

Université Mohamed Khider – Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie
Département : Architecture
Ref :



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم: الهندسة المعمارية
المرجع:

Mémoire présenté en vue de l'obtention
Du diplôme de
Magister en : architecture
Option : Ville et architecture au Sahara

**La maîtrise de l'éclairage naturel dans le patrimoine
architectural religieux en zones arides
(Etude comparative des mosquées dans la ville de Laghouat)**

Présenté par :

BAROUD Djamal Eddine

Soutenu publiquement le : **18/12/2018**

Devant le jury composé de :

Pr.BELAKEHAL Azeddine	Professeur	Président	Université de Biskra
Pr.ZEMMOURI Noureddine	Professeur	Rapporteur	Université de Biskra
Pr.ROUAG-SAFFIDINE Djamila	Professeur	Examinatrice	Université de Constantine
Dr.SERITI Leila	MCA	Examinatrice	Université de Biskra

DEDICACES

A l'amour de ma vie, prunelles de mes yeux, Mes chères filles Noursine et Joury

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie Allah, le tout puissant de m'avoir donné le courage et la santé pour surmonter toutes les difficultés pour mener ce travail à sa fin.

Je tiens à remercier vivement mon encadreur professeur Zemmouri Noureddine pour ses encouragements ses précieux conseils; je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude quant à sa disponibilité et sa confiance.

Une grande reconnaissance s'adresse à Professeur madame Rouag Saffidine Djamilia pour son soutien et sa disponibilité, a monsieur Laroui Mohamed pour son accueil, et a monsieur Belakehal Azeddine pour ses conseils et sa contribution

Je remercie vivement les membres du jury d'avoir accepté d'examiner mon travail.

J'exprime toute ma reconnaissance à mes enseignants de l'université Biskra et de Laghouat pour leur contribution et leurs encouragements .

Je tiens à remercier enfin celle qui a su m'aimer, ma chère femme pour toute sa confiance , son soutien, et sa contribution.

Résumé

L'architecture est l'art de construire, à partir duquel l'homme exprime sa vision des choses. Ce monde constitué par un complexe de rapports variés, dont l'être humain est le centre. La divinité représente un rapport indissociable de l'existence humaine. Pour cela l'architecture tente de matérialiser cette relation entre l'humain et le divin. Comment ?

Cette recherche met en valeur l'usage de la lumière naturelle à l'intérieur des édifices culturels ; précisément les mosquées.

En premier lieu, nous exposons les différentes définitions de patrimoine en général et architecturale en particulier pour pouvoir analyser ultérieurement les mosquées. En second lieu, nous essayons de répondre à un certain nombre d'interrogations telles que : qu'est-ce que l'éclairage naturel ? Et quels sont ces types ? Quels sont les besoins d'une salle de prière en matière de lumière naturelle ? Existe-t-il des normes à cet effet ?

Ensuite, à travers la méthode d'évaluation qualitative et quantitative de la lumière naturelle en architecture basée sur l'observation, le questionnaire, et le traitement des images de synthèse issus de la simulation numérique, notre enquête se poursuit en étudiant la répartition de la lumière à l'intérieur des édifices, la topologie de la lumière, la présence ou l'absence d'un confort visuel à des mosquées patrimoniales de la ville de Laghouat.

Enfin, nous interprétons les résultats obtenus pour tirer des enseignements qui feront l'objet de notre conclusion et qui sont susceptibles d'intéresser toutes études ayant trait à l'éclairage naturel dans les mosquées.

Les mots clés

Lumière naturelle, patrimoine architectural, éclairage naturel, niveaux d'éclairements, lumière du jour, confort visuel.

Abstract

Architecture is the art of building, from which man expresses his vision. This world consists of a variety of complex reports, including the human being is the center. The deity represents an inseparable relationship of the human existence. For this architecture attempts to materialize the relationship between the human and the divine. How?

This research develop the use of natural light inside the religious buildings; Specifically mosques.

First, we discuss the various definitions of heritage in general and architectural especially than we can later analyze the mosques, in Secondly, we try to answer a number of questions such as: what natural lighting and what are these guys? What are the needs of a prayer room in natural light? Are there standards for this?

Then, through the qualitative and quantitative evaluation method of daylight in architecture, based on the observation, the survey end the treatment of synthetic images from digital simulation, our investigation continues by studying the distribution of light inside buildings, the topology of the light, the presence or absence of a comfort in the mosques of Laghouat.

Finally, we interpret the results to learn lessons that will be our conclusion and that are likely to interest all dependents studies relating natural light in mosques.

Keywords

Natural light, architectural heritage, natural lighting, illumination levels, daylight, visual comfort.

Sommaire

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
Résumé.....	III
Sommaire.....	V
Liste des figures	XIII
Liste des tableaux.....	XVIII
I .Introduction générale.....	1
II. problématique de recherche	2
III. Hypothèse de travail	3
IV. Objectifs du travail.....	3
V. Structure du mémoire et méthodologie de travail	4
VI. Structure de mémoire.....	5
VII. Etat de la recherche en éclairage naturel des mosquées	6

Partie théorique :

Chapitre 01 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

I. Introduction.....	7
II. le patrimoine.....	7
II.1. Définitions du patrimoine	7
II.2. Développement de la notion du patrimoine	8
II.3. Types du patrimoine	10
II.3.1. Le patrimoine naturel	10
II.3.2. Le patrimoine historique.....	10
II.3.3. Le patrimoine culturel.....	11
II.3.4. Le patrimoine culturel religieux	12
.II.3.4.1.Le patrimoine culturel religieux dans le monde occidental.....	12
II.3.4.2. le patrimoine culturel religieux dans la culture musulmane	13
II.3.5. Le patrimoine urbain.....	14
II.3.6. Le patrimoine architectural	15
II.4.Le patrimoine architectural religieux islamique.....	15
II.5. Édifices religieux islamique.....	16
II .5-1.La mosquée.....	16
II .5-2.Le Djama'a	16

II .5.3.Les medersas	17
II .5.4.Les Khankah	17
II .5.5.Les Taqiah.....	17
II .5.6 .Kouttab.....	17
II .5.7. Zaouia.....	17
III. Les mosquées :(monographie de la mosquée).....	18
III.1.définitions de la mosquée.....	19
III.2. La genèse de la mosqueé.....	19
III.3.L'evolution historique de la moquée.....	20
III.4.L'evolution architecturale de la moquée.....	20
III.5.L'evolution de conception.....	21
III.6.Les éléments de base de la mosquée.....	22
III.6.1.La salle de prière.....	22
III.6.2.Le minbar (chaire).....	23
III.6.3.Le mihrab.....	22
III.6.4.La cour (çahn).....	25
III.6.5.La galerie (Riwaq).....	25
III.6.6. Les éléments architectoniques principaux introduits dans la mosquée.....	26
III.7.Organisation de la mosquée et sa conception.....	28
III.8.Classification des mosquées.....	28
III.8.1. El-Masjid el-Djami'i (Grande mosquée ou mosquée de vendredi).....	28
III.8.2. El-Masjid (Mosquée).....	29
III.8.3. El-Moussallah (Oratoire)	29
III.8.4. Moussalla l'aid : 'oratoire pour les deux fêtes musulmanes'	29
III.9.Typologie des mosquées	30
II.9.1. Plan Hypostyle	30
III.9.2.Plan avec iwan	30
III.9.3.Plan à oupoles	30
III.8. -Les rôles de la mosquée.....	31
III.7.1. Rôle cultuel	31
III.7.2. Rôle politique.....	31
III.7.3. Rôle social.....	31
III.7.4. Rôle éducatif.....	31

III.7.5. Rôle culturel.....	31
III.8.La conception de mosquées contemporaines.....	32
III.9. Les mosquées patrimoniales en Algérie.....	32
III.9.1 Région du nord : Grande Mosquée Alger-djamaa el-kebir.....	32
III.9.2 Région du sud : Mosquée Sidi Okba Biskra	33
III.9.3 Région du l'EST: Grande mosquée de Constantine.....	34
III.9.4.Région d'ouest:El-Eubad mosquée, de Sidi Boumediène Telemcen.....	36
IV. Types architecturaux des mosquées algériennes.....	37
IV.1.Selon Devoux	37
IV.2. Selon la revue de Paris (1964)	37
V. Conclusion	37
Chapitre 02: éclairage naturel (notions fondamentales)	
I. Introduction.....	39
Volet 01 : l'éclairage naturel.	
II. Définitions de l'éclairage naturel.....	39
III. Les Sources de l'éclairage naturel	40
III.1 Sources lumineuses diurnes	40
III.1.1 Sources lumineuses diurnes directes.....	40
III.1.2 Sources lumineuses diurnes indirecte.....	41
IV. Climat lumineux.....	42
IV.1. La lumière solaire directe.....	42
IV.1. 1- Mouvement annuel de la terre autour du soleil.....	42
IV.1. 2- Influence de la latitude sur les conditions d'ensoleillement.....	44
IV.1. 3- Influence de l'orientation sur les conditions d'ensoleillement.....	44
IV.2. La lumière diffuse du ciel.....	45
IV.2.1. Modèles de ciel.....	45
IV.2.1.1 Ciel couvert.....	45
IV.2.1.2 Ciel clair serein (ou ciel bleu).....	45
IV.2.1.3 Ciels intermédiaires	46
IV.2.2 Influence du type de ciel sur l'éclairage naturel.....	46
V. Les types de l'éclairage naturel.....	46
V.1. L'éclairage latéral.....	47
V.1.1.Exigences de l'éclairage latéral.....	47

V.1. .2.Types de l'éclairage latéral.....	48
VI. Grandeurs et définitions liés à l'étude d'un éclairage naturel.....	49
VI. 1 .Le flux lumineux.....	49
VI. 2. L'intensité lumineuse.....	50
VI.3. L'éclairement.....	50
VI.4. La luminance.....	50
VI.5. Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ).....	50
VII. La stratégie de l'éclairage naturel.....	50
VIII. Quels sont les bénéfices de la l'éclairage naturel.....	52
IX. Les difficultés liées à l'éclairage naturel	52
X. Intégration de l'éclairage naturel à l'étape de la conception.....	52
XI. l'importance de la lumière naturelle.....	53
Volet 02 : l'éclairage naturel dans les mosquées	
XII. L'architecture culturelle et l'usage de la lumière naturelle à travers l'histoire.....	53
XII.1.Civilisation égyptienne.....	54
XII.2.Civilisation grecque.....	55
XII.3.Civilisation romaine.....	55
XII.4.L'architecture gothique.....	56
XII.5.Civilisation byzantine.....	57
XII.6.Ommeyade.....	57
XII.7.Abbasside	58
XII.8. Ottomane.....	59
XII.9. Maghrébine.....	60
XII.10. Contemporaine.....	61
XIII. La Lumière naturelle dans l'architecture religieuse	63
XIV. Conclusion.....	63
Chapitre 03: Présentation et description de l'environnement d'étude	
I. Introduction	66
II. présentation de la ville de Laghouat.....	66
II.1- La situation géographique et astronomique de la zone d'étude.....	66
II.2- Les conditions climatiques.....	67
II.2- Les conditions solaires.....	68
II.4. La notion d'aridité.....	69

II.5. Le niveau d'éclairage horizontal extérieur.....	69
II.6. Le type de ciel.....	70
III. Le contexte historique de la ville de Laghouat.....	70
III. 1.L'époque précoloniale.....	71
III. 2.L'époque coloniale.....	72
III. 3L'époque post coloniale.....	74
IV. Critères de choix des cas d'étude.....	75
IV.1. Cas n°1:la mosquée Atik (période post coloniale).....	76
IV.1. 1.Les différents dispositifs d'éclairage naturel relevés pour la mosquée Atik.....	77
IV.2. Cas n°2:la mosquée Safah (période coloniale).....	79
IV.2. 1.Les différents dispositifs d'éclairage naturel relevés pour la mosquée Safah.....	81
IV.3. Cas n°3:la mosquée el Badr (période actuelle).....	82
IV.3.1.Les différents dispositifs d'éclairage naturel relevés pour la mosquée Badr.....	83
V. Etude comparative.....	85
V.1. Les caractéristiques générales.....	85
V.2. Dimensions et caractéristiques formelles.....	86
V.3. Les dispositifs d'éclairage naturel	86
V.4. L'environnant immédiat et son impact sur la pénétration de lumière naturelle.....	87
V.5. la forme du toit.....	87
VI. Conclusion.....	88
Chapitre 4: Évaluation qualitative (subjective)de l'éclairage naturel dans les mosquées par méthode d'observation et de questionnaire	
I. Introduction.....	90
II L'évaluation post occupation	90
II.1. Définitions de l'évaluation post occupation (P.O.E).....	90
II.2.Objectifs de l'évaluation post occupation.....	90
II.3.Types d'évaluation subjective utilisée dans l'étude.....	91
III. Evaluation subjective n°1 : enquête par observation (technique des photos).....	91
III.1.définition de la technique d'observation.....	91
III.2.méthodologie.....	92
III.2.1. La mosquée Attik (Mercredi 20 juillet 2016).....	92
III.2.2.La mosquée Saffah (Mercredi 20 juillet 2016).....	95
III.2.3.La mosquée Badr (jeudi 21 juillet 2016).....	97

III.3. Synthèse de caractéristiques qualitatives retenues lors de l'enquête par observation.....	99
IV. Evaluation subjective n°2 : enquête par questionnaire.....	101
IV.1.présentation.....	101
IV.2. Définition du « questionnaire.....	101
IV.3.La population.....	101
IV.4.Questionnaire tabli.....	101
IV.5. Confection du questionnaire.....	102
IV.6. Caractéristiques et pratiques des occupants	102
V. Présentation et interprétation des résultats de l'enquête par questionnaire (étude comparative).....	103
V.1. Informations générales.....	103
V.2. Appréciation globale de l'environnement lumineux.....	108
V.2.1. Satisfaction des occupants par rapport à leur environnement.....	108
V.2.2. L'appréciation de l'environnement lumineux selon l'usage de l'occupant.....	110
V. 2.3. Degré d'ensoleillement perçu.....	111
V. 2.4 Eclairage par la lumière du jour.....	112
V.3. Appréciation spécifique de l'environnement lumineux.....	113
V.3.1. La qualité lumineuse perçue.....	113
V.3.2. L'éblouissement.....	114
V.3.3. Gênes directes sur les yeux.....	115
V.4. Le contrôle de l'environnement lumineux.....	115
V.4.1. Contrôle de l'environnement physique.....	116
V.4.2. Contrôle de l'éclairage électrique.....	117
V.4.3. Qualité de l'ambiances lumineuse intérieure (subjective).....	119
V.7. Synthèse de l'enquête de satisfaction effectuée par la méthode du questionnaire in-situ.....	120
VI. Conclusion.....	122

Chapitre 05 : Évaluation quantitative (objective) de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique (Analyses et interprétations des résultats)

I. Introduction	124
Première partie : Enquête par simulation	
II.1 présentation des logiciels de Simulation numérique	124
II.1.1.Bref aperçu sur le logiciel de simulation de l'éclairage naturel ECOTECT 2011.....	124
II.1.2. Bref aperçu sur le logiciel de simulation Radiance, avantages et validation.....	125
II.2. Evaluation numérique de l'éclairage naturel dans les mosquées par simulation.....	125
II.2.1.comment faire	125
II.2.2 .Choix de la période, la journée et le moment de l'évaluation de l'éclairage naturel.....	126
II.2.3. Méthodologie d'analyse de la simulation.....	126
III. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la mosquée EL Attik... ..	126
III.1.Période estivale (prière de vendredi 24 Juin 2016 à 13h).....	119
II.1.1 la luminance	127
III.1.2.Les niveaux d'éclairement moyen	128
III.2.Période d'équinoxe (prière de vendredi 24 Mars à 13h).....	129
III.2.1. la luminance.....	129
III.2.2.Les niveaux d'éclairement moyen.....	131
III.3.période hivernale : (prière de vendredi 25 Décembre à 13h).....	132
III.3.1.la luminance.....	132
III.3.2.Les niveaux d'éclairement moyen	133
III.4.Analyse et interprétations des résultats de la mosquée Attik.....	134
IV. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la mosquée EL Badr.....	135
IV.1.Période estivale (prière de vendredi 24 Juin 2016 à 13h).....	136
IV.1.1.la luminance.....	136
IV.1.2. Les niveaux d'éclairement moyen.....	137
IV.2.Période d'équinoxe (prière de vendredi 24 Mars à 13h)	137
IV.2.1.la luminance.....	138
IV.2.2. Les niveaux d'éclairement moyen.....	140
IV.3.période hivernale (prière de vendredi 25 Décembre à 3h).....	141
IV.3.1.la luminance.....	141
IV.3.2. Les niveaux d'éclairement moyen.....	142

IV.4. Analyse des résultats de la mosquée EL Badr.....	143
V. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la mosquée ELSaffah.....	144
V.1. Période estivale (prière de vendredi 24 Juin à 13h)	144
V.1.1 la luminance	144
V.1.2. Les niveaux d'éclairement moyen.....	146
V.2. Période hivernale (prière de vendredi 25 decembre à 13h).....	147
V.2.1 la luminance	147
V.2.2. Les niveaux d'éclairement moyen.....	148
V.4. Analyse des résultats de la mosquée EL Saffah	149
VI. Analyse comparative des résultats obtenus	150
VI.1. L'analyse quantitative de l'éclairage naturel Dans les mosquées de la ville Laghouat.....	150
VI.1.1. Analyse de l'indicateur « éclairage lumineux moyen ».....	150
VI. 1.2. Analyse de l'indicateur « luminance » pendant les trois périodes de 'année.....	151
VI.2. L'analyse qualitative de l'éclairage naturel des mosquées de la ville de Laghouat.....	151
VI.2.1. Analyse de l'uniformité.....	151
Deuxième partie : Diagnostique détaillé, comparaison, et recommandations	
VII.1. Interprétation des résultats obtenus de l'analyse de la mosquée El Attik.....	152
VII.2. Interprétation des résultats obtenus de l'analyse de la mosquée El Saffah.....	154
VII.3. Interprétation des résultats obtenus de l'analyse de la mosquée El Badr.....	155
VIII. Conclusion	156
IX. Discussion des hypothèses et conclusion partielle.....	158
Conclusion générale.....	159
I. Conclusions d'ordre général	159
II .Conclusions relatives au cas d'étude.....	160
III Limites de la recherche.....	161
IV. Axe de recherche	162
Bibliographie.....	163
Annexes.....	168

Liste des figures

Chapitre 01:

Figure 01:Plan schématique de la maison du prophète à Médine.....	21
Figure 02:Exemple de la salle de prière de la mosquée de Damas.....	23
Figure 03:Exemple de minbar de la mosquée de bleue.....	24
Figure 04:Exemple de mihrab de la mosquée de Cordoue.....	24
Figure 05: Exemple de cour de la mosquée Shikh Zayed Abu Dhabi.....	25
Figure 06: Exemple de riwaq de la mosquée Sultan Qaboos.....	25
Figure 07:Exemple de minaret.....	26
Figure08:Exemple de coupole.....	26
Figure09:Exemple d'arc.....	26
Figure 10 : Exemple de voutes.....	27
Figure 11 : Exemple de piliers.....	27
Figure12 : Exemple d'ouvertures.....	28
Figure13 : Vue sur la grande Mosquée Alger-djamaa el-kebir	32
Figure14 : Plan de la grande mosquée Alger-djamaa el-kebir.....	33
Figure15 : vue sur la Mosquée Sidi Okba Biskra.....	34
Figure16 : Plan de la Mosquée Sidi Okba Biskra.....	34
Figure17 : Vue sur grande la mosquée de Constantine.....	35
Figure18: Vue sur la mosquée El-Eubad Tlemcen	36
Figure19: plan de la mosquée El-Eubad Tlemcen.....	36

Chapitre 02:

Figure20:Les différentes sources externes d'éclairage naturel dans le bâtiment.....	40
Figure21: Mouvement annuel de la terre autour du soleil.....	42
Figure22: Variations saisonnières de la déclinaison.....	43
Figure 23: Pénétration approximative de la lumière naturelle.....	48
Figure24: Dispositifs d'éclairage bilatéral.....	49
Figure25: définition de facteur de lumière de jour.....	50
Figure26: Les claires-voies du grand temple d'Amon, Egypte 1530-323 avant JC.....	54
figure27: Directeurs de lumière dans le temple de Séthy Egypte.....	54
Figure28: La façade Est du Parthénon, Athènes	55
Figure29: L'éclairage naturel du temple le panthéon de Rome.....	56
Figure30:lutlilisation et la coloration de la lumière naturelle dans l'église de Sainte Chapelle.....	56

Figure31:Vue intérieure sur la coupole de la basilique de Saint Sophie Istanbul	57
Figure32: Le dôme du Rocher vue intérieur.....	58
Figure33:vue intérieur sur de la mosquée de Cordeau.....	58
Figure34:Vue intérieure sur les portiques de la mosquée Ibn Toulon.....	59
Figure35: Vue intérieure sur le dôme de la mosquée Ibn Toulon.....	59
Figures36, 37: Vues intérieure sur la mosquée Blue.....	60
Figure38: Vue sur la cour extérieure de la mosquée de kairouan Fes	60
Figure39: Vues sur Les fenêtres de la mosquée de Kairouan.....	60
Figure40, 41: vues d'intérieur de l'église de Jubilé.....	61
Figure42 : vue générale sur la mosquée de Zayed.....	62
Figure 43 : Vue d'intérieur de la mosquée	63
Figure 44: une vue nocturne sur la mosquée de de Zayed.....	63
Chapitre 03:	
Figure45: carte d'Algérie pour démontrer la Situation géographique de la ville de Laghouat	66
Figure46: carte de découpage des zones climatiques.....	67
Figure47: Extrait des caractéristiques de la zone D.....	67
Figure48:Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie.....	68
Figure49: fréquence des cieus ensoleillés, intermédiaires et nuageux.....	70
figure 50: les ksours satellites de Laghouat.....	71
Fig.51 : L'Intervention coloniale urbaine sur le ksar.....	72
Figure52 : L'Avenue Cassaigne et l'entrée de la ville.....	73
Figure53 : L'extension Extra- muros. Source.....	74
Figure54:vue d'angle de la mosquée Atik	76
Figure55:vue en plan de la salle de prière de la mosquée Atik	76
Figure56:vue intérieure de la mosquée Atik	77
Figures57,58: la façade principale de la mosquée Atik	77
Figure59:les ouvertures verticales de la mosquée.....	78
Figure60:la première ouverture horizontale	78
Figure61:la deuxième ouverture horizontale.....	78
Figure62.63.les puits de lumière zénithal de la mosquée Atik.....	78
Figure 64 : répartition des puits de lumière sur le toit terrasse de la mosquée Atik.....	79
Figure 65 : vue aérienne sur la mosquée Safah en 1950	79
Figure66:vue de face de la mosquée Safah.....	79

Figure67:plan de la mosquée Safah	80
Figure 68 :vue intérieur de la mosquée Safah	80
Figure 69:lumière naturelle su le mur de la qibla	80
Figure 70 : les ouvertures de la façade droite	81
Figure 71: les ouvertures de mur de la qibla.....	81
Figure 72:vue d'angle de la mosquée Badr	82
Figure 73:plan de la mosquée Badr	82
Figure 74:vue extérieure sur la coupole de la mosquée Badr.....	83
Figure 75:vue sur la salle de prière de deuxième niveau.....	83
Figure 76 vue sur la salle de prière de premier niveau	83
Figure77:vue d'extérieur sur la façade principale.....	84
Figure 78: vue d'intérieur sur la façade principale.....	84
Figure79:vue d'extérieur sur la façade secondaire	84
Figure 80: vue d'intérieur secondaire.....	84
Figure81:vue d'extérieur sur la façade de mur de qibla	84
Figure 82: vue d'intérieur sur le mur de qibla.....	84
Figure 83: vue d'intérieur sur les ouvertures de la base de la coupole.....	85
Chapitre 04:	
Figure 84,85: vues d'intérieur sur la mosquée Attik	92
Figure 86 : vue sur la forêt des piliers et l'actuel mihrab de la mosquée Attik	93
Figure 87 : vue sur les puits de lumière de la mosquée Attik	93
Figure 88 : vue sur les baies de la mosquée attik	93
Figure 89: vue sur une partie de la salle de prière lors de déroulement de la prière dans la mosquée Attik	94
Figure 90: vue sur l'effet d'éblouissement produit lors de l'ouverture de la porte principale de la mosquée Attik	94
Figure 91 ,: vue sur l'usage de l'éclairage électrique dans la nouvelle partie d'extension de la mosquée Attik	95
Figure 92: vues globales assemblées par l'auteur sur la mosquée Saffah en vue de détermination de son caractère mystérieux	95
Figure 93 : vue sur la partie gauche de la salle de prière de Saffah	96
Figure 94: vue sur la partie droite de la salle de prière de saffah	96
Figure 95: vue sur le mur de la qibla la salle de prière de Saffah	96

Figure 96: vue sur le mur de la qibla la salle de prière de Saffah lors de la prière de vendredi97

Figure 97,98: vues intérieurs de la salle de prière de la mosquée Badr lors de la prière de vendredi....97

Figures 99 ,100 vues sur les contrastes excessifs de luminance dans l'espace.....98

Figures 101 ,102 vues sur des zones éblouissements dans l'espace de prière98

Figure 103 : Exemple d'une tache solaire sur la salle de prière à 15h.....99

Figure 104 : Lumière naturelle excessive dans la salle de prière de la mosquée Badr à 15h99

Chapitre 05:

Figure 105: vue sur la modélisation en 3D de la mosquée Attik.....126

Figures 106 ,107 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période estivale.....127

Figure 108 : niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Attik dans la période estivale128

Figure 109.110 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période estivale120

Figures 111 : rendu de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe129

Figures 112 : rendu de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe130

Figure 111: niveaux d'éclairage moyen de la mosquée Attik dans la période d'équinoxe.....121

Figure112.113 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe122

Figure 113: niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Attik dans la période d'équinoxe131

Figure114. 115 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe131

Figures 116 ,117 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période hivernale132

Figure 118: niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Attik dans la période hivernale.....133

Figure119.120 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Attik a 13 h dans la période hivernale.....133

Figure 121: vue sur la modélisation en 3d de la mosquée Badr.....135

Figures 122 ,123: rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période estivale.....	136
Figure 124 : niveaux d'éclairement horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Badr dans la période estivale	137
Figure 125.126: rendus de la simulation d'éclairement intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période estivale	138
Figure 127 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période d'équinoxe	138
Figure 128: rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période d'équinoxe	139
Figure 129: niveaux d'éclairement horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Badr dans la période d'équinoxe	140
Figure 130. 131: rendus de la simulation d'éclairement intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période estivale	140
Figures 132.133: rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période hivernale.....	141
Figure 134: niveaux d'éclairement horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Badr dans la période hivernale	142
Figure 135 : vue sur la modélisation en 3d de la mosquée Saffah.....	144
Figure 136 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période estivale	144
Figure 137 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période estivale	145
Figure 138 : niveaux d'éclairement horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Saffah dans la période estivale	146
Figure 139.140 : rendus de la simulation d'éclairement intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période estivale	146
Figures 141.142 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période hivernale	147
Figure 143: niveaux d'éclairement horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Saffah dans la période hivernale	148
Figure 144 145 : rendus de la simulation d'éclairement intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période hivernale	148

Liste des tableaux

Chapitre 03:

Tableau 01 : comparaison des caractéristiques générales des mosquées	82
Tableau 02 : comparaisons des dimensions et caractéristiques formelles des mosquées.....	83
Tableau 03 : comparaisons des dispositifs d'éclairage naturel des mosquées.....	83

Chapitre 04:

Tableau 04: Les caractéristiques qualitatives des salles de prière des mosquées étudiée.....	100
--	-----

Chapitre 05:

Tableau 05: Extrait de la norme NBN EN 12464-1.s	125
--	-----

Liste des graphiques

Chapitre 04 :

Graphique1 : Réponses à la question : tranches d'âge des usagers des trois mosquées	103
Graphique2 : Réponses à la question : types d'usagers des trois mosquées	104
Graphique3 : Réponses à la question : horaires d'occupation de la salle de prière des trois mosquées .	105
Graphique 4 : Réponses à la question : la durée que passent les usagers dans les trois mosquées	106
Graphique 5: Réponses à la question : Répartition des usagers selon l'activité dans les trois mosquées	107
Graphique 6 : Réponses à la question : Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous plait dans votre mosquée ?	108
Graphique 7 : Réponses à la question : Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous déplaît dans votre mosquée ?.....	109
Graphique 8 : Réponses à la question : L'éclairage de votre mosquée, convient-il pour ?	110
Graphique 9 : Réponses à la question : Comment trouvez-vous l'éclairage de votre mosquée ?	111
Graphique 10 : Réponses à la question : Y'a-t-il assez de lumière du jour dans votre mosquée ?	112
Graphique 11 : Réponses à la question : Comment trouvez-vous l'éclairage dans votre mosquée ?.....	113
Graphique 12 : Réponses à la question : avez-vous déjà senti ces symptômes ?.....	113
Graphique13 : Pendant votre Activité à la salle de prière, avez-vous déjà senti l'éblouissement ?.....	114
Graphique14 : Réponses à la question : Les rayons directs du soleil sont-ils gênants sur vos yeux.....	115
Graphique15 : Réponses à la question : Où préférez-vous vous mettre ?	116
Graphique16 : Réponses à la question : comment jugez-vous la dimension des fenêtres dans votre salle de prière ?	116
Graphique17 : Réponses à la question : Préférez-vous priez et lisez sous la lumière naturelle, artificielle ou combinée ?	117

Graphique18 : Réponses à la question L'éclairage électrique de votre salle de prière est-il inutile
préférable ou indispensable ?117

Graphique19 : Réponses à la question Si vous pouviez changer une chose dans l'éclairage électrique, de
votre salle de prière ça serait ?118

Graphique20 : Réponses à la question Comment qualifiez-vous l'ambiance lumineuse, de votre salle de
prière en général ?119

I.Introduction générale :

Lumière, dont la source originelle est le soleil, est un élément vital pour la plupart des êtres vivants sur terre et qui fut l'objet de vénération par les peuples et les civilisations anciennes avant d'être l'un des plus importants domaines de recherche de notre époque, et ce depuis l'apparition des sciences telles que l'astronomie. Actuellement, le soleil fait partie des sujets les plus importants de la recherche scientifique dans diverses disciplines notamment l'architecture, et plus précisément l'architecture dite durable. Dans cette architecture durable, le soleil occupe une place de choix dans la conception et l'élaboration de projets ayant pour but la satisfaction des différentes exigences de la réduction de la consommation énergétique du confort thermique, visuel ainsi que psychophysiologique à travers le paramètre ensoleillement, différents travaux de recherches ont été réalisés jusqu'à présent par plusieurs chercheurs et spécialistes de la discipline tels que : Jean Louis Izard, Edward Mazria, B Givoni, David Wright, S.V Szokolay, et tant d'autres qui ont pu élaborer des techniques et des méthodes qui permettent de contrôler l'ensoleillement et ainsi profiter de ces avantages tout en atténuant ou en évitant ces effets nuisibles à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment.

Le verset dit de la lumière: "Dieu est la Lumière des Cieux et de la Terre" (Coran XXIV, 35), montre que l'Islam, à l'instar de toutes les autres religions monothéistes, accorde une forte valeur à cette dimension sensorielle. Ce verset fut la source d'inspiration de divers mystiques musulmans. Le célèbre El Ghazali en fut même une introduction classique à la spiritualité musulmane (Belakehal et al, 2004). Cette valorisation sera transcrite au niveau architectural et urbain, voire culturel du monde islamique traditionnel. Les édifices culturels islamiques, les mosquées en particulier, font partie des œuvres architecturales qui nous donnent un aperçu de la variété des approches et des réalisations en ce qui concerne la dynamique entre forme et lumière naturelle. La lumière y est synonyme de vie, mais sa dimension immatérielle, son caractère changeant, son invisibilité expliquent sa fascination sur l'homme.

Le sujet de cette étude s'articulera autour de la maîtrise de l'éclairage naturel dans les mosquées et son impact sur le confort des prieurs dans cette optique les mosquées en Algérie plus précisément dans les zones arides sont retenus comme cas d'étude afin de vérifier si le paramètre éclairage naturel est pris en considération ou non tout on base sur des cas d'études concrets et des méthodes de travail bien déterminées.

II. Problématique de recherche :

La lumière naturelle est un élément essentiel de la vie sur terre et il semble logique qu'elle fasse partie intégrante d'un bâtiment.. La lumière influence la vie quotidienne des gens, tout bâtiment maison, bureau, école, mosquée devrait donc fournir assez de lumière naturelle pour ne pas interférer dans le cycle naturel des êtres vivants. que tout être humain a besoin d'une certaine quantité de lumière..

Les édifices patrimoniales religieux islamiques, les mosquées en particulier font partie des œuvres architecturales qui nous donnent un aperçu de la variété des approches et des réalisations en ce qu'il concerne la dynamique entre forme et lumière naturelle.

La lumière est donc synonyme de vie, mais sa dimension immatérielle et son caractère changent d'un espace à un autre et d'un projet à un autre. Prenons l'exemple des anciennes mosquées qui tiennent compte et mettent en valeur la dynamique relationnelle entre forme de l'espace et lumière naturelle à travers des dispositifs d'éclairage naturel qui donnent une preuve de conception de la lumière naturelle vue que l'espace mosquée était un espace non seulement de prière mais aussi un espace de rencontre ayant un rôle socioéducatif qui accueille les différentes catégories de la société pendant les différentes périodes de la journée y compris les heures des prières. Ce qui implique que la lumière naturelle qui pénètre à l'intérieur de l'espace de ces anciennes mosquées reflète l'espace lui-même, sa nature et sa sanctification ce qui engendre un espace architectural manifestant la magnificence divine. Par contre les nouvelles mosquées attestent d'une pauvreté architecturale affirmée quant à la qualité de la lumière naturelle intérieure incitant à une consommation électrique élevée pendant la journée et tout le long de l'année. Donc une non-maitrise de l'éclairage naturel causé par la négligence des paramètres de l'environnement physique.

Face à cette situation, notre travail tente à comparé la maitrise du paramètre éclairage naturel dans les différents types de mosquées dans la ville de Laghouat. C'est pourquoi notre étude s'intéresse aux caractéristiques architecturales de chaque type de mosquée et de leur impact sur l'environnement lumineux intérieur et tente aussi à répondre aux questions suivantes:

-Dans quel type de mosquée la dimension éclairage naturel est mieux prise en considération dans la conception de ce genre d'édifice ? Est-ce que cet éclairage naturel est étudié , suffisant, et utilisé d'une manière efficace?.

-Est-ce que le facteur de l'éclairage naturel est pris en considération comme paramètre dans la conception des mosquées actuelles? Si oui, dans quelle phase du projet s'effectue son intégration?

III. Hypothèse de travail :

Une hypothèse est formulée en vue de rendre cette recherche opérationnelle et prête à être soumise à la vérification :

La dimension –éclairage naturel –est bien conçue et mieux maîtrisée dans les mosquées anciennes que dans les contemporaines .

Pour localiser les concepts, il est alors impératif de procéder par une approche expérimentale dans ce travail. Les méthodes d'expérimentations proposées utilisent l'enquête sur terrain et la simulation numérique qui permettent de tester des concepts et de vérifier la pertinence des choix architecturaux .

Le patrimoine architectural religieux (les mosquées) de la ville de Laghouat, est composé en vue de distinguer les paramètres à prendre en compte pour l'expérimentation par simulation informatique; et qui est à l'issue d'une étude, portant sur les dispositifs architecturaux d'éclairage naturel et de leur disposition dans les différents types des salles de prière, menée sur ces mosquées. Trois modèles structurels représentatifs ont été mis au point pour l'étude.

IV. Objectifs du travail

Cette recherche s'inscrit dans la lignée des travaux sur l'éclairage naturel dans un espace architectural, notre approche de recherche s'intéresse spécialement à analyser l'état des ambiances intérieures en matière d'éclairage naturel dans les différentes mosquées patrimoniales dans la ville de Laghouat où on va essayer de toucher les différentes périodes historiques de la ville à travers son patrimoine architectural précolonial, colonial et postcolonial.

Alors l'objectif principal de cette étude est d'évaluer quantitativement et qualitativement, les performances lumineuses du système d'éclairage des mosquées choisies comme exemples d'étude afin de déceler les différents points positifs et négatifs du dispositif de chaque mosquée puis établir une comparaison entre eux, et qui nous permettront par la suite de proposer d'éventuelles rénovations sur ces mosquées .

Ces évaluations seront effectuées sur la base de différents indicateurs (degré de satisfaction des usagers , éclairement lumineux, luminance , indice d'uniformité, éblouissement ..). Cette évaluation, à la fois qualitative et quantitative, nous aidera à établir une liste de recommandations ou de propositions concrètes pour les futures mosquées .

V. Structure du mémoire et méthodologie de recherche :

Cette recherche sera développée en deux principales parties. Afin d'arriver à une conclusion qui affirme ou infirme l'hypothèse de départ présentée au dessus.

Partie théorique : réservée aux repères théoriques, c'est un récapitulatif des connaissances issues de recherches bibliographiques et documentaires. Elle se compose de l'introduction qui comprend la problématique, les hypothèses et les objectifs de la recherche ainsi que les premiers chapitres contenant les différents concepts tirés des références bibliographiques et des recherches précédentes sur lesquelles sera basé le travail afin de mieux comprendre tous les éléments théoriques de base en rapport avec le sujet et d'orienter la recherche vers les objectifs ciblés. Nous tenons à expliquer brièvement le contenu de chaque chapitre comme suit:

Chapitre n° 1 :

Vise en premier lieu à définir les notions fondamentales du patrimoine en général et du patrimoine religieux en particulier. Il permet, en second lieu, de connaître de près l'édifice religieux sujet du travail qui est la mosquée en touchant tous ses aspects (évolution, types, constituants)...etc.

Chapitre n° 2 :

Ce chapitre sera consacré aux notions de base et recherches bibliographiques sur un élément clés du sujet de notre recherche qui est l'éclairage naturel en général et dans les mosquées en particulier.

Partie pratique : Face à notre objectif qui vise à évaluer qualitativement et quantitativement les performances lumineuses des systèmes d'éclairage naturel dans les mosquées, on va utiliser les techniques suivantes :

- Pour l'évaluation qualitative : l'usage de deux techniques de recherche qui sont une enquête par questionnaire qui sera recueillie auprès des prieurs par le biais de différents entretiens et une observation sur terrain par la prise des notes et des photos aux différentes heures de la journée et aux différentes périodes de l'année pour qualifier l'environnement lumineux de chaque mosquée .
- Pour l'évaluation quantitative : une étude expérimentale basée sur une simulation numérique par logiciels vu qu'actuellement une attention très particulière est accordée aux outils de simulation en éclairage. Ce sont des outils de représentation (réalité virtuelle, rendu photo réaliste) et leur couplage avec les logiciels de dessin actuels facilite leur exploitation et explique leur succès. Parallèlement, ces outils sont des aides à la conception en permettant une meilleure compréhension des phénomènes liés aux différentes facettes de l'utilisation de la lumière dans les bâtiments .(Reiter et De Herde, 2004).

- A la fin, on procédera à une analyse et interprétation de ces données qui nous permettra de cerner les performances de l'éclairage existant par rapport aux besoins et exigences en lumière naturelle des mosqueés

Cette partie qui se focalisera sur le volet pratique du travail de recherche est structurée comme suit :

Chapitre n° 3 :

Il s'agira de la présentation du cas d'étude qui est la ville de Laghouat avec ses trois mosqueés choisies comme cas d'étude à savoir les deux mosqueés anciennes et la mosqueé contemporaine .

Chapitre n°4:

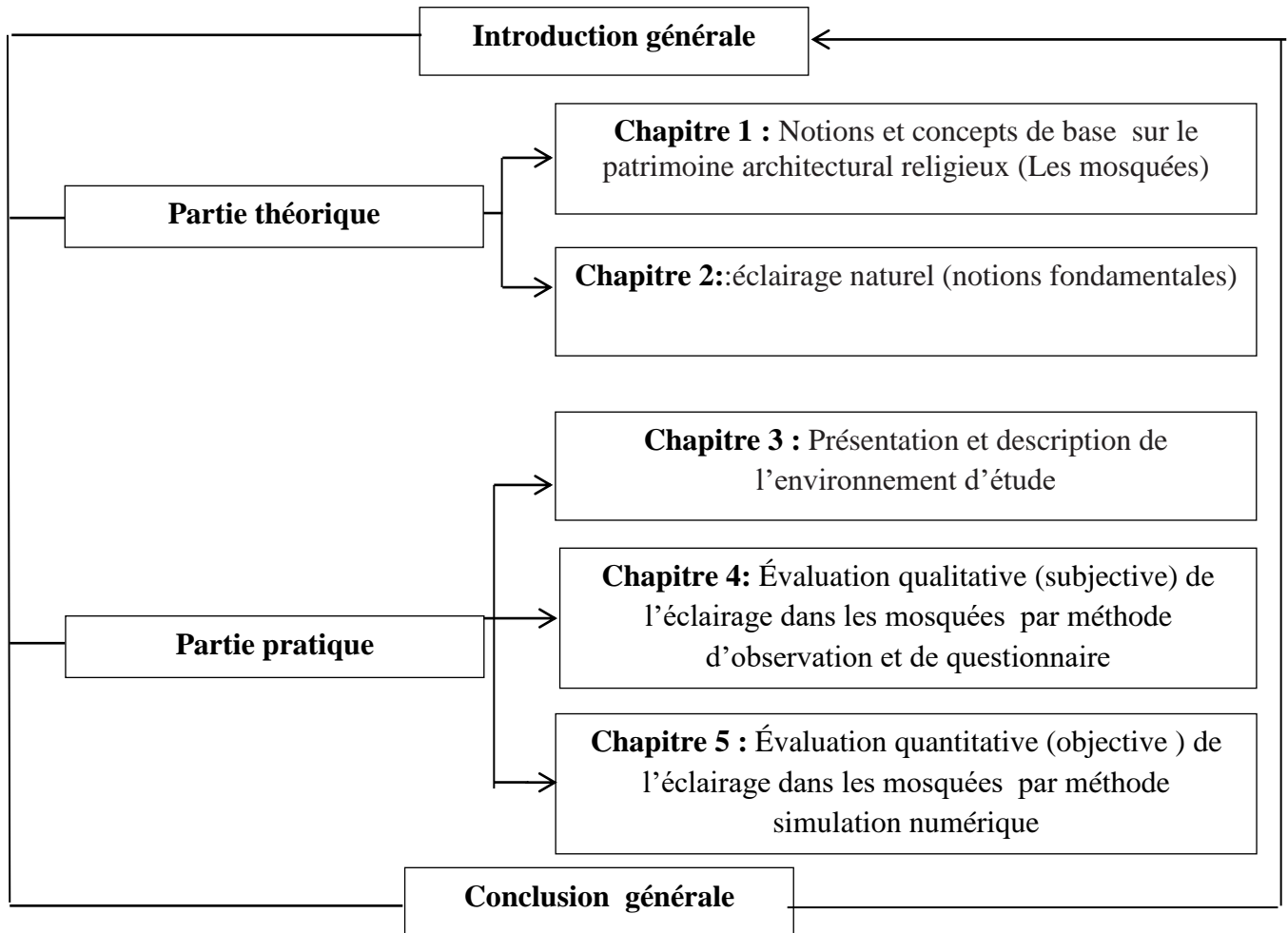
Comprendra une évaluation qualitative d'éclairage naturel dans les mosqueés à l'aide de l'usage de deux technique de recherche : le questionnaire et l'observation

Chapitre n°5 :

Ce chapitre contiendra le volet de la simulation numérique par logiciel (évaluation quantitative) afin d'effectuer une lecture des résultats , une analyse ainsi qu'une interprétation et vers la fin il concernera les recommandations générales.

Conclusion générale :concernera les recommandations générales ainsi que les conclusions du travail

VI .Structure de mémoire :



VII . Etat de la recherche en éclairage naturel des mosquées :

Nous tentons de présenter quelques renvois aux travaux consacrés pour la même thématique. Pour **l'éclairage naturel** ; il y a une multitude de travaux scientifiques au dessus, une bibliographie très importante .

François Cantin (Cantin, F., 2008) avance que plusieurs chercheurs dressent le portrait de l'avancement des recherches en éclairage naturel intérieur et identifient des pistes à suivre afin de faire avancer les connaissances. À la lumière des informations et commentaires fournis par ces chercheurs, il apparaît que les précédents efforts en recherche portant sur l'éclairage ont conduit au développement et à la validation d'un modèle permettant la prédiction de l'impact de l'éclairage sur les performances visuelles et la compréhension des conditions causant l'inconfort visuel. Toutefois, selon l'auteur, les chercheurs considèrent que le futur de la recherche devrait, d'une part, aller au -delà des concepts de confort visuel et de visibilité par l'étude de l'impact de la lumière sur le système circadien qui à son tour influence la santé et la performance de l'occupant

Dans cette même perspective d'élargissement du champ de recherche Catherine Dubois (Dubois, C., 2006) recense la littérature traitant de la relation entre l'environnement lumineux et le corps humain. Elle note que l'éclairage et la distribution (variabilité) lumineuse au sein de l'environnement de travail peuvent influencer l'humeur et le niveau de stress des occupants, mais aussi leur rendement quant à la quantité de travail qu'ils effectuent. Autre constat important, les conditions lumineuses statiques offertes par un éclairage artificiel contribueraient à augmenter la fatigue et les risques de désordres affectifs. Elle confirme que la variabilité propre à un éclairage naturel influence positivement l'humeur des occupants et les stimule sur le plan biologique

Cependant cette bibliographie se rétrécit lorsque nous nous focalisons sur la maîtrise de la **lumière naturelle** , et dans le cas de **l'architecture des lieux de culte**, la bibliographie se révèle pauvre excepté quelques travaux scientifiques, tels que le travail de Bolak Orhan intitulé 'Une Recherche sur l'Eclairage des Mosquées' où il étudie le rapport du niveau d'éclairage avec la sensation de spiritualité à l'intérieur des mosquées conçues par Sinan. Il existe aussi certaines recherches basées sur la méthode historique telle que 'La lumière naturelle dans l'espace culturel' par Bensalem Farid. En plus des recherches dédiées aux différents modes de captation de la lumière à l'intérieur des mosquées. En ce qui concerne la signification de la lumière, Millet donne six classes, relativement à la nature de la lumière (naturelle ou artificielle), le rôle de cette lumière et les lieux dans lesquels nous l'utilisons. Le champ reste aussi maigre pour une recherche approfondie, ce qui implique plus de complexité pour cerner le sujet de recherche.

Chapitre 1 :

Notions et concepts de base sur le
patrimoine architectural religieux
(Les mosquées)

I. Introduction:

« Tout peuple qui a produit une architecture a dégagé ses lignes préférées qui lui sont spécifiques que sa langue, son costume ou son folklore (...) on rencontre sur toute la terre des formes et des détails architecturaux locaux, et les constructions de chaque région étaient le fruit merveilleux de l'heureuse alliance de l'imagination du peuple et des exigences de l'espace » H.Fathy .

Chargées d'un message spirituel du passé, les œuvres monumentales des peuples demeurent dans la vie présente le témoignage vivant de leurs traditions séculaires. L'humanité, qui prend chaque jour conscience de l'unité des valeurs humaines, les considère comme un patrimoine commun, et vis-à-vis des générations futures, se reconnaît solidairement responsable de leur sauvegarde. Elle se doit de les leur transmettre dans toute la richesse de leur authenticité (ICOMOS.1965)

Pour cela, notre premier chapitre s'intéressera au patrimoine architectural en général et le religieux en particulier, en étudiant quelques notions de base sur ces derniers puis en passant aux édifices architecturaux religieux qui sont les mosquées qui feront l'objet du travail expérimental de ce mémoire et ce en abordant leurs définitions leur évolution historique ainsi que leurs types . Afin d'arriver, vers la fin, à la compréhension de toute configuration spatiale avec un des paramètres microclimatiques à savoir la lumière naturelle qui fera l'objet du second chapitre.

II. le patrimoine

II.1. Définitions du patrimoine :

Le patrimoine est défini comme suit :

- « C'est un ensemble des biens d'une famille ou un héritage commun d'une collectivité d'un groupe humain ». (LAROUSSE 2014).
- « C'est l'héritage du passé dont nous profitons aujourd'hui et que nous transmettons aux générations à venir. Nos patrimoines culturels et naturels sont deux sources irremplaçables de vie et d'inspiration. » (UNESCO 2006)
- « C'est un concept vaste qui réunit aussi bien l'environnement naturel que culturel. Il englobe les notions de paysage, d'ensembles historiques, de sites naturels et bâtis aussi bien que les notions de biodiversité, de collections, de pratiques culturelles traditionnelles ou présentes, de connaissances et d'expérimentations. Il rappelle et exprime le long cheminement du développement historique qui constitue l'essence des diverses identités nationales, régionales, indigènes et locales, et fait partie intégrante de la vie moderne. C'est un point de référence dynamique et un instrument positif du développement et des échanges... »(ICOMOS 1999).

II.2. Développement de la notion du patrimoine : (Baroud.D et Chettih A 2009).

Le patrimoine est une notion intimement liée à l'homme, depuis toujours l'homme accorde de l'importance à certains objets plus que d'autres, ce qui revient à leurs associer une ou plusieurs valeurs. Le site du centre national des ressources textuelles et lexicales (<http://www.cnrtl.fr>) définit le terme patrimoine comme suit « Ensemble des biens hérités des ascendants où réunis et conservés pour être transmis aux descendants ». Dans cette définition, on remarque le rapport entre ascendants et descendants, et les termes « hérité », « conservé » et « transmis », ceci met le patrimoine dans une continuité qui dépasse la vie d'un homme pour traverser les générations par un processus de transmission d'une génération à la suivante d'où se pose la question de la conservation de ce patrimoine.

La notion de patrimoine telle qu'on la connaît actuellement a évolué dans des contextes qui ont abouti à son élaboration. Jean-Pierre Babelon et André Chastel ont consacré un livre (Babelon J.P et Chastel .A 1994) pour l'analyse de l'évolution de cette notion, partant du fait religieux puis monarchique, familial, national, administratif et finalement le fait scientifique.

Malgré que cette ordre ne constitue pas une chronologie en soi, mais on pourrait tout de même relier ces faits à des époques plus ou moins bien définies, pour aboutir à la définition actuelle du patrimoine dans le langage officiel et commun, une définition qui englobe une grande variété de biens.

Le fait religieux est le premier contexte qui donne au patrimoine son sens, la religion par son association au divin se détache de la propriété limitée ou privée à une appartenance commune à tous les fidèles, par une association directe d'objets au divin ; Avec la religion chrétienne qui « enseigne qu'il y a une présence, un mémorial sans cesse renouvelé et pourtant identique » (Babelon J.P et Chastel .A 1994) dans les reliques, ce qui fait de ces objets la propriété de tous les croyants, et sont transmis d'une génération à l'autre.

Par contre dans le cadre monarchique, le patrimoine tend plutôt vers une propriété privée de la cour, et les régalia étaient associés directement aux monarques et par ce fait ils avaient moins de chance de traverser les époques que les objets associés à l'église, du fait que ces objets n'étaient pas tous inaliénables car ils constituaient également une réserve de métal précieux qui sert à financer divers projets. Echappaient à ce sort les livres et les archives du fait qu'ils n'avaient pas une grande valeur marchande.

Mais à partir du 16^{ème} siècle, on peut voir une tendance à définir un patrimoine collectif, à travers l'intérêt pour les monuments antiques qui acquièrent une valeur et bénéficièrent d'une certaine

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

protection, protection plutôt intellectuelle qui vise la récolte des connaissances et qui s'accompagne souvent d'une liberté dans l'intervention sur ces vestiges dans le but de les actualiser, du déplacement de certains pièces dans le but de les réutiliser ou de les collectionner pour leur valeur d'attachement à l'antiquité ; On assiste, plus tardivement à la création de collections publiques, bibliothèques, archives, et musées.

Le fait familial quant à lui ne diffère pas trop du fait monarchique, dans la constitution de trésors liés directement à la personne du propriétaire et à son entourage familial ; Le développement de la pratique des collections à partir du XVI^{ème} siècle favorise la mode des cabinets de curiosités appartenant aux familles aristocratiques qui les faisaient visiter à leurs invités.

C'est le fait national qui apporte un changement significatif du concept patrimoine, l'idée d'un patrimoine accessible au grand public apparaît au XVIII^{ème} siècle avec l'ouverture du British Museum, la révolution française vient booster ce courant de pensée avec les actions de vandalisme suivi de la prise de conscience de la population de l'importance des œuvres du passé, sans faire la distinction entre passé heureux ou malheureux, ainsi intervient la sécularisation des biens du clergé et la confiscation des biens d'émigrés, ce qui donne naissance à la propriété publique des monuments historiques qui seront désormais gérés par les institutions de l'état, avec ça « le sens du patrimoine, c'est à dire des biens fondamentaux, inaliénables, s'étend pour la première fois en France aux œuvres d'art, tantôt en fonction des valeurs traditionnelles qui s'y attachent et qui les expliquent, tantôt au nom de ce sentiment nouveau d'un lien commun, d'une richesse morale de la nation tout entière »(Babelon J.P et Chastel .A 1994). Le patrimoine même protégé est alors à l'état d'abandon faute de moyens d'entretien suite à la perte de ses occupants et de sa valeur d'usage, cette situation pose rapidement le problème de la préservation de ce patrimoine.

Les premières initiatives administratives proposent d'inventorier les monuments historiques, suivi de la création du poste d'inspecteur général des monuments historiques en 1834 et de la Commission des monuments historiques en 1837 ; cette centralisation du pouvoir rend toutefois difficile la prise de conscience du patrimoine au niveau local et les interventions sur le patrimoine se limitent à quelques interventions de grande envergure sur un nombre limité de monuments.

Face à ce chantier majeur, la connaissance du patrimoine devienne impérative pour toute intervention, d'où le développement d'approches qui intègrent les sciences humaines et les sciences de la matière et de la recherche en archéologie et en histoire de l'art.

Tout ce cheminement s'est poursuivi au cours des deux derniers siècles, à travers les recherches menées, les réglementations nationale, et les différentes chartes et conventions au niveau

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

international, pour arriver à la notion de patrimoine qu'on connaît actuellement et « qui couvre de façon nécessairement vague tous les biens, tous les trésors du passé » (Babelon J.P et Chastel .A 1994).

II.3. Types du patrimoine :

Le patrimoine comporte à la fois des éléments matériels et des éléments immatériels. On retrouve, dans le champ du patrimoine matériel, le patrimoine immobilier, mobilier, Archéologique, archivistique et documentaire. Il s'agit donc d'édifices, de monuments, de sites, d'œuvres d'art ...etc. En somme, le patrimoine matériel rassemble les objets tangibles qui peuvent être conservés, restaurés et montrés

Le patrimoine immatériel, pour sa part, regroupe les savoirs et les savoir-faire qui caractérisent une collectivité. Cette catégorie concerne le patrimoine linguistique, la toponymie, le patrimoine scientifique, le patrimoine audiovisuel, la partie du patrimoine artistique qui s'apparente aux savoirs et aux savoir-faire, ainsi que les nombreux éléments du patrimoine vivant. Ces «objets» immatériels, qu'on désigne sous le terme de «mentefacts», sa partie intégrante du patrimoine, c'est-à-dire de l'héritage culturel d'une société.(BAROUD.D et CHETTIH A 2009).

II.3.1. Le patrimoine naturel:

Le patrimoine naturel est l'ensemble des ressources que la nature offre à une communauté humaine. Le patrimoine naturel est donc constitué d'un ensemble de richesses. On parle même d'un héritage à sauvegarder, reçu des générations précédentes et que l'on doit léguer à celles futures. C'est un bien commun à tous les hommes d'une nation, de l'humanité. Le patrimoine naturel n'appartient donc ni à une autorité morale, religieuse, encore moins à un gouvernement ou à un homme.(WWW.SEN-EXERCICE.COM).

Les hommes sont responsables du patrimoine naturel qui leur a été légué. Leur devoir est de le respecter et d'en prendre soin. Ils devront sans doute changer leur manière de vivre pour réussir à laisser aux générations futures une planète qui a conservé toutes ses beautés et sa diversité.

