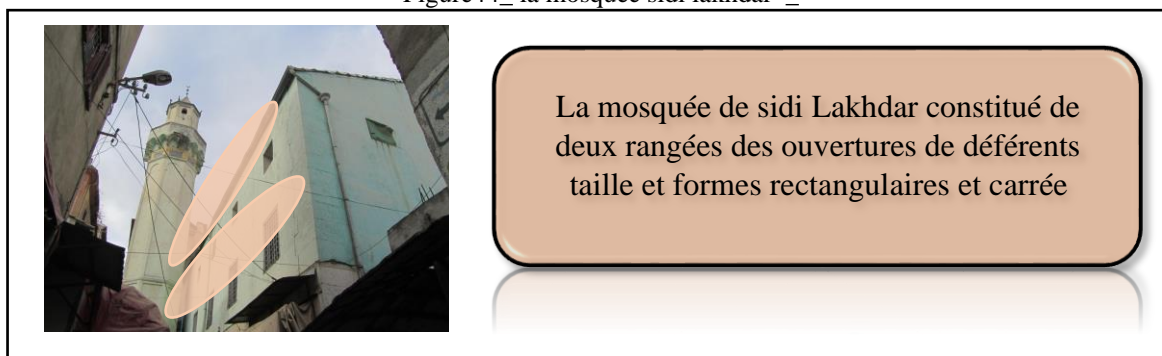


Source : Google map

Cette mosquée est flanquée d'un minaret octogonal. La salle de prière comprend cinq nefs et d'une forme trapézoïdale proche d'un rectangle. Elle est surélevée et on y accède par un escalier. Ses parois intérieures sont ornées de carreaux de faïences italiens

Elle abrite au niveau du rez de chaussée au fond d'une petite cour le tombeau de son constructeur le bey Hassan Bou Hank et ceux ces descendant³⁷

Figure44_la mosquée sidi lakhdar _



Source : <http://cnra.dz/atlas/mosquee-de-sidi-lakhdar/>

36 <http://cnra.dz/atlas/mosquee-de-sidi-lakhdar/>

37 Mémoire de magister « l'évolution des éléments architecturaux et architectonique de la mosquée en vue d'un cadre référentiel de conception » cas des mosquées historique de Constantine



Les mosquées ottomanes à Oran et Tlemcen :

6.1.10 Mosquée Hassan pacha :

Fig.45_ la mosquée Hassan pacha _

-La mosquée d'Hassan Pacha, un symbole ottoman d'Oran :

Elle fut construite en 1796 sur ordre du pacha Baba Hassan pour fêter le départ des Espagnols. Oran devint alors ottomane. ³⁸



Source : auteur

Figure46_ La situation de la mosquée_



Source : Google map

Son toit est plat et couvert en son centre d'une grande coupole entourée de petits dômes. Cela ne vous rappelle rien ? Elle est, là encore, sous influence byzantine, avec quelques inspirations de Sainte-Sophie (Istanbul).³⁹

La salle de prière est un plan à base carrée et une grande coupole centrale à base octogonale avec trompes d'angles pour assurer la transition entre la forme de la coupole et celle de la salle ; soutenue sur 8 piliers et 8 paires de colonnes, cette coupole est inscrite dans un carré central, ce dernier est entouré de travées voûtées qui elles à son tour sont entourées par une autre travée couverte en alternance entre les voûtes d'arêtes et les coupolettes⁴⁰.

38 <http://www.oran-dz.com/tourisme/que-visiter/mosquee-du-pacha>

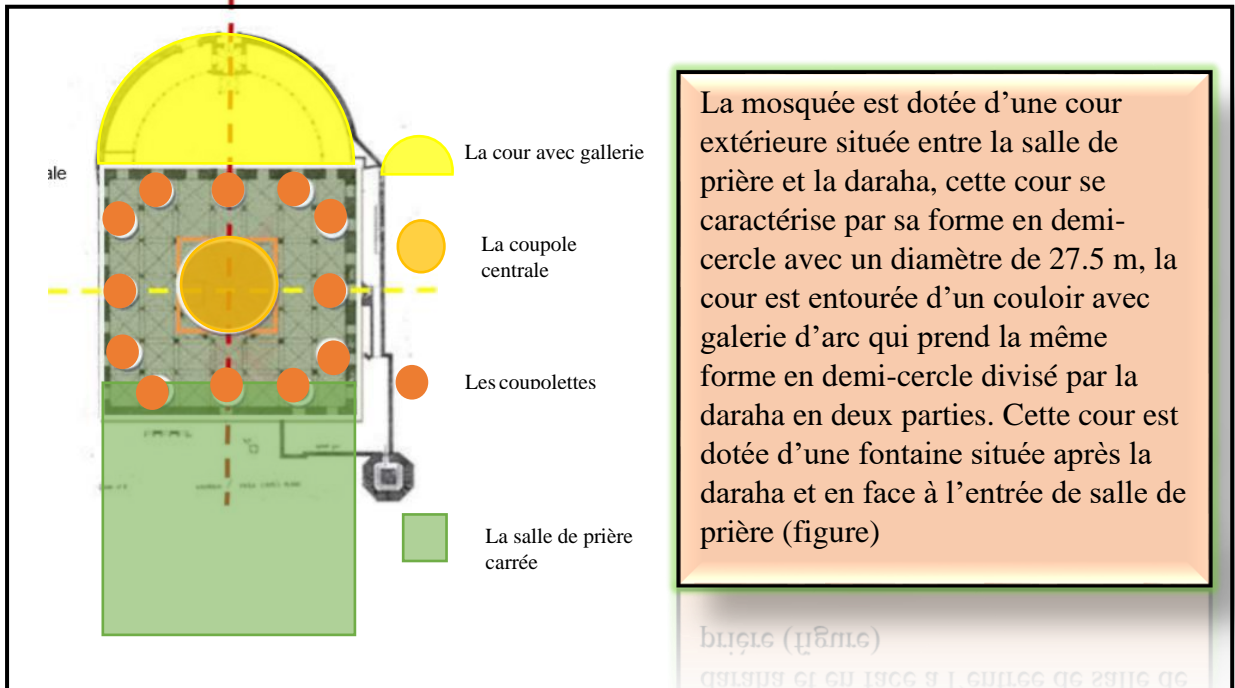
39 Mémoires de magister « élaboration d'un inventaire sur l'architecture religieuse ottomanes le cas d'étude la mosquée el pacha Oran »

40 Mémoire de magister « élaboration d'un inventaire sur l'architecture religieuse ottomanes le cas d'étude la mosquée el pacha Oran »



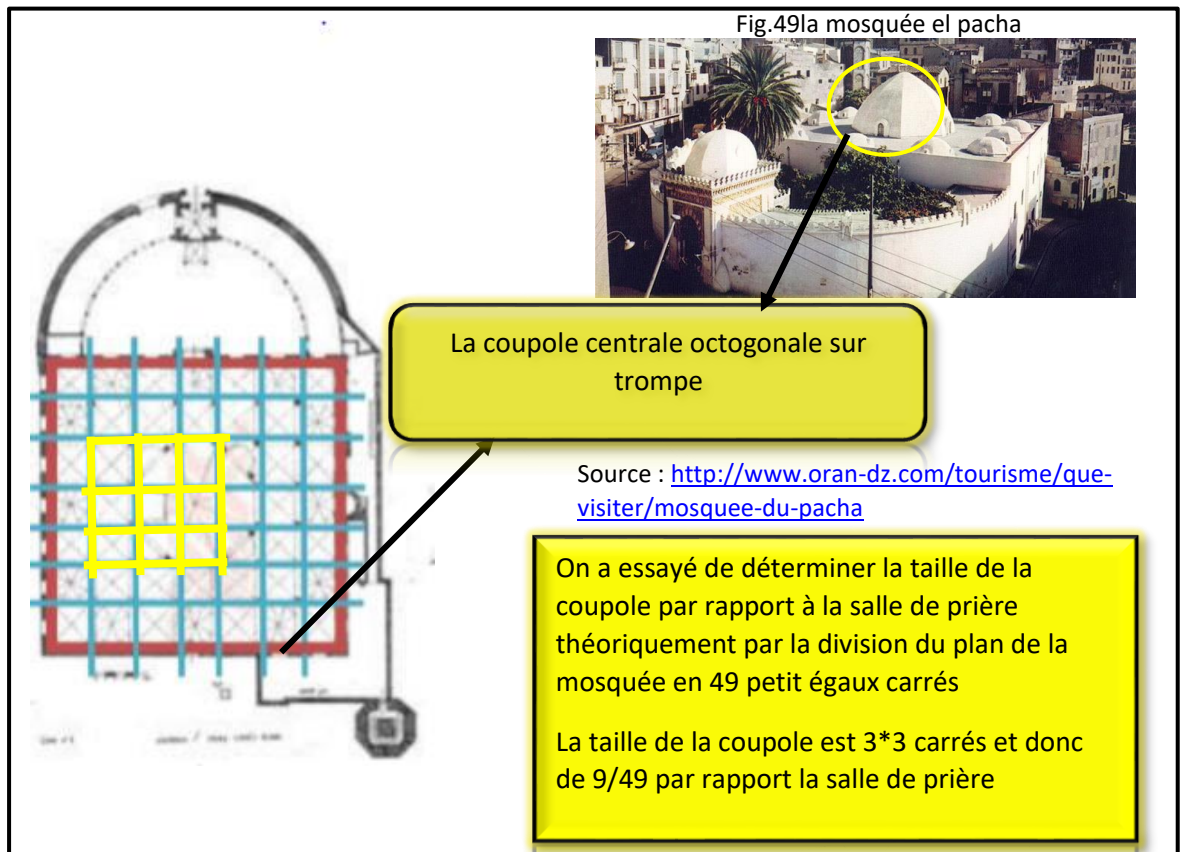
CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure47_le plan détaillé de la mosquée_



source : mémoire de magister « [élaboration d'un inventaire](#) sur l'architecture religieuse ottomanes le cas d'étude la mosquée el pacha Oran

Figure48_ la taille de la coupole par rapport la salle de prière_

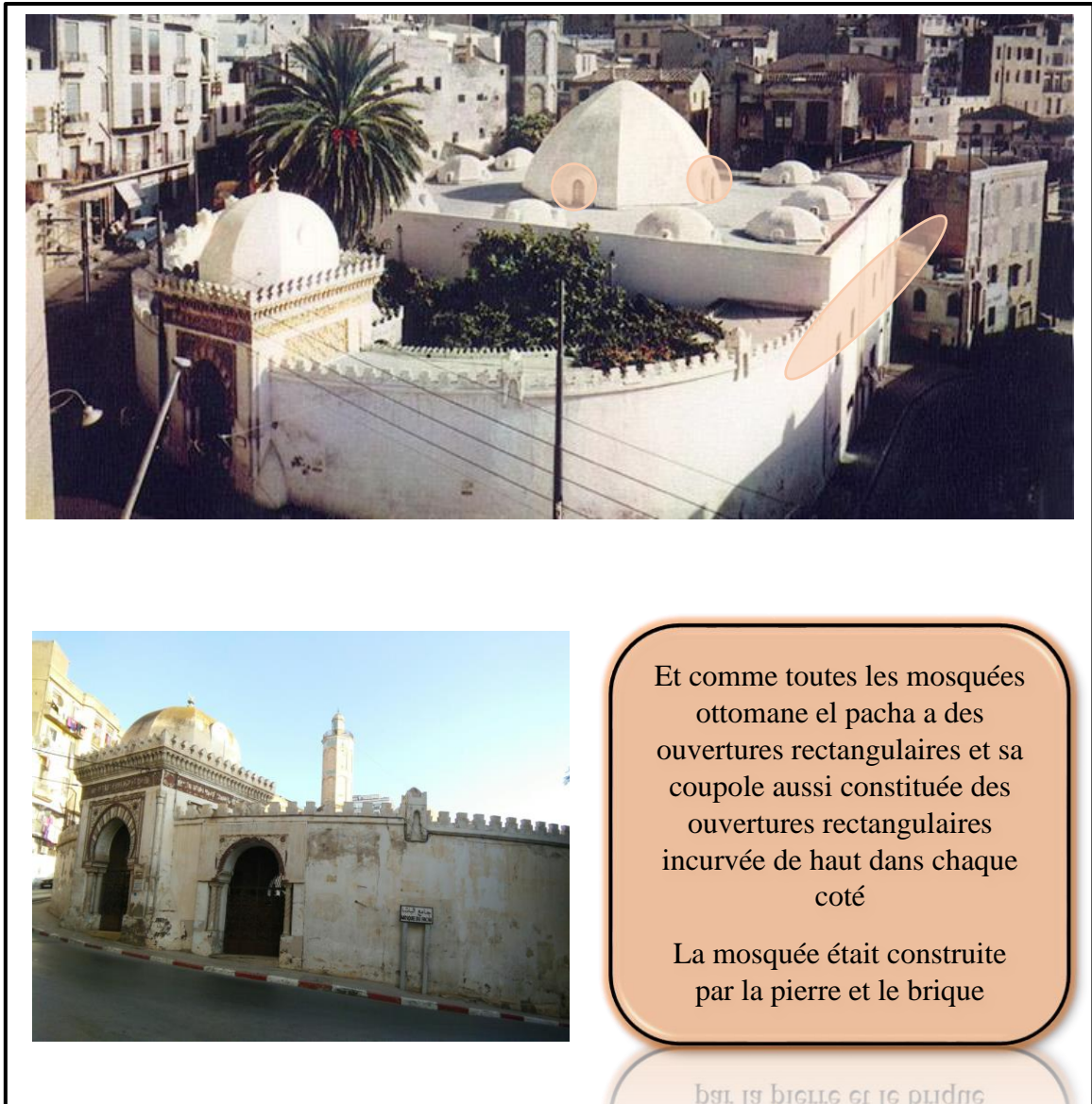


Source : auteur



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure50 _ les ouvertures de la mosquée el pacha_



Et comme toutes les mosquées ottomane el pacha a des ouvertures rectangulaires et sa coupole aussi constituée des ouvertures rectangulaires incurvée de haut dans chaque coté

La mosquée était construite par la pierre et le brique

Source : auteur

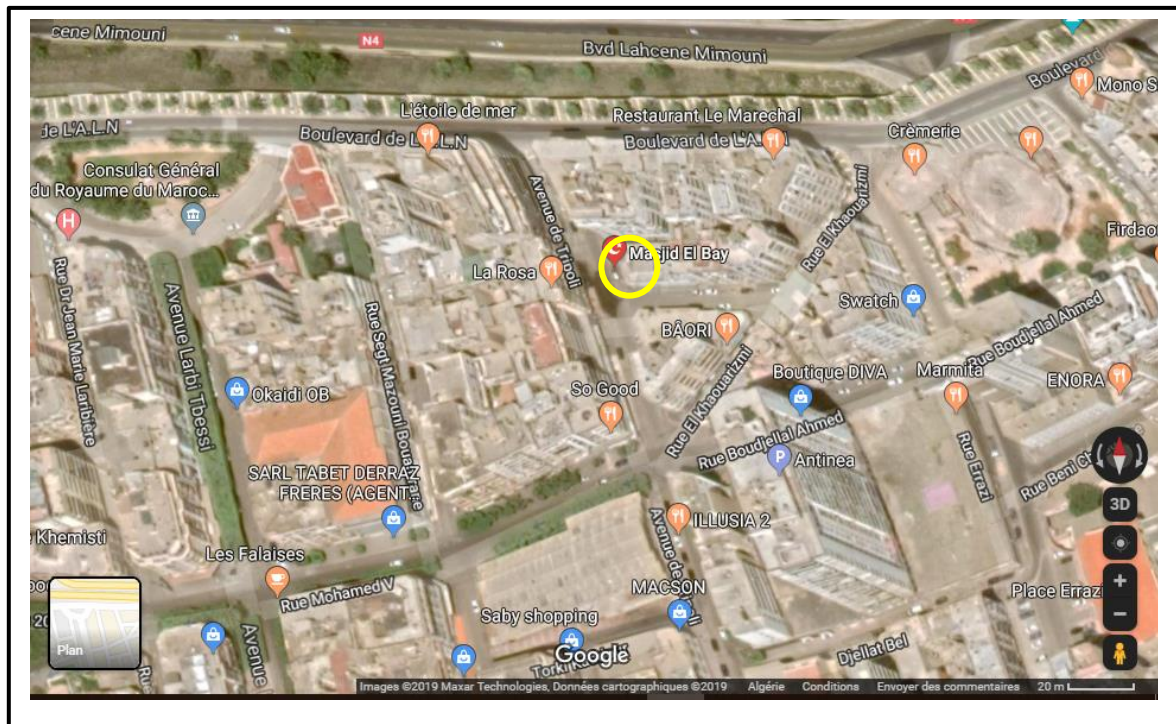


6.1.11 Mosquée Mohamed Ikbir :

La Mosquée du Bey Mohamed el-Kébir est une mosquée d'Oran nommée en l'honneur du Bey qui la construisit en 1792 à l'extérieur, et à l'est de la ville. Elle est située Boulevard de Tripoli, et entourée de hauts immeubles édifiés alentour depuis les années 1930, et qui la défigurent.

