

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Seddik BENYAHIA – Jijel
Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Architecture



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :
MASTER ACADEMIQUE

Filière :
ARCHITECTURE

Spécialité :
ARCHITECTURE ET TECHNOLOGIE

Présenté par :
Asma HARROUCHE
Imad ZAHARIOU
Oussama BAZENIAR

THEME :
QUELLES TECHNIQUES POUR L'OPTIMISATION DE
L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LES EQUIPEMENTS A
CARACTERE COMMERCIAL?

Date de la Soutenance : 13/ 07/ 2019

Composition du Jury :

Hocine TEBBOUCHE	MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Président du jury
Hanane KIHAL	MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Encadrant de mémoire
Samira BOUKETTA	MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Membre du Jury

Remerciement:

Avant tout, nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, et la patience pour mener à terme ce modeste travail.

C'est avec un grand plaisir que nous réservons ces quelques lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et l'aboutissement de ce travail.

Nous tenons à remercier ici toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenus tout au long de notre recherche. Nous précisons ici à exprimer notre profonde reconnaissance et sincères remerciements à notre encadreuse Madame Kihal Hanane qui nous a dirigé, soutenu, pour l'aide, les orientations et encouragement pour avancer et faire ce travail et sa patience et surtout pour sa disponibilité, madame, nous vous disons très grand merci.

Nos chaleureux remerciements à Madame Gherzouli Shahrezad pour avoir orienter nos recherches par ses précieux conseils et ses encouragements.

On remercie toute l'administration du centre commercial de Bâb Ezzouar qui nous a aidées à obtenir quelques papiers et des informations du cas d'étude, aussi on les remercie d'avoir voulu bien répondre à nos questions surtout Mr. Saad Eddine Imad, l'architecte responsable du service technique.

On adresse nos sincères remerciements à tous les professeurs, et toutes les personnes du département d'architecture de l'université de Jijel, et toutes les personnes qui par leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions.

Merci pour tous.

Dédicaces

À mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui

qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre À cette source de

Tendresse, de patience et de générosité À ma mère

À ma cher sœur AMIRA

À mes chers frères SIF-EDDIN et MOUHAMMED

À Mon neveu Baraa

À mon grand-père et grand-mère et toutes mes oncles surtout LAMIA

À toute ma famille HARROUCHE

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, mes aimables amis : Sara, Rania, Romaiassa, Ahlem, Abba, Hala, Houda,

Loubna, Manel et Sara.

Je dédie ce modeste travail.

Asma

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers :

À ma tendre mère qui m'a toujours inondé de sa tendresse, qui m'a encouragé dans tout ce que j'ai entrepris et a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

À mon cher père qui m'a enseigné le sens du devoir et de la responsabilité, je ne pourrais jamais lui compenser les sacrifices qu'il a consentis pour moi.

À mon frère et mes sœurs.

À toute ma famille.

À mes meilleurs amis.

À tous mes collègues de la faculté d'architecture de l'université de Jijel.

Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, que je connais, que j'estime et que j'aime.

Imad

Dédicaces

A mes très chers parents, pour leur : amour, sacrifice, patiences, soutien moral et matériel depuis mon enfance jusqu'à ce jour.

A ma chère sœur : Samia

A mes chers frères : Abdel Karim, Lokman.

A tous mes enseignants qui m'ont éclairé sur ce chemin du savoir.

A tous qui ont attendu l'achèvement de ce mémoire et qui ont prié 'Dieu' pour plus de réussites.

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

Je dédie ce modeste travail.

Oussama

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces et remerciements	I
Table des matières	V
Liste des figures	X
Liste des tableaux	XIII
Liste des abréviations	XV
Introduction générale	1
Introduction	1
Problématique	2
Hypothèses de la recherche	3
Objectif général de la recherche	3
Démarche méthodologique	3
Structure du mémoire	4
Chapitre 1 : l'éclairage naturel et les équipements commerciaux	
Introduction	5
1.1- L'éclairage naturel	5
1.1.1-Définitions.....	5
1.1.1.1- La lumière comme entité physique	5
1.1.1.2- La lumière en architecture	5
1.1.1.3- L'éclairage naturel	6
1.1.1.4- Les grandeurs de l'éclairage	6
1.1.2-Sources de l'éclairage naturel	7
1.1.2.1-Sources lumineuses diurnes directes	8
1.1.2.1.1- Les sources primaires	8
1.1.2.1.2- Les sources secondaires	8
1.1.2.1.3-Modèles de ciel	8
1.1.2.1.4-Influence du type de ciel sur l'éclairage naturel	10
1.1.2.2- Sources lumineuses diurnes indirecte	10
1.1.3-Types d'éclairage naturel	10
1.1.3.1-L'éclairage latéral	11

1.1.3.1.1-Dimensionnement des ouvertures latérales	12
1.1.3.2-L'éclairage zénithale	13
1.1.3.2.1-Dispositifs d'éclairage zénithal direct	14
1.1.3.2.2 -Dispositifs d'éclairage zénithal indirect	15
1.1.4- Types d'influences sur l'éclairage naturel	16
1.2- Les équipements commerciaux	16
1.2.1- Définition de commerce	16
1.2.2- Equipement commercial	16
1.2.3- Typologie des équipements commerciaux	17
1.3-L'éclairage naturel dans les bâtiments	17
1.3.1- L'ambiance lumineuse	18
1.3.1.1-Définition de l'ambiance lumineuse	18
1.3.1.2-Types d'ambiance lumineuse	18
1.3.1.3-Facteurs influant les ambiances lumineuses	19
1.3.2- Les éléments architecturaux de maîtrise l'éclairage naturel dans le bâtiment	20
1.3.2.1- Les fenêtres	20
1.3.2.2- Les parois opaques	21
1.3.2.3- Les parois transparentes	21
1.4- L'éclairage naturel dans les équipements commerciaux	22
Conclusion.....	23

Chapitre 2 : les règlements relatifs à l'éclairage naturel et confort visuel dans équipements commerciaux

Introduction.....	24
2.1- Les notions de confort visuel.....	24
2.1.1- Définition de confort visuel	24
2.1.2- Tache visuel	25
2.1.3- La fatigue visuelle	25
2.1.4- Visibilité et performance visuelle	25
2.1.5- Les paramètres du confort visuel	25
2.1.6-Les éléments de confort visuel	26
2.1.7-Facteurs physiologiques	27

2.1.8-Physiologie de la vision	27
2.1.8.1- La perception visuelle	28
2.1.8.2- Sensibilité temporelle de la vue	28
2.1.8.3- La perception spatiale de l'œil	29
2.1.9- Les conditions d'obtention d'un confort visuel	29
2.1.10-L'influence du type d'ouverture sur le confort visuel	30
2.1.11-Mesure du confort visuel des ambiances lumineuses	31
2.1.12- Dispositions d'amélioration du confort visuel des ambiances lumineuses pour la journée	31
2.2- Règlementation relatif à l'éclairage naturel	31
2.2.1-Objectif de la réglementation d l'éclairage	31
2.2.2-Outils de la réglementation de l'éclairage	32
2.2.2.1- Les textes législatifs.....	32
2.2.2.2- Règles techniques	32
2.3- La réglementation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux	32
2.3.1-Textes législatifs	33
2.3.1.1-lois, décrets et arrêtés	33
2.3.1.2-Les circulaires, Instructions, Notes	34
2.3.2-Textes normatifs	34
2.3.3-Textes techniques	35
2.3.3.1- Recommandations de l'A.F.E	35
2.4- La réglementation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux en Algérie	38
Conclusion.....	39

Chapitre 3 : Représentation et simulation numérique de cas d'étude (le centre commercial de Bâb Ezzouar)

Introduction.....	40
3.1- Représentation de cas d'étude	40
3.1.1- Présentation de la ville d'Alger	40
3.1.2-Analyse climatique de la ville d'Alger	41
3.1.2.1-Les conditions climatiques	41

3.1.2.2- Les conditions solaires	42
3.1.2.3-Microclimat d'Alger.....	42
3.1.3-Présentation de projet choisi.....	43
3.1.3.1-Critères de choix de l'objet d'étude	44
3.1.3.2- Situation	45
3.1.3.3- Analyse architecturale	45
3.1.3.3.1- La morphogenèse du projet	45
3.1.3.3.2- L'organisation spatiale du projet	46
3.1.3.4- La consommation énergétique électrique du centre commercial de Bâb Ezzouar.....	48
3.1.4- Représentation de l'espace choisi pour simuler.....	49
3.2-La simulation du projet choisi (centre commercial de Bâb Ezzouar)	50
3.2.1-Simulation numérique	50
3.2.2-Motivation du choix de logiciel de simulation	51
3.2.3-Présentation du logiciel de simulation VELUX Daylight Visualizer	52
3.2.4-Description de la méthode de simulation	53
3.2.4.1-Préparation des plans	53
3.2.4.2- Importer le modèle 3D depuis AutoCAD	53
3.2.4.3- Attribuer des matériaux aux surfaces	53
3.2.4.4- Préciser la localisation	54
3.2.5-Protocole de simulation	54
3.2.5.1-Choix des jours	54
3.2.5.2-Les grilles d'analyse de centre	55
Conclusion.....	61

Chapitre 4 : Interprétation et l'analyse des résultats

Introduction.....	62
4.1- Analyse et interprétation des résultats	62
4.1.1-Présentation des résultats de simulation.....	62
4.1.2-Analyses des résultats de simulation	66
4.1.2.1-La comparaison avec les normes	66
4.1.2.2- Répartition d'éclairéments dans les boutiques.....	67

Table des matières

4.1.2.3- Effet de l'orientation.....	68
4.1.2.4- Effet du déplacement	69
4.1.2.5- Effet de disposition	70
4.2- Recommandations	71
4.2.1- Recommandation générales	71
4.2.1.1-Optimisation de l'éclairage latéral	71
4.2.1.2-Optimisation de l'éclairage zénithal	73
4.2.1.3-Matériaux utilisées	76
4.2.2- Recommandation de cas d'étude	76
4.2.3- Recommandation de réduction la consommation d'énergie électrique	78
Conclusion.....	78
Conclusion générale.....	80
Références bibliographiques.....	82
Annexe.....	I
ملخص.....	XIV
Résumé ..	XV
Abstract.....	XVI

Liste des figures :

Chapitre 01 : L'éclairage naturel et les équipements commerciaux.

Figure n° 1.1 : Les sources de l'éclairage naturel Pénétrante pour un espace intérieur	7
Figure n° 1.2 : ciel uniforme	8
Figure n° 1.3 : ciel clair ou serein normalisé.....	9
Figure n° 1.4: Distribution des luminances du ciel couvert normalisé CIE.....	9
Figure n° 1.5: ciel couvert Moon et Spencer	9
Figure n° 1.6 : Schéma synthétisant les différents types d'éclairage dans l'espace architectural. 11	
Figure n° 1.7: disposition de l'ouverture dans l'éclairage unilatéral.....	12
Figure n° 1.8: disposition des ouvertures dans l'éclairage bilatéral	12
Figure n° 1.9: disposition des ouvertures dans l'éclairage multilatéral... ..	12
Figure n° 1.10 : Comparaison de la répartition des facteurs de lumière du jour pour trois configurations de Prise de jour en façade (profondeur du local = 6 m).....	13
Figure n° 1.11 : l'influence de type de ciel sur l'éclairage naturel latéral.	13
Figure n° 1.12 : l'influence de type de ciel sur l'éclairage naturel zénithal.	13
Figure n° 1.13 : exemple de Los Arcos del Mar Menor hôpital universitaire, Spain.	14
Figure n° 1.14 : Département de la chaussure féminine aux Galeries Lafayette; Paris, Fran.	14
Figure n° 1.15 : Musée ABC, Centre d'illustration et de design Madrid, Espagne.	15
Figure n° 1.16 : L'éclairage zénithal direct par un atrium.....	16
Figure n° 1.17 : Bastide de Monpazier, au sud du Périgord	19
Figure n° 1.18 : L'ambiance lumineuse.....	19
Figure n° 1.19 : L'ambiance inondée.	19
Figure n° 1.20: Absorption, transmission et réflexion du flux solaire par le vitrage.....	22

Chapitre 2 : Aspect normatif de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux.

Figure n° 2.1 : Les éléments de confort visuel.....	27
Figure n° 2.2 : Les L'acuité visuelle augmente quand l'éclairage croît, mais selon l'âge de l'individu.....	27
Figure n° 2.3 : Structure de l'œil humain.....	28
Figure n° 2.4 : La capacité de l'oeil à saisir une information visuelle dépend de sa position relative dans le Champ visuel.....	29

Liste des figures

Figure n° 2.5 : Le diagramme de KHRUITCHOF.....	29
Figure n° 2.6 : Répartition du FLJ dans un plan de travail d'une salle de classe.....	30
Figure n° 2.7 : l'utilisation de sky-dome qui éloigne la surface translucide du plan de toiture....	30
Figure n° 2.8 : Angle critique d'éblouissement.....	36

Chapitre 03 : représentation et simulation numérique de cas d'étude (le centre commercial d Bâb Ezzouar)

Figure n°3.1 : Situation de la ville d'Alger.....	40
Figure n° 3.2 : zones climatiques d'hiver en Algérie.....	41
Figure n°3.3 : zones climatiques d'été en Algérie.....	41
Figure n° 3.4 : Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie....	42
Figure n° 3.5 : fréquence des vents.....	43
Figure n° 3.6 : humidité relative.....	43
Figure n° 3.7 : température moyenne.....	43
Figure n° 3.8 : Ouverture zénithal dans CCLB.....	44
Figure n° 3.9 : Ouverture latéral dans CCLB.....	44
Figure n° 3.10 : La situation de centre commercial Bâb Ezzouar..	45
Figure n° 3.11: Composition volumétrique du centre commerciale.....	45
Figure n° 3.12 : Les plans de centre commercial de Bâb Ezzouar, échelle 1/20000.	46
Figure n° 3.13 : Coupes schématiques de l'aménagement de centre commercial Bâb Ezzouar....	47
Figure n° 3.14 : Parking de CCLB.....	47
Figure n° 3.15: les boutiques de CCLB.....	47
Figure n° 3.16 : Atrium de CCLB	48
Figure n° 3.17 : Espace de loisirs de CCLB.....	48
Figure n° 3.18 : Les bureaux de CCLB.....	48
Figure n° 3.19 : Les boutiques choisis pour la simulation.....	50
Figure n° 3.20 : Interface de logiciel VELUX Daylight Visualizer	51
Figure n° 3.21 : Présentation de commandes principales de logiciel.....	52
Figure n° 3.22 : Les plans de CCLB dessinés en Autocad.	53
Figure n° 3.23 : l'importation de fichiers autoCAD vers VDV.....	53
Figure n° 3.24 : Attribuer des matériaux aux surfaces.....	54
Figure n° 3.25: Préciser la localisation.....	54

Chapitre 4 : Interprétation et l'analyse des résultats.

Figure n° 4.1 : Rapport éclairement /boutique 1.....	62
Figure n° 4.2 : Rapport éclairement /boutique 2.....	63
Figure n° 4.3 : Rapport éclairement /boutique 3.....	64
Figure n° 4.4 : Rapport éclairement /boutique 4.....	65
Figure n°4.5 : Rapport éclairement /boutique 5.....	65
Figure n° 4.6 : Répartition d'éclairéments de la boutique 01 à 21 Mars à 10:30h... ..	67
Figure n° 4.7 : l'éclairement reçu à 8.00 m dans les deux orientations.....	68
Figure n° 4.8 : l'éclairement reçu à 8.00 m des ouvertures.....	69
Figure n° 4.9 : l'éclairement reçu à 8.00 m à 21 Mars dans les trois boutiques.....	70
Figure n°4.10: la déviation de lumière.	71
Figure n°4.11:les composants des réflecteurs	72
Figure n°4.12: guidage de la lumière par prisme	73
Figure n°4.14 : Les atriums, les patios et les puits de lumière	74
Figure n°4.14 : Les étagères à lumières	75
Figure n°4.15 : les protections solaires des ouvertures latérales.	77

Liste des tableaux :

Chapitre 01 : L'éclairage naturel et les équipements commerciaux.

Tableau n°1. 1 :L'évaluation des degrés du flux de la lumière du jour dans l'espace intérieur ..	07
Tableau n° 1.2 : Tableau représentatif les différents modèles de ciel.....	08
Tableau n° 1.3 : Tableau représentatif les types de l'éclairage latéral.....	11
Tableau n° 1.4 : Tableau représentatif des typologies des équipements commerciaux... ..	17
Tableau n°1.5 : les différents Types d'ambiance lumineuse.....	19
Tableau n°1.6 : Morphologie des fenêtres.....	20

Chapitre 2 : Aspect normatif de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux.

Tableau n° 2.1 : l'éclairage minimum des espaces selon le code de travail.....	33
Tableau n° 2.2 : les normes d'éclairage moyen selon l'espace.....	34
Tableau n° 2.3 : indique les prescriptions définies sur quelques applications choisies parmi les 270 zones.....	35
Tableau n° 2.4 : les valeurs d'éclairage recommandé dans les locaux commerciaux... ..	36
Tableau n° 2.5 éclairage sur la tâche visuelle et les zones environnantes.....	36
Tableau n° 2.6 : Les valeurs de luminances maximales avec les angles de vue.....	37
Tableau n° 2.7 : les facteurs de réflexion conseillée.....	37
Tableau n° 2.8 : les facteurs de réflexion conseillée selon les matériaux.....	37
Tableau n°2.9 : Des valeurs de transmission lumineuse maximale suivant le type de vitrage.....	38

Chapitre 03 : représentation et simulation numérique de cas d'étude (le centre commercial d Bâb Ezzouar)

Tableau n° 3.1 : Microclimat de la ville d'Alger.....	43
Tableau n° 3.2 :Présentation de centre commercial de Bâb Ezzouar.....	45
Tableau n° 3.3 : Description des différents espaces de CCLB.....	47
Tableau n° 3.4 : La consommation énergétique de CCLB.....	49
Tableau n° 3.5 : Présentation des espaces choisis pour la simulation.....	49
Tableau n° 3.6 : Propriétés des principaux logiciels de simulation l'éclairage.....	51

Chapitre 4 : Interprétation et l'analyse des résultats.

Tableau n° 4.1 : Niveaux d'éclairiments moyen dans la boutique 01	62
Tableau n° 4.2 : Niveaux d'éclairiments moyen dans la boutique 02.....	63
Tableau n° 4.3 : Niveaux d'éclairiments moyen dans la boutique 03.....	64
Tableau n° 4.4 : Niveaux d'éclairiments moyen dans la boutique 04.....	64
Tableau n°4.5 : Niveaux d'éclairiments moyen dans la boutique 05.....	65
Tableau n° 4.6 :Evaluation d'éclairiment par rapport des normes.....	66
Tableau n° 4.7 : évaluation de l'éclairiment moyen avec la norme.....	67
Tableau n° 4.8 : les valeurs d'éclairiments reçues dans les deux orientations.....	68
Tableau n° 4.9 : les valeurs d'éclairiments reçues dans la boutique 01 et 03.....	69
Tableau n° 4.10 : les valeurs d'éclairiments reçues dans la boutique 01, 04 et 05 à 21 Mars	70
Tableau n° 4.11 : Les avantages et les inconvénients des sheds	73
Tableau n° 4.12 : Les avantages et les inconvénients des puis de lumière.....	74
Tableau n° 4.13:Les avantages et les inconvénients des étagères à lumières.....	75

Liste des abréviations :

AFE : Association Française de l'Eclairage.

C.G.S : Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismiques.

CCLB : Centre Commercial et Loisirs de Bâb Ezzouar.

CIE : Commission Internationale de l'Eclairage.

D.T.R : Documents Techniques Réglementaires

FLJ : Facteur de Lumière du Jour.

HQE: Haute qualité environnemental

UGR: Unified Glare Rating; Taux d'éblouissement unifié

IRC: Indice de rendu des couleurs

CTP: Commission technique permanent

ENTPE: École nationale des travaux publics de l'État

VDV: VELUX Daylight Visualizer

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE:

Introduction

La lumière est l'un des éléments fondamentaux de l'existence humaine: elle est essentielle à la vie humaine sur la Terre, et un phénomène vital qui ne peut être séparé de la vie humaine. On ne peut nier son rôle dans l'accomplissement de diverses activités quotidiennes et ses effets physiologiques et psychologiques.

Dans la conception architecturale, l'éclairage naturel est considéré comme un outil et technique architecturale riche, Où cela permet de montrer les ambiances internes du bâtiment à travers la manière d'affecter les espaces, les formes, les matériaux et les couleurs ..., De plus, il est au cœur des méthodes créatives d'expression du bâtiment pour réaliser une duplication «ombre-lumière».

Ces dernières années, malgré le grand développement et les innovations récentes en matière d'éclairage artificiel, l'éclairage naturel demeure un préalable indispensable aux espaces intérieurs des bâtiments, notamment les équipements commerciaux.

L'éclairage naturel des équipements commerciaux est une solution technique typique, à la fois en termes de consommation d'énergie dans ces bâtiments et d'autre part, apportant un confort visuel aux clients, ce qui en fait l'une des préoccupations principales des architectes, qui doit être prise en compte dans la conception des bâtiments commerciaux.

Ce dernier est un processus qui permet de répondre à tous les besoins des clients en créant des conditions optimales et un environnement confortable pour ces personnes et en fournissant un bon éclairage naturel pour atteindre le plus haut confort et le plus grand bien-être.

Donc La notion d'éclairage naturel dans un équipement commercial dépend de plusieurs termes : de la nécessité de créer des parcours liés à la vente, et du respect des normes en matière de sécurité et de consommation d'énergie électrique.

Problématique :

La question de maîtriser l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux qui constitué un élément important pour améliorer le confort visuel dans ces équipements reste parmi les sujets qui nécessitent des recherches et des études approfondies dans les équipements commerciaux en Algérie.

D'abord pour concevoir un projet architectural en adoptant l'éclairage naturel comme facteur clé de la composition des espaces intérieurs, On doit décèler comment les utilisateurs interagissent avec la qualité de l'éclairage utilisé dans le bâtiment,

Dans les équipements commerciaux les caractéristiques et la fonction de chaque espace doivent être considérées pour assurer la meilleure adaptation de l'éclairage naturel.

L'objectif de tous architectes lors de la conception d'un équipement commercial ou de tout bâtiment en général est d'assurer un confort visuel idéal et atteindre un équilibre entre l'éclairage excessif et l'obscurité.