II.3.2. Le patrimoine historique:

Le patrimoine historique est constitué de tout ce qui apporte un témoignage sur l'histoire d'un lieu ou d'un peuple. Chaque pays, chaque région, chaque groupe national ou ethnique à travers le monde possède donc un patrimoine historique qui lui est propre.

Le patrimoine historique s'illustre sous diverses formes. Par exemple, les écrits rassemblés au cours des siècles et qui témoignent d'événements historiques ou donnent des détails sur la

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

vie quotidienne de nos ancêtres font partie de ce patrimoine. Tous ces textes et récits constituent une somme de documents que l'on nomme archives et qui font l'objet d'une conservation minutieuse. (HAMMOUDI .A 2010).

II.3.3. Le patrimoine culturel:

L'organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO) encourage l'identification, la protection et la préservation du patrimoine culturel à travers le monde considéré comme ayant une valeur exceptionnelle pour l'humanité.

Cette démarche fait l'objet d'un traité international intitulé Convention concernant la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (l'UNESCO 1972).

-Le patrimoine culturel matériel :

Le document international qui renferme la définition fondamentale du patrimoine culturel est la Convention pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel de 1972 de l'UNESCO, que la plupart des gouvernements ont signé. L'article 1 définit et classe le patrimoine culturel tangible en trois catégories:

Les monuments : œuvres architecturales, de sculpture ou de peinture monumentales, éléments ou structures de caractère archéologique, inscriptions, grottes et groupes d'éléments, qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue de l'histoire, de l'art ou de la science.

Les ensembles : groupes de constructions isolées ou réunies, qui, en raison de leur architecture, de leur unité, ou de leur intégration dans le paysage, ont une valeur universelle et exceptionnelle du point de vue de l'histoire, de l'art ou de la science.

Les sites: œuvres de l'homme ou œuvres conjuguées de l'homme et de la nature, ainsi que les zones y compris les sites archéologiques qui ont une valeur universelle exceptionnelle du point de vue historique, esthétique, ethnologique ou anthropologique.

Par la suite, la littérature spécialisée a élargi cette définition de manière à couvrir, outre les structures monumentales, les biens culturels mobiles tels que les collections muséales, les œuvres d'art et les objets d'antiquité.

-Le patrimoine culturel immatériel :

Le patrimoine culturel immatériel est de plus en plus reconnu dans le monde entier comme un élément fondamental de la préservation et la mise en valeur de l'identité et de la diversité culturelle. » (GHASSAN, 2001).

Le "patrimoine culturel immatériel", se manifeste notamment dans les domaines suivants :

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

-Les traditions et expressions orales, y compris la langue comme vecteur du patrimoine culturel immatériel.

-Les arts du spectacle.

-Les pratiques sociales, rituels et événements festifs.

-Les connaissances et pratiques concernant la nature et l'univers.

-Les savoir-faire liés à l'artisanat traditionnel.

«L'effort de sauvegarde du patrimoine culturel immatériel est une manifestation essentielle de l'engagement en faveur de la diversité culturelle.» (KOÏCHIRO, 2002)

II.3.4. Le patrimoine culturel religieux :

La notion du patrimoine culturel religieux accorde plusieurs dimensions à un seul objet, parmi lesquels, les dimensions patrimoniale et religieuse ; ces étendues qui ne sont pas toujours compatibles laissent paraître une certaine complexité liée à ce type de patrimoine culturel.

Le message de nature religieuse ou ce qu'on peut appeler la valeur religieuse de ces objets vient essentiellement de leur association au divin, or les valeurs divines par nature ne sont pas liées à la matérialité, du fait qu'elles sont détachées de l'objet et consistent essentiellement en des principes et des vertus. Malgré qu'il est admis depuis des siècles que les institutions religieuses aient des biens qui leur sont propre, le rapport entre le divin et la matérialité reste toujours un rapport indirect.

II.3.4.1. Le patrimoine culturel religieux dans le monde occidental

Dans le monde occidental, on peut constater depuis le système de juridique de la Rome antique un rapport direct entre les biens et les divinités à lesquelles ils sont consacrés, ces biens qui échappent à la propriété humaine sont donc en quelque sorte la propriété des dieux auxquels ils sont consacrés (BART .J.2006).

Avec l'avènement du christianisme, cette notion laisse place à celle de patrimoine ecclésiastique qui rassemble des biens temporels appartenant à l'église, et qui sont à vocation essentiellement culturelle, avec des valeurs spirituelles éternelles.

Ces biens appartiennent une personne juridique publique constituée par l'autorité ecclésiastique afin d'assumer leurs gestion au nom de l'église. Dans ces biens on distingue les choses sacrées qui constituent une catégorie particulière et ne peuvent être destinées à un usage profane ou improprie (GREINER. P.1993).

Les reliques représentent un exemple de ces objets associés à un culte spécifique, ils sont considérés comme des implications matérielles de l'incarnation, leur propriété a soulevé plusieurs problèmes

juridiques relatifs au droit du particulier à posséder des reliques, à l'accès à celles-ci par le public, sur les modalités de vente et d'achat et sur la question de l'inaliénabilité de ces objets.

Toutes ces questions sont le résultat des valeurs qu'acquière ces objets de par leurs associations au culte ainsi « Ces realia de la foi entrent sans transition dans le patrimoine de l'humanité dans le sens où ils sont considérés comme sa propriété collective, transmis de générations en générations, conservés pour leur seule valeur religieuse »(abelon J.P et Chastel .A 1994).

Les églises et cathédrale rentrent dans ce cadre de ce patrimoine religieux. En plus de leurs valeurs fonctionnelles, artistiques, historiques et autres, ces lieux de culte ont une valeur spirituelle. Cette différence entre les édifices à caractère cultuel et les autres bâtisses est résumé par Monseigneur Roland Minnerath : « Un édifice cultuel doit être considéré pour ce qu'il est : il n'est ni une salle de spectacle, ni un musée, ni un bâtiment. Il est un édifice religieux, un signe de transcendance dans notre société sécularisée. Pour les uns, un témoin du passé, pour d'autres un lieu de prière, de recueillement, de célébration toujours actuel, il est un monument digne d'être considéré pour ce qu'il est »(Chanoine N. HENNIQUE 2008).

La question de la transmission de ce patrimoine se pose de façon récurrente, ainsi même si les biens culturels ne bénéficient pas d'une inaliénabilité perpétuelle, toute aliénation d'un bien confessionnel « est précédée juridiquement d'une perte de dédicace ou d'une autre décision canonique de perte de la destination de la nature confessionnelle du bien »(DURAND J.P2005) Mais même après la levée de la dédicace d'un bien religieux, il garde une certaine valeur spirituelle auprès des fidèles, cette valeur impose de continuer à prendre en compte le passé religieux du bien dans toute analyse ou intervention.

II.3.4.2. le patrimoine culturel religieux dans la culture musulmane :

Dans le droit islamique, le patrimoine culturel religieux est géré par l'institution juridique que l'on qualifie de biens wakfs 'الوقف' principalement dans les législations du Moyen Orient et de biens habous 'الحبوس' dans les États du Maghreb ; les fonds placés sous ce régime sont immobilisés de sorte qu'ils ne sont ni vendus ni donnés, et leurs revenus reviennent à l'aumône ; Ces biens deviennent inaliénables et ils sont placés hors de la sphère du commerce et à l'abri de toute transaction en raison de leurs finalités religieuses et d'intérêt général (KHALFOUNE.T. 2005):

Le système des habous 'الحبوس' est issu d'un hadith qui autorise l'affectation à perpétuité d'un bien mobilier ou immobilier à une oeuvre pieuse ou d'utilité publique, ce qui fait qu'on retrouve ce rapport direct entre le divin et les biens matériels dans la culture islamique, du fait que ces biens acquièrent le statu de bien habous et deviennent inaliénable pour l'éternité.

L'exemple de la mosquée 'المسجد' qui est communément appelé 'بيت الله', littéralement « la maison de dieu » met en évidence un rapport direct entre un objet matériel qu'est la mosquée et dieu 'الله'. Ainsi dans le coran, on retrouve des passages qui concrétisent cette relation à l'exemple du verset 18 de sourate El Jinn : « وَأَنَّ الْمَسَاجِدَ لِلَّهِ فَلَا تَدْعُوا مَعَ اللَّهِ أَحَدًا » Les mosquées sont consacrées à Allah, invoquez donc personne avec Allah »(www.al-islam.com).

Toutefois la mosquée dans la culture islamique est plus définie par l'espace qu'elle occupe et les fonctions qu'elle remplit que par l'objet architectural en lui-même, puisque dans la tradition musulman l'immortalité est accordé exclusivement au divin, et nul objets ou personne ne peut prétendre à ce privilège, par-là tous les objets sont voués à la finitude et ne méritent pas la vénération, et on insiste d'un autre coté sur l'aspect immatériel avec l'essence des objets et la transmission des savoirs et des traditions.

Cette démarche se situe à porte à faux de la notion de patrimoine matériel, qui peut être assimilé à une manifestation de la vénération des objets (ARKOUN M. 1984), mais cela n'empêche pas le développement de traditions de conservation d'objets matériels liés à la personne du prophète (s.a.w.s), à ses compagnons et aux saints patrons.

Le patrimoine culturel religieux ne peut être réduit à l'une ou l'autre de ses dimensions patrimoniales ou religieuses, ces dimensions qui se manifestent selon l'intérêt que lui portent les fidèles, la mosquée l'église, la collectivité ou le public, il s'agit alors d' envisager comment s'articulent les liens entre ces différentes dimensions.

Ainsi, la transmission du patrimoine religieux passe à la fois par la conservation de ces objets dans leur intégrité physique mais aussi dans leur identité (BERTAUX J-J 1999), en prenant en compte les dimensions spirituelle de ces biens.

II.3.5. Le patrimoine urbain:

La notion de patrimoine dépasse aujourd'hui les simples monuments historiques. À partir des années 1960, de nouveaux types de biens entrent en effet dans la catégorie patrimoniale qui voit s'élargir son aire géographique.

Le patrimoine urbain a pour objet une zone urbaine (un ensemble urbain fait de bâti et d'espaces ouverts, de monuments et d'architecture vernaculaire, d'îlots et de voies de communication), mais c'est aussi un patrimoine dont l'objet est :

-d'une part les habitants du quartier dont il est question : les hommes et les femmes, leur histoire collective, leurs pratiques, leurs cheminements, leurs usages de la ville etc.

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

- d'autre part, l'espace vécu et l'espace perçu par ces habitants.

« Le patrimoine urbain fait explicitement référence à la vie urbaine, à l'histoire urbaine d'une ville, aux modes d'habiter, de vivre, de commencer, de développer l'activité économique... Les formes sont liées à ces fonctions dans différents contextes culturels et sociaux » (BOUCHE, 1997)

« Le patrimoine urbain est aussi un patrimoine enfoui, confidentiel. La ville est le fruit de contributions millénaires dont la rémanence inconsciente ou perceptible ne peut être ignorée ; des générations et des générations ont participé à la genèse de la ville, y ont laissé les traces de leur savoir, de leur mode de vie, de leur culture. » (LEFEBVRE, 1994).

II.3.6. Le patrimoine architectural :

Le premier article de la convention pour la sauvegarde du patrimoine architectural de l'Europe, définit l'expression «patrimoine architectural» en affirmant qu'elle intègre les biens immeubles ci-après :

1. les monuments: toutes réalisations particulièrement remarquables en raison de leur intérêt historique, archéologique, artistique, scientifique, social ou technique, y compris les installations ou les éléments décoratifs faisant partie intégrante de ces réalisations.

2. les ensembles architecturaux: groupements homogènes de constructions urbaines ou rurales remarquables par leur intérêt historique, archéologique, artistique, scientifique, social ou technique et suffisamment cohérents pour faire l'objet d'une délimitation topographique.

3. les sites: œuvres combinées de l'homme et de la nature, partiellement construites et constituant des espaces suffisamment caractéristiques et homogènes pour faire l'objet d'une délimitation topographique, remarquables par leur intérêt historique, archéologique, artistique, scientifique, social ou technique.

II.4. Le patrimoine architectural religieux islamique :

À partir des dynasties omeyyade (661-750) et Abbasside (750-1258) s'est forgée « la personnalité de l'art musulman » dont parle (G. Marçais 1954) pour qualifier les éléments qui forment l'architecture religieuse et font désormais partie de l'art et de l'architecture des pays islamiques : le minaret (forme carrée, cylindrique, octogonale,...), la coupole, la faïence, le mihrab, le minbar .

L'art et l'architecture du début des dynasties islamiques se sont affirmés au cours des générations pour former « l'art islamique », expressions désignant un nouveau style qui n'a, souvent, rien à voir avec l'islam en tant que religion.

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

La pérennité de la fonction de prière se présente comme une forme de protection du patrimoine religieux islamique; même si l'entretien technique ne tient pas compte des valeurs (qualités) artistiques de l'édifice

« Cependant le patrimoine historique est pris dans le sens « d'une œuvre créée de la main de l'homme et édifée dans le but précis de conserver toujours présent et vivant la conscience des générations futures, le souvenir de telle ou telle destinée »(A. Riegl.1984)

L'attachement peut aussi être lié au dicton maghrébin qui dit qu'« un lieu de culte ne doit pas être abandonné s'il a accueilli quarante jours de prière ».

Cependant, cela ne veut pas dire le préserver dans le sens occidental ; les raisons sont liées au culte de Dieu et non à des raisons esthétiques ou historiques (on évoque ici la valeur d'usage), ce qui va à l'encontre des propos d'A. Chastel :

« ... évoquer l'attachement jaloux d'un groupe pour un objet sacré et reliquaire, quidépasse le sentiment purement religieux pour offrir à la communauté le seul vraisymbole de son identité. La vénération fonde aussi le patrimoine »(A. Chastel, J.-P. Babelon 1993). Il évoque ainsi la valeur historique ; cela aussi s'applique pour le cas de plusieurs édifices religieux islamiques tels que ceux qui ont été édifés par des rois et des chefs d'Etat. (à l'exemple de la mosquée Hassan II au Maroc).

II.5.Édifices religieux islamique

Les édifices islamiques peuvent être représentés en un ensemble d'ouvrages:

II .5-1.La mosquée :

Dans chaque quartier une mosquée était édifée pour accomplir les cinq prières seulement, elle ne contenait pas de Minbar, donc on n'y effectuait pas la prière du vendredi.

II .5-2.Le Djama'a :

Dans une ville il y avait une seule grande mosquée 'Djama'a', pour effectuer la prière du vendredi, où les habitants de la ville s'y rencontrent chaque semaine, et il y a quelques rites qui exigent l'accomplissement de la prière du vendredi dans la grande mosquée de la ville.

Le lieu de la prière suivait l'échelle du tissu résidentiel qui l'entourait ; l'unité de base ou le groupement de maisons constituent le quartier. Quatre unités de base s'organisent chacune autour du Masdjid pour les cinq prières quotidiennes : c'est l'unité de voisinage, et la ville s'organise autour du Djama'a.

II .5.3.Les medersas :

Les medersas sont équivalentes aux universités et instituts de nos jours, il y avait même des résidences annexées pour étudiants et enseignants. L'enseignement était gratuit, et les horaires de cours commençaient après la prière du Fadjr -à l'aube- jusqu'à la prière du Dohr -à midi-(la deuxième prière du jour). Et il y a la session d'après la prière du Asser-soir- jusqu'au Maghreb - coucher du soleil la prière du vendredi n'était pas effectuée dans les medersas, mais juste les cinq prières, jusqu'à l'ère des mamelouks en Egypte, en l'an 730h/1329J.C.

II.5.4.Les Khankah :

C'est un mot perse, qui veut dire le temple pour les prosternations soufies.

II.5.5.Les Taqiah :

Elles se sont propagées dans la période ottomane au lieu des medersas ou khankah. Se composent d'une cour ouverte, et peut contenir un jardin, une galerie couverte de coupolettes entoure la cour, et contient les chambres des étudiants. On trouve également une mosquée où s'effectuent les cinq prières.

II.5.6.Kouttab :

C'est une sorte d'école primaire, où les enfants apprennent l'écriture et la lecture, en plus du Coran. Elle est souvent annexé à un Djma'a, medersa, Khankah, ou Sabil سبيل. Les Khankah, la Taqiah, le Kouttab, se trouvent souvent en Turquie, Egypte.

II.5.7.Zaouia:

Les zawiya sont à la fois des maisons de prière, et surtout, des maisons de science; le rayonnement intellectuel de la zawiya de Dilâ (Atlas) et de la zawiya ennaciria (le Draâ) attesteront, plus tard, le rôle éminent joué par les deux centres, dans la diffusion de la science, au cœur de la montagne et des steppes marocaines.

III. Les mosquées: (monographie de la mosquée)

L'architecture des mosquées a probablement, ses propres canons et symboles qui ont été préservés par les « érudits », qui travaillaient de près avec les maçons, les premiers par leur savoir révélé, et les autres par la compétence de leurs mains.(Hassan fathy).

Le résultat de cette coopération a été utilisé de génération en génération ; en développant et évoluant selon les traditions, bien que des différenciations existantes, ou des constants qui doivent être respectés, sinon c'est la spontanéité du maçon qui était libre de faire sa touche.

III.1. Définitions de la mosquée :

Le mot masjid (pl. masajid), de l'arabe : "مسجد" : mosquée, associe la racine Sadjada "سجد" : se prosterner au préfixe de lieu de l'action « m » ; il désigne donc 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. (Barrucand. M.).

Une mosquée est un lieu de culte où se rassemblent les musulmans pour les prières communes. L'ensemble architectural est le plus souvent entouré d'une ou plusieurs tours, ou minarets, dont le nombre n'est pas limité. Le toit est souvent en forme de dôme. C'est du haut d'un des minarets que le muezzin (mouadh-dhan) appelle à la prière au cours de l'adhan. Une mosquée est plus qu'un lieu de culte ; elle sert d'institution sociale, éducative : elle peut, ainsi, être accompagnée d'une madrasa, d'une bibliothèque, d'un centre de formation, voire d'une université. Elle sert aussi de lieu de rencontres et d'échanges sociaux. (Wikipédia).

III.2. Genèse de la mosquée

Le Coran emploie également le terme de masjid pour des sanctuaires préislamiques .

لَمَسْجِدٍ أُسِّسَ عَلَى التَّقْوَىٰ مِنْ أَوَّلِ يَوْمٍ أَحَقُّ أَنْ تَقُومَ فِيهِ ۚ فِيهِ رَجُلٌ يُّحِبُّونَ أَنْ يَتَطَهَّرُوا ۗ وَاللَّهُ يُحِبُّ الْمُطَهَّرِينَ التوبة (108)

Et, pour le Prophète (Qsssl), le masjid principal reste celui – préislamique – de La Mecque. Le musulman, n'a pas besoin de sanctuaire pour accomplir les rites de sa religion. Selon un hadith , la terre entière est le masjid d'Allah (par opposition aux juifs et aux chrétiens qui auraient besoin de synagogues et d'églises, Il n'est donc pas étonnant que le Coran ne contienne aucune précision en ce qui concerne la forme que doivent avoir les mosquées.

Toutefois, l'attachement du Prophète aux traditions mecquoises, toutes centrées sur un sanctuaire, et la nécessité d'un espace pour le service religieux communautaire aboutissent à la création d'édifices spécifiques.

L'Arabie préislamique avait connu, à côté de temples, de synagogues et d'églises, des espaces en plein air, entourés d'une enceinte, en général situés en dehors des villes, et qui servaient aux assemblées de croyants lors des fêtes religieuses.

Djami' : (de djama'a : " جمع " réunir, rassembler) mosquée pour effectuer la prière du vendredi, qui comprend un prône (Khutba : خطبة), dont la prière se termine par une invocation de la grâce divine sur le souverain régnant. La proclamation du nom de ce dernier, dans la principale prière

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

communautaire de la semaine, est l'un des symboles du pouvoir les plus importants dans l'islam, Le masdjid djami' : « جامع », que l'on traduit le plus souvent par grande mosquée, mosquée du vendredi, mosquée-cathédrale ou encore mosquée de congrégation, bénéficie donc dès l'époque omeyyade d'une élaboration formelle destinée à manifester le pouvoir du souverain et la prospérité de la communauté.

III.3.L'evolution historique de la moquée :

Selon le coran, la première mosquée était masdjid 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.

La deuxième mosquée c'était la mosquée Al Aqsa qui était également la première direction de la qibla. La première mosquée construite pendant le règne de l'Islam était la mosquée du Kuba à Médine. Elle a été édifiée lors de l'Hégire de Mohammed(Qsssl) et ses compagnons ; elle est connue aujourd'hui sous le nom de « la mosquée du prophète ».

Quand le prophète avait ordonné la construction de sa mosquée, son architecture s'était inspirée de l'environnement immédiat, que ce soit pour la forme carrée ou les matériaux utilisés.

III.4.L'evolution architecturale de la moquée :

Pour la construction de la 1^{ère} mosquée, on avait utilisé les matériaux locaux, Il y a eu la participation du prophète pour sa construction. C'est la 1^{ère} image de mosquée référence essentielle.

-La mosquée du prophète à Médine:

La bâtisse très simple abritait une grande cour de sable. Il semble que les dimensions importantes de cette construction étaient courantes pour les bâtisses de l'époque, les chameliers faisant entrer les troupeaux dans la cour de leurs maisons.

Côté Nord et Sud de cette cour, de larges auvents couverts de feuilles de palmier enduites d'argile et soutenus par des troncs de palmiers prodiguaient de l'ombre. À l'Est les appartements du prophète. C'est dans la cour que le prophète Muhammad recevait les délégations, traitait les affaires du jeune état musulman, et prononçait des prêches et sermons. Elle servait de lieu de prière collective et les compagnons les plus pauvres du prophète y logeaient.

La demeure du prophète était bien plus qu'une simple maison (Fig1), réunissant les fonctions d'habitation, de lieu de culte, et de salle communautaire. Elle fût ainsi un modèle idéal de la mosquée, réunissant les aspects communautaires et culturels de la société musulmane.

Sa structure servira par la suite de modèle pour les mosquées, avec sa cour et ses galeries à colonnes, et l'orientation "barlongue" de la salle de prière (c'est à dire perpendiculaire à la direction de la prière).

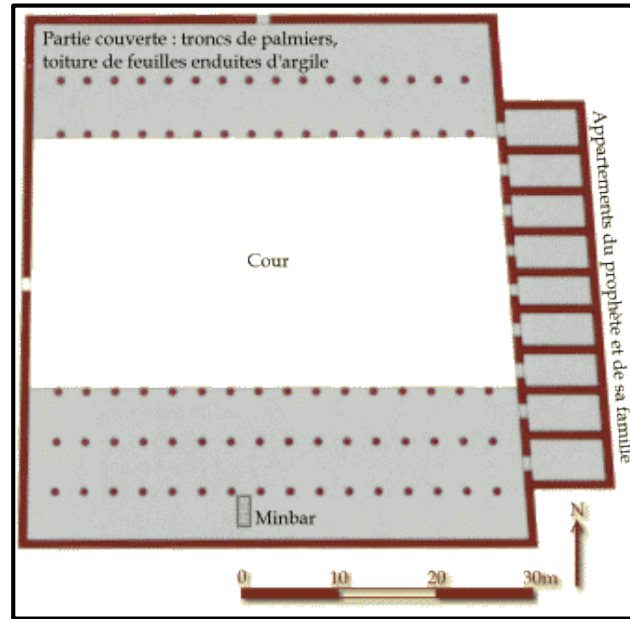


Figure 01: Plan schématique de la maison du prophète à Médine. (www.fleurislam.net 2015)

-Le Mu'akkhar et les Mudjannabat :

A la mosquée de Médine le mu'akkhar se composait de trois galeries. Aux mosquées de Koufa et Bagdad il n'y a que deux galeries, de même que la mosquée Ibn Touloun au Caire, quand à l'Algérie, la plupart des mosquées ont un Mu'akkhar composé d'une seule galerie c'est le cas de la mosquée de la Qalaà de Beni Hammad.

A son accession au Califat de l'Etat Omeyyade, Al Walid Ibn Abdel Malek ordonna l'agrandissement de la Mosquée du prophète ; permettant l'introduction de nouveaux éléments architecturaux tels que les terrasses, les minarets et le Mihrab.

Sous le règne du Calife Abbasside Al Mahdi, elle fut étendue et reconstruite. à l'époque ottomane, Le Sultan Mahmoud II, en 1813, fit construire un nouveau dôme dans la chambre prophétique. Le nouveau dôme fut couvert de plomb et tein vert. Le Sultan Ottoman Abdel Megid I fit reconstruire entièrement la Mosquée après l'avoir détruite à l'exception de la chambre prophétique.

III.5.L'évolution de conception :

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 les la conception de mosquées l'utilisation de l'éclairage naturel par les fenêtres, cour entourée de quatre iwans, Utilisation de coupole.

Il y a eu également des annexes ; bibliothèque, cuisine, medersa, des chambres pour étudiants, des salles pour enseignants,.

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

La décoration a évolué aussi, et s'est diversifiée : on trouve la décoration florale ou géométrique ou les deux, les coupole se sont multipliées, le minaret a évolué aussi et il a pris de la hauteur, et même les matériaux de constructions ont évolué.

Au début la planification de mosquée se résumait en une seule mosquée dite « Djama'a », qui se situe au milieu de la ville, symbolisant le principe d'unité du groupe, selon les instructions de l'islam, ainsi que la place centrale qu'occupe la religion.

Même pour les sociétés pré existantes, le noyau urbain a été transféré du souk vers la mosquée, ce qui donna un urbanisme restructuré, pour les villes nouvellement fondées, leur aménagement commence par la mosquée au centre, puis tout autour les constructions.

Mais la propagation de l'islam dans diverses régions a nécessité l'édification d'autres mosquées dans divers sites de la ville avec une seule grande mosquée « Djama'a » où s'effectue la prière du vendredi, tandis que les autres prières se font dans les mosquées de quartiers.

Au VIIe siècle, il y a eu une fatwa (Interprétation religieuse par des oulémas spécialisés) autorisant plus qu'un seul prône dans une seule ville ou agglomération. Après cette multiplication la mosquée avait perdu sa centralité et son autorité, qui était source de décision unifiée, dans la société musulmane.

Cela n'empêche pas que les caractéristiques conceptuelles principales de la mosquée n'aient pas changé, cependant l'art musulman s'est développé et diversifié, selon les dynasties et les régions reflétant la propagation de l'islam qui est étendue spatialement de l'Afrique jusqu'en Asie mineure.

III.6. Les éléments de base de la mosquée :

Au début la mosquée du prophète était très simple, que ce soit pour sa conception, ou ses éléments, alors que la décoration était absente. On peut ressortir les éléments suivants pour le début de la mosquée :

III.6.1. La salle de prière :

La forme de la salle de prière peut être de type hypostyle (soutenue par des colonnes ou piliers), plus profonde que large (Médine, Kairouan), soit plus large que profonde (Espagne, Maroc, Algérie).

Sous les Omeyyades, on adopte le schéma biarticulé du type « de Kufa », mais en ajoutant à la salle de prière un nouvel élément d'architecture; le transept qui modifie radicalement la salle hypostyle demeurée jusqu'alors sans articulation: c'est la mosquée hypostyle basilicale avec abside : Damas, El Aksa.

Au Maghreb, on trouve ce type, mais en T; la travée axiale ou la nef centrale de plus grandes dimensions est richement décorée, elle est accentuée par le mihrab.



Figure 02: Exemple de la salle de prière de la mosquée de Damas. (www.clio.fr 2015)

III.6.2. Le minbar (chaire) :

Minbar : De l'arabe : « منبر » : estrade mobile avec marches. C'est une chaire à prêcher, durant la prière du vendredi et les prières de l'aïd, la plus répandue aujourd'hui est en bois formant un escabeau à plusieurs marches qui se situe toujours à droite du mihrab. Elle peut être en maçonnerie (pierre, brique, ...) ou en marbre et constituer ainsi un organe immobilier.

Le prophète (Qsssl) transmettait son prône en étant debout, devant un tronc (supportant le toit), s'appuyant sur une canne; les musulmans de l'époque avaient remarqué que cette position fatiguait le prophète (Qsssl), alors ils lui ont proposé de prendre quelque chose pour s'asseoir et se reposer, et il avait pris un minbar en bois, avec trois marches dont la troisième pour s'asseoir, ceci était en l'an 7 de l'hégire.

En conséquence de cela, on a continué à produire les minbars dans les mosquées, et on a augmenté le nombre de marches, à cause de la grandeur de surface des mosquées, et le nombre important des fidèles qui augmente jour après jour pour que l'imam soit perceptible par tous.



Figure 03:Exemple de minbar de la mosquée de bleue. (www.panoramio.com 2015)

III.6.3.Le mihrab :

On appelle mihrab le mur indiquant la direction de qibla (A. Agedorn , B. Schenk).

Ases débuts le mihrab était marqué par une peinture ou un bloc de pierre disposée dans la direction de la Kâaba, Puis, inspirés du mihrab de Souleymane (situé dans le petit oratoire sous le rocher du Dôme du rocher à El-Qods), les mosquées ont adopté de mihrab plat.

Le mihrab est mis en valeur par une nef centrale perpendiculaire au mur de Qibla. Il peut être réalisé en pierre (marbre, tuf,) en bois, sculpté ou dénué de décoration. Il a aussi une fonction acoustique (rediffusion du son de l'imam).



Figure 04:Exemple de mihrabde la mosquée de Cordoue. (fr.wikipedia.org 2015)

III.6.4.La cour (çahn) :

C'est la partie découverte de la mosquée. La cour a une fonction de contenir les fidèles quand ils sont nombreux

– Sorte d'extension de la salle de prière. Ses dimensions sont proportionnelles aux dimensions de toute la mosquée et varient aussi en fonction du climat d'implantation : elle tendrait à se rétrécir dans les climats froids et à s'agrandir dans les climats chauds. On y trouve souvent une vasque d'ablutions dans la partie sud, qui peut être couverte sous forme de kiosque (orient) ou découverte sous forme de fontaine (occident).



Figure 05:Exemple de cour de la mosquée ShikhZayed Abu Dhabi. (blogvoyages.fr 2015)

III.6.5.La galerie (Riwaq) :

Le Riwaq indique le passage large couvert tout autour de la cour de la mosquée. Le 1^{er} qui avait innové les Riwaq dans les mosquées était le calife Othman ibn Affane (644-656), qui avait rajouté des galeries pour la mosquée du prophète, ainsi ce rajout fut un moyen d'extension sans toucher à la construction même. Ces « galeries » avaient un grand rôle pour l'enseignement des sciencesreligieuses, puisque c'est là où se réunissaient les étudiants de sciences religieuses.

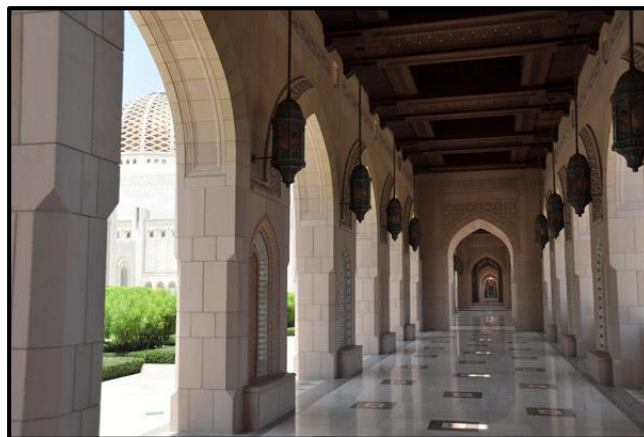


Figure 06: Exemple de riwaq de la mosquée Sultan Qaboos. (www.pbase.com2015)

III6..6.Les éléments architectoniques principaux introduits dans la mosquée:

a.Le minaret:

C'est une sorte de tour, d'où le muezzin appelle à la prière en prononçant l'Adhan.

Le minaret est le point de repère de la ville islamique, en effet, dans la silhouette de la ville islamique le minaret doit figurer comme point d'appel, élément de structuration de l'image urbaine ; par sa forme élancée dans le ciel il désigne la direction verticale.



Figure 07:Exemple de minaret.

(www.trouvetamosquee.fr)

b. La coupole:

En général la coupole contient des ouvertures pour l'aération de la mosquée ; l'air chaud sort du côté ensoleillé, l'air frais pénètre du côté ombré par les ouvertures de la coupole.

La coupole s'est répandue chez les musulmans avec des tailles différentes, et des grandes proportions chez les turcs, jusqu'à couvrir le mihrab entier, essayant de dégager la nef centrale des piliers, à fin d'avoir plus d'espace pour les fidèles.

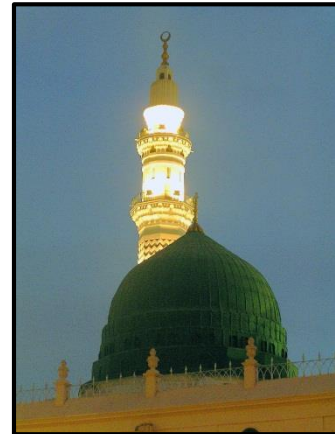


Figure08:Exemple de coupole.

(aqidasahiha.wordpress.com)

c. L'arc:

Il existe plusieurs types d'arcs qui diffèrent de région en région, et d'époque en époque : arc plein cintre, arc outre passé, polylobé,. Cependant Hassan Fathy rapporte dans son livre qu'en architecture islamique en général l'arc plein cintre est évité au profit de l'arc outre passé aux lignes de forces dans la structure, pour donner aux formes des sens symboliques. Dans l'arc brisé, les lignes de force se rencontrent au sommet dans un angle.(H FATHY 1981).



Figure09:Exemple d'arc.

(www.dreamstime.com)

d. Les voûtes :

La voûte est un ouvrage architectural constitué d'un plancher construit en brique, moellon, pierre, ou en béton, dont le dessous est fait en arc ou en plate-bande. Lorsqu'il est construit en pierre, il est formé par des voussoirs ou claveaux qui, par leurs dispositions, se soutiennent ensemble. On donne aux voûtes différentes dénominations, suivant leur forme.

Concernant le lieu d'apparition des voûtes, (Gus Van Beek (1987) a écrit : « On enseigne aux étudiants architectes que les romains furent les premiers à construire des arcs et des voûtes, ..., cependant les romains n'ont pas inventé le principe d'en combiner un certain nombre pour bâtir une voûte. Arcs et voûtes existaient déjà au Proche-Orient, trois millénaires avant la construction du Colisée. »



Figure 10 : Exemple de voûtes.
(www.dreamstime.com)

e. Piliers et colonnes

La mosquée du Prophète Mohamed (Qsssl) à Médine disposait d'une salle de prière dans laquelle le plafond repose directement sur les troncs de palmiers représentatifs de colonnes ; avant que celles-ci ne soient développées avec l'évolution d'architecture islamique, et des sortes de colonnes et piliers apparaissent.

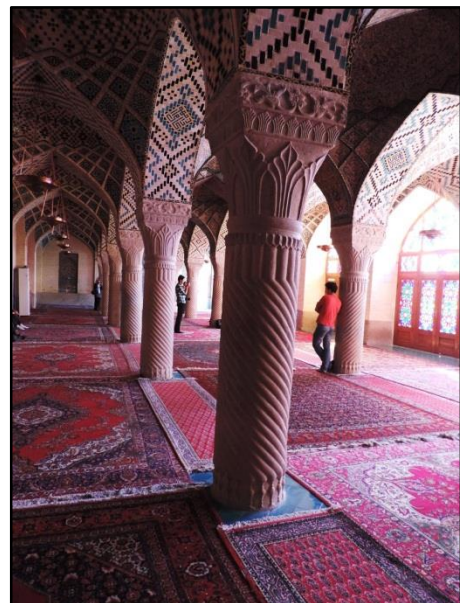


Figure 11 : Exemple de piliers .
(www.dreamstime.com)

f. les ouvertures

Ce sont des fenêtres de différentes formes et dimensions, c'est une sorte de décoration pour les édifices, se divise en deux sortes la première avec décoration florale, et la deuxième en dent de scie, ces ouvertures sont utilisées pour les édifices arabes et surtout les mosquées d'orient arabe. Parmi les éléments introduits dans la mosquée : 'el-Chamssyet' et 'el Qamariyet (Beeck-Gus, V. 1987).

-Chamsia : sortes d'ouvertures en arabesque dans le mur de la mosquée composée de bois ajouré ou marbre.

-Qamarye: ouverture ronde, carrée ou octogonale, s'ouvre en haut du mur ou de la coupole, et se ferment par des vitres colorées.

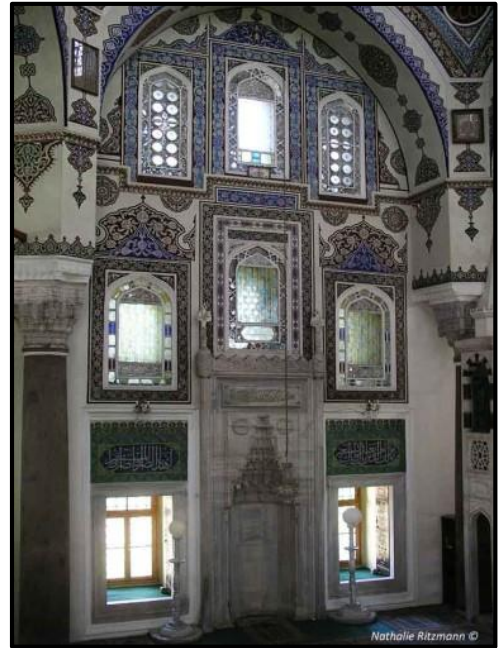


Figure12 : Exemple d'ouvertures.

(www.dubretzelausimit.com)

III.7.Organisation de la mosquée et sa conception :

L'architecture a servi énormément la société islamique et rempli une mission aussi bien spirituelle que matérielle. Les objectifs religieux s'étaient manifestés à travers l'édification de la mosquée "Al Djami'i" au centre de la ville et d'autres établissements qui servaient le culte religieux tels les écoles coraniques et "Dar AlHadith". Ces monuments rassemblaient, quotidiennement et même les jours des fêtes, l'ensemble des musulmans, d'où le souci des architectes de faire de ces établissements un point de convergence qui réunit les différents habitants de la ville. Routes et chaussées conduisent vers ce centre, lesquelles sont entrecoupées par des chemins pour former un réseau annulaire entourant le centre (A.BAHNASSI 2003,). Cela était aussi suivant les préceptes selon la tradition du prophète.

Quand les cités se sont développées au-delà des limites, c'était nécessaire de construire d'autres mosquées dans les différents quartiers d'une ville.

III.8.Classification des mosquées: (A.MENHOUR 2012).

Les mosquées sont classées en quatre catégories, selon l'emplacement, la surface et la fonction

III.8.1. El-Masjid el-Djami'i (Grande mosquée ou mosquée de vendredi)

Se situe dans le centre des services, de l'unité de voisinage, ou le quartier, et représente le noyau de la ville ,elle est au service de 3000 à 8000 personnes, à une distance moyenne de 250m.

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

Dans cette mosquée qui était la plus grande dans les anciennes villes musulmanes, s'effectuaient les prières du vendredi, et des deux Aïd (Aïd et- Fitr et aïd el-Adha), en plus des cinq prières quotidiennes. C'était l'unique mosquée où l'on effectuait la prière du vendredi, Cette mosquée est équipée d'un Minbar pour le prêche de ces trois prières, cette grande mosquée est appelée aussi « mosquée du vendredi ».

III.8.2. El-Masjid (Mosquée) : (T .Samarkandi)

C'est le noyau de regroupement des habitations, elle est au service d'une unité de voisinage, et lui assure les services culturels, destinée à assurer les cinq prières ; cette mosquée est au service de 1500 personnes, à distance de 100m.

Comme la grande mosquée, la mosquée de quartier est aujourd'hui dotée de minarets et d'un Minbar car on y effectue toutes les prières quotidiennes et exceptionnelles. Elle existe en grand nombre dans une ville, afin de satisfaire le nombre d'habitants par quartier.

III.8.3. El-Moussallah (Oratoire) :

Initialement, à l'extérieur des remparts des Benu-Souleyma, à proximité du marché, Le prophète Mohammed (QSSSL) et les croyants y effectuaient les prières de l'Aïd.

Le moussallah était un grand espace en plein air réunissant les musulmans pour les prières de l'Aïd, etc, il était sans minaret, implanté dans les anciennes villes à proximité des remparts et de portes, fréquentées, surtout par les voyageurs et les étrangers commerçants, pour les cinq prières quotidiennes. En dehors des heures de prière, il peut être composé d'un Mihrab uniquement, ou additionné à un mur d'enceinte avec entrées.

Après l'évolution des densités démographiques, et l'encombrement des services publics, dans les villes, par les travailleurs et citoyens, des endroits ont été spécifiés pour la prière en groupe des cinq prières de la journée, que nous trouvons dans les différents étages d'un lieu de travail, ou même dans un marché.

III.8.4. Moussalla l'aïd : 'oratoire pour les deux fêtes musulmanes' :

Se situe sur les bords de la ville, pour groupement des citoyens de la ville, ou plusieurs quartiers résidentiels, ne s'utilise que pour l'accomplissement de la prière des deux Aïd, cette mosquée est plus générale que celle de vendredi.

De nos jours, dans les grandes villes musulmanes, la grande mosquée est confondue avec les autres mosquées de quartier où s'effectuent aussi les prières du vendredi et des Aïd, depuis que les villes se sont développées, et sont plus grandes.

III.9. Typologie des mosquées : (M.ARRAR 2014).

Comme lieu de prière, la mosquée se présente selon des tailles, des plans et des aspects différents ». (FARIBA. A et MOUSSAOUI.A)

De nouvelles formes de mosquées ont surgi dans le monde islamique résultat de l’empreinte des civilisations conquises et des influences de l’architecture locale ainsi que de l’apport des civilisations et les découvertes technologiques. On distingue schématiquement les formes générales :

II.9.1. Plan Hypostyle :

Le premier plan de mosquées est conçu sur le modèle de la maison du prophète à Médine, actuellement située sous la grande mosquée de Médine. Le plan Hypostyle est un plan à forme carrée ou rectangulaire, les nefs sont parallèles ou perpendiculaires au mur de la qibla, la mosquée se compose d’une cour à portiques et d’une salle de prière à colonnes qui peut être plus profonde que large (Médine, Kairouan), ou plus large que profonde (Espagne, Maroc, Algérie).

Les mosquées de plan Hypostyle continuent à être construites notamment sous le règne des Abbassides et Omeyyades ; on les trouve partout dans le monde islamique, depuis la Syrie avec la mosquée de Damas Jusqu’au Maghreb, en Espagne et en Irak. (L.GOLVAIN 1960)

III.9.2. Plan avec iwan :

Apparu au X^{ème} siècle avec la dynastie seldjoukide, ce plan spécifique se trouve dans une région exclusive dans le grand Iran, une partie de l’Afghanistan et du Pakistan et une partie de l’Irak, il est même utilisé en Inde avant le plan Moghole dans l’actuel territoire de l’Ouzbékistan. (L.GOLVAIN 1960).

Il est caractérisé par la cour à quatre iwans disposés en croix, et une salle de prière sous coupole tout autour de la cour. Exemple : mosquée du vendredi à Ispahan (B.BENYOUCEF1994)

III.9.3. Plan à coupoles :

Ce plan est apparu principalement en Turquie dès la prise de Constantinople en 1453, sous l’influence byzantine le plan ottoman est inventé, il se caractérise par une salle de prière sous une immense coupole centrale cantonnée de demi-coupoles et de coupolettes par un système pyramidal. Souvent les mosquées du type ottoman font partie de grands complexes. (B.BENYOUCEF1994)

On peut déduire que la différence entre les quatre plans des mosquées est généralement dans :

- la disposition de la salle de prière par rapport à la cour ;
- la proportion entre largeur et longueur ;
- la structure de la salle de prière sous colonne, ou sous coupole...etc.
- la forme des minarets et leurs décorations ;

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

- Au niveau de la décoration utilisée et les matériaux de construction employés.

Mais les éléments intérieurs (mihrab, minbar) composants la mosquée restent toujours les mêmes

III.9.-Les rôles de la mosquée:

Dans l'islam la mosquée englobe plusieurs fonctions, en plus de la prière, et l'enseignement de la religion, on trouve les fonctions législatives, sociales, économiques, culturelles, et politiques :

III.7.1. Rôle culturel:

La mosquée est un lieu de culte et de prière, les cinq prières prescrites ainsi que la prière du vendredi, les prières des fêtes musulmanes, ont lieu dans la mosquée, et de là l'appel d'Allah est lancé. « El Adhan ».

Outre la prière, l'attachement et la prosternation de Dieu par tous les moyens ont lieu au sein de la mosquée.

III.7.2. Rôle politique:

La mosquée était le siège de l'organisation islamique de l'Etat, elle était le siège de la direction suprême de l'Etat islamique. Elle était également un centre d'où les affaires de l'Etat sont gérées.

-La mosquée était une section du ministère de l'Information et la culture :

La mosquée est considérée comme un important centre d'information islamique, car elle est la scène de la vie politique, sociale, culturelle et rituelle.

-La mosquée était un tribunal judiciaire :

La mosquée était un lieu où les juges siégeaient à régler les différends et à examiner les plaintes.

III.7.3. Rôle social :

-La mosquée est une maison et un refuge pour les pauvres, les nécessiteux et les voyageurs.

-La mosquée est un lieu où les gens dans le besoin peuvent demander de l'aide.

-La mosquée était un hôpital où des victimes de guerre étaient traitées.

III.7.4. Rôle éducatif:

- Cercles pour étudier le Coran et le Fiqh

-La mosquée est une université pour l'apprentissage et l'enseignement

III.7.5. Rôle culturel:

La mosquée est une plateforme pour l'art oratoire, l'éloquence et la poésie, et aussi un lieu de consultation et d'échange de pensées, où les gens de différentes catégories se rencontrent et communiquent les uns avec les autres. Ces fonctions ont connu un développement au fil du temps.

III.8.La conception de mosquées contemporaines:

La mosquée est destinée actuellement, uniquement à la fonction culturelle, vu que les états islamiques n'ont plus besoin d'utiliser la mosquée comme école ou université ou même tribunal, du fait que chaque fonction a ses propres édifices bien déterminés.

Malgré les tendances de modernisme, les mosquées ont su garder l'allure générale de l'intérieur ainsi que l'extérieur « pour quelques états islamiques ».

On ne peut pas recenser les formes et expressions architecturales de mosquées à travers le monde islamique du fait que celui-ci s'est élargi de l'océan pacifique jusqu'à l'atlantique. Cependant, il existe deux courants principaux pour les mosquées contemporaines à savoir : les mosquées inspirées du patrimoine local exprimant la référence au patrimoine architectural islamique de chaque région et l'authenticité de l'art traditionnel ; et les mosquées modernes à caractère universel exprimant le modernisme, et le degré du progrès scientifique, technique, (A.MENHOUR 2012).

III.9.Les mosquées patrimoniales en Algérie :

Dans cette partie nous présentons quelques exemples de mosquées patrimoniales héritées dans de différentes régions d'Algérie.

III.9.1 Région du nord : Grande Mosquée Alger-djamaa el-kebir

Présentation:

Lieu : Algérie, Alger

Date/période de construction : la Grande Mosquée, 490 H / 1097 J-C,(minaret)1324 J.-C.

Dynastie: Almoravide

Matériaux de construction: Pierre, brique, tuile, bois

Destinataire/mandataire : Yûsuf ibn Tâshufîn (1062-1106)



Figure13 : vue sur la grande Mosquée Alger-djamaa el-kebir(www.panoramio.com)

Partie théorique

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

Quelques caractéristiques architecturales de la grande mosquée: (Bourouiba, R.1986)

-Plan rectangulaire, couvert de doubles toitures en tuiles.

-L'édifice donne sur la cour, à travers laquelle on arrivait aux galeries (riwaq), puis à la salle de prières, divisée en onze nefs perpendiculaires au mur de qibla.

-La salle de prière contient des arcs polylobés parallèles au mihrâb alternant avec des arcs

Outre passés légèrement brisés perpendiculaires à celui-ci, qui reposent sur des piliers rectangulaires.

-Le mihrâb est décoré de stucs en relief, il est creusé d'une niche à fond plat à pans coupés.

Le minaret, de construction plus tardive se trouve dans l'angle nord-est – particularité observée chez les Abd al Wadides. Son fut quadrangulaire s'achève par des merlons à degrés et un lanternon au profil similaire.

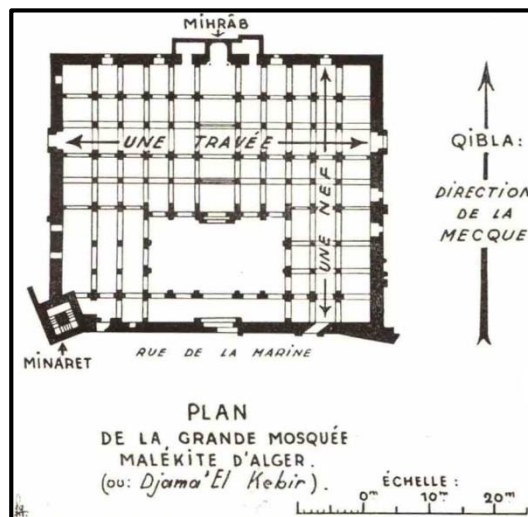


Figure 14: plan de la grande mosquée Alger-djamaa el-kebir (archnet.com).

III.9.2 Région du sud : Mosquée Sidi Okba Biskra

Présentation:

Lieu : Algérie village de Sidi 'Oqba (à 20 km de Biskra)

Période de construction : 67-416H/686-1025J.C

Dynastie : Ziride

Matériaux de construction : Bois, troncs de palmier, enduit, pierre, chaux

Dimensions : superficie de la mosquée : 59,4 x 36,6 m (2174,04m²).



Figure15 : vue sur la Mosquée Sidi Okba Biskra (www.elmoudjahid.com)

Quelques caractéristiques architecturales de la mosquée Sidi Okba:

- Plan inspiré de la mosquée du Prophète (disposition des travées parallèles au mur de la qibla). Trois accès latéraux pour la salle de prière.
- Les arcs en plein-cintre outrepassés maintenus par des tirants de bois.
- Des chapiteaux moulés au mortier de chaux supportent les arcs, dépourvus de toute décoration.
- Sur la terrasse émergent deux coupes, l'une surmontant le tombeau de la dépouille de 'Uqba ibn Nâfi', l'autre devant le mihrab. (discoverislamicart.org)

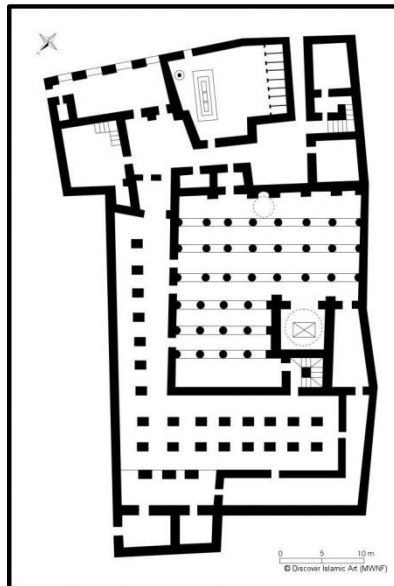


Figure16: Plan de la Mosquée Sidi Okba Biskra (www.discoverislamicart.org).

III.9.3 Région du l'EST: Grande mosquée de Constantine :

Présentation:

Lieu : Algérie, Constantine.

Date/période de construction : 530 H / 1135 J.-C.

Dynastie : Hammadite

Chapitre1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

Matériaux de construction : Mortier de gypse, sable et chaux, brique, bois

Dimensions : 24 x 22.10 m ; H. minaret 25m



Figure17: vue sur grande la mosquée de Constantine(constantine-hier-aujourd'hui.fr).

Quelques caractéristiques architecturalesde la grande mosquée de Constantine:

- Le plan est de forme presque carré 24 x 22,10.
- La salle de prière comprend 5 nefs (3 à droite du mihrab et 2 à gauche) en plus de la nef centrale.
- La salle de prière est séparée de la cour par un mur percé de quatre portes.
- Minaret à deux étages dont le second est en faibleretrait.
- Nef centrale de la salle de prière, colonnes sans base, arcs outrepassé brisés. Utilisation de tirants en bois.
- Mihrabà niche curviligne, s'ouvre par un arc brisé, etcouvert par une demi-coupole à canneluresrayonnantes.
- Cour ; galerie avec arcades arcs brisés, reposant surdes piliers de section carrée sans base.

III.9.4.Régiond'ouest:El-Eubadmosquée,madrasaet tombeaude Sidi BoumedièneTlemcen:

Présentation:

Lieu : Algérie-Tlemcen (village d'El Eubbad).

Période de construction : Mosquée : 1339 ; madrasa : 747 H. ; qubba : fin du XIIe siècle

Dynastie : Mérinide

Matériaux de construction: brique, tuile, pierre.

Dimensions : mosquée : 28,45 x 18,9 m (537,705m²).



Figure18: vue sur la mosquée El-Eubad Tlemcen(www.skyscrapercity.com).

Quelques caractéristiques architecturales de la mosquée El-Eubad Tlemcen:

- Plan rectangulaire, La salle de prière compte cinq nefs perpendiculaires au mur de la qibla séparées par des arcs outrepassés brisés reposant sur des piliers à base rectangulaire ou à redents ; Avec - une cour carré dallée de marbre à laquelle on accède par une porte principale située dans l'axe de mihrab et précédant un porche.
- La nef centrale est plus large que les autres et se prolonge jusqu'au mihrâb.
- Le mihrâb forme une petite pièce surmontée d'unecoupoles à muqarnas.
- Le porche d'entrée s'ouvre par une entrée monumentale.
- Quatre galeries composées d'arcs brisés outrepassés, entourent la fontaine.

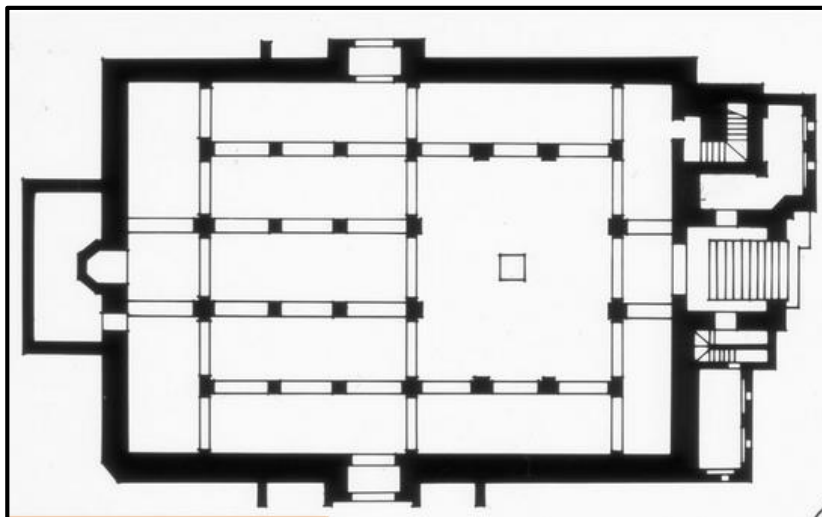


Figure19: plan de la mosquée El-Eubad Tlemcen(www.archnet.org).

IV. Types architecturaux des mosquées algériennes :

La revue de la littérature consacrée à l'architecture sacrée en Algérie à des moments différents de son

Chapitre 1 : Notions et concepts de base sur le patrimoine architectural religieux (Les mosquées)

histoire, met en relief deux types architecturaux des mosquées algériennes traditionnelles.

IV.1. Selon Devoulx:

Dans le livre intitulé *مساجد مدينة الجزائر و زواياها و اضرحتها* découvert et traduit en arabe par le chercheur algérien Mostafa Ben Hammouche, dans la deuxième partie du manuscrit de l'auteur français Devoulx, on mentionne qu' à partir de l'examen des types de mosquées algériennes, nous constatons que leurs modèles sont la sécrétion historique d'une affluence de deux civilisations majeures ; Ottomans et andalouse que le Moyen Maghreb a été le point de leur rencontre.