Située, lors de sa construction, hors les murs de la ville, sur le plateau de Karguentah, cette mosquée a été rattrapée par l'urbanisation, et incluse dans l'extension de la ville de la fin du XIX^e, et du début du XX^e siècle. Elle fut surnommée "Vieille mosquée Karguentah", et une rue porta longtemps son nom, la "rue de la vieille mosquée".⁴¹

Figure51_La situation de la mosquée _



Source : Google map

La mosquée du bey Muhammad ibn 'Uthmân est un oratoire ottoman de style mauresque, qui présente une dérogation au type algérois dans le nombre des galeries de la qibla. La salle de prière compte parmi les principales salles de prières hypostyles d'Algérie. Ses colonnes sont cylindriques et parfois placées par groupes de deux. La mosquée d'Oran est l'unique mosquée sans mihrâb, en souvenir de celle de Médine qui à l'origine en était

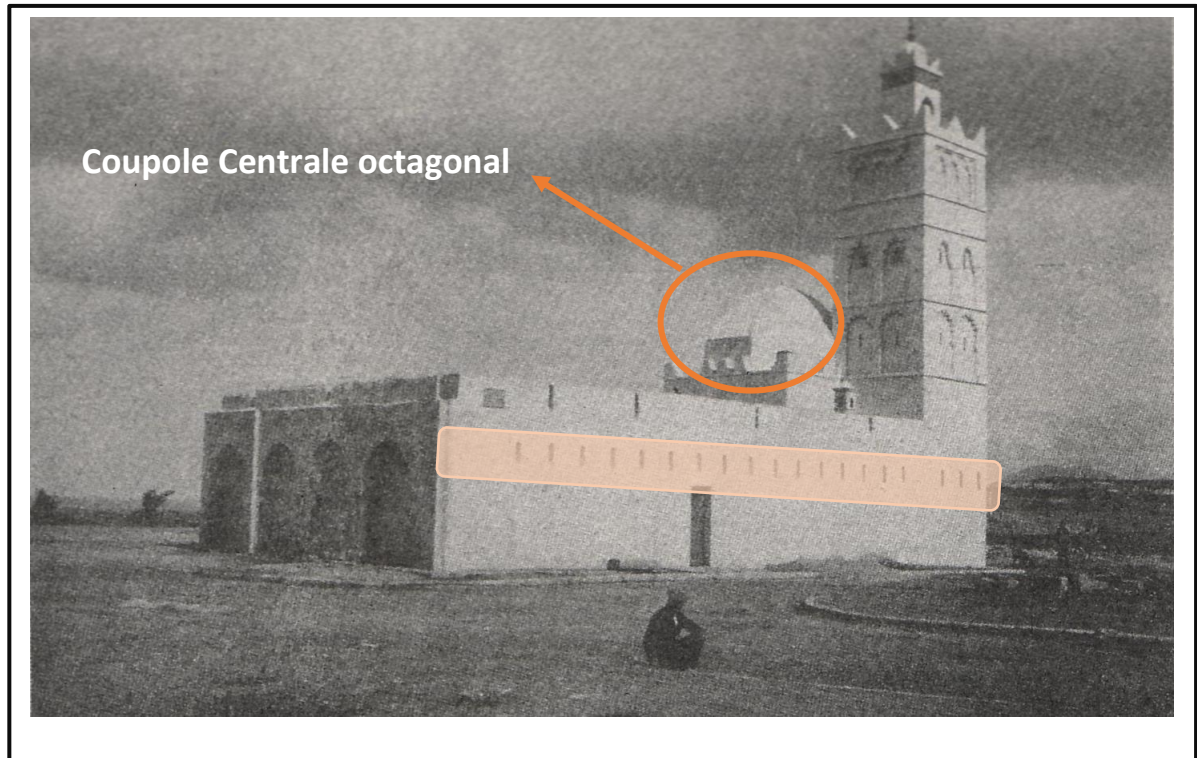
⁴¹ cnra.dz/atlas/mosquee-mohamed-kebir-oran/



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

dépourvue. Elle se démarque aussi des autres mosquées par la position latérale de sa coupole et par son minaret à huit pans, composé de deux tours superposées et d'un lanternon à coupole, alors que les minarets contemporains d'Oranie conservent le type mauresque. Ce minaret placé dans l'angle sud-ouest de la salle de prière se caractérise par un noyau central plein et par la largeur des 51 marches de son escalier qui n'est pas constante. La mosquée du bey possède des dômes en forme d'arc brisé à huit pans qui reposent sur un tambour octogonal percé de quatre fenêtres, comme à la grande mosquée de Touggourt, surmontés d'un épi de faîtage caractéristique des mosquées maghrébines composé d'une tige, de trois boules et d'un croissant

Figure52 _ La mosquée se bey à Oran_



Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosqu%C3%A9e_du_bey_Mohamed_el-K%C3%A9bir



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Figure53 _ les ouvertures de la mosquée el houari _



source :twitter.com

La mosquée d'el houari constitué d'une rangée de petites ouvertures rectangulaires



CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

6.1.12 Mosquée sidi Brahim à Tlemcen :

La mosquée de Sidi Brahim, primitivement simple oratoire annexe d'une médersa, devint avec le temps mosquée-cathédrale ; elle était le lieu de réunion, pour la prière solennelle du vendredi, des coulougli, qui habitaient les quartiers voisins. Elle a donc une sedda fort simple. Aujourd'hui encore, on y dit la Khotba, et l'on y fait la prière eu commun.

Figure54_ la situation de la mosquée sidi Brahim _



Source : Google map

Le plan de la mosquée est copié sur le plan classique des monuments de la belle époque méridionale. Les dispositions architectoniques sont les mêmes. La porte principale est au Nord ; deux autres portes latérales ouvrent la première travée de la salle de prières, l'une à l'Est, l'autre à l'Ouest. Elles n'ont rien de monumental. L'arcature qui borde le çahn porte sur tout

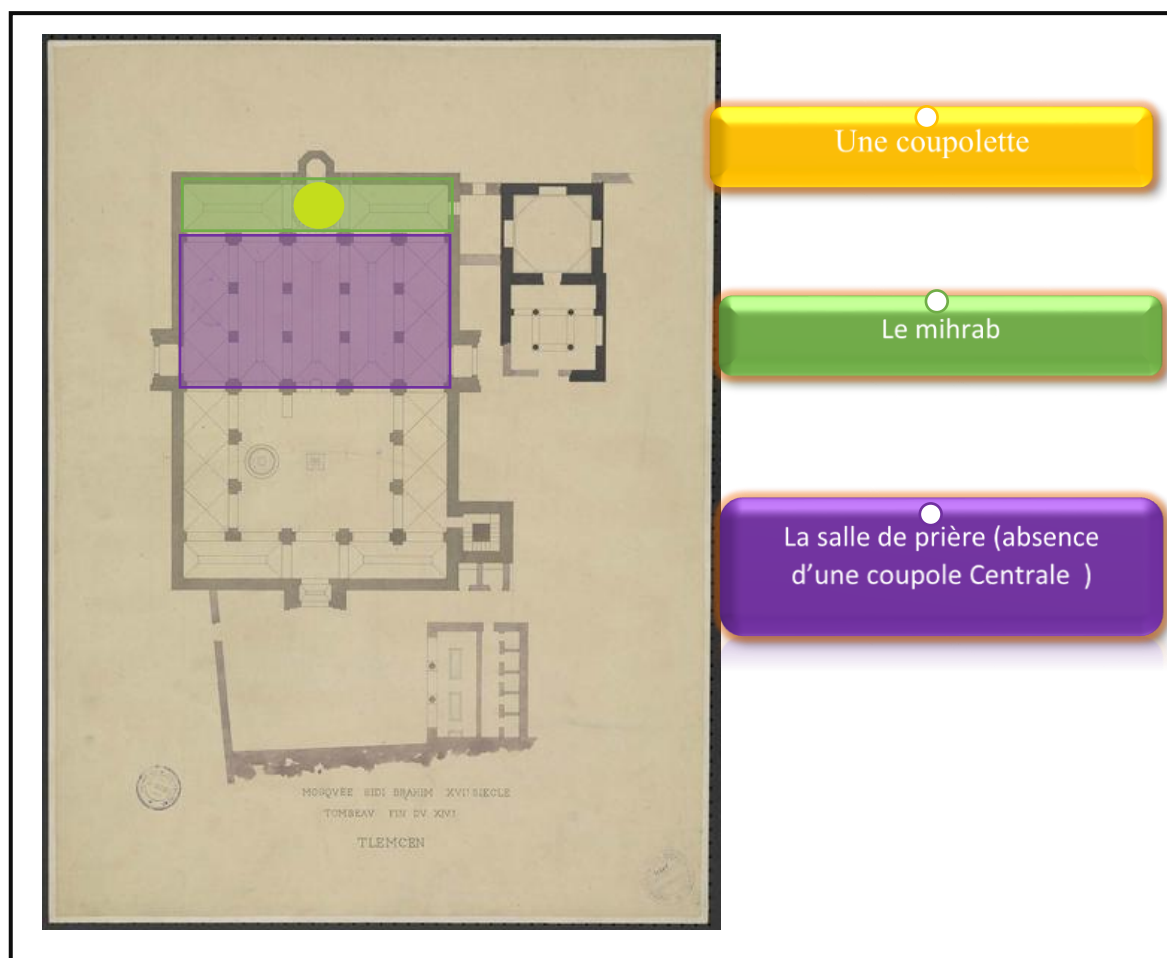


CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

son pourtour l'auvent établi sur des coupolettes de maçonnerie⁴². La salle de prière est composée de cinq nefs formées par deux rangées de piers droits

Elle est rectangulaire initialement simple oratoire annexé à la *madrasa*⁴³ soutenant des arcades brisées sans aucun décor. Elle a 19 mètres de large sur 15 mètres de profondeur. Les nefs extrêmes de droite et de gauche sont couvertes de voûtes d'arête

Figure 55 _plan détaillé de la mosquée sidi Brahim_



Source : https://www.vitamedz.com/mosquee-de-sidi-brahim-tlemcen/Photos_20155_120580_13_1.html

Le *mihrab* hexagonal, coiffé d'une coupolette à huit pans, est surmonté de trois fausses fenêtres et s'ouvre par un arc plein cintre outrepassé. L'encadrement était recouvert de carreaux de faïences, mais il a été repris en stuc lors des travaux de "restauration" qui sont encore en cours dans le tombeau attenant de Sidi Brahim. Le minaret quadrangulaire n'est pas particulièrement élancé. Ses façades sont décorées de grands panneaux de réseaux losangés

42 https://www.vitamedz.com/mosquee-de-sidi-brahim/Articles_18016_369915_0_1.html

43 [http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument;ISL;dz;Mon01;25;fr&cp]




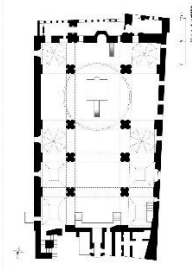
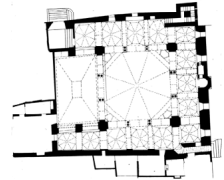
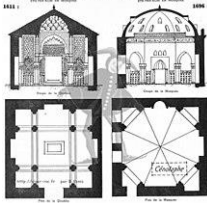
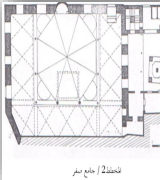
CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

soutenus par trois arcs. Le panneau au-dessous du réseau losangé comporte quatre arcs et est entièrement décoré de mosaïque ⁴⁴.

Conclusion :

Après l'analyse des mosquées ottomane en Algérie on a déterminé les différentes type et taille des coupoles pour vérifier leur performance énergétique dans les mosquées et sont qu'elles ont vraiment un rôle climatique.


Synthèse :

Mosquée	La mosquée ketchaoua	El pêcheur	Ali betchine	La mosquée Sidi Abderrahmane	La mosquée Saphir
La salle des prières	Une salle rectangulaire  https://www.institut-numerique.org/ii-chapitre-ii-mosquee-ketchaoua-cathedrale-saint-philippe-50d48f6c3e58e	La salle de prière paléochrétienne (plan basilical)  http://elconum.huma-num.fr/mosquee-de-la-pecherie.html	La salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec galeries à coupolettes ex mosquée  https://www.researchgate.net/figure/Plan-de-la-mosquee-Ali-Betchine-2_fig1_323172788	La salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec trompe d'angle  https://fr.wikipedia.org/wiki/Mosqu%C3%A9e_Sidi_Abderrahmane	La salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec trompe d'angle 
La coupole	Une coupole centrale 😊	Une coupole centrale 😊	Une coupole centrale 😊	Une coupole centrale 😊	Une coupole centr 😊

44 Source: [http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument;ISL;dz;Mon01;25;fr&cp]

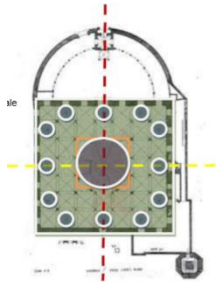



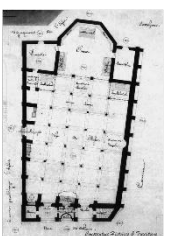


CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

La taille de la salle de prière »	24/20 m	39,50 x 24 m 9m+5.5+6m	H 5 m D'une salle de prière qui reçoit environ 500 séjours	/	17.5*13.20*10
La taille de la coupole	Insert dans un carrée de 11.5 de cotée		Sa coupole, haute intérieurement de 24 mètres	/	/
La taille de la coupole par rapport la salle de prière	Presque 0.3 la salle de prière	Presque 0.2 la salle de prière	Presque 0.3 la salle de prière	Egale a la salle de prière	0.45 la salle de prière
Type de coupole	Coupole octogonale sur trompes en coquilles	Une coupole sur pendentifs à base circulaire	Coupole octogonale	Coupole octogonale sur trompe	Coupole la salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec trompe d'angle Octogonale
Les coupolettes	Coupolettes sur pendentif https://www.institut-numerique.org/ii-chapitre-ii-mosquee-ketchaoua-cathedrale-saint-philippe-50d48f6c3e58e	Coupolettes octogonales www.museumwnf.org	Avec coupolettes	Sans coupolettes	Avec coupolettes
Les ouvertures des coupoles	L'absence des ouvertures	4 ouvertures 	8 ouvertures 	3 ouvertures dans chaque coté 	
Les ouvertures dans la salle de	Deux rangées 	Des petites ouvertures 	Deux rangées d'ouvertures 	Une seule rangée (petite taille) 	








CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

prière					
Matériau x de construction	Le plâtre	Brique appareillé			
Les couleurs					
Mosquée	La mosquée d'el pacha	La mosquée Bey Mohamed El Kébir à Oran	La mosquée Sidi Brahim à Tlemcen	La mosquée El-Kettany à Constantine	La mosquée Souk El Ghezal
La salle des prières	<p>La salle de prière est un plan à base carrée</p> 	<p>Salle de prière hypostyle</p> 	<p>La salle de prière, rectangulaire initialement simple oratoire annexé à la madrasa</p> <p>Source: [http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument;ISL;dz;Mon01;25;fr&cp]</p> 	<p>Salle rectangulaire</p> 	<p>des cours enveloppant des salles de prières hypostyles à nombreuses nefs longitudinales recoupées par d'autres traverses transversales l'absence de coupole centrale</p> 
La coupole	Une coupole centrale 😊	Une coupole centrale 😊	😞	3 coupoles 😊	L'absence de la grande coupole centrale sue la salle de prière







CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

La taille de la salle de prière »	/	/	19 mètres de large sur 15 mètres de profondeur	Surface totale 600 m ²	18.25x24.25m
La taille de la coupole	/	/	/	/	/
La taille de la coupole par rapport la salle de prière	Presque 0.2 la salle de prière	/	/		/
Type de coupole	Coupole centrale à base octogonale avec trompes d'angles	/	/	Octogonales sur trompes	/
Les Coupolett-es	Coupolette a base octogonale	Sans coupolette	Avec coupolettes		plusieurs coupolettes
Ouverture des coupoles	4 ouvertures 				
Ouvertures de mosquée	Une seule rangée 	Des petites ouvertures 		4 ouvertures + 2 ouverture en haut 	8 ouvertures 
Matériaux de construction	La pierre et le brique			En marbre	
Les couleurs					







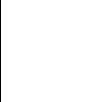


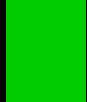
CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Mosquée	, la mosquée Sidi Lakhdhar à Constantine	la mosquée Salah Bey à Annaba	Synthèse
La salle des prières	Forme trapézoïdale proche d'un rectangle 	maison de prière est de forme rectangulaire, 	1_ la salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec galeries à coupolettes 2_ la salle de prière paléochrétienne (plan basilical) 3_ la salle carrée surmontée d'une coupole centrale, avec trompe d'angle 4_ la salle hypostyle de tradition arabe 5_ Salle rectangulaire
La coupole	2 coupoles 		Tous les salles de prières sont avec une coupole centrale sauf la mosquée de souk el ghazel sa salle de prière contient pas de coupole
La taille de la salle de prière »	/	Hauteur de 6 m	480 490 231 750 285 600 443m ²
La taille de la coupole	/	Diamètre de 6 mètres Hauteur de 4 m	
La taille de la coupole par rapport la salle de prière	/	0.3 la salle de prière	0.20 la salle de prière 0.3 la salle de prière 1 la salle de prière





CHAPITRE 02 Généralité sur les mosquées en Algérie : Exceptionnellement les ottomans et leurs coupoles

Type de coupole	/	Sur pendentif a base circulaire	_Sur pendentif a base circulaire _Octogonale sur trompe
Les coupolettes	/	Avec coupolettes	Presque toutes les mosquées ont des coupolettes
Ouverture des coupoles	Deux rangées 	l'existence des ouvertures 	Presque toutes les coupoles constituées des ouvertures en bas de la coupole
Ouvertures de mosquée		3 baies verticales pour les murs de qibla	3 mosquées constituées de deux rangées d'ouvertures de différentes tailles et form   5 mosquées constituées d'une seule rangée des ouvertures
Matériaux de construction		Pierre solide et ciment	Pierre, le brique , et le plâtre
Les couleurs	 	 	La couleur blanche est dominante presque dans toutes les mosquées ottomane



ZONE D'INTERVENTION ET CEARTION DU MODEL



Introduction :

Pour un système bien adapté dans les bâtiment il faut faire une évaluation sérieuse de la consommation énergétique de ce dernier , sans oublier que toute exigence supplémentaire entraînera une augmentation de la capacité de mise en oeuvre , une analyse de 14 modèles des mosquées ottomanes faites dans la province d'Alger a base du logiciel de simulation ecotect , nous a permis de déterminer l'impact des caractéristiques formelles sur la performance énergétique des coupole dans les mosquées ottomanes en termes des deux périodes chauffage et climatisation

1-Logiciel de simulation

Ecotect :

Ecotect (V5.50) est un logiciel de simulation complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail qui associe un modéleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. Ecotect offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse. C'est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design.¹

2-Méthodes de travail :

Dans cette étude à travers l'utilisation de logiciel ecotect analyses, on va vérifier la consommation énergétique des mosquées dans plusieurs modèles chaque modèle est différent de l'autre dans la composition formelle de sa coupole Ou on va changer ses caractéristiques formelles dans chaque étape jusqu'à l'arrive au modèle optimal

Pour cela cette opération est articulée sur 3 étapes :

- La première : la création du modèles principale et la détermination des compositions fixes et variables du model
- 2ème étape : les étapes de l'expérimentations, (simulation)
- 3ème étape : l'analyse des résultats

¹ <http://logiciels.i3er.org/ecotect.html>



3-Présentation de la ville d'Alger :

3.1 La situation géographique :

Alger, "El Bahdja, la Blanche, capital politique, administrative et économique" est située au nord –centre du pays et occupe une position géostratégique intéressante, aussi bien, du point de vue des flux et échanges économiques avec le reste du monde, que du point de vue géopolitique. Elle s'étend sur plus de 809 Km².