L'éclairage naturel est différent de l'éclairage artificiel à la source, tandis que la source de l'éclairage naturel est les rayonnements solaires, qui sont une énergie permanente et peut être considérée gratuit. En revanche, l'éclairage artificielle est dérivé l'énergie électrique qu'est coûteuse et consomme beaucoup d'énergie. Et ne peuvent pas oublier que l'énergie électrique l'une des causes importantes de la pollution et du réchauffement de la planète.

L'adoption de l'éclairage naturel dans les bâtiments en général et en particulier les équipements commerciaux en Algérie, cela demande de l'attention et du respect les caractéristiques climatiques de la région.

Partant de cet état de fait, notre recherche vise à répondre aux questions suivantes :

- Quels sont les différentes grandeurs de l'éclairage naturel à prendre en considération dans le processus de la conception architecturale d'un équipement commercial ?
- En Algérie, comment peut on optimiser l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux pour atteindre le confort visuel?

- En Algérie, Comment équilibrer entre l'optimisation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux et la consommation d'énergie électrique ?

Hypothèses :

- La prise en compte des normes et des exigences pourrait améliorer l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux en Algérie par la maîtrise des techniques architecturales, dont celles liées à la conception architecturale; les surfaces des espaces, l'orientation des ouvertures... ou que nature des matériaux utilisées.
- L'optimisation de l'éclairage naturel provenant d'une source naturelle renouvelable pourrait faire une alternative à l'éclairage artificiel, Et cela à travers Une stratégie qui prend en compte les critères de différentes consommations énergétiques pour atteindre une optimisation de l'éclairage naturel par rapport la consommation d'énergie électrique.

Objectif général de la recherche :

Notre recherche a pour objectif de connaître toutes les dimensions liées à l'éclairage naturel pour trouver des solutions techniques nous permettant d'améliorer l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux en Algérie.

Et de proposer une stratégie qui compatibilité entre la maîtrise de l'éclairage naturel et la réduction de la consommation énergétique électrique.

Démarche méthodologique :

Pour répondre au problématique et de vérifier les hypothèses proposées dans notre recherche, et pour atteindre les objectifs souhaités, on a utilisé deux approches principaux :

L'approche analytique: là où nous avons étudié le centre commercial de Bâb Ezzouar , les outils de cette étude s'articuleront autour d'une simulation numérique, à l'aide de logiciel VELUX Daylight Visualizer, La simulation aura pour but de choisir les solutions permettant d'obtenir le confort pendant tous les saisons de l'année.

Et on a utilisé l'approche comparative là où nous comparé les normes(Chapitre2) avec les résultats de notre simulation de cas d'étude (centre commercial de Bâb Ezzouar) dans le but de comprendre les différentes paramètres qui optimiser l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux.

Structure de mémoire :

Notre mémoire de fin d'étude suit un plan de travail qui s'articule autour d'une introduction générale qui comporte une introduction sur le thème abordé, une problématique où les préoccupations principales sur le thème sont clairement définies, aussi que des hypothèses de travail, selon lesquelles, notre démarche de recherche prendra forme et quatre chapitres principaux:

Le premier chapitre : aborde les définitions générales, les concepts et les termes liés au thème. Dans lequel on met l'accent sur l'éclairage naturel, et englobera les différentes connaissances de base et les notions fondamentales sur l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux.

Le deuxième chapitre : est consacré à l'aspect normatif de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux, pour atteindre un confort visuel des utilisateurs.

Le troisième chapitre : nous abordons l'analyse d'un exemple c'est notre cas d'étude (le centre commercial Bâb Ezzouar).

Le quatrième chapitre : Nous allons essayer de proposer des recommandations et des solutions pour l'amélioration et l'optimisation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux en Algérie.

Chapitre 01 :
L'éclairage naturel et les
équipements commerciaux

Chapitre 01 :L'éclairage naturel et les équipements commerciaux

Introduction :

L'éclairage naturel est une composante de l'architecture de deux aspects fonctionnel et esthétique, et est l'un des matériaux de base de conception architecturale.

Dans ce chapitre, nous traiterons deux axes, le premier axe présente les notions fondamentale lié à l'éclairage naturel, ainsi que les différentes sources et types de l'éclairage naturel, dans le deuxième, nous étudions les équipements à caractère commercial et leurs types, et abordons la relation entre l'éclairage naturel et les équipements commerciaux.

1.1- L'éclairage naturel :

1.1.1-Définitions

1.1.1.1-La lumière comme entité physique :

Selon André Grand champs(2005) : *«La lumière est une forme d'énergie, tout comme l'électricité ou la chaleur. Elle est composée de minuscules particules que l'on appelle photons et se déplace sous forme d'onde. La lumière est en fait générée par les vibrations des électrons dans les atomes. »*

La lumière présente un spectre visible, est un rayonnement dont la longueur d'onde est comprise entre 380 et 760 nanomètres, et de forme continue. (De Herde et Liébard.1996).

La lumière est un phénomène physique qui peut produire un spectre visible, c'est un mélange d'ondes électriques et magnétiques : donc on dit que la lumière est une onde électromagnétique.

1.1.1.2- La lumière en architecture :

«La lumière se positionne par rapport à l'architecture à la foi comme un outil de conception et comme un facteur technique. » (Reiter et De Herde.2003).

La lumière en architecture est une composante fonctionnelle et esthétique majeure, Elle est indispensable à la mise en valeur d'un édifice ou d'un intérieur. (Van Uffelen.2003)

1.1.1.3- L'éclairage naturel :

Selon Chauvel et Deribere (1968) «*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.* »

L'éclairage naturel est l'éclairage qui est produit par la voûte céleste et les réflexions de l'environnement, à l'exclusion de l'éclairage direct du soleil. (Bouvier et all.2008).

1.1.1.4- Les grandeurs de l'éclairage :

➤ Flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'œil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il est s'exprimé en **lumen** (Lm). (Reiter et De Herde.2003).

➤ Intensité lumineuse :

D'une source lumineuse ou d'un faisceau lumineux est le quotient du flux lumineux émis dans une direction au travers d'un angle solide donné par la mesure de cet angle,

Elle s'exprime en **candéla** (cd) ou **lumen par stéradian** (lm/sr). (Meddour .2008).

➤ L'éclairement :

L'éclairement (E) dépend de l'intensité de la source lumineuse, de la distance entre la source et la surface éclairée et de son inclinaison par rapport aux rayons lumineux. C'est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le **lux**, équivalent à 1lm/m². (Reiter et De Herde.2003).

➤ La luminance :

La luminance (L) 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**. Elle traduit la sensation visuelle de luminosité créée par une source lumineuse principale, ou par une source de lumière secondaire. (Reiter et De Herde.2003).

➤ **Le facteur de lumière du jour (FLJ) :**

Le FLJ mesure le rapport entre l'éclairement intérieur reçu sur le plan de travail et l'éclairement extérieur sur une surface horizontale, il s'exprime en pourcentage, on recommande des valeurs de FLJ minimum de référence dans tout bâtiment en fonction de son utilisation. (Helpendoc. 2012).

Tableau n°1. 1 : L'évaluation des degrés du flux de la lumière du jour dans l'espace intérieur.
Source : Helpendoc. 2012.

Facteur de lumière de jour	Moins de 1%	De 1% à 2%	De 2% à 4%	De 4% à 7%	De 7% à 12%	Plus de 12%
	Très faible	Faible	Modéré	Moyen	Elevé	Très élevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance supérieure à 3 fois la hauteur de la fenêtre).			Zone à proximité des fenêtres ou sous des lanternes		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à clair		Clair à très clair	
Remarque	Convient aux zones de circulation, stockage etc.		Convient aux locaux de travail		Attention aux éblouissements	
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		

1.1.2-Sources de l'éclairage naturel :

Dans les sources de l'éclairage naturel, nous nous intéresserons aux sources lumineuses diurnes. Selon Besème (2011) : les sources de la lumière diurne divisée en deux catégories : les sources directes et les sources indirectes.

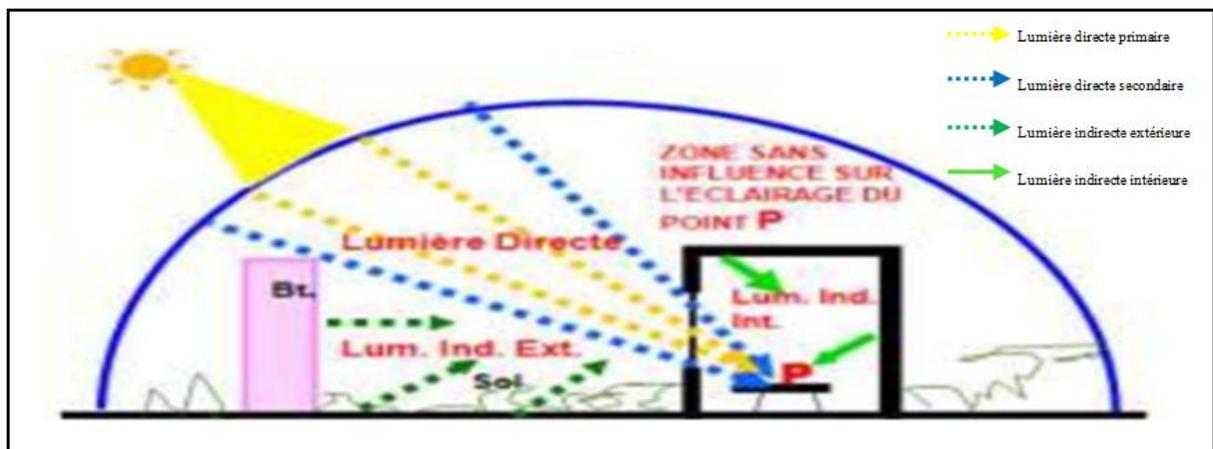


Figure n° 1.1 : Les sources de l'éclairage naturel Pénétrante pour un espace intérieur.
Source : Saffidine. 2006.

1.1.2.1-Sources lumineuses diurnes directes :

On peut classer les sources lumineuses diurnes directes en deux sources, une primaire et une secondaire.

1.1.2.1.1- Les sources primaires

La source primaire est une source qui émet de la lumière qu'elle à elle même produite, et transforme une énergie en rayonnement lumineux comme le soleil, les étoiles, etc.

Le Soleil est une source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct appelé ; lumière solaire. (Matallah.2016).

1.1.2.1.2- Les sources secondaires

Sont les corps qui ne produisent pas de lumière mais qui renvoient la lumière reçue. On dit que ces corps diffusent la lumière émise par le Soleil, comme le ciel.

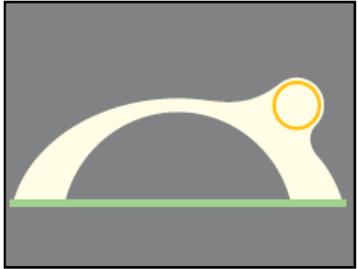
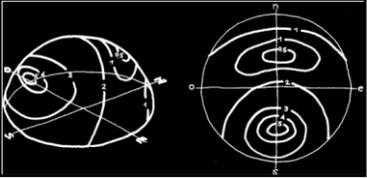
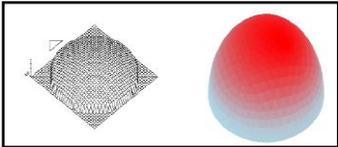
La lumière du ciel est la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre et qui résulte de la diffusion par l'atmosphère ». (Bell et all. 2001).

1.1.2.1.3-Modèles de ciel :

Vu la multitude de conditions météorologiques existantes, des ciels standards ont été établis pour les études d'éclairage naturel. Chacun de ces ciels est caractérisé par la répartition de sa luminance sur la voûte céleste. Voici les principaux Types de modèles adoptés pour les calculs en éclairage naturel.

Tableau n° 1.2 : Tableau représentatif les différents modèles de ciel.

Modèles de ciel	Définition	
<p>Le ciel uniforme</p>	<p>Est le modèle le plus simple. Sa luminance est indépendante des paramètres géométriques: elle est constante en tout point du ciel à un moment donné. Cette situation correspond à un ciel couvert d'une couche épaisse de nuages laiteux ou à une atmosphère, pleine de poussières, dans lequel le soleil n'est pas visible.</p>	<div data-bbox="1089 1377 1433 1623" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1101 1656 1419 1766"> Figure n° 1.2 : ciel uniforme Source : De Herde et Liébard.1996 </p>

		(De Herde et Liébard.1996).	
Le ciel clair		Pour lequel les valeurs de luminance varient en fonction de paramètre géométrique et de la position du soleil. Le ciel clair émet un rayonnement diffus qui dépend de la variation de la position du soleil, mais n'intègre pas le rayonnement solaire direct. Ce modèle simule la composante diffuse de l'éclairage d'un ciel serein. (De Herde et Liébard.1996).	 <p>Figure n° 1.3 : ciel clair ou serein normalisé Source : De Herde et Liébard.1996</p>
Le ciel couvert	ciel couvert normalisé CIE :	C'est le ciel qui a été choisi par la Commission Internationale de l'Eclairage. La plupart des abaques établis correspondent à ce ciel pour lequel la répartition des luminances est de révolution autour d'un axe vertical. (Meddour .2008).	 <p>Figure n° 1.4: Distribution des luminances du ciel couvert normalisé CIE Source : Meddour .2008</p>
	ciel couvert Moon et Spencer	Premier modèle statistique à avoir été normalisé par la Commission Internationale de L'Éclairage (CIE) en 1953, ce ciel correspond à un ciel couvert sombre, avec une luminance zénithale triple de la luminance à l'horizon. (Meddour .2008).	 <p>Figure n° 1.5: ciel couvert Moon et Spencer Source : Meddour .2008</p>
Ciel intermédiaires		Nombreuses formulations, la plus simple consistant à effectuer la	

	moyenne (Meddour.2008).	couvert/serein.	
--	----------------------------	-----------------	--

1.1.2.1.4-Influence du type de ciel sur l'éclairage naturel :

L'éclairage naturel traduit les fluctuations de l'état du ciel. Le ciel couvert fournit un éclairage parfaitement symétrique par rapport à l'axe du local, 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.

1.1.2.2- 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 est éclairé en lumière blanche. (Beséme. 2011)

1.1.3-Types d'éclairage naturel :

Il existe plusieurs types d'éclairage naturel, cette diversité existe grâce à la diversité des techniques de constructions, l'architecte a le libre de choisir le type d'éclairage qu'il veut accorder à son projet en fonction du sens qu'il veut donner à cette lumière naturelle qui pénètre, de la vocation de l'espace éclairé, de l'intention de l'architecte, de l'expression qu'il veut donner à cet espace...etc. (mouhammadi et all. 2017).

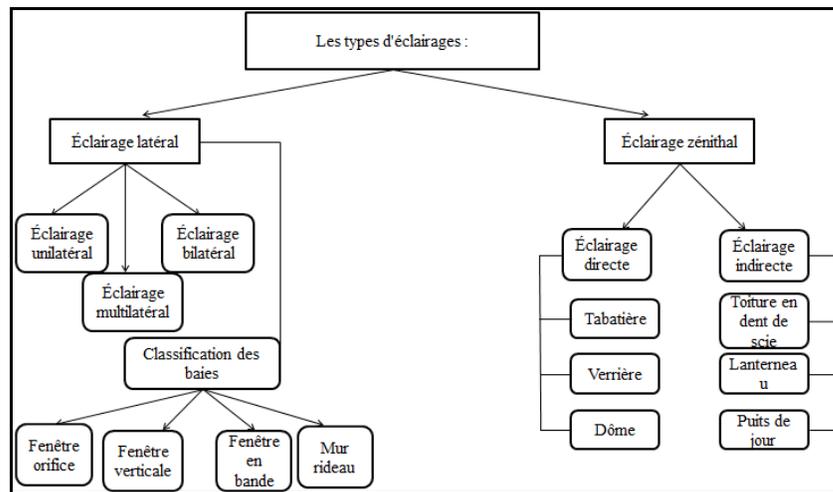


Figure n° 1.6 : Schéma synthétisant les différents types d'éclairage dans l'espace architectural.

Source : Messahal et al, 2018.

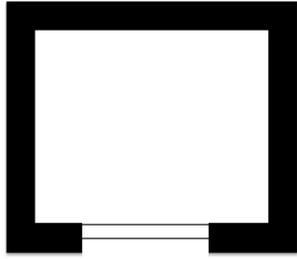
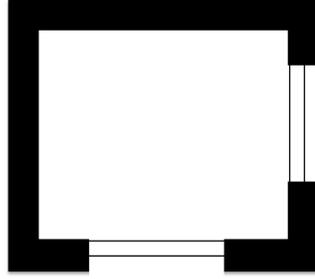
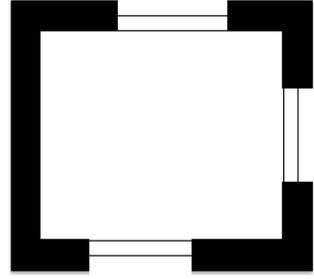
Ces types sont défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade est donc un éclairage latéral, soit en toiture et en entend par là éclairage zénithal, soit les deux à la fois. . (Matallah.2016).

1.1.3.1-L'éclairage latéral :

L'éclairage latéral est le type d'éclairage naturel le plus ancien historiquement utilisé. Car il répond facilement aux exigences et contraintes physique, voire structurelles et climatique des bâtiments. (Ammour. 2014).

Tableau n° 1.3 : Tableau représentatif les types de l'éclairage latéral.

L'éclairage latéral		
L'éclairage unilatéral	L'éclairage bilatéral	L'éclairage multilatéral
est l'éclairage qu'est fourni par au moins une ouverture verticale, et en cas plusieurs des ouvertures sont disposées sur la même façade.	Est consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires.	est consiste à avoir des ouvertures verticales sur plus de deux murs, mais qui se trouvent dans la même pièce .

		
<p>Figure n° 1.7: disposition de l'ouverture dans l'éclairage unilatéral.</p> <p>Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. Mais le défaut majeur est que l'éclairage intérieur résultant est très peu uniforme, car il est fortement influencé par la profondeur du local. . (Matallah.2016).</p>	<p>Figure n° 1.8: disposition des ouvertures dans l'éclairage bilatéral.</p> <p>Selon Vandenplas, A. (1964) la profondeur des pièces éclairées par un dispositif bilatéral peut atteindre facilement quatre fois la distance entre le plafond et le plan utile.</p>	<p>Figure n° 1.9: disposition des ouvertures dans l'éclairage multilatéral.</p> <p>L'éclairage multilatéral 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. (Matallah.2016).</p>

1.1.3.1.1-Dimensionnement des ouvertures latérales :

Pour le cas d'un éclairage latéral, la surface d'ouverture nécessaire pour procurer un facteur de lumière de jour ciblé dépend principalement de:

- La transmittance lumineuse du vitrage.
- L'étendue des obstacles extérieurs.
- La taille et la forme de l'intérieur du local.
- La réflectance des surfaces internes.

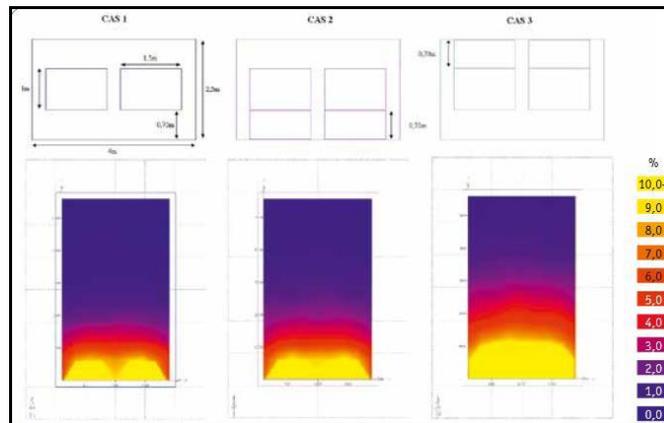


Figure n° 1.10 : Comparaison de la répartition des facteurs de lumière du jour pour trois configurations de Prise de jour en façade (profondeur du local = 6 m)
Source : Kebaili et Houhamdi .2016

Plusieurs paramètres influencent l'éclairage naturel Latéral, à savoir: la forme des ouvertures, Leur position, la surface vitrée, ainsi que les obstructions extérieures.

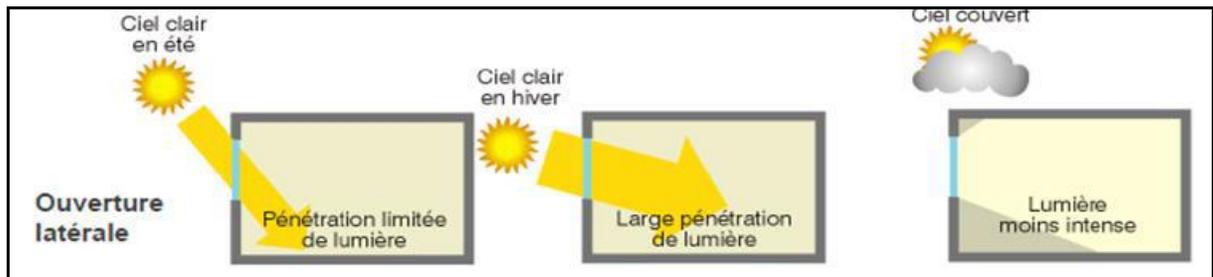


Figure n° 1.11 : l'influence de type de ciel sur l'éclairage naturel latéral.
Source : De Herde et Liébard.1996.

1.1.3.2-L'éclairage zénithale :

Ce type d'éclairage, est souvent employés dans les édifices à faible hauteur (un à deux niveaux) situés dans des régions à climats tempérés, froids ou chauds et secs, ce type d'éclairage semble le plus efficace en termes d'énergie. Cela est dû au fait que l'on peut obtenir, dans ces cas, un éclairage horizontal suffisamment intense et uniforme, avec un indice de vitrage assez faible, qui permet de réduire la vitesse des échanges thermiques avec l'extérieur. (Ammour. 2014).



Figure n° 1.12 : l'influence de type de ciel sur l'éclairage naturel zénithal.
Source : De Herde et Liébard.1996

1.1.3.2.1- Dispositifs d'éclairage zénithal direct :

➤ Les tabatières (SKYLIGHTS) :

La tabatière est disposée horizontalement, elle est exposée à une plus grande portion du ciel visible à partir de l'intérieur du local, sans aucune obstruction et dont la luminance est plus élevée. Elle procure de la même manière, un éclairage intérieur uniforme. (Boudoukha, 2015).