IV.2. Selon la revue de Paris (1964):

Dans la Revue de Paris 1864 on parle d'un modèle plus au moins général des mosquées algériennes définies comme suit :

« Les mosquées algériennes se composent généralement d'une grande cour quadrangulaire, entourée, sur les quatre côtés, de travées d'arc à découvertes. L'une de ces quatre ailes est beaucoup plus large que les autres: c'est dans celle-là que se réunissent les fidèles. Au milieu du mur qui en occupe le fond se trouve pratiquée une sorte de nichon de deux ou trois mètres tout au plus de diamètre, vers laquelle se tournent les croyants comme les catholiques vers l'autel: c'est le mihrab. Une fontaine destinée aux ablutions qui doivent précéder les prières se trouve invariablement dans la cour, dont elle occupe d'ordinaire le milieu» (LACHEHEB.S 2013)

V. Conclusion:

A travers la lecture effectuée sur le patrimoine architectural de façon générale et l'intérêt particulier accordé à la mosquée qui fait l'objet de la partie expérimentale de ce travail; il a été possible de dégager les éléments clés qui peuvent être utiles lors de la concrétisation des objectifs fixés.

Ce chapitre s'est construit par une lecture historique des mosquées, suivie par une lecture formelle, géométrique, fonctionnelle de ces éléments à la fois significatifs et signifiants de tout espace religieux. Cette partie du travail a touché aussi à quelques paramètres qui peuvent avoir des effets sur la lumière naturelle qui fera l'objet du deuxième chapitre ainsi que le travail expérimental.

Chapitre 2 :

L'éclairage naturel (Notions fondamentales)

I. Introduction:

Maîtriser l'éclairage naturel est essentiel dès la première étape de la conception de n'importe quel projet pour garantir un éclairage meilleur, suffisant et adapté aux besoins du personnel, en particulier la vision sur l'extérieur et aussi pour éviter les inconvénients comme les apports thermiques, éblouissement/ ...etc.

La lumière naturelle participe de manière importante au confort visuel de la personne et il est nécessaire de se fixer un objectif pour l'éclairage naturel dès l'élaboration du cahier des charges du projet de conception. La qualité de la lumière naturelle est, en effet, souvent meilleure que celle de la lumière artificielle, ainsi que le rendu des couleurs qui a une influence positive pour la détection des défauts, l'amélioration de la qualité et de la sécurité.

La lumière naturelle permet également de conserver un contact avec l'extérieur ce qui, tout en permettant de diminuer les contraintes physiques et psychologiques, présente un intérêt pour les économies d'énergie. Un éclairage naturel mal conçu a, cependant, des conséquences négatives en termes d'éblouissement comme il peut accroître la chaleur, en été, à l'intérieur des espaces par l'effet de serre.

Le présent chapitre se divise en deux parties: la première partie du chapitre a pour but de définir le concept de l'éclairage naturel d'une façon générale ses sources, et ses types ainsi que ses bienfaits. Tandis que la deuxième partie consiste à analyser l'évolution de l'utilisation de la lumière naturelle dans la conception des édifices religieux en général et les mosquées en particulier.

Volet 01 : l'éclairage naturel.

II.. Définitions de l'éclairage naturel :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir ». (W. C. BROWN et K. RUBERG 1988)

Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes.

(MUDRI, L 2002).

F. Bouvier (BOUVIER, F.1981) qui le définit comme étant « l'éclairage produit par la voûte céleste et les réflexions de l'environnement, à l'exclusion de l'éclairage direct du soleil ».

P. Chauvel (CHAUVEL.P & DERIBERE. M 1968) de son côté, le décrit comme étant « l'éclairage produit par la voûte du ciel, à l'exclusion de l'éclairage produit par le soleil. Toutefois, dans certains cas, on considère l'éclairage global, mais il doit toujours être précisé que c'est y compris la lumière provenant directement du soleil ou réfléchi par des surfaces ensoleillées. »

Quant à M. Garcia,(GARCIA, M) il précise que lorsqu'on étudie l'éclairage naturel à l'intérieur des locaux, on prend seulement en compte le rayonnement solaire diffus ; c'est-à-dire la lumière provenant de la voûte céleste, car l'ensoleillement dans un local a des effets lumineux très intenses, mais crée rarement un éclairage fonctionnel.

III. Les Sources de l'éclairage naturel :

En premier lieu le mot « source » du point de vue physique, désigne « un convertisseur qui transforme une énergie en un rayonnement » (ECARTA.2010.). Comme nous le savons, l'homme est exposé à une grande variété de sources d'énergie naturelles qui émettent un rayonnement sur plusieurs bandes du spectre électromagnétique .Pour cela, il est indispensable de les classer car comme il existe des «sources lumineuses nocturnes », qui émettent un rayonnement électromagnétique durant la nuit tel que la lune et les étoiles ; il existe également des « sources lumineuses diurnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la journée.

Pour ce qui nous concerne, nous nous intéresserons dans cette étude uniquement aux sources lumineuses diurnes qui permettent à l'être humain de percevoir clairement son environnement et d'accomplir les différentes tâches et activités qui rythment sa vie.

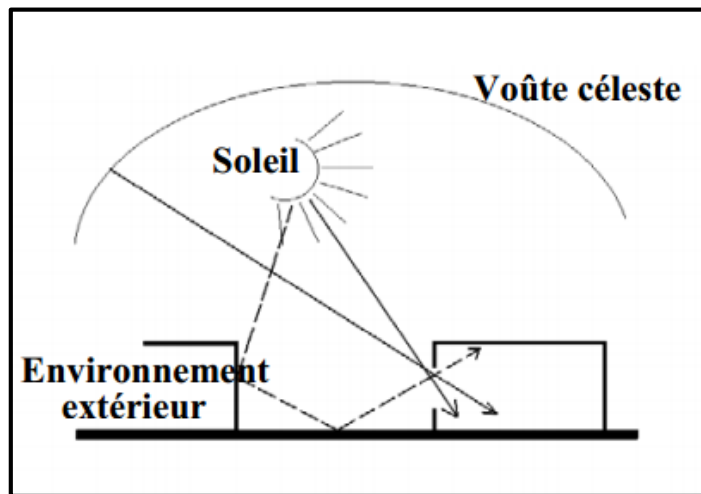


Figure20:Les différentes sources externes d'éclairage naturel dans le bâtiment source

BELAKEHAL.A. 2003

III.1 Sources lumineuses diurnes:

Nous avons classé les sources de la lumière diurne en deux catégories : les sources directes et les sources indirectes.

III.1.1 Sources lumineuses diurnes directes:

Parmi les sources lumineuses diurnes directes, nous distinguons une source primaire qui est le soleil et une source secondaire représentée par la voûte céleste.

-La « **source primaire** » est une source de lumière qui émet de la lumière qu'elle a elle-même produite. Elle est visible et isolée de toute autre source lumineuse. Le Soleil est une source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct appelé « lumière solaire ». Quant à cette dernière, elle est définie par J. BELL et W. BURT comme étant « la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre sous forme de rayons parallèles et qui résulte d'une atténuation sélective par l'atmosphère » (J. BELL& W. BURT in ROUAG, D 2001).

Cette composante de la lumière naturelle est prépondérante sous un ciel clair et dispense un flux considérable qui s'avère facile à capter et à diriger, de même qu'elle présente une dynamique intéressante et peut être utilisée en tant qu'énergie lumineuse et thermique.

Par contre, le rayonnement solaire direct est souvent une source d'éblouissement et parfois de surchauffe du bâtiment. En plus, sa disponibilité est épisodique et dépend de l'orientation des ouvertures et du type du climat lumineux. D'autre part, la lumière solaire qui est une lumière directive donne des ombres propres et portées très contrastées qui peuvent être souvent gênantes pour l'exécution d'une tâche visuelle pointue. Tous ces paramètres doivent être pris en considération lors de la conception d'un projet d'éclairage naturel afin d'aboutir à une stratégie à la fois efficace et économique.

- Une « **source secondaire** » est une source de lumière qui n'est visible que lorsqu'elle est éclairée par une source primaire (ENCARTA CORPORATION.2010.), telle la voûte céleste qui est éclairée par le rayonnement solaire dont une partie (environ 25%), qui est absorbée et réémise par l'atmosphère, constitue ce que les spécialistes appellent la lumière diffuse du ciel.

Selon J. BELL et W. BURT: « la lumière du ciel est la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre et qui résulte de la diffusion par l'atmosphère ». (J. BELL& W. BURT IN ROUAG, D 2001).

L'avantage de la lumière diffusée du ciel c'est qu'elle est disponible dans toutes les directions, suscite peu d'éblouissement et ne provoque pas de surchauffe. Elle crée peu d'ombres et de très faibles contrastes, mais elle peut être considérée comme insuffisante dans de nombreux cas notamment sous les conditions du ciel couvert en hiver.

III.1.2 Sources lumineuses diurnes indirecte

Les corps environnants ne sont perceptibles par l'œil et n'émettent en gamme du visible que s'ils sont portés à une température élevée, ou bien s'ils réfléchissent, diffractent ou bien diffusent les rayonnements visibles qui les éclairent.

Tous les corps opaques excepté les corps noirs, interceptent le rayonnement solaire et le réfléchissent mais la quantité de la lumière réfléchie, dépend du facteur de réflexion de la surface, c'est-à-dire de son albédo. Quant à la couleur de la lumière réémise, elle correspond à la couleur de l'objet (si l'objet est éclairé en lumière blanche).

IV. Climat lumineux

La qualité ainsi que la quantité de la lumière naturelle disponible dans un local sont, tout d'abord, fonction du climat lumineux extérieur de son site d'implantation (MUDRI, LJUBICA 2002) . En effet, l'éclairement lumineux, la luminance et la composition spectrale de la lumière du jour sont en fonction de la position géographique du site (latitude), des saisons, des moments de la journée et des conditions météorologiques.

IV.1. La lumière solaire directe

La disponibilité de la lumière solaire en un lieu donné dépend du mouvement et des positions du soleil. Ainsi, la connaissance du mouvement apparent de ce dernier sur la voûte céleste pour un observateur terrestre, permet de mettre à jour les principales spécificités d'ensoleillement et les ressources solaires d'un site. Ces données fixent un certain nombre de contraintes ou d'attitudes à adopter pour mieux intégrer les facteurs solaires dans le projet architectural, notamment en matière d'éclairage naturel. Au-delà....., ces même données facilitent l'utilisation de techniques simples de contrôle et d'évaluation de l'ensoleillement des différentes composantes du bâtiment.

IV.1. 1- Mouvement annuel de la terre autour du soleil

En raison du mouvement annuel de la terre autour du soleil (Figure 21), l'angle d'incidence des rayons solaires parallèles varie d'une saison à l'autre. Leur inclinaison par rapport au plan de l'équateur terrestre est représentée par un angle appelé « déclinaison », positive ou négative, suivant que le rayon principal frappe au-dessus, vers l'hémisphère Nord, ou au-dessous vers l'hémisphère Sud. Ainsi, au cours de l'année, les zones géographiques terrestres sont soumises différemment au rayonnement direct.

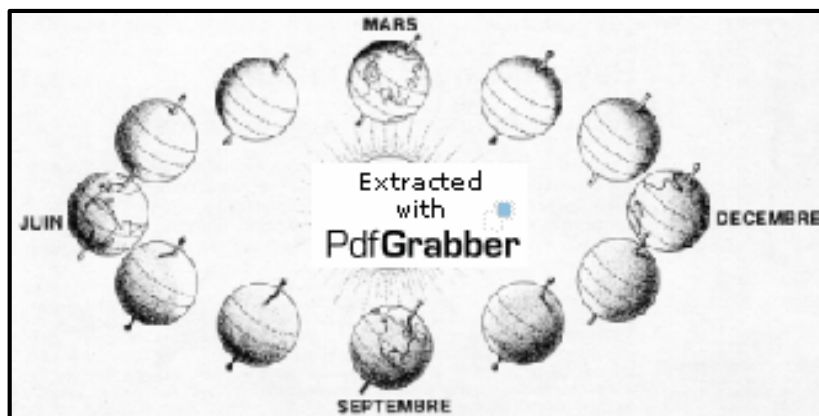


Figure21: Mouvement annuel de la terre autour du soleil. Source E. MAZRIA, 1981

L'examen des propriétés géométriques de ce mouvement de la terre dans le plan de l'écliptique, a permis de déterminer que la déclinaison varie au cours de l'année (LABORATOIRE CERMA)

Ces variations décrivent une sinusoïde dont le sens peut être appréhendé à travers quatre positions clés (Figure 3), qui correspondent respectivement :

1. Au solstice d'hiver (21 décembre à l'hémisphère Nord) : les rayons solaires sont perpendiculaires au tropique du capricorne avec un angle de déclinaison de $-23^{\circ}27'$. Durant cette période, la nuit est plus long que le jour car le soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest. Les altitudes solaires sont basses et l'intensité des éclairagements lumineux directs est également minimale.

2. Aux équinoxes de printemps (21 mars) et d'automne (22 septembre) : les rayons solaires sont dans le plan de l'équateur et la déclinaison mesure alors 0° . Cette position traduit l'égalité des jours et des nuits où le soleil se lève en plein Est et se couche en plein Ouest.

3. Au solstice d'été (23 juin) : la position de la terre est opposée à celle du 21 décembre et le soleil frappe l'hémisphère Nord avec un angle maximum de déclinaison égal à $+23^{\circ}27'$. Durant cette période, le jour est plus long que la nuit car le soleil se lève au Nord-est et se couche au Nord-ouest. Les éclairagements lumineux directs sont intenses et les altitudes solaires sont importantes.

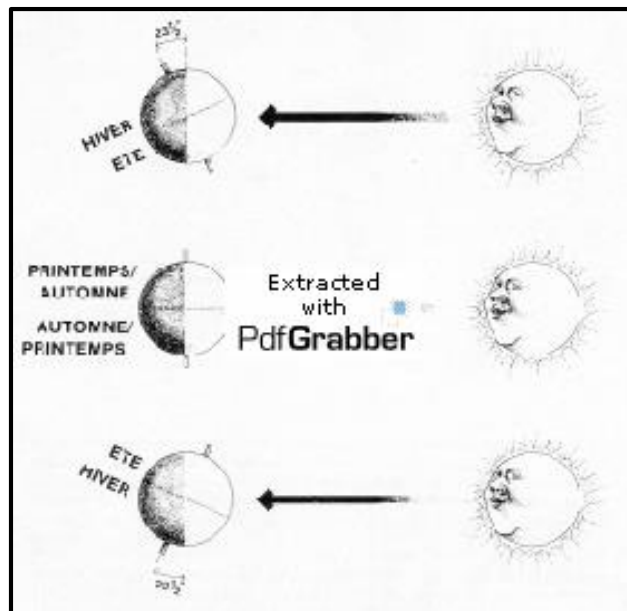


Figure22: Variations saisonnières de la déclinaison. Source E. MAZRIA, 1981

Ces variations saisonnières de l'angle de déclinaison s'accompagnent donc d'une modification de l'intensité du rayonnement lumineux direct (qui est faible en hiver et intense en été) mais également de la « durée d'ensoleillement » qui est un indicateur du nombre d'heures durant lesquelles un bâtiment peut bénéficier de la lumière naturelle.

IV.1. 2- Influence de la latitude sur les conditions d'ensoleillement

La position géographique d'un lieu sur la terre est déterminée par sa latitude, qui est définie comme étant « l'angle compris entre la droite joignant le point considéré sur la terre et le centre de la terre avec le plan de l'équateur terrestre ».

En fonction de la latitude des lieux, pour une même date, les périodes d'ensoleillement seront plus ou moins longues, inversées, Selon L. MUDRI (MUDRI, LJUBICA 2002), les éclairagements lumineux directs seront aussi d'intensité variable à cause de l'épaisseur de la masse d'air (ou de la couche atmosphérique) traversée par les rayons solaires car plus la latitude est élevée, plus l'épaisseur de la masse d'air à traverser est importante et plus l'éclairage lumineux direct est faible . La partie du ciel occupée par le soleil aux différents moments du jour et de l'année diffère également suivant la latitude : en effet, plus la latitude est faible, donc proche de l'équateur, plus les trajectoires solaires sont centrées dans le ciel autour du zénith, à la verticale du lieu. à l'inverse, plus la latitude s'approche de celle des pôles, plus les trajectoires s'approchent de l'horizon. Par conséquent, la distribution des luminances du ciel en est également affectée.

IV.1. 3- Influence de l'orientation sur les conditions d'ensoleillement

Lorsque le ciel est couvert, le rayonnement lumineux est diffusé dans toutes les directions. C'est pour cette raison que les ouvertures verticales captent la lumière naturelle de manière similaire, indépendamment de leur orientation. Par contre, lorsque le ciel est clair, l'orientation de l'ouverture influence directement la quantité de lumière captée : grâce à une ouverture latérale orientée Sud, le local bénéficie d'une lumière naturelle plus facile à contrôler et d'un ensoleillement maximal en hiver et en mi-saison, ce qui est souvent l'idéal. En été, les apports solaires sur cette surface sont nettement inférieurs qu'à l'Est ou à l'Ouest, car ils sont diminués par un facteur égal au cosinus de l'angle d'incidence. (DE HERDE, ANDRE ET AL.)

Par contre, les locaux éclairés par des ouvertures orientées au Nord bénéficient toute l'année d'une lumière uniforme et du rayonnement solaire diffus. Pendant l'été, ils peuvent être exposés à l'éblouissement, difficile à contrôler car le soleil est bas au coucher et au lever. Toutefois, il est judicieux de placer des ouvertures vers le nord lorsque le local nécessite une lumière homogène, peu variable ou diffuse, ce qui est préférable pour certaines activités comme un atelier de dessin, par exemple.

Sinon, quand les locaux sont éclairés par des ouvertures orientées vers l'Est, ils profitent du soleil le matin mais le rayonnement solaire est alors difficile à maîtriser car les rayons sont bas sur l'horizon. Dans ce cas précis, l'exposition solaire y est faible en hiver mais elle permet d'apporter

des gains solaires au moment où le bâtiment en a le plus besoin. Par contre, en été, l'orientation Est présente une exposition solaire supérieure à l'orientation Sud, ce qui est peu intéressant.

Enfin, une ouverture latérale orientée Ouest, assure une insolation directe en soirée. Mais elle présente toutefois un risque réel d'éblouissement et les gains solaires ont tendance à induire des surchauffes importantes puisque les vitrages tournés vers l'ouest apportent des gains durant l'après-midi, au moment où le bâtiment est depuis longtemps en régime.

IV.2. La lumière diffusée du ciel

Dans le domaine de l'éclairage naturel, et contrairement à la thermique, l'étude du ciel ainsi que de la répartition de ses luminances selon les différents moments de la journée et de l'année, est fondamentale pour la compréhension du phénomène. Par ailleurs, la qualité et la quantité de lumière diffusée émise par la voûte céleste sont instables car les phénomènes climatiques qui entrent en jeu restent aléatoires et ne peuvent être approchés que statistiquement à travers les relevés météorologiques qui déterminent les probabilités de survenu d'un type de ciel.

IV.2.1. Modèles de ciel

Compte tenu de la trop grande variabilité de la répartition des luminances du ciel, il a fallu faire appel à des modèles pour les différents cas dominants de ciels dans le but de faciliter les calculs de l'éclairage naturel. Selon L. MUDRI (MUDRI, L 2002), ces modèles standards de ciel permettent de représenter la distribution spatiale et temporelle des luminances de la voûte céleste. Ainsi, il existe différents modèles de ciel:

IV.2.1.1 Ciel couvert

Dans le passé, le ciel couvert était considéré comme représentant les conditions défavorables pour un éclairage naturel et a servi de base pour l'élaboration de méthodes d'évaluation des niveaux d'éclairement lumineux dans les locaux. (CHAUVEL.P et DERIBERE. M.1968). L. MUDRI le définit comme étant « un ciel caractérisé par un soleil non visible et des nuages distribués entièrement sur toute la voûte céleste ». (CHAUVEL.P et DERIBERE. M.1968).

IV.2.1.2 Ciel clair serein (ou ciel bleu)

Dix-huit ans après la normalisation du ciel couvert, et compte tenu du fait que ce ciel ne peut être représentatif des conditions climatiques réelles de beaucoup de régions à travers le monde, notamment dans les régions arides et semi arides, un autre modèle standard de la répartition de la luminance de la voûte céleste a été adopté en 1973 : il s'agit du ciel clair. Le modèle de ciel clair tient compte des conditions réelles moyennes et des relations de diffusion et de réfraction de la lumière

solaire dans une atmosphère parfaitement claire et sans nuages. (CHAUVEL.P et DERIBERE. M.1968).

IV.2.1.3 Ciels intermédiaires :

Pour ce troisième modèle on a 3 sortes de ciel intermédiaire:

-Ciel intermédiaire bleu **IB** et ciel intermédiaire couvert **IC**:

En ce qui concerne le ciel intermédiaire bleu, il représente un ciel avec des nuages répartis non uniformément sur la voûte céleste sans couvrir le soleil (soleil visible). Quant au ciel intermédiaire couvert, il représente ciel avec des nuages répartis non Uniformément sur la voûte céleste mais qui couvrent le soleil (soleil invisible) (PERRAUDEAU, M. IN MUDRI, LJUBICA.1968).

- Ciel intermédiaire médian **IM**: Au sujet du ciel intermédiaire médian, M. PERRAUDEAU le définit comme « le type de ciel qui varie très rapidement au cours du temps » (PERRAUDEAU, M. IN MUDRI, LJUBICA.1968) car il regroupe en fait tous les types de ciels précédents.

IV.2.2 Influence du type de ciel sur l'éclairage naturel

La lumière naturelle traduit les fluctuations de l'état du ciel. Des études ont montré que le ciel couvert fournit un éclairage parfaitement symétrique par rapport à l'axe du local (DE HERDE, ANDRE ET AL), ce qui est dû au fait que la distribution des luminances de la voûte céleste de ce type de ciel est symétrique par rapport au zénith. Ce n'est cependant pas le cas d'un ciel clair puisque la répartition lumineuse d'un local éclairé naturellement par un ciel clair serein est très souvent fortement asymétrique et les valeurs d'éclairement intérieur sont nettement supérieures que par ciel couvert car la lumière solaire disponible diminue fortement lorsque le ciel se couvre.

V. Les types de l'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes. La prise de jour est cependant un des plus complexe et coûteux composants du bâtiment à cause du grand nombre de rôles contradictoires qu'elle doit jouer tels que l'éclairage et l'occultation, la vue sur l'extérieur et la recherche d'intimité, la pénétration du soleil et la protection solaire, et enfin, l'étanchéité et la ventilation.

En effet, il a toujours été difficile de répondre à toutes ces demandes et certaines priorités dominant chaque conception ; car en plus des qualités techniques nécessaires pour assurer le confort thermique, visuel et parfois acoustique, la prise de jour doit définir l'organisation de l'espace intérieur et situer l'entrée de la lumière naturelle.

V.1. L'éclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé, selon C. Terrier et B. Vandevyver (TERRIER. C et VANDEVYVER. B.1999) , aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2,50 mètres à 3 mètres. Ce système optique est, d'après J.J. Deletre (DELETRE, J.J.2003), l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour,. C'est pourtant l'un des plus utilisés, notamment dans les espaces hospitaliers, pour des raisons pratiques mais aussi parce qu'il permet la vue vers l'extérieur.

V.1.1.Exigences de l'éclairage latéral :

-Aspects thermiques et éblouissement :

Lors de la conception d'un dispositif d'éclairage latéral, il faut tenir compte des aspects thermiques du rayonnement solaire et de l'éblouissement. En effet, il faut éviter la pénétration directe des rayons solaires sur les plans de travail afin d'empêcher l'éblouissement des occupants. Un autre objectif consiste à réaliser une bonne isolation thermique afin d'éviter un apport excessif de chaleur dans l'ensemble du local, notamment en été. Ce surplus thermique conduisant à l'effet de serre. Ces deux objectifs seront atteints par un choix judicieux de l'orientation des vitrages et par un système de protection solaire performant.

-Incidences par rapport à l'acoustique:

Dans le cas de prises de jour latérales, le concepteur doit concilier, en plus des contraintes thermiques, les contraintes acoustiques avec les exigences en matière d'éclairage naturel. Une attention toute particulière doit être portée à l'acoustique aussi bien pour les bruits venant de l'extérieur que de l'intérieur lorsqu'on a une grande proportion de vitrage. Pour cela, l'étude acoustique du local doit être réalisée en fonction de sa disposition, des bruits et du type de vitrage choisi , en sachant que plus le coefficient de transmission acoustique du vitrage est élevé, plus les ondes sonores venant de l'extérieur sont retransmises vers l'intérieur des locaux. (CIBSE1987).

Plusieurs solutions sont proposées par afin de réduire la pénétration des nuisances sonores extérieures.

Parmi ces solutions, nous citerons :

- l'usage d'ouverture fixe.
- la conception de barrières acoustiques minérales ou végétales.
- l'usage du double vitrage acoustique (fenêtre avec lame d'air intérieure importante).
- l'usage de vitrage épais.
- la réduction de la surface des ouvertures.

-Incidences par rapport à la sécurité:

Un autre critère à prendre en compte pour un dispositif d'éclairage latéral est celui de la sécurité. En effet, les vitrages doivent répondre à des critères de résistance aux chocs et au feu. Il est également nécessaire que, en l'absence de climatisation, les fenêtres puissent s'ouvrir afin d'assurer le renouvellement d'air.

-Vue sur l'extérieur:

Les locaux doivent comporter, à hauteur des yeux, des baies transparentes donnant sur l'extérieur. Ce paramètre est essentiel pour le bien être psychologique des occupants.

V.1. .2.Types de l'éclairage latéral :

-Eclairage unilatéral:

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type de système d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres. Mais le défaut majeur est que l'éclairage intérieur résultant est très peu uniforme, car il est fortement influencé par la profondeur du local. En effet, si l'intérieur est trop profond par rapport à la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher, l'éclairage sera insuffisant au fond du local car, d'après (K. Robertson) une lumière du jour suffisante pénètre sur une distance d'une fois et demie la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher (Figure 23), bien que cette distance puisse atteindre deux fois cette hauteur sous un ensoleillement direct.

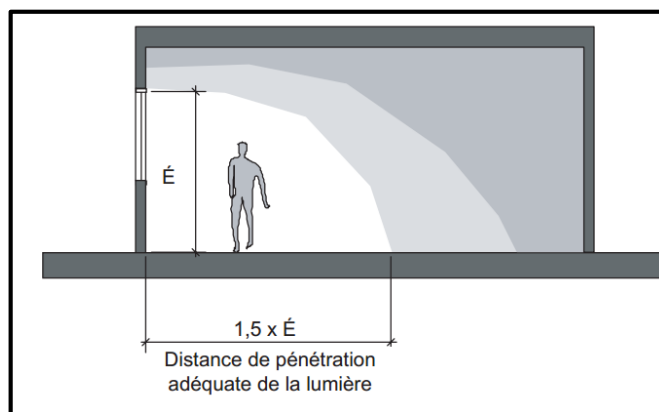


Figure 23: Pénétration approximative de la lumière naturelle source: (ROBERTSON, 2003)

Éclairage bilatéral

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires, d'un même local (Figure24).

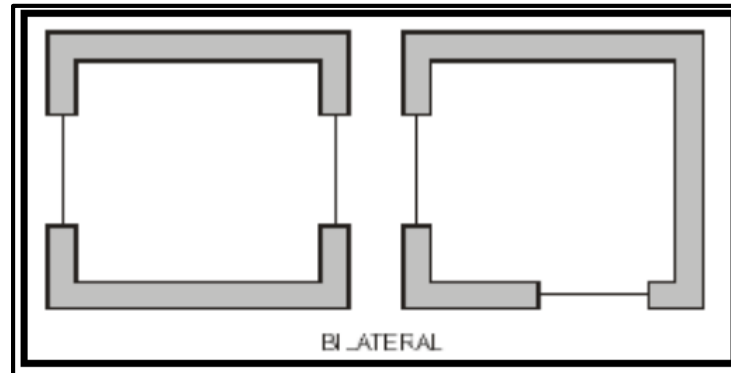


Figure24: Dispositifs d'éclairage bilatéral source: I. PASINI, 2002

Cette solution remédie au défaut majeur que pose l'éclairage unilatéral. En effet, selon (A. ANDENPLAS), la profondeur des pièces éclairées par un dispositif bilatéral peut atteindre facilement quatre fois la distance entre le plafond et le plan utile. Ce qui permet d'éclairer efficacement un local de dimensions plus importantes que celles permises par un éclairage unilatéral. En plus, il procure un éclairage plus uniforme et réduit les contrastes ainsi que les risques d'éblouissement.

-Eclairage multilatéral

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment:

- Favoriser la ventilation naturelle transversale des pièces en la doublant ou en la triplant.
- Les ouvertures réduisent les ombres denses et augmentent les contrastes à l'intérieur des pièces.
- Les ouvertures réduisent le risque d'éblouissement du ciel en augmentant l'éclairement des murs de fenestration.

Mais il présente certaines contraintes dont la plus importante consiste à augmenter les risques de surchauffe en période estivale ainsi que les déperditions de chaleur en période hivernale.

VI. Grandeurs et définitions liés à l'étude d'un éclairage naturel :

VI. 1 .Le flux lumineux

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'oeil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm).

VI. 2. L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr.

VI.3. L'éclairement

L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à 1 lm/m².

VI.4. La luminance

La luminance d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée. La luminance s'exprime en candélas par mètre carré (cd/m²).

VI.5. Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ)

Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultanément sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé.

$$FLJ = E_{\text{intérieur}} / E_{\text{extérieur}} (\%)$$

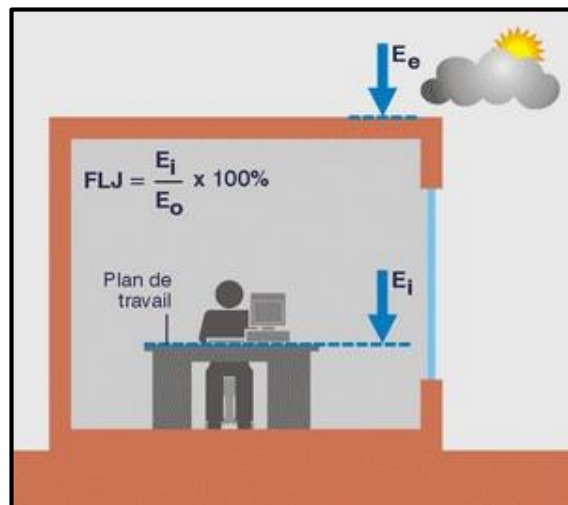


Figure25: définition de facteur de lumière de jour source: Alain L., André .de H - 2005

VII. La stratégie de l'éclairage naturel :(A. LIEBARD ,A. DE HERDE.2005) :

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera également à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage.

- Capter :

Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment. La quantité de lumière captée dans un local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté. L'aménagement des abords peut aussi créer une barrière à la pénétration rasante du rayonnement d'hiver ou d'été, tout en laissant une large ouverture à la lumière du ciel. Inversement, des surfaces réfléchissantes au sol (dallage, plan d'eau) peuvent contribuer à capter davantage de lumière.

- Pénétrer :

La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents non seulement suivant les conditions extérieures (type de ciel, trouble atmosphérique, saison, heure du jour et dégagement du site) mais aussi en fonction de l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille et le type des vitrages. L'éclairage latéral fournit une lumière dirigée, qui souligne généralement le relief, mais limitée en profondeur, contrairement à l'éclairage zénithal qui est beaucoup plus uniforme, mais possible qu'au dernier niveau des bâtiments.

- Répartir :

La lumière se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux que le rayonnement ne rencontre pas d'obstacles dus à la géométrie du local ou au mobilier, et que les revêtements des surfaces sont mats et clairs. Elle peut également être diffusée par le type même du vitrage utilisé (translucide) ou par des systèmes de réflecteurs, qui permettent à la lumière de gagner le fond du local.

- Protéger et contrôler :

La pénétration excessive de lumière naturelle peut être une cause de gêne visuelle (éblouissement, fatigue). Elle peut se contrôler par la construction d'éléments architecturaux fixes (surplombs, bandeaux lumineux ou light shelves, débords de toiture, etc.) associés ou non à des écrans mobiles (marquises, volets, persiennes ou stores).

- Focaliser :

Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier. Un éclairage zénithal -ou latéral haut - crée un contraste lumineux important avec l'éclairage d'ambiance, moins puissant. Un atrium au centre d'un bâtiment permet aussi à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le bâtiment tout en créant un espace de circulation et de repos attrayant. Des bâtiments hauts et profonds peuvent ainsi recevoir la lumière naturelle en leur cœur par le biais de conduits lumineux.

VIII. Quels sont les bénéfices de l'éclairage naturel?

- 15 à 40% d'énergie en moins avec 70% d'énergie en moins pour la lumière
- La baisse des émissions de CO2 concomitant
- 15 à 40% d'économie sur la facture énergétique
- Une meilleure qualité de l'environnement intérieur
- De meilleures conditions de travail et une productivité accrue
- 15% de charges de climatisation en moins

IX. Les difficultés liées à l'éclairage naturel (K .ROBERTSON,2010)

Les points suivants illustrent les problèmes fondamentaux de la conception intégrant l'éclairage naturel.

1. Intégration de l'éclairage naturel à toutes les étapes de la conception. Le responsable de la conception doit prendre des mesures spéciales pour faire en sorte que les spécialistes qui ont une influence sur la conception d'éclairage naturel, ou qui sont influencés par cette dernière, contribuent au processus de conception et de construction.
2. Difficulté de faire pénétrer la lumière du jour profondément dans les espaces intérieurs.
3. Ombrage par obstruction. Les obstructions peuvent avoir une incidence considérable sur la capacité d'éclairer un espace au moyen de la lumière du jour. Dans le cas des bâtiments de faible à moyenne hauteur, les obstructions sont généralement des immeubles, le terrain ou des arbres., Dans le cas des grands immeubles, les obstructions sont surtout d'autres édifices du même type.
4. Confort thermique. La perte de chaleur par les fenêtres peut être inconfortable lors des journées froides. En été, un problème de surchauffe peut survenir, en particulier si la pièce comporte des fenêtres panoramiques.
5. L'éblouissement et le contrôle du contraste sont des problèmes rencontrés en toute saison, surtout lorsqu'on utilise des ordinateurs. Un problème de contraste survient lorsqu'il y a une trop grande différence entre l'illumination de la pièce et celle d'un objet. L'éclairage naturel est le plus efficace dans les espaces qui ont une bonne tolérance aux variations des conditions d'éclairage.

X. Intégration de l'éclairage naturel à l'étape de la conception (K .ROBERTSON, 2010)

Une mauvaise intégration des technologies d'éclairage naturel peut se solder par des désagréments et un mauvais éclairage. La dimension des surfaces de plancher, l'orientation, la taille et l'angle des fenêtres ainsi que les caractéristiques d'obscurcissement et de transmission de la vitre doivent tous être pris en compte. Pour maximiser les économies en termes de coûts et d'énergie, ces décisions doivent

être prises en consultation avec le promoteur, l'occupant, les ingénieurs mécaniques, acoustiques et électriques, les architectes paysagistes, etc., le plus tôt possible dans le processus de conception. Une telle équipe interdisciplinaire est le plus apte à définir des objectifs d'éclairage naturel et à résoudre les problèmes d'éclairage à l'étape de la conception. Par exemple, l'objectif de conception pourrait être de maximiser les avantages de l'éclairage naturel d'un bâtiment tout en évitant les écueils mentionnés précédemment, qui sont de nature interdisciplinaire.

XI. l'importance de la lumière naturelle

La lumière pour la vie :

La lumière constitue un élément essentiel, générateur de vie sur terre. Elle nous influence du point de vue physiologique et psychologique et exerce une action bienfaisante sur l'équilibre nerveux.

La lumière pour l'architecture :

La lumière naturelle est un moyen architectural riche. Elle révèle un bâtiment par son action sur les espaces, les formes, les structures, les matériaux, les couleurs et les significations de l'édifice. De plus elle est au cœur de la définition du geste créateur : exprimer, c'est à dire mettre en lumière, extraire de l'ombre.

La lumière et le développement durable :

Lorsque que la lumière naturelle est utilisée judicieusement, elle constitue un atout majeur pour développer les qualités architecturales, énergétiques et environnementales du bâtiment :

- Réduction de 30 à 50 % des charges liées à l'éclairage artificiel.
- Réduction des consommations de chauffage par les gains solaires apportés.
- Réduction des charges de refroidissement lié aux apports de chaleurs des lampes.

La Lumière pour la sécurité :

L'avantage principal de l'éclairage naturel est d'être gratuit.

Le simple fait d'optimiser l'éclairage naturel contribue à protéger l'homme contre la fatigue oculaire aussi nuisible à son rendement immédiat qu'à sa propre santé dans le temps.

Volet 02 : l'éclairage naturel dans les mosquées

XII. L'architecture culturelle et l'usage de la lumière naturelle à travers l'histoire :

Au fil du temps, la lumière naturelle a reconnu des usages et des significations propres à chaque civilisation surtout dans les espaces culturels. Ces acquis se manifestent au moyen de dispositifs architecturaux propres à chaque civilisation et si dessous quelques exemples traités.

XII.1.Civilisation égyptienne:

Les temples monumentaux en pierre dans le paysage du désert manifestent la profonde compréhension des effets de la lumière du soleil et de sa diffusion à partir de la tradition vernaculaire, mais interprètent cela par des moyens novateurs sur une grande échelle (Figure26) et (Figure27).

Le rôle n'est plus simplement de protection et d'intimité, mais de créer une atmosphère propice à l'engagement des dieux ou des rois. L'architecture culturelle égyptienne conçoit les édifices avec la notion d'éternité. Cette notion est liée aux phénomènes célestes et au culte des morts.



Figure26: Les claires-voies du grand temple d'Amon, Egypte 1530-323 avant JC (argoul.com)

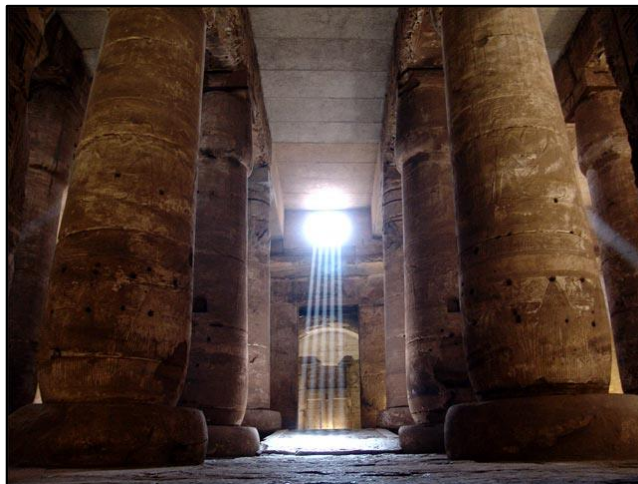


Figure27: Directeurs de lumière dans le temple de Séthy Egypte (egyptopedia.fr).

-Les pyramides, édifiées afin de faciliter l'ascension de l'âme du roi décédé vers son père Rê le Soleil, étaient revêtues de calcaire blanc et couronnées par un pyramidion de métal brillant précieux qui capture la lumière du soleil naissant.

- Les monuments usent de la force de la lumière solaire pour révéler la forme en trois dimensions, à travers le contraste de lumière et d'ombre (Baker et Steemers, 2002).

XII.2.Civilisation grecque :

- Les temples grecs démontrent aussi une compréhension claire de la géométrie solaire et les effets d'éclairage.
- L'orientation Est des portes permet au soleil du matin à angle faible (la première lumière rajeunissante de la journée) de pénétrer, profondément dans l'intérieur, et de révéler les statues de divinités. Extérieurement, la profondeur de la façade, en étroite collaboration avec des couches de colonnes espacées, en face des murs solides de pierre, est révélée par la forte lumière du jour (Figure28).



Figure28: La façade Est du Parthénon, Athènes : (college-alizes.ac-reunion.fr)

XII.3.Civilisation romaine :

- Le Panthéon de Rome, construit, par le célèbre architecte Apollodoros, pour les dieux, entre les années120 et 124 (Figure29), montre un usage subtil et habile de la lumière Un puits de lumière du jour très haut, pénètre dans l'espace sphérique, à travers l'oculus.
- Comme le soleil se déplace, les taches du soleil tracent un chemin à travers l'intérieur. La production de fortes ombres ainsi que la diffusion de la lumière, dans le vaste intérieur, révèlent sa complète plasticité architecturale.
- Toutefois, ce n'est pas seulement la qualité lumineuse de l'intérieur qui rend le Panthéon un exemple, particulièrement beau, de la conception de la lumière du jour. C'est l'approche de l'entrée de la lumière par la coupole qui module le décor et laisse une impression de profondeur (Rasmussen, 1964).

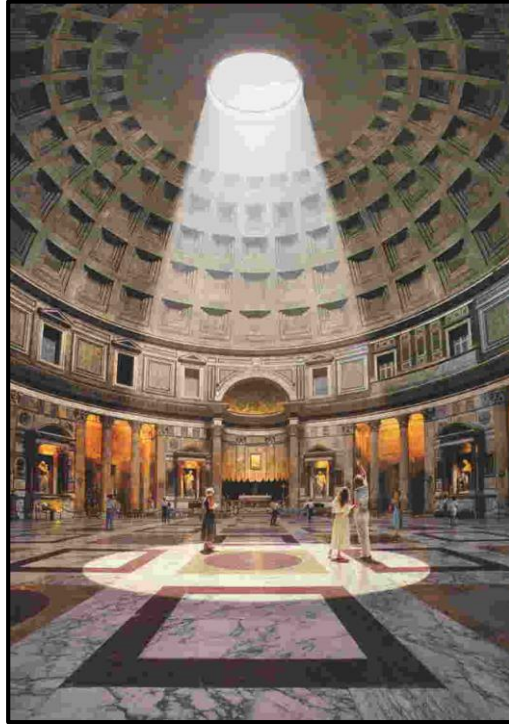


Figure29: L'éclairage naturel du temple le panthéon de Rome (www.nightlife-cityguide.com)

XII.4.L'architecture gothique :

-L'architecture gothique s'est essentiellement exprimée dans des édifices religieux.

-Les édifices gothiques s'ouvrent largement à la lumière par des fenêtres plus grandes et plus nombreuses (exemple figure 30) Cette évolution a été rendue technologiquement possible grâce à l'adoption de l'arc brisé et l'ouverture de l'espace à la lumière se poursuivent jusqu'aux limites des possibilités techniques de l'époque.



Figure30:l'utilisation et la coloration de la lumière naturelle dans l'église de Sainte Chapelle à Paris. (www.france.cz)

XII.5.Civilisation byzantine:

A Byzance l'effet lumineux devient un facteur important. Par exemple à Sainte-Sophie (basilique, église chrétienne byzantine de Constantinople (aujourd'hui Istanbul), on donne une importance particulière aux illusions optiques dans l'admission de la lumière du jour à l'intérieur de l'édifice."

La lumière qui s'infiltré à travers les quarante fenêtres entourant la coupole centrale, brille intensément par rapport à l'obscurité de la coupole centrale, à cause de son inclinaison, ce contraste est d'autant plus fort que les fenêtres sont en retraits et les faisceaux lumineux en s'unissant par l'étroitesse des intervalles entre les fenêtres prenant la forme d'un collier. (LACHEHEB.S 2013).

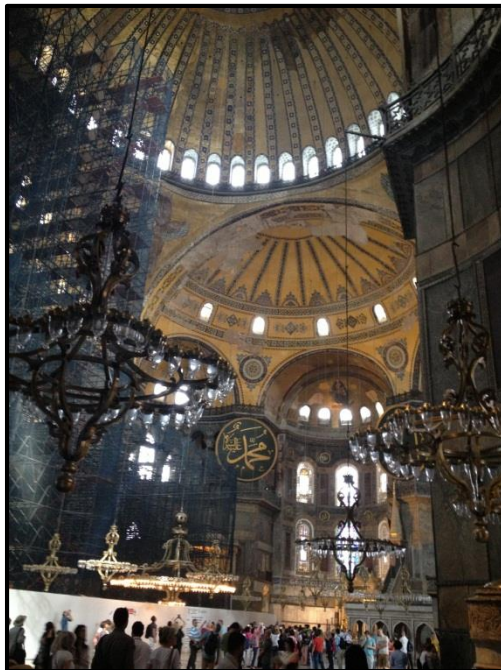


Figure31:Vue intérieure sur la coupole de la basilique de Saint Sophie Istanbul source: auteur

XII..6. Ommeyade:

-Le dôme du Rocher (Figure32) qui est le plus ancien monument islamique conservé, édifiée, en 691, de plan octogonal, se compose d'une salle à coupole centrale et d'un double déambulatoire.

- L'édifice associe le prestige d'un espace sacré ancestral (le rocher) à un savoir-faire architectural hérité de Byzance et à un décor épigraphique proprement arabo-musulman. Sa signification traditionnelle (comme point de départ du voyage nocturne du Prophète vers le ciel) est postérieure à sa construction ; à l'origine elle devait symboliser la gloire de la dynastie omeyyade (Inc., 2004).

- On sent qu'ici pour la première fois une coupole acquiert toute la force rayonnante, qui est caractéristique de l'architecture islamique, accentuée par les rayonnements lumineux entrants par les carreaux des ouvertures de la coupole.



Figure32: Le dôme du Rocher vue intérieur. (www.gettyimages.com)

-Un autre exemple qui est la mosquée de Cordeau où on trouve que cette dernière a été imprégnée, tout autour, avec des arcs ouverts de sorte que la lumière du soleil pourrait inonder le chemin conduisant le fidèle à l'ombre de la zone centrale, pour représenter son voyage mystique vers Dieu.



Figure33:vue intérieur sur de la mosquée de Cordeau (batemuritours.co.id)

XII.7. Abbasside :

La mosquée Ibn Touloun, construite entre 876 et 879 après JC e constitue le plus ancien témoignage architectural resté intact de l'art islamique en Égypte. Pour l'utilisation de la lumière naturelle, on note les points suivants :

- Des portiques forment une succession d'arcs à peine outrepassés dont les intervalles sont percés d'une fenêtre reproduisant le même dessin figure 34.

-Un dôme avec quatre entrées en arcades et au centre, une fontaine pour les ablutions. Les ouvertures du plafond sont des modules des cellules du muqarnas participant ainsi à l'ambiance lumineuse intérieure. Figure 35



Figure34: Vue intérieure sur les portiques de la mosquée Ibn Toulon (ericmasson.be)

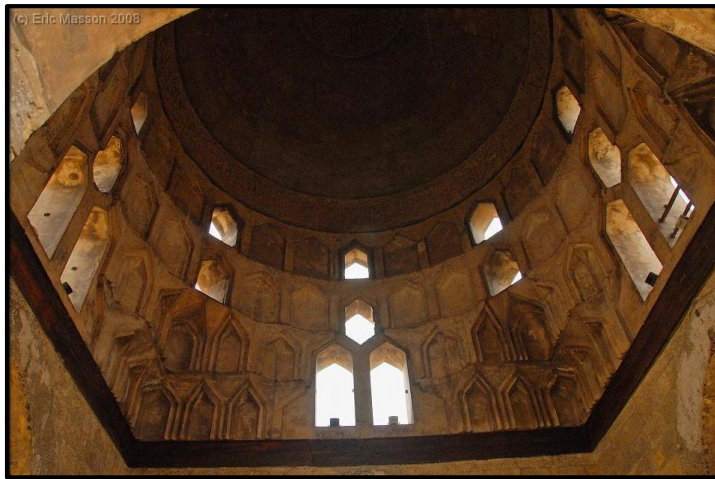


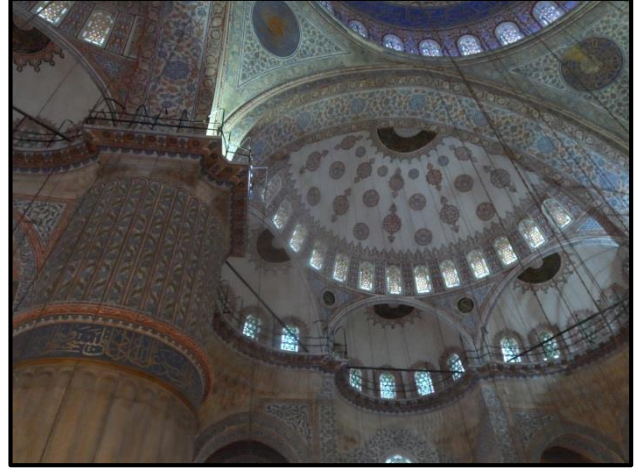
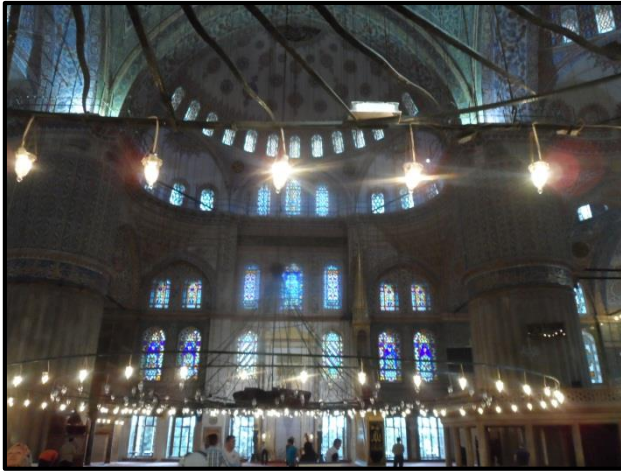
Figure35: Vue intérieure sur le dôme de la mosquée Ibn Toulon (ericmasson.be)

XII.8. Ottomane:

La mosquée Sultan Ahmed construite entre 1609 et 1617, est une des mosquées historiques d'Istanbul, elle comporte également une tombe du fondateur, une medersa et un hospice. Connue sous le nom de Mosquée Bleue pour les mosaïques bleues qui ornent les murs de son intérieur (Günay, 2007).

- Les murs sont couverts de céramique bleue et la coupole est peinte dans les mêmes tons. L'ensemble donne une lumière douce et agréable figure 36.

- Cet ensemble d'une beauté rare et d'une harmonie parfaite est particulièrement bien mis en valeur par l'ornementation intérieure à dominance bleue.



Figures 36, 37: Vues intérieure sur la mosquée Bleu Istanbul (auteur)

-L'intérieur de plan carré donne une grâce aérienne à la grande salle éclairée par 260 fenêtres dont la lumière modèle librement les surfaces.

XII.9. Maghrébine:

La Mosquée Al Quaraouiyine à Fès représente un très bon exemple de l'usage de la lumière naturelle

- La mosquée mesurait environ 35 mètres de longueur. Elle comprenait quatre nefes, une petite cour qui constitue la source principale de la lumière naturelle figure 38.

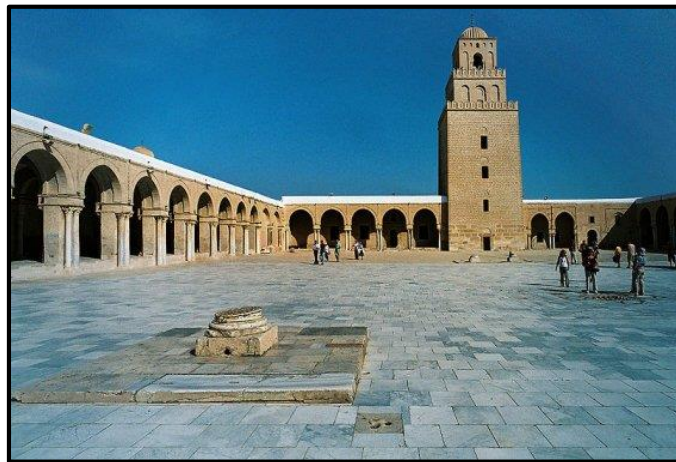


Figure38: Vue sur la cour extérieure de la mosquée de kairouan Fes (ruta47.com).

Toutefois, la lumière peut aussi inonder le bâtiment en passant à travers les fenêtres en stuc au verre transparent. Ajoutons l'existence également des fenêtres hautes singulières jumelées ou même sous forme de rangée de fenêtres de petites dimensions, ou fenêtres décorées de verre coloré comme celles en haut du mihrab. De plus, afin d'accroître la beauté de la lumière et de la rendre encore plus vive, les surfaces intérieures sont en plâtre blanc.



Figure39: Vues sur Les fenêtres de la mosquée de Kairouan (Lacheheb.S.2013)

XII. 10. Contemporaine :

Pour la période contemporaine nous avons choisis comme premier exemple un lieu de culte de la religion chrétienne l'église de Jubilé conçue par l'architecte Richard Meier est inaugurée en Octobre 2003.

-Richard Meier poursuit, à Rome, dans la réalisation de son église, un parcours cohérent et rigoureux, qui transcende la culture architecturale moderne en un continuum en perpétuel devenir. Sa recherche sur la plastique de la lumière l'amène à engendrer de véritables expérimentations spatiales (Figure40, Figure41). Il compose des géométries inquiètes, qui trouvent leur équilibre dans la formulation synthétique de leur complexité (Cimbéton, 2004).



Figure40, 41: vues d'intérieur de l'église de Jubilé real.elixir.free.fr

-L'église de Meier montre une grande considération à la puissance de la lumière dans l'espace sacré, bien que la structure est lourde, en réalité, l'abondance de la lumière allège l'espace et permet son élévation. (Spiro, 2015).

-Richard Meier « La lumière est protagoniste qui nous fait comprendre et lire l'espace. La lumière est le moyen par lequel nous sommes en mesure de faire l'expérience de ce que nous appelons le sacré. La lumière est à l'origine de ce projet. » (Jodidio, 2004).

Le deuxième exemple choisi est la mosquée Sheikh Zayed à Abu Dhabi une architecture islamique spectaculaire (figures 42), la plus grande mosquée des Émirats arabes unis, et la neuvième au rang mondial.

- La Mosquée Cheikh Zayed est un mélange entre tradition et modernité. Elle est réalisée dans un style traditionnel de l'architecture islamique, avec sa composition de colonnes et d'arches surmontée de dômes. Elle a été réalisée avec des techniques de sculpture artisanale et de reproduction moderne.



Figure42 : vue générale sur la mosquée de Zayed .mattlafrome.blogspot.com

- Le dôme principal qui se trouve au centre de la salle de prière centrale, mesure 85 m du sol jusqu'en haut du dôme, pour un diamètre de 32,8 m ; cela fait de lui le plus grand dôme de mosquée du monde. Les dômes sont surmontés de flèches recouvertes de mosaïque en verre doré.

-Une lumière mixte naturelle durant la journée (des fenêtres de plusieurs tailles et formes géométriques et florales) figure 43 et artificielle la nuit à travers des projecteurs ainsi Autour de la mosquée se trouvent 22 tours munies chacune d'une dizaine de projecteurs braqués en direction du bâtiment. La nuit, on peut donc voir un motif lunaire évoluer, selon le cycle lunaire, à la surface du marbre.(figure 44).

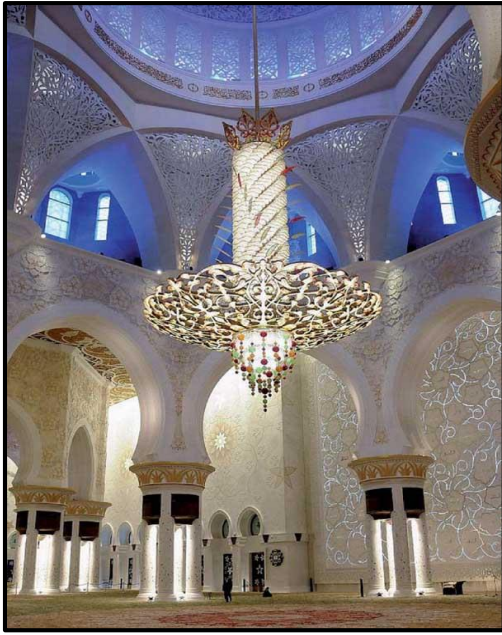


Figure 43 : Vue d'intérieur de la mosquée de Zayed. fr.dreamstime.com

Figure 44: une vue nocturne sur la mosquée de Zayed. www.americas-fr.com

XIII.. La Lumière naturelle dans l'architecture religieuse :

Les premières manifestations de conception consciente de la lumière du jour sont constatées particulièrement dans les constructions sacrées, dont l'usage religieux ou symbolique. Toutes les littératures montrent que les différentes religions du monde ont fait usage de la lumière dans leurs rituels où elle est un symbole de la divinité (Seringe, 2003).