3.1.1 La wilaya d'Alger est limitée par :

- La mer méditerranée au nord
- La wilaya de Blida au Sud
- La wilaya de Tipaza à l'ouest
- La wilaya de Boumerdes à l'est²

3.1.2. RELIEF :

Un relief physique marqué par trois zones longitudinales :

- Le sahel à l'ouest de la baie d'Alger
- Le littoral, dominé par le Sahel, est constitué par une ancienne terrasse étroite faible.
- La Mitidja formant de sols de bonne fertilité favorisant le développement de cultures maraichères³.

3. 2. Etude générale de climat :

Alger se caractérise par un climat méditerranéen tempéré. Elle est connue par ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août.

3.3. Les données météorologiques de la zone d'études :

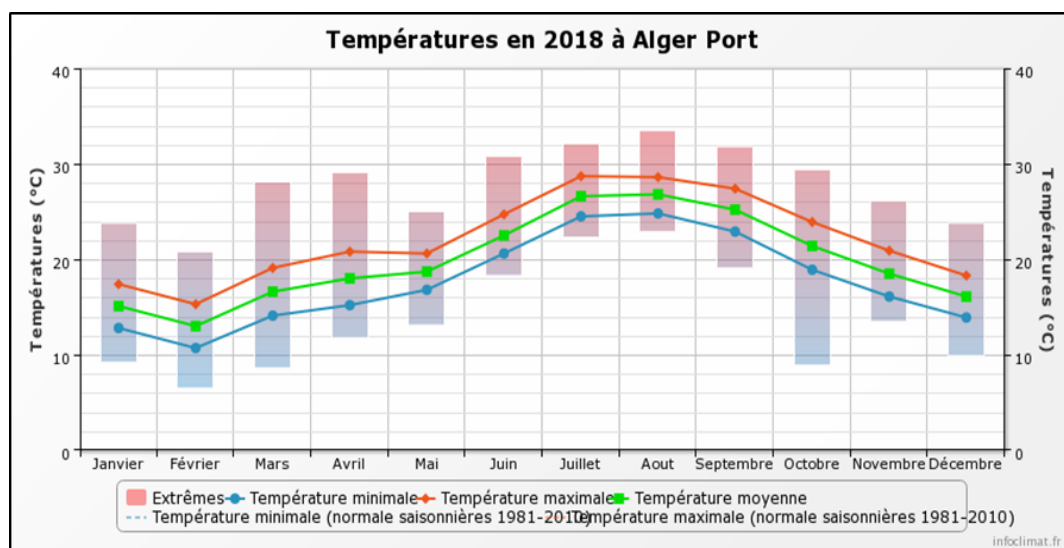
3.3.1 La Température :

2 ANDI (2013)

3 <http://www.wilaya-alger.dz/fr/wilaya/>



Zone d'intervention et création du modèle



Graphe 1 : température en 2018 à Alger

Source : infoclimat.fr



Zone d'intervention et création du modèle

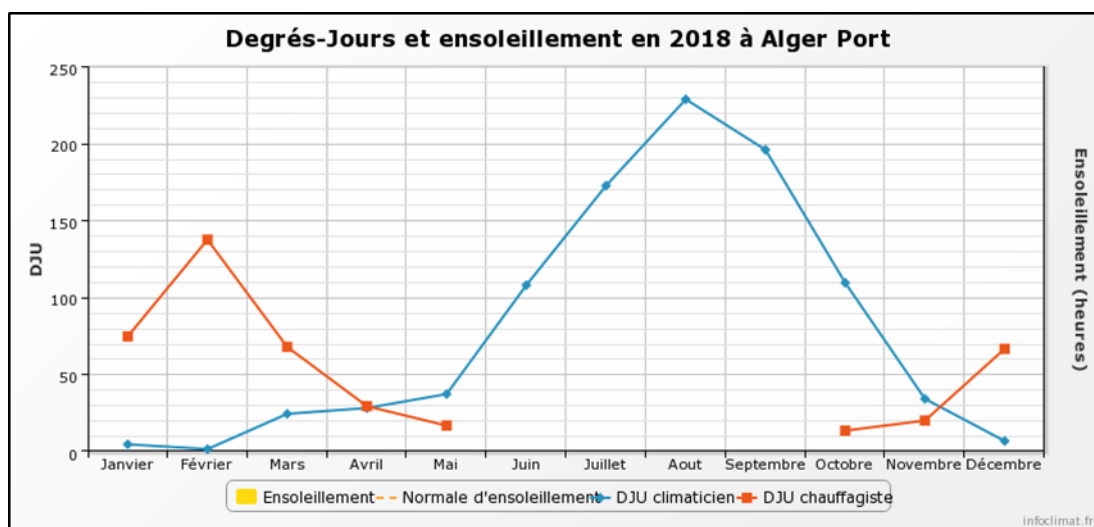
Tableau 2 : variation de température de l'année 2018 à Alger

Source : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/alger-port/valeurs/60369.html>

	jan 2018	fev 2018	mars. 2018	avr 2018	mai 2018	juin 2018	juil 2018	aout. 2018	sep 2018	oct 2018	nov 2018	Dec 2018	Année complete
Tempé. maxi extrême	23,8 le 6	20,8 le 1	28,1 le 10	29,1 le 2	25,0 le 25	30,8 le 28	32,1 le 12	33,5 le 13	31,8 le 4	29,4 le 7	26,1 le 12	23,8 le 16	33,5 le 13 aout
Tempé. maxi moyennes	17,4	15,3	19,1	20,8	20,6	24,7	28,6	28,6	27,4	23,9	20,9	18,2	22,1
Tempé. moy moyennes	15,1	13,0	16,6	18,0	18,7	22,5	26,6	26,8	25,2	21,4	18,5	16,1	19,9
Tempé. mini moyennes	12,8	10,7	14,1	15,2	16,8	20,6	24,5	24,8	22,9	18,9	16,1	13,9	17,6
Tempé. mini extrême	9,2 le 8	6,5 le 4	8,6 le 23	11,8 le 10	13,1 le 1	18,3 le 2	22,3 le 6	22,9 le 31	19,1 le 29	8,9 le 29	13,5 le 20	9,9 le 14	6,5 le 4 fev
Tempé. maxi minimale	13,6 le 27	11,4 le 9	12,1 le 22	16,7 le 19	17,3 le 1	21,4 le 1	25,3 le 6	26,6 le 16	23,4 le 27	14,9 le 29	18,1 le 27	15,7 le 30	11,4 le 9fev
Tempé. mini maximale	16,2 le 1	14,7 le 2	17,7 le 9	20,0 le 7	20,6 le 25	23,2 le 30	26,1 le 21	26,3 le 5	25,7 le 9	22,2 le 12	21,6 le 13	17,0 le 17	26,3 le 5 aout

- La température maximale est observée au mois d'Aout d'une valeur de 33.5 °C.
- La température minimale est observée au mois de février d'une valeur de 6.5°C.

3.3.2 Degré de jour et ensoleillement :



Graphe 2 : degrés-jours et ensoleillement en 2018 à Alger

Source : infoclimat.fr



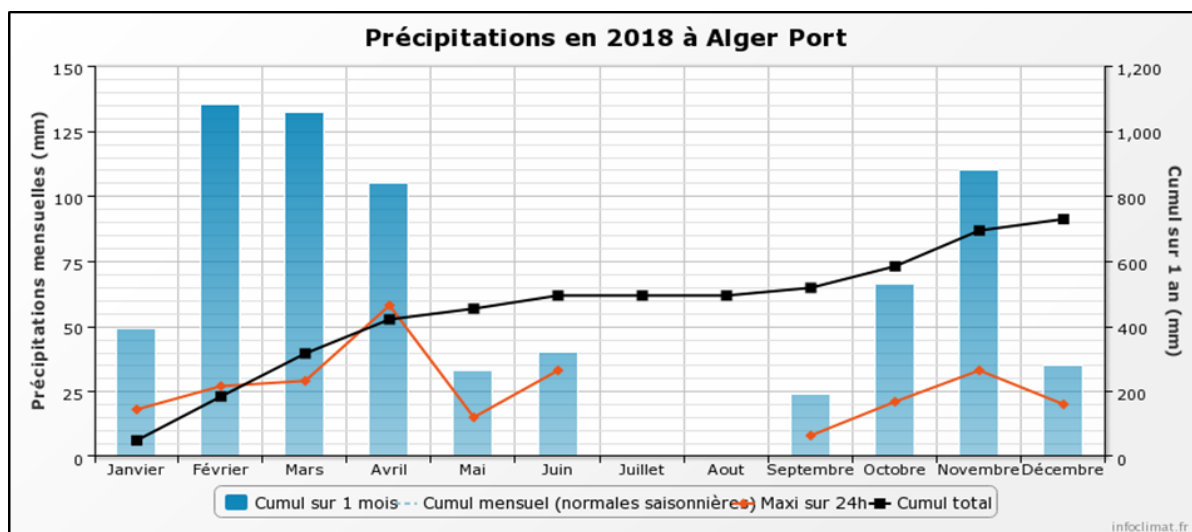
Zone d'intervention et création du modèle

Tableau 03 : degrés-jours et ensoleillement en 2018 à Alger

Source : infoclimat.fr

	Jan	fev	Mars	avr	mai	juin	juil	Aout	sep	oct	nov	dec	Année complete
DJU (chauffagiste)	74.6	137.4	67.8	29.3	16.7					13.4	20	66.5	425.7
													Moy: 53
DJU (climaticien)	4.5	1.4	24.3	28.1	37.2	107.9	172.5	228.5	195.7	109.4	34.1	6.7	950.3
													Moy: 79

3.3.3 La précipitation :



Graph 3 : précipitation en 2018 à Alger

Source : infoclimat.fr

Tableau 4 : La précipitation

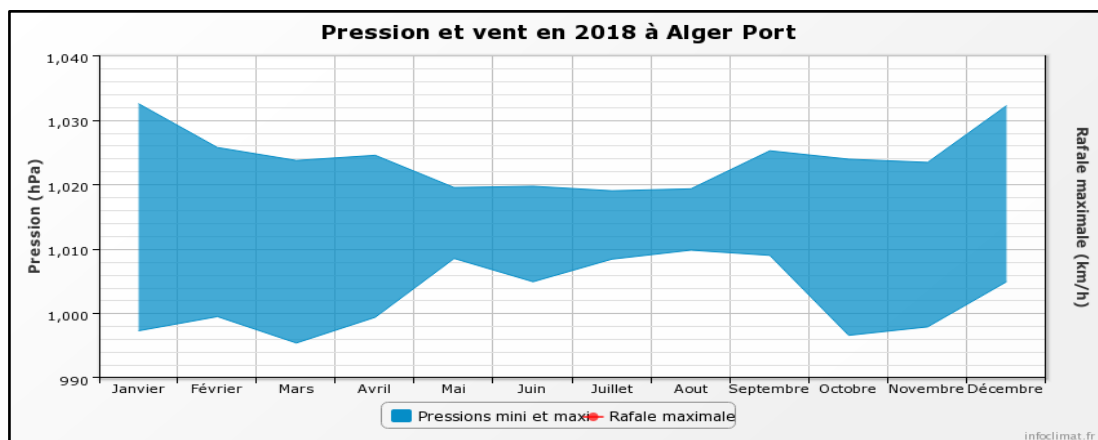
	janv. 2018	fev. 2018	mars 2018	avr. 2018	mai 2018	juin 2018	juil. 2018	août 2018	sept. 2018	oct. 2018	nov. 2018	dec. 2018	
Cumul Précips	49,0	135,0	132,0	105,0	33,0	40,0			24,0	66,0	110,0	35,0	729,0
Max en 24h de précips	18,0 le 7	27,0 le 12	29,0 le 19	58,0 le 14	15,0 le 27	33,0 le 2			8,0 le 9	21,0 le 28	33,0 le 2	20,0 le 13	58,0 le 14 avr.
Max en 5j de précips	38,0	54,0	50,0	84,0	16,0	39,0			15,0	35,0	76,0	35,0	84,0 avr
Moyenne ≥ 1 de précips [?]	7,0	9,6	8,8	11,7	6,6	10,0			4,0	7,3	15,7	17,5	9,8

➤ La précipitation maximale est observée au mois d'avril 58.0 mm en 24 h

➤ La précipitation minimale est observée au mois de septembre 8 mm en 24h



3.4.4 la pression et la vitesse de vents :



Graphe 4 : pression et vent en 2018 à Alger

Source : infoclimat.fr

Tableau 5 : pression et vent de l'année 2018 à Alger

source : <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2018/alger-port/valeurs/60369.html>

Pression minimale	997,3 le 6	999,5 le 28	995,4 le 1	999,4 le 11	1008,5 le 25	1004,9 le 30	1008,4 le 1	1009,8 le 9	1009,0 le 4	996,6 le 29	997,9 le 19	1004,9 le 14	995,4 le 1 mars
Pression maximale	1032,5 le 29	1025,7 le 15	1023,7 le 27	1024,5 le 18	1019,5 le 13	1019,7 le 18	1019,0 le 6	1019,3 le 11	1025,2 le 27	1023,9 le 23	1023,4 le 28	1032,2 le 21	1032,5 le 29 janv.

4-Le choix du logiciel de simulation.

Notre choix est axé sur l'analyse d'Autodesk Ecotect, un outil d'analyse environnementale combinant un large éventail d'outils d'analyse et de simulation, avec l'environnement de travail et les interactions rarement rencontrés dans ce type de logiciel, et permettant un affichage analytique direct dans le contexte du modèle de construction. Cela lui donne la capacité de communiquer des concepts techniques souvent complexes à l'ingénieur, ainsi qu'un ensemble de données complet, de manière intuitive et efficace.



4.1 La modélisation :

Comme nous l'avons déjà précisé la modélisation est faite sur Ecotect, Pour vérifier l'impact de la forme des coupoles dans les mosquées ottomanes sur l'efficacité énergétique des mosquées nous citons des variables et des fixes.

Les paramètres fixes de l'expérimentation :

- a) L'orientation : l'orientation de l'qibla dans la ville d'Alger selon leur site sidéral est de 106° nord. (Source app may prayers).
- b) La hauteur : 6 m.
- c) Couplette : sans couplettes.
- d) Matériau : brique
- e) Les couleurs : blanc.
- f) Les ouvertures 1m/1.5 pour la coupole et 1m/2m pour la salle de prière et 1/1.5m pour le mur de qibla
 - Pour le mur de qibla : 4 ouvertures
 - Pour la salle de prière : 6 ouvertures
 - Pour la coupole : 4 ouvertures

Les paramètres variables d'analyse de l'expérimentation :

- a) La surface de la salle de prière : pour les deux forme géométrique carré et rectangle 400m^2
- b) Coupole :
 1. Le type soit :
 - Sur pendentif a base circulaire.
 - Coupole à base octogonale
 2. La taille :
 - 0.2 la taille la salle de prière (la taille de la salle de prière d'une forme carrée $20*20$, la forme rectangulaire $25*16$).
 - 0.3 la taille de la salle de prière (la taille de la salle de prière d'une forme carrée $20*20$, la forme rectangulaire $25*16$).
 - Egale à la taille de la salle de prière (la taille de la salle de prière d'une forme carrée $20*20$, la forme rectangulaire $25*16$).