Figure n° 1.13 : exemple de Los Arcosdel Mar Menor hôpital universitaire, San Javier, Murcia, Spain.

Source : Jackson et all.

➤ Les dômes :

Économiques, les dômes ne nécessitent pas de structure lourde et ils permettent d'atteindre l'objectif en termes de facteur de lumière du jour direct avec une surface d'environ 10 % d'indice de vitrage. Cependant, ils n'évitent pas la pénétration solaire et en conséquence l'éblouissement. (Benharkat.2006).



Figure n° 1.14 : Département de la chaussure féminine aux Galeries Lafayette; Paris, Fran

Source : Galeries Lafayettel. 2009

1.1.3.2.2 : Dispositifs d'éclairage zénithal indirect :

➤ Toitures en dents de scie (OU SHEDS) :

Ces dispositifs permettent une homogénéité de l'éclairage en évitent l'ensoleillement direct, les sheds sont constitués d'une surface transparente ou translucide appelée « ouverture» (qui sera orienté au le Nord), qui collecte la lumière naturelle pour la faire pénétrer à l'intérieur d'un local. (Chabane .2017).



Figure n° 1.15 : Musée ABC, Centre d'illustration et de design Madrid, Espagne
Source : Jackson et all.

➤ Lanterneaux :

Les lanterneaux sont constitués de surélévations de la toiture totalement ou partiellement translucides. L'avantage de ce type de système d'éclairage naturel indirect c'est qu'il supprime l'effet directionnel de la lumière du jour que nous rencontrons avec les sheds, grâce à la pénétration de la lumière selon deux ou plusieurs directions à la fois. . (Benharkat.2006).

➤ Puits de jour :

L'utilisation des puits de jour (patio, cour intérieure et atrium) pour éclairer et pour ventiler les pièces sans ouverture directe sur l'extérieur. La performance énergétique de ces dispositifs est complexe car elle dépend de leur géométrie (forme, rapport entre la hauteur et la largeur), des propriétés de leurs surfaces verticales et horizontales (surtout la couleur), de la proportion de fenêtres dans les murs de séparation, de leur orientation et de la qualité du vitrage utilisé (soit pour la couverture ou bien pour les fenêtres latérales). (Benharkat.2006).



Figure n° 1.16: L'éclairage zénithal direct par un atrium.
Source : Cemal Emden.2007.

1.1.4- Types d'influences sur l'éclairage naturel :

L'éclairage naturel n'est ni fixe ni toujours égale dans sa qualité et son intensité, il dépend :

- Du type du ciel ;
- Du moment de l'année ;
- De l'heure ;
- De l'orientation de l'ouverture ;
- De l'environnement.

1.2- Les équipements commerciaux :

1.2.1- Définition de commerce :

Le commerce, est l'activité consistant à fabriquer, transporter et vendre des biens ou des services d'un lieu à un autre dans le but de les échanger.

1.2.2- Equipement commercial :

Un équipement commercial est un regroupement de diverses activités commerciales de détail sur un espace délimité, et groupement de plusieurs magasins de détail implantés en un même lieu et constituant une unité économique au regard de leur conception générale ou en raison des conditions communes d'exploitation. (Vincent .1989).

1.2.3- Typologie des équipements commerciaux :

Tableau n° 1.4 : Tableau représentatif des typologies des équipements commerciaux.

Typologie des équipements commerciaux		Définition
Les petites surfaces de ventes	Les kiosques	Ce sont des espaces de vente d'une surface réduite « moins de 10m ² », se situant dans les espaces publics en générale.
	Les magasins	Sont des espaces de vente d'une surfaces comprise entre 10 m ² et 120m ² , leur activité essentielle est la vente, se situant au rez-de-chaussée d'immeubles ou de bureau et donnant directement sur la rue.
Les moyennes surfaces de ventes	Les superettes	Ce sont des espaces de vente d'alimentation en libre-service d'une superficie comprise entre 120m ² et 400m ² , se situant principalement en milieu urbain.
	Les supermarchés	Espaces de vente vendant essentiellement des produits de grande consommation en libre-service leur superficie se situe entre 400 et 2500 m ² .
	Le marché	Le marché est le lieu public où se rencontrent périodiquement marchands et acheteurs. Il peut être ouvert occupant rues et places.
	La galerie marchande	C'est un ensemble de boutiques réunissant leurs devantures et parfois leurs produits au sein d'un site unique. En d'autres termes c'est un bâtiment qui comprend, sous un même toit, un ensemble de commerce de détail logés dans une galerie couverte.
Les grandes surfaces de ventes	Les hypermarchés	Espace de vente au détail en libre-service d'une superficie de vente supérieure à 2500 m ² , offrant une large partie d'articles alimentaires et non alimentaires. Ils se situent généralement à la périphérie des villes. Ils peuvent abriter des activités de loisir « un espace jeux pour enfants

		». Ils sont caractérisés par la disposition d'un parking de grande dimension.
	Les centres commerciaux	C'est un groupe d'espaces commerciaux construits sous le même plan d'ensemble, exploités comme une entité, qui disposent de parking propre hors rues. C'est un ensemble d'au moins 20 magasins et services, d'une surface commerciale utile minimale de 5000m ² .

1.3-L'éclairage naturel dans les bâtiments :

1.3.1- L'ambiance lumineuse :

Il existe de nombreuses définitions mais on peut définir l'ambiance lumineuse comme un espace où la lumière et l'obscurité interagissent avec l'habitant des lieux. L'individu perçoit la lumière de différentes façons, sur le côté physiologique ce sont les yeux et le corps qui perçoit la lumière. A cela, s'ajoute l'aspect psychologique car le cerveau analyse la lumière et l'espace et en donne une lecture plus ou moins mentale, Il y a le contexte culturel qui dépend de l'origine géographique de l'observateur, de son vécu, de ses connaissances et de son état d'esprit. Ce sont tous ces facteurs spécifiques qui font que l'on peut être sensible à une ambiance lumineuse ou non.

1.3.1.1-Définition de l'ambiance lumineuse :

L'association française de l'éclairage "AFE " en a défini l'ambiance lumineuse comme un « *éclairage considéré sous l'aspect de ses effets physiologiques et psychologiques* ».

Narboni (2006) a déclaré que l'ambiance lumineuse est «*le résultat d'une interaction entre une ou des lumières, un individu, un espace, et un usage* ».

1.3.1.2-Types d'ambiance lumineuse :

Il existe trois catégories principales d'ambiance lumineuse. Cette classification a été faite en fonction de degré de la luminosité d'un espace:

Tableau n°1.5 : les différents Types d'ambiance lumineuse.

Type	Définition	Exemple
<p>Catégorie 01 : La pénombre</p>	<p>est le dialogue entre la lumière et l'ombre. la pénombre en architecture semble être devenue un langage efficace pour la connectivité technologique et environnementale.</p>	 <p>Figure n°1.17 : Bastide de Monpazier, au sud du Périgord Source : De Herde et Liébard.1996.</p>
<p>Catégorie 02 : L'ambiance lumineuse</p>	<p>ou la clarté ambiante, omniprésence d'une lumière qui tend à disparaître parce qu'elle est partout. (Daich, 2015).</p>	 <p>Figure n°1.18 :L'ambiance lumineuse. Source : Reiter et De Herde.2003</p>
<p>Catégorie 03 : L'ambiance inondée</p>	<p>est l'exaltation de la lumière qui embrase tout l'espace, trop plein d'une lumière envahissante et parfois écrasante.</p>	 <p>Figure n° 1.19 : L'ambiance inondée. Source : Reiter et De Herde.2003.</p>

Tableau n°1.5 : les différents Types d'ambiance lumineuse.

1.3.1.3-Facteurs influant les ambiances lumineuses :

La lumière disponible dépend de l'environnement direct du bâtiment par le jeu de différents paramètres : le relief du terrain, la construction voisine, le coefficient de réflexion du sol, la végétation..., ces éléments ne doivent pas être négligés ; la présence d'un gratte-ciel, d'un lac ou d'un arbre peut radialement transformer la lumière d'un espace.

Le relief du terrain, peut provoquer de l'ombre ou contraire favorisé son ensoleillement, l'éclairement d'un site en pente dépend de la géométrie solaire ainsi de l'orientation et de l'inclinaison du terrain. Il faut prendre en compte les caractéristiques naturelles du site et tirer profit du profil du terrain.

1.3.2- Les éléments architecturaux de maîtrise de l'éclairage naturel dans le bâtiment :

1.3.2.1- Les fenêtres :

Afin d'éclairer, les constructeurs prennent en considération plusieurs élément lié à l'architecture de l'édifice, qui sont principalement des percements, occultés par des matériaux transparents ou translucides, placés dans les parois opaques. Le choix entre les différentes sortes de baies dépend du volume des locaux que l'on veut éclairer et des tâches qui y sont abritées. (Meddour .2008).

La fenêtre est un élément structurel dans la construction, et une ouverture sur l'extérieur, permet l'entrée de la lumière et du son, elle est l'élément qui relie entre l'intérieur et l'extérieur. Elle assure plusieurs fonctions pour l'espace : Eclairage, Aération.

Les ouvertures assurant la pénétration de la lumière à l'intérieur d'une conformation architecturale caractérisent sa morphologie. Les dimensions (surface, largeur et hauteur), la forme et le dispositif de protection des ouvertures, leurs positions l'une vis-à-vis de l'autre, sont tous des indicateurs qui dans leurs rapports aux murs de façade, la surface du sol, la surface du mur de la façade et la profondeur de la conformation offrent des indices permettant de mesurer cette composante morphologique. (Belakehal et Tabet.2003).

Tableau n°1.6 : Morphologie des fenêtres.

Source : Belakehal et Tabet Aoul.2003.

	Rapport	Qualificatif
La surface absolue	Inférieure à 0,5 m ²	Petite
	Entre 0,5 et 2 m ²	Moyenne
	Supérieure à 2m ²	Large
La forme	H/L= ½	Horizontale
	H/L =2	Verticale

	H/L= entre ½ et 2	Intermédiaire
Surface fenêtre / surface sol	Inférieure à 1%	Très faible
	1 à 4 %	Faible
	4 à 10 %	Moyen
	10 à 25 %	Grand
	Supérieur à 25%	Très

1.3.2.2- Les parois opaques :

La paroi opaque est la composante qui constitue la majorité de bâtiment, donc il est important de comprendre comment le rayonnement se comporte avec elle.

La densité de flux qui atteint une paroi, dite flux incident, (qui provient directement du soleil, il est relatif à la hauteur de cette dernière, et de l'angle d'exposition de la paroi à l'instant considéré, provient de trois composantes : la composante directe, la composante diffuse et la composante réfléchie. (Kaouache et Kissoum. 2016).

- ✓ La quantité et la direction de la composante réfléchie, dépend de la texture de la paroi, et sa couleur dépend de, la couleur de la lumière incidente, la texture et couleur de la surface.
- ✓ La texture et la surface de la paroi conditionne le type de réflexion. Si la surface est mate (obscur), la réflexion est diffuse, identique dans toutes les directions. Si la surface est polie (mince), la réflexion est spéculaire, dans une direction symétrique à la direction incidente.
- ✓ Entre la réflexion spéculaire (aussi appelée régulière) et la réflexion parfaitement diffuse, il existe des cas intermédiaires. Il s'agit des matériaux qui dispersent la lumière de manière étroite, plus large ou complexe.

1.3.2.3- Les parois transparentes :

Les surfaces vitrées ont des propriétés de transmettre totalement le rayonnement visible. (Benhalilou. 2008).

La lumière qui rencontre un vitrage est transmise, absorbée et réfléchie, selon des proportions qui dépendent en grande partie du type de vitrage et de l'angle d'incidence du rayon

solaire sur la vitre. D'une part, le choix du vitrage influence non seulement la lumière transmise mais aussi les gains solaires et les pertes de chaleur au travers de la fenêtre. . (Meddour .2008).

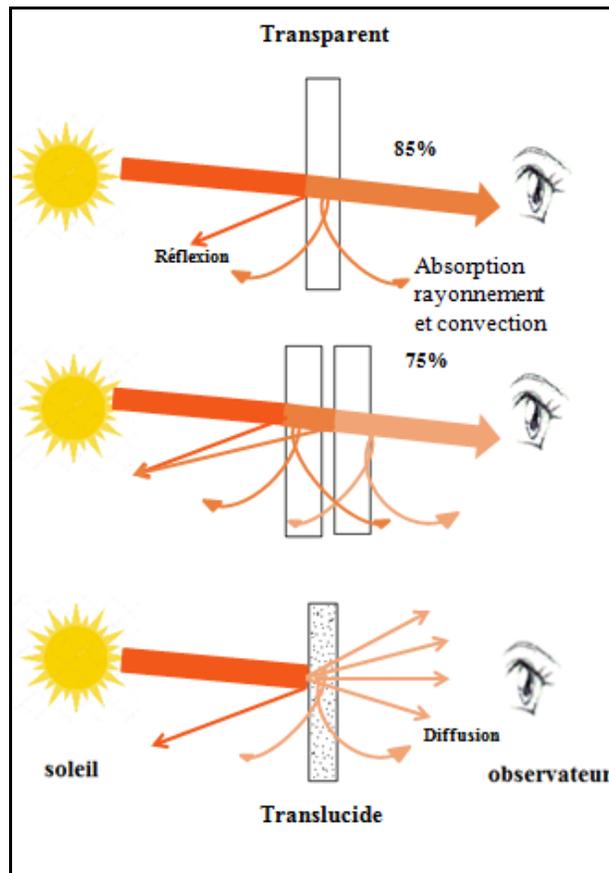


Figure n° 1.20: Absorption, transmission et réflexion du flux solaire par le vitrage
Source : Auteurs.

1.4- L'éclairage naturel dans les équipements commerciaux :

Les centres commerciaux ne sont dorénavant plus de simples endroits où faire ses courses. Ils sont des lieux de rencontre, de loisirs et même d'hébergement. Pour offrir une expérience d'achat mémorable, il vous faut créer un environnement accueillant et attirant. Posséder le bon éclairage est essentiel, des espaces publics bien éclairés.

Plusieurs des bonnes raisons d'utiliser l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux qui sont :

- ✓ L'éclairage naturel est un facteur de sécurité au travail. Un bon éclairage permet d'effectuer des tâches complexes et minutieuses en améliorant les conditions de vision et en limitant la fatigue.

- ✓ des recherches menées dans l'industrie métallurgique ont mis à jour l'impact économique de la lumière naturelle. Selon le chercheur H. Lange, le niveau de rebuts baisse de 3 à 8% lorsque le niveau d'éclairage évolue de 300 à 500 lux. L'efficacité dans l'exécution des tâches progresse également de 3 à 6% selon le type de tâches effectuées.
- ✓ C'est bon pour les économies d'énergie, Avec des réglementations de plus en plus exigeantes, où l'heure est à l'économie d'énergie, la lumière est au cœur des enjeux et des problématiques environnementales.
- ✓ Les ventes d'un centre commercial ont progressé de 28% avec une meilleure exposition à la lumière naturelle, selon l'étude américaine Ander Study.

Conclusion :

Ce chapitre présente l'essentiel des notions qui définissent l'éclairage naturel et les équipements commerciaux, dans la première partie accumulant les différentes grandeurs de l'éclairage naturel, ces types et ces sources. Après la présentation des notions l'éclairage naturel, la deuxième partie du chapitre traite des informations sur les équipements commerciaux.

Comme c'est l'élément qui rend visibles les murs et l'espace qu'ils délimitent, il n'y a pas d'architecture sans lumière. Une lumière bien étudiée est indispensable à la mise en valeur d'un édifice ou d'un intérieur bien conçu.

Les espaces commerciaux et leurs architectures ont évolué à travers le temps, des espaces avec fonction commerciale net à des espaces multifonctionnels, cette partie nous a montré la diversité des concepts concernant les espaces commerciaux.

Chapitre 02 :
Les règlements relatifs à
l'éclairage naturel et confort
visuel dans équipements
commerciaux

Chapitre 2 : les règlements relatifs à l'éclairage naturel et confort visuel dans équipements commerciaux

Introduction :

Les exigences de sécurité et de confort de l'éclairage en milieu de travail ont pris une importance grandissante. L'utilisation d'un éclairage bien conçu permet d'éviter une détérioration de la vue et les fatigues intempestives que pourrait causer un travail prolongé dans des conditions d'éclairages mal adaptées, un éclairage adapté permet également de prévenir les risques d'accidents occasionnés par une perception visuelle dégradée de l'environnement.

Le but de ce chapitre est de rassembler les différentes règles spécifiques à l'éclairage naturel dans les établissements commerciaux, pour atteindre un confort visuel. Mais avant cela, nous définissons les critères et les paramètres de confort visuel et les conditions d'obtention le confort visuel dans les équipements commerciaux.

2.1-Les notions de confort visuel :

2.1.1- Définition de confort visuel :

Le confort visuel est une sensation de satisfaction et de bien-être par rapport à l'ambiance lumineuse naturelle ou artificielle fournie dans un local et permettant d'effectuer les tâches qui s'y déroulent normalement. (BODART. 2013)

Comme le décrit aussi MUDRI, 2002 « *le terme de confort visuel est pris pour indiquer l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension* ».

De façon générale, le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la qualité et à la distribution de la lumière, et a une forte influence sur l'individu tant au niveau physiologique que psychologique.

Les appréciations doivent donc être redéfinies et nous parlerons de:

- ✓ **confort optimal** lorsque 75% des individus sont satisfaits ;
- ✓ **confort** si 60% et plus des personnes sont satisfaites ;
- ✓ **inconfort** lorsque plus de 75% des personnes sont insatisfaites (ou moins de 25 satisfaites).

2.1.2- Tache visuel :

Le terme tâche visuelle désigne de façon conventionnelle, les objets et les détails qui doivent être vus pour exercer une certaine activité. Mais la même tâche de lecture peut être exécutée dans une usine ou dans un magasin.

Les différentes techniques d'éclairage apportent des solutions adaptées aux tâches visuelles exécutées par les personnes qui travaillent dans ces espaces. Ensuite, il s'agit de déterminer les luminances à fournir et de vérifier la vulnérabilité de la tâche aux réflexions de voile (Robert floru ,1996).

2.1.3- La fatigue visuelle :

La fatigue visuelle est un phénomène assez compliqué à définir vu la diversité des symptômes causés, elle peut être la conséquence d'un élément Cité auparavant ou de plusieurs combinés. Considérée entre gêne et inconfort, nous pouvons la définir comme suit; celle-ci serait un effet physiologique réversible résultant de sollicitations excessives des muscles oculaires et de la rétine, pour tenter de conserver une image nette par des ajustements inefficaces. Les signes susceptibles de présager la fatigue visuelle sont multiples, ils peuvent se traduire par des symptômes physiques avec des modifications d'ordre physiologique, ou par des symptômes subjectifs, mais aussi par une baisse de la performance visuelle. (Duke-elder, 1950.)

2.1.1.4- Visibilité et performance visuelle :

Le terme visibilité, définit la qualité ou l'état d'un objet d'être perceptible par l'œil. En fait, il s'agit d'une zone de visibilité dans laquelle un objet à peine vu est successivement détecté, discriminé, reconnu, Le terme visibilité est utilisé pour évaluer la facilité (ou la difficulté) avec laquelle le détail le plus fin - détail critique - d'une tâche visuelle peut être détecté et reconnu. (Lafri et Lafri 2016).

2.1.5- Les paramètres du confort visuel :

Le confort visuel assure la perception des objets, la bonne exécution des tâches sans fatigue visuelle et une ambiance lumineuse agréable, il est inséparable de la quantité, de la distribution et de la qualité de lumière disponible dans un espace. Le confort visuel peut néanmoins se mesurer à travers des critères objectifs qui doivent être bien étudiés pour atteindre le seuil du confort. (Daich, 2011)

Le confort visuel est une sensation totalement subjective ; cette sensation de confort dépend également de l'objet à percevoir, de sa taille, de son aspect, de sa couleur. Le confort visuel peut néanmoins se mesurer à travers des critères objectifs, qui doivent être bien étudiés pour atteindre le seuil du confort (Karaoui, 2017) à savoir :

- Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur ;
- Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation et la quantité et la qualité de lumière naturelle ;
- La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs ;
- La relation visuelle avec l'extérieur.

2.1.6-Les éléments de confort visuel :

Les principes de mise en œuvre du confort visuel, selon l'association H.Q.E, sont les suivants :

- Disposer de la lumière du jour dans les zones d'occupation situées en fond de pièce.
- Rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux extérieur.
- Eviter l'éblouissement direct et indirect.
- Accéder à des vues dégagées et agréables depuis les zones d'occupation des locaux.
- Protéger l'intimité de certains locaux.
- Faire appel à des revêtements clairs pour la décoration des locaux.
- Optimiser les parois vitrées, en termes de confort visuel, en traitant leur positionnement, dimensionnement et protection solaire.

D'une manière générale, un environnement visuel confortable, donc favorable à l'exécution d'une tâche visuelle sera obtenu par:

- Un niveau d'éclairement suffisant.
- Une répartition harmonieuse de la lumière.
- L'absence d'éblouissement.
- L'absence d'ombre gênante.
- Un rendu de couleur correct.
- Une teinte de lumière agréable.

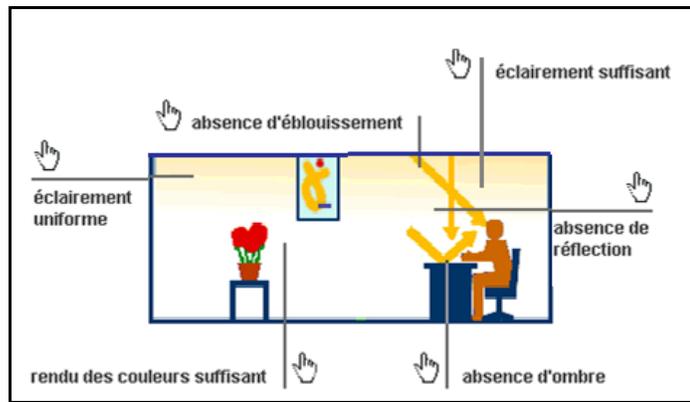


Figure n° 2.1 : Les éléments de confort visuel..