La lumière représente pour les chrétiens le savoir et le pouvoir pour les musulmans, elle ordonne le chaos manifesté par l'obscurité. Elle a la sagesse comme reflet. La lumière théophanique est essentielle pour la production de la vision symbolique chez le Soufi. Cette lumière est la connaissance de l'Illumination. Comme elle est invisible, la lumière théophanique brille à travers la forme, c'est une lumière réfléchie (Bakhtiar. L; 1977).

XIV. Conclusion:

A travers ce deuxième chapitre et dans la première partie, nous avons pu souligner l'essentiel des notions de base qui définissent l'éclairage naturel d'une manière globale, accumulant ainsi plusieurs informations sur la lumière naturelle, ces grandeurs, ces valeurs ces sources ainsi que son importance dans la vie d'un être humain.

Nous savons à présent que la lumière naturelle est un phénomène indissociable de la vie de l'homme, régulatrice et indispensable à la majorité de ces activités.

Le soleil est la source primaire de la lumière naturelle, L'enseillement est caractérisé par la trajectoire du soleil dans le ciel et de la durée d'enseillement, elles-mêmes définies par les conditions géométriques du système terre soleil et l'emplacement géographique.

Tout comme le soleil, le ciel lui aussi est considéré comme une source de lumière naturelle, c'est pourquoi il a fait l'objet de plusieurs études qui ont fini par aboutir à l'établissement de plusieurs types de ciels normalisés permettant le calcul de la lumière naturelle selon plusieurs cas de figure allant du ciel clair au ciel couvert.

D'autres paramètres tels que les caractéristiques géographiques du site (reliefs, masse d'eau, masse végétale...etc.) ainsi que la pollution urbaine influencent sur l'enseillement. Donc, elles influent sur la disponibilité, la quantité et la qualité de la lumière naturelle.

Pour ce qui concerne la deuxième partie, on a constaté que l'éclairage naturel dans les mosquées ne relève ni du passé ni de l'avenir ; c'est une constante de l'architecture religieuse. C'est pourquoi il est indispensable d'en étudier les principes et les lois qui ont, de tout temps, permis aux architectes de répondre efficacement et avec grandeur à cette problématique fondamentale en architecture.

La civilisation islamique s'illustre par une architecture sacrée très riche et diversifiée. Du Maghreb à l'Asie, de l'Espagne à l'Afrique profonde, cette architecture multiple se caractérise par une très grande sobriété des lignes, un foisonnement extrême des détails architecturaux et une forte valorisation de la lumière naturelle.

L'architecture à travers la lumière naturelle, donne à voir le contenu du message de la religion en mettant en évidence des formes et des proportions qui sont en correspondance avec celles du cosmos, et qui en sont une clé d'intelligibilité.

Chapitre 3 :

Présentation et description de l'environnement d'étude

I. Introduction:

En s'évertuant d'épouser harmonieusement son environnement, la construction architecturale façonne par elle-même un microcosme inhérent à ses qualités essentielles ; les paramètres environnementaux influent ainsi la conception et la qualité intérieure de l'espace occupé, la forme bâtie est dans cette optique la résultante d'une nuée de paramètres dont la dimension climatique occupe une place des plus prépondérantes. Pour cela, l'étude du milieu supportant l'équipement, objet de l'étude, demeure indispensable. Ainsi l'objectif de ce présent chapitre sera d'abord d'identifier l'environnement lumineux spécifique qui domine. Après cette identification nous insisterons sur la description des caractéristiques générales et particulières des mosquées choisies. Il existe une forte corrélation entre l'environnement lumineux et l'éclairage naturel intérieur d'une même région et l'éclairage intérieur d'un bâtiment qui y'est implanté.

II. présentation de la ville de Laghouat :

« ... et c'est Laghouat, une mer de verdure épandue, onduleuse qui encercle un rocher jaune surmonté de constructions à l'aspect de forteresse qui paraissent faire corps avec lui... » (D.DELACRE 1924).

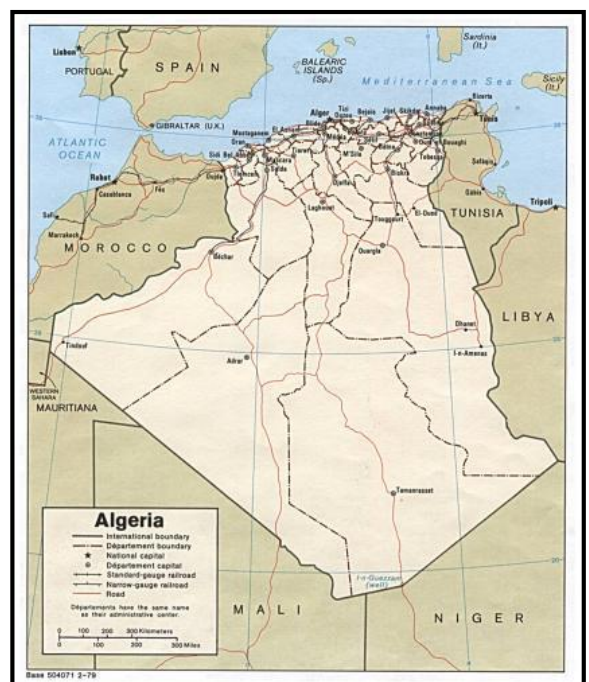
« Parmi ces oasis, nous avons choisi celle qui est au sud du département d'Alger, Laghouat, qui est, pour le Sahara, ce qu'est Alger pour la Méditerranée : le port s'ouvrant sur l'immensité, lieu béni d'élection, halte heureuse ... »(J.MELIA)

Ces citations sur la ville de Laghouat qui est le cas d'étude de ce travail exprime le choix d'étudier une ville de telle richesse.

II.1- La situation géographique et astronomique de la zone d'étude :

La ville de Laghouat est située au piedmont de l'Atlas Saharien à une altitude moyenne de 750 mètres à l'intersection de deux axes structurants la RN1 et la RN23.Elle est défini par les coordonnées (latitude +33.46N et longitude +2.56 E) (Atlas2016) Le relief de la région est en général plat à pente moyenne et faible de 0,1% à 4 %.

Figure45: carte d'Algérie pour démontrer la Situation géographique de la ville de Laghouat
source: <http://www.vmapas.com>



II.2- Les conditions climatiques:

Sur le territoire algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A.B.C et D). La zone concernée par notre étude se trouve dans la zone "D» appelée la zone pré-Sahara et Sahara (Mazouz. S. 2004).

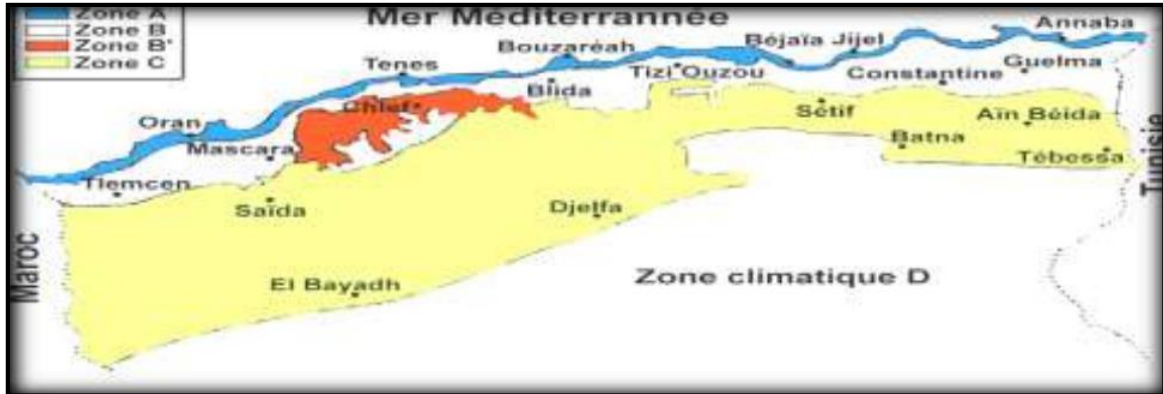


Figure46: carte de découpage des zones climatique source : www.mem-algeria.org

Zone D : pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Températures	T° Moy.Max : 45° et entre 20-30° en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol
Végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi.

Figure47: Extrait des caractéristiques de la zone D Source : (Mazouz. S. 2004).

La situation de la ville de Laghouat entre deux zones à climats distincts, la nature géomorphologique de la zone et le caractère semi désertique ont confié à la ville de Laghouat un climat rigoureux. Son climat est caractérisé par :

- Un été très chaud d'une température moyenne de 37°5 et un hiver froid d'une température moyenne de 4c°. L'aridité s'accroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne en direction du sud.

La ville de Laghouat est classée dans la zone où les précipitations ne dépassent pas les 111.5 mm, le mois le plus arrosé est avril avec 28.1 mm et le mois le plus sec est Juillet avec 5mm.

La région est soumise à des conditions climatiques de type saharien se caractérisant par de forte amplitudes entre l'hiver et l'été, le maxima de température avoisine 42° en période estivale, l'hiver est très rigoureux, la température descend jusqu'à -6 C°.

Les vents dominant sont de direction Ouest, le SIRICCO souffle 65 -70 jours par an à partir du mois de Mai et cause de graves préjudices aux cultures. Il est fréquent du côté Nord et Ouest, généralement en

Juillet sur les hautes terres du Nord et de l'Ouest, Ainsi que dans les mois de Juin et Juillet sur les basses terres (K.BENARFA 2007)

Le Chehili venant du Sud provoque certains dégâts tels que les dessèchements. Ces vents sont souvent violents et leur vitesse varie de 15 à 30 m/s soit 58 à 108 Km/h et de direction Sud-ouest fréquence 687 heures/mois. Ce sont des vents fréquents et cycliques : le Sahraoui vient du Nord -Ouest /Sud-est au printemps, tandis que le Bahri de direction Est/Ouest se manifeste d'Août à Octobre, à partir de septembre, le vent de l'Est (Bahri) chargé d'humidité favorise le rafraichissement de la ville. (K.BENARFA 2007)

II.3- Les conditions solaires :

En Algérie, les stations météorologiques procurent les indices de nébulosité totale en (octas), la durée d'ensoleillement en (Heure) et les irradiances solaires globales en (Wh /m²), mais elles ne mesurent pas les éclairagements lumineux. C'est pour cette raison que les différents climats lumineux existants à travers le pays n'ont pas pu être définis sur la base de mesures réelles.

De ce fait, dans sa thèse de Doctorat, (N. ZEMMOURI2005) a proposé un zoning lumineux propre à l'Algérie (Figure 47) basé sur le calcul par simulation numérique des éclairagements lumineux horizontaux à l'aide du logiciel « Matlight », ainsi que sur la base de données de la NASA.

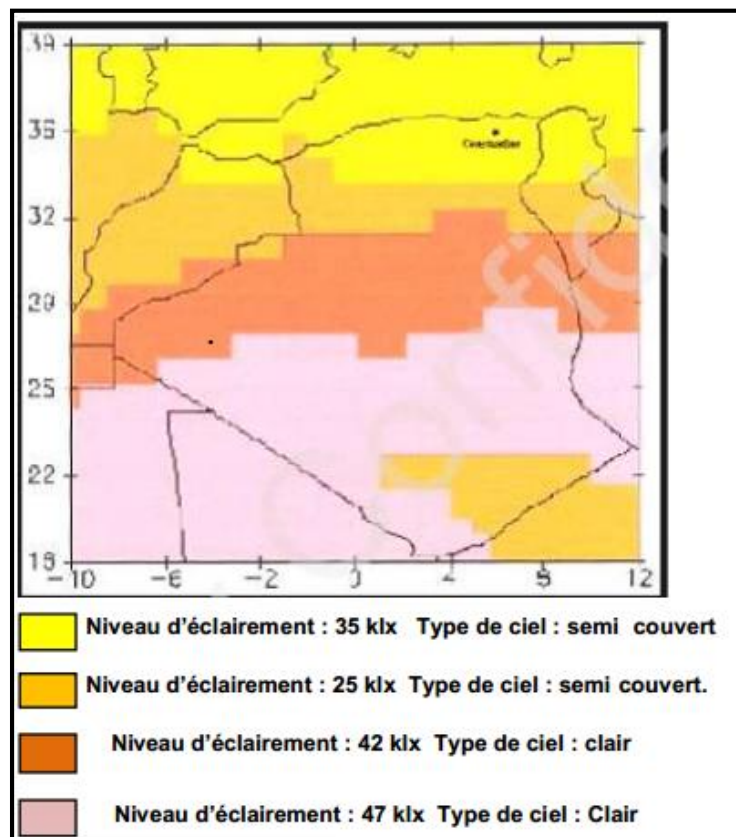


Figure48 : Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie. Source (Zemmouri , N ;1987)

1. la première zone, située entre la latitude 34° - 36° , est caractérisée par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 35 Kilo lux et la dominance du ciel partiellement couvert.
2. la deuxième zone, qui englobe une bande étroite située entre la latitude 31° - 34° ainsi que la région du Hoggar, est caractérisée par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 25 Kilo lux et la dominance du ciel partiellement couvert.
3. la troisième zone, située au nord du Sahara entre la latitude 27° - 31° , est caractérisée par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 Kilo lux et la dominance du ciel clair.
4. la quatrième zone, qui concerne la moitié du territoire algérien située au sud du Sahara entre la latitude 18° - 27° , est caractérisée par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 47 Kilo lux et la dominance du ciel clair.

II.4. La notion d'aridité :

L'aridité ne se limite pas aux zones désertiques classiques à climat chaud et sec, mais intègre aussi des régions ayant des précipitations rares ou irrégulières. (GOLANY 1982)

La définition de l'aridité ne peut se limiter aux seuls volumes des précipitations annuelles mais dépend aussi de leur distribution.

La formule établie par E.D. Martonne est la suivante : $I = P/T + 10$

I : Indice d'aridité.

P : Précipitations totales de l'année.

T : Température moyenne annuelle.

La lecture caractéristique de cet indice se fait de la manière suivante :

$I < 5$: indice d'aridité absolue.

$5 < I < 10$: indice d'aridité.

$10 < I < 20$: indice de semi aridité.

Pour notre cas d'étude ; l'indice d'aridité de la ville de Laghouat est selon les données de la station météo de Laghouat(2015) :

$I = 137.2/40.4 = 3.39$: La valeur trouvée permet de confirmer l'aridité absolue du climat de Laghouat.

II.5. Le niveau d'éclairage horizontal extérieur :

L'éclairage moyen horizontal extérieur avoisine la valeur de 60.000 lux sous les conditions de ciel clair. Du point de vue quantitatif, ces valeurs sont largement suffisantes, cependant elles peuvent causer plusieurs gênes tels que l'éblouissement.

La valeur min est enregistrée durant le mois de décembre à 7h EX= 3000 Lux. Cependant la valeur max est enregistrée durant le mois de juin 12h GMT, EX=107900 Lux. L'entre saison est marquée par des valeurs moyennes (septembre) EX= 80.000 lux. (L.MEZAOUKH 2012).

II.6. Le type de ciel :

Laghouat se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, la figure 35 fournit une vue claire sur la portion de chaque condition du ciel. Le soleil dominant a un impact majeur sur le climat surtout, avec ses aspects thermiques énergétiques et lumineux. Selon les données, la portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%.

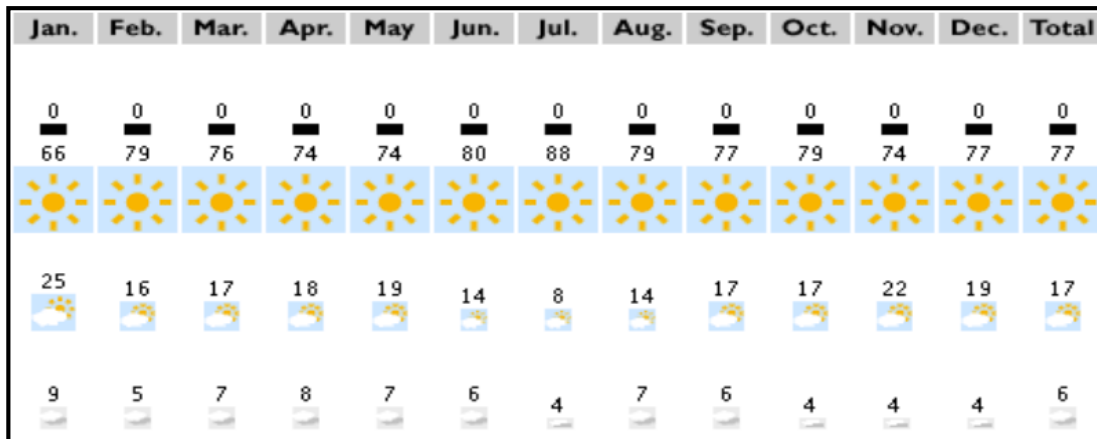


Figure49: fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux. Source : www.satel-light.com

III. Le contexte historique de la ville de Laghouat (Baroud, Chettih.A2009)

Les gravures rupestres et tumulus attestent de foyers d'une vie préhistorique qui s'était répandue sur presque l'ensemble de la Wilaya. Toutefois la date à laquelle fut fondée la ville de Laghouat demeure encore imprécise. On sait seulement que les Maghraouas, tribu berbère, fuyant la dictature et les injustices, y trouvèrent refuge.

Le ksar de Laghouat a toujours été en dehors des événements qu'a connu le Maghreb, la naissance du Ksar remonte au début du 10ème siècle, sur la rive droite de l'Oued-Mzi, une bourgade occupée par des Berbères appartenant à la confédération Maghraouienne de la race Zénatienne, qui ont trouvé de l'eau dans le site, avant l'arrivée des arabes (E.Mangin, 1893). L'arrivée des arabes en 653 (Calendrier grégorien) favorisa l'islamisation de la communauté locale. La fondation définitive semble dater des premières années de l'arrivée Hilalienne vers 1045. (E.Mangin, 1893). Où des portions du grand tribut de Béni-Hillal s'installent définitivement et donnent "GHOUT" comme nom aux maisons entourée de jardin.

En 1368, le Sultan Abou Hammou, de la dynastie Abd-El-Ouadide, chassé par le sultan Mérinide de Fez, rallia ses partisans à Laghouat avant de se retirer dans le M"Zab.

Par la suite, un rempart cernant l'oasis des quatre cotés fut exhaussé pour se prémunir contre les razzias et les attaques menées par d'autres tribus. El-Ayachi, historien et grand voyageur maghrébin, mentionne dans sa « Rihla » l'existence de ce rempart en 1663. (E.Mangin, 1893).

C'est vers la fin de 1698 que Cherif El-idrissi El-hassani Sidi Hadj Aïssa originaire de Tlemcen a fondé la ville de Laghouat en mettant en accord les chefs des tributs, et en donnant comme nouvel nom de la ville le pluriel de "GHOUT" qui est "EL-AGHOUAT" englobant ainsi l'ensemble des maisons, palmeraies et Ksours de toute la région.

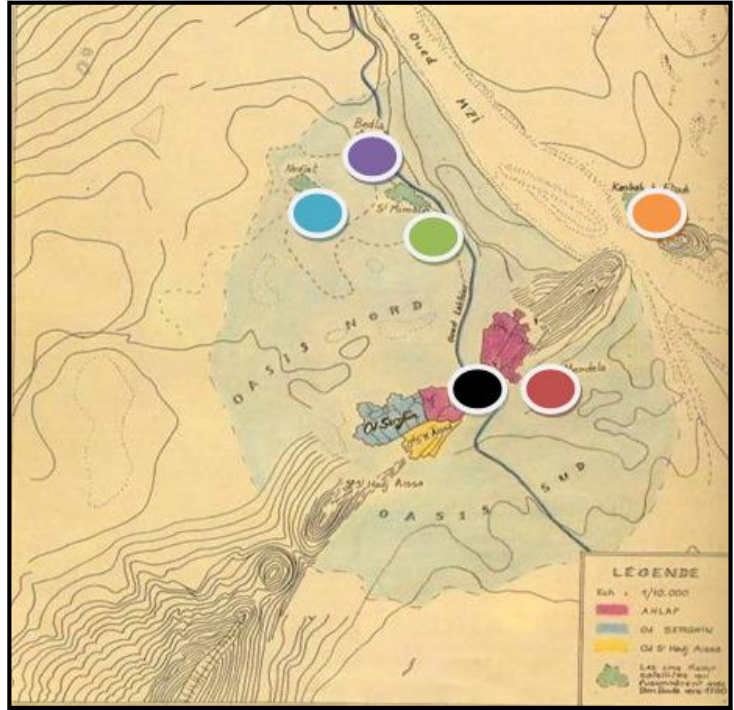


figure 50: les ksours satellites de Laghouat. Source: Hirtz, (G), l'Algérie nomade et ksourienne, 1830-1954

III. 1.L'époque précoloniale :

Une partie assez vaste de l'oasis qui doit son existence à l'oued El Kheir, dérivation de l'oued M'Zi, dont les eaux fertilisent les jardins, séparait le ksar en deux quartiers ; le quartier ouest qui était habité par Ouled Sergine et à l'est par El Ahlaf.. (Hirtz.G.1830-1954). autour desquels s'étendaient les jardins, dont Laghouat se développait du Sud-ouest au Nord-est sur trois collines. Les deux sommets extrêmes étaient couronnés par deux tours ; sur l'éminence intermédiaire s'élevait une vaste construction en maçonnerie, blanche, sans aucune fenêtre extérieure et appelée le Dar-Sfah « la maison des roches », à cause de l'énorme piédestal de rocher. Cette maison a été la kasbah de Ben-Salem Khalifa de Laghouat. Cette citadelle contenait quatre grandes maisons rectangulaires à deux étages, sans fenêtres extérieures, et reliées entre elle par un mur épais. Elle dominait surtout la partie Sud-ouest de l'oasis.

Le ksar de Laghouat s'inscrit dans une enceinte, formée par un rempart rectangulaire d'hauteur de quatre mètres construit en briques de terre.

-Des meurtrières permettent l'observation et l'envoi de projectiles sur l'extérieur.

-Un mur séparait les deux quartiers du Ksar, le contact entre les deux quartiers se fait par une porte de communication qui s'ouvrait ou se fermait suivant l'état de paix ou de guerre.

-Chaque quartier constitue une cellule bien distincte avec ses mosquées, son marché et son cimetière, par une rue qui en réalité n'en forme qu'une dans le sens (Nord-est. Sud-ouest), c'est un axe public qu'un seul, traversant les deux quartiers (Fromentin. E.) et reliant deux places : place El-Ka des Ouled Serghin et place El Kheir des Hallaf, c'est l'ancienne rue commerçante et artisanale. « De manière à séparer la haute ville de la basse » (Fromentin. E.) et d'articuler les deux principaux quartiers de cette vue principale, dérivent perpendiculairement des ruelles et des impasses, suivant un module de 30 et 40 m.

-La hiérarchisation de l'espace garantie un fonctionnement serein et loin de toute équivoque.

III. 2.L'époque coloniale :

En 1852, une armée forte de 6000 hommes assiège la ville de Laghouat. La bataille s'engage le 21 novembre; le 4 décembre de la même année, Laghouat est prise d'assaut.

Il semble qu'il y aurait un grand intérêt à occuper et organiser fortement Laghouat, c'est en effet, parce que :

- Elle est le point du désert le plus proche d'Alger.
- Sa position stratégique au cœur de l'Algérie.
- En faire un centre d'action militaire, administratif, politique et commercial.

- La première phase:

Le général Du Barail raconte qu'il a déblayé tant bien que mal, les ruines de la ville primitive après les combats, et puis le général Margueritte qui fait :

- L'élargissement et l'alignement des voies de circulation

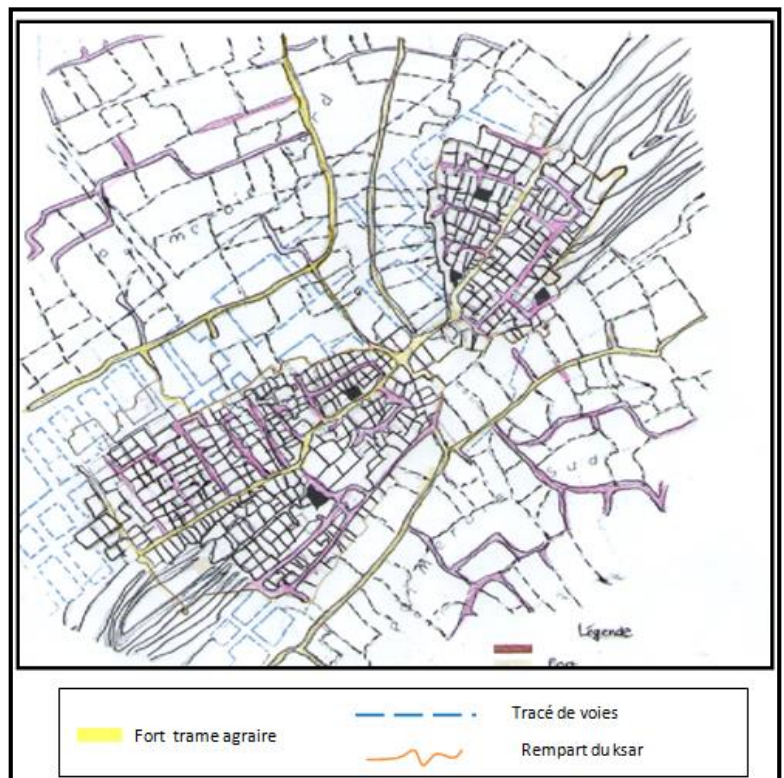


Fig.51 : L'Intervention coloniale urbaine sur le ksar .Source : (Othmani-Marabout Z. 2014)

Chapitre3 : Présentation et description de l'environnement d'étude

- La création et l'aménagement des places, comme la place Rondon au centre de la ville coloniale avec les belles constructions caractérisées par des ouvertures à l'extérieur, et le R.D.C aménagé en arcades, regroupant les équipements militaires et administratifs.

-La trame orthogonale des ruelles donne des ilots rectangulaires de 35*65m où le petit coté donne le nouveau parcours, ce dernier « l'Avenue Marguerite » est bordé par une série de construction ne dépassant pas le R+1 avec un traitement particulier du R.D.C par des galeries à arcades marchandes sur les deux cotés jalonnés par des équipements publics : Hôtel, places publiques, jardin public, ces extrémités sont marquées par la caserne au Sud-ouest et par l'église au Nord-est, perpendiculairement a ce parcours et coupant la ville en deux, l'avenue Cassaigne est une voie rectiligne traverse l'oasis Nord et se prolonge derrière la chaîne rocheuse dans l'oasis Sud. Cette voie est caractérisée par l'effet de perspective sur la grande mosquée Safah actuellement (élément singulier) bâtis sur la chaîne rocheuse.



Figure52 : L'Avenue Cassaigne et l'entrée de la ville .Source : (archive des photos de Laghouat)

Sur les deux plus hautes collines, il planta, à l'est à la place de la tour Abdallâh, le fort Morand au pied duquel on pouvait voir le Marabout Abd El Kader. A l'ouest, il construisit le fort Bouscaren. Les noms donnés à ces deux édifices furent ceux d'officiers morts lors de la prise de la ville.

La partie sud de la ville (le quartier Chetit) subit à un tracé nouveau d'une trame orthogonale avec des places.

- La deuxième phase (L'extension Extra-muros) :

C'est une occupation progressive des deux palmeraies, cette occupation est un développement naturel de la ville, vu que l'extension du côté Nord-est est empêchée par l'oued M'ZI, du côté Sud-ouest la caserne avec son vaste périmètre, empêche toute extension se produisant à partir du centre géométrique et urbain

de l'agglomération, un nouveau parcours ville, il se prolonge vers le Sud-ouest (Boulevard de l'indépendance) qui devient un axe porteur de croissance; de cet axe dérive des axes secondaires suivant un module de 300m.

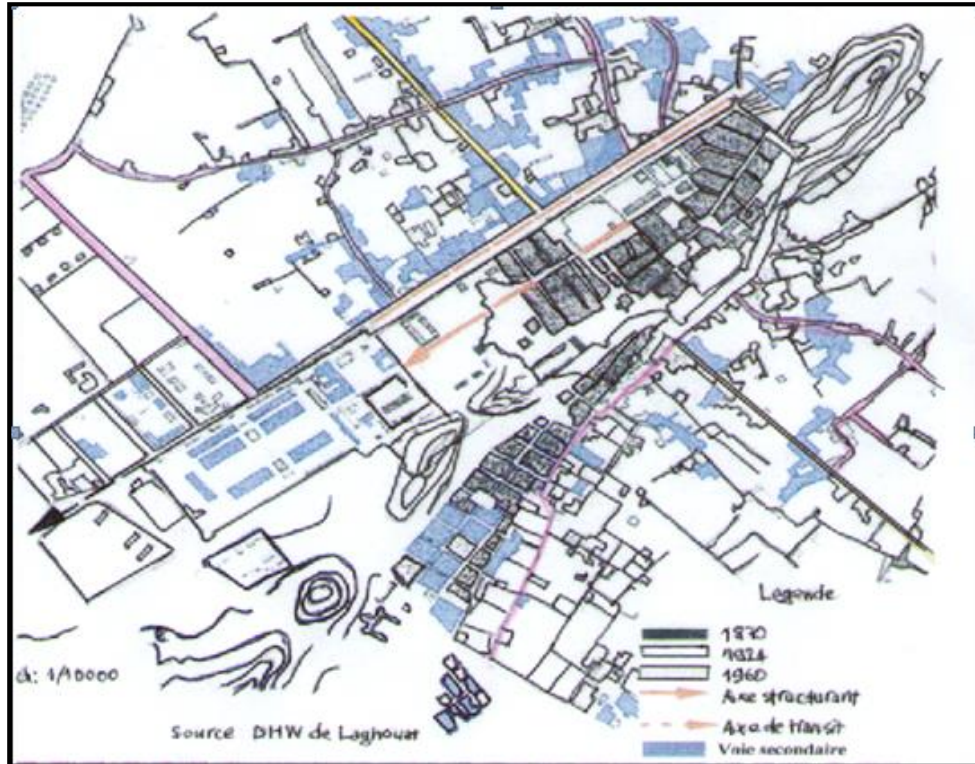


Figure53 : L'extension Extra- muros. Source : (Othmani-Marabout Z. 2014)

L'extension de la ville s'effectua en dehors de l'enceinte pendant l'occupation Française d'une manière très ordonnée. Cette extension se matérialise souvent par une logique typologique en gardant l'alignement par rapport aux rues, des gabarits plus ou moins homogènes d'une hauteur de R+3 et souvent des commerces au R.D.C en arcades ornementées.

III. 3L'époque post coloniale :

Vu l'existence de la contrainte naturelle de l'Oued M'zi sur la limite et du centre de la ville, une seule possibilité d'extension s'offrait à la ville, donna ainsi la priorité d'un développement vers la partie sud-ouest.

Le tissu actuel composé par les lotissements de l'oasis nord et les différentes opérations d'habitat collectif sous forme de ZHUN ou des petites cités, constitue dans sa totalité un échec en matière d'architecture et d'urbanisme, à travers le non-respect des dispositions des cahiers de charges, constituant une rupture avec le tissu ancien du vieux Ksar, où nous apprécions la sobriété et la richesse des constructions implantées dans la palmeraie. Les quelques jardins plantés, encore existants, témoignent de l'équilibre écologique entretenu par l'homme avec l'environnement.

Chapitre3 : Présentation et description de l'environnement d'étude

La typologie des projets d'habitat collectif renvoie au type ordinaire des grands ensembles, implantés dans toutes les villes Algériennes, caractérisés par la mauvaise occupation et organisation spatiale.

D'une manière générale la forme urbaine à travers les différentes typologies souffre de :

1. La discontinuité entre l'ancien tissu et l'extension.
2. La mauvaise implantation des ZHUN et les nouveaux lotissements dans l'oasis nord.
3. La mauvaise organisation spatiale.
4. L'absence de places publiques, et lieux de détente et de loisir.
5. Un problème de circulation et de transport lié aux grandes distances séparant les différentes parties du tissu.
6. un délaissement des anciens quartiers (noyau de la ville).

Synthèse :

D'après cette lecture chronologique on constate que la ville de Laghouat se caractérise par son patrimoine architectural historique et religieux ce qui permet de faire une étude sur ce type d'architecture.

IV. Critères de choix des cas d'étude:

Les critères se résument essentiellement aux points suivants :

- La diversité des périodes historiques de réalisation des mosquées.
- La convergence en matière de forme et de surface entre les exemples choisis.
- La présence du cachet architectural de la mosquée initiale (cas des anciennes mosquées) malgré les différentes interventions que les mosquées ont subi.
- La continuité de l'usage des mosquées, pour que nous puissions observer les comportements des pieurs vis-à-vis l'espace architectural en général et la lumière naturelle en particulier.
- La disponibilité de maximum des données graphiques.

IV.1. Cas n°1:la mosquée Atik (période post coloniale):

Elle se situe à quartier Gharbia , le tissu ancien de la ville de Laghouat. Elle se trouve en face du fort Bouscaren . Elle était édifée par les Beni Hilal dans les années 1431.



Figure54:vue d'angle de la mosquée Atik .source (auteur)

Elle se compose d'une salle de prière, de forme rectangulaire (25mx15m) plus profonde que large et qui se caractérise par la présence de huit nefs perpendiculaires au mur de la qibla (figure55), leurs dispositions démontrent une certaine ambigüité, car les piliers ne sont pas alignés correctement.

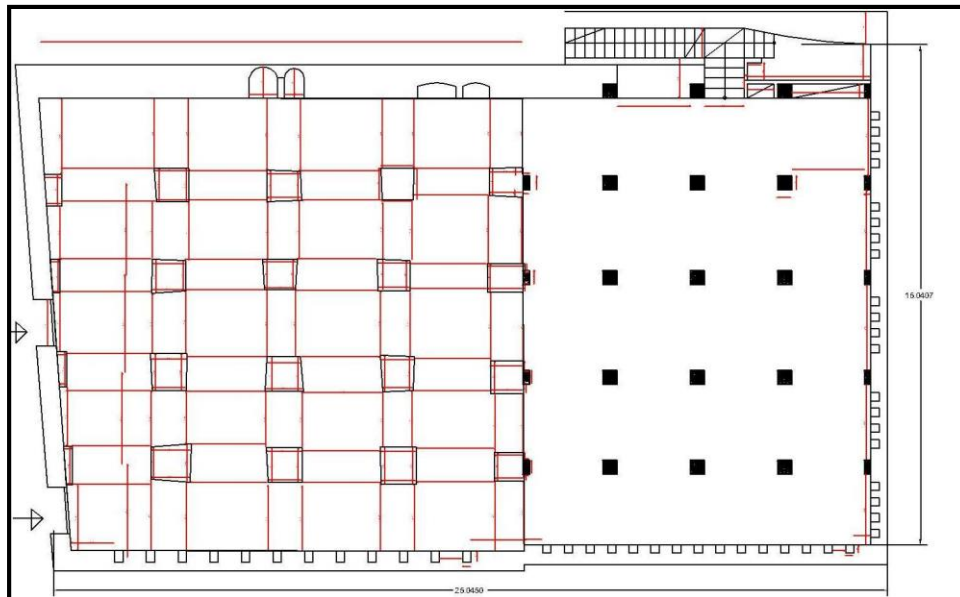


Figure55:vue en plan de la salle de prière de la mosquée Atik .source (auteur).

La mosquée a subi une seule extension qui se distingue par son système constructif (figure55), et qui a conditionné largement l'aspect spatial de la mosquée. Une extension avec une structure en béton armé et des planchers en corps creux, se résulte des trames plus larges du reste.

Et parmi les annexes de la mosquée nous citons: la salle d'eau en face la mosquée qui a été ajoutée dans les années 1980.

La salle de prière ressemble à une forêt de piliers de formes rectangulaires et d'une grande section, avec une hauteur basse, en plus de l'obscurité interrompue par quelques puits de lumière et des percements, la mosquée présente un aspect mystérieux.

Les couleurs et les textures de l'espace intérieur varient entre : le sol en bois et tapissé d'une couleur foncée, les parois, les colonnes et la paroi horizontale haute en mélange de plâtre blanc et beige.

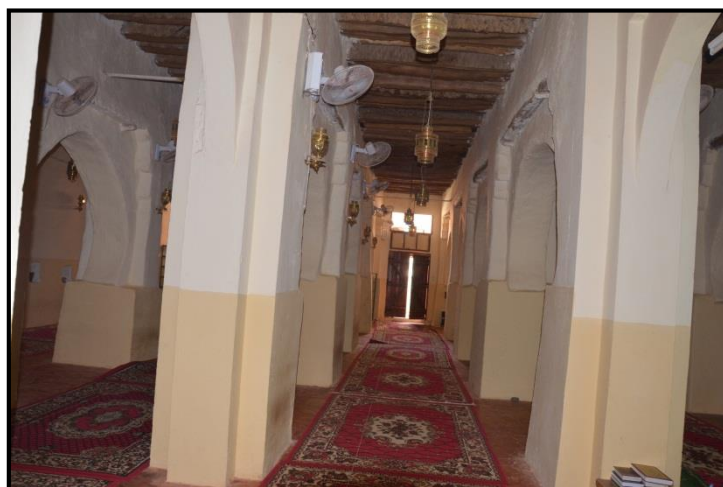
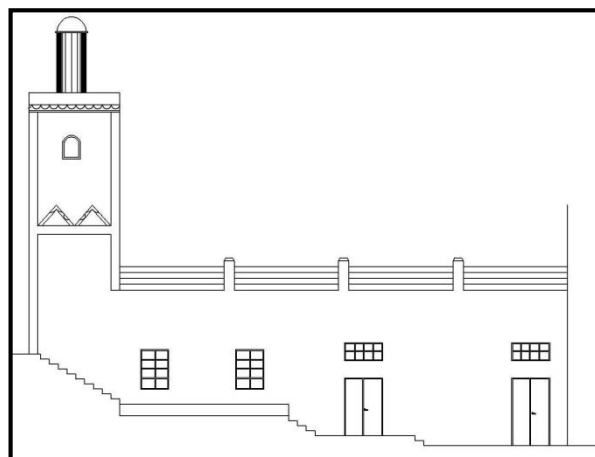


Figure56:vue intérieure de la mosquée Atik .Source (auteur).

IV.1. 1.Les différents dispositifs d'éclairage naturel relevés pour la mosquée Atik:

La mosquée Atik est éclairée naturellement par deux types d'éclairage un éclairage unilatéral et un éclairage zénithal sans aucune protection solaire.

Premier type : éclairage unilatérale présent sur la façade principale (figure57.58) les trois autres façades sont aveugles.



Figures57,58: la façade principale de la mosquée Atik .Source (auteur)

-Types d'ouverture :

- 2 ouvertures verticales de forme rectangulaire de (1.0 m x1.3m). (figure 59)
- 2 ouvertures horizontales de forme rectangulaire de (1.3 m x 0.6m)

-Position dans le mur :

- Les ouvertures verticales sont positionnées au milieu de mur de façade et elles sont alignées.
- Les ouvertures horizontales sont positionnées en haut, en dessous des portes elles sont alignées aussi.(figure60.61)



Figure59:les ouvertures verticales de la mosquée source (auteur)



Figure60:la première ouverture horizontale source (auteur)

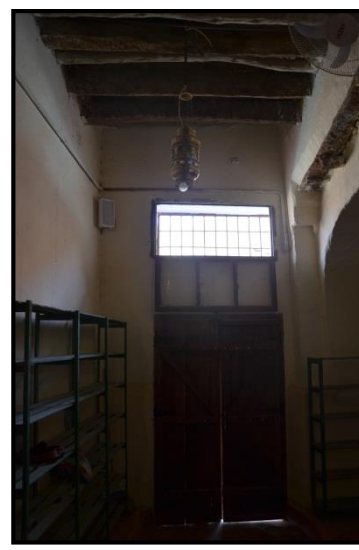


Figure61:la deuxième ouverture horizontale source (auteur)

Deuxième type: éclairage zénithal présent sur le toit de la nouvelle partie (extension)

-Types d'ouverture :

- 10 ouvertures horizontales de forme carrée de (0.4mx0.4m).



Figure62.63.les puits de lumière zénithal de la mosquée Atik .source: auteur

-Position dans le toit :

-Les puits de lumière sont repartis selon une trame déterminée (deux puits de lumière dans chaque lingue).

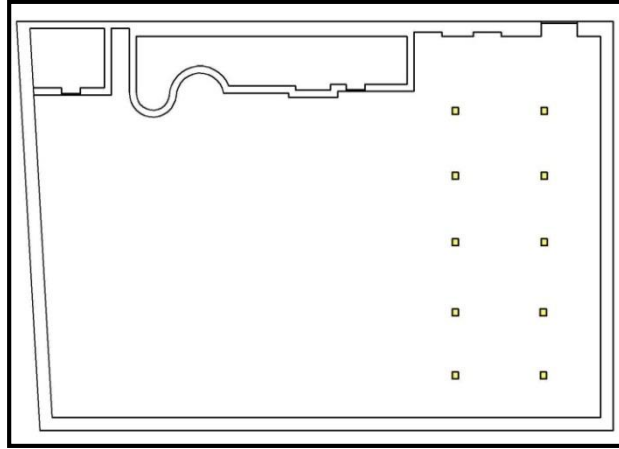


Figure 64 : répartition des puits de lumière sur le toit terrasse de la mosquée Atik .source(auteur)

IV.2. Cas n°2:la mosquée Saffah (période coloniale):

Edifiée pendant la période coloniale en 1874 par l'architecte italien Josèphe Molinari, un style inspirée de l'architecture gothique, la mosquée se situe au sommet de la montagne (noyau historique de la ville). Elle a subi quelques travaux de rénovation qui ont touché essentiellement le mihrab.

Comme elle est restée en état initial, la mosquée de Safah représente une meilleure typologie de l'état des mosquées. Sa position au sommet d'un rocher sans aucun bâti environnant, elle est inondée par les rayons du soleil de tous les côtés.

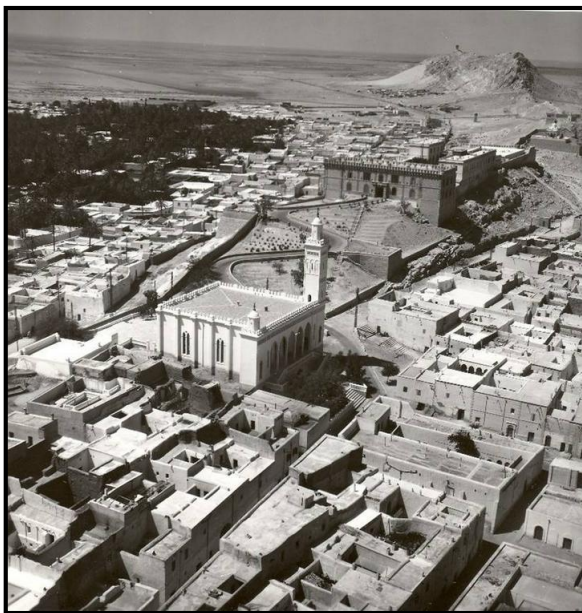


Figure 65: vue aérienne sur la mosquée Saffah en 1950. source : Groupe d'Appui Tactique.



Figure66:vue de face de la mosquée Saffah Source (auteur)

Partie pratique

Chapitre3 : Présentation et description de l'environnement d'étude

La trame structurale est très claire et mieux organisée dans la mosquée de Safah. Elle est formée de cinq nefs parallèles et perpendiculaires au mur de qibla (figure67) supportées par des piliers de formes circulaires et d'une base carrée.

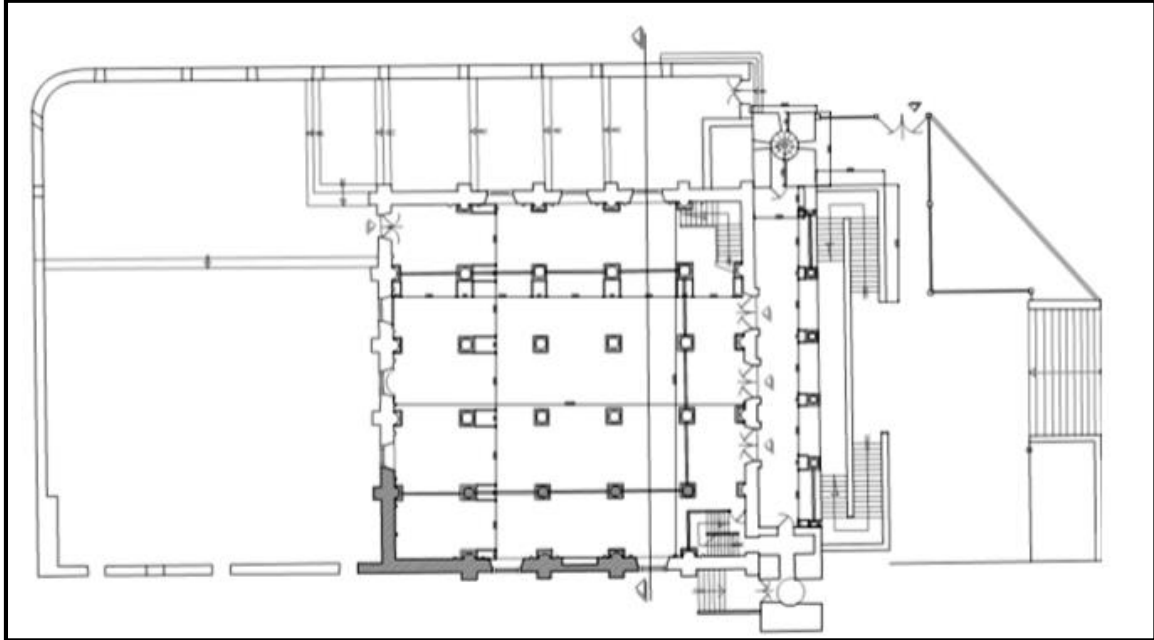


Figure67:plan de la mosquée Saffah .source :Chettih.A.2014.

La salle de prière est d'une forme carrée (21mx21m), Le mihrab se trouve en face à l'accès principal du mur de Nord (figure68) donc, il reçoit une quantité de lumière importante pour le mettre en valeur (figure69). La couleur beige des mur et bleu claire des colonnes , la taille de l'édifice, la hauteur plus au moins haute par rapport au reste des lieux de culte de la région, ainsi que les arcs constituant le toit reflètent la lumière d'une manière à rendre l'intérieur plus spacieux et l'ambiance lumineuse plus uniforme.

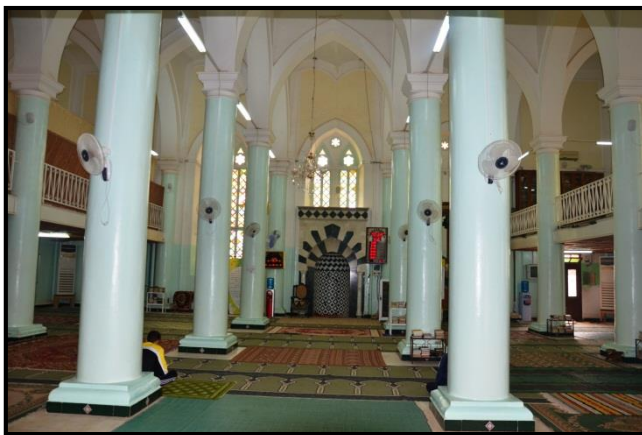


figure 68:vue intérieur de la mosquée Saffah

Source :auteur

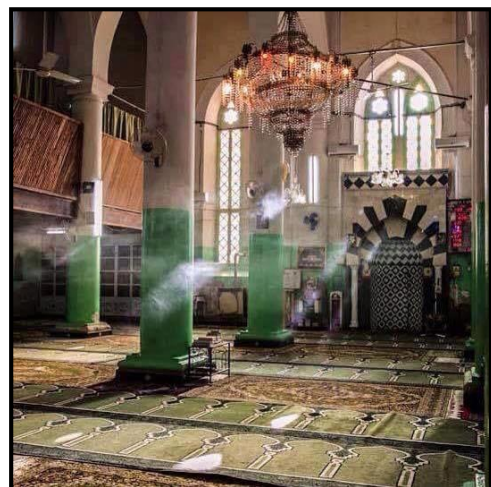


Figure 69:lumière naturelle su le mur de la qibla

Source :Hellifa.M 2015

IV.2. 1. Les différents dispositifs d'éclairage naturel relevés pour la mosquée Safah :

Vue son environnement vide et libre une quantité de lumière considérable pénètre à l'intérieur de la mosquée qui est conditionnée par les percements situés essentiellement sur le mur de qibla, ainsi que trois ouvertures sur la paroi latérale droite, et deux autres ouvertures sur la paroi gauche.

La mosquée Saffah donc est éclairée naturellement par un seul type d'éclairage "un éclairage multilatéral" sans aucune protection solaire.

-Types d'ouverture :

3 ouvertures verticales sous forme d'un arc sur la façade droite de (5.5 m x 1.8m). (Figure 70)

3 ouvertures verticales sous forme d'un arc sur la façade gauche de (5.5m x 1.8m) (le passage qui mène vers la façade gauche est supprimé donc on n'a pas pu prendre une photo extérieure globale de la façade gauche)

2 ouvertures verticales sous forme d'un arc de (5.5m x 1.8m) et 1 ouverture de (3.5m x 1.8m) sur le mur de la qibla (figure 71).



Figure 70 : les ouvertures de la façade droite

Source (auteur)



Figure 71: les ouvertures de mur de la qibla

Source (auteur)

-Position dans le mur :

- Les ouvertures de la façade droite et gauche sont positionnées au milieu de mur et elles sont alignées.
- Les ouvertures de mur de la qibla sont positionnées au milieu de mur mis à part la plus petite qui est en dessous de mihrab.

IV.3. Cas n°3:la mosquée el Badr (période actuelle):

C'est la mosquée la plus récente de la ville de Laghouat (achevée en 2015) et qui présente le plus de caractères contemporains malgré les exigences fonctionnelles.

Contrairement à Atik et Safah, la mosquée Badr se retrouve dans un nouveau quartier de la ville de Laghouat (quartier Mojahidin). Elle a été édifée entre 2010 et 2015 conçue par le B.E.T A.D par l'architecte Aad Brahim)



Figure 72:vue d'angle de la mosquée Badr .source (auteur)

La mosquée de Badr contient 04 niveaux un sous-sol réservé au stockage avec une vision de le transformer en une salle de prière pour femmes. le RDC et le premier étage réservé à la salle de prière (hommes au RDC et femmes en 1^{er} étage) et le dernier réservé à une école coranique avec un seul minaret apparent souvent considéré comme élément de repère pour le quartier.

La salle de prière de forme rectangulaire mesure (20mx17m), une forme régulière mais l'alignement des nefs et des poteaux et complètement différent des autres mosquées vue les exigences de l'orientation vers Qibla. (figure73), percée par deux grandes portes sur la façade principale de 1,50 m de large et 2,50 m de hauteur, qui permettent l'accès à la salle de prière précédée par un escalier. (figure72). La mosquée contient deux mihrabs très rapprochés, différemment des autres mosquées.

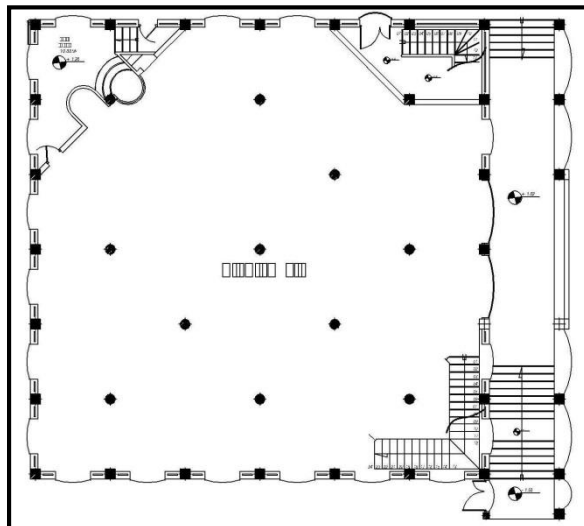


Figure 73:plan R.D.C de la mosquée Badr .source (BET A.D)

La salle de prière en deux niveaux est coiffée d'une coupole centrale à base circulaire inscrite dans un carré et percée par de petites fenêtres (Figure74).



Figure 74:vue extérieure sur la coupole de la mosquée Badr .source (auteur)

Les murs sont de couleur blanche, la coupole centrale qui forme le toit augmente la réflexion de la lumière dans tout l'espace. Les piliers des rangées parallèles au mur de la qibla en marbre sont de forme circulaire.

En ce qui concerne les couleurs et les textures de l'espace intérieur, (Figure75, Figure76) une stratification est observée entre le sol tapissé d'une couleur claire, les murs, les colonnes et le plafond en plâtre blanc. En général, les matériaux utilisés varient entre : le Plâtre le marbre et la faïence pour la décoration, les poteaux en béton armé, le bois pour les portes et les cadres des fenêtres, le verre pour fenêtres et portes vitrées.



Figure 75:vue sur la salle de prière de deuxième niveau .source (Auteur)



Figure 76: vue sur la salle de prière de premier niveau : source (Auteur)

IV.3.1.Les différents dispositifs d'éclairage naturel relevés pour la mosquée Badr :

La mosquée Bard est éclairée naturellement par trois côtés ainsi qu'un éclairage zénithal au niveau de la coupole.

Types d'ouverture :

Au niveau des façades de la salle de prière hommes au niveau R.D.C :

2 ouvertures verticales sous forme d'un arc sur la façade principale de (2.4 m x 1.8m). (Figures 77,78)



Figure77:vue d'extérieur sur la façade la façade principale source (Auteur)



Figure 78: vue d'intérieur sur la façade principale :source (Auteur)

5 ouvertures verticales sous forme d'un arc sur la façade secondaire de (2.4m x 1.8m) (figures79,80)



Figure79:vue d'extérieur sur la façade la façade secondaire source (Auteur)



Figure 80: vue d'intérieur sur la façade secondaire: source (Auteur)

3 ouvertures verticales sous forme d'un arc de (2.4m x 1.8m) sur le mur de qibla (figure 81,82).



Figure81:vue d'extérieur sur la façade De mur de qibla. Source (Auteur)



Figure 82: vue d'intérieur sur le mur de qibla : source (Auteur)

-Les ouvertures de la quatrième façade ont été supprimées .

Au niveau du toit :

On inventorie 27 ouvertures zénithales au niveau de la base de la coupole centrale de taille moyenne et d'une forme d'un arc verticale (figure83).



Figure 83: vue d'intérieur sur les ouvertures de la base de la coupole source : (auteur)

V. Etude comparative :

V.1. Les caractéristiques générales :

Mosquée	Période	Situation	Echelle	Espaces	Différentes extensions	Rénovations
El Atik	Prés-coloniale 1431	Noyau historique de Tissu ancien de la ville	Echelle de quartier	-Salle de prière hommes -salle d'eau	Une extension Coté est	Piliers. Plancher .Chappe, peinture, portes, fenêtres
El Saffah	Coloniale 1874	Tissu ancien de la ville	Echelle de la ville	-Salle de prière hommes -salle d'eau	Aucune	Peinture Revêtement des poteaux
El Badr	Postcoloniale, contemporaine 2015	Nouvelle extension	Echelle de quartier	-Salle de prière hommes -salle de prière femmes -salle d'eau -Ecole coranique -logement de fonction imam	Aucune	/

Tableau 01:comparaison des caractéristiques générales des mosquées .source :(auteur)

Partie pratique

Chapitre3 : Présentation et description de l'environnement d'étude

V.2. Dimensions et caractéristiques formelles :

Mosquée	Forme de la salle de prière	Dimensions	Hauteur	Les nefs	Les accès	Couleurs
El Atik	Forme régulière (rectangle)	(25mx15m)	10m	8 nefs	Deux accès vers la salle de prière	Beige et banc clair pour les poteaux Blanc pour les murs Plafond en bois
El Saffah	Forme régulière (carrée)	(21mx21m),	12m	5nefs	Quatre accès vers la salle de prière	Crème et bleue claire pour les poteaux et les murs Blanc pour le plafond
El Badr	Forme régulière (rectangle)	(20mx17m)	5m	4nefs	Trois accès vers la salle de prière	Les poteaux en beige marbré et les murs en blanc

Tableau 02 : comparaisons des dimensions et caractéristiques formelles des mosquées.