Zone d'intervention et création du modèle

Orientation	Qibla	
Taille	Carrée 20*20 / rectangulaire 25*16	
Forme	Salle de prière carrée Salle de prière rectangulaire	
Coupolette	Sans coupolette	
Coupole	Type	Sur pendentif a base carré
		A base octogonale sur trompe
	Taille	0.2 la taille la salle de prière
		0.3 la taille de la salle de prière
	Egale à la taille de la salle de prière	
Hauteur de la salle de prière	6 m	
Matériau	brique	
Les couleurs	Blanc	
Les ouvertures	1m/1.5m la coupole et 1m/2m la salle de prière et 1/1.5m pour le mur de qibla	

Tableau 6 : les paramètres variables et fixe de modélisation

Source : l'auteur



Catégorie A			Constant	Variable
Modèle				
La salle de prière	Le type la salle carrée		✕	
	La taille 20*20		✕	
La coupole	Le type			✕
	La taille			✕
	Sans ou avec			✕
Les coupolette	Sans		✕	
L'orientation	Qibla		✕	
Texture			✕	
Les couleurs			✕	
Façade			✕	
Les ouvertures			✕	

Tableau 7 : catégorie A des modèles

Source : l'auteur



Catégorie b		Constant	Variable
Modèle			
La salle de prière	Le type La salle rectangulaire	✕	
	La taille 25*16	✕	
La coupole	Le type Octogonale sur trompe ou sur pendentif		✕
	La taille par rapport la salle de prière		✕
	Sans ou avec		✕
Les coupolette	Sans	✕	
L'orientation	Qibla	✕	
Texture		✕	
Couleur		✕	
Façade		✕	
Les ouvertures		✕	

Tableau 8: catégorie b des modèles

Source l'auteur



Zone d'intervention et création du modèle

 . La codification des paramètres d'analyse :

Nomination				Les paramètres				
A								
Salle carré								
(1)-(2)-(s)	Coupole sur pendentif a base circulaire			Sans coupole	Coupole sur trompe a base octogonale			Sans coupole
E-T-D	Egale à la salle de prière	0.3 la salle de prière	0.2 la salle de prière		Egale à la salle de prière	0.3 la salle de prière	0.2 la salle de prière	
Numéro de scénario	1	2	3		4	5	6	
B								
La salle rectangulaire								
(1)-(2)-(s)	Coupole sur pendentif a base circulaire			Sans coupole	Coupole sur trompe a base octogonale			Sans coupole
E-T-D	Egale à la salle de prière	0.3 la salle de prière	0.2 la salle de prière		Egale à la salle de prière	0.3 la salle de prière	0.2 la salle de prière	
Numéro de scénario	7	8	9		10	11	12	

Tableau 9 : La codification des paramètres d'analyse



5. Les scénarios :

Selon les données précédentes on a obtenu 14 scénarios 7 pour la forme carrée et 7 pour la forme rectangulaire :

N scenario	Code	Forme	Langueur	Largeur	Hauteur	Coupole	Type de coupole	Taille					
1	A1E	Carrée	20	20	6		Circulaire	Égale SP					
2	A1T							0.3SP					
3	A1D							0.2SP					
4	A2E						Rectangle	25	16	6		Octogonale	Egal SP
5	A2T												0.3SP
6	A2D											0.2SP	
7	AS											Sans	
8	B1E	Rectangle	25	16	6		Circulaire	Egal SP					
9	B1T							0.3 SP					
10	B1D							0.2 SP					
11	B2E						Octogonale	25	16	6		Circulaire	Egal SP
12	B2T												0.3 SP
13	B2D											0.2 SP	
14	BS												

Tableau 10 : Les scénarios, source auteur



Zone d'intervention et création du modèle

6. Création du modèle :

Notre simulation sur logiciel Autodesk Ecotect analysis commencé par localisation et l'intégration des données climatique de la région d'Alger. Et la précision de la date utilisées pour l'analyse. (De 1er janvier à 31 décembre).

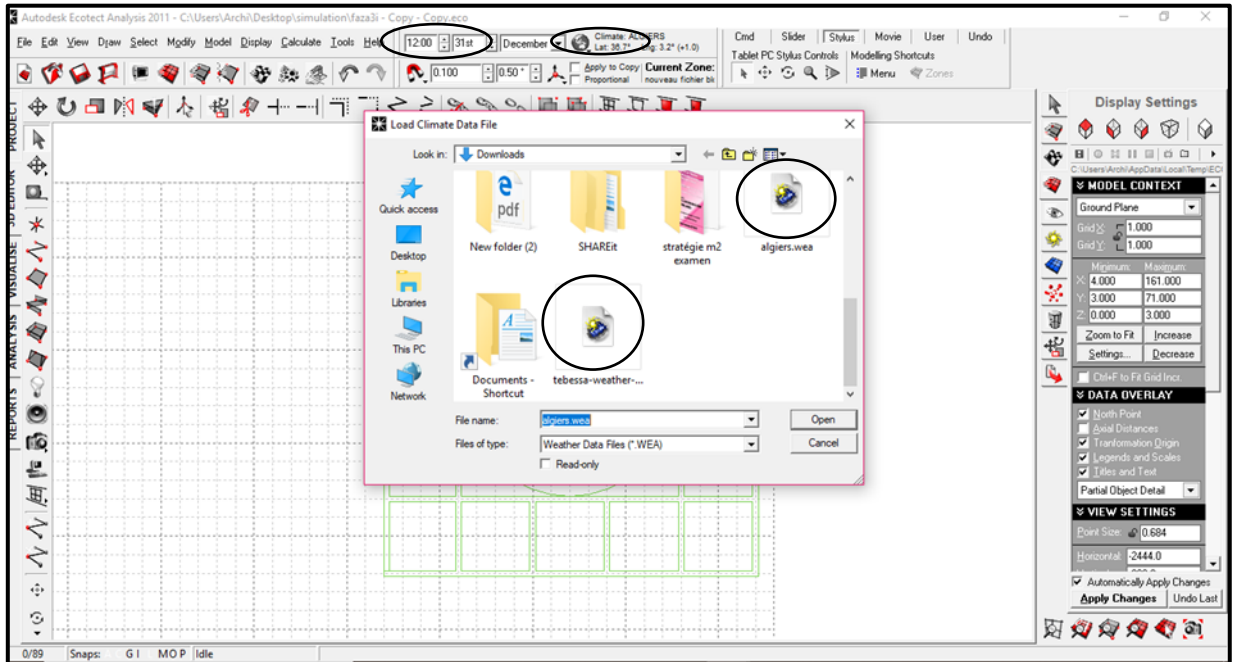


Figure 56 : l'intégration des données climatique de la région et la précision de la date, source auteur

Ensuite, nous précisons les heures de l'opération selon les heures de prière ou l'utilisation d'énergie. Aussi le type d'activité et la température du confort entre 18° et 26°

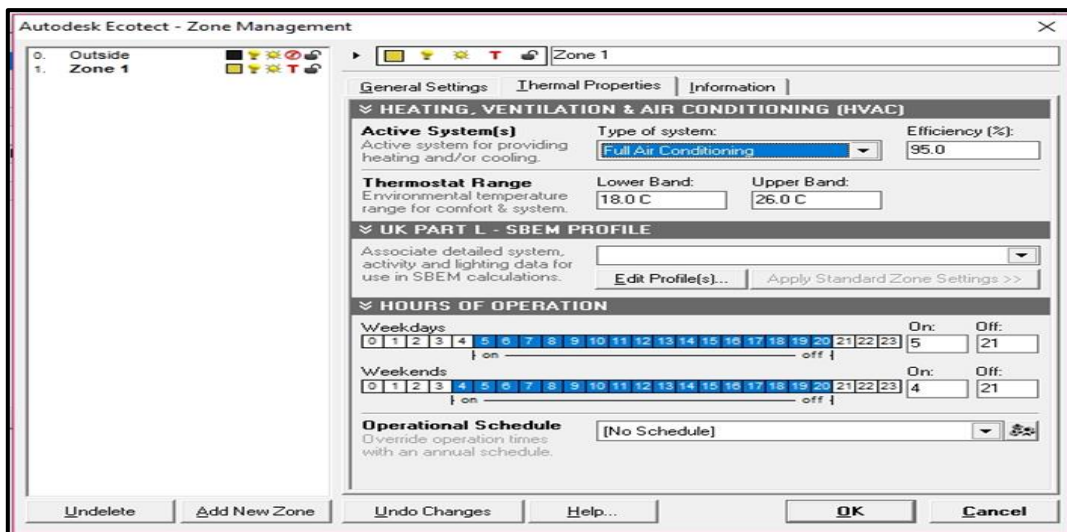


Figure 57 : la précision de l'heure, l'activité et la température, source auteur



Zone d'intervention et création du modèle

Puis le niveau de l'éclairage de 300lux et l'occupation d'espace pour 320 fidèles pour la salle de prière carrée et pour la salle de prière rectangulaire.

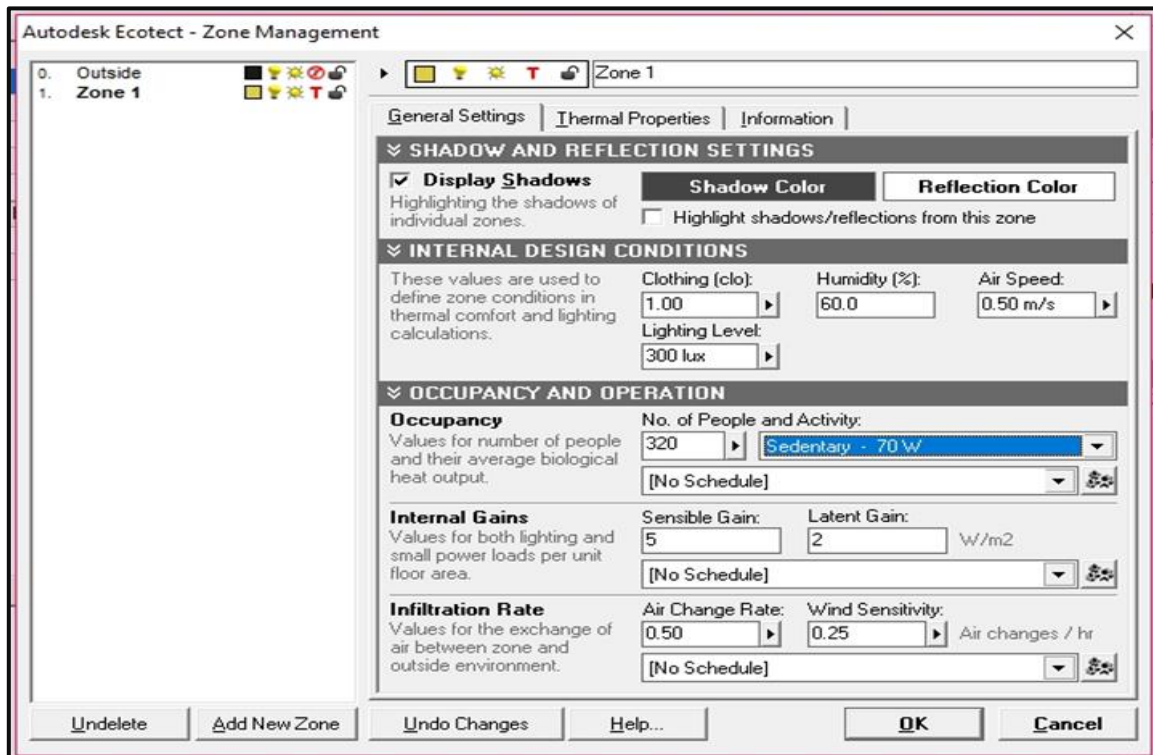


Figure 58 : niveau d'éclairage et l'occupation, source auteur



Zone d'intervention et création du modèle

Après l'introduire de toutes ces données nous commençons à la réalisation des modèles de simulation chaque modèle à leurs propriétés selon les codes cités dans le tableau des scénarios précédent :