Source : Kebaili et Houhamdi .2016

2.1.7-Facteurs physiologiques :

Il est connu que nous ne sommes pas égaux devant le confort visuel car les couleurs ne sont pas perçues de la même manière d'un individu à l'autre et les capacités visuelles sont en rapport avec l'âge des personnes. Un enfant de 6 ans évidemment a des performances visuelles différentes à celle d'un enfant de 15 ans et atteins son optimum à l'âge de 20 ans. Dans une maison de retraite, par exemple, une lumière plus blanche permettra plus facilement d'assurer le confort visuel des personnes âgées. (Djaariri et Djermane.2016).

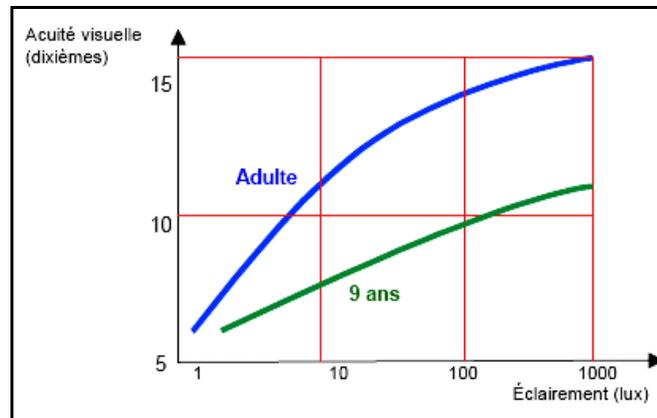


Figure n° 2.2 : Les L'acuité visuelle augmente quand l'éclairage croît, mais selon l'âge de l'individu.

Source : Minier. 2001.

2.1.8-Physiologie de la vision :

Le système visuel de l'homme, au cours de son évolution, s'est parfaitement adapté aux caractéristiques de la lumière naturelle fournie par le soleil. C'est la raison pour laquelle son efficacité lumineuse est nettement supérieure à celles des principales sources d'éclairage artificiel.

2.1.8.1- La perception visuelle :

Le sens de la vue est basé sur le fonctionnement d'un organe spécialisé, l'œil agit comme un capteur physique. Cet organe est muni d'un diaphragme, la pupille régule le flux lumineux qui pénètre dans l'œil en modulant la surface de l'ouverture dans un rapport de 1 à 16.

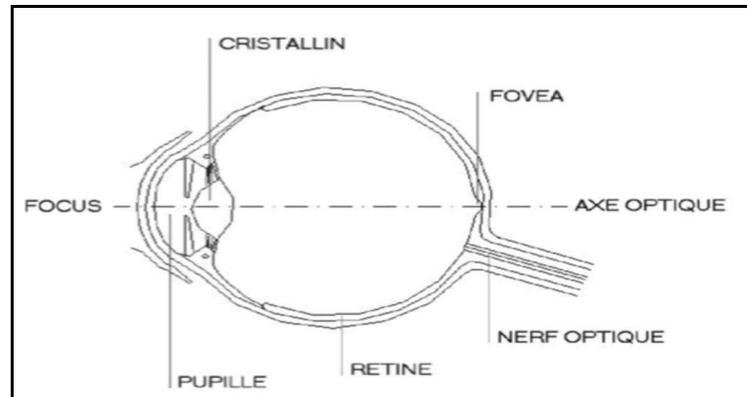


Figure n° 2.3 : Structure de l'œil humain.
Source : Djaariri et Djermane.2016.

En plus de ce mécanisme sensoriel de base, la vue a la capacité de s'adapter à des niveaux d'éclairement différents de plusieurs façons. La pupille joue ainsi le rôle d'un diaphragme qui s'adapte de façon rétroactive aux niveaux de luminance reçus par la rétine.

2.1.8.2- Sensibilité temporelle de la vue :

Pour s'adapter à un changement de conditions de luminance moyenne du champ visuel, l'œil a besoin d'un certain temps d'adaptation variable selon qu'il s'agisse du passage de l'obscurité à la lumière ou l'inverse. On considère généralement qu'il faut environ 30 minutes pour une bonne adaptation à l'obscurité et seulement 30 secondes pour s'adapter du passage de l'obscurité à la lumière.

Pour la conception architecturale, ce phénomène est primordial du fait que la perception correcte de la lumière dépend de l'équilibre des luminances dans le champ visuel que de leurs niveaux absolu. Ceci n'est pas valable pour l'adaptation de la vue à partir de luminances faibles. C'est pour cette raison, que l'équilibre des luminances que l'utilisateur va rencontrer en mouvement dans les espaces architecturaux, est plus important que le niveau moyen lui-même et on devra donc favoriser les transitions lentes.

2.1.8.3- La perception spatiale de l'œil :

L'œil humain a un champ visuel à peu près hémisphérique, avec un angle solide central beaucoup plus petit pour la vision précise qui correspond en fait à la position de la cornée sur la rétine. Sur les limites extrêmes du champ visuel, la vision devient floue, perdant rapidement la perception des formes en conservant par contre très bien la perception des mouvements.

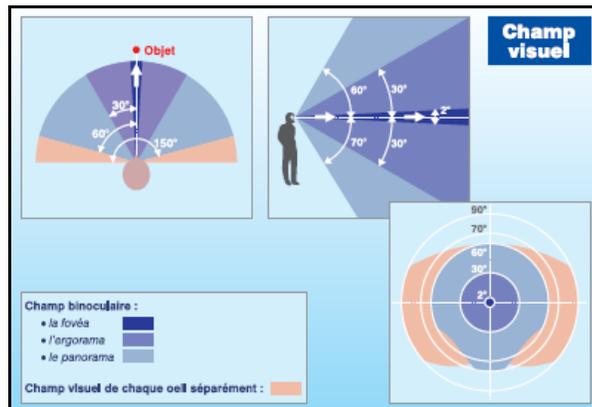


Figure n° 2.4 : La capacité de l'œil à saisir une information visuelle dépend de sa position relative dans le Champ visuel.

Source : De Herde et Liébard.1996.

2.1.9- Les conditions d'obtention d'un confort visuel :

Le diagramme de Kruthof établit les conditions du confort perçu pour différentes combinaisons d'éclairage et de température de couleur (voir Figure n° 2.5). Il montre que dans une ambiance peu éclairée (zone A), le confort est associé à une lumière chaude (associée à une couleur chaude favorisant la relaxation), alors que dans une ambiance fortement éclairée (zone C), le confort est associé à une lumière trop froide (associée à une couleur froide choisit pour rehausser la concentration lors des divers taches) ; la zone intermédiaire (zone B) est celle du confort. (Kruthof, 1909).

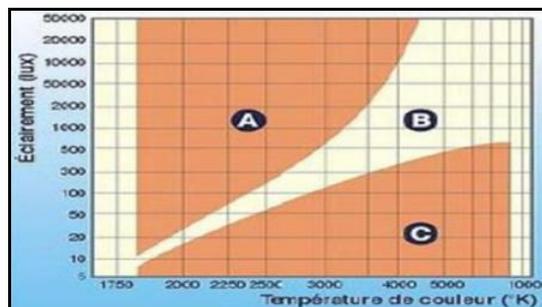


Figure n° 2.5 : Le diagramme de KHRUITCHOF.

Source : Faure. 2006.

2.1.10-L'influence du type d'ouverture sur le confort visuel :

Le facteur de la lumière du jour (FLJ) décroît avec l'éloignement de l'ouverture comme le montre la figure n° 3. : Où il a été représenté le FLJ sur un plan d'une boutique du centre commercial de Bâb Ezzouar. Le choix et la localisation précise des baies, leur équipement éventuel, claustras, brise soleil, améliorent l'homogénéité du FLJ et donc le bien être de l'utilisateur.

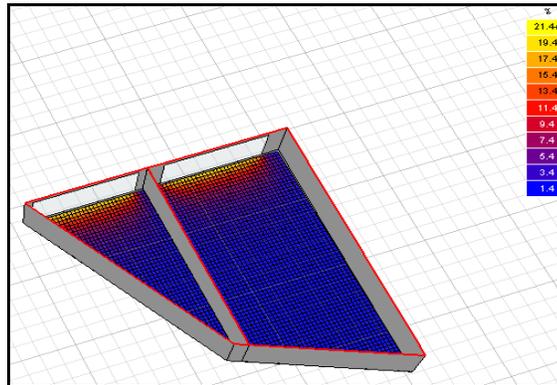


Figure n° 2.6 : Répartition du FLJ dans un plan d'une boutique du centre commercial de Bâb Ezzouar
Source : Auteurs.

Ainsi dans les grands espaces les bandes de toiture translucides peuvent être considérées comme gênants pour l'utilisateur lorsqu'ils se trouvent dans le champ visuel. Ceci crée un état d'inconfort par leur forte luminance pendant la journée quand ils seront éclairés par le soleil. BOUVIERS (1981) montre que parmi les recours pour éviter ce genre de problème est l'appel à l'utilisation des tabatières du type sky-dome qui éloigne la surface translucide du plan de toiture. Donc les claustras et les brises soleil augmentent la part du facteur de réflexion interne. Autrement dit, l'architecte a pour mission de multiplier les réflexions diffuses et de diminuer la directivité de la lumière, c'est-à-dire adoucir l'éclairement naturel.

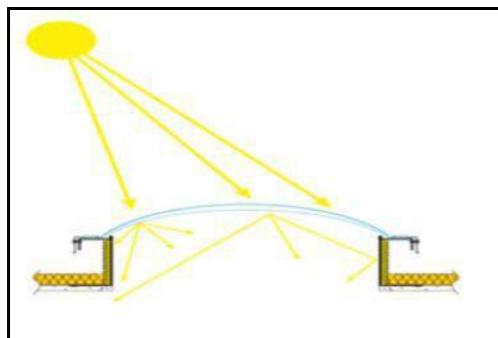


Figure n° 2.7 : l'utilisation de sky-dome qui éloigne la surface translucide du plan de toiture.
Source : Djaariri et Djermane.2016.

2.1.11-Mesure du confort visuel des ambiances lumineuses :

Une nouvelle méthode a été développée pour mesurer le confort visuel à partir l'indice de l'inconfort appelé « J », calculé selon la formule suivante : (Baker et Steemers. 2002)

$$J = (A_{\max} - A) / A_{\max}$$

Avec :

A_{\max} : l'acuité visuelle maximale qu'un utilisateur d'espace peut atteindre dans un état idéal d'éclairage naturelle.

A : l'acuité visuelle obtenu dans son lieu de travail.

Cet indice varie entre **0** et **1**. La valeur est nulle (**0**) quand les acuités sont égales et donc l'occupant est dans un état idéal d'éclairage, systématiquement la valeur est égale à un (**1**), pour un éclairage très dégradé causant l'éblouissement ou un niveau insuffisant de lumière naturelle.

2.1.12- Dispositions d'amélioration du confort visuel des ambiances lumineuses pour la journée :

Dans la présente étude liée aux effets indésirables pour les habitants tels que l'éblouissement, la non-uniformité de la lumière, etc, des dispositifs d'amélioration du confort visuel (ou de la lumière naturelle) sont mis à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments. On peut citer les stores en tissu, les parois opaques à l'extérieurs, l'utilisation des vitrages sélectifs selon le besoin, l'utilisation des puits de lumière et parfois des dispositifs d'éclairage artificiel par électricité sans oublier les éléments naturels qui sont les végétations.

2.2- Règlementation relatif à l'éclairage naturel :

2.2.1-Objectif de la réglementation d l'éclairage :

Les objectifs d'une réglementation de l'éclairage dans le bâtiment, d'après Laedlein (1979), sont les suivants :

- ❖ Assurer le confort visuel des occupants.
- ❖ Assurer la sécurité des occupants contre des risques possibles.
- ❖ Assurer à l'occupant des conditions d'hygiène acceptables, notamment en ce qui concerne le rapport minimal de la surface des ouvertures à la surface du plancher des locaux à éclairer (indice de vitrage).

- ❖ Assurer la pérennité et la durabilité de la construction et de ses installations : il s'agit d'une notion intimement liée au concept du développement durable.
- ❖ L'économie : cette exigence est relativement nouvelle et concerne surtout l'économie d'énergie.

2.2.2-Outils de la réglementation de l'éclairage :

Face à la réglementation, il est possible d'envisager différents types de classements, donc il s'agira de distinguer les textes en fonction de leur origine :

2.2.2.1- Les textes législatifs:

Appelés « Règlements de construction », et D'après le Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismiques ; les règlements de construction sont les documents établis par un organe officiel.

2.2.2.2- Règles techniques :

Les textes techniques constituent un ensemble de recommandations dont le respect donne l'assurance d'une bonne construction mais dont l'application n'est strictement obligatoire que dans un certain nombre de cas : ils n'ont pas un caractère réglementaire. Les textes techniques regroupent les Documents Techniques Réglementaires (D.T.R), les Règles Professionnelles, les Avis Techniques. (Laedlein.1979).

2.3- La réglementation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux :

La réglementation relative à l'éclairage naturel des locaux de commerce diffère d'un pays à un autre. Elle concerne surtout les surfaces de vent mais il n'existe pas une réglementation spécifique aux équipements commerciaux. Pour notre étude, nous nous intéresserons à la réglementation qui régit les pays européens et l'Algérie pour des fins de comparaison

2.3.1-Textes législatifs :

2.3.1.1-lois, décrets et arrêtés :

➤ **Code du travail français :**

Dans le décret N° 83-721 DU 2 AOÛT 1983, L'Article R. 232-7 : La présente sous-section fixe les règles relatives à l'éclairage et à l'éclairement :

- ✓ Des locaux affectés au travail et de leurs dépendances, notamment les passages et escaliers ;
- ✓ Des espaces extérieurs où sont effectués des travaux permanents ;
- ✓ Des zones et voies de circulation extérieures empruntées de façon habituelle pendant les heures de travail.

Décret n° 83-722 du 2 août 1983 complétant le code du travail et fixant les règles relatives à l'éclairage des lieux de travail auxquelles doivent se conformer les maîtres d'ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle, commerciale ou agricole.

Tableau n° 2.1 : l'éclairement minimum des espaces selon le code de travail.

Source : Muller.1997.

Les espaces	Code de travail
	Eclairement minimum
Bureaux	200 lux
Magasins	120 lux
Circulations horizontales	40 lux
Circulations verticales	60 lux
Stockages	120 lux
Vestiaires/ Sanitaires	120 lux

2.3.1.2-Les circulaires, Instructions, Notes :

➤ Circulaire Algérienne du 11 avril 1984 :

Art. R 232-6-2 : Les niveaux d'éclairage indiqués dans cet article sont des valeurs minimales. Pour que ces valeurs soient respectées à tout moment et en tout point des lieux

Art. R 232-6-2 : Les prescriptions de cet article ont pour but de limiter les rapports d'éclairage et par suite compte tenu des facteurs de réflexion, les rapports de luminance visés également à l'article R 232-6-5. Ainsi, si le niveau d'éclairage des zones de travail d'un local est de 1 000 lux, l'éclairage général de ce local ne pourra être inférieur à 200 lux.

Art. R 232-6-5 : La difficulté des mesures de luminance a conduit à ne pas fixer de valeurs limites dans le décret.

- ✓ la luminance d'une source lumineuse ne devrait pas excéder 3 000 cd/m².
- ✓ la luminance d'une surface lumineuse de grande dimension (mur, plafond lumineux) ne devrait pas excéder 600 cd/m².
- ✓ enfin, la luminance d'une surface lumineuse ne devrait pas dépasser 50 fois la luminance des surfaces sur lesquelles elle apparaît, avec une tolérance à 80 fois dans le cas de grand volume dont le niveau d'éclairage ne dépasse pas 300 lux

2.3.2-Textes normatifs :

Normes pour l'éclairage des lieux de travail, le Comité Européen de Normalisation prescrit les exigences d'éclairage répondant aux besoins de performance et de confort visuel au travers de la norme européenne.

Tableau n° 2.2 : les normes d'éclairage moyen selon l'espace.
Source : AFE. 2010.

Espaces	Norme EN 12 464-1	
	Eclairage moyen à maintenir (Lux)	Indice de rendu des couleurs
Commerce : zone de vent	300 lux	80
Commerce : zone de caisse	500 lux	80
Circulations	100 lux	40

Bureaux	500 lux	80
Stockage (occup. Temporaire)	100 lux	60
Stockage (occup. Permanente)	200 lux	60

- La limite de l'éblouissement d'inconfort est évaluée par la méthode de la CIE sous la forme de la valeur du taux d'éblouissement unifié UGR.
- Une valeur minimale de l'indice de rendu des couleurs IRC est requise ; la valeur de 80 est retenue dans les locaux où le travail se fait de manière continue.

Le tableau suivant donne les prescriptions définies sur quelques applications choisies parmi les 270 zones, tâches ou types d'activités décrits dans la NF EN 12464-1.

Tableau n° 2.3 : indique les prescriptions définies sur quelques applications choisies parmi les 270 zones.

Source : AFE. 2010.

Zone, tache, activités	Eclairage moyen à maintenir(Lux) Valeur minimale	Taux d'éblouissement unifié Valeur maximale	Indice de rendu des couleurs Valeur minimale
Magasins de vente : zone de vente	300	22	80
Zone de caisse	500	19	80
Magasins : Entrepôts	100	25	60
Zone de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers, quai de chargement	150	25	40
Restaurants	300	22	80
Espace public, Hall d'entrée	100	22	80

2.3.3-Textes techniques :

2.3.3.1- Recommandations de l'A.F.E :

L'Association Française de l'Eclairage (A.F.E) produit régulièrement des séries de recommandations relatives aux différents types d'établissements, dont celles consacrées aux établissements commerciaux. Ces recommandations concernent plus particulièrement les surfaces de vente, ainsi que les espaces de circulation et de stockage, dont voici quelques extraits :

➤ **Niveaux d'éclairage lumineux :**

Le niveau d'éclairage doit en outre être adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter :

Tableau n° 2.4 : les valeurs d'éclairage recommandé dans les locaux commerciaux
Source : AFE. 2010.

Espace	Eclairage recommandé (lux)
Magasins	300
Circulation horizontal (couloirs)	100
Circulation vertical	150
Stockage	150
Bureaux en général	500

➤ **Uniformité de l'éclairage :**

La qualité de la répartition de la lumière dans l'espace. Implique l'étude de l'équilibre harmonieux des luminances et des couleurs. L'environnement visuel doit permettre de voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée et agréable.

Tableau n° 2.5 éclairage sur la tâche visuelle et les zones environnantes
Source : AFE. 2010.

Facteur d'uniformité sur la tâche visuelle	Facteur d'uniformité des zones environnantes	Facteur d'uniformité des pièces
0.7	0.5	0.5

➤ **Eblouissement :**

D'une manière générale, la direction du regard est horizontale. Ainsi et pour éviter tout risque d'éblouissement, l'angle compris entre la direction de regard et la direction de la source de lumière doit être toujours supérieur à 45°.

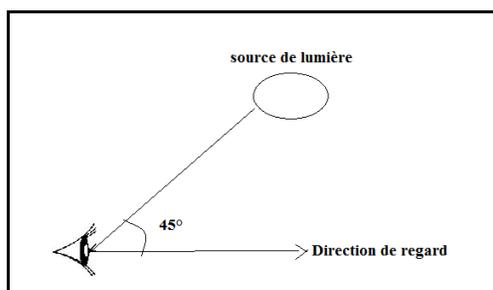


Figure n° 2.8 : Angle critique d'éblouissement.
Source : les auteurs

Tableau n° 2.6 : Les valeurs de luminances maximales avec les angles de vue

Source : Cadiergues. 1957.

Luminances maximales (lutte contre l'éblouissement)										
Angle de vue	<45	45	48	50	55	60	65	70	75	> 75
Luminance maximale (cd/m ²)	Inapplicable	12000	10000	8000	7000	6000	5000	4000	3000	Inapplicable

➤ **Facteurs de réflexion :**

Les facteurs de réflexion des surfaces internes espaces commerciaux recommandés par l'A.F.E sont indiqués dans le tableau:

Tableau n° 2.7 : les facteurs de réflexion conseille

Source : AFE. 2010.

Pièces	Facteur de réflexion conseillé
Plafond	0.7 à 0.85
Mur proche des sources lumineuses	0.5 à 0.7
Autre mur	0.4 à 0.5
Sol	0.1 à 0.3

Les valeurs des facteurs de réflexion pour quelques matériaux sont reprises dans le tableau ci-dessous, en fonction de leur couleur. Il existe des algorithmes de calcul donnant une valeur de réflexion en fonction de la couleur uniquement.

Tableau n° 2.8 : les facteurs de réflexion conseille selon les matériaux.

Source : AFE. 2010.

Matériau	Couleur	Facteur de réflexion
Table	Beige clair	0.76
Tapis	Vert-gris	0.13
Mur	Beige clair	0.68
Porte d'armoire	Blanc	0.68
Allège	Blanc	0.68
Tissus de fauteuils	Vert	0.12
Faux-plafond perforé	Beige	0.60

➤ **Transmission lumineuse :**

Le tableau ci-dessous donne des valeurs indicatives de transmission lumineuse selon le type de vitrage:

Tableau n° 2.9 : Des valeurs de transmission lumineuse maximale suivant le type de vitrage.

Source : AFE. 2010.

Types de vitrage	Transmission lumineuse (%)
Simple vitrage clair	90
Double vitrage clair	81
Double vitrage clair basse émissivité	78
Double vitrage clair absorbant	36 à 65
Double vitrage clair réfléchissant	7 à 66
Triple vitrage clair	74

2.4- La réglementation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux en Algérie :

Le système des documents réglementaires servant de base pour la construction des bâtiments en Algérie, s'appuie sur les règlements de construction établis par les organes officiels et les normes de constructions auxquelles se réfèrent ces règlements.

En matière d'éclairage dans le bâtiment, les documents réglementaires sont rares et se résument dans les deux textes législatifs qui suivent :

➤ **Article 35 du décret exécutif n° 91-175 du 28 Mai 1991 définissant les règles générales d'aménagement, d'urbanisme et de la construction:**

- Chaque pièce principale doit être éclairée et ventilée au moyen d'une ou plusieurs baies ouvrantes dont l'ensemble doit présenter une superficie au moins égale au huitième de la surface de la pièce.
- Cette disposition n'est pas applicable aux régions situées à une altitude égale ou supérieure à huit cents mètres, ni à la zone sud du territoire national. Un arrêté du ministère chargé de l'urbanisme précisera les conditions requises.
- Les jours de souffrance ne sont pas considérés comme des baies ouvrantes, les baies donnant sur une cour fermée surmontée d'un comble vitré ou sur une courette, ne sont pas considérées comme des baies ouvrantes.
- Les pièces secondaires peuvent se ventiler sur des gaines verticales.