Source :(auteur)

V.3. Les dispositifs d'éclairage naturel

Mosquée	Type d'éclairage	Emplacement	Type d'ouverture	Forme d'ouverture	Nombre	Type de vitrage	Couleur
El Atik	Unilatéral	-Parois latérales	Horizontale verticale	Rectangle	4	Simple	Transparent
	Zénithal	Toit	Horizontale	Carrée	10		
El Saffah	Multilatéral	-Mur de qibla -Parois latérales Paroi postérieure	Verticale	Rectangle	9	Simple	Coloré
El Badr	Multilatéral	-Mur de qibla -Parois latérales Paroi postérieure	Verticale	Rectangle	10	Simple	Coloré
	Zénithal	Coupole			27		

Tableau 03 : comparaisons des dispositifs d'éclairage naturel des mosquées.

Source :(auteur).

V.4. L'environnant immédiat et son impact sur la pénétration de lumière naturelle :

Pour la mosquée de Saffah, le bâtiment se retrouve sur le sommet du rocher. Donc, il est plus élevé par rapport au voisinage, cependant le voisinage de la mosquée de Atik constitue en quelque sorte des obstructions pour le passage des rayons directs du soleil sur la façade principale. Cela est dû aussi aux rues étroites qui séparent la mosquée de son voisinage. L'autre cas de figure qui est la mosquée Bard, les hauteurs des édifices empêchent partiellement le passage des rayons directs du soleil le matin sur la façade principale, mais à partir de midi, la salle de prière reçoit une forte présence de rayons du soleil. Ici, les dispositifs d'éclairage contrôlent la pénétration de la lumière à l'intérieur.

V.5. la forme du toit :

Proportionnellement aux dimensions des travées, le toit se compose de coupes et des puits qui varient de dimensions du rayon. Le toit joue un rôle très important dans la diffusion de la lumière reçue sur les différentes coupes. Les puits de lumière qui le traversent assurent une pénétration douce de la lumière à l'intérieur. Les puits de lumière équilibrent l'ambiance à l'intérieur en cas d'absence ou d'insuffisance de la source d'éclairage latéral.

VI. Conclusion :

Ce chapitre a mis en exergue une lecture de la climatologie de la ville de Laghouat qui est une ville positionnée dans les moyennes latitudes. C'est une ville représentative des zones à climat aride en Algérie. Elle bénéficie d'un potentiel considérable en lumière naturelle qui devrait être exploité d'une manière optimum tout en favorisant l'économie d'énergie. Ce potentiel se traduit essentiellement par l'importance du rayonnement solaire direct, mais qui peut être également à l'origine d'inconfort visuel et thermique. Pour ce qui est des conditions de nébulosité dans la région, il apparaît clairement que le ciel clair est le plus fréquent à travers les saisons mais aussi le plus stable. Le chapitre a donné les informations nécessaires concernant le climat de la ville suivi par une lecture historique de notre environnement d'étude pour enfin arriver à la présentation des mosquées choisies pour le travail expérimental.

Sur le plan éclairage naturel on constate que les mosquées choisies, sont dotées de plusieurs dispositifs : Nous distinguons trois types de sources de lumière dans la majorité des mosquées prises comme cas d'étude, qui sont respectivement comme suit :

-Petites et moyennes ouvertures dans les murs : ce sont des percements au niveau des parois, elles offrent une quantité de lumière très faible. Seules, elles ne suffisent pas pour éclairer toute la salle de prière.

Chapitre3 : Présentation et description de l'environnement d'étude

- Des grandes ouvertures : de dimensions variables, elles présentent la principale source de lumière, car elles s'ouvrent directement sur l'extérieur.

- Les puits de lumière : Ils viennent pour équilibrer le niveau d'éclairage à l'intérieur des salles de prière. Ils représentent la deuxième source de lumière. Ils offrent une lumière zénithale nécessaire pour la mosquée.

Compte tenu des spécificités du climat de la région, et afin d'évaluer le confort visuel, des prières nous avons eu recours à la méthodologie mentionnée dans le chapitre suivant.

Chapitre 4 :

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

I. Introduction :

La P.O.E constitue une étape d'enquête de satisfaction, un processus cyclique de conception « scientifique » du bâtiment. A partir de l'expérience de chercheur et des occupants, la POE permet de s'assurer que le bâtiment et les systèmes de contrôle environnemental (SCE) répondent aux besoins des usagers. Selon M. ANGERS, une méthode d'enquête est « un ensemble organisé d'opérations en vue d'atteindre un objectif ». (ANGERS, MAURICE.1997) Le concept « méthode » peut se rapporter à une façon d'envisager et d'organiser la recherche ; il dicte ainsi une manière de concevoir et de planifier son travail sur un objet d'étude en particulier.

Dans notre recherche, et afin d'atteindre notre objectif principal qui consiste à évaluer quantitativement et qualitativement le système d'éclairage naturel dans les mosquées de la ville de Laghouat, nous avons eu recours à l'usage de deux différentes techniques d'investigation : l'observation et le questionnaire. Cette démarche est plus connue par « l'évaluation post-occupation de l'éclairage naturel des lieux ».

Pour la première partie d'enquête (l'observation), les évaluations seront présentées par des analyses et des interprétations primaires des photos prises et développées par l'auteur.

Tandis que pour la deuxième partie d'enquête par questionnaire, ces évaluations seront présentées par des chiffres, des graphes et des commentaires par l'auteur.

II L'évaluation post occupation :

II.1. Définitions de l'évaluation post occupation (P.O.E):

Selon (BAKER. N et STEEMERS. K. 2002), le terme « Post Occupancy Evaluation » est utilisé pour désigner les études qui emploient une large variété de méthodes pour collecter des informations sur l'usage d'un bâtiment par ses occupants et sur sa performance environnementale.

De son côté, A. BELAKEHAL et al a défini la POE comme étant « une méthode largement utilisée pour évaluer la qualité de l'éclairage naturel à l'intérieur de bâtiments.

II.2.Objectifs de l'évaluation post occupation:

Les études P.O.E sont effectuées dans les bâtiments une fois qu'ils ont été occupés et utilisés. Les objectifs de cette évaluation peuvent être très diversifiés :

1-Rendre compte de la qualité: l'évaluation post occupation des lieux est un instrument inestimable pour déterminer la qualité d'un bâtiment.

2. Rénover des édifices existants: l'évaluation post occupation des lieux est un outil important pour planifier la rénovation d'édifices existants. L'évaluation permet de clarifier les points forts et les points faibles tels qu'ils sont perçus par le chercheur et les usagers, de sorte à orienter les ressources vers les

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

secteurs où elles sont vraiment nécessaires. Elle s'avère également utile au moment d'identifier comment des ajustements au design d'un bâtiment sont nécessaires pour appuyer des pratiques, des législations, des marchés ou des tendances sociales en changement.

3. Mettre au point de nouvelles constructions: en effet, comprendre comment des bâtiments peuvent faciliter ou au contraire gêner les activités qui s'y déroulent, permet d'en affiner le design et d'ajuster les pratiques de gestion.

4. Améliorer le design de futures constructions: comprendre comment des édifices similaires opèrent une fois en usage, permet lors du design de nouvelles installations d'éviter les mêmes erreurs et d'en capitaliser les aspects positifs.

5. Améliorer les relations avec les usagers: l'évaluation post occupation des lieux permet d'impliquer les usagers d'un bâtiment en leur demandant comment, selon leurs points de vue, celui-ci fonctionne. Une telle participation favorise leur plus grande adhésion aux solutions et une plus grande acceptation des défauts et des faiblesses des bâtiments.

II.3.Types d'évaluation subjective utilisés dans l'étude:

Les études P.O.E peuvent être classées selon les différentes méthodologies utilisées que les auteurs ont répertoriées comme suit :

1. Les observations subjectives de l'environnement physique de l'espaceet du comportement des occupants d'un édifice qui sont faites par le chercheur en personne.

2. Les appréciations subjectives des occupants: les techniques utilisées pour collecter ce type d'informations sont soit le « questionnaire », ou bien « l'interview » qui peut compléter le questionnaire en permettant aux occupants de développer leurs réponses. Ces réponses peuvent alors être évaluées et indiquées par ailleurs les aspects positifs et/ou négatifs de la performance environnementale du bâtiment.

III. Evaluation subjective n°1 : enquête par observation (technique des photos):

III.1.définition de la technique d'observation:

Une technique de recherche scientifique qui permet d'observer un groupe de façon non directe pour faire un prélèvement qualitatif en vue de comprendre des attitudes et des comportements (Farhi, A.2014).

L'observation directe est décrite comme une observation où le chercheur est présent sur le terrain. A partir d'une grille d'observation, il note, décrit les comportements des acteurs au moment où ils se produisent. L'observation consiste donc à regarder se dérouler sur une période de temps donnée des comportements ou des événements et à les enregistrer (Paul N'DAn., 2002).

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

III.2.méthodologie et demarche adoptée :

Plusieurs investigations ont eu pour objectif de caractériser qualitativement une lumière naturelle, telles que les études des : Nakamura et Inui, (COUTELIER, B., 2006) qui vise à trouver un lien entre l'aspect perçu d'un environnement lumineux et la répartition de ses luminances pour décrire l'ambiance lumineuse dans un espace.

En effet la recherche établie par le groupe de recherche Salma Chaabouni, Jean-Claude Bignon et Gilles Halin (Chaabouni S. Halin G. Bignon J, C., 2007) a pour but d'arriver à une définition qui permettrait de caractériser une ambiance visible, représentée sur une image photographique.

Ils distinguèrent une « ambiance lumineuse vécue » (perçue dans un espace construit) et une « ambiance lumineuse vue » (représentée / perçue à partir d'une image photographique).

Pour notre cas, nous allons appliquer la technique de l'observation directe et l'appréciation personnelle de l'espace pour évaluer qualitativement la lumière naturelle à l'intérieur des mosquées choisies comme cas d'étude et cela à travers l'utilisation des images numériques comme support justificatifs.

Nous rappelons que les photos ont été prises en un seul moment pour chaque mosquée (entre 12h et 15h). Nous allons présenter le jour de l'année ainsi que l'heure un par un. Nous avons choisi la période d'été et plus précisément le mois de Juillet, Ce choix coïncide avec l'état clair du ciel en majorité de temps, avec la haute température caractérisant ce mois.

Pour l'horaire choisi, la période entre midi et 16h accueille les deux prières diurnes ; Dhohr (djomoaa) , et Aseur. Donc, c'est la période de la journée qui nous intéresse le plus pour observer le déroulement des activités relatives à la prière dans les mosquées.

III. 2.1. La mosquée Attik (Vendredi 22 juillet 2016):

Pour une première fois, l'appréciation de l'espace de la mosquée Attik est exceptionnelle, l'obscurité et l'intimité de l'espace empêche de pénétrer à l'intérieur directement. figures 84, 85.



Figure 84,85: vues d'intérieur sur la mosquée Attik source : (auteur)

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Nous ne pouvons pas parler de stimulus visuel vu la forte densité des piliers qui nous a empêché de prendre un champ de vision sur l'ensemble de la salle de prière contenant l'actuel mihrab



Figure 86 : vue sur la forêt des piliers et l'actuel mihrab de la mosquée Attik source : (auteur)

Sans recours à l'éclairage artificiel la salle de prière de la mosquée Attik est un espace sombre "figure 88", durant quelques puits de lumières jugés insuffisants au début, mais d'une ambiance très particulière (figures 87,88), avec des grands piliers d'une basse hauteur (comme si une grotte légèrement percée figure 87).ce qu'il rend la salle un espace de culte, de méditation et de retraite par excellence.



**Figure 87 : vue sur les puits de lumière
De la mosquée Attik source : (auteur)**



**Figure 88 : vue sur les baies de la mosquée attik
source : (auteur)**

La salle de prière se compose de plusieurs zones avec un fort contraste entre elles, ce qui explique le caractère mystérieux de la salle de prière dû à la présence des puits de lumière de différentes tailles,

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

éparpillés sur l'ensemble de la salle de prière. Les puits de lumière constituent des stimuli visuels vu l'obscurité de la salle de prière.

La salle de prière est presque sombre durant la prière "figure 89" avec des zones un peu éclairé proche des fenêtres. Ce qui montre un manque de présence de la lumière à l'intérieur de l'espace et une répartition non uniforme mais qui donne aussi une sensation pénombre pour quelques prieurs et ennuyeuse pour d'autre .



**Figure 89: vue sur une partie de la salle de prière lors de déroulement de la prière
Dans la mosquée Attik source : (auteur)**

- Un éblouissement léger est produit parfois durant l'après-midi et lors de l'ouverture des portes (pour but d'aération et d'éclairage en deuxième lieu),



**Figure 90: vue sur l'effet d'éblouissement produit lors de l'ouverture de la porte principale de la
mosquée Attik source : (auteur)**

La salle de prière reçoit une faible quantité de lumière qui rend la salle sombre durant presque toute l'année; ce qui implique le recours vers l'usage d'éclairage artificiel surtout au niveau de la nouvelle

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

extension. Dans cette extension, il y a toujours plus d'uniformité à cause de l'usage de l'éclairage artificiel. Nous distinguons très bien la structure qu'elle représente: des travées plus importantes que la partie initiale de l'édifice, les piliers se caractérisent par des petites dimensions et des travées plus importantes. Pour ce qui est de la lumière naturelle, nous discriminons des puits de lumière qui traversent l'obscurité de la salle de prière sous forme d'un faisceau lumineux..



Figure 91 ,: vue sur l'usage de l'éclairage électrique dans la nouvelle partie d'extension de la mosquée Attik source : (auteur)

III.2.2.La mosquée Saffah (Vendredi 22 juillet 2016):

La mosquée Saffah est spécifique dans sa conception architecturale, une architecture islamique inspirée et empruntée de l'architecture gothique, la salle de prière présente une configuration assez importante (espace mère de la mosquée), il s'agit d'une grande surface de dimension considérable, avec des piliers au milieu. Sa forme permet de s'asseoir en lignes. Elle présente donc des trames importantes, entourées et séparées par une série d'arcade. Une agréable ouverture visuelle malgré la succession des arcs et l'alignement accentué par la lumière grâce aux nefs parallèles et perpendiculaires au mur de qibla (figure92).



Figure 92: vues globales assemblées par l'auteur sur la mosquée Saffah en vue de détermination de son caractère mystérieux source : (auteur)

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Ici, dans la mosquée Saffah; nous distinguons plusieurs zones, chacune se caractérise par une uniformité. Une succession de zones de lumière et d'ombre à cause de la présence de plusieurs sources de lumière: portes sur les murs latéraux (figures 93,94), fenêtres sur le mur de qibla, ce qui donne à la salle de prière plusieurs pôles, un mystère composé d'un jeu de lumière et d'obscurité légère très accentué dans les différentes parties de la mosquée

Nous distinguons alors sur les figures 93, 94, prises dans les différentes parties de la salle de prière:

-Une zone plus éclairé proche de la fenêtre ou il apparut l'effet d'éblouissement sur les prieurs

-Une zone un peu sombre au profond de la salle.



Figure 93 : vue sur la partie gauche de la salle de prière de Saffah source : (auteur)



Figure 94: vue sur la partie droite de la salle de prière de Saffah source :(auteur)

La présence de la lumière naturelle au-dessous du mihrab (figure 95) donne une importance de cet objet qui doit être mis en valeur. On retrouve donc la petite ouverture censée le mettre en valeur. Elle sert à voir le soleil au moment de début du matin (dhoha)..

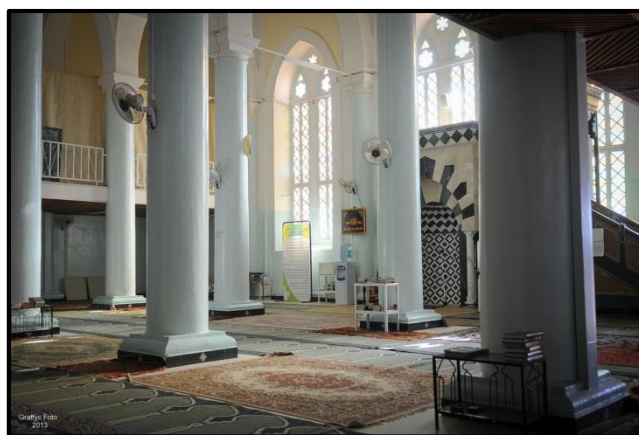


Figure 95: vue sur le mur de la qibla la salle de prière de Saffah source : (auteur)

La lumière naturelle mit en valeur le mihrab (Figure96) , la première rangée et les lingues parallèles au mur de fenestration . Le mihrab représente un signe de sacralisation et d'orientation

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

dans l'espace, la lumière assure une identification consciente par la mise en valeur du mihrab, car il présente des stimuli visuels



Figure 96: vue sur le mur de la qibla de la salle de prière de Saffah lors de la prière de vendredi
source : (auteur)

- La présence de la lumière d'une manière plus au moins homogène avec un degré de luminosité équilibré
- La présence d'une lumière harmonieuse non-éblouissante avec un bon rendu de couleur.
- La salle reçoit une lumière uniforme et confortable durant la période critique (l'après-midi).

III.2.3. La mosquée Badr (vendredi 29 juillet 2016):

Sur le plan architectural, la mosquée Badr est plus ou moins modeste, la première impression sur l'espace est ordinaire (aucune particularité) aussi sur le plan éclairage naturel. La salle de prière est inondée de la lumière naturelle ce qui engendre un caractère loin d'être mystique, (tout est clair, hauteur basse, piliers ordinaires, pas d'obstacle etc.)

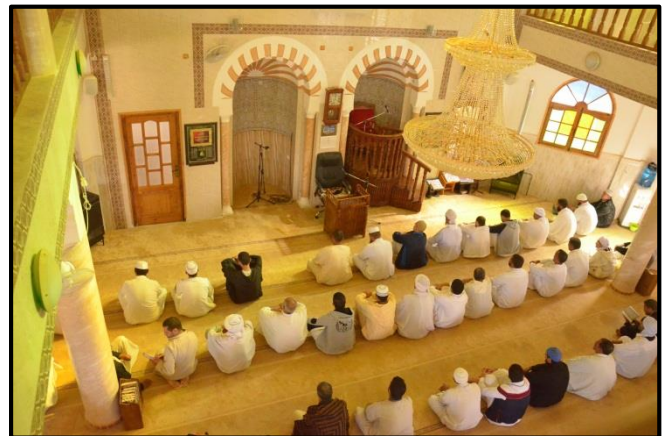


Figure 97,98 : vues intérieures de la salle de prière de la mosquée Badr lors de la prière de vendredi
source : (auteur)

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

La pénétration directe du soleil a créé un rapport entre des zones lumineuses et d'autres ombragées, les Figures 99 et 100 montrent des contrastes excessifs de luminance dans l'espace qui a produit l'éblouissement au niveau de quelques surfaces intérieures.



Figures 99 ,100 vues sur les contrastes excessifs de luminance dans l'espace .source Auteur

La présence de la lumière a divisé l'espace en deux :

- la zone proche de la fenêtre caractérisée par un éclairage excessif en plus de la présence de plusieurs taches solaires qui a créé des zones d'éblouissements gênants pour les prieurs figures 101,102.
- zone éloignée de la fenêtre caractérisée par une lumière réduite sans risque d'éblouissement. On distingue donc :
- Une partie ensoleillée et moins occupée proche de la fenêtre.
- Une partie ombragée et plus occupée éloignée de la fenêtre



Figures 101 ,102 vues sur des zones éblouissements dans l'espace de prière .source Auteur

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Durant l'après-midi l'effet d'éblouissement est augmenté et la distribution de la lumière est devenue non uniforme et les taches solaires deviennent plus grandes .



Figure 103 : Exemple d'une tache solaire sur la salle de prière à 15h .Source auteur

La salle de prière reçoit des taches solaires durant la matinée et l'après midi qui produisent un gêne au niveau du champ visuel des prieurs. La salle est donc éclairée presque durant toute la journée où elle reçoit une lumière non uniforme Figure 104 .



Figure 104 : Lumière naturelle excessive dans la salle de prière de la mosquée Badr à 15h .Source auteur

III.3. Synthèse de caractéristiques qualitatives retenues lors de l'enquête par observation :

-Dans la mosquée Attik , les ouvertures se retrouvent uniquement sur le mur de la façade latérale gauche , car la mosquée est entourée par des habitations sur les trois cotés (sauf le mur de qibla), ce qui a nécessité de renforcer l'éclairage latéral par un éclairage zénithal à travers des puits de lumière. Par contre dans les deux autres mosquées Saffah et Badr, les ouvertures se trouvent sur trois façades y compris celle du mihrab.

Le tableau suivant résume quelques caractéristiques d'évaluation qualitative de l'espace de prière des différentes mosquées ainsi du comportement de la lumière naturelle à l'intérieur de ce dernier.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Caractéristiques de l'espace étudié (salle de prière)			
Perception	La mosquée Attik	La mosquée Saffah	La mosquée Badr
Agréable			
Désagréable			
Confortable			
Incohérent			
Stimulant			
Ennuyeux			
Spacieux			
Etroit			
Caractéristiques de la lumière naturelle à l'intérieur de l'espace étudié (salle de prière)			
Nature	La mosquée Attik	La mosquée Saffah	La mosquée Badr
Stable			
Troublante			
Naturelle			
Artificielle			
Uniforme			
Contrasté			
Claire			
sombre			
Taches solaires			
Eblouissement			
Confort lumineux			
La mosquée Attik	Lumière de type vernaculaire , qui sert uniquement a eclairer (lumière diffusee filtreé par des petites ouvertures et des puits de lumières)		
La mosquée Saffah	Lumière plus au moin uniforme ,vue la disposition multilatérale ainsi que les ouvertures sur le mur de qibla se retrouvent sur une hauteur importante pour éviter toutes possibilités d'éblouissement		
La mosquée Badr	Lumière provoque des gênes au prés des usagers ,trop de lumière juggé excessive pour un tel espace		

Tableau 4:Les caractéristiques qualitatives des salles de prière des mosquées étudiée

Source : auteur

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

IV. Evaluation subjective n°2 : enquête par questionnaire :

IV.1.présentation

Simultanément avec les photos prises au niveau des trois mosquées objets de l'expérimentation qui ont servi à l'évaluation qualitative personnelle de la lumière naturelle, il a été procédé à une deuxième évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par le biais d'une enquête de satisfaction des usagers par la méthode du questionnaire adressé aux utilisateurs de ces espaces afin de connaître leurs points de vue concernant les ambiances lumineuses régnantes afin d'élaborer un travail qualitatif combinant les différents résultats obtenus.

IV.2. Définition du « questionnaire »:

Le questionnaire est défini comme étant « un instrument de prise de l'information, basé sur l'observation et l'analyse des réponses à une série de questions posées. Cette technique constitue un raccourci précieux quand l'observation directe est impossible, trop coûteuse ou insuffisante.» En effet, ce sont ces raisons qui nous ont poussées à choisir cet outil plutôt qu'un autre pour élaborer la deuxième phase de notre investigation.

IV.3.La population :

Nous allons parler maintenant de la population de notre enquête qui est définie par (ROSENTAL.C, MURPHY C. F 2001) comme étant « l'ensemble sur lequel portent les observations ».

Le nombre exact ainsi que le choix des personnes concernées par le questionnaire lors d'une étude P.O.E, n'obéissent pas à des règles strictes. Il est simplement recommandé d'inclure le plus de participants possible afin d'éviter des erreurs relevant de la subjectivité des réponses.

Pour notre part, nous avons réparti notre population en trois groupes standards comportant (10) usagers de différentes mosquées dans lesquelles nous avons effectué par la suite les simulations numériques. Le choix des prieurs des trois mosquées a été fait selon la disponibilité et la nature des gens qui occupent l'espace .

IV.4.Questionnaire établi :

Les méthodes utilisées pour la collecte des réponses subjectives des usagers dans les études inhérentes à l'éclairage naturel sont le questionnaire et les interviews. Cette méthode permet de considérer la dimension de l'adaptation de l'utilisateur à son environnement physique. De nos jours, les chercheurs sont arrivés à procurer des preuves tangibles sur le stress environnemental et le comportement d'adaptation (modification de l'utilisateur de certains éléments pour pallier à son insatisfaction avec l'environnement). (D.ROUAG.SAFFIDINE 2012).

Le champ d'application du questionnaire est très vaste et sert à appréhender des phénomènes très divers et

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

particulièrement des comportements privés (A. ROUAG). C'est le cas dans notre étude où nous avons pour objectif de recueillir l'appréciation des usagers des mosquées de la ville de Laghouat concernant leur appréciations sur leur environnement lumineux intérieur.

IV.5. Confection du questionnaire:

Le questionnaire a été adressé à 30 personnes (Les journées de la prière de vendredi 2 et 9 et 16 Mars) répartis en 10 usagers par mosquée, leurs réponses ont été traitées et analysées afin de situer leurs avis sur la qualité de la lumière naturelle dans leur mosquée.

Le questionnaire établi a été divisé en deux (02) volets qui regroupent chacun un certain nombre de questions :

- Le premier volet comporte cinq (5) questions qui concernent l'utilisateur, à savoir l'âge, le type d'utilisateurs, les horaires d'utilisation des espaces en question ainsi que la durée d'occupation des espaces étudiés et les activités s'y déroulant.
- Le deuxième volet qui regroupe quinze (15) questions, concerne le rapport de l'utilisateur à la lumière naturelle ainsi que son évaluation des ambiances lumineuses de l'espace intérieur (salle de prière) qu'il fréquente durant les quatre saisons de l'année.

Les questions posées sont réparties entre des questions fermées où la personne interrogée doit répondre affirmativement ou négativement et des questions à éventail où l'interrogé doit choisir une des réponses établies au préalable.

IV.6. Caractéristiques et pratiques des occupants:

Notre enquête a été effectuée durant une seule journée pour chacune des mosquées, celle du vendredi vu que ce jour-là est consacré à la prière du vendredi. L'observation comportementale est effectuée durant toute la période de khotba et de la prière (de 12h à 14 h), puis nous avons administré le questionnaire aux prieurs en fin de la prière. La présence du chercheur était obligatoire lors des réponses des gens à fin d'éclaircir mieux les questions et aussi pour faire comprendre le plus l'objectif de l'enquête et la nature de sujet qui était une première pour la majorité des gens.

Partie pratique

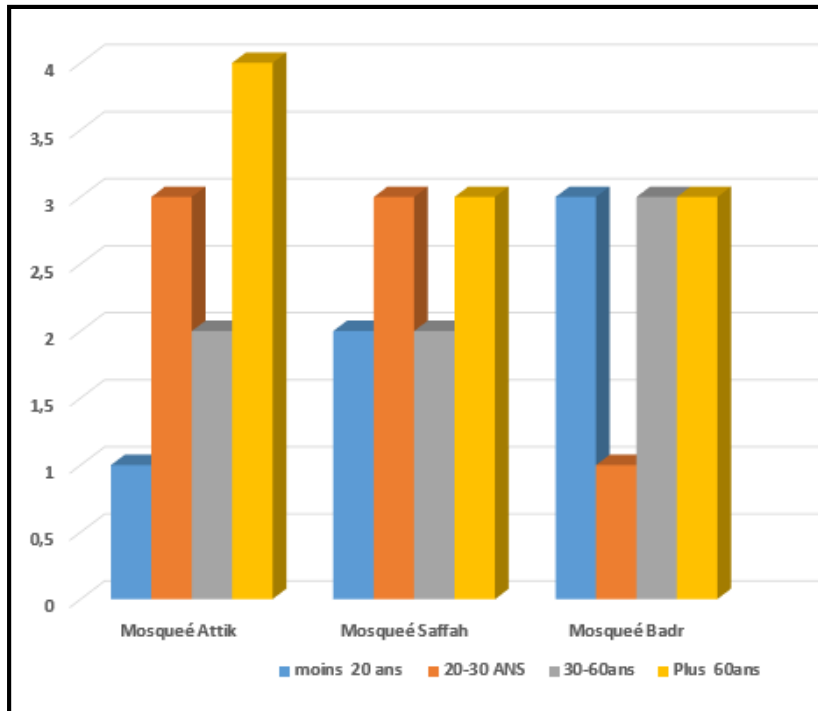
Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V. Présentation et interprétation des résultats de l'enquête par questionnaire (étude comparative)

Nous allons présenter les réponses subjectives apportées par les 30 usagers interrogés qui passent en moyenne 2 heures par jours dans les mosquées. Cette présentation s'effectue en comparant les réponses d'occupants de chaque mosquée.

V.1. Informations générales

Question 1: tranches d'âge :



Graphique1: Réponses à la question : tranches d'âge des usagers des trois mosquées

Source : auteur

-Mosquée Attik : Concernant les sujets interrogés 40% d'eux sont âgés de plus de 60 ans, 30% d'entre eux de 20 à 30 ans et 20% de 30 à 60 ans et seulement 10% sont âgés de moins de 20 ans.

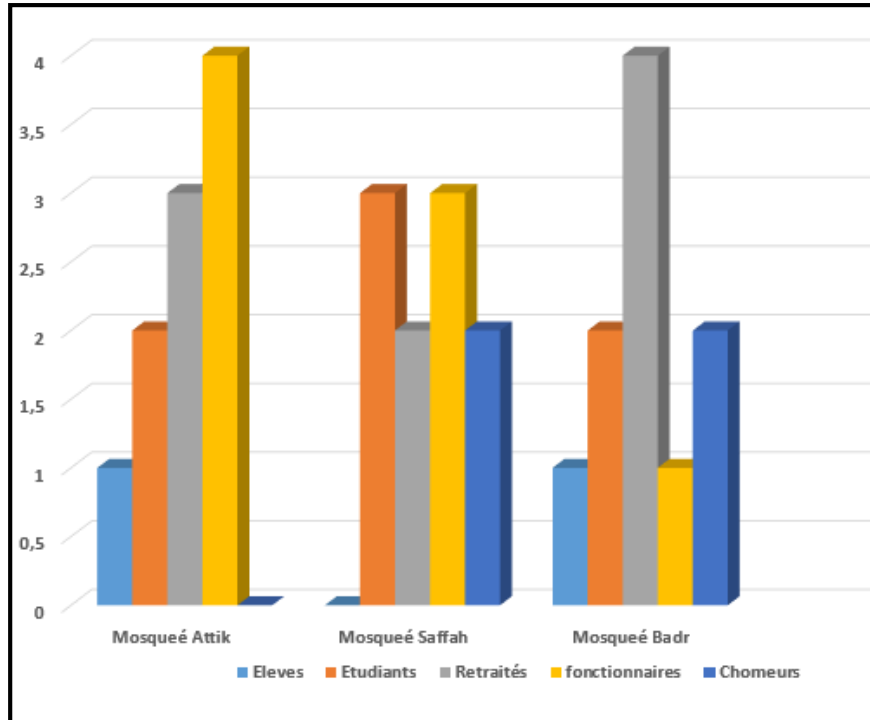
-Mosquée Saffah : 20 % des usagers de l'espace de prière sont âgés de moins de 20ans, 30% d'entre eux sont âgés de 20 à 30ans et 30 % de 30 à 60 ans, et 30% sont âgés de 60 ans et plus.

-Mosquée el Badr: Les sujets interrogés dans la mosquée Badr 30% d'eux sont âgés de 30 à 60 ans, 30% sont moins de 20 ans 30% d'entre eux plus de 60 ans et seulement 10% sont âgés de moins de 20 à 30 ans.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Question 2: types d'utilisateur :



Graphique2 : Réponses à la question : types d'usagers des trois mosquées Source : auteur

-Mosquée Attik : On constate que 40% de l'échantillon interrogé dans la mosquée Attik constitué de fonctionnaires, 30 % des retraités, 20 % d'étudiants et 20 % d'élèves .

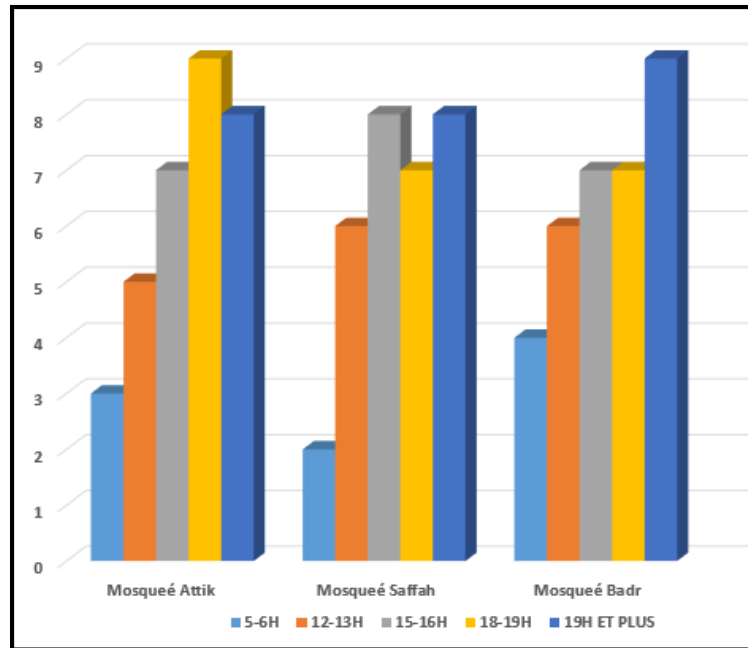
-Mosquée Saffah : Pour la mosquée Saffah, on ne constate que 30% de l'échantillon interrogé constitué des fonctionnaires et des étudiants , 20% des retraités et des chômeurs.

-Mosquée el Badr: Nous observons une variété des types d'utilisateurs de l'espace de prière pour la mosquée Badr : 40% de retraités, 20% d'étudiants, 20% d de chômeurs ,10% fonctionnaires, et 10% d'élèves .

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Question 3: Horaires d'occupation de la salle de prière:



Graphique3 : Réponses à la question : horaires d'occupation de la salle de prière des trois mosquées Source : auteur

-La mosquée Attik est occupée par les prieurs tout au long de la journée et à plusieurs horaires par usager :

30% d'entre eux fréquentent la mosquée entre 5h00 et 6h00 du matin.

50% la fréquente entre 12h00 et 13h00.

70% emprunte la mosquée ciblée par l'étude entre 15h00 et 16h00.

90% des usagers pris dans cette mosquée entre 18h00 et 19h00.

80% d'usagers entre 19h00 et plus.

-La mosquée Saffah est aussi occupée par les prieurs tout au long de la journée et à plusieurs horaires par usager :

20% d'entre eux fréquentent la mosquée entre 5h00 et 6h00 du matin.

60% la fréquente entre 12h00 et 13h00.

80% fréquentent la mosquée entre 15h00 et 16h00.

70% des usagers pris dans la mosquée Saffah entre 18h00 et 19h00.

80% d'usagers entre 19h00 et plus.

Pour ce qui est de la mosquée Badr, les résultats d'horaires de son occupation sont présentés comme suit:

40% d'usagers fréquentent la mosquée entre 5h00 et 6h00 du matin.

60% la fréquente entre 12h00 et 13h00.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

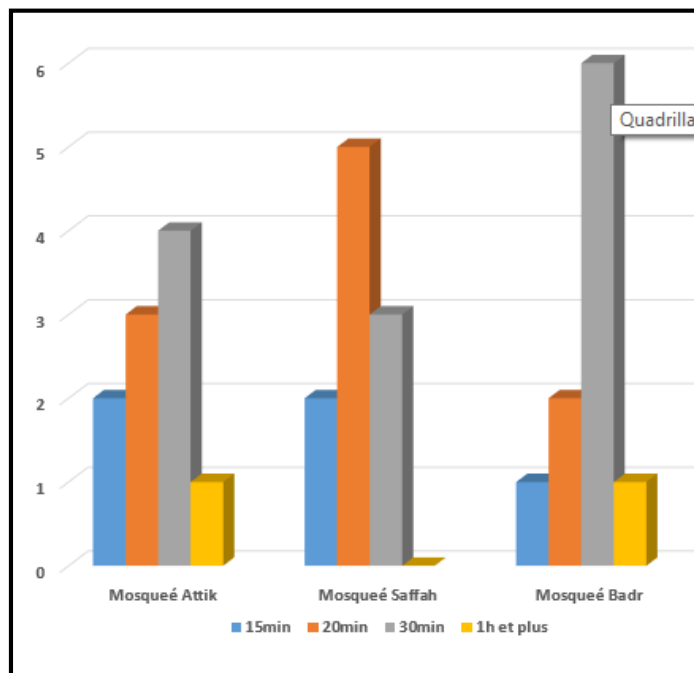
70% accèdent la mosquée entre 15h00 et 16h00.

70% des usagers pris dans la mosquée Badr entre 18h00 et 19h00.

90% d'usagers utilisent l'espace de prière entre 19h00 et plus

Nous remarquons que les horaires où les mosquées objets d'étude sont les plus fréquentées coïncident avec les temporalités des prises des photos et de simulation.

Question 4 : la durée passée dans les salles de prière des mosquées.



Graphique 4: Réponses à la question : la durée que passent les usagers dans les trois mosquées

Source : auteur

-Mosquée Attik : 40% des sujets interrogés restent dans la mosquée environ 30 minutes ,30% d'entre eux y passent 20 minutes,20% restent 15minutes et 10% passent environ une heure dans la mosquée .

-Mosquée Saffah : 50% des sujets interrogés restent dans la mosquée environ 20 minutes ,30% d'entre eux y passent 30 minutes,20 % ne passe que 15minutes dans la mosquée Saffah et personne ne reste 1 heure et plus.

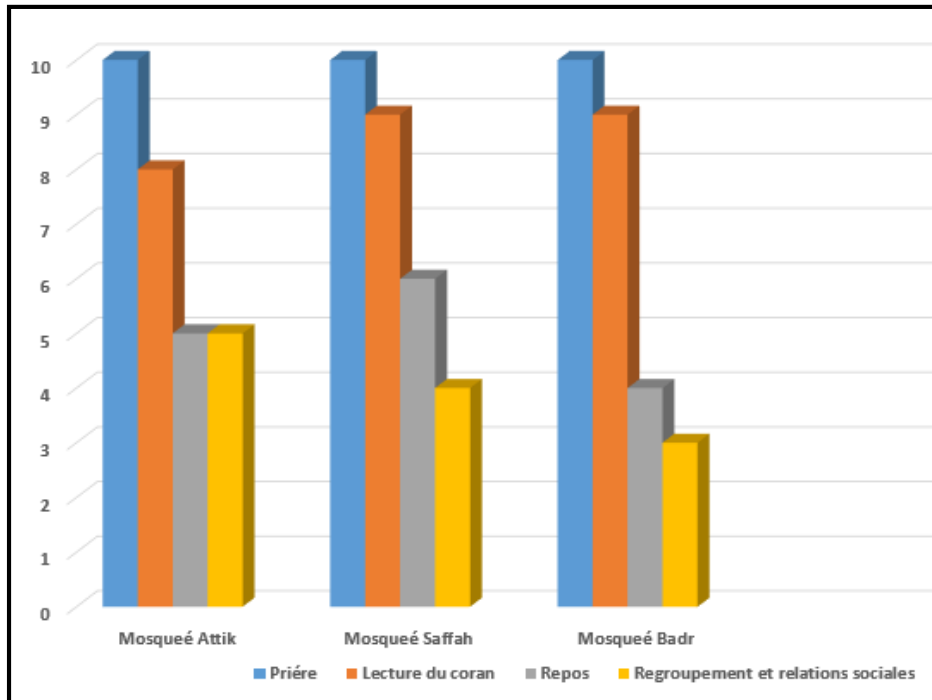
-Mosquée Badr : 60% des usagers de la mosquée Badr y passent environ une demi-heure Tandis que 20% d'entre eux restent 20 minutes et 10% des usagers ne restent que 15 minutes.et 10% restent environ une heure.

La plus grande majorité des prieurs questionnés passent une durée qui varie entre 20 minutes à 30 minutes dans les salles de prières des mosquées.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

Question 5 : les activités qui se déroulent dans la mosquée :



Graphique 5: Réponses à la question : Répartition des usagers selon l'activité dans les trois mosquées Source : auteur

-Mosquée Attik : 100% des gens fréquentent la mosquée pour la prière qui s'y déroule, 80% des prieurs pour la lecture du Coran, 50% y restent pour des relations sociales avec les habitants du quartier et 50% fréquentent la mosquée du quartier pour faire la prière et pour se reposer par fois .

-Mosquée Saffah : 100% des prieurs fréquentent la mosquée Saffah pour faire la prière, 90% des prieurs pour la lecture du Coran, 60% fréquentent la mosquée du quartier pour faire la prière et pour se reposer et 40% seulement y restent pour des relations sociales.

-Mosquée Badr : 100% des gens fréquentent la mosquée seulement en prient, 90% y restent pour la lecture du coran, 40% d'entre eux y vont pour se reposer et 30% y restent en se regroupant lors d'évènements sociaux, politiques, culturels, sportifs et religieux..

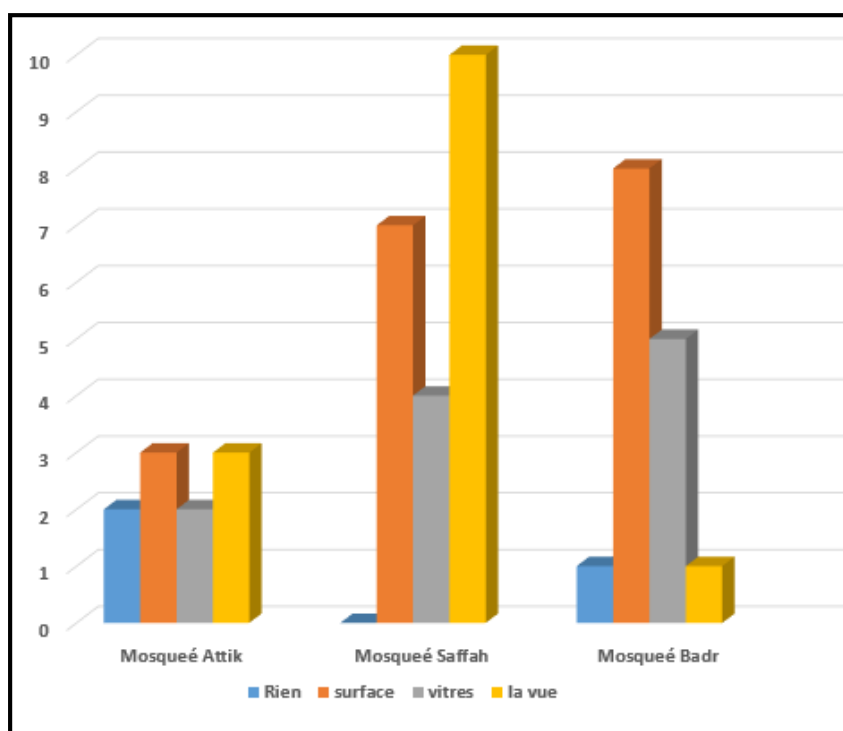
Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.2. Appréciation globale de l'environnement lumineux:

Dans ce volet, nous analysons l'appréciation de l'environnement lumineux par ses occupants, via des notions facilement perceptibles comme un espace lumineux, ensoleillé ou sombre.

V.2.1. Satisfaction des occupants par rapport à leur environnement

Les deux premières questions de la deuxième partie de notre questionnaire sont résolument générales et subjectives, leur intitulé « Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous plaît (ou déplaît) dans votre mosquée ? » laisse la porte ouverte à d'autres facteurs non concernés par notre recherche (chauffage, surface,...).

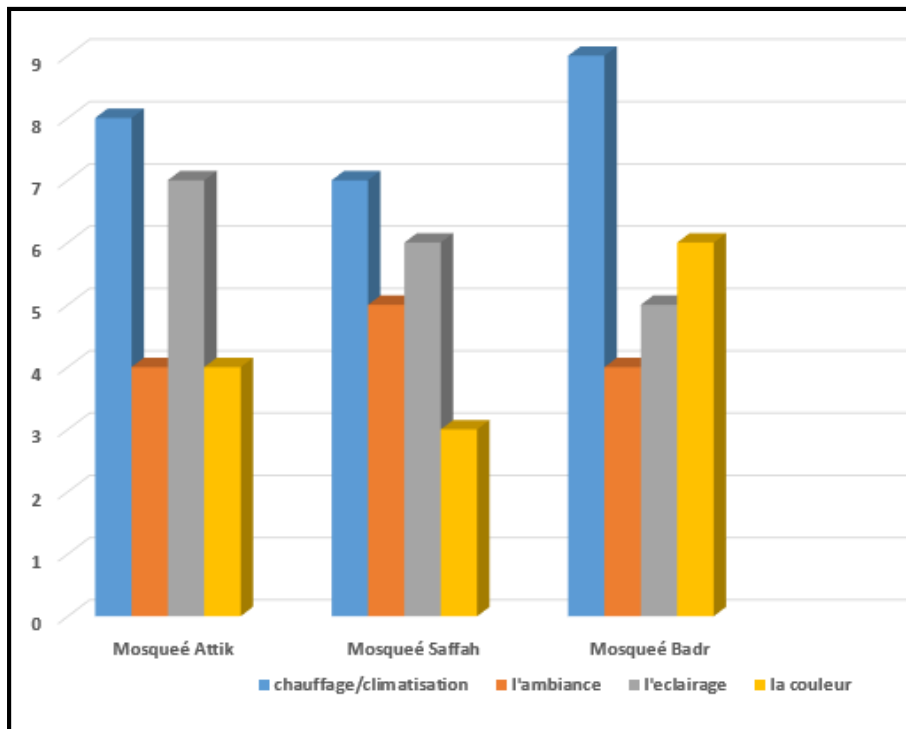


Graphique 6: Réponses à la question: Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous plaît dans votre mosquée? Source : auteur

À la question « Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous plaît dans votre mosquée ? », la majorité des occupants de la mosquée Attik ont mentionné « la surface et la vue », puis les vitres. Pour la mosquée Saffah la vue et la surface viennent en premier lieu comme éléments plaisants puis les vitres, Pour la mosquée Badr « la Surface » est l'élément le plus cité par ses occupants (8 fois), les vitres viennent compléter le classement.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.



Graphique 7: Réponses à la question: Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous déplaît dans votre mosquée? Source : auteur

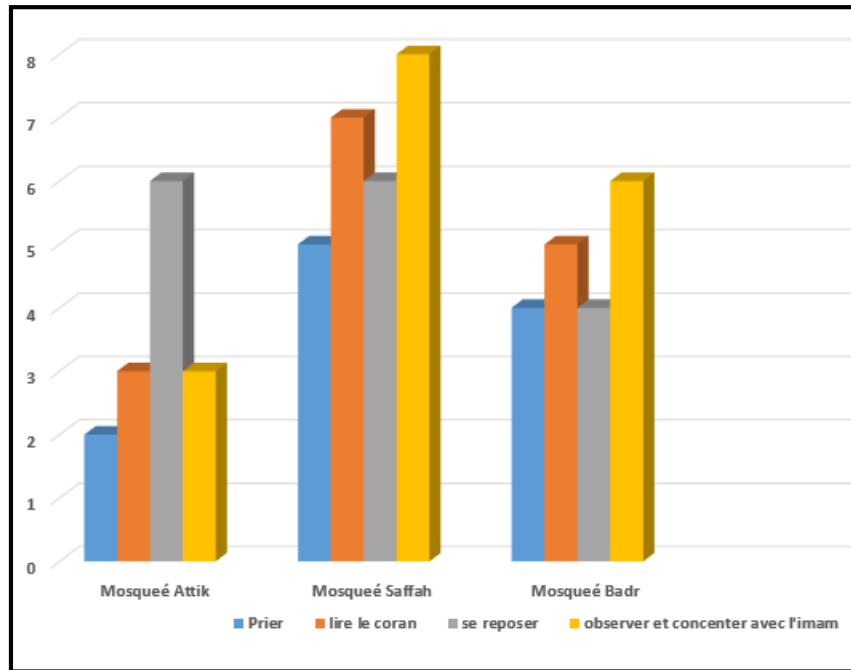
À la question « Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous déplaît dans votre mosquée ? », les deux éléments les plus déplaisants sont les mêmes pour les occupants des trois mosquées, à savoir respectivement la température ambiante et l'éclairage intérieur mais dans des proportions différentes. Pour les deux premières mosquées par exemple, l'éclairage est aussi déplaisant que la couleur pour ses occupants, mais pour ceux de la troisième mosquée c'est l'inverse .

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.2.2. L'appréciation de l'environnement lumineux selon l'usage de l'occupant

La question « L'éclairage de votre mosquée , convient -il pour prier , lire le coran ... » tente de définir les activités les plus adaptées aux mosquées selon leurs occupants respectifs.



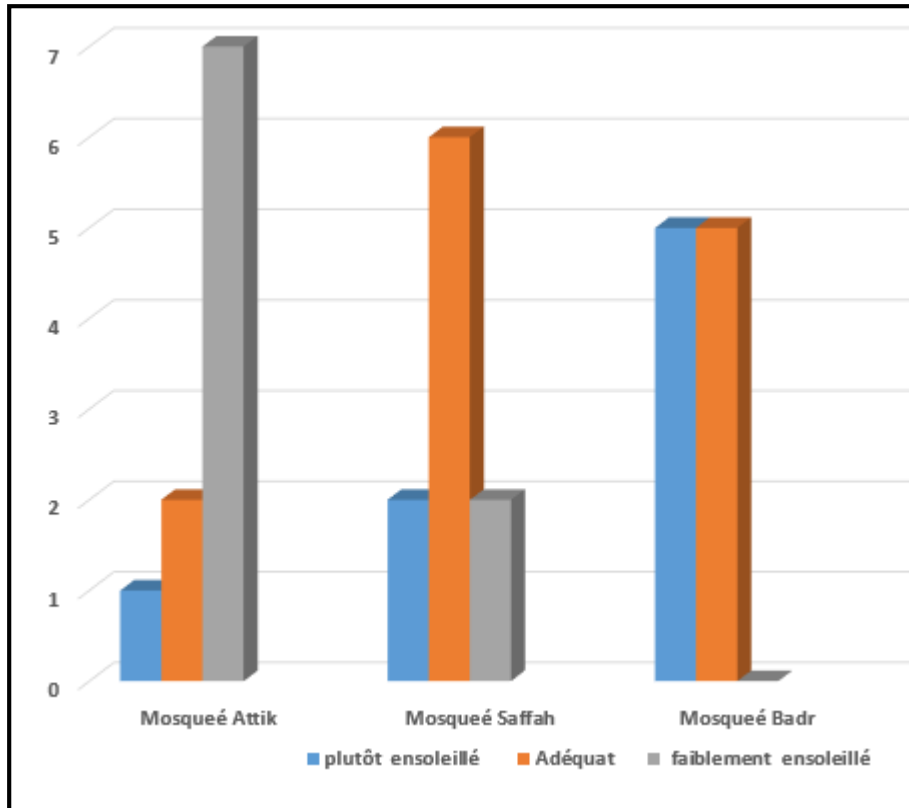
Graphique 8: Réponses à la question: L'éclairage de votre mosquée, convient-il pour ? (activités)

Source : auteur

Les deux mosquées Saffah et Badr semblent convenir en premier lieu à la lecture du coran et à l'observation de l'imam le jour de la khotba puis à la prière et le repos en deuxième lieu selon leurs occupants, elles arrivent en tête des réponses pour les deux mosquées .

Pour la mosquée Attik les résultats diffèrent, les occupants de la mosquée très peu ensoleillée semblent considérer leur mosquée moins convenable pour les différentes tâches prier , lire le coran ou bien observer l'imam , Bien que 60% des occupants de cette mosquée la trouvent convenable pour se reposer .

V. 2.3. Degré d'ensoleillement perçu



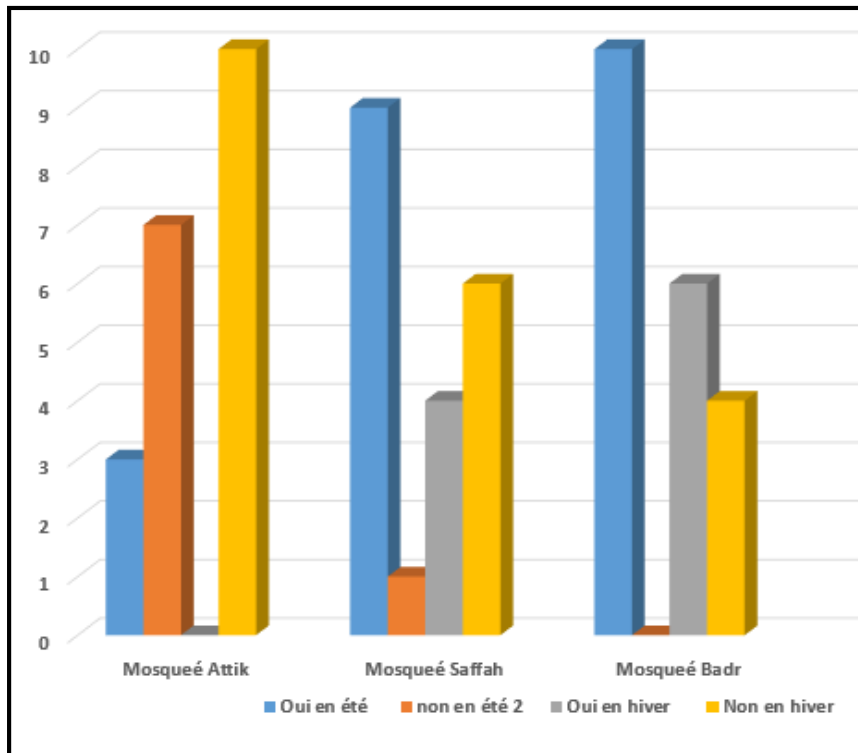
Graphique 9 : Réponses à la question : Comment trouvez-vous l'éclairage de votre mosquée? (ensoleillement) . Source : auteur

À la question « Comment trouvez-vous l'éclairage de votre mosquée ? », pour la mosquée Badr les réponses sont partagées entre « plutôt ensoleillé » et « adéquat » à 50 %, pour la mosquée Saffah 60 % des occupants sondés le trouvent « adéquat », et enfin 70% des occupants sondés dans la mosqueé Attik la trouvent « faiblement ensoleillé ».

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V. 2.4 Eclairage par la lumière du jour.

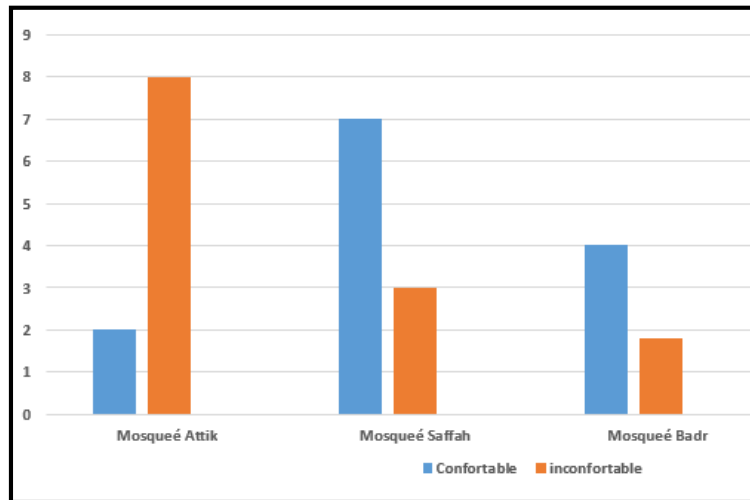


Graphique 10: Réponses à la question : Y'a-t-il assez de lumière du jour dans votre mosquée? (ensoleillement) . Source : auteur

À la question « Y'a-t-il assez de lumière du jour dans votre mosquée », 100 % des occupants de la mosqueé Attik la trouve insuffisante en hiver et 70 % aussi en été. 90 % des occupants de la mosqueé Saffah jugent la lumière du jour suffisante en été, contre 100 % pour ceux de la mosqueé Badr . on remarque que pour la période hivernale le problème de l'insuffisance est toujours posé pour les trois cas d'étude presque mais a des degrés différents .