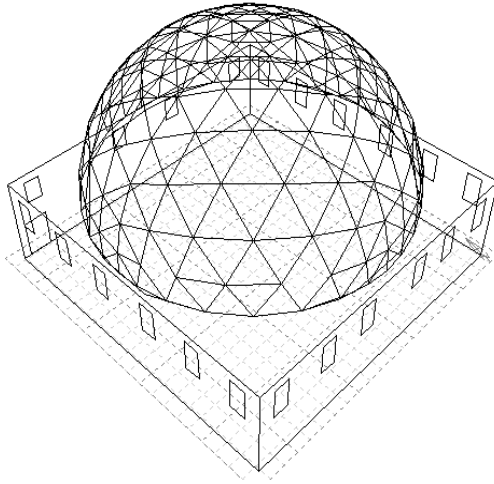


Figure 59 : vue 3d sue le modèle A1E

Source : auteur

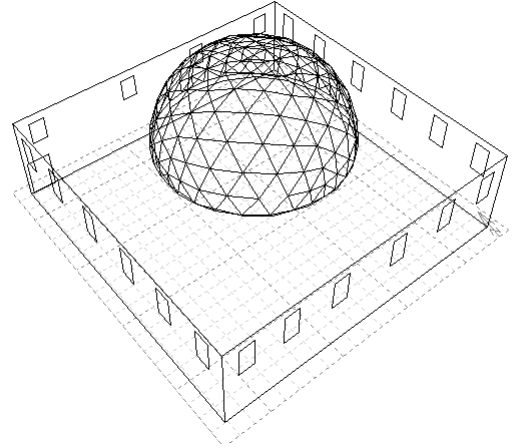


Figure 60 : vue 3d sur le modèle A1T

Source : auteur

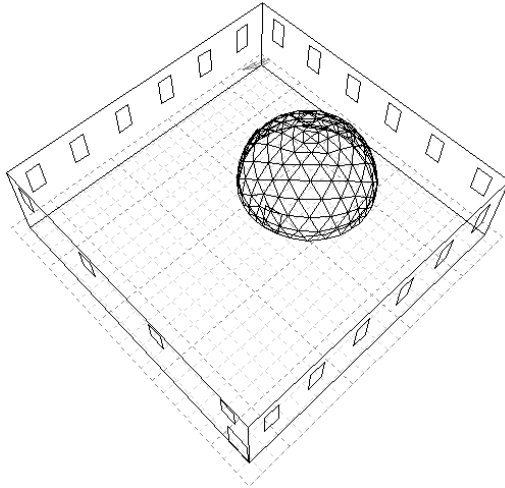


Figure 61 : vue 3d sur le modèle A1D

Source : auteur

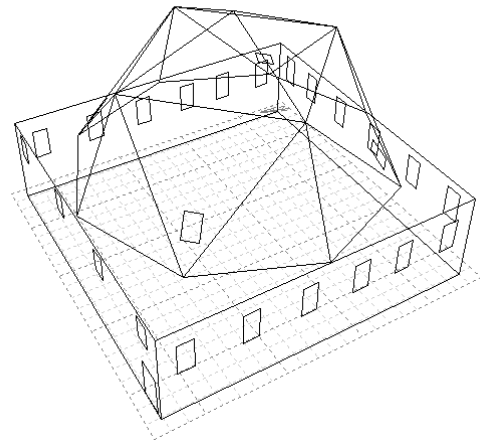


Figure 62 : vue 3d sur le modèle A2E

Source : auteur



Zone d'intervention et création du modèle

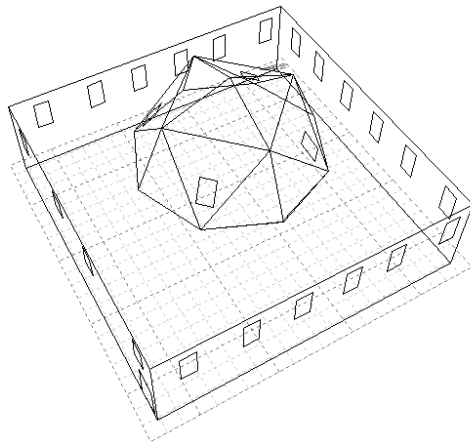


Figure 63 : vue « d sur le modèle A2T

Source : auteur

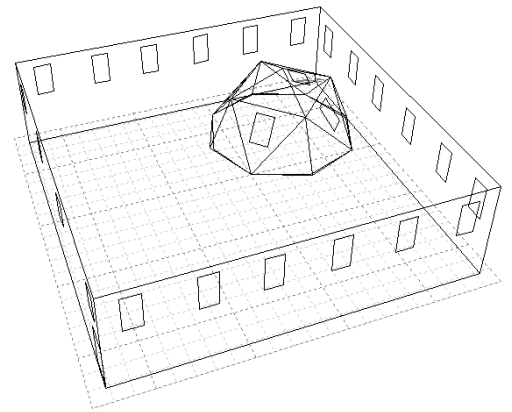


figure 64 : vue 3d sur le modele A2D

Source :auteur

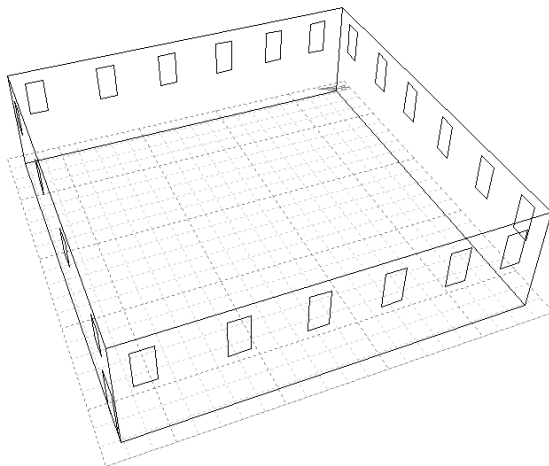


Figure 65 : vue 3d sur le modèle AS

Source : auteur

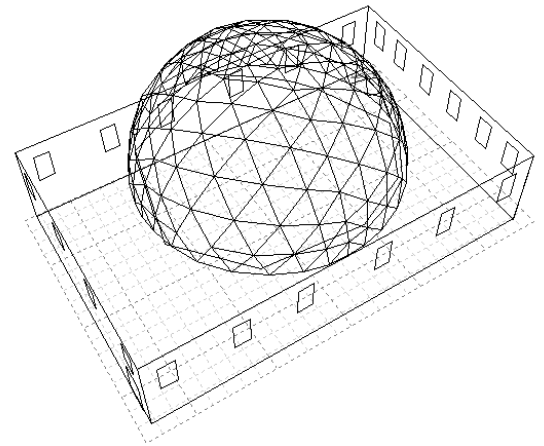


Figure 66 : vue 3d sur le modèle B1E

Source : auteur

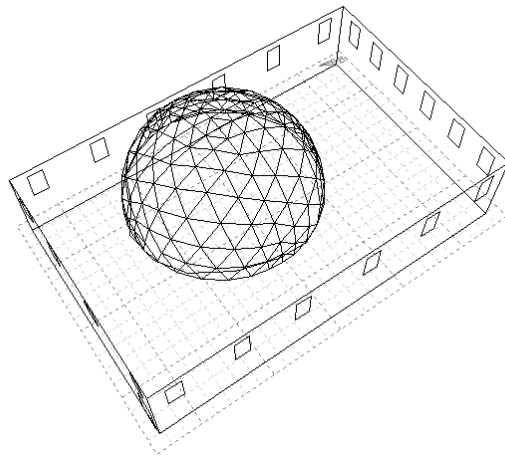


Figure 67 : vue 3d sur le modèle B1T

Source : auteur

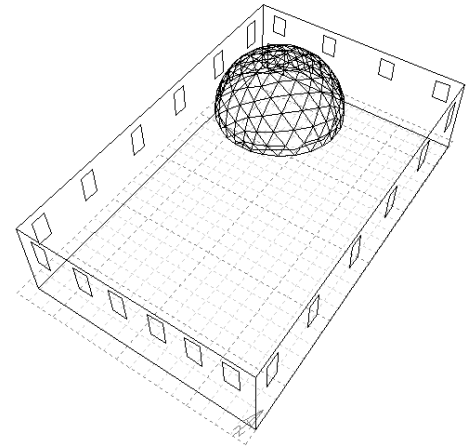


Figure 68 : vue 3d sur le modèle B1D

Source : auteur

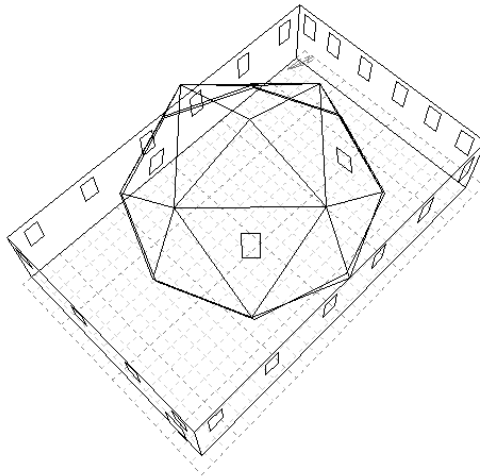


Figure 69: vue 3d sur le modèle B2E

Source : auteur

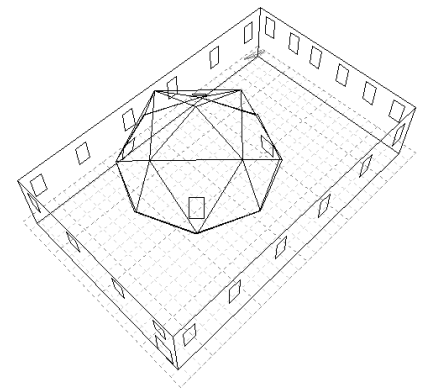


Figure 70 : vue 3d sur le modèle B2T

Source : auteur

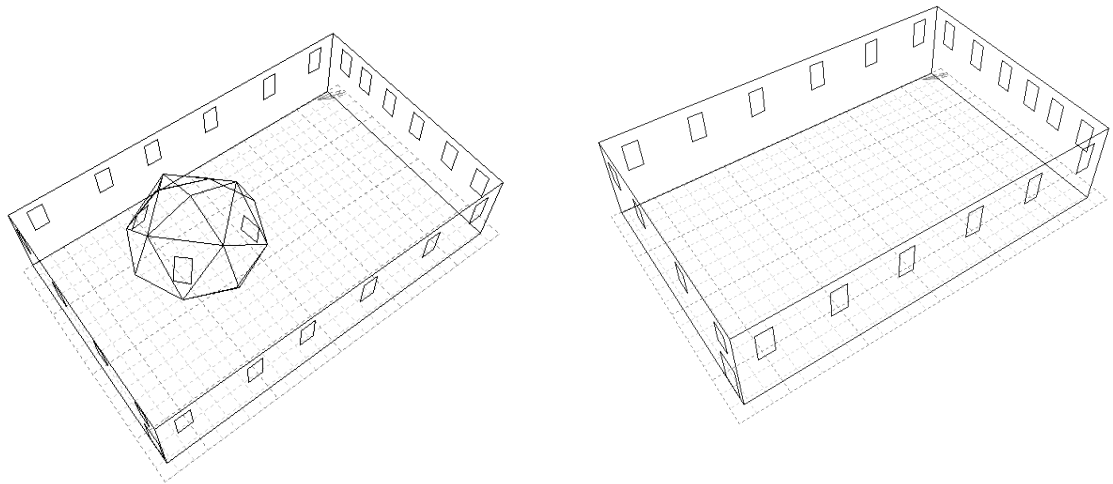


Figure 71: vue 3d sur le modèle B2D

Source : auteur

Figure 2 : vue 3d sur le modèle Bs

Source : auteur

7. Les étapes de l'expérimentation (simulation) :

Après la création du modèle sur logiciel ECOTECH en à passer à l'étape de la simulation :

Pour démarrer le calcul de la consommation énergétique, clique sur « ANALYSIS », le menu suivant apparait. On sélectionne « Resource consumption » et on laisse seulement « Heating/Cooling loads » puis on clique sur calculate, plus cela prendra un peu de temps dépend aux détails et au nombre des éléments à calculer.



Zone d'intervention et création du modèle

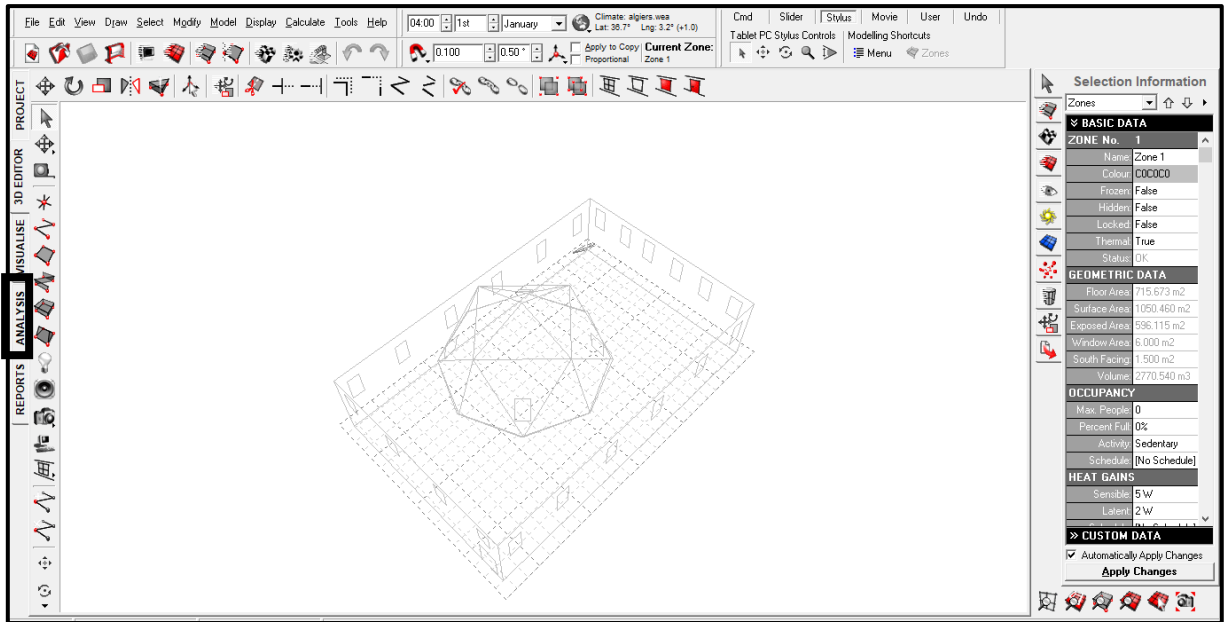


Figure 73 : analyse du scénario B2T

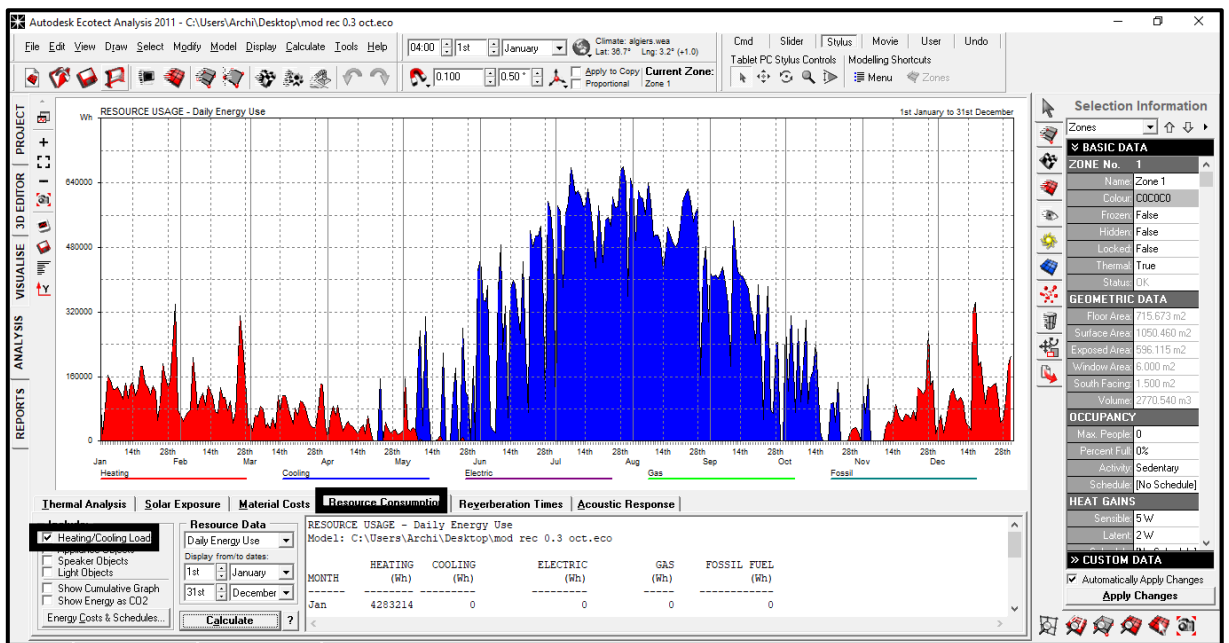


Figure 74 : type d'analyse et calculations des résultats, source auteur

Ce dernier écran affiche les résultats obtenus en graphe et un tableau qui contient les informations qu'on les recherche, la consommation du scénario en climatisation et de chauffage pendant les 12 mois. - En sélectionnant ces dernières données et les importer en tableaux numériques sur logiciel MICROSOFT Excel :

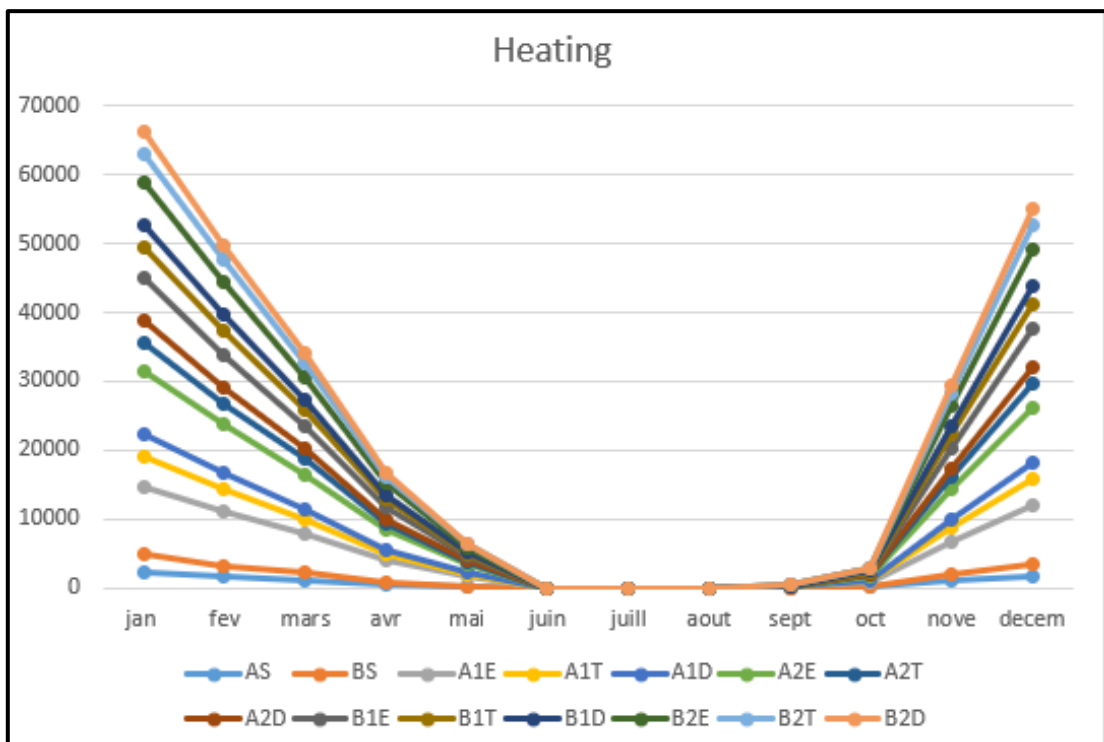


Zone d'intervention et création du modèle

model	AS	BS	A1E	A1T	A1D	A2E	A2T	A2D	B1E	B1T	B1D	B2E	B2T	B2D
jan	2372	2372	10004	4432	3202	8936	4295	3083	6293	4505	3213	6120	4301	3162
fev	1632	1633	7761	3322	2341	6961	3224	2246	4800	3386	2354	4683	3229	2314
mars	1073	1074	5611	2245	1517	4987	2170	1442	3360	2302	1531	3269	2174	1503
avr	365	366	3132	1063	641	2822	1026	564	1755	1108	639	1690	1004	629
mai	138	138	1270	403	236	1136	386	206	670	421	235	640	357	235
juin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
juill	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aout	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sept	0	0	157	0	0	124	0	0	19	0	0	19	0	0
oct	31	31	720	185	71	613	156	23	327	192	69	321	112	71
nove	931	931	4803	1961	1324	4268	1890	1239	2895	2004	1319	2815	1837	1321
decem	1651	1652	8786	3679	2525	7881	3571	2413	5365	3748	2543	5264	3577	2508
totale	8162	8166	41524	17105	11786	37115	16562	11193	25157	17474	11834	24500	16479	11672

Tableau 11 : la consommation énergétique de chauffage, source : auteur

Pour faciliter la lecture des résultats on va présenter ces informations dans des graphes, deux graphes saisonniers (climatisation et chauffage), ces derniers nous précisent la dégradation de la consommation énergétique pour chaque scénario.



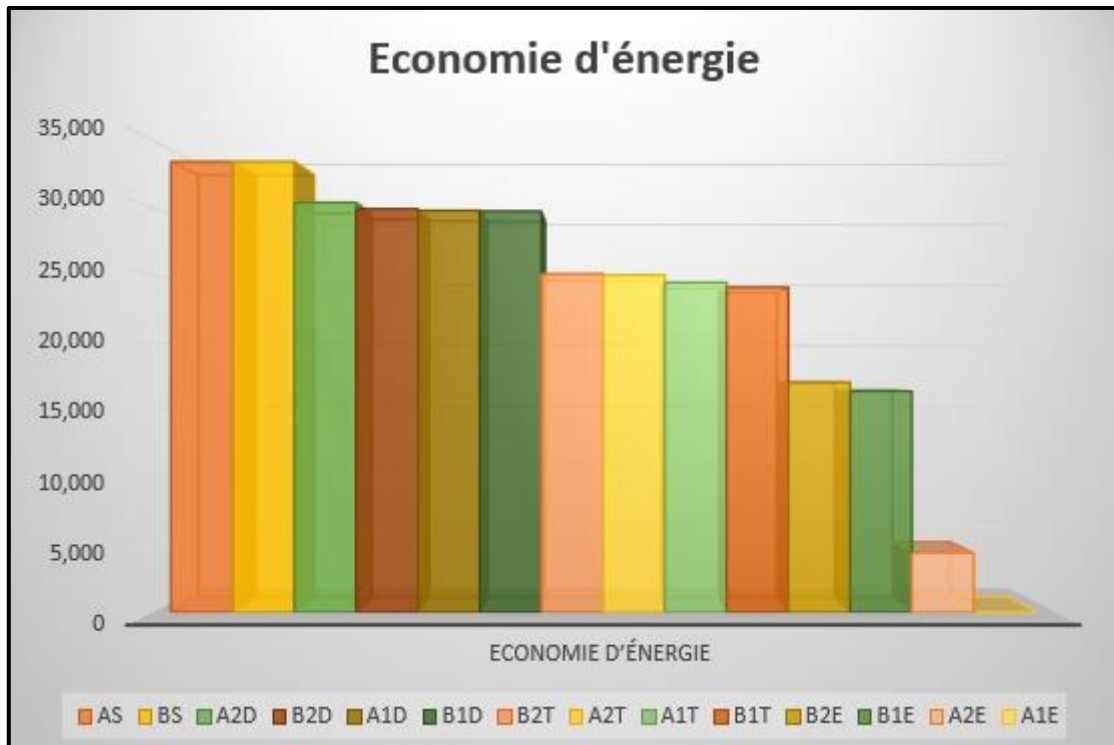
Graphe 5 : la consommation énergétique de chauffage, source auteur 2018

Ensuite on va classer les scénarios du plus performant jusqu'à le moins performant selon leur économie d'énergie cette économie est calculée de la manière suivante : (La consommation



Zone d'intervention et création du modèle

du scénario – la consommation du scénario le moins performant) Plus le résultat négatif plus le scénario performant et plus économie en énergie.