➤ **La circulaire du 15 août 1989 relative à l'application des règlements techniques et des normes de construction, stipule que:**

- la commission technique permanente pour le contrôle technique de la construction (C.T.P) chargée principalement de la promotion de la réglementation technique algérienne, a retenu à titre transitoire et en attendant l'élaboration progressive des règlements techniques algériens, l'application des règlements techniques et normes de constructions étrangers en usage en Algérie.
- Pour ce qui concerne les conditions d'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment, la circulaire a désigné les normes suivantes :
 - **NF C 01.045, NF C 03.101, NF C 15.100, 150**

Conclusion :

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairage, la luminance, le contraste, l'éblouissement auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Le confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu tels que son âge, son acuité visuelle ou la possibilité de regarder à l'extérieur.

Comme nous le constatons, la réglementation relative à l'éclairage dans le bâtiment varie d'un pays à l'autre. Cette diversité démontre que les exigences visuelles ne sont pas le seul élément déterminant de ces règles.

En Algérie par contre, nous avons soulevé un manque flagrant dans la réglementation de l'éclairage, de même qu'une absence totale d'organismes spécialisés. Ceci peut s'expliquer par le fait que jusqu'ici le pays n'a pas été confronté à des problèmes majeurs d'énergie électrique pour l'alimentation des installations d'éclairage.

Chapitre 03 :
Représentation et simulation
numérique de cas d'étude (le centre
commercial de Bâb Ezzouar)

Chapitre 03 : Représentation et simulation numérique de cas d'étude (le centre commercial de Bâb Ezzouar)

Introduction :

Assurer le confort visuel, y compris le confort psycho-spatiale de l'utilisateur, dépend de la quantité d'éclairage qui pénètre l'espace, donc il est important de comprendre d'abord le climat à qui appartient le projet, et connaître la durée de la solarisation nécessaire pour étudier un projet.

Ce chapitre se concentre sur l'analyser quantitativement d'éclairage naturel dans le centre commerciale de Bâb-Ezouar, à l'aide d'une simulation numérique par logiciel "VELUX Daylight Visualizer".

3.1- Représentation de cas d'étude :

3.1.1- Présentation de la ville d'Alger :

Alger est la capitale du pays, le territoire de la wilaya d'Alger s'étend sur une superficie de 1190 km², elle est limitée par la mer Méditerranée au Nord, la Wilaya de Blida au Sud, la Wilaya de Tipaza à l'Ouest et la Wilaya de Boumerdes à l'Est.

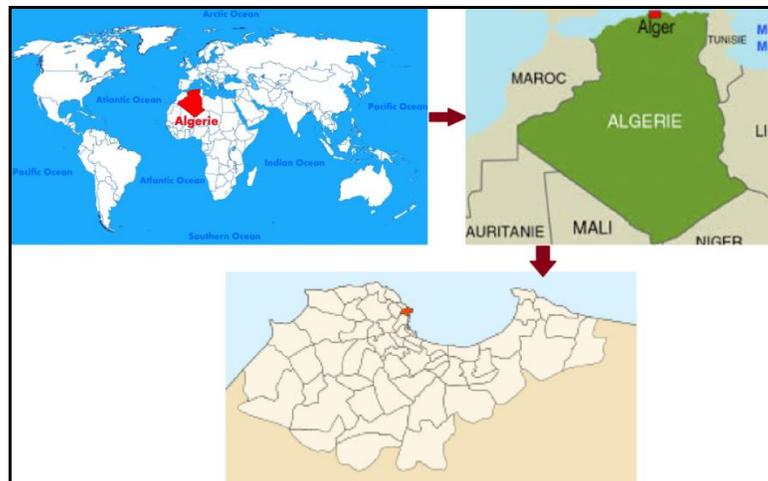


Figure n°3.1 : Situation de la ville d'Alger.

Source : Traité par les auteurs.

Elle comprend les plus importantes concentrations au niveau national de populations, d'activités de services, d'équipements, d'infrastructures, de centres de recherche, d'industries et de grands projets urbains. Alger est la capitale politique, administrative et économique du pays. Elle est le siège de toutes les administrations centrales, des institutions politiques et sociales, des

grands établissements économiques et financiers, des grands centres de décisions et de représentations diplomatiques. Alger dispose d'un bon maillage en réseaux de communication et de télécommunications.

3.1.2-Analyse climatique de la ville d'Alger :

3.1.2.1-Les conditions climatiques :

Les zones climatiques peuvent être classées en deux grandes catégories :

➤ ZONES CLIMATIQUES D'HIVER :

- La zone H1 subit l'influence de la proximité de la mer ;
- La zone H2 subit l'influence de l'altitude ;
- La zone H3 subit l'influence de la latitude ;

➤ ZONES CLIMATIQUES D'ETE :

- La zone E1 subit l'influence de la proximité de la mer ;
- La zone E2 subit l'influence de l'altitude ;
- La zone E3, E4 et E5 subissent l'influence de la latitude.

D'après cette classification zonale, La région d'Alger présente par sa situation au bord du littoral, la totalité des caractéristiques climatologiques des régions méditerranéennes maritimes. Elle est considérée parmi les régions les plus pluvieuses de l'Algérie. Elle fait partie de la zone climatique:

- D'hiver **H1A** littoral-mer : qui a des hivers doux avec des amplitudes faibles ;
- D'été **E1** littoral : qui a des étés chauds et humides, l'écart de température diurne est faible.

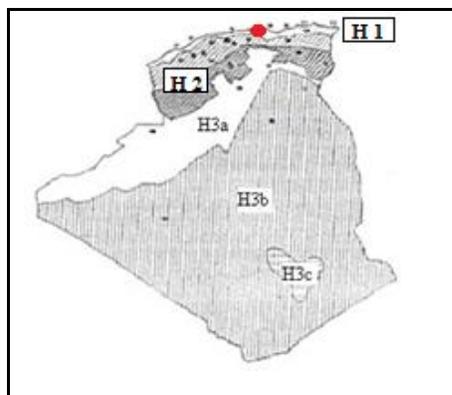


Figure n° 3.2 : zones climatiques d'hiver en Algérie
Source : Meddour. 2008.

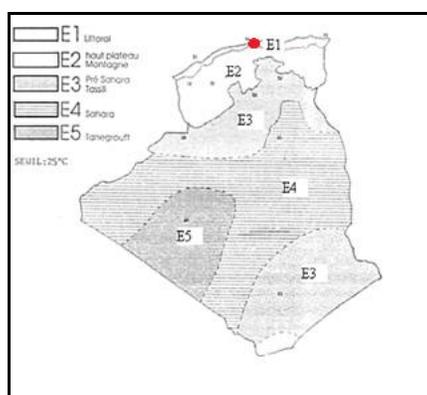


Figure n°3.3 : zones climatiques d'été en Algérie
Source : Meddour. 2008.

3.1.2.2- Les conditions solaires :

Dans sa thèse de Doctorat, N. Zemmouri a proposé un zoning lumineux propre à l'Algérie basé sur le calcul par simulation informatique, à l'aide du logiciel « Mat light », des éclairagements lumineux horizontaux ainsi que sur la base de données de la NASA sur la nébulosité. (Kardache, 2017).

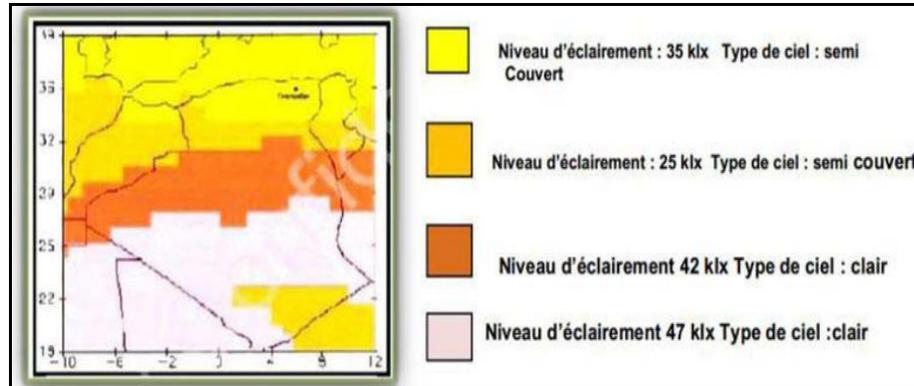


Figure n° 3.4 : Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie

Source : Zemmouri. 2005

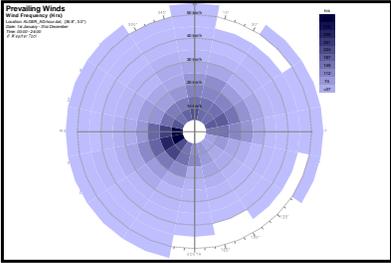
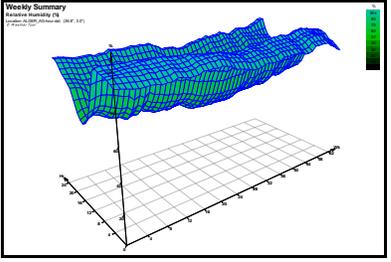
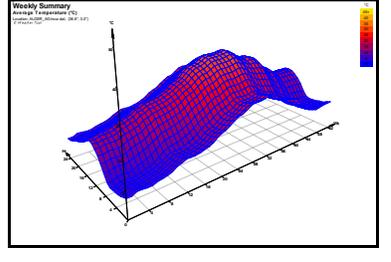
Ce zoning comporte quatre grandes zones climatiques lumineuses, chaque zone est caractérisé par des caractéristiques (niveau d'éclairage et type de ciel).

- La ville d'Alger est située à la **zone 1** avec un niveau d'éclairage de 35 Klux et un type de ciel semi couvert.

3.1.2.3-Microclimat d'Alger:

Les paramètres microclimatiques sont de prime importance, comprendre la richesse des caractéristiques microclimatiques d'un espace extérieur en milieu urbain ainsi que les implications en termes de confort des usagers, ouvrent de nouvelles possibilités à la maîtrise du climat lumineux intérieur. (Kaouache et Kissoum .2016)

Tableau n° 3.1 : Microclimat de la ville d'Alger.

Paramètres	Description	
Les Vents :	<p>La Rose des Vents pour Alger montre combien de jours dans un mois peuvent être attendu pour atteindre une certaine vitesse de vent. La mousson crée de forts vents stables sur le plateau tibétain de Décembre à Avril, mais des vents calmes de Juin à Octobre.</p>	 <p>Figure n° 3.5 : fréquence des vents Source : WEATHER TOOL 2011.</p>
Humidité :	<p>Les valeurs moyennes d'humidité sont en général très élevées toute l'année, le minimum s'observe au mois de juillet de 40% et le maximum au mois de Janvier de 85%.</p>	 <p>Figure n° 3.6 : humidité relative Source : WEATHER TOOL 2011.</p>
Températures :	<p>La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18°C (hiver 12,3°C, été 22,4°C) avec une valeur maximum moyenne de 34.5°C au mois de aout et une valeur minimum moyenne de 5°C les mois de janvier et février.</p>	 <p>Figure n° 3.7 : température moyenne Source : WEATHER TOOL 2011.</p>

3.1.3-Présentation de projet choisi :

Bâb Ezzouar situé dans le nouveau quartier d'affaire et de commerce de Bâb Ezzouar à l'Est d'Alger, est le premier au niveau national, fait par l'architecte Weber Philippe pour la société des centres commerciaux algérienne. Après moins de 4ans de réalisation, ce dernier ouvre ces portes en 2010. Ce projet a pour but de doter la capitale d'une œuvre architecturale moderne à

vocation commerciale de même qu'un lieu convivial dédié à la culture et aux loisirs. (Mekid et all.2017).

Tableau n° 3.2 : Présentation de centre commercial de Bâb Ezzouar

Présentation de centre commercial de Bâb Ezzouar	
Maitre d'ouvrage	Société des centres commerciaux algériens
Maitre d'ouvre	Weber Philippe
Commencement des travaux	En 2006, ouvre ces portes en 2010
Capacité d'accueil	15000/ jour

3.1.3.1-Critères de choix de l'objet d'étude :

Pour atteindre nos objectifs de recherche soulignés on a procédé à l'analyse d'un support d'étude, le centre commercial et de loisir de Bâb Ezzouar, le choix est fixé sur ce centre pas seulement à grâce à sa réputation nationale mais aussi une liste des critères pour fixation de choix:

- La situation du centre, dans un projet urbain d'un quartier d'affaire.
- Il présente une variation typologique d'éclairage naturel (zénithale et latérale).



Figure n° 3.8 : Ouverture zénithal dans CCLB.
Source : Auteurs.



Figure n° 3.9 : Ouverture latéral dans CCLB
Source : Auteurs.

3.1.3.2- Situation :

Le centre commercial de Bâb Ezzouar est situé à l'Est de la ville d'Alger, au quartier d'affaire de Bâb Ezzouar, il se situe à 15 min de l'aéroport, 5 min de la gare ferroviaires.



Figure n° 3.10 : La situation de centre commercial Bâb Ezzouar.
Source : Google Earth traité par les auteurs.

3.1.3.3- Analyse architecturale :

3.1.3.3.1- La morphogénèse du projet :

L'architecte Weber Philippe a utilisé différentes formes dans sa conception, des formes convexes qui sont emboîtées partiellement dans une forme rectangulaire qui forme un parallélépipède de base, en déformant la face du parallélépipède qui se situe à l'intérieur de l'arc pour avoir une forme elliptique, tout ça en formant une symétrie parfaite par rapport à l'axe Est - Ouest.

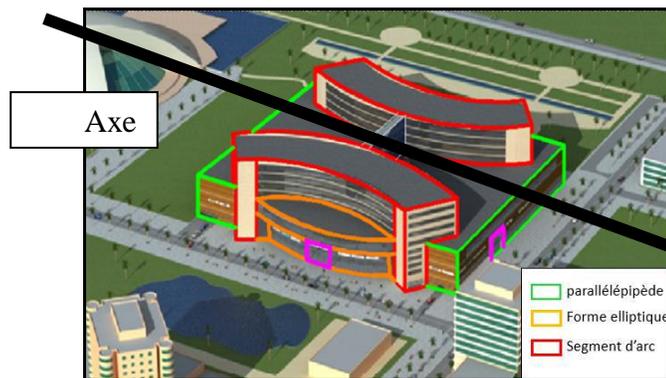


Figure n° 3.11: Composition volumétrique du centre commerciale
Source : Mekid et al. 2017

3. 1.3.3.2- L'organisation spatiale du projet :

Le centre s'étend sur une superficie de 45 000 m² (Saad Eddine.2019), Le centre est principalement constitué de deux sous-sols, d'un rez-de-chaussée et de deux étages surélevés des deux tours en forme de segment d'arc de quatre étages chacune.

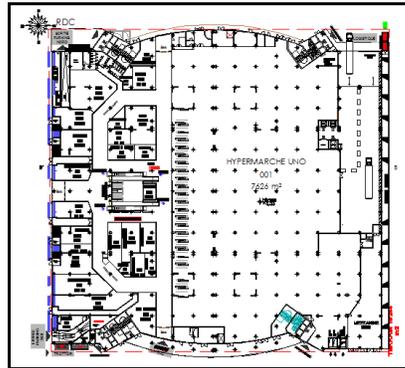


Figure n° 3.12.1 : RDC

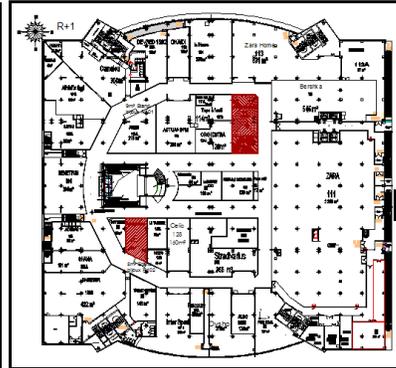


Figure n° 3.12.2 : 1^{ère} étage

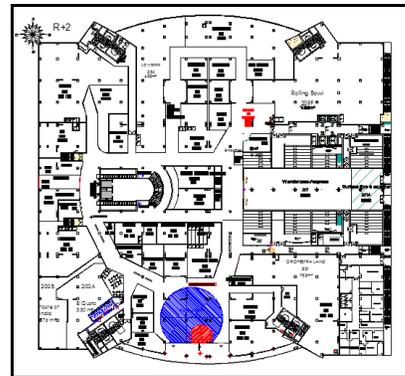


Figure n° 3.12.2 : 2^{ème} étage

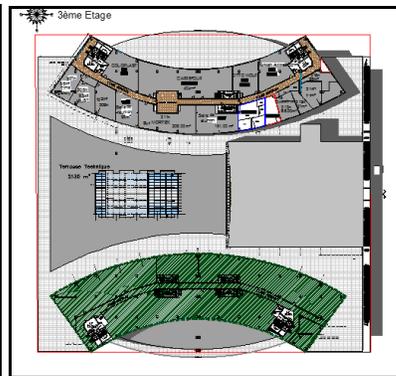


Figure n° 3.12.4 : 3^{ème} étage



Figure n° 3.12.5 : Sous-sol 1

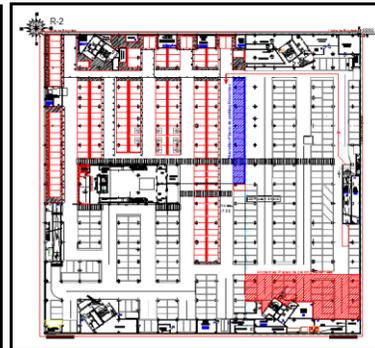


Figure n° 3.12.6 : Sous-sol 2

Figure n° 3.12 : Les plans de centre commercial de Bâb Ezzouar, échelle
Source : Saad Eddine.2019.

Le CCLB se compose d'un hypermarché, une centaine de magasins, des restaurants, des cafés, des espaces de jeux et loisir, deux tours d'affaires viennent s'ajouter au centre commercial, il dispose de 1700 places de parkings intérieur et extérieur (Saad Eddine.2019).

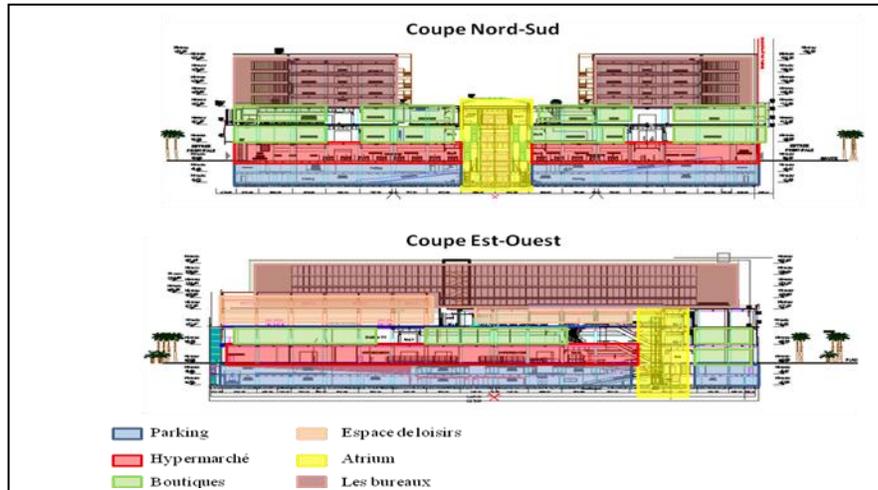


Figure n° 3.13 : Coupes schématiques de l'aménagement de centre commercial Bâb Ezzouar
Source : Saad Eddine.2019.

Tableau n° 3.3 : Description des différents espaces du centre commercial de bab Ezzouar.

Espace	Description	
Parking	<ul style="list-style-type: none"> -Occupe les deux sous-sols ; -le parking est d'une hauteur de trois mètre et demi ; -l'entrée du parking se trouve au sud-ouest et la sortie au Nord-Ouest. 	 <p align="center">Figure n° 3.14 : Parking de CCLB Source : Les auteurs</p>
Les boutiques	<ul style="list-style-type: none"> -La majorité des boutiques se situent au niveau de RDC et 1^{ère} étage du centre ; -on trouve un rapport équivalent entre le plein et le vide ; -les boutiques, généralement de forme rectiligne conservent leurs scénographies spécifiques. 	 <p align="center">Figure n° 3.15: les boutiques de</p>

		CCLB Source : Les auteurs
Le patio	<p>-Le patio se situe dans la partie Ouest de CCLB ;</p> <p>-cette ouverture a créé un puits de lumière naturelle qui assure un bon éclairage pour le cœur du centre ainsi que les escalators et l'escalier reliant entre les différents étages.</p>	 <p>Figure n° 3.16 : Atrium de CCLB Source : Les auteurs</p>
L'espace de loisirs	<p>-Les espaces de loisir et de restauration occupent le deuxième étage ;</p> <p>-en trouve une grande salle de bowling, espace consommation chaleureux et convivial plus des espaces de préparations, un espace de jeux pour les enfants, une galerie d'art et un espace cinéma composé de plusieurs salles.</p>	 <p>Figure n° 3.17 : Espace de loisirs de CCLB Source : Les auteurs</p>
Les bureaux	<p>-Les bureaux occupent les deux tours de centre (4étages) ;</p> <p>-Ayant différente surface, suivent un corridor axial qui suit la forme d'un arc et permet la circulation entre les bureaux.</p>	 <p>Figure n° 3.18 : Les bureaux de CCLB Source : Les auteurs</p>

3.1.3.4- La consommation énergétique électrique du centre commercial de Bâb Ezzouar :

La consommation énergétique électrique est un point important dans les équipements commerciaux.

C'est pour ça, Il faut reconnaître la quantité de consommation d'énergie électrique dans le centre commercial de Bâb Ezzouar.

Tableau n° 3.4 : La consommation énergétique de CCLB de 2018.

Source : Saad Eddine.2019.

Mois	Valeur de Consommation en KWh/Mois	Valeur de Consommation en DA
Janvier	826128	3911717.75
Février	909997	4191807.87
Mars	1048505	4931492.76
Avril	1073019	5012595.55
Mai	1229753	5268961.25
Juin	1129852	5252765.64
Juillet	1649078	7362604.26
Aout	1705426	7578179.24
Septembre	1553868	6992212.83
Octobre	1297193	5964572.23
Novembre	1015487	4972775.58
Décembre	1172389	5284128.32
Total	14610695	66723813.28

3.1.4- Représentation de l'espace choisi pour simuler :

Notre recherche se porte sur cinq (05) boutiques qui reçoivent leur éclairage par une ouverture zénithale qu'est l'atrium.