V.3. Appréciation spécifique de l'environnement lumineux

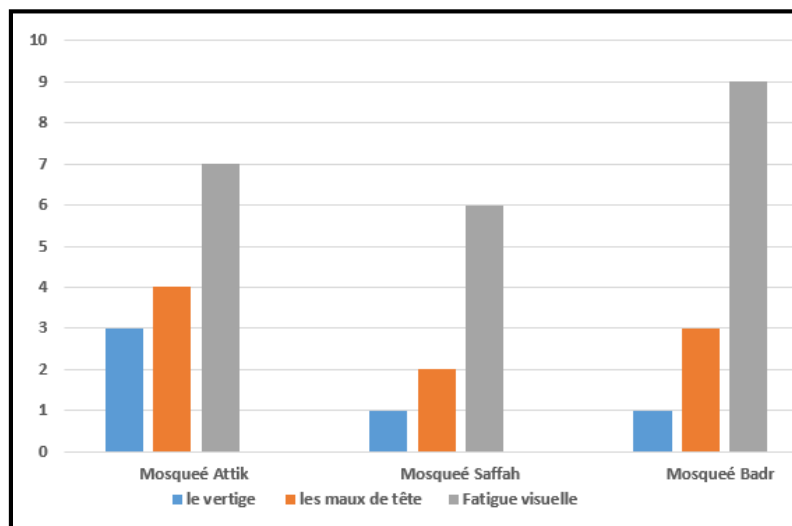
V.3.1. La qualité lumineuse perçue



Graphique 11: Réponses à la question : Comment trouvez-vous l'éclairage dans votre mosquée? (confort) .

Source : auteur

À la question « Comment trouvez-vous l'éclairage de votre mosquée?, seulement 20% des occupants de la mosquée Attik et 40 % de ceux de la mosquée Badr trouvent l'éclairage confortable, cependant, 70 % des occupants de la mosquée Saffah trouvent son éclairage confortable. Nous relevons que le niveau de confort visuel perçu par les occupants semble inversement proportionnel à la luminosité des mosquées , plus la salle de prière est lumineuse , moins son éclairage est perçu comme « confortable ».



Graphique 12: Réponses à la question : avez-vous déjà senti ces symptômes?. Source : auteur

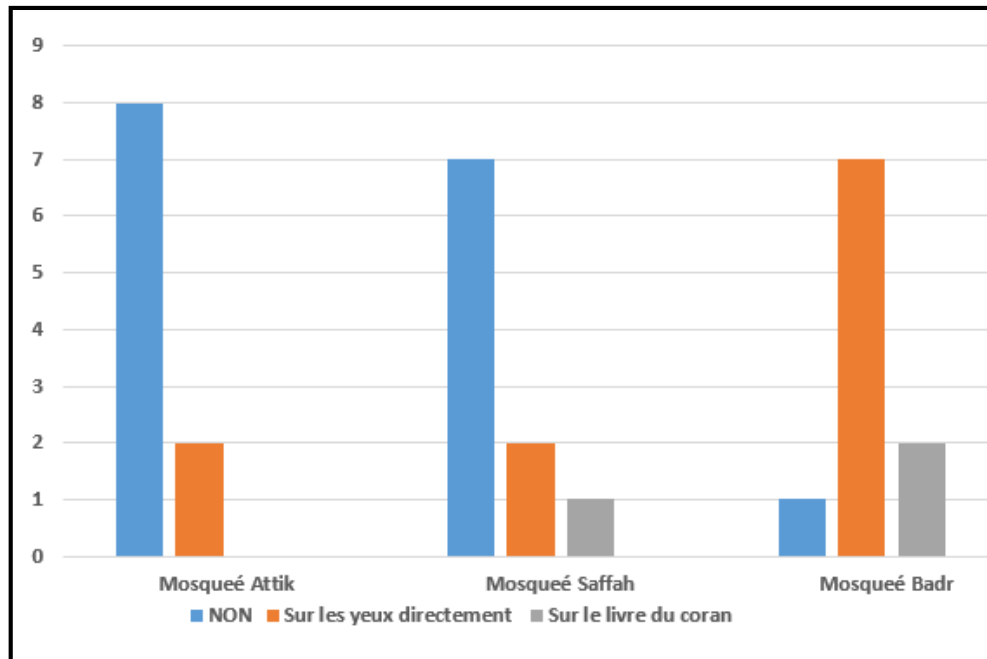
Les symptômes résultants des gênes visuelles affectent les occupants de façon relativement équitable, la moitié des occupants des trois mosquées a déjà souffert de fatigue visuelle, et presque le tiers d'entre eux a déjà souffert de maux de tête.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.3.2. L'éblouissement

À la question «Pendant votre activité à la salle de prière , avez -vous déjà senti l'éblouissement? », presque tous les occupants de la mosquée Badr ont déjà senti l'éblouissement pendant leur prière ou bien lors de lecture du coran , mais dans des proportions différentes selon les espaces.



Graphique13 :Pendant votre Activité à la salle de prière , avez -vous déjà senti l'éblouissement ?

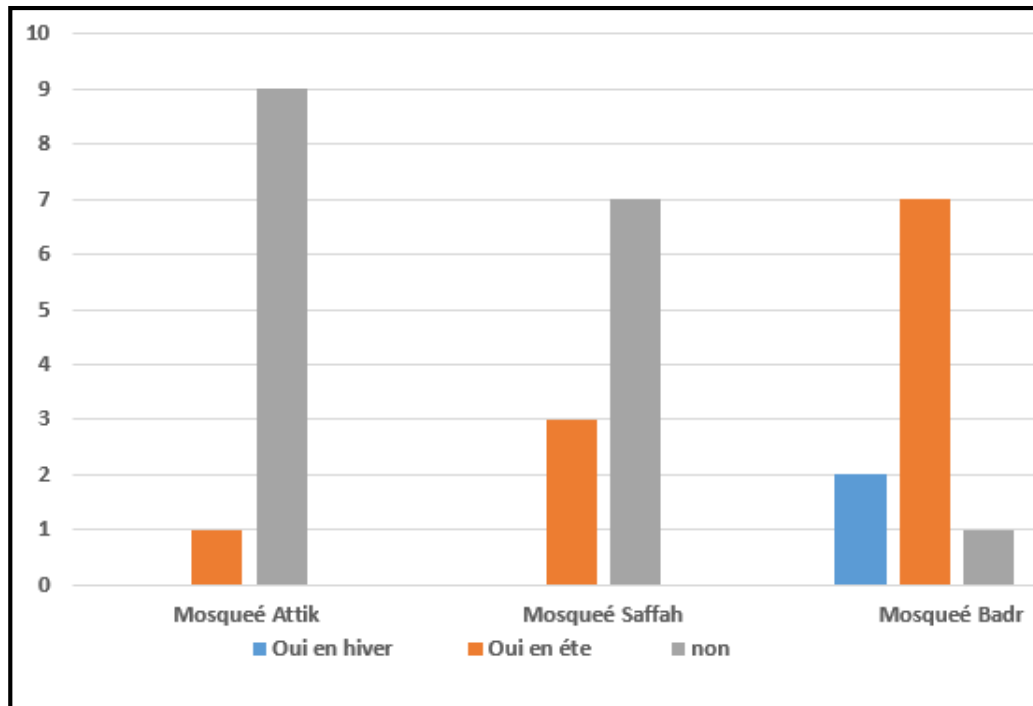
Source : auteur

À noter l'absence de l'éblouissement direct sur les yeux dans la mosquée Attik et Saffah et sa forte présence dans la mosquée Badr . Comme les résultats précédents ont fait état du faible ensoleillement de la mosquée Attik et du fort ensoleillement de la mosquée Badr .

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.3.3. Gênes directes sur les yeux



Graphique14: : Réponses à la question : Les rayons directs du soleil sont-ils gênants sur vos yeux

Source : auteur

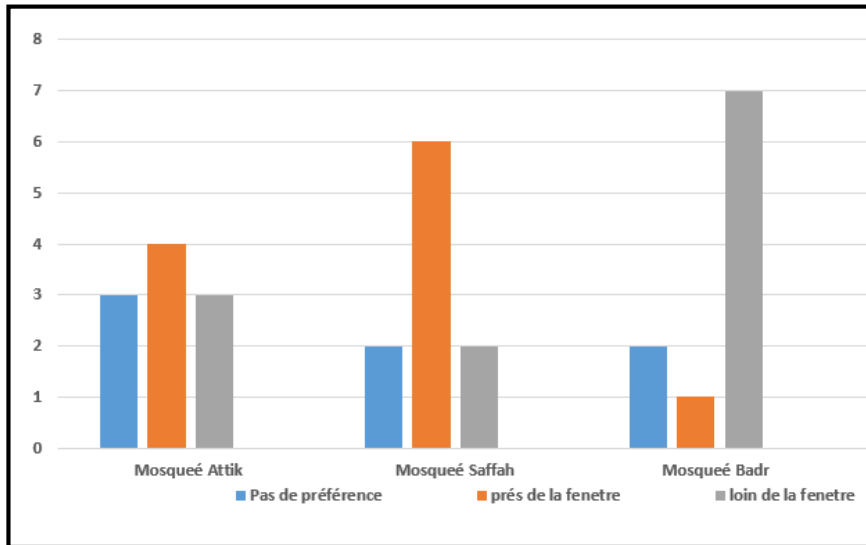
À la question « Les rayons directs du soleil sont-ils gênants sur vos yeux ? », 90% des occupants de la mosqueé Attik (peu ensoleillé) ne perçoivent pas cette gêne, par contre, ils sont seulement 10 % respectivement dans la mosqueé Badr (trop ensoleillée) à ne pas percevoir cette gêne.

30 % des occupants la mosqueé Saffah sont gênés par les rayons solaires sur les yeux en été, et 70 % des occupants ne perçoivent pas cette gêne.

V.4. Le contrôle de l'environnement lumineux

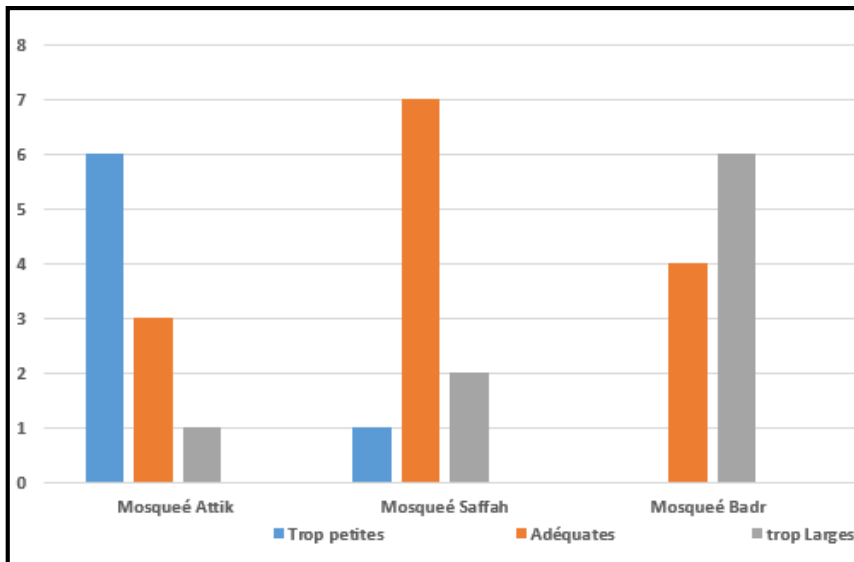
Dans ce volet, nous exprimons les résultats de notre enquête en relation avec le contrôle qu'exerce l'occupant sur son environnement lumineux. Cette notion est déterminante afin de caractériser la qualité lumineuse d'un espace.

V.4.1. Contrôle de l'environnement physique



Graphique15: : Réponses à la question : Où préférez-vous vous mettre ?. Source : auteur

À la question « Ou préférez-vous vous mettre ? 40 % et 60 % respectivement des occupants des salles de prière des mosquées Attik et Saffah ont une préférence pour la position près des fenêtres, mais 70 % des occupants de la salle de prière de la mosquée Badr sont totalement indifférents quant au choix de la position



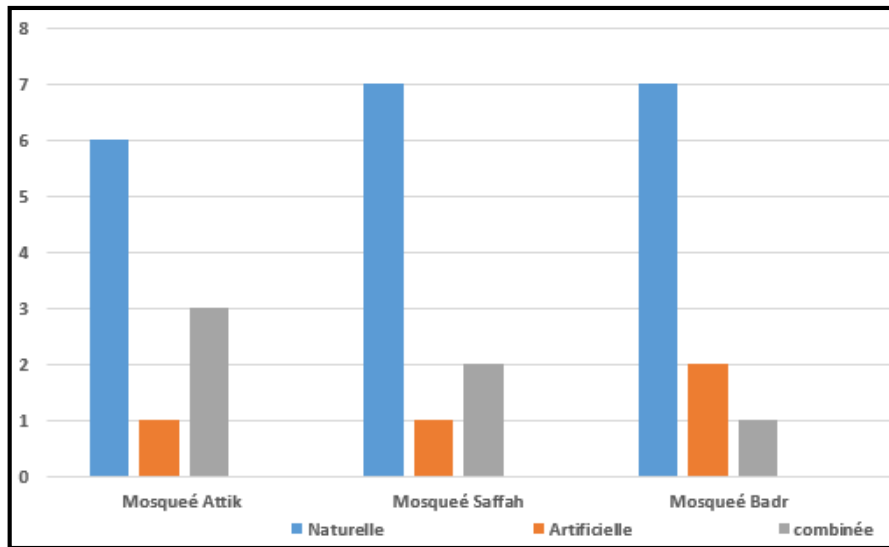
Graphique16: : Réponses à la question : comment jugez-vous la dimension des fenêtres dans votre salle de prière?. Source : auteur

À la question « comment jugez-vous la dimension des fenêtres », aucun occupant de la mosquée Badr ne trouve les fenêtres trop petites. Au contraire ils trouvent que les fenetres sont trop larges . Alors que les occupants de la mosquée Attik sont partagés entre « trop petites » et « adéquates », 70% des occupants la mosquée Saffah trouvent les dimensions des fenêtres adéquates, alors que 20 % les trouvent « trop larges ».

Partie pratique

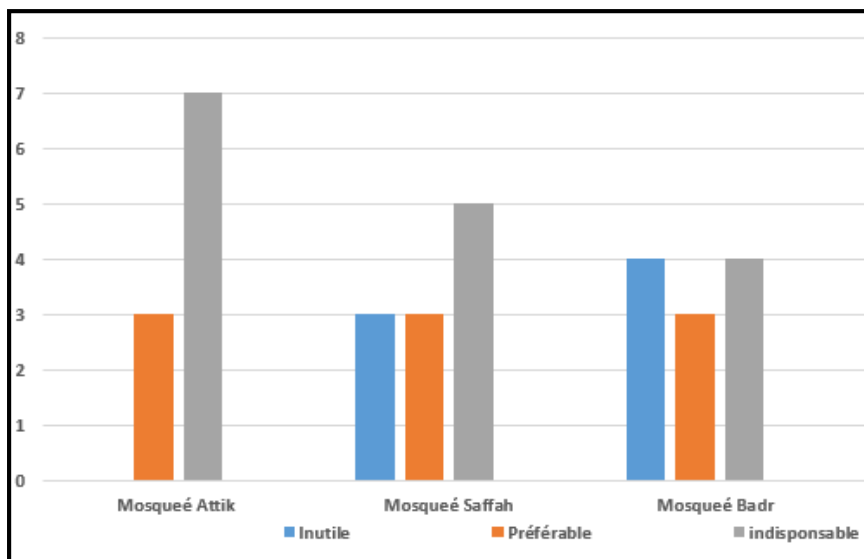
Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.4.2. Contrôle de l'éclairage électrique



Graphique17: Réponses à la question : Préférez-vous prier et lire sous la lumière naturelle, artificielle ou combinée ? Source : auteur

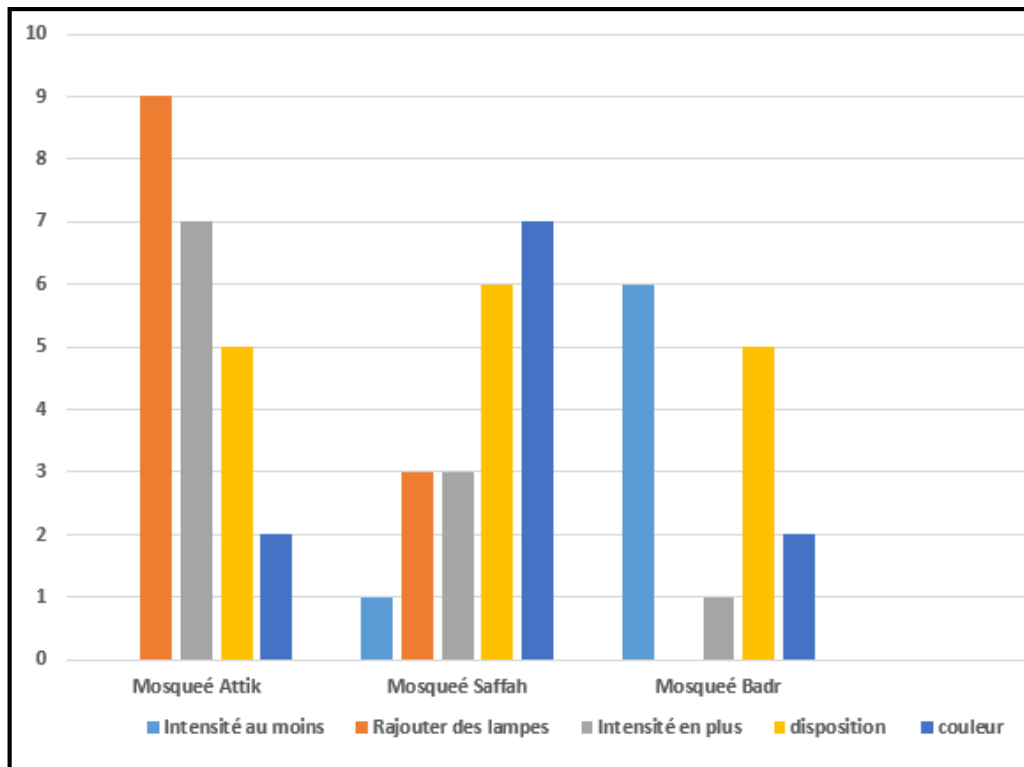
À la question « Préférez- vous prier et lisez sous la lumière naturelle, artificielle ou combinée », la majorité totale des occupants des trois mosquées préfèrent lire et prier sous une lumière naturelle, alors que 30 % des occupants de la mosquée Attik préfèrent un éclairage combiné.



Graphique18: Réponses à la question L'éclairage électrique de votre salle de prière est-il inutile, préférable ou indispensable ? Source : auteur

Quant à l'utilité de l'éclairage électrique, 70 % des occupants de la mosquée Attik le trouvent indispensable, 50% dans la mosquée Saffah et seulement 40% dans la mosquée Badr.

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.



Graphique19: Réponses à la question Si vous pouviez changer une chose dans l'éclairage électrique, de votre salle de prière ça serait ? ? Source : auteur

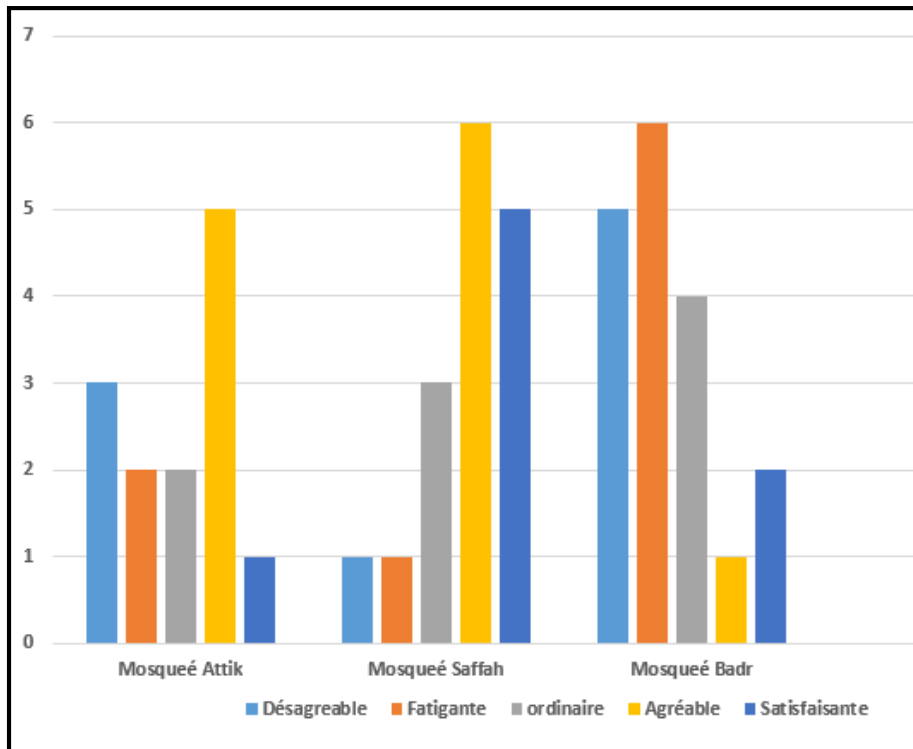
À la question « Si vous pouviez changer une chose dans l'éclairage électrique », rajouter des lampes ;avoir une intensité en plus et changer la disposition sont au centre des aspirations des occupants de la salle de prière de la mosqueé Attik ,tandis que 70 % des occupants de la salle de prière de la mosqueé Saffah veulent changer la couleur et 50 % d'entre eux veulent une d'autres dispositions,Un éclairage électrique moins intense, et des nouvelles dispositions sont les aspirations des occupants de la salle de prière de la mosqueé Badr .

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.4.3. Qualité de l'ambiances lumineuse interieure (subjective)

Pour finaliser une question très subjective a était poseé au occupants des trois mosquées .



Graphique20: Réponses à la question Comment qualifiez vous l'ambiance lumineuse , de votre salle de prière en general ? Source : auteur

Nous voyons donc que les avis des utilisateurs de la salle de prière de la mosqueé Attik diffèrent et où la majorité pensent que l'ambiance lumineuse est agréable , ordinaire ou fatigante et 30% seulement la trouvent désagréable.

La majorité absolue (60%) des utilisateurs de la salle de prière de la mosqueé Saffah trouve l'ambiance lumineuse à l'intérieur de la mosquée Saffah agréable, ou satisfaisante et une faible minorité seulement la trouve ordinaire fatigante ou bien désagréable .

60% des sujets questionnés qualifient l'ambiance lumineuse de la mosqueé Badr de fatigante et désagréable, tandis que 40% pensent qu'elle est ordinaire.

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

V.7. Synthèse de l'enquête de satisfaction effectuée par la méthode du questionnaire in-situ:

-Après avoir effectué une enquête de satisfaction par la méthode du questionnaire in-situ qui s'est adressée à trois échantillons à savoir les trois mosquées de la ville de Laghouat; nous avons pu récolter les informations nécessaires qui concernent les avis des utilisateurs des mosquées des trois cas d'étude sur leur vie urbaine ainsi que leur appréciations sur un volet de notre sujet d'étude en l'occurrence la qualité de l'éclairage naturel intérieur qui est un aspect subjectif et qui complète le prochain volet (simulation) : **la quantité de l'éclairage naturel** qui constitue un aspect objectif et calculable.

-Nous avons choisi d'axer notre enquête sur un questionnaire, l'approche conventionnelle de l'éclairage intérieur basée sur des mesures physiques ignore complètement des aspects humains, comme la perception des occupants qui peut être négative malgré les mesures physiques qui attestent de la qualité des lieux (Mallory-Hill, 2004). De plus, un éclairage uniquement fonctionnel ne permet généralement pas de créer des environnements lumineux confortables, et ce, en dépit du bon éclairage du plan de travail. (Sherph erd 1989. Cité par Coutellier, 2006)

-La passation et le déroulement du questionnaire est une tâche qui nous a demandé un bon temps de travail afin d'assister les sujets questionnés et clarifier certaines ambiguïtés si elles existent pour de les aider à donner leurs avis concernant nos questionnements.

-Après traitement des résultats, on a remarqué une diversité des usagers des mosquées du point de vue tranches d'âges, activités ; densité de fréquentation des mosquées ainsi que les durées qu'ils y passent à l'intérieur, ce qui nous a permis de connaître et d'analyser leurs points de vue sur les ambiances lumineuses qui règnent durant l'année.

- L'éclairage est le deuxième critère d'insatisfaction chez les occupants des trois mosquées après le facteur thermique, ce qui correspond au classement des éléments les plus importants pour une salle de prière confortable selon eux.

- L'ensoleillement moyen annuel des salles de prières des deux mosquées Saffah et Badr est assez important., il est néanmoins perçu différemment par les occupants suivant les saisons, où l'orientation des ouvertures influence la manière de capter la lumière du jour. La salle de prière de la mosquée Attik est très peu ensoleillée par contre, et cela se répercute sur l'appréciation des occupants de cet ensoleillement.

Partie pratique

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

- L'appréciation d'un éclairage d'une salle de prière confortable semble être inversement proportionnelle à sa luminosité, ce qui suggère des gênes visuelles causées par l'éclairage .
- L'éblouissement touche la totalité des occupants sous différentes formes, il représente donc la gêne visuelle majeure que subissent les occupants des salles de prière.
- Les gênes visuelles directement sur les yeux des prieurs touchent les salles de prière les plus ensoleillées, la morphologie des espaces influe sur l'ampleur de cette gêne.
- La majorité des occupants des salles de prière moyennement ou fortement ensoleillées (Saffah et Badr) préfèrent prier et lire sous un éclairage naturel, ceux de la mosquée Attik préfèrent un éclairage combiné par contre.
- L'éclairage électrique semble plus indispensable pour les occupants de la salle de prière la plus sombre que ceux des salles de prière les plus ensoleillées.
- Les aspirations des utilisateurs des trois salles de prière en matière de contrôle de leur environnement lumineux semblent se porter sur la régulation de l'intensité de l'éclairage, une meilleure disposition des luminaires et une répartition uniforme de la lumière.

Tout cela nous mène à dire que les utilisateurs de la mosquée Saffah sont plutôt satisfaits des ambiances lumineuses saisonnières .Quant à ceux du Attik et Badr, ils sont très insatisfaits des ambiances lumineuses de leurs mosquées: les utilisateurs de Attik durant la période hivernale et ceux du Badr pour la période estivale. Le rôle et l'importance de la fenêtre dans une mosquée est claire vu que la majorité des prieurs qui préfèrent d'être à côté de la fenêtre pour bénéficier de l'éclairage naturel et de l'aération. Parfois, quelque prieurs souffrent d'un excès de lumière. Les usagers ont exprimé aussi leurs sensations de chaque salle de prière.

Évaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les mosquées par la méthode d'observation et le questionnaire.

VI. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a recouru à l'usage de deux techniques de recherche qui sont : l'observation et le questionnaire et dont notre but est d'évaluer qualitativement l'éclairage naturel des salles de prière des mosquées. Par ces deux techniques d'évaluation de la lumière naturelle, on a une vision plus claire sur le comportement de la lumière et la façon dont elle est perçue par les usagers des mosquées.

Alors, les observations de l'espace et le questionnaire effectués sur place nous ont permis de collecter certaines informations relatives aux comportements des usagers ainsi que leurs appréciations quant à la qualité et la quantité de la lumière présente dans les salles de prière des différentes mosquées. Ces informations compléteront par la suite ceux de la simulation.

Cette étape de travail qui est l'évaluation subjective de la lumière naturelle a constitué l'outil permettant de faire une estimation qualitative de l'éclairage naturel complémentaire de la prochaine partie qui est l'estimation quantitative effectuée par la simulation.

La subjectivité caractérise toujours l'appréciation de la lumière naturelle, de la part des usagers. Ce qui constitue une entrave pour la pertinence de ce genre de recherche car ce genre de sensation relève du subconscient. La perception des phénomènes diffère d'une personne à une autre, ainsi que l'interprétation et la description du sentir reste toujours difficile à évaluer, et non convaincante en général pour l'esprit scientifique cartésien.

Chapitre 5 :

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

I. Introduction :

Ce chapitre est consacré à l'évaluation objective de la lumière naturelle dans les mosquées à travers la simulation numérique par les logiciels qui nous permet d'avoir une vue détaillée et précise du comportement de la lumière naturelle dans les trois mosquées ce par un suivi du mouvement et de la trajectoire du soleil pendant les journées et les temporalités choisis pour les mesures d'éclairement lumineux et de la luminance .

Dans ce cas-là , deux logiciels ont été adoptés (Ecotec et Radiance)ces derniers permis une simulation numérique de l'éclairage naturel sur les plans qualitatif et quantitatif dans les salles de prière des mosquées choisis, et son apport sur le confort visuel des prieurs , Notant que la simulation numérique est devenue un outil fiable et très important dans la conception et la planification de tout projet d'éclairage.

Première partie : Enquête par simulation

II.1 présentation des logiciels de Simulation numérique :

Pour établir cette numérisation, nous avons eu recours à deux logiciels afin d'atteindre des résultats précis. Le premier logiciel est ECOTEECT, dans sa version la plus récente 2011, via lequel nous avons réalisé une simulation des niveaux d'éclairement intérieurs, ceci sous les états de ciex couvert, semi couvert et nuageux. le second logiciel est RADIANCE β 2, qui traite les mêmes aspects sous différents états des ciex, y compris le ciel dégagé.

II.1.1.Bref aperçu sur le logiciel de simulation de l'éclairage naturel ECOTEECT 2011; (H.Oubaid 2014)

Le logiciel ECOTEECT a été créé pour démontrer certaines idées présentées dans la thèse du docteur Andrew MARSH à l'École d'Architecture et des Beaux-arts à l'Université de l'Australie. Avec la collaboration de l'architecte Caroline RAINES le logiciel a subi quelques changements principaux depuis sa création :

- La première version 2.5 commercialisé en 1997,-la version 3.0 en 1998, la version 4.0 en 2000, la version 5.0 en juin 2002, la version 5.2 en juin 2004, la version 5.5 en septembre 2005, la version 2010 et la version 2011 ou basée significativement sur les fonctionnalités des versions précédentes en présentant une gamme de nouvelles fonctions d'analyse.

ECOTEECT est un software multicritère d'aide à l'optimisation de la performance environnementale du bâtiment, comprend entre autres applications : une visualisation 3D, une analyse de la radiation solaire, une analyse de l'éclairement, et même aussi une analyse thermique et une analyse acoustique.

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

II.1.2. Bref aperçu sur le logiciel de simulation Radiance, avantages et validation : (H.Oubaid 2014)

Développé en tant qu'outil de recherche pour l'exploration des techniques avancées de rendu en éclairage à la fin des années 80, Radiance a par la suite évolué en un puissant système de visualisation lumineuse. Le logiciel est unique en ce qui concerne sa capacité à simuler le comportement de la lumière au sein d'environnements complexes, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer (Cantin, F.2008) , Radiance constitue sans contredit l'outil de simulations de la lumière le plus puissant et le plus flexible présentement offert au chercheur.

II.2. Evaluation numérique de l'éclairage naturel dans les mosquées par simulation :

L'objectif de cette démarche c'est d'analyser quantitativement et qualitativement l'éclairage naturel dans les mosquées choisis comme cas d'étude d'une part, et d'autre part d'établir une comparaison entre ses différentes mosquées afin de déceler les aspects positifs et négatifs de l'éclairage naturel intérieur de chacune.

II.2.1. comment faire ?

a-effectuer des simulations numériques à l'aide des deux logiciels dans les différentes périodes de l'année.

b-classer les résultats des différentes périodes de l'année.

c-usage des valeurs (Luminance, éclairement moyen horizontal a une hauteur de 0.4 m su sol celle du Coran entre les mains d'un prier, éclairement vertical) .

d-représentation graphiques (image de synthèse) et comparaison par rapport aux normes d'éclairement recommandées (norme NBN EN 12464-1 recommande un éclairement de 500 lux pour une bonne lecture du livre dans notre cas c'est celui de coran)

Ref. no.	Type d'intérieur, tâche ou activité	E _m	UGR _L	R _a	Remarques
3.1	Classement, transcription	300	19	80	
3.2	Écriture, dactylographie, lecture, traitement de données	500	19	80	Pour le travail sur écran, voir 4.11
3.3	Dessin industriel	750	16	80	
3.4	Stations de travail de conception assistée par ordinateur	500	19	80	Pour le travail sur écran, voir 4.11
3.5	Salles de conférence et de réunion	500	19	80	Il est recommandé un contrôle de l'éclairage
3.6	Réception	300	22	80	
3.7	Archives	200	25	80	

Tableau 05 : Extrait de la norme NBN EN 12464-1.source Code de Bonne Pratique en Eclairage Intérieur

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

II.2.2 .Choix de la période, la journée et le moment de l'évaluation de l'éclairage naturel :

Trois périodes de l'année ont été choisies (estivale, hivernale, et équinoxe) et une journée représentative est choisie dans chaque période (celle du vendredi), tel que vendredi 25 Décembre, vendredi 25 Mars et vendredi 24 Juin et un seul temps de simulation (prière de vendredi à 13h la période la plus fréquentée par les prieurs).

Nb : le choix s'est fait sur la prière de vendredi vu que c'est la seule période hebdomadaire où les prieurs passent un moment considérable dans la mosquée .

II.2.3. Méthodologie d'analyse de la simulation :

Une première lecture doit être faite entre les points de la même salle de prière de chaque mosquée pour vérifier s'il existe une homogénéité de la répartition des éclairages lumineux et des luminances dans la même salle ou alors dans le cas contraire essayer de trouver les facteurs influents sur ces niveaux d'éclairage afin de justifier les éventuelles variations.

En deuxième lieu, une comparaison devra être effectuée entre les niveaux d'éclairage lumineux ainsi que les niveaux des luminances des Mosquées pendant les trois périodes de mesures (Juin, Mars et Décembre).

A une autre échelle de lecture, une comparaison doit être faite entre les différentes salles de prière des trois mosquées pour pouvoir conclure à quel point la forme de salle de prière ; le type d'éclairage naturel l'orientation et l'environnement immédiat de chaque mosquée peuvent-ils influencer sur les niveaux d'éclairage lumineux , l'uniformité de l'éclairage, et la luminance dans chaque mosquée .

III. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la mosquée EL Attik :

Rappel : la salle de prière de la mosquée Attik est caractérisée par deux types d'éclairage : un éclairage unilatéral présent sur une seule façade et un éclairage zénithal sur le toit de la nouvelle partie d'extension de la mosquée.

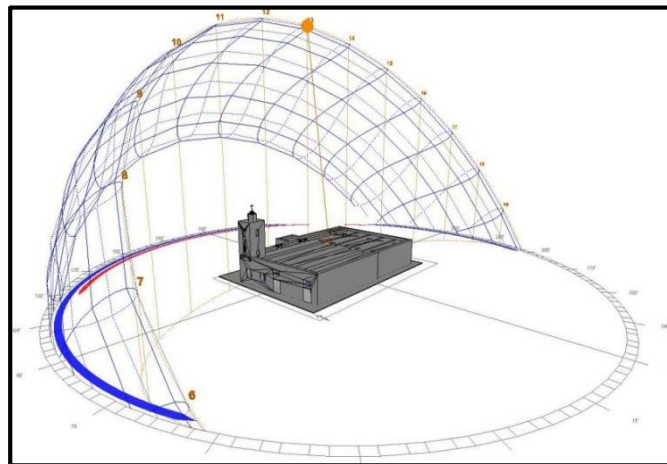
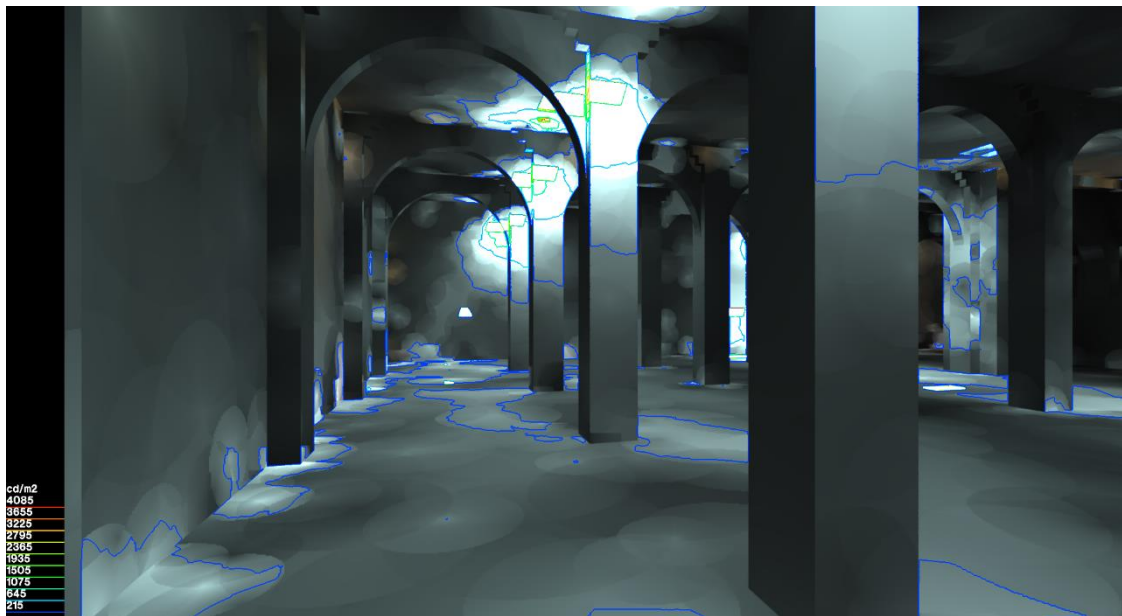
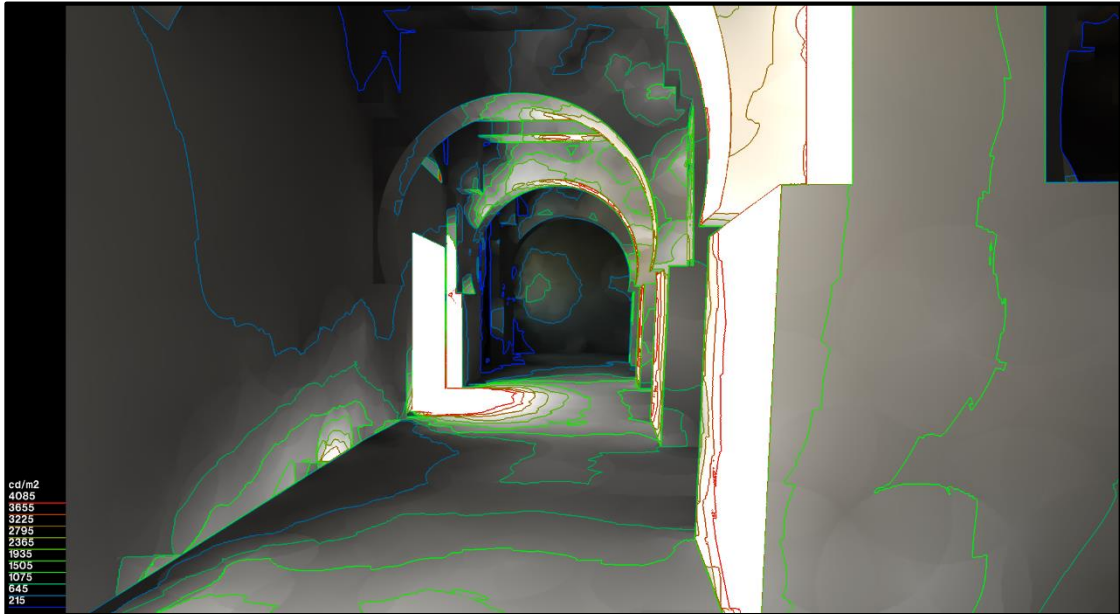


Figure 105: vue sur la modélisation en 3d de la mosquée Attik source : (auteur)

III.1.Période estivale (prière de vendredi 24 Juin 2016 à 13h) :

II.1.1 la luminance :



Figures 106 ,107 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période estivale source : auteur

La salle de prière de la mosquée Attik se compose de plusieurs zones avec un fort contraste entre elles:

-Zone 01 (figure 106) (près de la porte et des fenêtres) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont les plus élevées (situées entre $4085\text{cd}/\text{m}^2$ - $215\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone 02 (figure 107) (en bas des puits de lumière) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont les plus au moins élevées aussi (situées entre $1935\text{cd}/\text{m}^2$ - $215\text{cd}/\text{m}^2$).

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

-Zone3 (zone intermédiaire qui représente le reste de la salle de prière) : La profondeur de cette zone est très importante (occupe la plus grande partie de la salle de prière) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont trop basses (moins de 150 cd/m^2).

- Le seul mur de fenestration et les puits de lumières devisent la salle de prière en trois zones de luminance différente. Les surfaces de la zone 1 et 2 reçoivent les niveaux de luminance les plus élevées donc c'est les surfaces les plus claires, Le reste de la salle est sombre vu qu'il présente les valeurs de luminances les plus faibles.

-Les zones 1 et 2 peuvent causer l'éblouissement sur le champ visuel des prieurs à cause de leur forte luminance et la zone du reste de la salle peut constituer un fort contraste par sa faible luminance.

-L'ensemble de la salle de prière reste un environnement lumineux non homogène dans sa totalité.

III.1.2. Les niveaux d'éclairage moyen

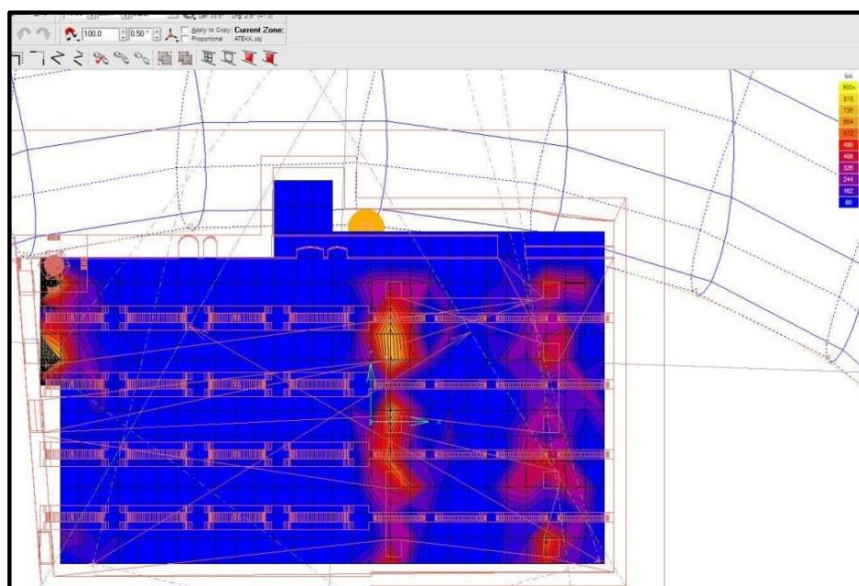


Figure 108 : niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Attik dans la période estivale source : auteur

La figure 108 prouve que l'éclairage intérieur horizontal a 0.4 m du sol est loin d'être uniforme (varie entre 80 lux – 900 lux) et l'éclairage unilatéral ainsi que le zénithal a pour effet une concentration de la lumière naturelle au niveau du mur de fenestration pour l'unilatéral et au niveau de la partie basse des ouvertures zénithales.

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

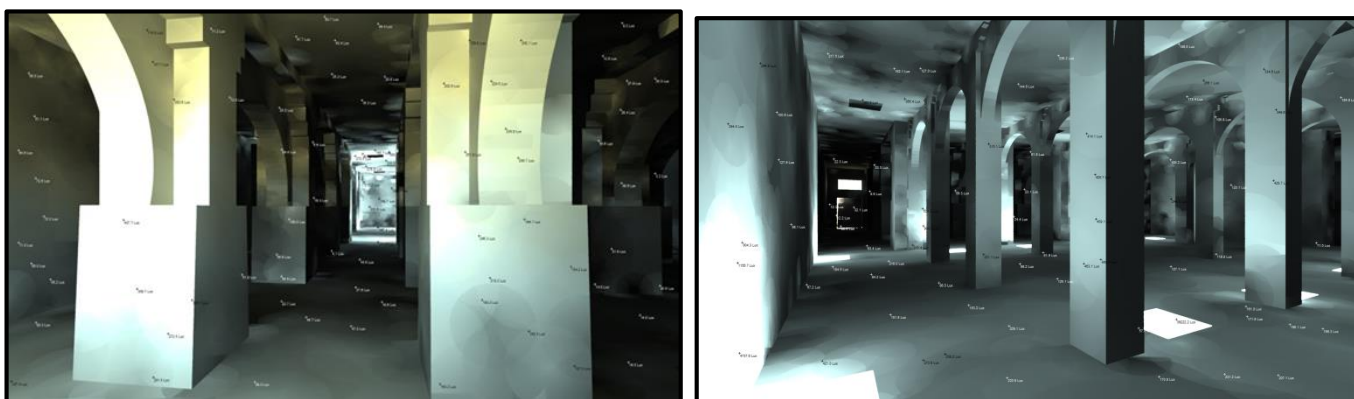


Figure 109. 110: rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Attik a 13 h dans la période estivale source : auteur

Pour ce qu'est de l'uniformité de la répartition verticale, l'éclairage vertical n'est pas uniformément reparti durant la période estivale on remarque toujours que les valeurs max sont soit parallèles au mur de fenestration (figure110) soit sur le plan vertical juste en bas des puits de lumière de l'éclairage zénithal (figure109), donc les prieurs positionnés a côté des fenêtres ou bien en bas des puits de lumière sont toujours exposé aux taches solaires dues à l'excès de lumière naturelle intérieure. par contre le reste de la salle de prière reste plus sombre (problème de l'uniformité).

III.2.Période d'équinoxe (prière de vendredi 24 Mars à 13h) :

III.2.1 la luminance

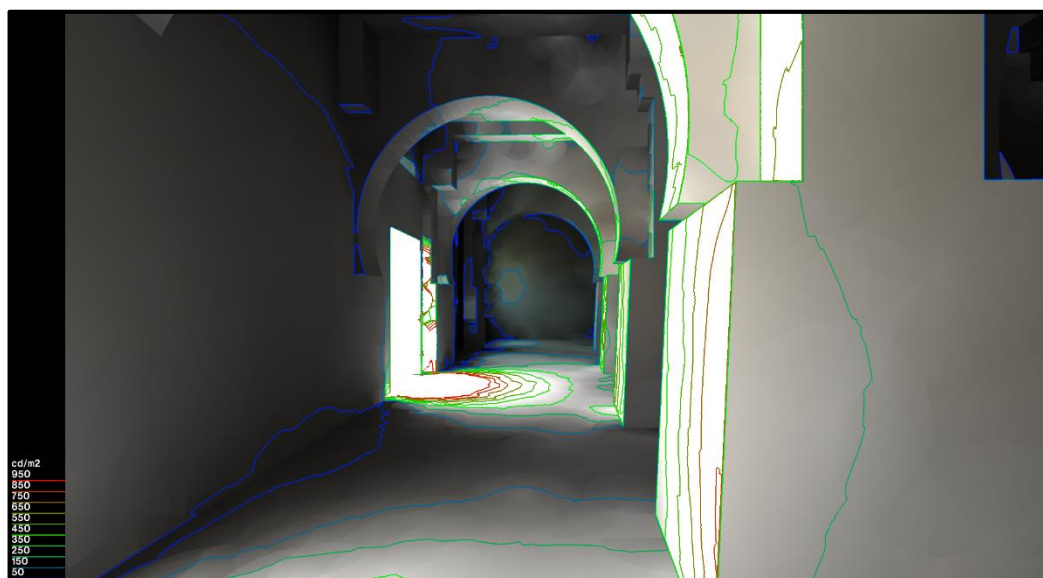


Figure 111 : rendu de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe source : auteur

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

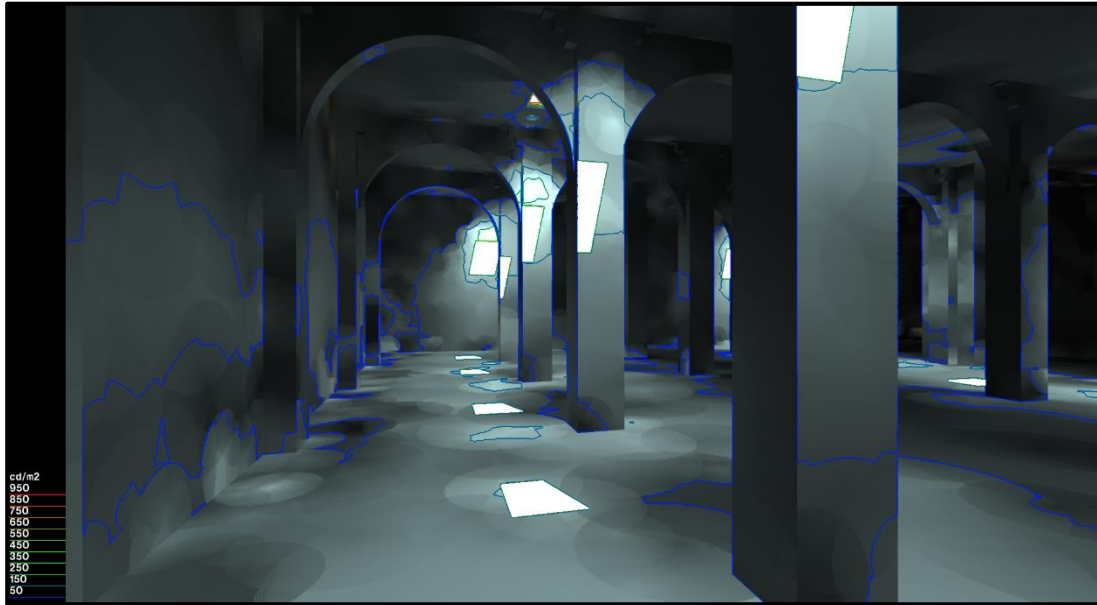


Figure 112 : rendu de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe source : auteur

Le zoning est le même que celui de la période estivale et les valeurs sont différentes en fonction de la saison :

-Zone 01 (figure 111) (mur latéral) : les valeurs de luminances enregistrées dans cette zone sont les plus élevées (situées entre $950 / m^2$ - $50 cd / m^2$).

-Zone 02 (figure 112) (en bas des puits de lumière) : les valeurs de luminances enregistrées dans cette zone sont les plus au moins élevées aussi (situées entre $750 cd / m^2$ - $50 cd / m^2$) avec la présence de taches trop claires sur la surface horizontale.

-Zone3 (zone intermédiaire qui représente le reste de la salle de prière) : La surface et la profondeur de cette zone est très importante (occupe la plus grande partie de la salle de prière) : les valeurs de luminances enregistrées dans cette zone sont trop basses (moins de $50 cd / m^2$).

- Le seul mur de fenestration et les puits de lumières devisent la salle de prière en trois zones de luminance différente dans la période d'équinoxe. Les surfaces de la zone 1 et 2 reçoivent les niveaux de luminance les plus élevées donc c'est les surfaces les plus claires, Le reste de la salle est sombre vu qu'il présente les valeurs de luminances les plus faibles.

-L'ensemble de la salle de prière reste dans sa totalité un environnement lumineux non homogène dans la période d'équinoxe.

III.2.2. Les niveaux d'éclairage moyen

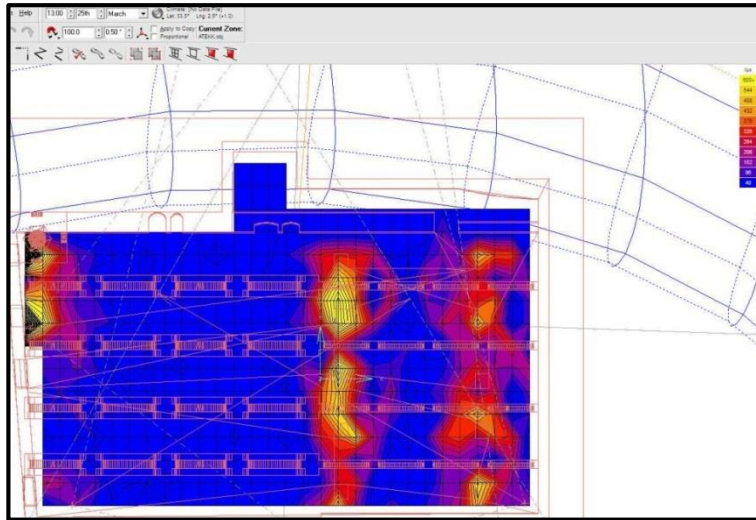


Figure 113: niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Attik dans la période d'équinoxe source : auteur

La figure 113 prouve que l'éclairage intérieur horizontal moyen a 0.4 m du sol de la période d'équinoxe est très loin d'être uniforme (varie entre 40 lux – 600 lux) et un grand écart est enregistré (560 lux) entre les valeurs maximales et minimales de l'éclairage, des valeurs trop basses dans l'ensemble de la salle de prière et L'éclairage unilatéral ainsi que le zénithal a pour effet une concentration de la lumière naturelle au niveau du mur de fenestration pour l'unilatéral et au niveau de sol pour le zénithal.

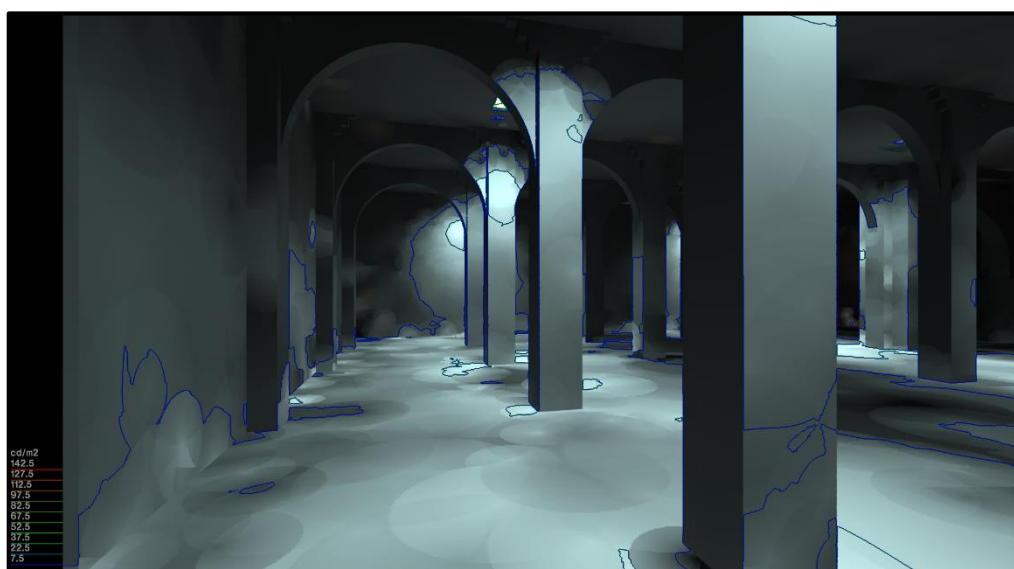
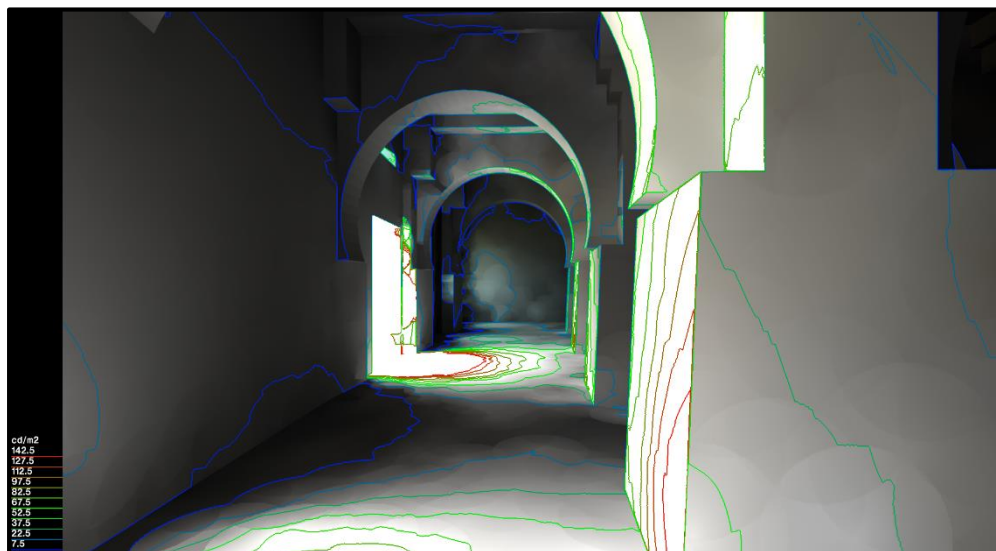


Figure114. 115: rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période d'équinoxe source : auteur

Pour ce qu'est de l'uniformité de la répartition verticale de la lumière naturelle sur tout l'espace ,le problème de l'obscurité presque totale et les taches solaires s'imposent toujours vu que l'éclairage n'est pas uniformément reparti verticalement on remarque toujours que les valeurs max sont soit parallèles au mur de fenestration (figure114) soit en bas des puits de lumière de l'éclairage zénithal (figure115),

III.3.période hivernale : (prière de vendredi 25 Décembre à 13h) :

III.3.1.la luminance



Figures 116 ,117 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Attik à 13 h dans la période hivernale source : auteur

La période hivernale est la période critique de la salle de prière de la mosquée Attik les valeurs de luminances enregistrées sont trop basses :

- Les valeurs de luminances enregistrées dans zone1 (situées entre $142 /m^2$ - $7.5cd /m^2$) (figure 116).
- Les valeurs de luminances enregistrées dans zone 2 (en bas des puits de lumière) (situées entre $22cd /m^2$ - $7.5 cd /m^2$) (figure 117).
- La totalité de la salle reste trop sombre et hétérogène par rapport aux deux autres parties les plus claires les valeurs de luminances enregistrées dans cette zone sont trop basses (moins de $10 cd /m^2$).