Graphe 6 : classement de l'économie d'énergie (Heating), source auteur



Conclusion :

On a obtenu plusieurs résultats traduisent par des tableaux et des graphes à l'aide du logiciel EXCEL :

- consommation énergétique pour (heating) et (cooling).
- économie d'énergie pour (heating) et (cooling).
- Classement générale de la consommation énergétique (cooling/heating),
- classement finale de l'économie d'énergie des scénarios (cooling/heating)



CHAPITRE 04



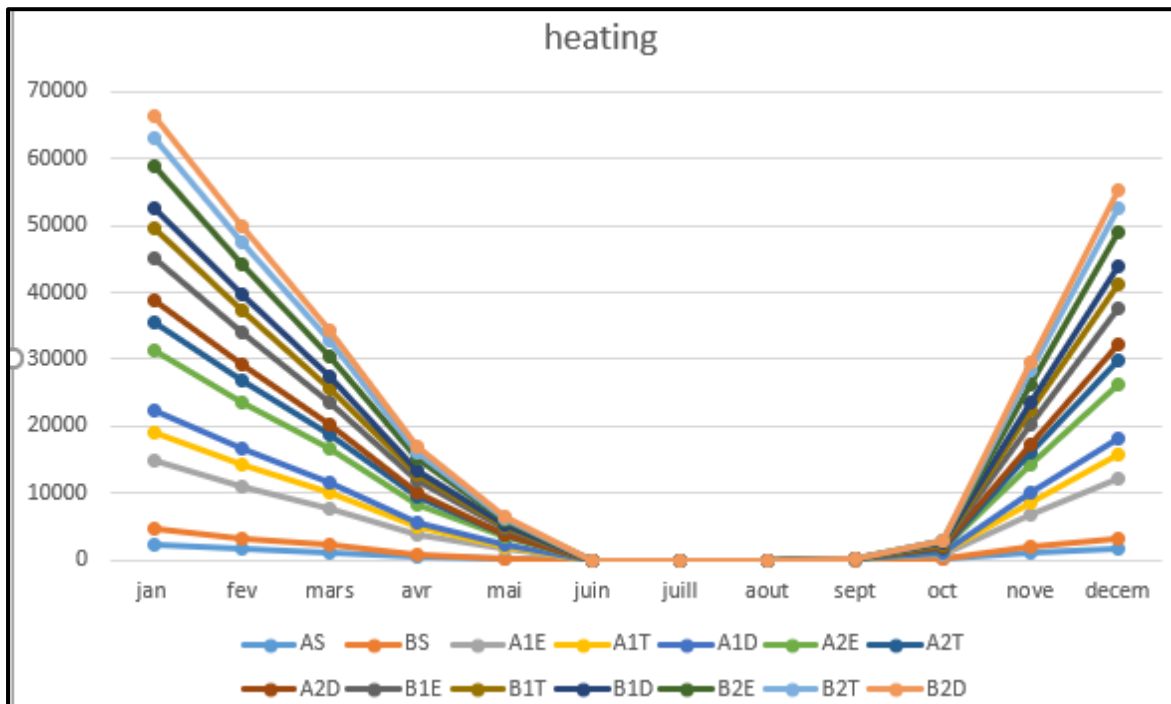
Introduction :

Dans ce chapitre 4 (simulation), nous effectuons des simulations informatiques de la consommation énergétique de nombreux modèles développés dans les chapitres précédents, qui ont permis d'améliorer 14 scénarios. Une fois les résultats obtenus, nous passons à leur présentation et interprétation. Pour obtenir les meilleures performances optimales du modèle

1- Vérification générale de la consommation énergétique dans les 14 scénarios pendant deux période heating et cooling :

On a étudié la consommation énergétique à partir d'un graphe indiquant les changements de la consommation le long de l'année (deux saison l'été et l'hiver)

A - la consommation énergétique pendant la période de chauffage



Graphe : la consommation énergétique de chauffage source : auteur

Selon les données climatiques de la région d'Alger et la base de données du logiciel écotect on remarque que :

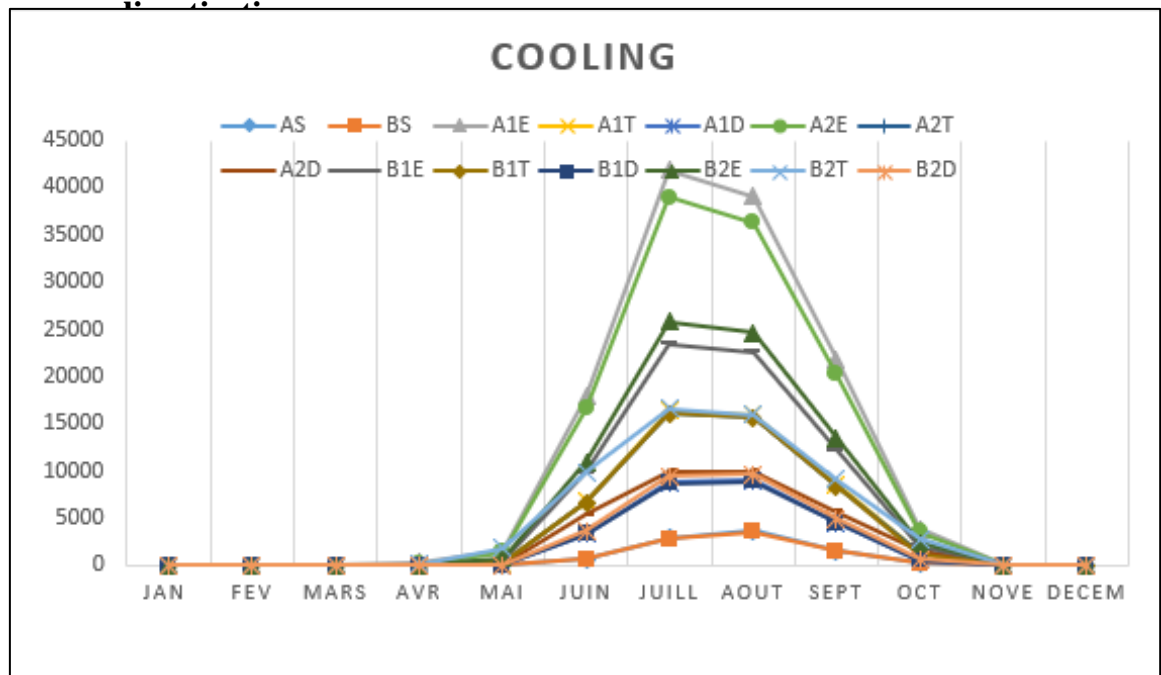
- L'utilisation de chauffage enregistrée pour le confort d'hiver est pendant 8mois dans l'année (de janvier jusqu'à mai et d'octobre jusqu'à décembre)



CHAPITRE 04 : Simulation

- Le scénario le plus utilisable de chauffage et B2D (salle de prière rectangulaire avec une coupole octogonale égale à 0.2 la salle de prière)
- Les scénarios AS et BS (salle de prière rectangulaire et carrée sans coupole) sont les moins consommateurs d'énergie de chauffage
- Enfin le graphe montre qu'il y a une variation de la consommation énergétique de chauffage pour chaque scénario

B - la consommation énergétique pendant la période de



Graphe : la consommation énergétique de climatisation source : auteur

On constate que

- L'utilisation de climatisation enregistrée pendant le confort d'été et pendant 7 mois de l'année (d'avril jusqu'à octobre)
- D'autre scénario est de juin jusqu'à octobre (AS et BS) et sont les scénarios ou la consommation est faible par rapport aux autres scénarios
- Les scénarios A1E et A2E sont les scénarios ou la consommation est plus élevée
- Les scénarios qui consomment moins d'énergie sont AS et BS (celles sans coupole)

1-1 Vérification de la consommation énergétique et l'économie d'énergie :

a- Pendant la période heating :



CHAPITRE 04 : Simulation

Scénario	A1E	A1T	A1D	A2E	A2T	A2D	AS
Totale consommation (kw)	41524	17105	11786	37115	16562	11193	8162

Scénario	B1E	B1T	B1D	B2E	B2T	B2D	BS
Totale consommation (kw)	25157	17474	11834	24500	16479	11672	8166

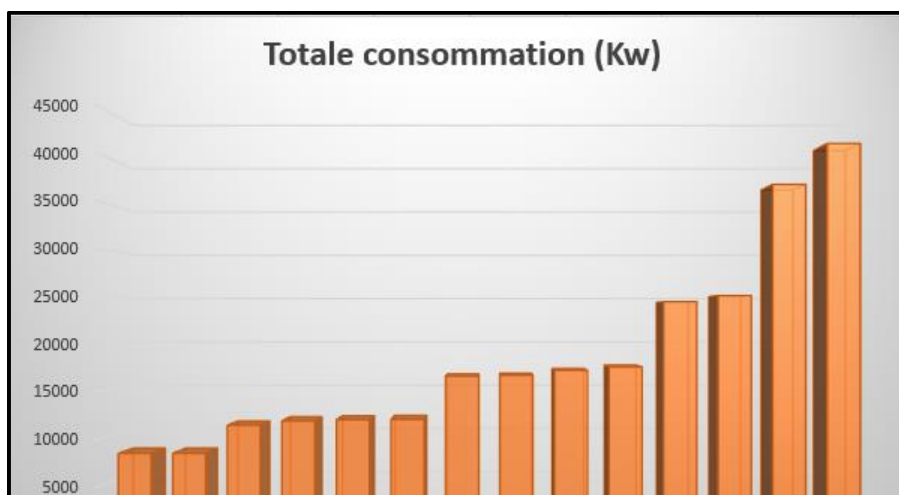
Tableau : la consommation totale pour les scénarios (heating) source auteur

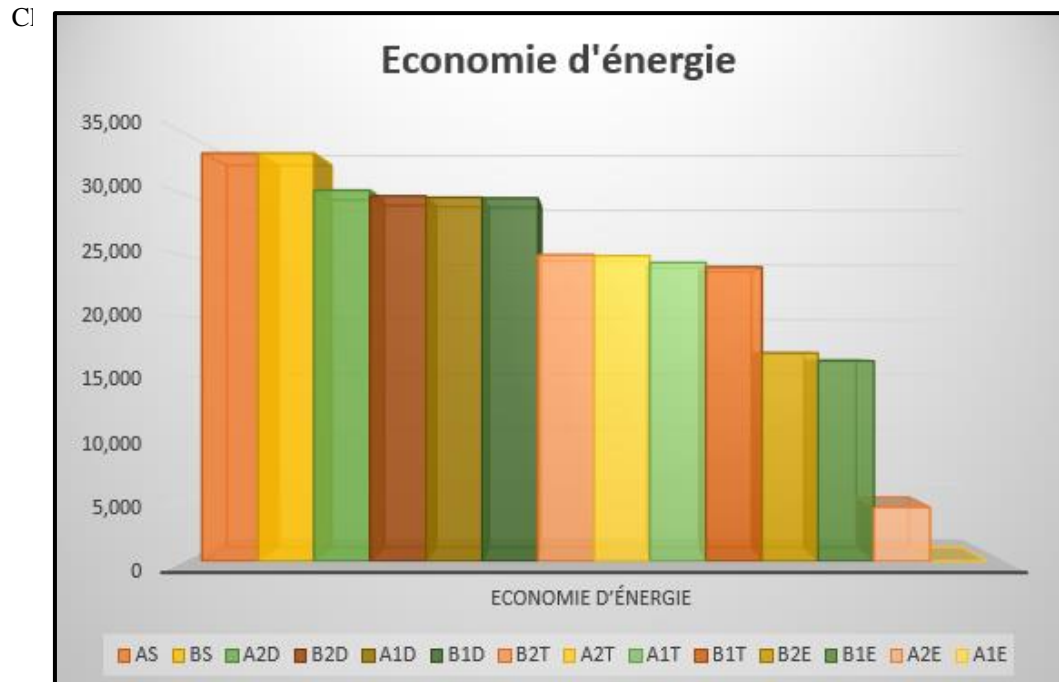
1.2 Classement des scénarios par consommation énergétique pendant la période (heating)

Scénario	AS	BS	A2D	B2D	A1D	B1D	B2T
Totale consommation (Kw)	8162	8166	11193	11672	11786	11834	16479
Economie d'énergie	33,362	33,358	30,331	29,852	29,738	29,690	25,045
Classement des scénarios	1	2	3	4	5	6	7

Scénario	A2T	A1T	B1T	B2E	B1E	A2E	A1E
Totale consommation (Kw)	16562	17105	17474	24500	25157	37115	41524
Economie d'énergie	24,962	24,419	24,050	17,024	16,367	4,409	0
Classement des scénarios	8	9	10	11	12	13	14

Classement des scénarios par consommation énergétique et économie d'énergie, source auteur.





Classement des scénarios par économie nergétique (heating), source auteur.

Pour le chauffage la consommation est entre une consommation minimale de **8162kwh** avec une économie d'énergie de 33,362 kwh

On remarque que :

- ❖ Les scénarios qui offrent plus d'économie d'énergie de 33362 et 33358 kwh sont les scénarios (AS et BS)
- ✓ AS (salle carrée sans coupole)
- ✓ BS (salle rectangulaire sans coupole)
- ❖ Les scénarios qui offrent moins d'économie d'énergie sont les scénarios (B2E ; B1E A1E ; A2E ;)
- ✓ A1E (salle carrée avec une coupole a base circulaire de taille égale à la taille de salle de prière)
- ✓ A2E (salle carrée avec une coupole octogonale de taille égale à la taille de la salle de prière)



CHAPITRE 04 : Simulation

- ✓ B2E (salle rectangulaire avec une coupole octogonale de taille égale à la taille de la salle de prière)
- ✓ B1E (une salle rectangulaire avec une coupole a base circulaire de taille égale à la taille de la salle de prière)

Donc on peut dire que la salle de prière soit rectangulaire ou carrée sans coupole avec une est la plus performante que les autres scénarios

b-pendant la période cooling

La consommation énergétique totale pour les scénarios :

Scénario	A1E	A1T	A1D	A2E	A2T	A2D	AS
Totale consommation	126347	49172	26211	117084	48099	32582	8828

Scénario	B1E	B1T	B1D	B2E	B2T	B2D	BS
Totale consommation	70727	48051	25865	77833	56414	28196	8593

Tableau : consommation totale pour les scénarios (cooling), source auteur

Scénario	AS	BS	B1D	A1D	B2D	A2D	B1T
Totale consommation	8828	8593	25865	26211	28196	32582	48051
Economie d'énergie	117519	117754	100482	100136	98151	93765	78296
Classement des scénario	1	2	3	4	5	6	7

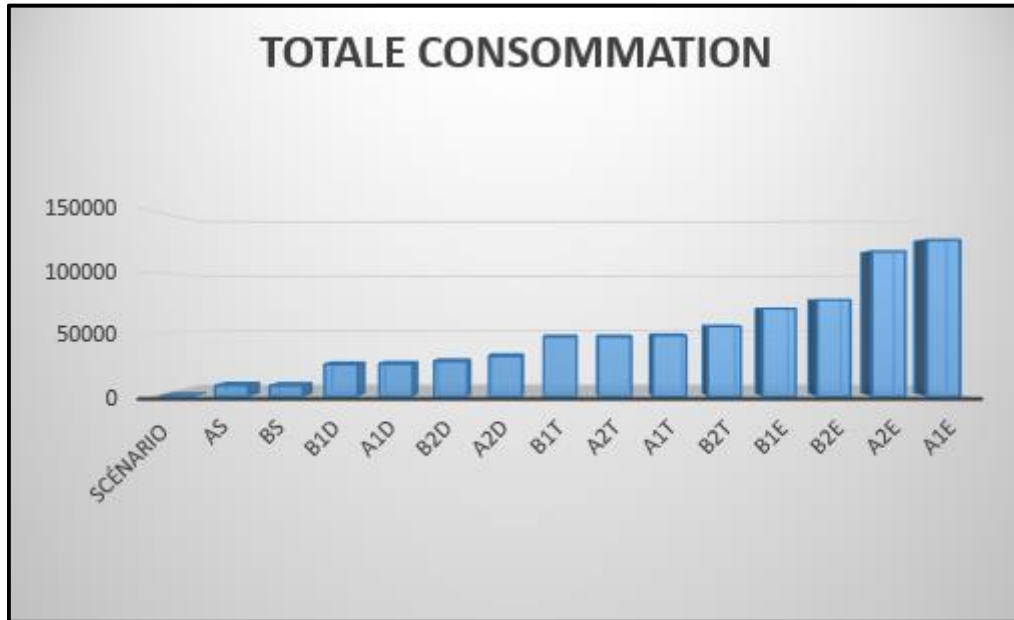
Scénario	A2T	A1T	B2T	B1E	B2E	A2E	A1E
Totale consommation	48099	49172	56414	70727	77833	117084	126347
Economie d'énergie	78248	77175	69933	55620	48514	9263	0



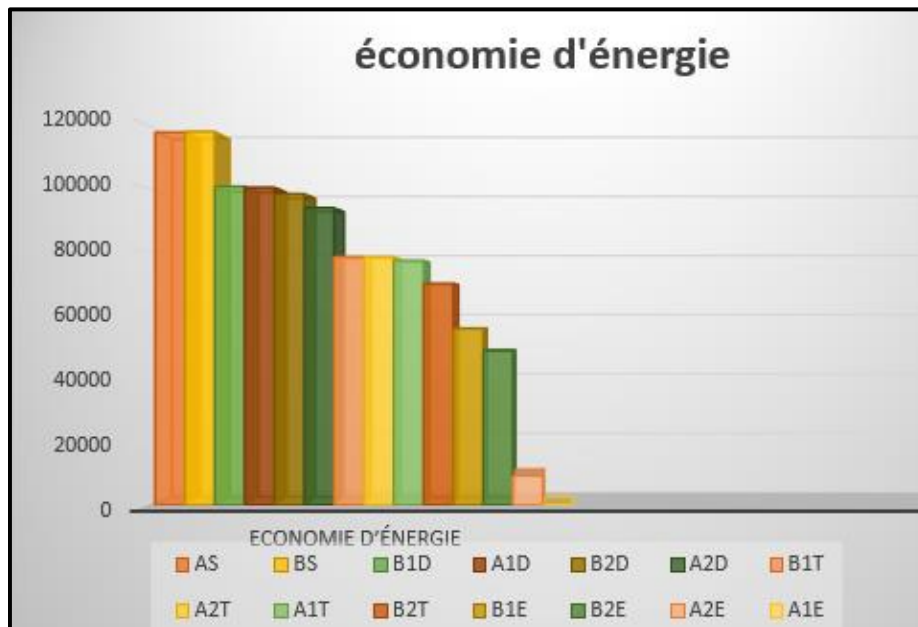
CHAPITRE 04 : Simulation

Classement des scénario	8	9	10	11	12	13	14
-------------------------	---	---	----	----	----	----	----

Tableau : classement des scénarios par consommation énergétique (cooling) source auteur.