Tableau n° 3.5 : Présentation des boutiques choisies pour la simulation

Boutique	Niveau	Surface (m²)	Orientation	La position par rapport à l'atrium	Type d'ouverture	Nombre et Dimension d'ouverture	Type de verre
Boutique 01	1 ^{er} étage	172	Sud	Située autour	Latérale	N= 2 D=4.00*3.50	Simple vitrage
Boutique 02	1 ^{er} étage	216	Nord	Située autour	Latérale	N= 2 D=4.00*3.50	Simple vitrage
Boutique	1 ^{er} étage	151	Sud	Située	Latérale	N= 2	Simple

03				éloigné		D=4.00*3.50	vitrage
Boutique 04	RDC	180	Sud	Située autour	Latérale	N= 2 D=4.00*3.50	Simple vitrage
Boutique 05	2 ^{ème} étage	148	Sud	Située autour	Latérale	N= 2 D=4.00*3.50	Simple vitrage

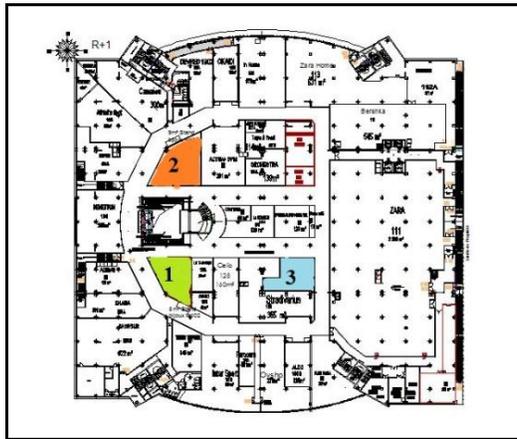


Figure n° 3.19.1 : boutiques 1, 2 et 3

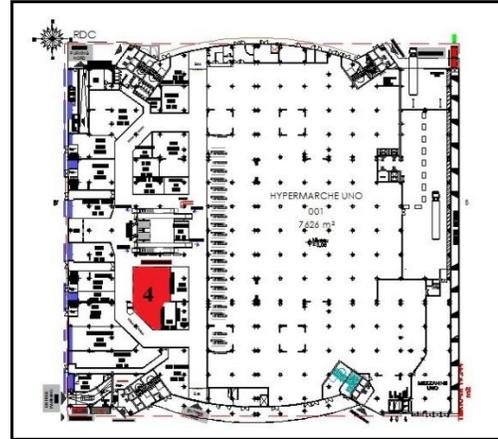


Figure n° 3.19.2 : Boutique 4

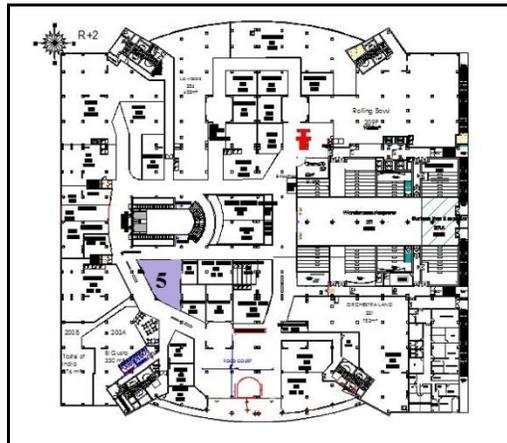


Figure n° 3.19.3 : Boutique 5

Figure n° 3.19 : Les boutiques choisies pour la simulation

3.2-La simulation du projet choisi (centre commercial de Bâb Ezouar):

3.2.1-Simulation numérique :

Selon Jusselme (2009), la simulation numérique est l'un des outils utilisés par les architectes, Elle consiste à simuler (faire paraître comme réelle une chose qui ne l'est pas) un système ou bien un phénomène donné afin d'étudier son fonctionnement, ses propriétés et de prédire ainsi son évolution.

L'étude de l'éclairage naturel par simulation numérique se fait dans une perspective d'intégration des paramètres physique et climatique au processus de conception des bâtiments.

Tableau n° 3.6 : Propriétés des principaux logiciels de simulation l'éclairage.

Source : Deroisy et. Deneyer, 2011.

Logiciel	Editeur	Méthode	Modélisation	Types de ciel	Résultats
Ecotect	Autodesk	<i>Split flux formula</i>	Géométries simples Surfaces diffuses Maillage paramétrable	Ciel couvert CIE Ciel uniforme CIE Soleil direct	Eclairages [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Visualisation des ombrages
Dial-Europe	Estia	<i>Split flux formula</i>	Géométries simples Surfaces diffuses Maillage fixe	Ciel couvert CIE	Facteurs de lumière du jour (%) Visualisation des ombrages
Dialux	DIAL GmbH	<i>Radiosity (raytracing pour les visualisations)</i>	Géométries complexes Surfaces diffuses Maillage paramétrable	Ciel couvert CIE Ciel intermédiaire Ciel clair CIE (soleil direct)	Eclairages [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m ²) Visualisation des scènes
Relux Pro	Relux Informatik	<i>Radiosity (raytracing pour les visualisations)</i>	Géométries complexes Surfaces diffuses Maillage paramétrable	Ciel couvert CIE Ciel clair CIE (sans soleil direct)	Eclairages [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m ²) Visualisation des scènes
3DS max	Autodesk	<i>Radiosity + raytracing</i>	Toutes géométries Surfaces diffuses, spéculaires ou mixtes Maillage paramétrable	Tout type de ciel	Eclairages [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m ²) Visualisation des scènes
Velux Daylight Visualizer	Velux	<i>Raytracing + photon mapping</i>	Géométries complexes (via import fichiers 3D) Surfaces diffuses, spéculaires ou mixtes Maillage non paramétrable	15 types de ciels, dont ciel couvert CIE, ciel intermédiaire et ciel clair CIE	Eclairages [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m ²) Visualisation des scènes
Radiance	LBNL	<i>Raytracing (extension photon mapping disponible)</i>	Toutes géométries Tout type de surface Maillage paramétrable	Tout type de ciel	Eclairages horizontaux, verticaux, cylindriques, ... [lux] Facteurs de lumière du jour (%) Luminances (cd/m ²) Visualisation des scènes

Parmi ces nombreux outils, notre choix s'est porté sur le logiciel **VELUX Daylight Visualizer** version 2.6.pour la simulation d'éclairage naturel dans le centre commercial de Bâb ezzouar.

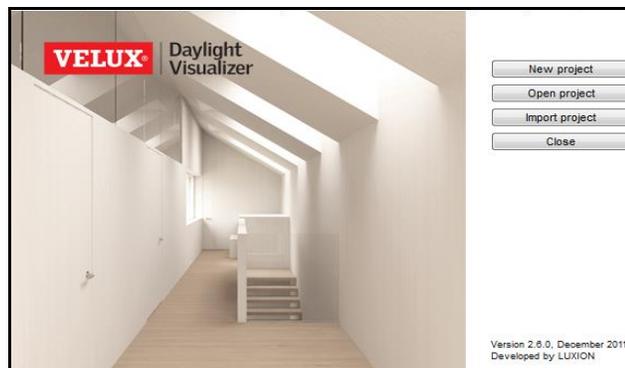


Figure n° 3.20 : Interface de logiciel VELUX Daylight Visualizer

3.2.2-Motivation du choix de logiciel de simulation :

Le choix de logiciel VELUX Daylight Visualizer découle de plusieurs paramètres :

- ✓ VELUX Daylight Visualizer permet d'importer des projets conçus sur AutoCAD ou Sketchup;

- ✓ Permet de fournir des résultats quotidiens et annuels ;
- ✓ les simulations sous VELUX Daylight Visualizer permettent d'obtenir des valeurs de luminance, d'éclairement et des facteurs de lumière du jour.

3.2.3-Présentation du logiciel de simulation VELUX Daylight Visualizer:

VELUX Daylight Visualizer est un logiciel gratuit conçu pour le calcul de l'éclairage naturel. Il a pour but de promouvoir l'usage de la lumière naturelle dans les bâtiments et d'aider les concepteurs grâce à la prédiction des niveaux d'éclairement et de l'apparence des espaces. VELUX Daylight Visualizer est un outil de modélisation intuitif permettant une génération rapide de modèles 3D dans lesquels les ouvertures de toiture et de façade sont librement introduites. Des outils tels qu'un éditeur de surfaces, la caractérisation du type de ciel, ainsi que des réglages de vues et des paramètres d'éclairage naturel permettent des prédictions précises, qui offrent plus de flexibilité dans les possibilités de modélisation, en plus des rendus (cartographies) et des animations dynamiques (films) photoréalistes. Le calcul se fait par une technique combinant le lancer de rayons inverses et la cartographie de photons. Le logiciel a été validé par l'ENTPE, selon la norme CIE 171: 2006, Sur base de cette vérification, il est établi que VELUX Daylight Visualizer peut simuler les différents aspects de la lumière naturelle avec une erreur maximale inférieure à 5.13% et avec une erreur moyenne inférieure à 1.29% .(Haubruge et Bodart.2012)

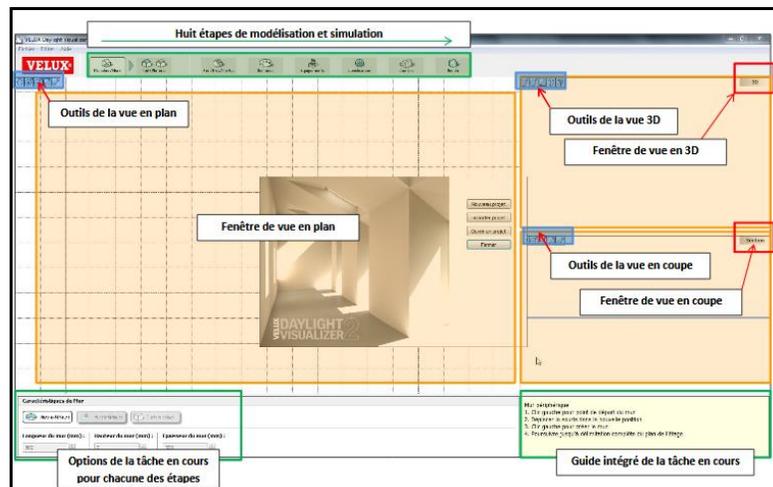


Figure n° 3.21 : Présentation de commandes principales de logiciel VDV.

3.2.4-Description de la méthode de simulation :

3.2.4.1-Préparation des plans :

La première étape, et avant de commencer avec le logiciel Velux Daylight Visualizer, On a reproduit les plans avec Autocad 2013, et modéliser les espaces en 3D du centre commercial de Bâb ezzouar.

Il est important de bien construire le modèle AutoCAD en respectant quelques notions:

- Définir des unités (m, cm, ou mm) utilisées;
- Créer une couche (Calque) pour chacun des matériaux utilisés (sol, plafond, mur, vitrage, châssis, obstructions...).

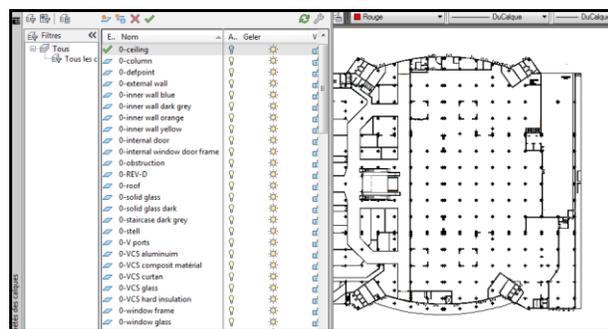


Figure n° 3.22 : Les plans de CCLB dessinés en AutoCAD
Source : AutoCAD traité par les auteurs.

3.2.4.2- Importer le modèle 3D depuis AutoCAD:

Les unités du modèle sont importées dans VELUX Daylight Visualizer et ajustées à celles utilisées sur AutoCAD.

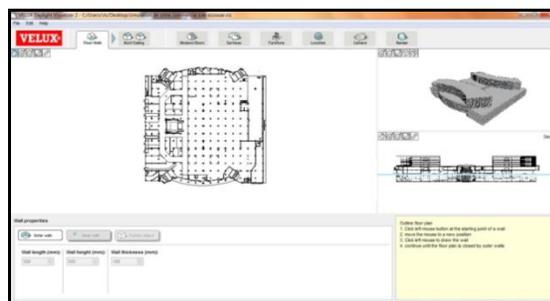


Figure n° 3.23 : l'importation de fichiers AutoCAD vers VDV.
Source : VELUX Daylight Visualizer traité par les auteurs.

3.2.4.3- Attribuer des matériaux aux surfaces:

Une fois le modèle importé dans VDV, on continue avec les étapes d'application de matériaux de surfaces.

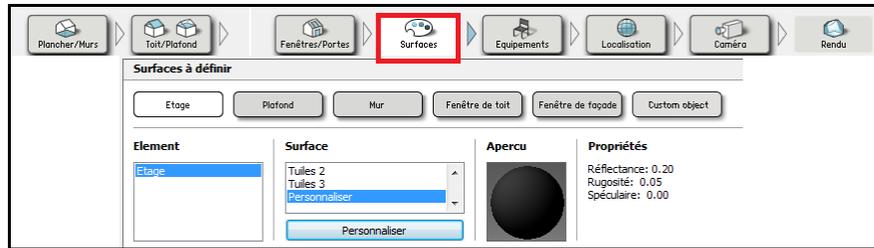


Figure n° 3.24 : Attribuer des matériaux aux surfaces
Source : VELUX Daylight Visualizer traité par les auteurs.

3.2.4.4- Préciser la localisation :

Après l'étape d'attribuer des matériaux aux surfaces, nous déterminons la position de notre projet, ainsi que son orientation.

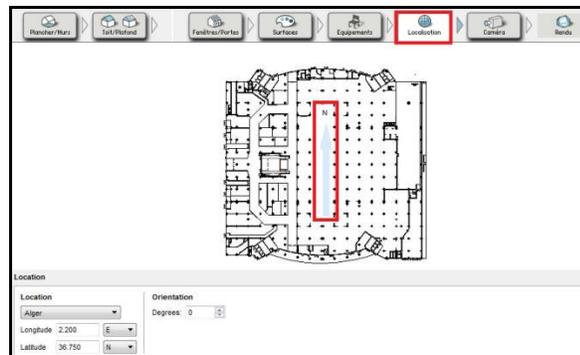


Figure n° 3.25: Préciser la localisation.
Source : VELUX Daylight Visualizer traité par les auteurs.

3.2.5-Protocole de simulation :

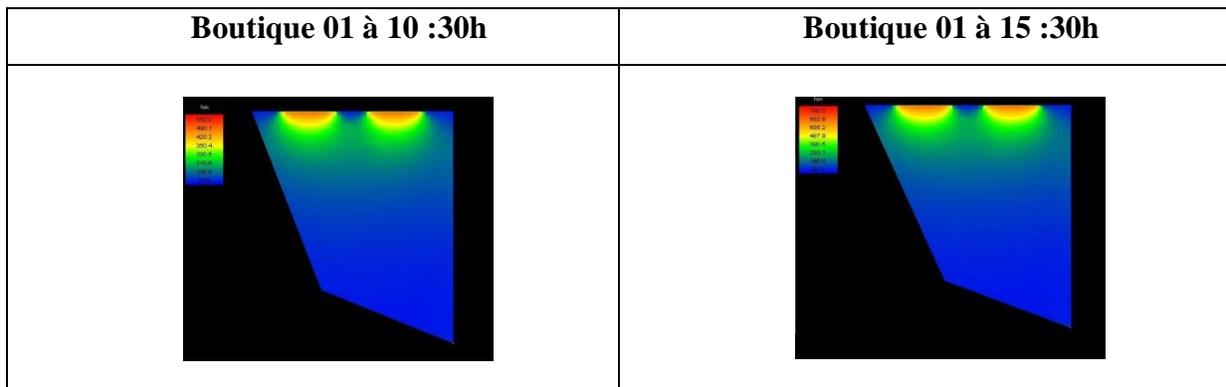
3.2.5.1- Choix des jours :

Le logiciel VDV est capable de simuler les données relatives de l'éclairage durant toute l'année, Cependant, simuler toutes les possibilités lumineuses sur une année serait une tâche irréaliste, La méthode la plus réaliste est de choisir quelques jours de l'année qui représentent les valeurs extrêmes et moyennes. Donc les jours que nous avons choisis sont :

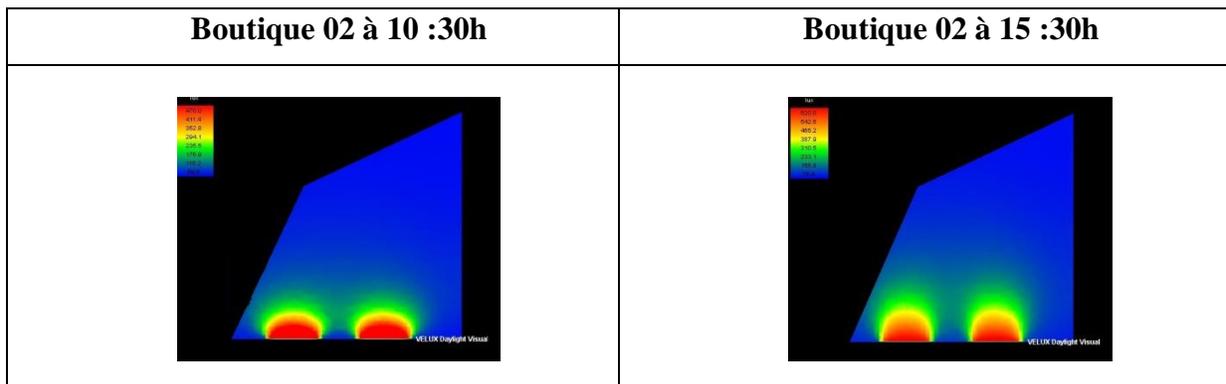
- ✓ 21 Décembre : Ciel couvert.
- ✓ 21 Juin : Ciel clair.
- ✓ 21 Mars : Ciel semi couvert.

3.2.5.2-Les grilles d'analyse:

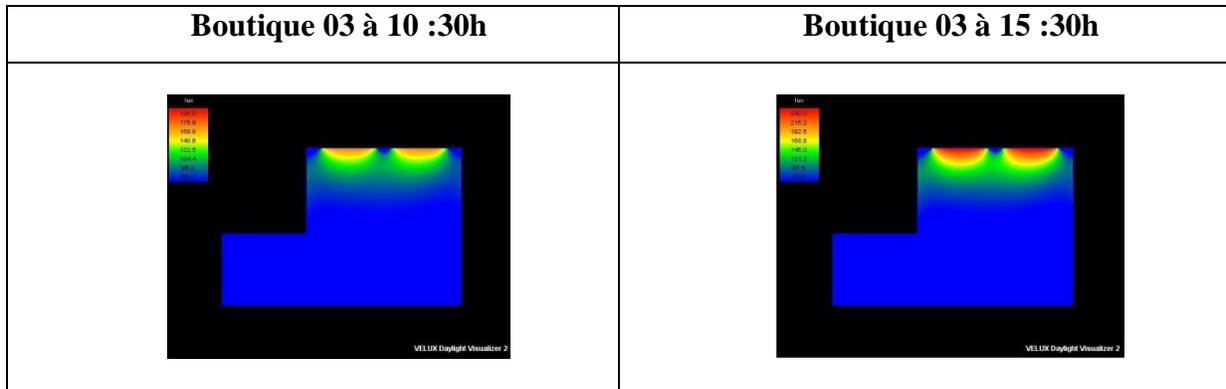
➤ 21 Décembre :



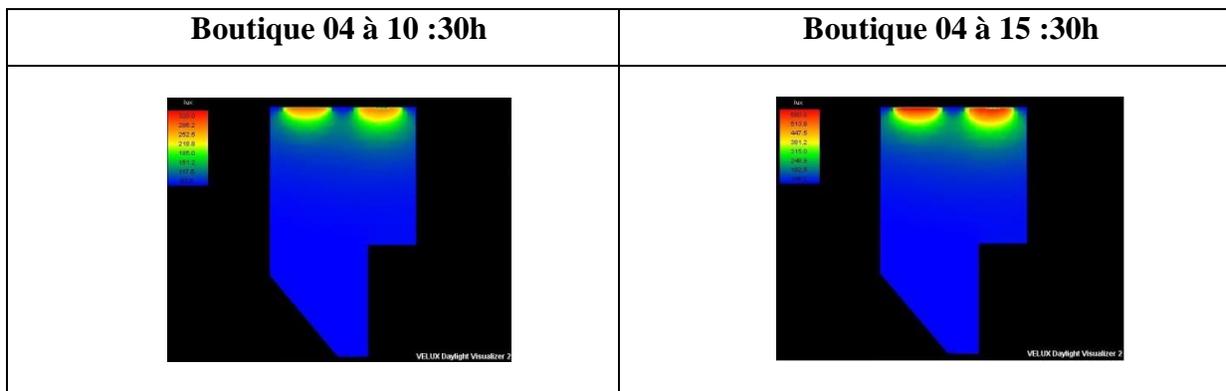
La grille d'éclairage de boutique 01, pour la journée du 21 Décembre à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 560lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 140 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 780 Lux, le reste est d'un éclairage de 195 Lux.



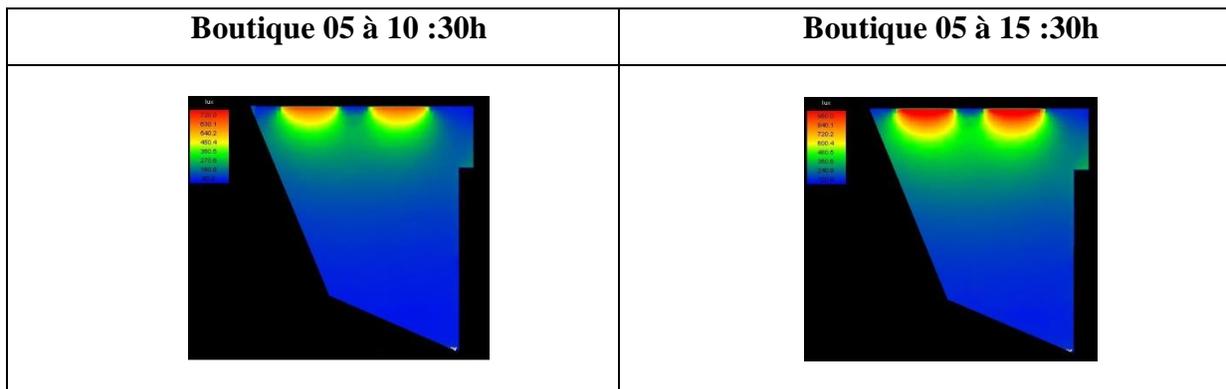
La grille d'éclairage de boutique 02, pour la journée du 21 Décembre à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 470Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 114 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 620 Lux, le reste est d'un éclairage de 155 Lux.