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

-L'ensemble de la salle de prière reste dans sa totalité un environnement lumineux non homogène dans la période hivernale aussi.

III.3.2. Les niveaux d'éclairement moyen

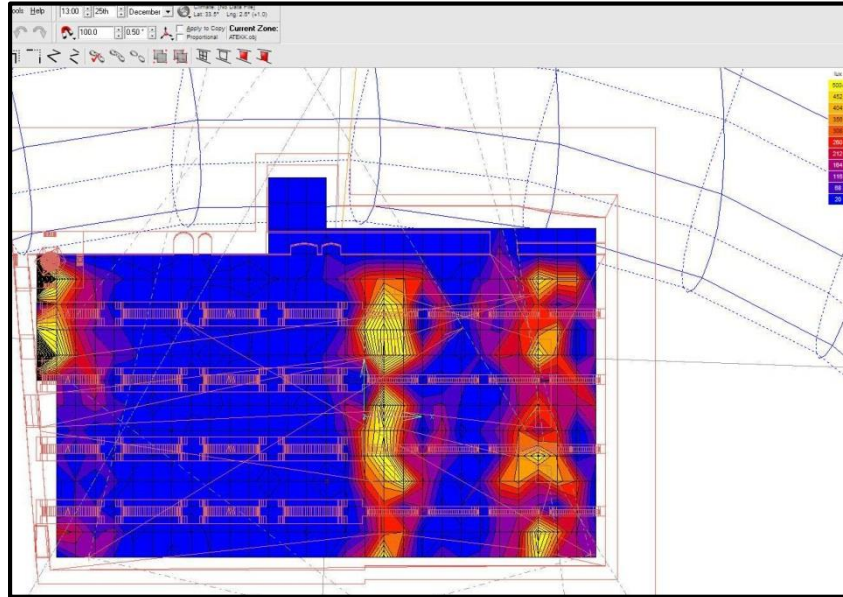


Figure 118: niveaux d'éclairement horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Attik dans la période hivernale Source : auteur

La figure 118 prouve que les valeurs de l'éclairage intérieur horizontal moyen de la période hivernale sont trop basses et loin d'être uniforme (varie entre 20 lux – 430 lux) et un grand écart est enregistré (400 lux) entre les valeurs maximales et minimales de l'éclairage, des valeurs trop basses dans l'ensemble de la salle de prière et hors la norme recommandée et L'éclairage unilatéral ainsi que le zénithal a pour effet une concentration de la lumière naturelle au niveau du mur de fenestration pour l'unilatéral et au niveau de sol pour le zénithal..

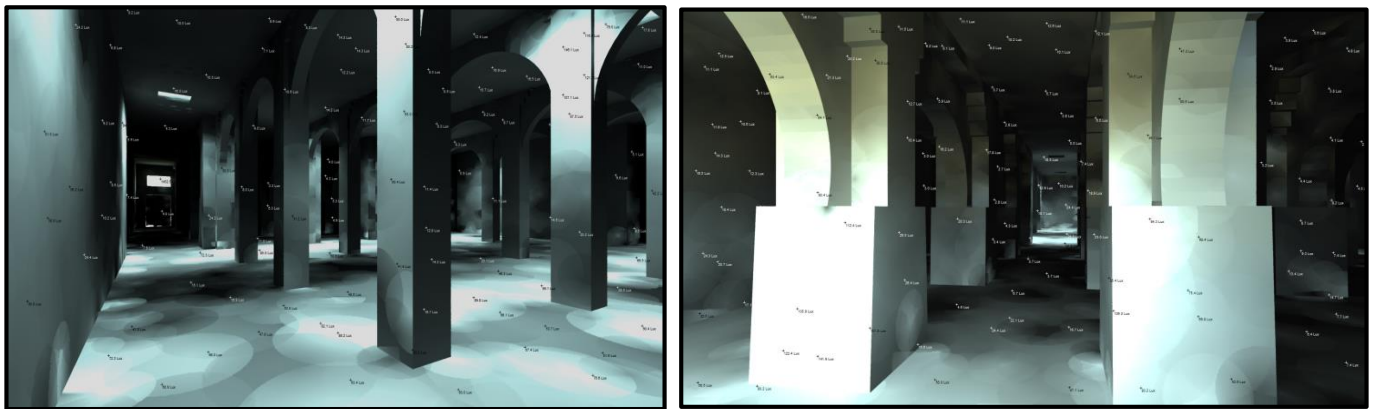


Figure119.120 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Attik a 13 h dans la période hivernale source : auteur

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

Le problème de l'insuffisance en matière de lumière naturelle presque totale et les taches solaires s'imposent toujours vu que l'éclairement vertical n'est pas uniformément reparti on remarque toujours que les valeurs max sont soit parallèles au mur de fenestration (figure119) soit en bas des puits de lumière de l'éclairage zénithal (figure120).

III.4.Analyse des résultats de la mosquée Attik :

-Les niveaux de la luminance des surfaces sont élevés à proximité des baies et puits de lumière et est en constante décroissance en allant vers le fond , ce qu'il partage la salle en deux petites zones claires et totalité de zone sombre.

-Le niveau d'éclairement horizontal moyen est élevé à proximité des baies de mur de fenestration ; et est en constante décroissance en allant vers le fond , les valeurs enregistrées sont toujours très loin à la norme recommandée (500 lux) durant presque toute l'année .

-Des écarts trop importants des niveaux d'éclairement verticaux sont enregistrés durant des trois périodes de l'année, un grand contraste entre les différentes zones du champ visuel des prieurs pouvant occasionner un gêne dans la majorité de la salle de prière, une fatigue visuelle liée aux limites de notre faculté d'adaptation visuelle

-La lumière ne pénètre pas significativement, à l'intérieur de la salle de prière qu'à une distance réduite heurtée aux travées qui constituent un obstacle notamment leur partie haute. Au-delà d'une certaine profondeur, les niveaux d'éclairement chutent, le centre de la salle de prière reste très mal éclairé.

La salle de prière se compose de plusieurs zones avec un fort contraste entre elles, ce qu'il explique le caractère mystérieux de la mosquée Attik . Dû à la présence des puits de lumière de différentes tailles, éparpillés sur l'ensemble de la salle de prière. Les puits de lumière constituent des stimuli visuels vus l'obscurité de la salle de prière.

Durant les trois périodes de l'année on remarque une lumière horizontalement excentrée, étalée sur la 1^{ère} rangée de l'ancien noyau, la 2^{ème} la 3^{ème} rangées ne reçoivent pas de lumière à partir d'une source, elle apparaît totalement noire.

Sur la partie d'extension on remarque une diffusion de la lumière zénithale qui envahie tout le champ de vision. Et la clôture formée par les arcs et les piliers empêchant la diffusion de la lumière.

-Lorsqu'il s'agit d'une seule source au niveau du champ de vision, qui soit un puits de lumière ou les baies de la façade latérale . La structure de l'espace joue un rôle très important dans la conduction du

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

flux lumineux. Dans le cas de salle de prière de la mosquée Attik la lumière est emprisonnée par les piliers et les arcs vus les intervalles très réduits qu'ils offrent.

-L'ambiance au niveau des puits de lumière est très particulière. Le nombre de sources de lumière, la distance entre piliers ainsi que leurs dimensions provoquent la présence de plusieurs points lumineux qui interrompent l'obscurité de la salle de prière sans pour autant l'uniformiser.

- On en conclut que, dans une salle de prière équipée d'un seul mur de fenestration et des petits puits de lumières seulement, l'éclairage et la luminance sont mal répartis. La lumière que reçoit la salle va éclairer la surface qui se trouve près des fenêtres seulement, puis cette quantité va diminuer vers le fond de la salle ce qui permet une mauvaise répartition de la lumière.

IV. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la mosquée EL Badr :

Rappel : la salle de prière de la mosquée Badr est caractérisée par deux types d'éclairage : un éclairage multilatéral présent sur trois façades et un éclairage zénithal sur coupole de de la mosquée.

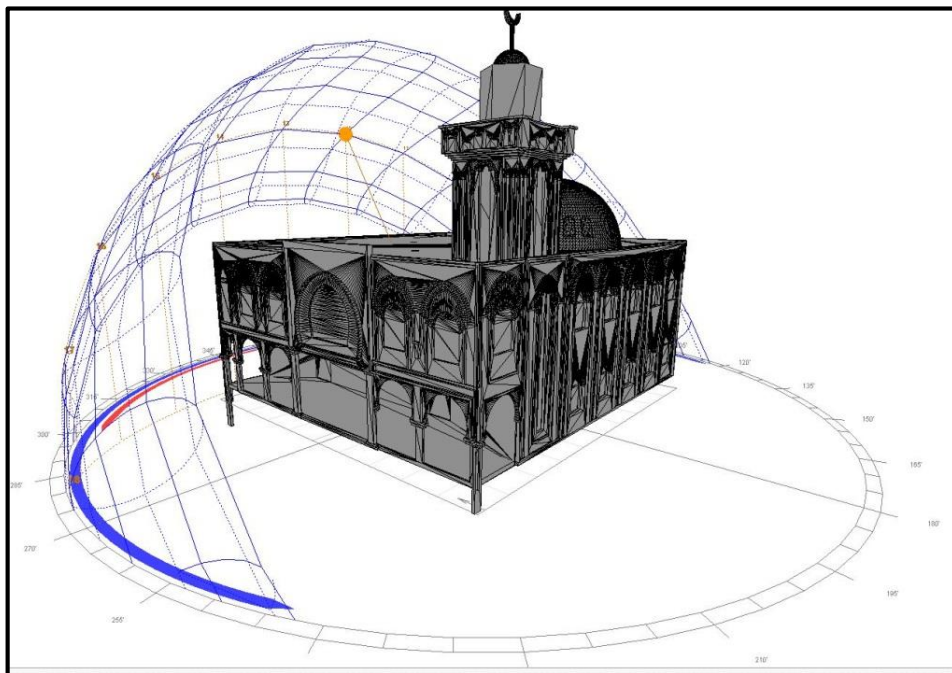
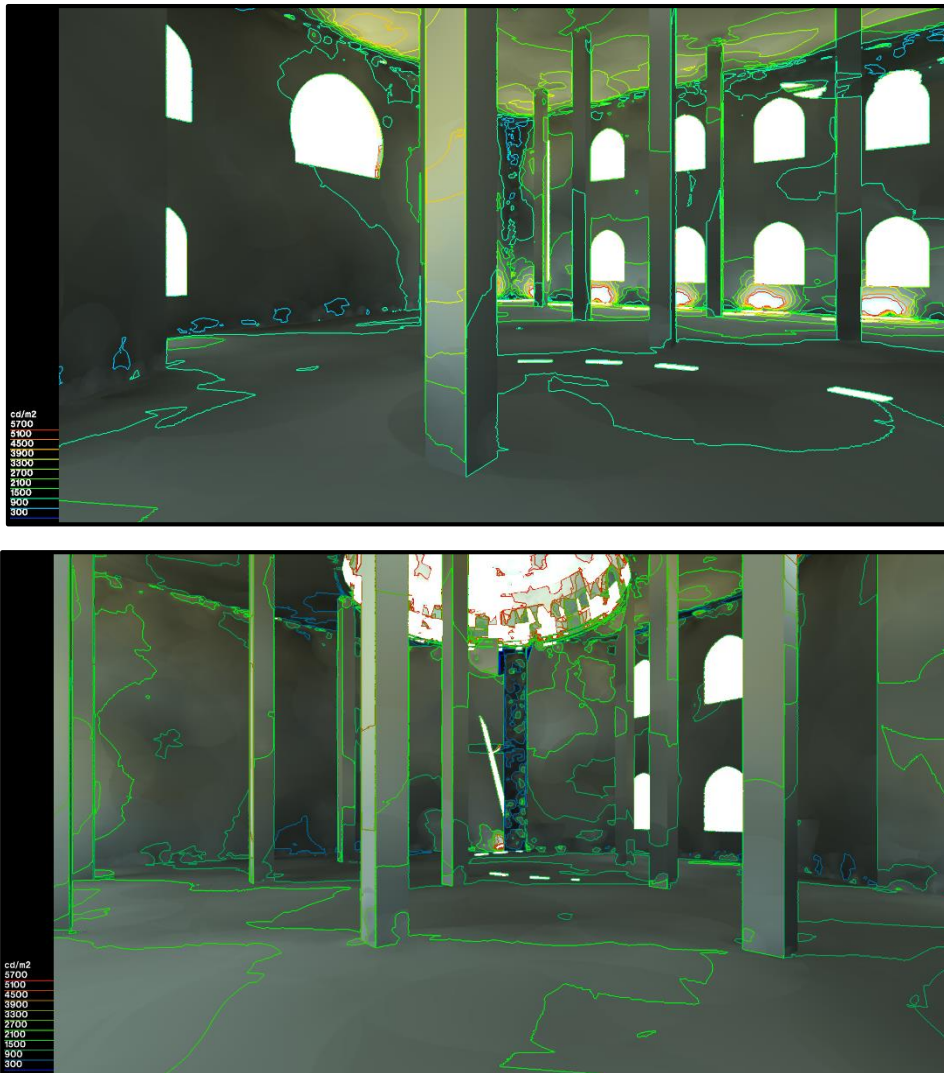


Figure 121: vue sur la modélisation en 3d de la mosquée Badr source : (auteur)

IV.1.Période estivale (prière de vendredi 24 Juin 2016 à 13h) :

IV.1.1 la luminance



Figures 122 ,123: rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période estivale source : auteur

La salle de prière de la mosquée Badr se distingue par plusieurs zones de luminances importantes vue que le nombre de sources de la lumière naturelle et aussi important dans cette mosquée avec un contraste considérable entre elles .

-Zone 01 (figure 122.123) (représente les zones près des trois murs de fenestration) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans ces zones sont très élevées par rapport à ceux de la première mosquée enregistrées dans la même période et en plus elles s'étalent sur une profondeur et une surface considérable sur presque les trois parois (situées entre $5700\text{cd}/\text{m}^2$ - $2100\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone 02 (figure 123) (les petites fenêtres sur la coupole) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont aussi élevées et elles représentent une zone de contraste important (situées entre $1800\text{cd}/\text{m}^2$ - $300\text{cd}/\text{m}^2$).

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

-Zone3 (zone intermédiaire qui représente le reste de la salle de prière) : La nature de cette zone reste la plus sombre ou la moins éclairée mais d'une surface très réduite (occupe une petite partie de la salle de prière) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont trop basses par rapport à l'ensemble de la salle de prière (situées entre $1400\text{cd}/\text{m}^2$ - $300\text{cd}/\text{m}^2$).

- L'éclairage multilatéral présent sur les trois murs de la salle de prière et le zénithal sur la coupole de la mosquée divisent la salle de prière en trois zones de luminance différentes . Les surfaces de la zone 1 reçoivent les niveaux de luminance les plus élevées donc c'est les surfaces les plus claires puis la zone 2 , Le reste de la salle est moins claire vu qu'il présente les valeurs de luminances les plus faibles.

-Les zones 1 et 2 peuvent causer l'éblouissement sur le champ visuel des prieurs à cause de leur forte luminance et la zone du reste de la salle peut constituer un fort contraste par sa faible luminance.

-L'ensemble de la salle de prière reste un environnement lumineux non homogène dans sa totalité.

IV.1.2. Les niveaux d'éclairage moyen

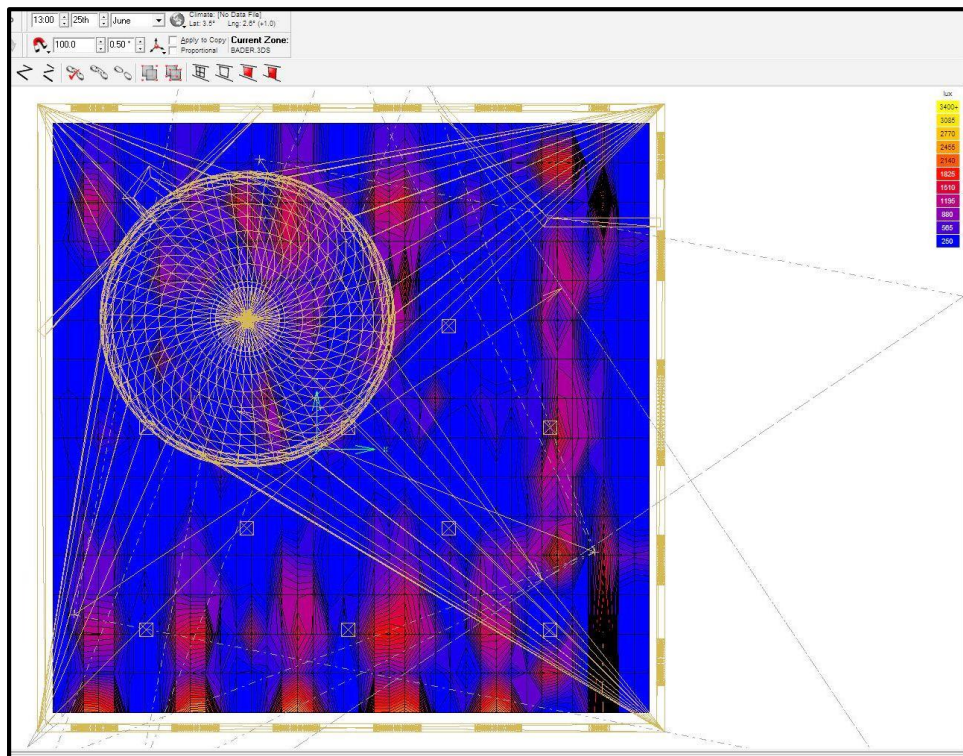


Figure 124 : niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Badr dans la période estivale Source : auteur

La figure 124 prouve que l'éclairage intérieur horizontal moyen de la mosquée Badr dans la période estivale est loin d'être uniforme (varie entre 250 lux – 3400 lux) et L'éclairage multilatéral (présent sur trois façades) ainsi que le zénithal au niveau de la coupole a pour effet une

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

concentration de la lumière naturelle au niveau des trois murs de fenestration et légèrement au niveau de la partie basse de la coupole .

Les images de synthèse sur les figures 125,126 prouvent que, l'éclairage vertical aussi n'est pas uniformément reparti durant la période estivale dans la mosquée Badr on remarque toujours que les valeurs max sont soit parallèles au murs de fenestration soit en bas des puits de lumière de la coupole ,donc les prieurs positionnés a côté des fenêtres ou bien en bas des puits de lumière sont toujours exposé aux taches solaires dues à l'excès de lumière naturelle intérieure .par contre le reste de la salle de prière reste plus au moins uniforme mais toujours avec une quantité de lumière naturelle élevée donc gênante pour les prieurs .

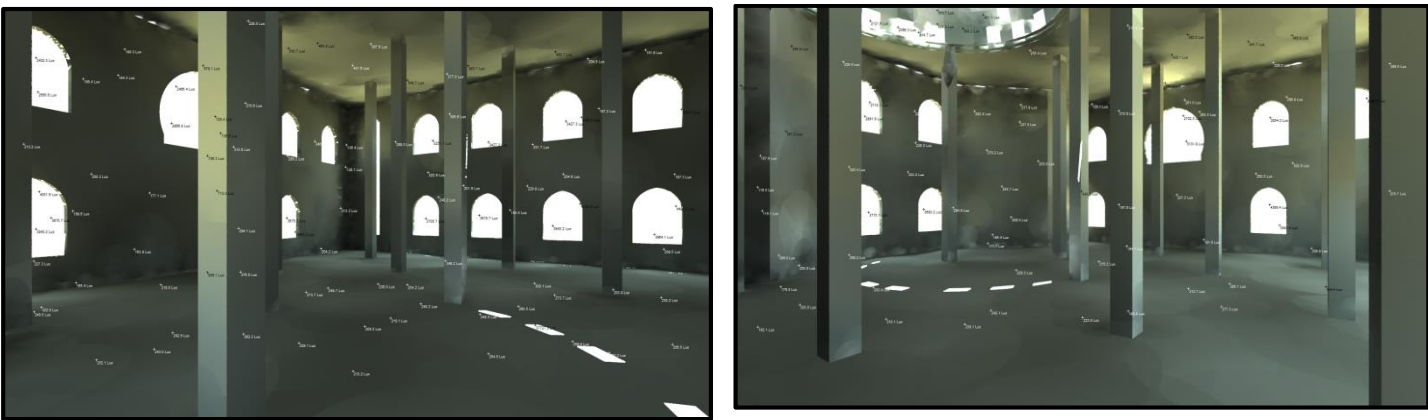


Figure 125.126: rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période estivale source : auteur

IV.2.Période d'équinoxe (prière de vendredi 24 Mars à 13h) :

IV.2.1 la luminance

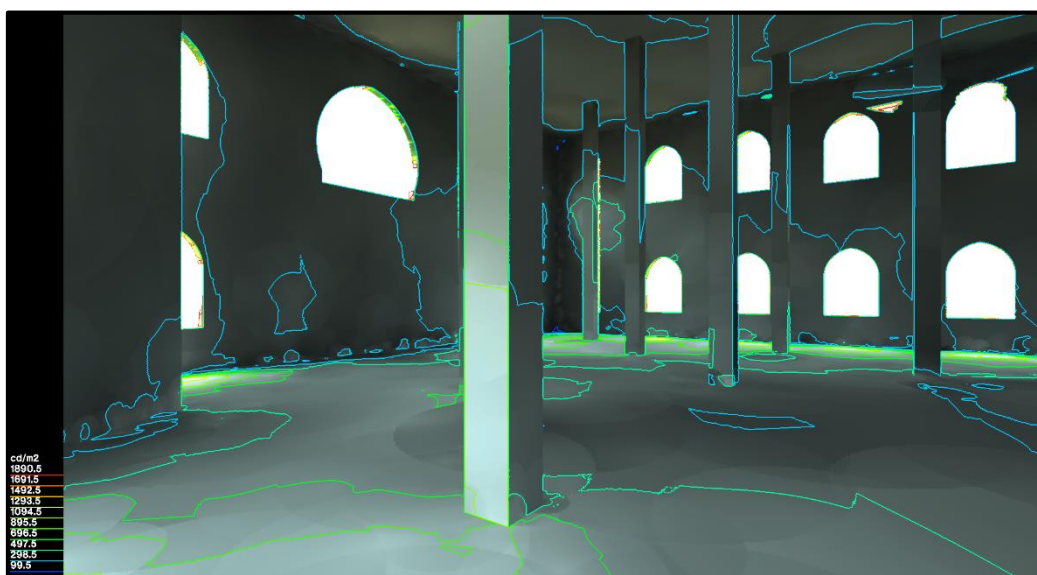


Figure 127 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période d'équinoxe source : auteur

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

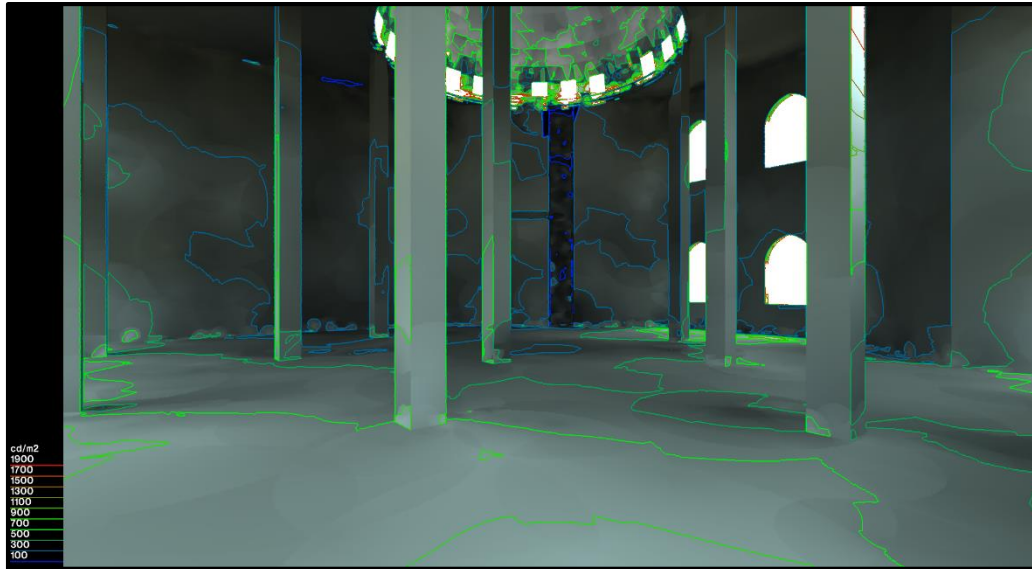


Figure 128: rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13h dans la période d'équinoxe source : auteur

Les intervalles de luminance enregistrés dans l'ensemble de la salle de prière de la mosquée Badr durant cette période d'équinoxe sont :

-Zone 01 (figure 127.128) (représente les zones près des trois murs de fenestration) : les valeurs de luminances enregistrées dans ces zones sont très élevées par rapport à ceux de la première mosquée enregistrées dans la même période et en plus elles s'étalent sur une profondeur et une surface considérable sur presque les trois parois (situées entre $1890\text{cd}/\text{m}^2$ - $2100\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone 02 (figure 128) (les petites fenêtres sur la coupole) : les valeurs de luminances enregistrées dans cette zone sont aussi élevées et elles représentent une zone de contraste important (situées entre $1790\text{cd}/\text{m}^2$ - $497\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone3 (zone intermédiaire qui représente le reste de la salle de prière) : La nature de cette zone reste la plus sombre ou la moins éclairée mais d'une surface importante par rapport à la période estivale (occupe une bonne partie de la salle de prière) : les valeurs de luminances d'équinoxe enregistrées dans cette zone sont trop basses par rapport à l'ensemble de la salle de prière (moins de $298\text{cd}/\text{m}^2$).

-L'ensemble de la salle de prière reste un environnement lumineux non homogène dans sa totalité dans la période d'équinoxe.

IV.2.2. Les niveaux d'éclairage moyen

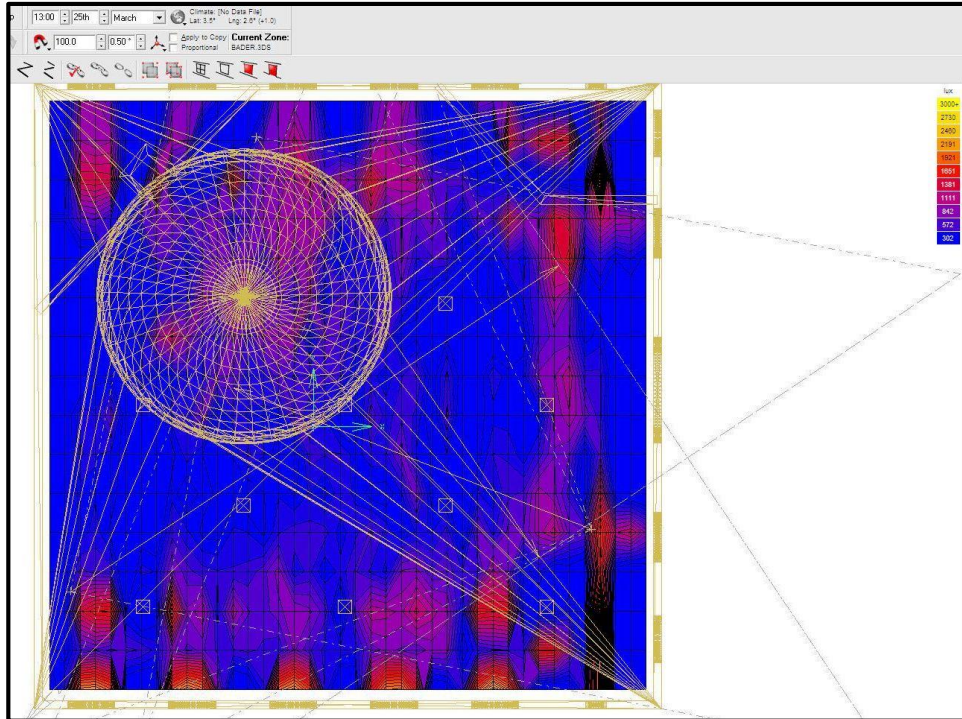


Figure 129: niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Badr dans la période d'équinoxe Source : auteur

La figure 129 prouve que l'éclairage horizontal intérieur de la période d'équinoxe est très loin d'être uniforme (varie entre 302 lux – 3000 lux) des valeurs trop élevée pour telle période et un très grand écart est enregistré (2700 lux) entre les valeurs maximales et minimales de l'éclairage, des valeurs moyennes de 302-572 lux dans l'ensemble de la salle de prière et L'éclairage multilatérale issu des fenêtres ainsi que le zénithal de la coupole a pour effet une concentration de la lumière naturelle au niveau des murs de fenestration ainsi qu'au niveau de la coupole . (figures 130,131)

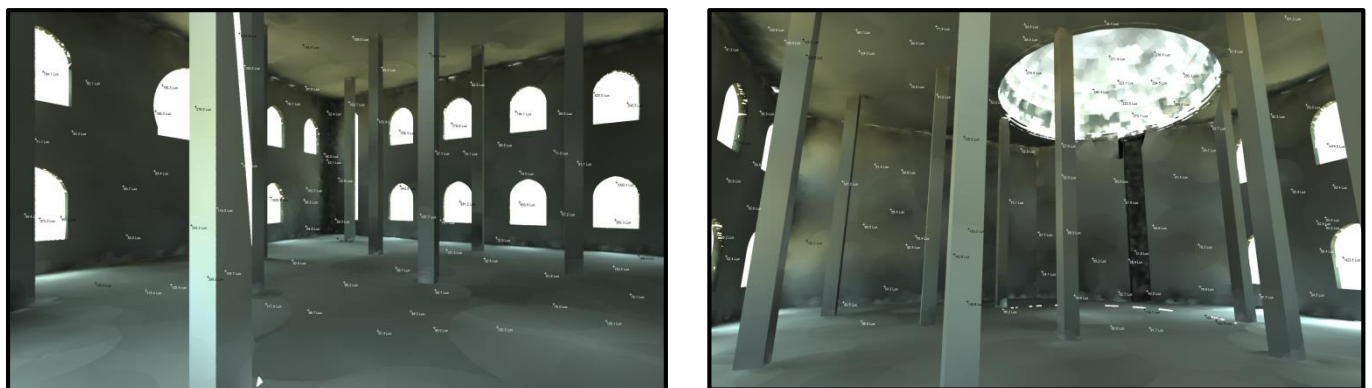
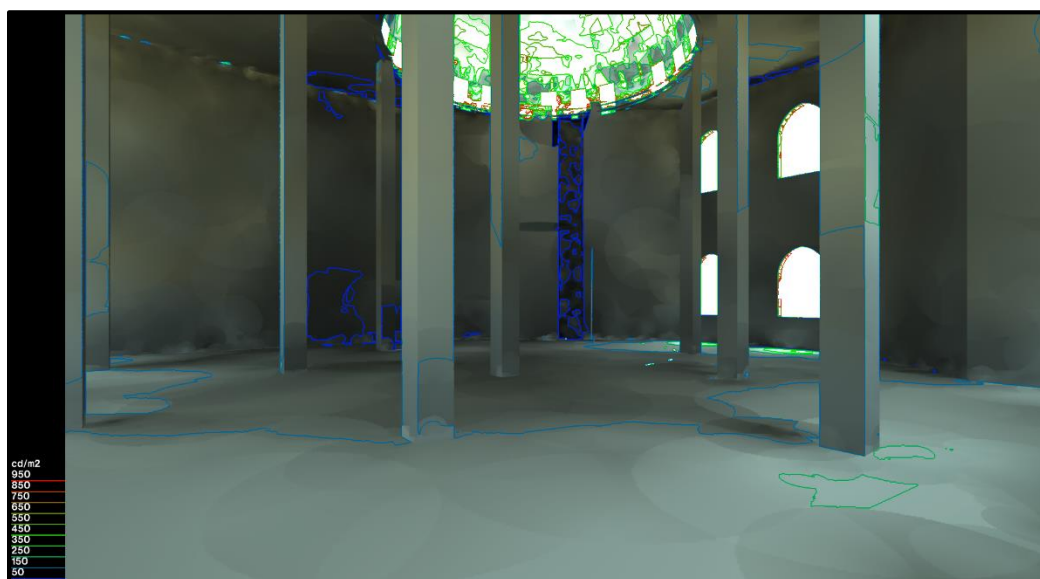
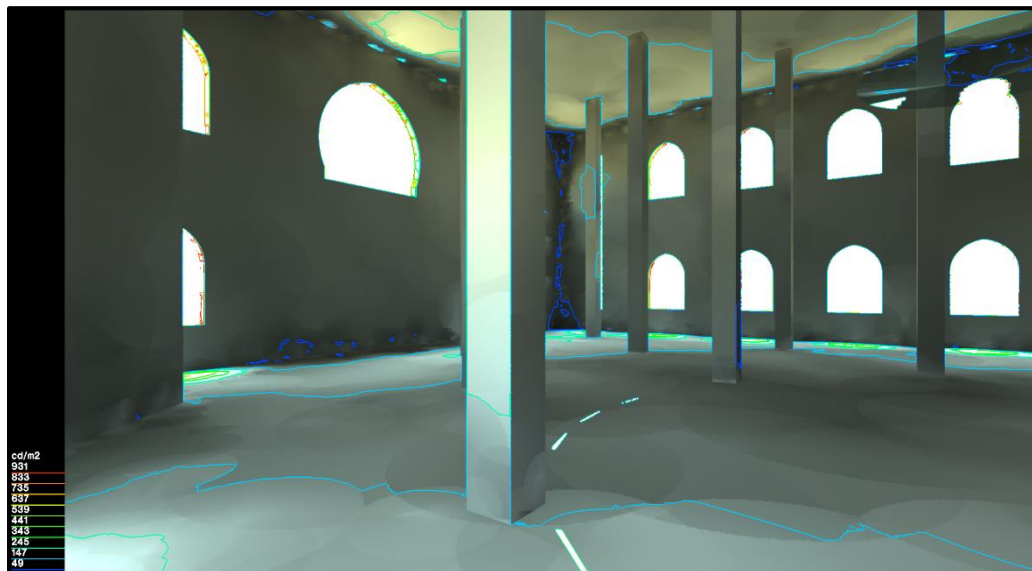


Figure 130. 131: rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période estivale source : auteur

IV.3.période hivernale (prière de vendredi 25 Décembre à 13h):

IV.3.1.la luminance



Figures 132.133: rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Badr à 13 h dans la période hivernale source : auteur

La période hivernale représente une période critique de l'éclairage naturel pour l'ensemble des mosquées les figures 132.133 montre un espace peu lumineux, sombre dans sa totalité avec un contraste plus au moins important entre les différentes parties de la salle de prière.

Les intervalles de luminance enregistrés dans l'ensemble de la salle de prière de la mosquée Badr durant la période hivernale sont :

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

-Zone 01 (figure 132.133) (représente les zones près des trois murs de fenestration) : les valeurs de luminances enregistrées dans ces zones sont (situées entre $441\text{cd}/\text{m}^2$ - $931\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone 02 (figure 133) (les petites fenêtres sur la coupole) : les valeurs de luminances enregistrées dans cette zone sont (situées entre $450\text{cd}/\text{m}^2$ - $950\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone3 (zone intermédiaire qui représente le reste de la salle de prière) : La nature de cette zone reste la plus sombre ou la moins éclairée mais d'une surface importante (occupe une bonne partie de la salle de prière) : les valeurs de luminances d'équinoxe enregistrées dans cette zone sont trop basses par rapport à l'ensemble de la salle de prière (moins de $147\text{cd}/\text{m}^2$).

IV.3.2. Les niveaux d'éclairage moyen

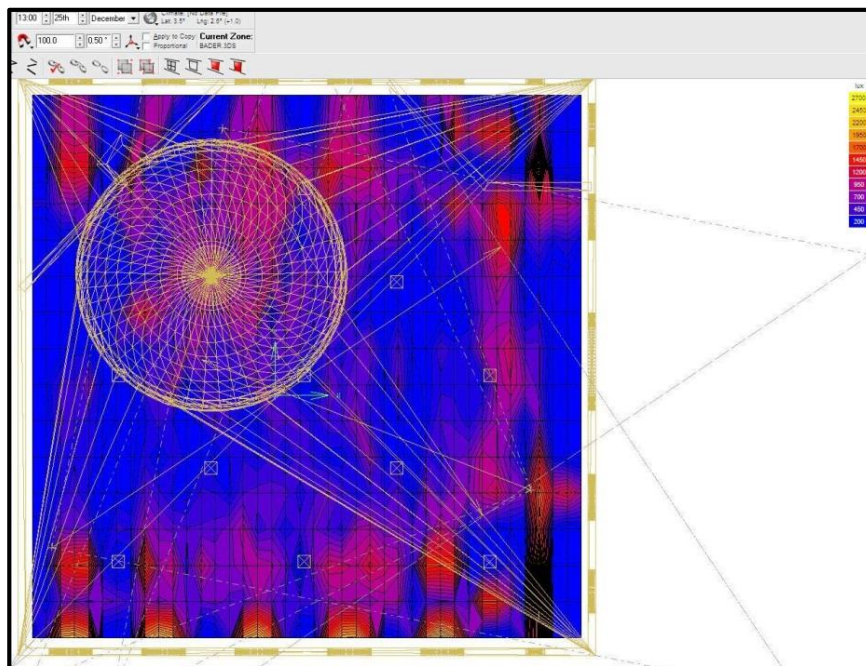


Figure 134: niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Badr dans la période hivernale Source : auteur

La figure 134 prouve que les valeurs de l'éclairage horizontal moyen de la période hivernale sont trop élevées pour une telle période est loin d'être uniforme (varie entre 200 lux – 2700 lux) et un grand écart est enregistré (2500 lux) entre les valeurs maximales et minimales de l'éclairage, et leur répartition est toujours la même trop élevée en niveau des parties en bas de baies et moyenne ou bien basses sur le reste de la salle de prière cela provoque une répartition non uniforme qui engendre un inconfort visuelle sur le champ de vision des prieurs .

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

IV.4. Analyse des résultats de la mosquée EL Badr :

- La luminance durant toute l'année et dans la totalité de l'espace est très claire. Le nombre élevé des sources de lumière, provoquent la présence de plusieurs pôles lumineux, la surface dégagée entre les piliers ainsi que leurs petites sections par rapport aux anciennes mosquées engendrent un espace d'une luminance trop élevée.

Durant les trois périodes de l'année on remarque une lumière horizontalement excentrée, étalée sur les parties basses des murs de fenestration et au niveau bas de la coupole.

Sur les trois périodes presque on remarque la diffusion hétérogène de la lumière qui envahit tout le champ de vision des prieurs.

Lorsqu'il s'agit de plusieurs sources de lumière au niveau du champ de vision, qui soit un puits de lumière ou les baies sur les façades. La structure de l'espace joue un rôle très important dans la conduction du flux lumineux. Dans le cas de la salle de prière de la mosquée Badr la lumière est très élevée ce qui provoque un éblouissement des prieurs.

-Des écarts trop importants des niveaux d'éclairement moyen et de luminances sont enregistrés durant les trois périodes de l'année, un contraste remarquable entre les différentes zones du champ visuel des prieurs pouvant occasionner un gêne dans la majorité de la surface de la salle de prière, un excès de lumière qui provoque une fatigue visuelle.

La salle de prière se compose de plusieurs zones avec un fort contraste entre elles, dû à la présence des puits de lumière de différentes tailles, et des fenêtres sur les trois façades éparpillés sur l'ensemble de la salle de prière..

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

V. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la mosquée EL Saffah :

Rappel : la salle de prière de la mosquée Saffah est caractérisée par un seul type d'éclairage naturel un éclairage multilatéral présent sur trois façades de la mosquée en plus l'environnement de la mosquée est vide, elle se situe sur le sommet du rocher sans aucun bâti environnant.

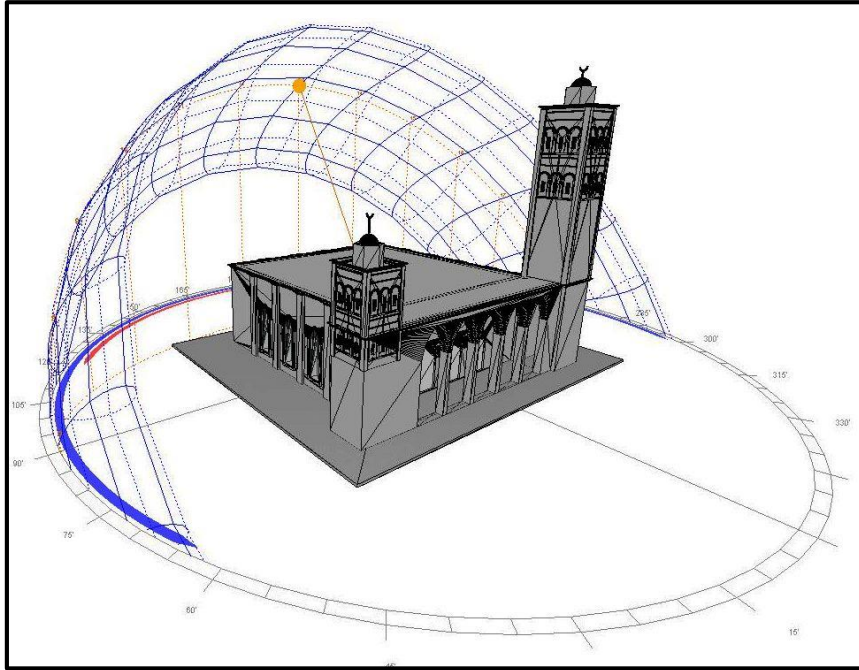


Figure 135 : vue sur la modélisation en 3d de la mosquée Saffah. source : (auteur)

V.1.Période estivale (prière de vendredi 24 Juin à 13h) :

V.1.1 la luminance

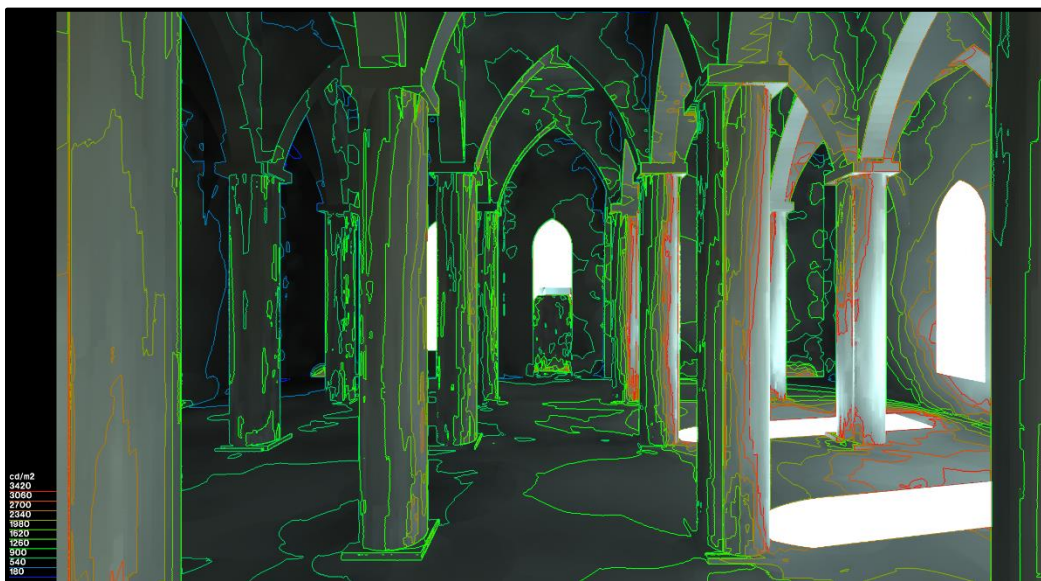


Figure 136 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période estivale source : auteur

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

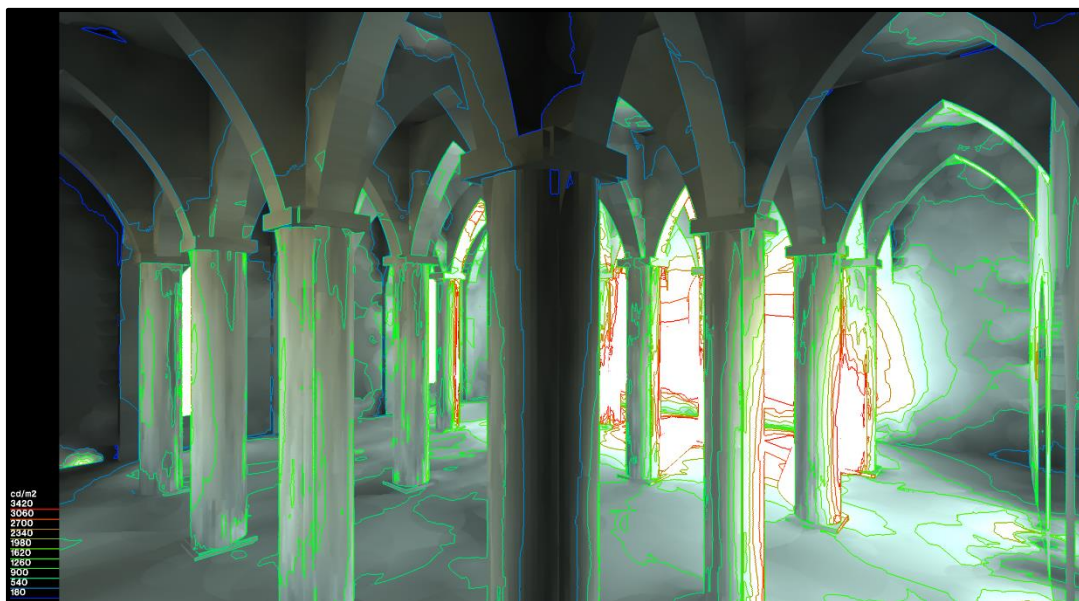


Figure 137 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période estivale source : auteur

La salle de prière de la mosquée Saffah se compose de deux grandes zones avec un très fort contraste entre elles:

-Zone 01 (figure 136.137 (les trois murs de fenestration latéral gauche , latéral droit et mur de qibla) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont les plus élevées (situées entre 1980 cd/m^2 - 3420 cd/m^2).

-Zone 02 (figure 136.137) (le reste de la salle de prière) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont les plus au moins élevées aussi (varies entre 180 cd/m^2 - 1260 cd/m^2).

- la luminance se caractérise par une hiérarchie de début du mihrab vers la fin .

-Plus nous nous éloignons des sources de lumière qui sont sur le mur de qibla et sur la gauche et la droite de ce dernier plus les niveaux de luminances diminuant .

La présence d'un éblouissement gênant sur le champ de vision des prieurs positionnés juste a cote des fenêtres. La couverture visuelle des usagers dans le reste de la salle de prière ne présente pas des niveaux de luminance gênant, ce que nous jugeons comme confortable.

La hiérarchie des niveaux de luminance ne présente pas un sens unique dû à la présence de plusieurs pôles de lumière, ce qui donne un caractère mystérieux pour la salle de prière de la mosquée Saffah .

V.1.2. Les niveaux d'éclairage moyen

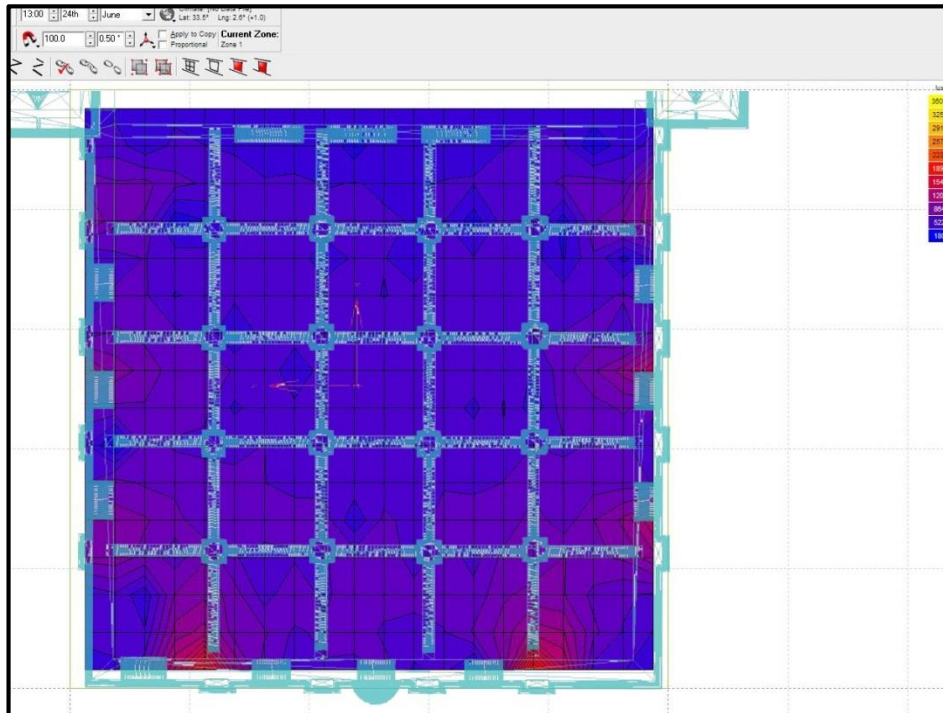


Figure 138 : niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Saffah dans la période estivale . Source : auteur

La figure 138 prouve que l'éclairage intérieur horizontal de la mosquée Saffah dans la période estivale est plus au moins uniforme sur la majorité de la surface de la salle de prière (varie entre 180 lux –522 lux) cela du a L'éclairage multilatéral (présent sur trois façades), à part un légère effet de concentration de la lumière naturelle au niveau des trois murs de fenestration .

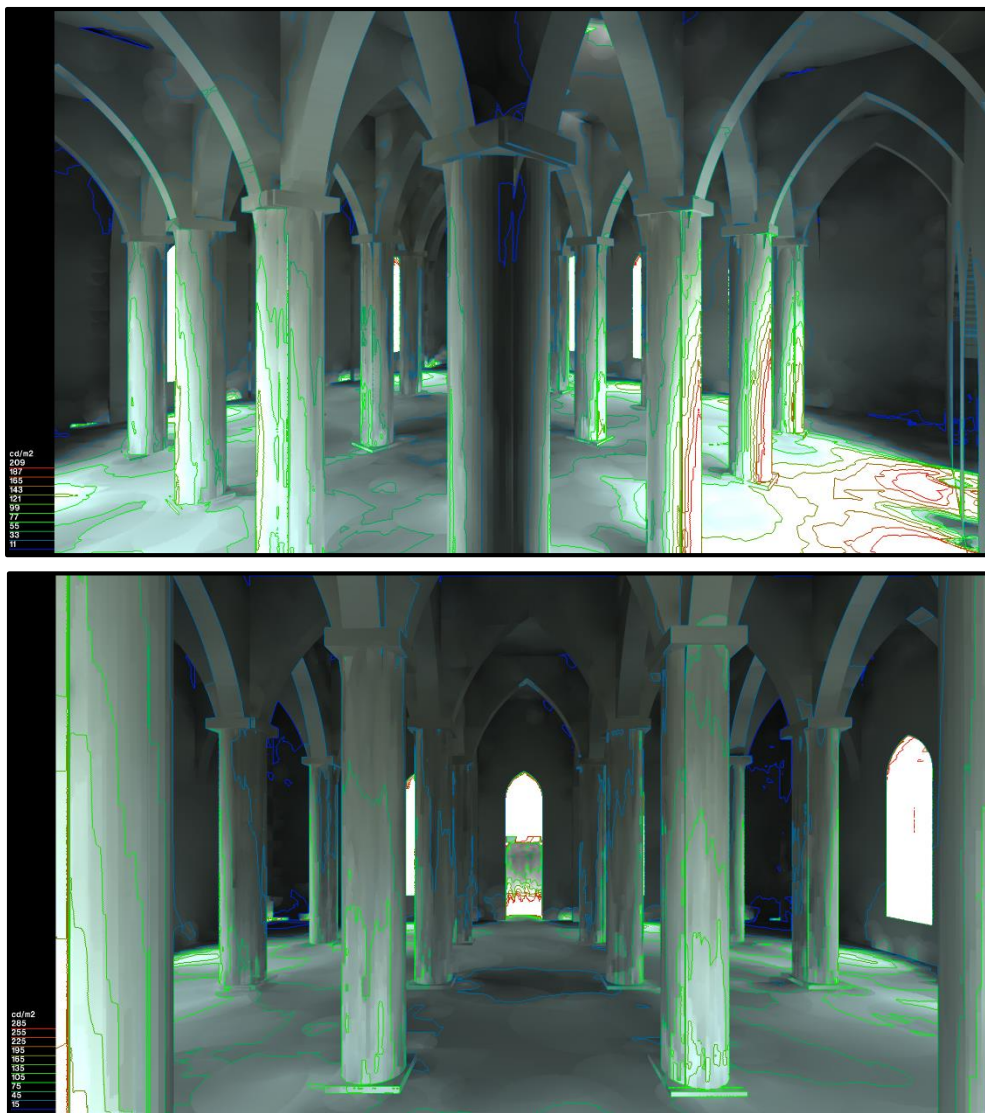


Figure 139.140 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période estivale source : auteur

Les images de synthèse sur les figures 139,140 prouvent que, l'éclairage vertical est plus au moins uniforme en matière de on remarque toujours que les valeurs max sont soit parallèles au murs de fenestration , mais avec un certaine uniformité vue l'absence des taches solaires .

V.2.Période hivernale (prière de vendredi 25 decembre à 13h) :

V.2.1 la luminance



Figures 141.142 : rendus de la simulation de la luminance dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période hivernale source : auteur

Les valeurs de luminance enregistrées dans la salle de prière de la mosquée Saffah pendant la période hivernale sont comme suit:

-Zone 01 (figure 141.142) (les trois murs de fenestration latéral gauche, latéral droit et mur de qibla) : les valeurs de luminances estivales enregistrées dans cette zone sont les plus élevées (situées entre $143\text{cd}/\text{m}^2$ - $209\text{cd}/\text{m}^2$).

-Zone 02 (figure 136.137) (le reste de la salle de prière) : les valeurs de luminances hivernales enregistrées dans cette zone sont trop basses (varies entre $15\text{cd}/\text{m}^2$ - $105\text{cd}/\text{m}^2$).