Classement des scénarios par consommation énergétique (cooling), source auteur.



Classement des scénarios par économie énergétique (cooling), source auteur.

Pour la climatisation la consommation est entre une consommation minimale de 8828 kwh avec une économie d'énergie de 117519 kwh



CHAPITRE 04 : Simulation

On remarque que :

- ❖ Les scénarios qui offrent plus d'économie d'énergie de 117519kwh et 117754kwh sont les scenarios (AS, BS)
- AS (salle carrée sans coupole) avec une économie d'énergie de 117519 kwh
- BS (salle rectangulaire sans coupole avec une économie d'énergie de 117754kwh
- ❖ Les scénarios qui offrent moins d'économie d'énergie sont les scénarios (A1E;A2E ; B2E ; B1E)
- A1E (salle carrée avec une coupole a base circulaire de taille égale à la taille de la salle de prière) avec une économie d'énergie de 0 kWh
- A2E (salle carrée avec une coupole octogonale de taille égale à la taille de la salle de prière) avec une économie d'énergie de 9263 kwh
- B2E (salle rectangulaire avec une coupole octogonale de taille égale à la taille de la salle de prière) avec une économie d'énergie de 48514kWh
- B1E (salle rectangulaire avec une coupole a base circulaire de taille égale à la taille de la salle de prière) avec une économie d'énergie de 55620kwh
- ✚ Donc on peut dire que la salle carrée ou rectangulaire sans et la plus performante que les autres scénarios

1-2Classement générale de la consommation énergétique (cooling/heating)

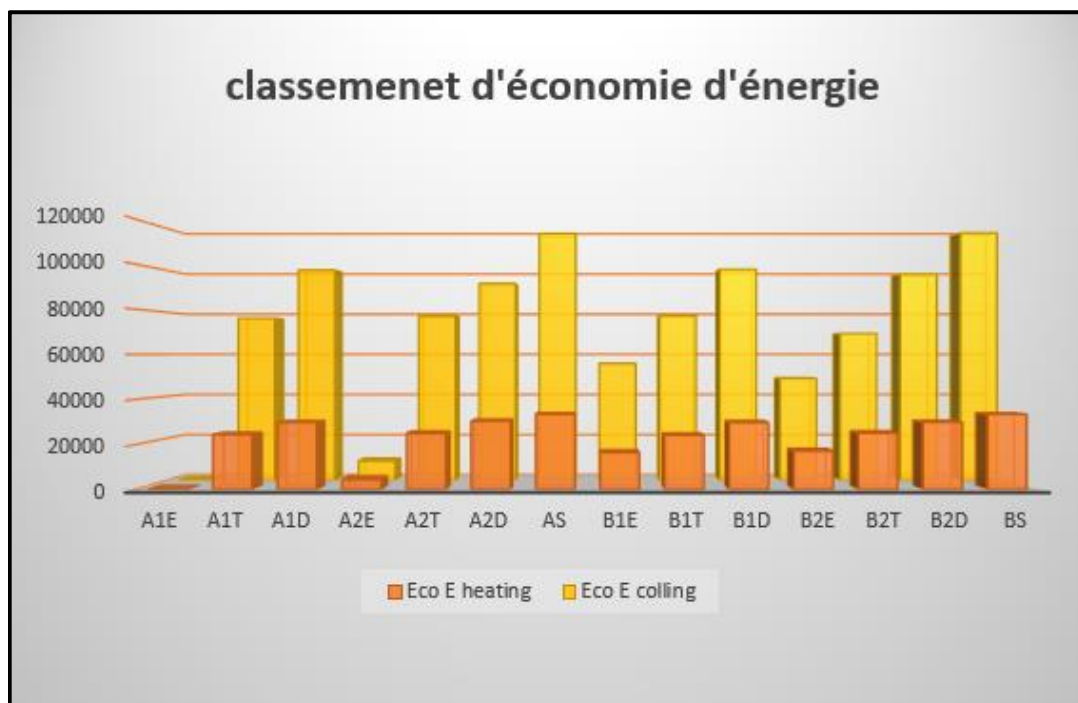
Scénario	A1E	A1T	A1D	A2E	A2T	A2D	AS
T cons heating	41524	17105	11786	37115	16562	11193	8162
T cons cooling	126347	49172	26211	117084	48099	32582	8828
Eco E heating	0	24419	29738	4409	24962	30331	33362
Eco E colling	0	77175	100136	9263	78248	93765	117519
Classement heating	14	9	5	13	8	3	1
Classement cooling	14	9	4	13	8	6	2



CHAPITRE 04 : Simulation

Scénario	B1E	B1T	B1D	B2E	B2T	B2D	BS
T cons heating	25157	17474	11834	24500	16479	11672	8166
T cons cooling	70727	48051	25865	77833	56414	28196	8593
Eco E heating	16367	24050	29690	17024	25045	29852	33358
Eco E colling	55620	78296	100482	48514	69933	98151	117754
Classmnt heating	12	10	6	11	7	4	2
Classement cooling	11	7	3	12	10	5	1

Tableau : classement générale des scénarios par consommation énergétique (cooling/heating) source auteur.



Graphe Classement générale de la consommation énergétique (cooling/heating), source auteur.

La lecture faite de graphe précédent relève :

- Des scénarios performants dans la période de la climatisation (AS ; BS)
- Des scénarios performants dans la période de chauffage (AS. BS)



CHAPITRE 04 : Simulation

- Des scénarios performants dans les deux périodes chauffage et climatisation (AS ; BS)
- Des scénario les moins performant (A1E ; A2E)

On constate que :

- Les modèles qui consomme plus d'énergie soit cooling ou heating par rapport aux autres model est A1E et A2E

1.3 Classement finale de l'économie d'énergie (cooling/heating)

Scénario	AS	BS	A1D	B1D	B2D	A2D	A2T
Classement FINALE	1	2	3	4	5	6	7

Scénario	B1T	A1T	B2T	B1E	B2E	A2E	A1E
Classement FINALE	8	9	10	11	12	13	14

Tableau : classement finale de l'économie d'énergie (cooling/heating)

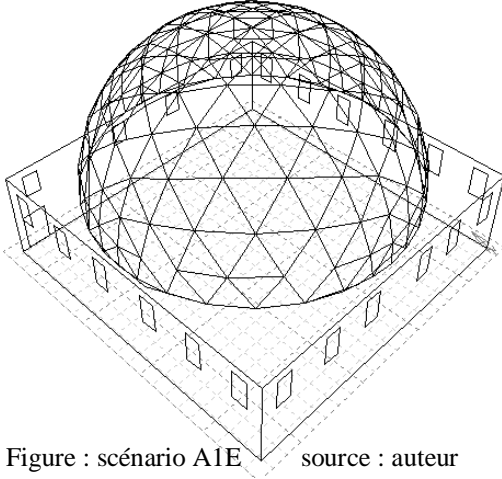
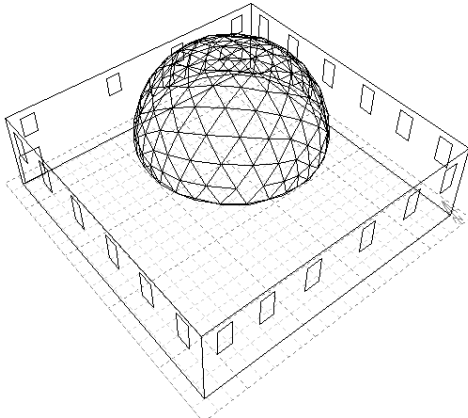
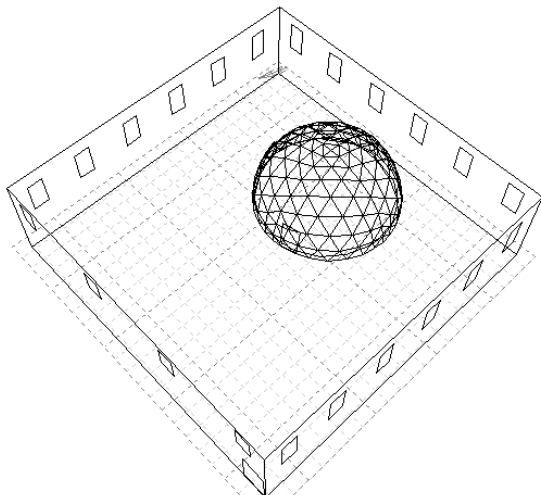
- Le modèle le plus performant est AS salle de prière avec une forme carrée de longueur et largeur de 20 m et hauteur de 6 m leur économie d'énergie de climatisation et plus élève que de chauffage
- Et le modèle le moins performant est A1E salle de prière carrée avec une coupole a base circulaire avec une taille celle de la salle de prière
- Et par rapport au coupole la forme de coupole la plus performant est le modèle A1D et B1D une salle de prière carrée de longueur et largeur 20 m et hauteur 6 avec une coupole a base circulaire de taille égale à 0.2 la taille de la salle de prière et le 2ème modèle salle de prière rectangulaire de longueur 24 et largeur 16 m avec une coupole a base circulaire de taille égale à 0.2 la taille de la salle de prière
- ✓ Donc la taille optimale de coupole pour consommer moins d'énergie pour une salle de prière quel que soit carrée ou rectangulaire est coupole circulaire de 0.2 la salle de prière

2.Décodification du classement finale des scénarios

	Classement	14
--	------------	----

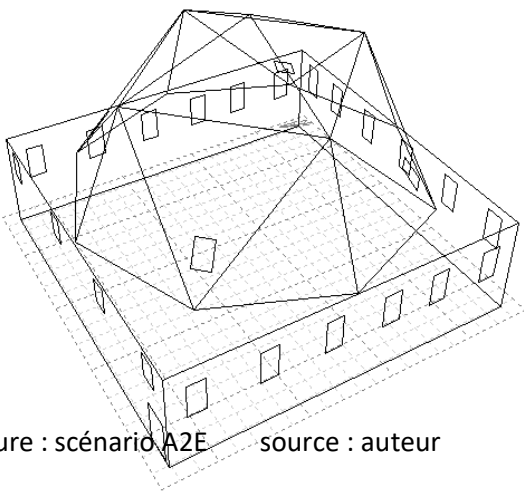
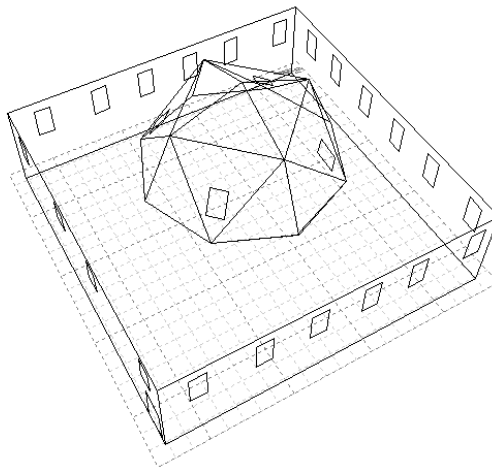
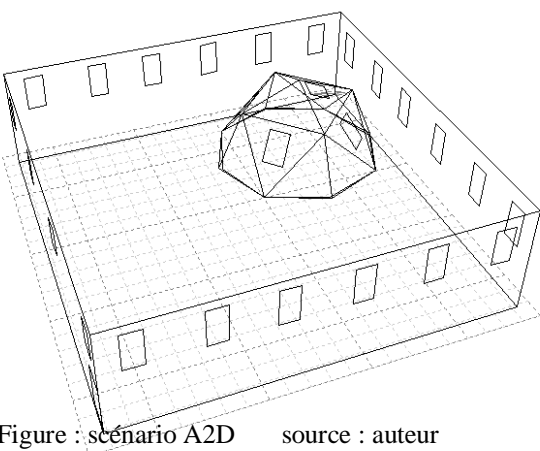


CHAPITRE 04 : Simulation

 <p>Figure : scénario A1E source : auteur</p>	Code	A1E
	Forme de la salle de p	Carrée
	La coupole	A base circulaire = la taille de p
	Dimensions	20*20*6
 <p>Figure : scénario A1t source : auteur</p>	Classement	9
	Code	A1T
	Forme de la salle de prière	Carrée
	La coupole	A base circulaire =0.3 la taille de la s de p
	Dimensions	20*20*6 m
 <p>Figure : scénario A1d source : auteur</p>	Classement	3
	Code	A1D
	Forme de la salle de p	carrée
	La coupole	A base circulaire =0.2 la s p
	Dimension	20*20*6m
	Classement	13
	Code	A2E

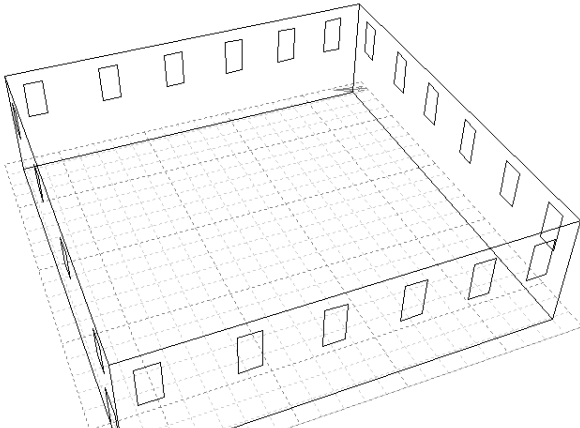
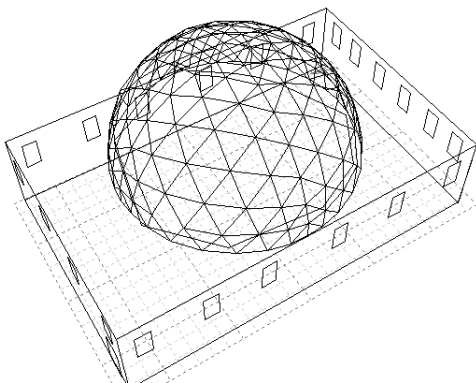
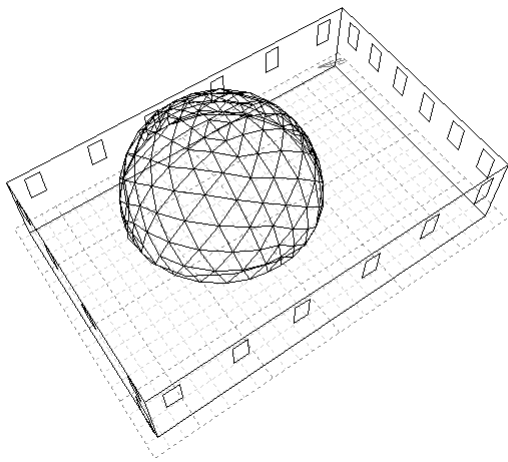


CHAPITRE 04 : Simulation

 <p>Figure : scénario A2E source : auteur</p>	Forme de la salle de prière	Carrée
	La coupole	Coupole octogonale =la taille se la salle de prière
	Dimension	20*20*6m
 <p>Figure : scénario A2t source : auteur</p>	Classement	7
	Code	A2T
	Forme de la salle de prière	Carrée
	La coupole	Coupole octogonale =0.3 la taille de la salle de prière
	Dimension	20*20*6m
 <p>Figure : scénario A2D source : auteur</p>	Classement	6
	Code	A2D
	Forme de la salle de prière	Carrée
	Coupole	Octogonale =0.2 la taille de la s.p
	Dimensions	20*20*6m
	Classement	1

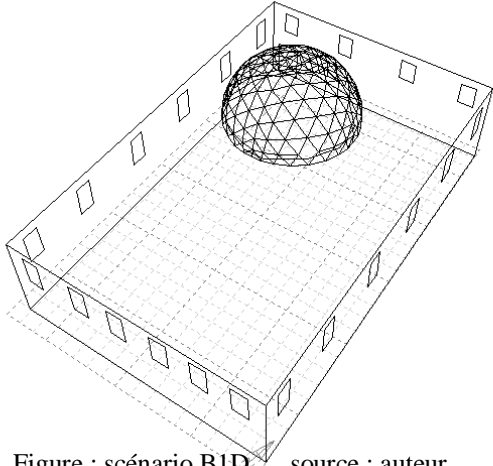
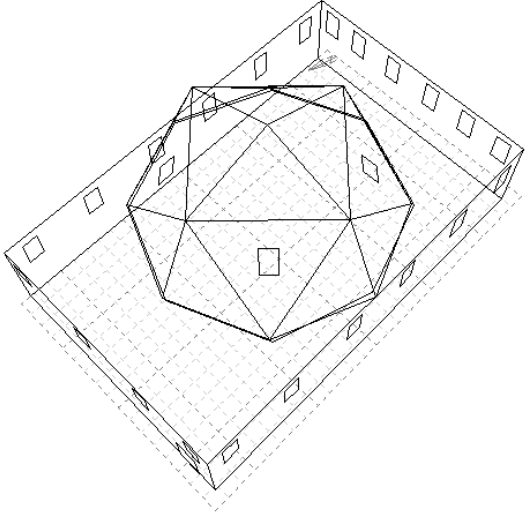
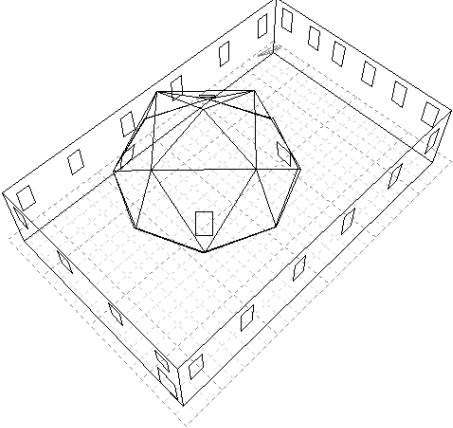