La grille d'éclairage de boutique 03, pour la journée du 21 Décembre à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 195Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 85 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 240 Lux, le reste est d'un éclairage de 97 Lux.

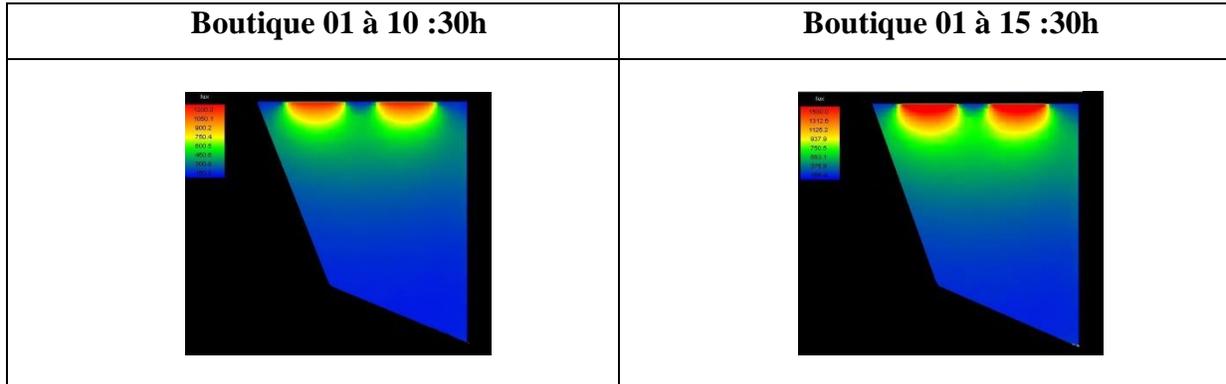


La grille d'éclairage de boutique 04, pour la journée du 21 Décembre à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 320Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 117 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 580 Lux, le reste est d'un éclairage de 182 Lux.

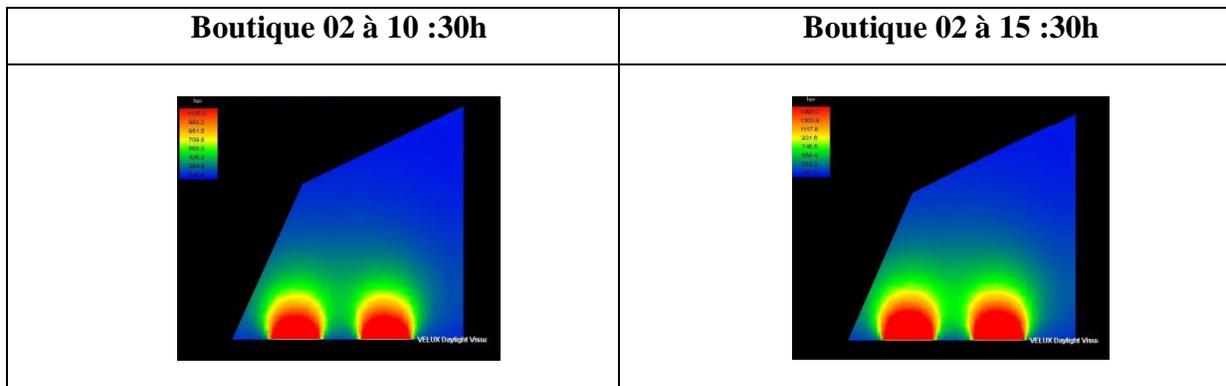


La grille d'éclairage de boutique 05, pour la journée du 21 Décembre à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 720Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 180 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 960 Lux, le reste est d'un éclairage de 240 Lux.

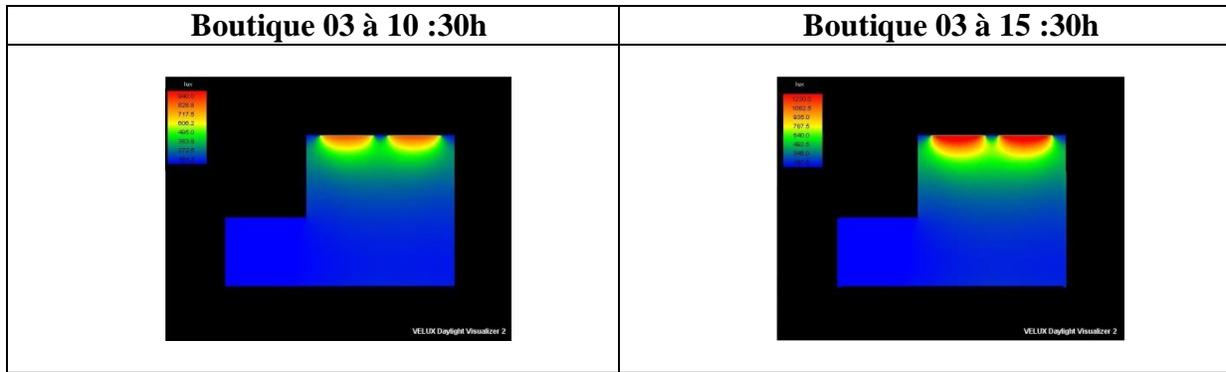
➤ **21 Mars :**



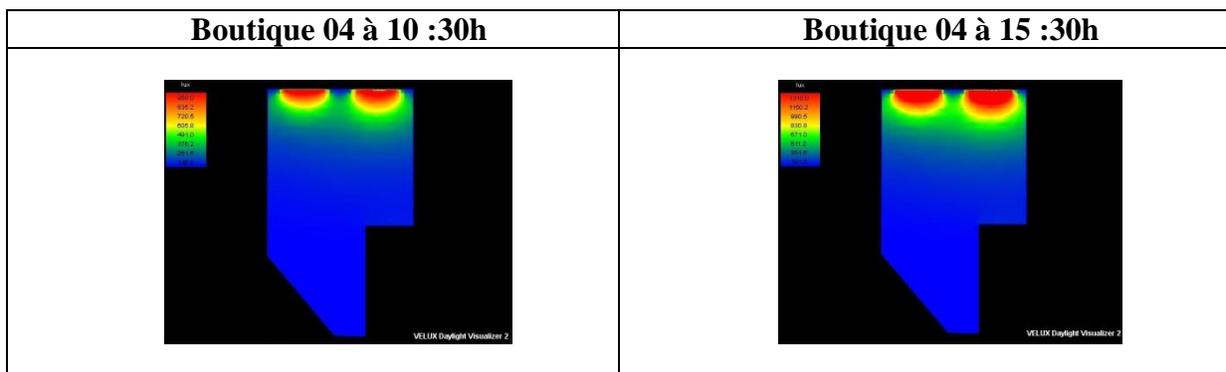
La grille d'éclairage de boutique 01, pour la journée du 21 Mars à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1200Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 300 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1500 Lux, le reste est d'un éclairage de 370 Lux.



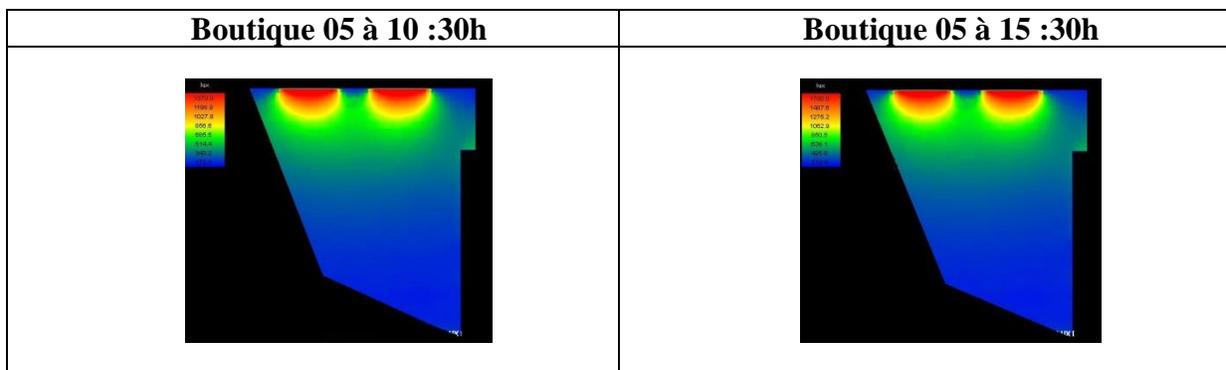
La grille d'éclairage de boutique 02, pour la journée du 21 Mars à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1135Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 284 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1490 Lux, le reste est d'un éclairage de 370 Lux.



La grille d'éclairage de boutique 03, pour la journée du 21 Mars à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 940Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 272 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1230 Lux, le reste est d'un éclairage de 345 Lux.

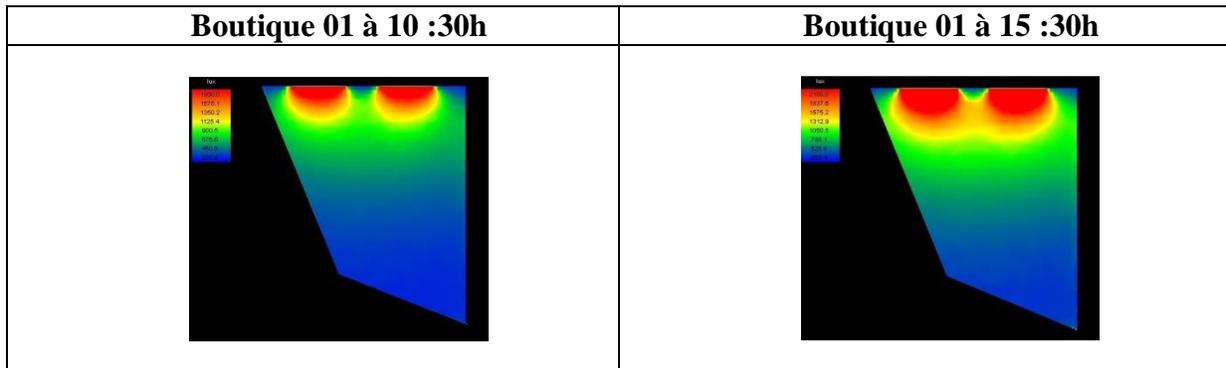


La grille d'éclairage de boutique 04, pour la journée du 21 Mars à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 950Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 262 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1310 Lux, le reste est d'un éclairage de 351 Lux.

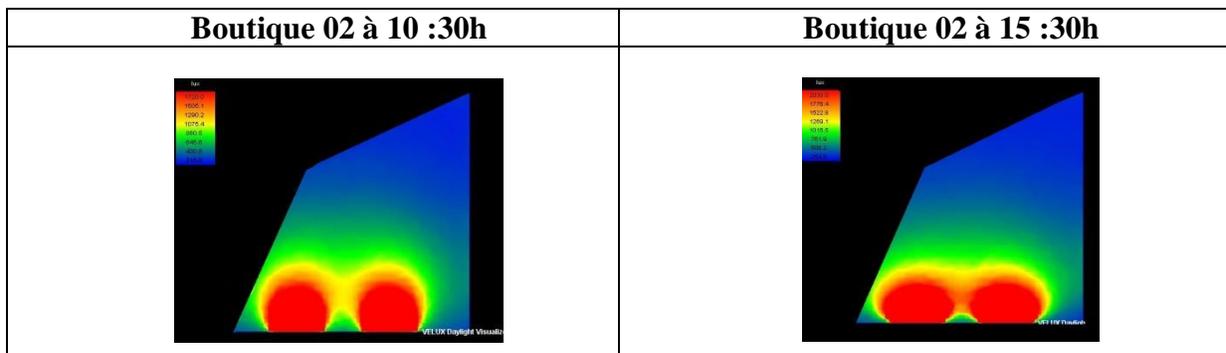


La grille d'éclairage de boutique 05, pour la journée du 21 Mars à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1370Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 343 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1700 Lux, le reste est d'un éclairage de 425 Lux.

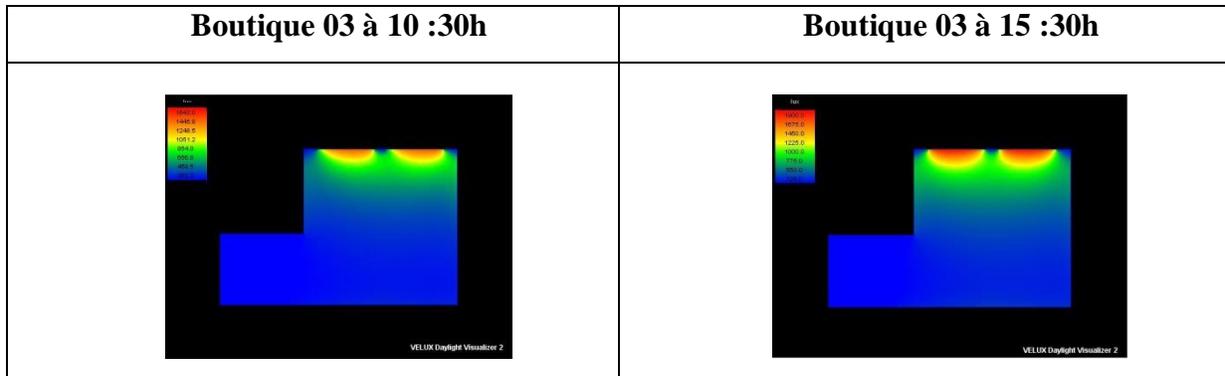
➤ **21 juin :**



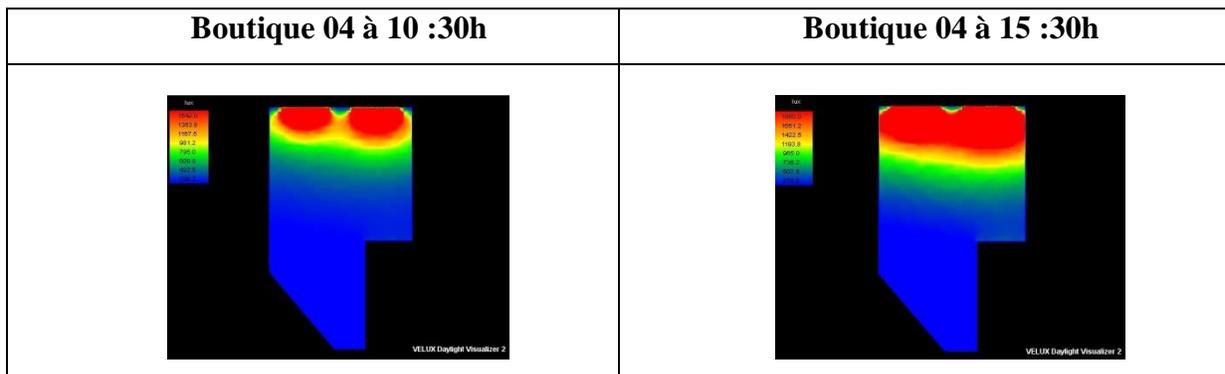
La grille d'éclairage de boutique 01, pour la journée du 21 Juin à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1800Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 450 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 2100 Lux, le reste est d'un éclairage de 525 Lux.



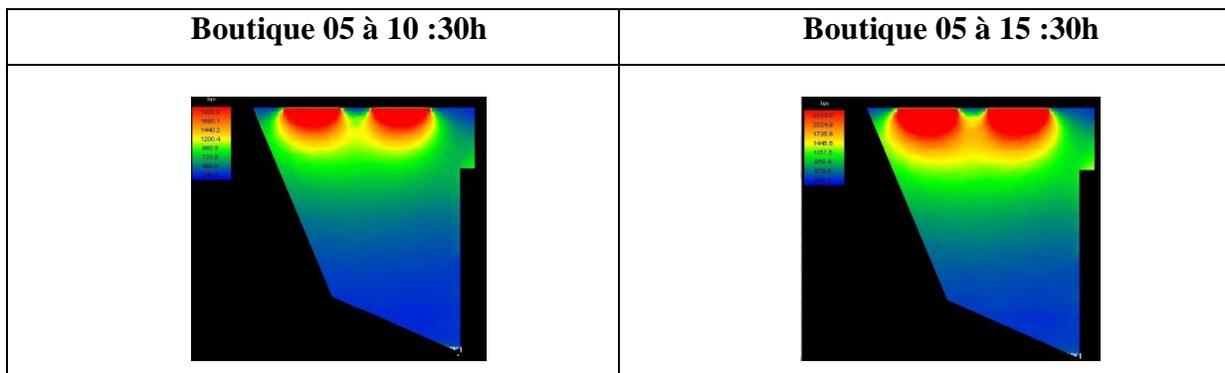
La grille d'éclairage de boutique 02, pour la journée du 21 Juin à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1720Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 430 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 2030Lux, le reste est d'un éclairage de 508 Lux.



La grille d'éclairage de boutique 03, pour la journée du 21 Juin à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1643Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 400 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1900Lux, le reste est d'un éclairage de 500 Lux.



La grille d'éclairage de boutique 04, pour la journée du 21 Juin à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1540Lux, le reste de la boutique est d'un éclairage de 422 Lux. À 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 1880Lux, le reste est d'un éclairage de 505 Lux.



La grille d'éclairage de boutique 05, pour la journée du 21 Juin à 10 :00h présente une concentration d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture et touche une valeur de 1920Lux,

le reste de la boutique est d'un éclairage de 480 Lux. à 15 :00h, la valeur d'éclairage dans la partie proche à l'ouverture touche 2314Lux, le reste est d'un éclairage de 579 Lux.

Conclusion :

Ce chapitre englobe l'essentiel d'informations qui peuvent servir l'évaluation du cas d'étude dans son contexte climatique. On a commencé par le micro climat d'Alger qui se trouve dans la zone climatique D'hiver H1A littoral-mer et D'été E1 littoral, et dans la zone solaire 1 avec un niveau d'éclairage de 35 Klux et un type de ciel semi couvert. Ensuite, on a présenté le cas d'étude choisi qu'est le centre commercial de Bâb ezzouar, On a choisi des locaux à usage commercial comme échantillons pour cette simulation car ils nécessitent l'intégration de l'éclairage naturel zénithal par l'atrium.

Après l'étude de centre commercial de Bâb ezzouar, La deuxième partie de ce chapitre était consacré à l'explication de la méthode de simulation par le logiciel Velux Daylight Visualizer , On a commencé par une présentation du logiciel et les motivations du choix puis on s'est étalé sur les méthodes et les étapes suivies pour le paramétrage de logiciel et après une description de protocole de simulation des boutiques dans des journées et heures choisies.

Chapitre 04 :
Interprétation et l'analyse des
résultats

Chapitre 4 : Interprétation et l'analyse des résultats

Introduction:

Il est important d'interpréter les résultats qu'on a fait simulé par logicielle velux Daylight visuliezer, pour évaluer la quantité de la lumière naturelle qui traverse l'atrium à chaque espace étudié, en comparants la différence des niveaux d'éclairéments des Cinq boutiques par rapport aux critères suivant : l'orientation, l'éloignement et disposition au niveau d'étage.

Aussi, on a généralisé quelque recommandation pour les surfaces de vents et les équipements commerciaux, et proposer un ensemble des solutions qui seront vérifiées par rapport aux normes, qui assurent un bon confort visuel par l'amélioration du niveau d'éclairément à l'intérieur des boutiques pour éviter l'effet de l'éblouissement et l'obscurité et minimiser la consommation de l'éclairage artificiel.

4.1- Analyse et interprétation des résultats :

4.1.1-Présentation des résultats de simulation :

Dans ce qui suit, on va présenter les résultats retenus par simulation, des journées choisies, sous forme des tableaux et des graphes.

Tableau n° 4.1 : Niveaux d'éclairéments moyen dans la boutique 01.

Boutique 1		21 Décembre	21 Mars	21 Juin
à10 :30 h	E max (lux)	560	1200	1800
	E min (lux)	70	150	225
	E moy (lux)	315	675	1012
à15 :30 h	E max (lux)	780	1500	2100
	E min (lux)	98	188	263
	E moy (lux)	439	844	1181
E moy journalier (lux)		377	759	1096

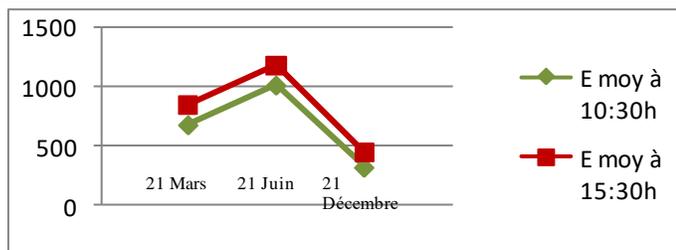


Figure n° 4.1 : Rapport éclairément /boutique 1.

- ✓ L'éclairage moyen le 21 Juin 1096 lux, supérieur à 759 lux, l'éclairage moyen le 21 Mars, et 377 lux l'éclairage moyen pour 21 Décembre.
- ✓ On note une différence de 30% entre l'éclairage moyen au 21 Juin et au 21 Mars, et une différence de 50% entre l'éclairage moyen au 21 Mars et au 21 Décembre dans la boutique 01.

Tableau n° 4.2 : Niveaux d'éclairages moyen dans la boutique 02.

Boutique 2		21 Décembre	21 Mars	21 Juin
à10 :30 h	E max (lux)	470	1025	1720
	E min (lux)	59	132	215
	E moy (lux)	264	578	967
à15 :30 h	E max (lux)	620	1040	2030
	E min (lux)	78	157	254
	E moy (lux)	349	598	1142
E moy journalier (lux)		306	588	1054

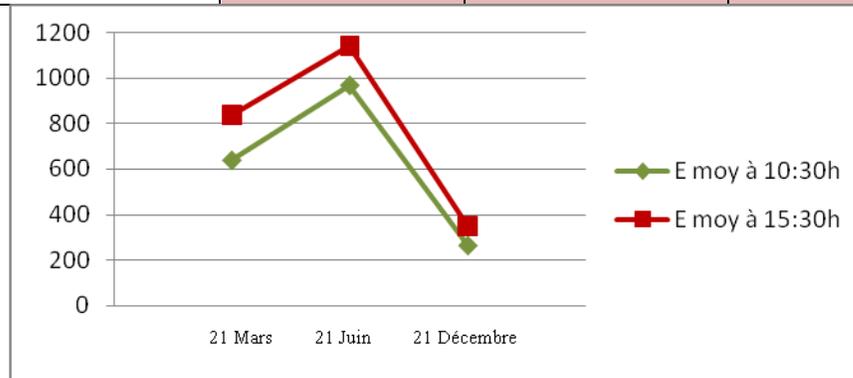


Figure n° 4.2 : Rapport éclairage /boutique 2.