V.2.2. Les niveaux d'éclairage moyen

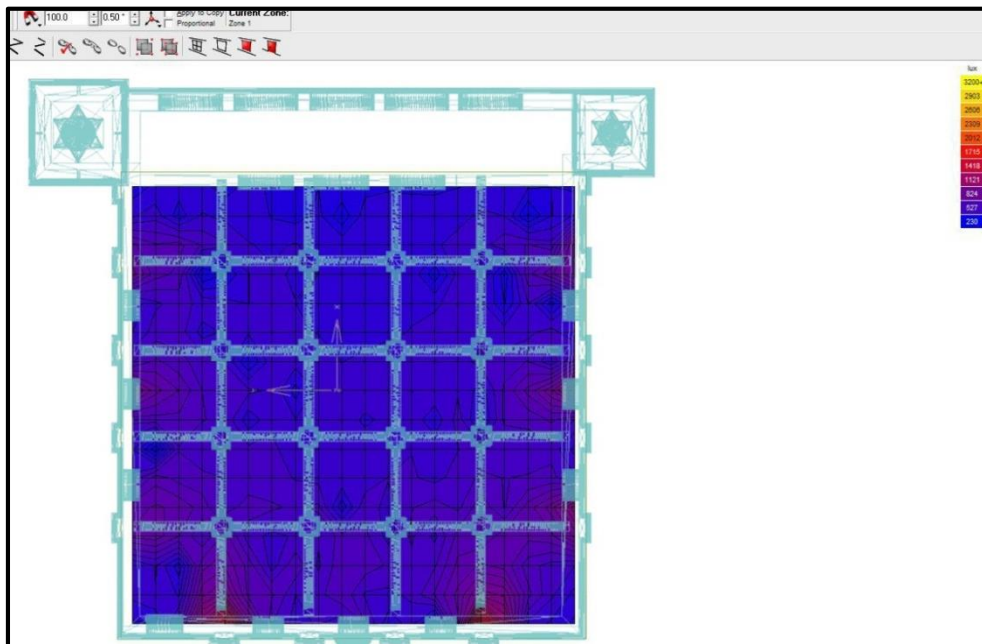
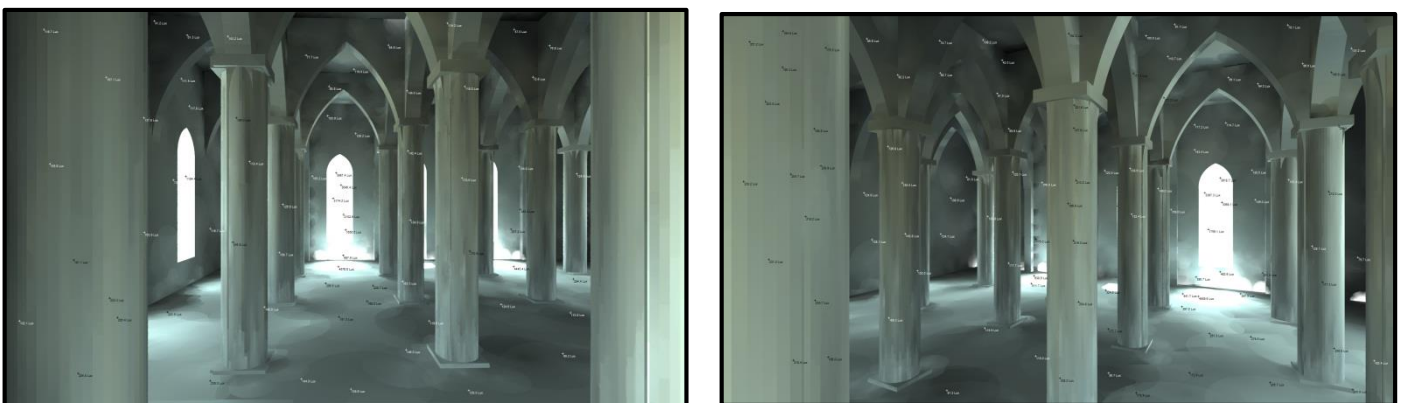


Figure 143: niveaux d'éclairage horizontal moyen a 0.4 m du sol de la mosquée Saffah dans la période hivernale . Source : auteur

La figure 143 prouve que l'éclairage intérieur horizontal de la mosquée Saffah dans la période hivernale tend vers l'uniformité presque sur la majorité de la surface de la salle de prière mais avec des valeurs basses par rapport à la période estivale (varie entre 130 lux –573lux) de bonnes valeurs d'éclairage pour un tel espace en hiver cela a part un léger effet de concentration de la lumière



naturelle au niveau des trois murs de fenestration .

Figure 144 145 : rendus de la simulation d'éclairage intérieur vertical dans la salle de prière de la mosquée Saffah à 13 h dans la période hivernale source : auteur

Les images de synthèse sur les figures 144,145 prouvent que, l'éclairage vertical est plus au moins uniforme en matière de répartition de l'éclairage ,on remarque toujours que les valeurs max sont soit

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

parallèles au murs de fenestration (figure144.145) sauf l'apparition des taches solaires au niveau des surfaces proches des fenêtres .

V.4. Analyse des résultats de la mosquée EL Saffah :

Le mihrab de la mosquée Saffah reçoit une quantité de lumière importante pour qu'il soit vu. Il est dominant au niveau de la nef axiale. Il se distingue comme stimulus visuel comme indicateur de l'orientation de qibla au sein de l'uniformité de l'ambiance lumineuse de la salle de prière.

-on remarque que sur le centre de la salle de prière, une dominance de la brillance, en alternance avec du noir, formant une tonalité composée de clair et d'obscur au sein d'une forêt de piliers.

- Les fenêtres inondent la salle de prière par une lumière. Toutes les parois exposées aux rayons réfléchissent la lumière vers l'intérieur de la salle de prière. Pratiquement toutes les parois reçoivent la lumière naturelle.

- La forme des arcades par rapport aux positions des sources de lumière offre une uniformité à l'ensemble de la salle de prière, avec un niveau d'éclairement moyen au niveau du champ de vision, qui s'affaiblit vers le plancher et le sol.

- Les nefs parallèles au mur de qibla sont plus accentuées par la lumière naturelle. L'alignement des prieurs sera assuré par la disposition des piliers ainsi que les niveaux d'éclairement et de luminance caractérisant chaque rangée.

VI. Analyse comparative des résultats obtenus :

VI.1. L'analyse quantitative de l'éclairage naturel dans les mosquées de la ville Laghouat:

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

Pour l'analyse quantitative, nous avons procédé à la comparaison des valeurs résultantes des mesures obtenues par simulation numérique, aux valeurs recommandées par la réglementation, spécialisée dans l'éclairage des lieux de culte.

VI.1.1. Analyse de l'indicateur « éclairage lumineux moyen »

En nous appuyant sur le fait que l'éclairage moyen général recommandé pour la lecture du coran et la prière est de 500 Lux, nous pouvons relever les points suivants :

-Pendant la période estivale :

Sous les conditions d'un ciel clair, au moment de la prière de vendredi en période estivale, l'éclairage lumineux moyen dans la mosquée Badr est constamment en excédent par rapport à la norme recommandée $250 \text{ lux} \leq E_{\text{moy}} \leq 3400$. La mosquée Saffah des valeurs d'éclairage intérieur plus au moins proches à la norme. $180 \leq E_{\text{moy}} \leq 3600$ et la mosquée Attik $80 \leq E_{\text{moy}} \leq 900$ Lux loin des normes recommandés.

-Pendant la période d'équinoxe :

Sous les conditions d'un ciel dégagé, dans la prière de vendredi en période équinoxiale la même constatation que la première période, l'éclairage lumineux moyen dans la mosquée Badr est constamment en excédent par rapport à la norme recommandée $302 \text{ lux} \leq E_{\text{moy}} \leq 3000$. La mosquée Saffah des valeurs d'éclairage intérieur plus au moins proches à la norme. $230 \leq E_{\text{moy}} \leq 3200$ et la mosquée Attik $40 \leq E_{\text{moy}} \leq 600$ Lux loin des normes recommandés.

Pendant la période hivernale :

Sous les conditions d'un ciel couvert, dans la prière de vendredi en période hivernale une différence remarquable au niveau des valeurs est enregistrée par rapport aux deux premières périodes. Une chute des valeurs d'éclairage sur presque les trois mosquées, l'éclairage lumineux moyen dans la mosquée Badr est $200 \text{ lux} \leq E_{\text{moy}} \leq 1700$. La mosquée Saffah des valeurs d'éclairage intérieur plus au moins proches à la norme. $110 \leq E_{\text{moy}} \leq 1500$ et la mosquée Attik $20 \leq E_{\text{moy}} \leq 500$ Lux loin des normes recommandés.

Synthèse :

En résumé, nous pouvons dire que en équinoxe et en hiver, il y a un ensoleillement direct durant la matinée dans les trois mosquées. En effet, les fenêtres verticales orientés vers le sud l'est, laissent pénétrer la lumière solaire directe durant toute la matinée sous des angles d'incidence différents. Ceci provoque des éclairages lumineux excessifs et des contrastes importants qui conduisent souvent à une sensation d'inconfort visuel dû à la saturation et même à l'éblouissement des prieurs,

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

Conséquence de cet ensoleillement direct, nous avons observé sur les parois des fenêtres des trois mosquées, l'effet de « tâches solaires » car la pénétration directe des rayons solaires à l'intérieur des salles de prière, génère des motifs d'ombres et de lumière qui se projettent sur le sol, les murs. Ces tâches évoluent et changent de position durant la journée et durant les différentes saisons de l'année, selon l'angle d'incidence des rayons solaires. Ces jeux de tâches solaires constituent un intéressant moyen d'utiliser la lumière naturelle et en particulier la lumière solaire directe pour transformer et articuler l'espace de manière dynamique. Mais elles sont surtout des sources d'inconfort visuel intense, Face à la présence de ces tâches solaires, les prieurs qui ne supportent pas la présence des rayons solaires directs dans leur champs de vision, affichent un comportement particulier se traduisant par le déplacement vers un autre endroit dans la salle.

VI. 1.2. Analyse de l'indicateur « luminance » pendant les trois périodes de l'année:

Les niveaux de la luminance dans la mosquée Badr sont les plus élevés dans les trois périodes de l'année vue l'importance de sources de lumière dans la salle de prière de cette dernière ceux de Saffah sont les moyens et les plus uniformes en matière de répartition ainsi que les plus confortables Tandis que ceux du Attik restent les plus faibles mais qui représentent le plus de caractère sombre et mystérieux.

- Les niveaux de luminances obtenus dans les différentes périodes de l'année nous ont permis de démontrer une forte intensité de l'éclairage par rapport aux normes recommandées pour la mosquée Badr, une insuffisance en matière d'éclairage naturel pour la mosquée Attik et une conformité plus au moins acceptable et proche aux normes pour la mosquée Saffah avec une mauvaise répartition de la lumière dans les deux premiers cas (Attik et Badr). Cette dernière est susceptible de créer une gêne à l'œil humain pour s'adapter aux changements des taux d'éclairages d'un coin à l'autre de la salle de prière.

VI.2.L'analyse qualitative de l'éclairage naturel des mosquées de la ville de Laghouat:

VI.2.1.Analyse de l'uniformité:

Un éclairage uniforme est nécessaire pour éviter d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux et pour garantir un niveau d'éclairage suffisant quel que soit l'endroit où l'on dispose, En ce qui concerne l'uniformité de l'éclairage naturel dans les trois mosquées, c'est beaucoup plus compliqué ! En effet, la distribution de la lumière dans un espace dépend de la répartition et l'emplacement des fenêtres et de la réflexion des parois. Elle est d'autant meilleure que les réflexions de chaque paroi sont élevées et uniformément réparties (couleurs uniformes).

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

Nous avons constaté dans les trois périodes de l'année et à travers la répartition des éclairagements dans les mosquées que, suite à la directivité de la lumière naturelle, la partie à côté de la fenêtre est toujours plus éclairée que le reste des salles de prières et cela dans les différentes périodes de l'année, et que les éclairagements lumineux max sont toujours à proximité des parois de fenestration et que l'éclairage du fond des salles est toujours faible. Ce qu'il engendre un éclairage non uniformément répartis sur tout l'espace. En fin on peut dire que les deux mosquées Attik et Badr bénéficient d'un éclairage non uniforme tout au long de l'année, un problème du peut être à la nature de l'éclairage qui est unilatérale pour la mosquée Attik et multilatéral pour le Badr ou à la profondeur de la salle de prière pour la mosquée Attik et la forme de la salle pour le Badr ou bien le rapport longueur_ largeur. Tandis que la mosquée Saffah présente plus d'uniformité d'éclairage presque durant les trois périodes de l'année.

Deuxième partie : Diagnostique détaillé, comparaison, et recommandations :

Après avoir appliqué la méthode d'évaluation numérique, nous allons essayer d'interpréter les résultats obtenus selon les conclusions des chapitres théoriques. En premier lieu, nous présentons les interprétations pour chaque mosquée, ensuite en guise de conclusion nous comparons entre les différentes mosquées constituant notre corpus.

VII.1. Interprétation des résultats obtenus de l'analyse de la mosquée El Attik :

- L'existence de deux parties (ancienne et nouvelle) et plusieurs mihrabs dans la mosquée Attik prouve son importance pour les habitants de la ville de Laghouat. Ils racontent l'évolution spatiale de la mosquée à travers le temps, malgré les rénovations successives et la nouvelle extension de la salle de prière, les habitants n'ont pas détruit les anciens mihrabs.

-La lumière naturelle joue le rôle lorsqu'elle mit en valeur la nouvelle partie par l'introduction des puits de lumière au-dessus. Comme elle ignore l'importance des anciens mihrabs, c'est comme si elle exprime qu'ils ne sont plus les centres d'attraction visuelle par l'introduction des puits de lumière juste derrière les anciens mihrabs pour les rendre sombres et uniformes avec la salle de prière.

-La 1^{ère} nef située au niveau de l'ancienne partie, représente un niveau d'éclairage élevé vue le nombre important de fenêtre sur le mur de la façade latérale (04 ouvertures), et elle se démarque du reste des rangées qui présentent des niveaux très loin. Cela nous croyons qu'il est dû à la faible hauteur du plancher et des arcs (par rapport ou d'autre mosquées) et les dimensions plus en moins importantes des travées qui atteignent 3.50m parallèlement au mur de qibla et 2.80 m perpendiculairement au mur de qibla.

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

- L'éclairage de la première rangée est très élevé dans les trois périodes de l'année, par contre au niveau du mihrab, et sur le reste de l'ancienne salle de prière de cette mosquée des niveaux d'éclairage très faibles sont enregistrés durant presque toute l'année. La disposition des puits de lumière de petites tailles sur la nouvelle extension à une hauteur moins importante par rapport au champ de vision provoque parfois un éblouissement pour les prieurs.
- La salle de prière de la mosquée Attik se caractérise par deux types d'éclairages. Le premier, le plus important en quantité de lumière, il s'agit d'un éclairage unilatéral issu des ouvertures qui se trouvent sur le mur de la façade latérale gauche, ce type d'éclairage non-uniforme s'étend uniquement sur les premières rangées pour les mettre en valeur par rapport au reste de la salle de prière. Il ne donne aucune particularité symbolique à l'espace.
- Les dimensions importantes des piliers ainsi que la hauteur basse des arcs ont pour effet d'approuver une lumière divine qui transforme les éléments de structure en matière légère et presque invisible qui est la lumière, qui ne démontre pas les parties de structure mais uniquement les points lumineux. Cette ambiance rencontre les prieurs lorsqu'ils entrent à l'intérieur de la salle de prière, ce qui produit une sensation de mystère et de retraite car nous partons d'un espace éclairé vers un espace sombre, ce contraste entre clair à l'extérieur et sombre à l'intérieur, est particulier à une lumière divine des régions arides en réponse aux attentes des prieurs d'avoir un espace plus confortable contrairement à la chaleur et le fort ensoleillement de l'extérieur.
- Le deuxième type d'éclairage qui est un éclairage zénithal, le moins important dans la salle de prière, il divise la nouvelle partie de la salle de prière en zones de clair et d'obscur, avec un contraste remarquable par rapport à l'ancienne partie de la mosquée à cause des dimensions des piliers et leur rapprochement ainsi que la basse hauteur des arcs. Le niveau d'éclairage atteint son maximum au-dessus des puits pour qu'il passe subitement entre les limites entre le clair et l'obscur, cette ambiance exprimée par les puits de lumière offre une lumière symbolique mais mystérieuse au même temps.
- La forme rectangulaire de la salle ainsi que sa structure caractérisée par de petite distance entre piliers et une faible hauteur des arcs augmente le rapport de proximité entre l'utilisateur de l'espace et les limites de son champ de vision, ce qui favorise l'introspection et la retraite spirituelle ; ce qui signifie une lumière divine. Cette ambiance caractérise l'ancienne partie de la mosquée La nouvelle extension a bouleversée la règle.

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

- Le rapport de surface des ouvertures à la surface du sol est considéré trop minime pour éclairer l'ensemble de la salle de prière, mais il démontre que la lumière sera focalisée sur certains espaces éparpillés sur l'ensemble de la salle de prière .
- La forme du toit de plat en tronc de palmier et en pierre ne réfléchissent pas les rayons incident, vue leurs couleurs sombres et leurs formes plates.

VII.2. Interprétation des résultats obtenus de l'analyse de la mosquée El Saffah :

- Les dispositifs d'éclairage offrent une lumière latérale qui se présente selon trois formules. Le premier est la lumière issue des trois fenêtres situées sur le mur postérieur de qibla la deuxième trois fenêtres sur le mur latéral sur la droite et la troisième trois fenêtres aussi sur la gauche du mihrab.
- La salle de prière se caractérise par trois types d'éclairages latéral, il s'agit d'une lumière, qui pénètre à travers 9 grandes ouvertures pour se projeter sur les murs droits et la forte concentration des piliers, de couleur bleue claire qui implique un confort par rapport à l'extérieur, et qui symbolise aussi le ciel, indique la présence d'une lumière divine importante .
- Presque toute la salle de prière reçoit de la lumière naturelle , nous ne distinguons pas un endroit du reste, sauf les endroits parallèles aux murs de fenestration qui sont éclairés différemment du reste, car ils se caractérisent par un niveau d'éclairement plus élevé.
- Le mihrab est un signe de sacralisation de l'espace, dans la mosquée Saffah ce qui implique l'exploration consciente dans l'espace. il se présente comme un stimulus visuel vue sa position en face l'accès principale de la salle de prière surélevé par une fenêtre qui le mis en valeur de plus en plus.
- Contrairement au deux autres mosquées la mosquée Saffah se caractérise par une répartition de la lumière plus au moins uniforme à l'intérieur, a travers une lumière qui se projette sur les éléments de structure et sur les murs pour les transformer en lumière donc, en matière légère. Elle envahie l'espace intérieur avec une uniformité accentuée par les limites arrondies des piliers la hauteur importante des arcs pour une meilleure diffusion de la lumière.
- La salle de prière de la mosquée Saffah ne présente pas un aspect mystérieux assez remarquable comme celle du Attik , mais une uniformité continue qui donne une signification symbolique à l'ensemble de l'espace. Le faible niveau du contraste indique l'immatérialité et la légèreté de l'espace physique de la mosquée.
- Le rapport de surface des ouvertures par rapport à la surface du sol est important et la forme de la salle de prière aussi est considérée comme importante par rapport à la taille des ouvertures . Cependant

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

les hauteurs des arcs brisés et sous plancher sont plus importantes ce qui permet la diffusion uniforme de la lumière sur tout l'intérieur de la salle de prière.

-Les voûtes qui forment le toit assure la réflexion de la lumière dans divers sens. Cependant la hauteur importante des arcs permet sa diffusion.

VII.3. Interprétation des résultats obtenus de l'analyse de la mosquée El Badr :

-Le mihrab joue le rôle d'indicateur de qibla, ce qui représente une sacralisation de l'espace. Il existe deux mihrabs adjacents similaires Ils ne se présentent pas comme stimulus visuel, mais une concentration de la lumière issue des fenêtres attire l'attention sur sa position. Il est le premier objet face à nous lorsque nous pénétrons à l'intérieur de la salle de prière.

-Les rangées parallèles au murs de fenestration en connaissent une très forte concentration de lumière, durant presque les trois périodes de l'année, ce qu'il démontre l'excès de la lumière au niveau des rangées adjacentes des fenêtres, avec la présence d'un éclat éblouissant vu la présence de source de lumière au niveau du champ de vision.

-L'ensemble de la salle de prière se caractérise par la présence de plusieurs sources de lumière entre les trois grandes ouvertures de la façade principales qui inondent la salle de prière par une lumière diffuse , des ouvertures moyennes bilatérales sur le long des deux façades latérales gauche et droite a une hauteur importante du mur ,ainsi que des petits puits de lumière présentes sur la coupole .

-La salle de prière de la mosquée Badr et loin d'être un espace sacré elle ressemble à un hall d'accueil trop éclairé plein de percements dans les parois ce qui donne des surfaces relativement trop percées, donc l'absence d'une lumière uniforme qui produit un aspect mystérieux vu la présence de plusieurs ouvertures grandes et moyennes de taille, dispersées sur l'ensemble de la salle de prière et repartis aléatoirement et non équitablement .

-Le champ de vision se caractérise par des éclairément décroissant vers les premières rangées avec considéré comme très accentué.

-Toutes les surfaces reçoivent et réfléchissent la lumière avec des niveaux différents, l'ambiance à l'intérieur est loin d'être uniforme qui n'offre aucune ambiance mystérieuse.

-Malgré que la salle de prière soit inondée des trois cotés par la lumière naturelle elle donne moins d'uniformité que nous interprétons comme une ambiance fatigante, loin d'être calme car il n'y a beaucoup de bruit de lumière, ce qui provoque plus notre système nerveux, ce qui implique plus de mal concentration.

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

-Pour vérifier l'éblouissement, il faut procéder à un questionnaire auprès des usagers. malgré l'observation de plusieurs taches solaires lors des visites effectuées chaque saison, Nous jugeons qu'elle est la seule technique qui nous répond sur ce questionnement.

- Nous qualifions l'espace de la mosquée Badr comme espace non confortable de point de vue lumière naturelle, il ne s'agit pas d'un lieu spirituel, ni d'un lieu de retraite (d'isolement), donc, il ne répond pas à la fonction pour laquelle il était édifié.

VIII. Conclusion :

Après avoir étudié et analysé les trois mosquées patrimoniales de périodes différentes de la ville de Laghouat suivant la technique d'évaluation numérique par simulation, la comparaison entre les mosquées pris comme cas d'étude nous a permis de conclure ce qui suit :

1-Comme toute architecture islamique des mosquées une importance donnée pour le mihrab surtout pour les anciennes mosquées, le mihrab qui est un élément d'orientation et une forme de sacralisation de l'espace. Dans la deuxième mosquée celle de Safah le mihrab représente un stimulus visuel, la présence d'un puits de lumière concentrant la lumière sur son endroit le mis en valeur, ce qui implique une identification consciente de l'importance de cet espace. La mosquée de Attik constitue une spécificité car le mihrab ne possède pas de petite ouverture sur sa niche, et son emplacement n'est pas accentué par la présence d'un puits de lumière au-dessus, Quant à la mosquée contemporaine Badr , les deux mihrabs ne se présentent pas comme des stimuli visuels, ce qu'il signifie une observation inconsciente.

2- La mosquée Attik se caractérise par deux types d'éclairages, le premier latéral, il s'agit des ouvertures sur les murs (une seule façade) , ce qu'il reste insuffisant vue la surface importante des de la mosquée ,d'où la nécessité de les renforcer par un éclairage zénithal par des puits plus importants de dimensions (0.40mx0.40m) .tandis que la mosquée Badr se caractérise par un éclairage latéral présent sur trois façades ainsi qu'un éclairage zénithal au niveau de la coupole ,Pour la mosquée de Saffah l'éclairage latéral est le seul type d'éclairage. D'ici nous pouvons tirer un principe important, les deux premières mosquées se trouvent dans un tissu dense qui ne permet pas d'obtenir un éclairage latéral, car les mosquées sont entourées par des habitations sur tous les côtés sauf le mur de qibla, surtout pour le cas de la mosquée Attik donc, l'introduction des puits de lumière dans les planchers a été la seule solution pour obtenir plus de lumière, comme nous constatons que le nombre et les dimension varient avec la taille de la salle de prière.

Partie pratique

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

3- La surface de la salle de prière de Attik et Saffah est plus importante que celle de Badr , mais cette dernière possède plus de baies de lumière avec des dimensions plus importantes.

4- L'évaluation numérique par simulation nous a admis de conclure que la distinction entre les niveaux d'éclairage, des façades parallèles au mur de fenestration et le reste des salles de prière est valable pour tous les cas d'étude.

5- Pour le mihrab, la mosquée Saffah se démarquent des deux autres mosquées par un niveau d'éclairage plus élevé dus à la présence d'une ouverture pour la lumière au-dessus du mihrab .

6- Les niveaux d'éclairage ainsi que les niveaux de la luminance dans la mosquée Badr sont les plus élevés dans les trois période de l'année vue l'importance de sources de lumière mais qui restent très loin des normes recommandées ceux de Saffah sont les moyens et les plus uniformes en matière de répartition ainsi que les plus confortables Tandis que ceux du Attik restent les plus faibles mais qui représentent le plus de caractère sombre et mystérieux .

7- La lumière naturelle offerte par l'éclairage zénithale des puits de lumière à l'intérieur de la grande mosquée de Attik matérialise une ambiance lumineuse spécifique qui décompose l'espace en jeu de clair et obscure , donc de sécurité pour pratiquer la solitude spirituelle Une concrétisation du principe de la pièce dans la pièce, du rapport Homme-Divinité. cependant la signification de cette lumière se réduit avec la nouvelle forme de structure de la dernière extension de la grande mosquée de Attik .

8- Si nous essayons de classier les mosquées étudiées par ordre selon le nombre d'extensions au niveau de chaque une, nous classons la mosquée de Attik au premier qui a subis une extension horizontale de la salle de prière, la mosquée Badr en second qui a subis une extension en hauteur et la grande mosquée de Saffah qui n'a subis aucune extension.

9-les anciennes mosquées patrimoniales dans la ville de Laghouat se caractérise par une ambiance lumineuse uniforme comme la majorité des mosquées du monde musulmans, et avec la forme et la disposition des piliers, elle offre une lumière divine susceptible de transformer la matière en lumière ; donc en immatériel, avec un sentiment de sécurité dû au rapport de proximité

IX.. Discussion des hypothèses et conclusion partielle:

En observant les résultats obtenus par simulation on peut dire que les niveaux d'éclairage moyens et les niveaux de luminances calculés pour les anciennes mosquées Attik et Saffah sont plus au moins conforme aux normes pendant les différentes périodes de l'année mais ceux de la mosquée Badr voir

Évaluation quantitative de l'éclairage dans les mosquées par simulation numérique, Analyses et interprétations des résultats.

excessifs, ces deux facteurs quantitatifs influent aussi sur la qualité de l'éclairage (une répartition non uniforme et la présence des taches qui provoquent l'éblouissement des prieurs) compte tenu de ces résultats l'hypothèse dans laquelle nous avons prédit que **«La dimension –éclairage naturel –est bien conçue et mieux maîtrisable dans les anciennes mosquées qu'au mosquées contemporaines** est confirmée . donc les mosquées traditionnelles mettent en valeur la dynamique relationnelle entre forme et lumière naturelle, à travers des dispositifs de l'éclairage naturel, donnant une démonstration d'approche conceptuelle de lumière dans l'architecture. La lumière qui pénètre à l'intérieur des salle de prière et ses reflets dans l'édifice, sanctifient et embellissent l'espace architectural ,les différentes réflexions de la lumière créent un espace architectural manifestant la magnificence divine, les mosquées contemporaines attestent au contraire, d'une pauvreté architecturale, et d'une maladresse affirmée quant à la qualité des ambiances lumineuses intérieures, une lumière excessives durant toute la journée, et tout au long de l'année, une architecture indépendante de l'environnement physique, générant des espaces indépendants de l'éclairage naturel, qui ne peuvent répondre aux besoins psychiques et physiologiques des fidèles usagers.

L'analyse des différents résultats obtenus et leurs comparaisons avec la réglementation et les normes recommandées nous démontrent que les performances de l'éclairage existant dans les mosquées contemporaines de la ville de Laghouat ne sont pas en concordance avec les exigences requises pour le type d'espace étudié et cela est dû à l'absence du paramètre d'éclairage naturel dans la conception des nouvelles mosquées et l'ignorance de son importance.

L'éclairage naturel a fait l'objet de beaucoup de travaux de recherches scientifiques de différentes approches et disciplines . Pour étudier son rapport aux usagers il faut aller au-delà des solutions scientifiques vues la marge importante de subjectivité qui le caractérise.

La présente recherche étudia « la maîtrise de l'éclairage naturel dans les mosquées patrimoniales de la ville de Laghouat » De deux manières subjective et objective. L'échantillon d'étude est constitué de mosquées de différentes périodes historiques de la ville. Leur choix a été subordonné à la valeur historique et la richesse architecturale de l'édifice ainsi que son accessibilité.

Après la détermination des indicateurs pour l'évaluation quantitative et qualitative d'un éclairage naturel à l'intérieur d'un espace cultuel en générale et islamique en particulier qui est la mosquée l'objectif major c'était de chercher vers la fin d'appréciation et la signification de la lumière naturelle à l'intérieur des édifices culturels à travers une pensée musulmane .

A l'aide des différentes techniques d'évaluation de l'éclairage naturel à l'intérieur d'un espace basée sur l'observation , le questionnaire et la simulation numérique des conditions d'éclairage naturel par les logiciels Ecotect et Radiance , nous avons essayé d'évaluer la lumière naturelle dans les différents mosquées patrimoniales constituant notre corpus d'étude. Nous les avons pris une par une ensuite interpréter les résultats de chaque mosquée, les comparer entre elles pour tirer des conclusions et des recommandations.

L'étude et l'analyse de lumière naturelle a l'intérieur d'un espace peut être faite selon l'un des deux aspects qualitatif ou quantitatif, comme il est préférable de prendre les deux chemins, pour arriver à l'évaluation de la satisfaction des usagers (prieurs dans notre cas) Ces satisfactions sont d'ordre fonctionnel d'une part , et émotionnel d'une autre part .

I. Conclusions d'ordre général :

La présente recherche nous a offert l'opportunité de traiter le concept de l'éclairage naturel qui semble essentiel mais aussi complémentaire pour concevoir un projet d'architecture notamment s'il s'agit d'une mosquée.

Dans un premier temps une approche théorique qui nous a permis de dégager dans le premier chapitre les notions fondamentales de patrimoine architectural, là où on a pu connaître plusieurs notions de base sur le patrimoine en général et architectural religieux en particulier. puis en deuxième lieu un second chapitre qui traite la notions de l'éclairage naturel qui est considéré comme une des stratégies indispensables dans les conceptions passives , Il présente un double intérêt : le premier est d'ordre qualitatif car, suivant les heures de la journée, les variations de luminosité mettent l'architecture en relief et animent

l'espace intérieur. Celles-ci fournissent l'information qui fait réagir notre horloge biologique. Quant au second intérêt, l'éclairage naturel s'impose du fait qu'il permet une réduction significative de la consommation de l'énergie électrique dans le bâtiment, et en deuxième volet le chapitre traite la notion de l'éclairage naturel dans les édifices religieux plus précisément les mosquées qui nécessitent une conception adéquate, dans les conditions de lumière naturelle favorables, nécessite l'utilisation parfaite et rationnelle de la lumière naturelle, tout en évitant ou au moins en diminuant ses diverses gênes. Cette conception exige, en plus des conditions recommandées, une connaissance des différentes variables influençant la qualité de la lumière naturelle pénétrante à l'intérieur des mosquées.

L'éclairage naturel est un domaine d'application des connaissances scientifiques sur la lumière et la vision. Son objet est de concevoir et d'assurer un environnement lumineux optimal, adapté aux activités humaines. Un mauvais éclairage est un facteur potentiel de risque pour la sécurité et la vision et pour sur la santé .donc La vision dépend de la lumière car c'est la lumière qui rend les objets visibles .Un Eclairage approprié de la tâche visuelle, lui permet de voir efficacement, en conditions de sécurité et de confort visuel .Lorsque l'ambiance lumineuse n'est pas adaptée aux exigences de la tâche et aux aptitudes visuelles du prieurs ,elle constitue un facteur supplémentaire de charge ,générateur de fatigue visuelle, avec des conséquences sur la santé .

II .Conclusions relatives au cas d'étude

En un deuxième temps, nous avons procédé à un travail pratique, notre cas d'étude fut les mosquées patrimoniales de la ville de Laghouat qui sont dotées d'un dispositif permettant un éclairage naturel de plusieurs types.

La première étape du travail pratique était réservée à l'estimation subjective de la qualité de l'éclairage naturel observée par le chercheur et perçue les usagers ; à cette effet et en premier lieu une observation a été effectuée sur terrain par la prise des notes et des photos aux différentes heures de la journée pour qualifier l'environnement lumineux . En deuxième lieux un questionnaire a été confectionné puis adressé à 30 personnes répartis en 10 usagers par mosquée leurs réponses ont été traitées et analysées et comparées afin de situer leurs avis sur la qualité de la lumière naturelle dans leurs mosquées ; après le traitement des réponses des usagers des trois mosquées on a conclu une satisfaction à propos des ambiances lumineuses qui règnent au niveau des anciennes mosquées contrairement aux usagers de la mosquée contemporaine qui ont exprimé une insatisfaction unanime quant aux ambiances lumineuses qui ont qualifié d'inconfortables et gênantes surtout durant la période estival

La deuxième étape du travail pratique a été celle de l'estimation objective par la simulation numérique à l'aide des logiciels Ecotectet Radiance, la simulation a porté sur les niveaux d'éclairements et la luminance produits par les baies des mosquées et la répartition de la lumière à l'intérieur des salles de prière durant les trois saisons, ce qui a permis de mieux assimiler le comportement annuel, saisonnier et journalier du soleil.

A l'aide des techniques d'ordre qualitatif on a essayé d'établir un vocabulaire qui permettrait de caractériser la lumière naturelle visible dans l'environnement lumineux des salles de prière, tandis qu'à travers les techniques d'ordre quantitatif on a essayé d'évaluer la quantité et la répartition de lumière reçue par les fenêtres et classée suivant des gammes selon la valeur d'éclairement. La combinaison des différents résultats obtenus nous a permis de tester la maîtrise et la stratégie de l'éclairage naturel dans les mosquées sous un climat aride. Alors ces outils d'estimation quantitative et qualitative de la lumière naturelle, nous permettent de dire que les anciennes mosquées favorisent un bon confort visuel aux usagers vu que la présence de la lumière naturelle dans les anciennes mosquées de Laghouat acquiert une grande valeur. Elle transforme l'espace en immatériel. Elle ressemble aux mosquées du monde musulman par son uniformité qui signifie l'équivalence devant Dieu. À l'inverse de la mosquée contemporaine qui est provocatrice de gênes visuelles fatigantes.

- Finalement, il est important de noter que l'impact final de la lumière naturelle pénétrante à l'intérieur des espaces est le résultat de l'influence de l'orientation, de la position, de la forme et des dimensions et plusieurs paramètres à la fois. Par conséquent, il appartient aux concepteurs de faire la corrélation entre ces différentes variables dès la première phase de la conception et de les vérifier, afin de parvenir à un environnement lumineux durable et confortable pour les utilisateurs (prieurs, étudiants).

En bref pour concevoir un éclairage adéquat, il faut d'abord reconnaître et évaluer les insuffisances quantitatives et qualitatives d'un éclairement jugé insatisfaisant par les usagers, et en fin proposer des solutions pour y remédier.

III Limites de la recherche :

- L'utilisation des instruments de mesure photométriques tels que le luxmètre le luminance-mètre reste importante pour savoir les valeurs réelles du niveau d'éclairement et de luminance.

- Le manque des documents graphiques, a bouleversé le déroulement de l'enquête et nous ont limité à ce stade.

- La technique du questionnaire est très importante, mais elle nécessite un temps très important et une population concernée plus vaste surtout lorsqu'il s'agit de l'appréciation de la lumière.
- Cette recherche n'a pas bénéficiée d'une bourse de recherche pour avoir l'état de l'art réel. Le manque de la documentation sur le patrimoine architecturale religieux islamique en général, et la lumière dans les mosquées en particulier constitue l'une des limites de cette recherche.

IV. Axe de recherche :

Cette recherche est portée sur la maîtrise de l'éclairage naturel dans les mosquées patrimoniales de la ville de Laghouat on s'est beaucoup plus intéresser aux niveaux des éclairements et des facteurs de lumière de jour leurs impacts sur le Confort des prieurs.

Les résultats et les observations obtenus nous ont permis d'aboutir à un certain nombre de conclusions et de recommandations, mais cela dit, cette recherche ne saurait à elle seule apporter toutes les réponses inhérentes au problèmes posés, il serait donc intéressant que ce travail soit complété par d'autres recherches en traitant le sujet d'un autre angle plus vaste , par exemple en s'intéressant à d'autres éléments tels que :

- Le chemin méthodologique qui a conduit cette recherche à ses fins peut être appliqué sur un corpus plus larges.
- Synthétiser la symbolique de la lumière naturelle sous forme de système, pour une lecture plus pratique du phénomène, à savoir : éclairage, forme architecturale, perception, ouvertures (position, emplacement, taille, vitrage).
- Etudier efficacement La notion de l'intégration du paramètre éclairage naturel dans la conception des mosquées.
- Concevoir avec l'éclairage naturel entre théorie et applications.

Pour terminer on rappellera que l'éclairage naturel des bâtiments ne relève ni du passé ni de l'avenir; c'est une constante de l'architecture. C'est pourquoi il est indispensable d'en étudier les principes et les lois qui ont, de tout temps, permis aux architectes de répondre efficacement et avec grandeur à cette problématique fondamentale en architecture.

- Anette A.** (art) et Bernadette S. religion et histoire de civilisations 2011.
- ANGERS, M.** Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines. Alger: Casbah Université. 1997, p 58
- Arkoun M. 1984**, essais sur la pensée islamique, Maison neuve et La rose, Paris, 1984.
- ARRAR MERIEM** élaboration d'une base de données des mosquées du beylik el gharb : la méthode CE.S.A.D.A. (UNESCO). mémoire de magister .EPAU .Decembre 2014 324 pages .
- Babelon J.P et Chastel .A.1994** ; la notion de patrimoine. Paris, Ed Liana Levi, 1994.
- Baker. N et STEEMERS. K.** Daylight design of buildings. London: James & James. 2002, p 232.
- Bart .J. 2006**« patrimoine et religion, les dieux possèdent-ils un patrimoine ? », dans Brigitte Basdevant-Gaudemer, Marie Cornu, Jérôme Fromageau Le patrimoine culturel religieux. Enjeux juridiques et pratiques culturelles, L'Harmattan, Paris, 2006`.
- Bertaux J-J, 1999**, « Biens sacrés et biens religieux, le point de vue du conservateur », dans Brigitte Basdevant-Gaudemer, Marie Cornu, Jérôme Fromageau (dirs.), 1999
- Bouche N, 1997** : « Vieux quartiers, vie nouvelle. Les quartiers anciens comme patrimoine social : quelles implications et quelles priorités d'acteurs ?», L'renaissance des villes anciennes, ICOMOS Journal Scientifique
- Barrucand. M** , Encyclopædia Universalis
- Bahnassi A. 2003**, L'Architecture islamique et ses spécificités dans les programmes d'enseignement , Publications de l'Organisation Islamique pour l'Éducation, les Sciences et la Culture -ISESCO-1424H/2003
- Baker, N. and K. Steemers (2002).** Daylight Design of Buildings. London, James & James (science Publishers) Ltd.
- Bakhtiar. L; 1977**, Le soufisme : expressions de la quête mystique 1977
- Baroud.D et Chettih A 2009** .Réhabilitation de l'ancien fort Bouscaren a la ville de Laghouat Mémoire de fin d'étude Université de Laghouat Juin 2009 180 pages
- Belakehal, A., K. Tabet Aoul, et al. (2004).** "Sunlighting and daylighting strategies in the traditional urban spaces and buildings of the hot arid regions." Renewable
- Bourouiba, R.1986** , Apports de l'Algérie à l'architecture arabo-islamique, Alger, 1986.
- Beeck-Gus, V. 1987** «Arcs et Voûtes dans le Proche Orient ancien», In pour la Science,N.119,p 80
- Belakehal A, Tabet K. et BENNADJI A.** "An evaluation method of daylighting quality in buildings under clear sunny skies" 2016
- Belakehal, A. (2009).** "L'éclairage naturel dans les mosquées marocaines, tunisiennes et algériennes de la période précoloniale." American Institute for Maghrib Studies (AIMS).

- Bouvier, F. 1981** « Eclairage naturel », Technique de l'ingénieur, Vol. C6, n°C 3 315, Paris (1981),
- Baker, N., ET STEEMERS, K. 2002** : Daylight design of building, publié par : James & James (science publishers) LTD, 35-37 Williams Road, London, NW1 3ER, UK. 2002
- Bell J. & W. BURT** in ROUAG, Djamilia. Sunlight problems within new primary school classrooms.
- Benarfa K. 2007** "L'occupation de l'ilot en zone aride pour une protection contre le rayonnement solaire direct. Cas de la ville de LAGHOUAT . Université Ammar Thelidji. Laghouat. 2007.
- Bencheikh . H. 2007** étude et réalisation d'un système de refroidissement passif en utilisant une Toiture radio -évaporative dans les climats chauds et arides.
- Bolak .O. 1967** Camilerin aydınlatılması üzerinde bir araştırma = "Une recherche sur l'éclairage des mosquées, université de istanbul .
- B. Benyoucef 1994** BENYOUCEF Brahim, « introduction a l'histoire de l'architecture islamique », office des publications universitaires, Alger 1994, p 182-184.
- (Cantin, F., 2008)** : Évaluation de la qualité lumineuse d'un environnement de travail éclairé naturellement.. Architecture et urbanisme. Université Laval, Quebec. Canada 2008.
- Chastel, J.-P. Babelon. 1993**, La Notion de patrimoine, Paris, Ed. Liliane Levi, 1993, p. 17
- Chauvel P. & DERIBERE M. 1968**) : L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment. Paris . Eyrolles. 1968
- Chaabouni, S. HALIN, G. BIGNON J.C., (2007)**. Première étape vers une navigation référentielle par l'image pour l'assistance à la conception des ambiances lumineuses, Hammamet, Tunisie, 29-31 octobre.
- CERMA** Laboratoire. « La géométrie solaire », Ecole d'Architecture de Nantes [En ligne] <http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/theorie/solaire/.html>
- CIBSE 1987** The Chartered Institution of Building Services Engineers. Applications manual: Window design, London: CIBSE, 1987,
- Coutellier, B. (2006)**. Caractérisation de la qualité d'un environnement lumineux à l'aide d'outils de mesure vidéo-photométriques et de simulations en milieux virtuels. Mémoire de doctorat. L'Institut National des Sciences appliquées de Lyon.
- De herde, A & al.** « Le confort visuel ». Université Catholique de Louvain La Neuve. Belgique [En ligne]. www-energie.arch.ucl.ac.be.
- De herde, A. A, Liebard., (2005)**. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris
- Delacre. D. 1924**, chef de bureau des affaires indigènes, visite a Laghouat 1924, Ed marcel leon et cie , 15 Rue Tanger, Alger.

Dubois, C., 2006 Catherine Dubois : Confort et diversité des ambiances lumineuses en architecture l'influence de l'éclairage naturel sur les occupants. Faculté d'aménagement, d'architecture et des arts visuels .Université Laval. Québec octobre 2006

Durand J.P 2005, « Intérêt patrimonial et patrimoine religieux, Le droit canonique », dans Brigitte Basdevant-Gaudemer, Marie Cornu, Jérôme Fromageau (dirs.),

Farhi, A., (2014) : Cours de méthodologie de recherche, Post-graduation en architecture à l'Université Mohammed Khider Biskra.

(Fariba. A et Moussaoui.a) FARIBA Adelkhah et MOUSSAOUI Abderrahmane. « Les mosquées espaces, institutions et pratiques », Revue des mondes musulmans et de la Méditerranée, N°125, (juillet 2009).

Garcia, M in THIRY, Raymond. Eclairage naturel dans le bâtiment. Marseille: Ecole 'Architecture de Marseille- Luminy,

Golvain Lucien, la mosquée : ses origine, sa morphologie, ses diverses fonctions, son rôle dans la vie musulman, plus spécialement en Afrique du Nord, Editeur : Institut d'études supérieures islamiques d'Alger, Alger, 1960

Golany G.1982 , Architecture; arid regions, Ed (ISBN 0893971197), 1982

Günay, R. (2007). Sinan: the architect and his works, YEM Yanin

Hassan Fy , architecture of mosque p29

Hirtz. G .L'Algérie nomade et ksourienne 1830-1954

(Hetzl, J.2003) : Haute qualité environnementale du cadre bâti : enjeux et pratiques. Paris : AFNOR, 2003

Inc, E. B. (2004). Universalis E. U. S.A. 10.

Jodidio, P. (2004). Architecture now!, Taschen.

Koïchiro. M, 2002 : « Le patrimoine immatériel est le produit des gens ordinaires B », III ème Table ronde des ministres de la culture, Guide de discussion, Istanbul, Edition cioff.

Khalfoune. T 2005 « Le habous, le domaine public et le trust », Article paru dans la revue internationale de droit comparé N° 2-2005

Lefebvre D., 1994 : « Les secteurs sauvegardés ont trente ans. Actualité de la loi Malraux pour les centres urbains », Paris, Éditions STU.

Mallory-Hill, S-M. (2004). Supporting strategic design of workplace environments with case-based reasoning. Thèse de doctorat. Université technique d'Eindhoven

Mangin, .E.1893 . Notes sur l'histoire de Laghouat, Revue Africaine Tom I, 1893

- Menhour Asma.** Evolution de la mosquée en tant que patrimoine architectural religieux, mémoire de magister, Constantine : Université Mentouri, mars 2012, 223 pages.
- Melia J,** Laghouat où les maisons entourées de jardins, librairie Plon.
- Mezaoukh L. 2012** Lakhdar MEZAOUKH, impact de la conception des fenêtres sur l'environnement intérieur dans les salles de classe en zones arides, université de Laghouat, 2012
- Mudri, L. 2002** De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002
- Marçais.G 1954** , L'architecture musulmane d'Occident, Pub. du Gouvernorat Général de l'Algérie, Arts et Métiers graphiques, "Paris, 1954
- (Millet. S. M, 1996).** Lumière et symbolisme.
- Oubaid.H 2014** impact de l'éclairage naturel sur le confort du patient dans les chambres des hopitaux, cas d'étude: hopital hmida ben aidjila dans la ville de laghouat,université de Laghouat, 2014.
- PAUL, N'dan., (2002).** Méthodologie de la recherche de la problématique à la discussion des résultats, Abidjan.
- Rouag Saffidine. D.2001** . Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Université Mentouri de Constantine. 04/ 2001.
- Robertson, K.2003** Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments. Ontario. SCHLCMHC.2003
- Rasmussen, S. E. (1964)**. Experiencing architecture, Cambridge: MIT Press.
- Riegl .A.1984** Le Culte moderne des monuments, son essence, sa genèse, Paris, Le Seuil, 1984, p. 35.
- Salame G., Turin 2001** : « Le patrimoine immatériel est le produit de gens ordinaires», Ministre de la culture du Liban, III Table ronde des ministres de laculture, Istanbul, Edition cioff.
- Seringe, P.-M. (2003).** Les symboles dans l'art, dans les religions et dans la vie de tous les jours, Sum
- Silvestre, J., 2009.** La température agréable manipulation des fenêtres et dynamique du confort. Environnemental . Faculté d'aménagement, architecture et arts visuels Université Laval .Québec
- Terrier. C. et Vandevyver. B..** "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris : ED 82, Travail et Sécurité, Mai 1999.
- T .Samarkandi** روية عصرية في تصميم المساجد 1426 هـ
- UNESCO** 30e session du comité du patrimoine mondial 2006
- VANDENPLAS.** Comité National Belge de l'Eclairage- Commission de l'Eclairage Naturel, L'éclairage naturel et ses applications. Bruxelles : S.I.C, 1964
- W. C. BROWN et K. RUBERG.** «RSB 88 : Facteurs de performance des fenêtres ». Canada.1988 [En ligne] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/rsb.html>

Bibliographie

Zemmouri. N 1987 Daylight optimisation for energy conservation in building: with reference to Algeria, University of bath. School of architecture and building engineering, 1987.

Annexe 1: Glossaire d'éclairage

-Anisotropie:

Ayant une dépendance à une direction ou un angle.

-Azimut:

Angle entre la projection de la normale d'une surface sur l'horizontal et le vrai Nord.

Mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre.

-Composante directe du facteur de lumière du jour :

C'est la lumière provenant d'une portion du ciel visible à partir d'un point de référence. Il s'agit généralement de la composante la plus importante au plan quantitatif. Sa valeur dépend de la surface du ciel visible à partir d'un point considéré et de la distribution des luminances du ciel, mais aussi de la position de cette surface, car près de l'horizon la luminance est faible tandis qu'elle est élevée près du zénith .

-Composante réfléchie externe du facteur de lumière du jour :

C'est la lumière réfléchie par les différentes surfaces et obstacles extérieurs, y compris le sol. Sa valeur dépend donc de l'éclairement de ces obstacles, de leur facteur de réflexion et des angles solides sous lesquels on les voit depuis le point de référence.....

-Composante réfléchie interne du facteur de lumière du jour :

C'est la lumière arrivant en un point selon un nombre infini de trajectoires possibles, pénétrant à travers une ouverture mais atteignant le point de référence seulement après réflexions par les différentes surfaces intérieures du local. Sa valeur dépend donc de l'éclairement de ces surfaces, de leur facteur de réflexion et des angles solides sous lesquels on les voit depuis le point de référence. Ces angles solides sont en général importants, mais les éclairagements sont faibles.

-Eclairement indirect :

L'éclairement indirect résulte de l'interférence d'un ou de plusieurs éléments opaques ou semi-opaques entre la source lumineuse primaire et le point ou surface de réception considérés.

-Eclairement lumineux :

C'est le quotient du flux lumineux reçu par un élément d'une surface par l'aire de cet élément. Il caractérise la quantité de lumière reçue par unité de surface. Symbole : E

Unité : Lux (lx), 1 Lux = 1 Lumen / m²

-Eclairement moyen à maintenir :

L'éclairement moyen à maintenir est l'éclairement moyen juste encore acceptable avant une intervention d'entretien : nettoyage des luminaires complété ou non par le remplacement simultané des fonds.

-Éclairage moyen en service :

L'éclairage moyen en service est l'éclairage moyen que l'on doit constater au milieu de la période couvrant deux interventions d'entretien consécutives.

-Éclairage moyen initial : est l'éclairage moyen lorsque l'installation est neuve.

L'éclairage moyen initial est la valeur, prise en considération dans les calculs relatifs au projet d'éclairage. En absence d'indication, l'éclairage moyen initial sera de :

- 1,5 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à faible empoussièremment,
- 1,75 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à empoussièremment moyen,
- 2 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à empoussièremment élevé.

-Facteur de réflexion d'une surface

C'est le rapport du flux lumineux réfléchi au flux incident. Ce facteur précise l'aptitude d'une surface à réfléchir la lumière incidente.

-Flux lumineux :

C'est la quantité d'énergie émise par une source sous forme de rayonnement visible dans toutes les directions par unité de temps. Symbole : F

Unité : Lumen (lm)

-Indice de profondeur :

L'indice de profondeur est caractéristique d'un local à éclairage unilatéral. C'est le rapport de la profondeur P du local à la hauteur H de la fenêtre sous linteau.

- Intensité lumineuse :

Cette grandeur définit l'importance du flux lumineux émis dans une direction donnée par une source ponctuelle.

Symbole : I / Unité : Candela cd

-Luminance :

Cette grandeur détermine l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source, dans une direction donnée et dont dépend la sensation visuelle de luminosité.

Symbole : L Unité : cd / m²

-Lux (lx) :

quantité de lumière qui frappe une surface. Un concepteur d'éclairage pourrait tenter d'obtenir une intensité lumineuse de 500 lux au niveau d'une table de travail dans un local de bureau. Le lux est une unité d'éclairage correspondant à 1 lumen par mètre carré. La mesure impériale est le candela-pied (footcandle), qui correspond à 1 lumen par pied carré.

-Performance visuelle:

La « performance visuelle » est un taux d'évaluation du système visuel utilisé pour quantifier les aptitudes d'une personne à détecter, identifier et analyser les détails entrant dans son champ de vision, en se fondant sur la vitesse, la précision et la qualité de sa perception. La performance visuelle dépend:

- des caractéristiques propres de la tâche à accomplir.
- de l'acuité visuelle de l'observateur.
- de la nature de l'arrière-plan.
- des conditions d'éclairage.
- des perturbations distrayant l'attention.

-Visibilité de la tâche visuelle :

La visibilité de la tâche visuelle est utilisée pour relier la performance visuelle aux paramètres de l'éclairage sans tenir compte de l'attitude de l'observateur à l'égard de la tâche. La visibilité qui caractérise une tâche est déterminée par la visibilité du détail critique. D'une manière générale, la visibilité du détail dépend de :

- sa dimension angulaire et sa forme.
- sa luminance et sa couleur.
- son contraste par rapport au fond immédiat.
- sa position dans le panorama visuel.
- la luminance d'adaptation.
- l'état du système visuel (âge de l'observateur).
- le temps d'observation.

Annexe 2 : modèle de questionnaire

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE DE BISKRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGENIEURIE
Département d'Architecture

Dans le cadre de formation supérieure moi Baroud Djamel-eddine étudiant en 2eme année magistère a l'université de Biskra, j'ai l'honneur de vous demander de remplir ce questionnaire qui récolte l'avis les prieurs sur l'éclairage naturel dans leurs mosquées merci d'avance. Veuillez nous informer de votre opinion, sincèrement et honnêtement

Question 1: Age

(- 20ans) (20-30ans) (30-60ans) 60 ans et plus

Question 2 : types d'usager

Élèves étudiant fonctionnaire chômeurs retraités

Question 3 : Horaires d'occupation de la salle de prière

5h-6h 12h-13h 15h-16 h 18h-19h 19h et plus

Question 4: la durée passée dans les salles de prière des mosquées.

15 minutes 20 minutes 30 minutes 1heure et plus

Question 5: les activités qui se déroulent dans la mosquée.

Prière Lecture du Coran Repos Regroupement et relations sociales

Question 6: Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous plait dans votre mosquée

Rien surface vitres vue

Question 7 : Est-ce qu'il y a quelque chose de particulier qui vous déplaît dans votre mosquée?

Chauffage /climatisation l'ambiance l'éclairage la couleur

Question 8 : L'éclairage de votre mosquée, convient-il pour ?

Prier lire le coran se reposer observer et concentrer avec l'imam

Question 9: Comment trouvez-vous l'éclairage de votre mosquée?

Plutôt ensoleillé adéquat faiblement ensoleillé

Question 10 : Y'a-t-il assez de lumière du jour dans votre mosquée ?

Oui en été non en été oui en hiver non en hiver

Question 11 : Comment trouvez-vous l'éclairage dans votre mosquée ?

Confortable inconfortable

Question 12 : avez-vous déjà ressenti ces symptômes?.

Le vertige les maux de tête fatigue visuelle

Question 13 : Pendant votre Activité à la salle de prière, avez-vous déjà ressenti l'éblouissement ?

Non sur les yeux directement sur le livre du coran

Question14 : Les rayons directs du soleil sont-ils gênants sur vos yeux ?

Oui en été oui en hiver non

Question 15 : Où préférez-vous vous mettre ?.

Pas de préférence près de la fenêtre loin de la fenêtre

Question 16 : comment jugez-vous la dimension des fenêtres dans votre salle de prière?.

Trop petites Adéquates Trop larges

Question 17 : Préférez-vous prier et lisez sous la lumière naturelle, artificielle ou combinée ?

Naturelle artificielle combinée

Question 18 : L'éclairage électrique de votre salle de prière est-il inutile préférable ou indispensable

Inutile

préférable

indispensable

Question 19 : Si vous pouviez changer une chose dans l'éclairage électrique, de votre salle de prière ça serait ?

Intensité au moins

rajouté des lampes

intensité en plus

Disposition

couleur

Question 20 : Comment qualifiez-vous l'ambiance lumineuse , de votre salle de prière en général?

Désagréable

fatigante

ordinaire

agréable

satisfaisante

**Merci pour votre temps et votre contribution
BAROUD DJAMEL-EDDINE**