CHAPITRE 04 : Simulation

 <p>Figure : scénario AS source : auteur</p>	Code	AS
	Forme	Salle carrée
	Coupoles	Sans
	Dimensions	20*20*6 m
 <p>Figure : scénario B1E source : auteur</p>	Classement	4
	Code	B1E
	Forme	Rectangle
	Coupoles	A base circulaire = la salle de prière
	Dimensions	39*24*6m
 <p>Figure : scénario B1t source : auteur</p>	Classement	8
	Code	B1T
	Forme	Rectangle
	Coupoles	A base circulaire =0.3 la salle de prière
	Dimensions	39*24*6m
	Classement	6
	Code	B1D
	FORME	Rectangle

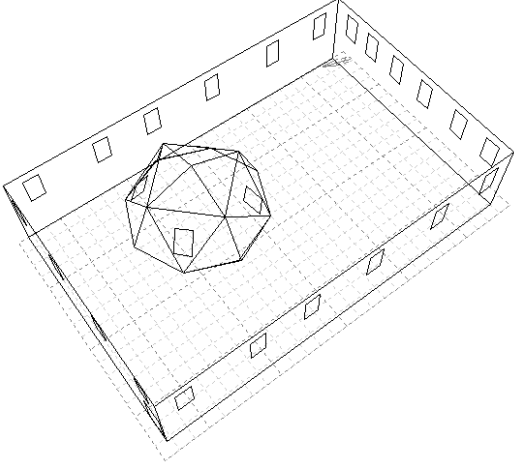
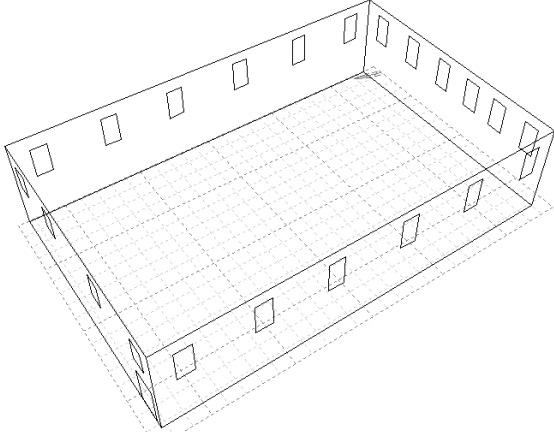


CHAPITRE 04 : Simulation

 <p>Figure : scénario B1D source : auteur</p>	<p>COUPOLE</p>	<p>A base circulaire =0.2 la salle de prière</p>
<p>Dimensions</p>	<p>39*24*6m</p>	
 <p>Figure : scénario B2E source : auteur</p>	<p>Classement</p>	<p>12</p>
<p>Code</p>	<p>B2E</p>	
<p>Forme</p>	<p>Rectangle</p>	
<p>Coupole</p>	<p>Octogonale = la salle de prière</p>	
<p>Dimensions</p>	<p>39*24*6m</p>	
 <p>Figure : scénario B2T source : auteur</p>	<p>Classement</p>	<p>10</p>
<p>Code</p>	<p>B2T</p>	
<p>Forme</p>	<p>Rectangle</p>	
<p>Coupole</p>	<p>Octogonale =0.3 la salle de prière</p>	
<p>Dimension</p>	<p>39*24*6m</p>	



CHAPITRE 04 : Simulation

 <p>Figure : scénario B2D source : auteur</p>	Classement	5
	Code	B2D
	Forme	Rectangle
	La coupole	Octogonale =0.2 la salle de prière
	Dimensions	39*24*6m
 <p>Figure : scénario BS source : auteur</p>	Classement	2
	Code	BS
	Forme	Rectangle
	Coupole	Sans
	Dimensions	39*24*6m



CONCLUSION

D'après l'analyse des résultats de la simulation Pour vérifier la performance énergétique des coupoles dans les mosquées ottomanes en Algérie, on peut constater que la mosquée sans coupole est plus performante que celle avec des coupoles mais si on veut ajouter des coupoles dans les conceptions des mosquées il est préférable d'ajouter :

Pour une salle de prière carrée : la taille optimale de coupole pour consommer moins d'énergie est de 0.2 la salle de prière quel que soit son type (octogonale ou à base circulaire)

Pour une salle rectangulaire : une coupole à base circulaire avec une taille égale à 0.2 la taille de la salle de prière

Donc il faut chercher d'autres solutions pour diminuer la consommation énergétique de la mosquée soit des solutions techniques tels que les matériaux de construction, les ouvertures, l'emplacement, ...etc ou des solutions actives .



CONCLUSION

CONCLUSION GENERALE





Conclusion générale

Dans notre travail on s'est intéressée aux coupoles des mosquées en Algérie pendant la période Ottomane -vu qu'elle était la dernière période de l'empire islamique en Algérie et dans le monde, pour étudier ses coupoles et l'impact de ses caractéristiques formelles sur la performance énergétique des coupoles D'où son impact sur la consommation énergétique des mosquées ottomanes en Algérie

On a fait notre étude afin de s'adapter aux besoins des architectes concepteurs intéressés de la composition architecturale consciente de l'importance de la performance énergétique dans les constructions, malgré que notre étude soit limité dans un contexte particulier. Les modèles développés dans cette recherche peuvent être investis dans d'autres contextes et aux d'autres bâtiment.

L'objectif de notre projet visé a vérifier la performance énergétique des coupoles des mosquées ottomanes en Algérie a partir la création des 14 modèles chaque scénario différents a les autres dans un indicateur formelle cette analyse fait avec logiciel de simulation Ecotect analysas les résultats obtenus nous permet de faire une lecture saisonnière selon la consommation de chauffage et de climatisation, à base de cette lecture on a classé les scenarios de le plus performant au moins performant selon leur économie d'énergie.

Cependant il nous est possible d'affirmer la relation prédite entre les concepts de l'hypothèse que : • Les caractéristiques formelles de la coupole (la forme, le type, la taille,) peuvent améliorer la performance énergétique de la mosquée ottomane en Algérie.

Enfin, cette étude offre aux futurs chercheurs l'occasion de faire recherche sur d'autres éléments pouvant améliorer la performance énergétique des mosquées (les matériaux, les ouvertures ...)



BIBLIOGRAPHIE



Bibliographie

1. Chapitre introductif :

1.1 Sites :

- Wael el athamna “ عدد المساجد في الجزائر ” mis à jour le 26 juillet 2018 à 5:29 ;
<https://hyatok.com/%D8%B9%D8%AF%D8%AF%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%A7%D8%AC%D8%AF%D9%81%D9%8A%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1>) consulté le 20/10/2018
- Mayar .M « أكبر مستهلك للكهرباء » le 02/06/2018 ,
<http://algeriemaintenant.com/2018/06/02/> consulté le 20/10/2018
- Redhoine Tahlaoui « القبّة (في العمارة) », <http://arab-ency.com/detail/8996> , consulté le 1/11/2018
- Adb Allah Najib Salem « القباب من روائع العمارة الإسلامية » le 12février 2014 à 12 :00, <https://islamstory.com/ar/artical/23835/> consulté le 1/11/2018

1.2 Mémoires :

- BOURSAS Abderrahmane 2013 « ETUDE DE L’EFFICACITE ENERGETIQUE D’UN BATIMENT D’HABITATION A L’AIDE D’UN LOGICIEL DE SIMULATION » Université Constantine 1 Algérie
- Meguellati Atef 2008« Modélisation paramétrique Coupoles d’Orient & d’Occident » École Nationale Supérieure d’Architecture de Nancy la France
- OULD BEY EL BEY MED ELAMINE 2017 « l’élaboration d’un inventaire sur l’architecture religieuse ottomane le cas d’étude « mosquées el pacha Oran » Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem l’Algérie
- MENTOURI Asma 2012« Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à Constantine » UNIVERSITE MENTOURI Constantine l’Algérie

1.3 Articles:

- Ahriz atef et al , 2016 , To an Optimized thermal design of mosques in hot deserts ,the first international conference on mosque architecture , Dammam- arabie saoudite





2 Chapitre 01 :

2.1 Sites :

- Publié le : mercredi, 13 février 2019 10:00 « Le secteur du bâtiment, premier consommateur d'énergie en Algérie » mot clé « Energie , a la une secondaire » , <http://www.aps.dz/economie/85470-le-secteur-du-batiment-premier-consommateur-d-energie-en-algerie> consulté le 2019
- L'Énergie, c'est quoi? Date de modification 2019-05-03
«<https://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/clubdesjeunes/lenergie-cest-quoi/13769> » consulté le 2019
- Par Kalegos Publié le 17 février 2014 Dans Physique du bâtiment, RT 2012
<https://www.e-rt2012.fr/conversion-energie-primaire-energie-finale/> consulté le 2019
- Stades de l'énergie : primaire, secondaire, finale, utile publié le décembre 2013,
<http://reseaux-chaaleur.cerema.fr/les-differents-stades-de-lenergie> consulté le 2019
- Climat maison « énergie », <https://www.climamaison.com/lexique/energie.htm>
consulté le 2019
- Réaliser un concept énergétique de bâtiment Dernière modification:28 novembre 2018
, <https://www.ge.ch/realiser-concept-energetique-batiment> consulté le 2019
- INDICE DE DEPENSE DE CHALEUR (IDC) DES BATIMENTS – MOYENNE
« date de publication 27 Août 2010 Dernière mise à jour 27 juin 2019 ;
https://opendata.swiss/fr/dataset/_253 , consulté le 2019
- UNIPSO 2007 « Réduire les consommations d'énergie » publié le 25/03/2010 ,
<http://www.unipso.be/spip.php?rubrique25> consulté le 2019
- Jean-François Baril , Mathieu Gillet , Éric Le Couédic « POURQUOI ET COMMENT MESURER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ? » ,
<http://www.mamunicipaliteefficace.ca/116-efficacite-energetique-ges-pourquoi-et-comment-mesurer-lefficacite-energetique-.html> consulté le 2019
- FONDATION D'ENTREPRISE ALCEN POUR LA CONNAISSANCE DES ÉNERGIES « Efficacité énergétique et bâtiments » dernière modification le 14 mars 2013 , <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/efficacite-energetique-et-batiments> consulté le 2019



2.2 Mémoires :

- BOURSAS Abderrahmane 2013 « ETUDE DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT D'HABITATION A L'AIDE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION » Université Constantine 1 Algérie
- BEZZA Amira. , BENTIBA Amina 2018 «L'optimisation de la performance énergétique dans les mosquées » Université de Tébessa
- BENHARRA Houda 2016 “ Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment. -Cas des zones arides et chaudes » Université Mohamed Khider – Biskra l'Algérie
- TIBERMACHINE ISLAM 2016 «L'impact de la typologie des habitats collectifs sur les conditions thermiques intérieures et l'efficacité énergétique – Cas de climat chaud et sec » Université Mohamed Khider– Biskra l'Algérie
- NIGRI FAATEN 2018 « la conception architecturale et performance énergétique Cas d'étude : la ville de BOUCHEGOUF » Université 08 mai 1945 – Guelma l'Algérie
- Derbal yasser Bessioud nour el houda 2018 «ETUDE ET EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE AU NIVEAU DES EQUIPEMENTS TOURISTIQUES » UNIVERSITE L'ARBI BEN MHIDI oum lbouaghi l'Algérie
- Andres MORENO SIERRA 2012 « Intégration des aspects énergétiques dans la conception du projet architectural : une approche méthodologique » UNIVERSITE DE BORDEAUX 1 la France

2.3 Articles :

- LE DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE DU BATIMENT Jean-Louis IZARD Olivier Kaçala Laboratoire ABC, ENSA-Marseille

2.4 Cours :

- Cours confort thermique par :Melle Hamel khalissa université de Biskra

3 Chapitre 02 :





3.1 Sites :

- <https://journals.openedition.org/remmm/6159> « La mosquée en Algérie. Figures nouvelles et pratiques reconstituées Mosques in Algeria. New figures and reconstructed practices Abdurrahman Moussaoui »
- 15 الجزائر في المسجد ألف publié le 17/10/2006 , <https://www.albayan.ae/sports/2006-10-17-1.954508> consulté le 2019
- <http://www.univ-bejaia.dz/dspace/handle/123456789/3216> (la qualité architecturale des mosquées contemporaine en Algérie
- <https://journals.openedition.org/anneemaghreb/907> Les mosquées en Algérie ou l'espace reconquis : l'exemple d'Oran Mosques in Algeria: the reclaimed spaces of Oran Dalila senhadji Khiat
- <https://journals.openedition.org/remmm/6159> La mosquée en Algérie. Figures nouvelles et pratiques reconstituées Mosques in Algeria. New figures and reconstructed practices Abderrahmane Moussaoui
- Bernard Dick «A quoi servent les mosquées ? » publié le 2 mai 2011 <https://ripostelaique.com/a-quoi-servent-les-mosquees.html> consulté le 2019
- François Clarinval « Le rôle de la mosquée dans l'accueil des nouveaux musulmans » publié le 2015 , <https://www.psm-enligne.org/societe/articles-societe/3014-le-role-de-la-mosquee-dans-laccueil-des-nouveaux-musulmans> consulté le 2019
- LES MOSQUÉES OMEYYADES mot clé actualité Alep Al Walid , Grande Mosquée des Omeyyades <https://mosqueesomeyyades.wordpress.com> consulte le 2019
- Djenane El Mufti « Sidi Abderrahman et-Thaâlibi » publié le août 16, 2017 , <http://cnra.dz/atlas/sidi-abderrahman-et-thaalibi/> consulté le 2019
- centurion dz «Alger - La mosquée de Sidi Abderrahmane (Casbah) - مسجد سيدي عبد الرحمان الثعالبي » publié le 23 août 2016 , https://www.youtube.com/watch?v=lmb_rH4YxOw consulté le 7/2019
- www.museumwnf.org
- Mosquée Ali Bitchin publié le août 16, 2017 , cnra.dz/atlas/mosquee-ali-bitchin/ consulté le 6/2019
- Mosquée ou Djamaâ Ketchaoua Posté le vendredi 05 juin 2009 08:49 , <https://bibamous.skyrock.com/2489098867-Mosquee-Ketchaoua.html> consulté le 6/2019
- ANNABA-PATRIMOINE MIS À JOUR 18 AVRIL 2018 « مسجد صالح باي » , <https://www.annaba-patrimoine.com/مسجد-صالح-باي/> consulté le 6/2019



Bibliographie

- Mosquée de Souk El Ghezal publié le août 22, 2017 <http://cnra.dz/atlas/mosquee-de-souk-el-ghezal/> consulté le 6/2019
- Mosquée de Sidi Lakhdar publié le août 22, 2017 , <http://cnra.dz/atlas/mosquee-de-sidi-lakhdar/> consulté le 6/2019
- La mosquée du Pacha à Oran <http://www.oran-dz.com/tourisme/que-visiter/mosquee-du-pacha> consulté le 6/2019
- Mosquée Mohamed Kebir (Oran) publié le septembre 10, 2017 cnra.dz/atlas/mosquee-mohamed-kebir-oran/ consulté le 6/2019
- Georges et Wiliam Marçais «MOSQUEE DE SIDI BRAHIM » publié le 17/11/2011 , https://www.vitamedz.com/mosquee-de-sidi-brahim/Articles_18016_369915_0_1.html consulté le 7/2019
- Lakhdar Drias "Mosquée de Sidi Brahim" , [\[http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument;ISL;dz;Mon01;29;fr&cp\]](http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument;ISL;dz;Mon01;29;fr&cp) consulté le 7/2019

3.2 Mémoires :

- فتيحة فرحي 2017 « المساجد والعمران في الجزائر خلال العهد العثماني » université ziane Achour Eljelfa
- Mémoire de magister « MISE EN VALEUR D'UN ELEMENT DE PERMANENCE CULTUELLE. LA ZAOUIA EL RAHMANIA DE SIDI M'HAMED BOU QUOBRINE A ALGER »
- Mémoire de master 2 « l'optimisation des pratiques de la maîtrise d'ouvrage public pour la réussite de l'opération de construction
- Redjem Meriem 2014 « l'évolution des éléments architecturaux et architectoniques de la mosquée en vue d'un cadre référentiel de conception. » Université Badji Mokhtar Annaba l'Algérie
-
- Osmani, Sara 2018« La grande mosquée de Tlemcen : structure et techniques de constructions traditionnelles » université de Tlemcen l'Algérie
- Lachheb Sara 2013« l'étude expérimentale de l'impact de la baie et de la composante réfléchie interne sur l'environnement lumineux intérieur cas des mosquées algériennes » université Mohamed Khidher Biskra l'Algérie
- محمد حاج سعيد، 2016 « مساجد القصبة في العهد العثماني تاريخها ، دورها ، وعمارته » Université d'Alger



Bibliographie

- MENHOUR Asma2012 « Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux Cas de la mosquée ottomane à Constantin » Université Mentouri Constantine L'Algérie

3.3 Articles :

- Lucien Golvin « Le legs des Ottomans dans le domaine artistique en Afrique du Nord In : Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, » N°39, 1985. pp. 201-226

4 Chapitre 03 :

4.1 Sites :

- Présentation de la wilaya <http://www.wilaya-alger.dz/fr/wilaya/> consulté le 8/2019





Bibliographie