- ✓ L'éclairage moyen au 21 Juin 1054 lux, supérieur à 738 lux, l'éclairage moyen au 21 Mars, et 306 lux l'éclairage moyen au 21 Décembre.
- ✓ On remarque une différence de 30% entre l'éclairage moyen au 21 Juin et au 21 Mars, et une différence de 60% entre l'éclairage moyen au 21 Mars et au 21 Décembre dans la boutique 02.

Tableau n° 4.3 : Niveaux d'éclairéments moyen dans la boutique 03.

Boutique 3		21 Décembre	21 Mars	21 Juin
à10 :30 h	E max (lux)	195	940	1643
	E min (lux)	68	161	262
	E moy (lux)	131	550	952
à15 :30 h	E max (lux)	240	1230	1900
	E min (lux)	73	197	325
	E moy (lux)	156	623	1112
E moy journalier (lux)		143	586	1032

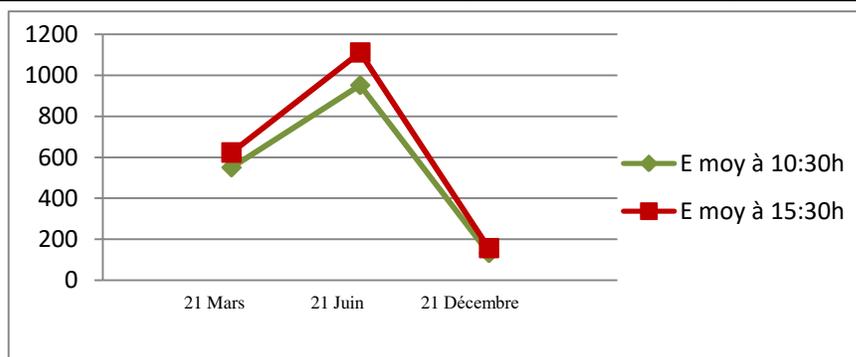


Figure n° 4.3 : Rapport éclairément /boutique 3.

- ✓ L'éclairément moyen au 21 Juin 1032 lux, supérieur à 586 lux, l'éclairément moyen au 21 Mars, et 143 lux l'éclairément moyen au 21 Décembre.
- ✓ On note une différence de 43% entre l'éclairément moyen au 21 Juin et à 21 Mars, et une différence de 70% entre l'éclairément moyen au 21 Mars et au 21 Décembre dans la boutique 03.

Tableau n° 4.4 : Niveaux d'éclairéments moyen dans la boutique 04.

Boutique 4		21 Décembre	21 Mars	21 Juin
à10 :30 h	E max (lux)	320	910	1540
	E min (lux)	83	146	230
	E moy (lux)	201	528	885
à15 :30 h	E max (lux)	580	1120	1880
	E min (lux)	116	191	278
	E moy (lux)	348	655	1079
E moy journalier (lux)		274	591	982

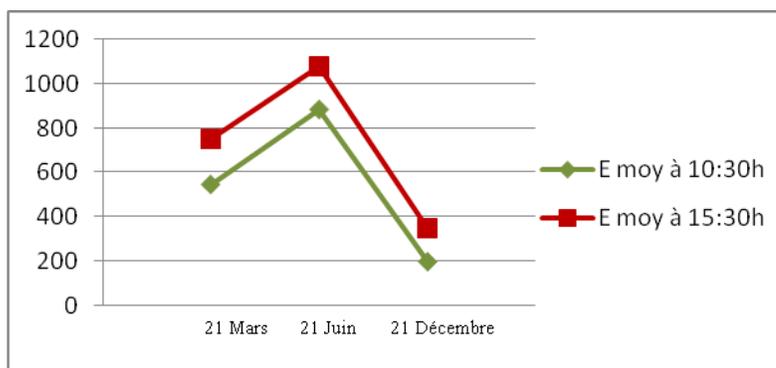


Figure n° 4.4 : Rapport éclairement /boutique 4.

- ✓ L'éclairement moyen au 21 Juin 982 lux, supérieur à 649 lux, l'éclairement moyen au 21 Mars, et 274 lux l'éclairement moyen au 21 Décembre.
- ✓ On remarque une différence de 30% entre l'éclairement moyen au 21 Juin et au 21 Mars, et une différence de 55% entre l'éclairement moyen au 21 Mars et au 21 Décembre dans la boutique 04.

Tableau n°4.5 : Niveaux d'éclairements moyen dans la boutique 05.

Boutique 5		21 Décembre	21 Mars	21 Juin
à 10 :30 h	E max (lux)	720	1370	1920
	E min (lux)	90	172	240
	E moy (lux)	405	771	1080
à 15 :30 h	E max (lux)	960	1700	2314
	E min (lux)	120	213	290
	E moy (lux)	540	956	1302
E moy journalier (lux)		472	863	1191

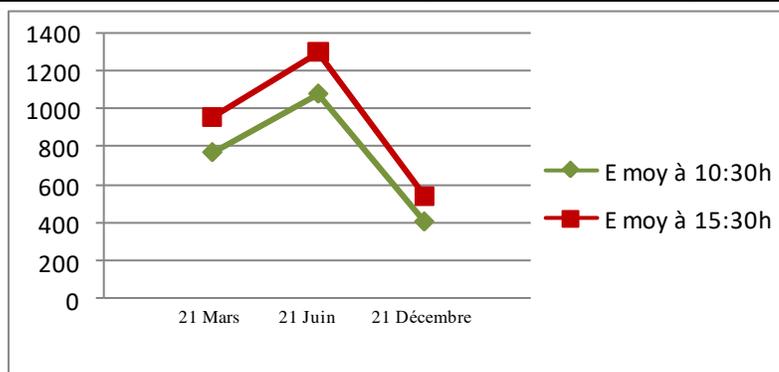


Figure n° 4.5 : Rapport éclairement /boutique 5.

- ✓ L'éclairement moyen au 21 Juin 1191 lux, supérieur à 863 lux, l'éclairement moyen au 21 Mars, et 472 lux l'éclairement moyen au 21 Décembre.

- ✓ On note une différence de 25% entre l'éclairage moyen au 21 Juin et au 21 Mars, et une différence de 45% entre l'éclairage moyen au 21 Mars et au 21 Décembre dans la boutique 05.

4.1.2-Analyses des résultats de simulation :

4.1.2.1-La comparaison avec les normes :

Sachant que le niveau de l'éclairage influence directement le confort visuel des usagers, il est recommandé d'assurer un éclairage de 300 à 500 lux (Chapitre 2), et d'éviter l'éblouissement et l'obscurité. Dans ce qui suit, On fait la comparaison avec la quantité d'éclairage dans les cinq boutiques simulées et normes en vigueur.

Tableau n° 4.6 : Evaluation d'éclairage par rapport les normes.

Les boutiques		Niveau d'éclairage moyen (Lux)	L'observation
Boutique 1	21 Mars	759	Hors la norme
	21 Juin	1096	Hors la norme
	21 Décembre	377	Selon la norme
Boutique 2	21 Mars	588	Selon la norme
	21 Juin	1054	Hors la norme
	21 Décembre	306	Selon la norme
Boutique 3	21 Mars	586	Selon la norme
	21 Juin	1032	Hors la norme
	21 Décembre	143	Hors la norme
Boutique 4	21 Mars	591	Selon la norme
	21 Juin	982	Hors la norme
	21 Décembre	274	Hors la norme
Boutique 5	21 Mars	863	Hors la norme
	21 Juin	1191	Hors la norme
	21 Décembre	472	Selon la norme

Tableau n° 4.7 : comparaison entre les valeurs d'éclairage moyen annuel par rapport les normes.

Boutiques	Eclairage moyen (Lux)	Observation
Boutique 01	744.5	Au dessus les normes
Boutique 02	540	Selon les normes
Boutique 03	293.5	En dessous les normes
Boutique 04	538.5	Selon les normes
Boutique 05	841.66	Au dessus la norme

- ✓ Les boutiques 02 et 04 sont les boutiques qui sont respecté les normes.
- ✓ Les boutiques 01 et 05 peuvent causer l'éblouissement à cause de son fort éclairage.
- ✓ La boutique 03 est mal éclairée voire même obscure du fait son faible niveau d'éclairage.

4.1.2.2- Répartition d'éclairages dans les boutiques :

Pour étudier l'uniformité de l'éclairage dans les boutiques, Nous avons choisi l'interprétation des résultats de simulation de boutique 01 à 21 Mars à 10:30h.

On divise notre boutique en 04 zones d'éclairage différent selon les valeurs d'éclairage.

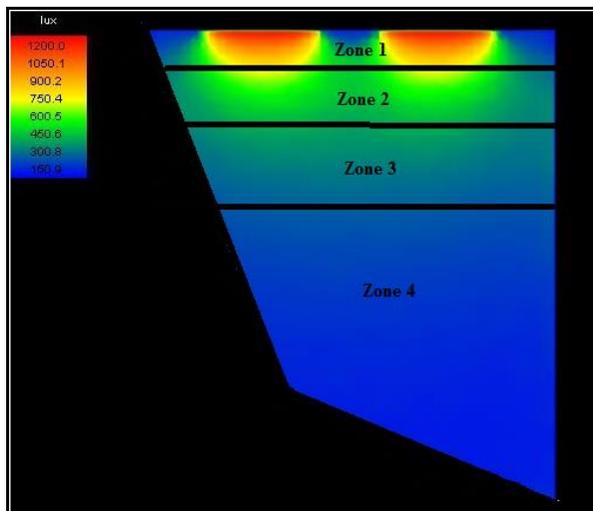


Figure n° 4.6 : Répartition d'éclairages de la boutique 01 à 21 Mars à 10:30h.

-**La zone 1** : une zone près des ouvertures, L'éclairage reçu dans cette zone est entre 1200 lux et 1050 lux, et s'étend sur une distance de 1.83 m; le niveau d'éclairage est très élevé.

-**La zone 2** : une zone intermédiaire, L'éclairage reçu dans cette zone est entre 900 lux et 600 lux, et s'étend sur une distance de 2.09 m; le niveau d'éclairage est élevé.

-**La zone3** : c'est une zone intermédiaire, L'éclairage reçu dans cette zone est entre 450 lux et 300 lux, et s'étend sur une distance de 3.00 m ; le niveau d'éclairage est moyen.

-**La zone4** : zone loin des ouvertures, Cette zone est située au fond de la boutique et s'étend sur une distance de 10.00 m par rapport la fenetre, l'eclairage reçu dans cette zone est de 150 lux ; le niveau d'éclairage est faible.

La zone 3 est la seule zone qui reçoit un bon niveau d'éclairage et qui est respecte les normes, les zones 1 et 2 peuvent causer l'éblouissement à cause de son fort éclairage, tandis que la zone 4 est mal éclairée voire même obscure du fait son faible niveau d'éclairage.

On conclut que, dans une boutique équipée par des ouvertures unilatérales, l'éclairage présente une répartition non uniforme. La lumière que reçoit la boutique va éclairer la surface qui se trouve près de l'ouverture, puis cette quantité d'éclairage diminue en approchant le fond de la boutique.

4.1.2.3- Effet de l'orientation:

Pour étudier l'effet de l'orientation de l'espace sur l'éclairage, Nous avons choisi d'interpréter et de comparer les résultats de la simulation de boutique 1et boutique 2 à 21 Mars à 15:30h.

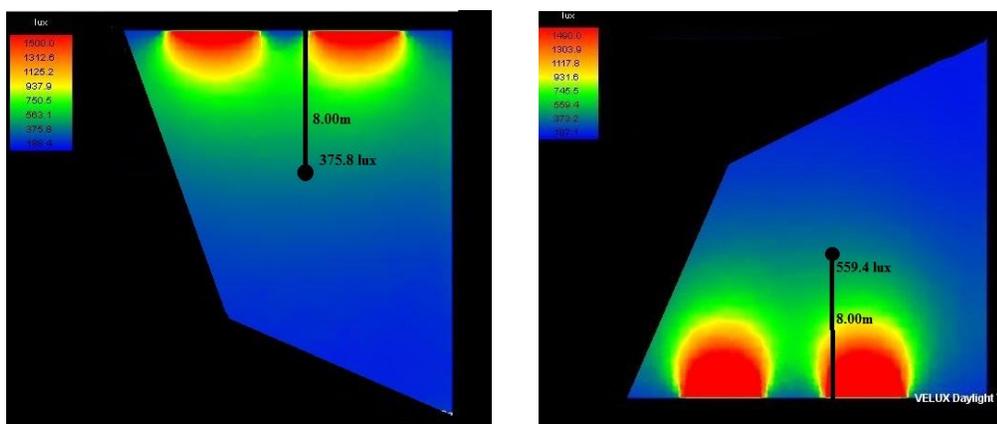


Figure n° 3.7 :l'éclairage reçu à 8.00 m dans les deux orientations.

Tableau n° 4.8 : les valeurs d'éclairages reçues dans les deux orientations.

Orientation	Eclairage reçu près des ouvertures (Lux)	Eclairage reçu à 8.00 m des ouvertures (Lux)	Eclairage reçu loin des ouvertures (Lux)
Boutique 1 (Sud)	1500	375.8	188
Boutique 2 (Nord)	1490	559.4	187

L'orientation Nord donne les meilleurs résultats du point de vu uniformité. Elle transmet le mieux la lumière au fond de l'espace. Cette quantité atteint 559.4 lux à 8.00 m des ouvertures.

L'orientation Sud capte plus de lumière mais elle éclaire moins le fond de la boutique. Cette première conclusion confirme que le côté Nord est le côté le plus éclairé de la voute céleste avec une lumière plus stable.

4.1.2.4- Effet du déplacement :

Pour étudier l'effet de la situation de l'espace par rapport à l'atrium sur l'éclairage, Nous avons choisi d'interpréter et de comparer les résultats de la simulation de la boutique 1 qui est située près de l'atrium et boutique 3 qui se trouve un peu à distance de l'atrium.

Tableau n° 4.9 : les valeurs d'éclairagements reçues dans la boutique 01 et 03.

Les boutiques		Eclairement reçu près des ouvertures (Lux)	Eclairement reçu à 8.00 m des ouvertures (Lux)	Eclairement reçu loin des ouvertures (Lux)
Boutique 01	21 Mars	1350	431	169
	21 Juin	1950	740	244
	21 Décembre	670	167	84
Boutique 03	21 Mars	1085	308.5	179
	21 Juin	1771	504	293.5
	21 Décembre	217	91.6	70.5

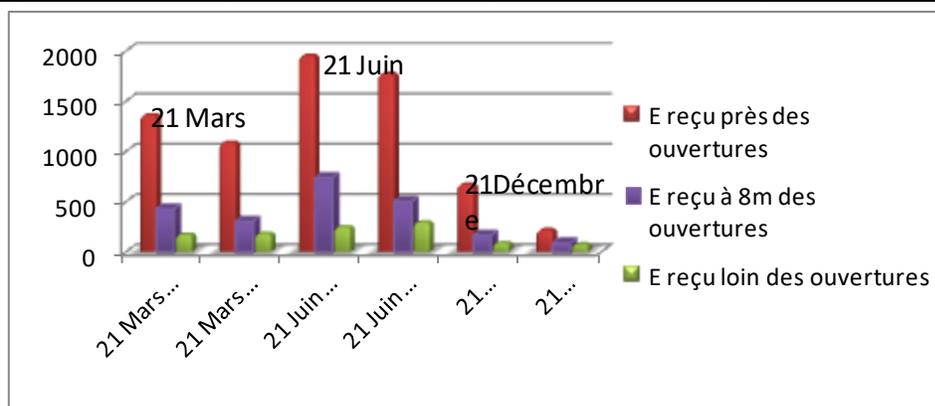


Figure n° 4.8 : l'éclairement reçu à 8.00 m des ouvertures.

- ✓ La boutique 01 capte plus d'éclairage dans les trois mois étudié, et aussi donne des résultats meilleurs du point de vue l'uniformité de l'éclairage

- ✓ Dans la boutique 01 le fond de l'espace est moins éclairé par rapport à boutique 03.
- ✓ On conclut que, la boutique qui se trouve près d'ouverture zénithale capte plus d'éclairément.

4.1.2.5- Effet de disposition :

Pour étudier l'effet de disposition de boutique par rapport l'atrium sur l'éclairément, Nous avons choisi d'interpréter et de comparer les résultats de la simulation de boutique 01, 04 et 05 qui sont situées dans des étages différents et dans la même orientation, au 21 Mars où le ciel est semi couvert.

Tableau n° 4.10 : les valeurs d'éclairéments reçues dans la boutique 01, 04 et 05 à 21 Mars.

à 21 Mars		Eclairément reçu près des ouvertures (Lux)	Eclairément reçu à 8.00 m des ouvertures (Lux)
à 10: 30h	Boutique 04 (RDC)	950	261
	Boutique 01 (1 ^{ère} étage)	1200	300
	Boutique 05 (2 ^{ème} étage)	1370	514
à 15: 30h	Boutique 04 (RDC)	1310	351
	Boutique 01 (1 ^{ère} étage)	1500	563
	Boutique 05 (2 ^{ème} étage)	1700	638

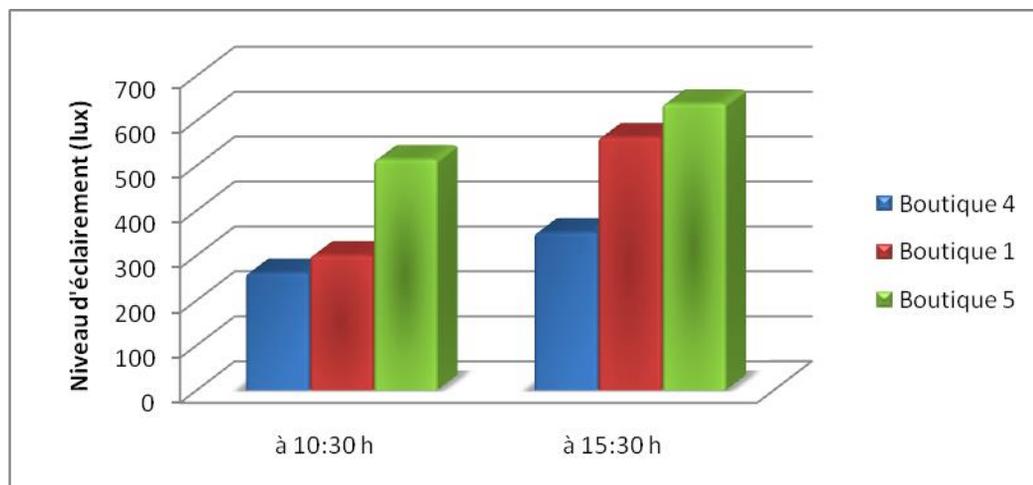


Figure n° 4.9 : l'éclairément reçu à 8.00 m à 21 Mars dans les trois boutiques.

- ✓ La boutique 05 capte plus d'éclairément par rapport à boutique 01, cette dernière capte plus par rapport à boutique 04.

- ✓ On note une différence de 15% entre l'éclairement reçu à 8.00 m au 21 Mars de boutique 04 par rapport de boutique 01, et une différence de 25% entre l'éclairement reçu à 8.00 m de la boutique 01 par rapport à celui de la boutique 05.
- ✓ on remarque que l'éclairement reçu à 8.00 m de boutique 01 respecte le plus les normes et que l'on peut dire qu'il procure un confort visuel
- ✓ Le haut niveau d'éclairement dans la boutique 05 peut poser un risque d'éblouissement, par contre, le faible niveau d'éclairement dans la boutique 04 peut poser un risque de l'obscurité.

4.2- Recommandations :

4.2.1- Recommandation générales :

Les recommandations établies sont devisées sur trois parties essentielles :

- Optimisation de l'éclairage latéral.
- Optimisation de l'éclairage zénithal.
- Matériaux utilisées

4.2.1.1-Optimisation de l'éclairage latéral :

- ✓ **La déviation de la lumière :** Plus une pièce est profonde (généralement 5 à 7 m) plus l'intensité de la lumière du jour diminue (Figure n°4.10). La déviation de la lumière permet un éclairage naturel même dans le cas de pièces d'une profondeur assez importante. Elle repose sur le principe :

Angle d'incidence = angle de réflexion.

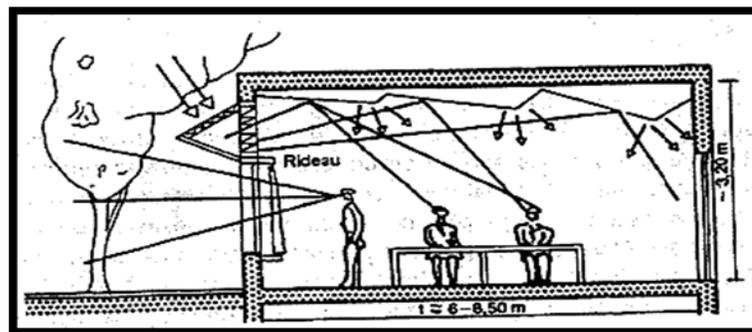


Figure n°4.10: la déviation de lumière.

Source : Neufert.2002

Le but de cette déviation de lumière :

- _ Distribuer plus uniformément la lumière du jour.

- _ Améliorer l'éclairage naturel dans le fond de la pièce.
 - _ Éviter l'éblouissement du soleil haut, utiliser le soleil d'hiver.
 - _ Profiter de la luminance zénithale ou l'utiliser de façon indirecte.
 - _ Dévier un rayonnement particulièrement diffus.
- ✓ **Réflecteurs (light selves)** : Ils peuvent se monter devant ou derrière la fenêtre au niveau de l'imposte. Des surfaces brillantes, polies ou blanches servent de plan de réflexion. Elles améliorent l'uniformité de l'éclairage, d'autant plus quand le plafond est structuré de façon convenable. Eventuellement poser une protection contre l'éblouissement dans la zone entre imposte et plafond.

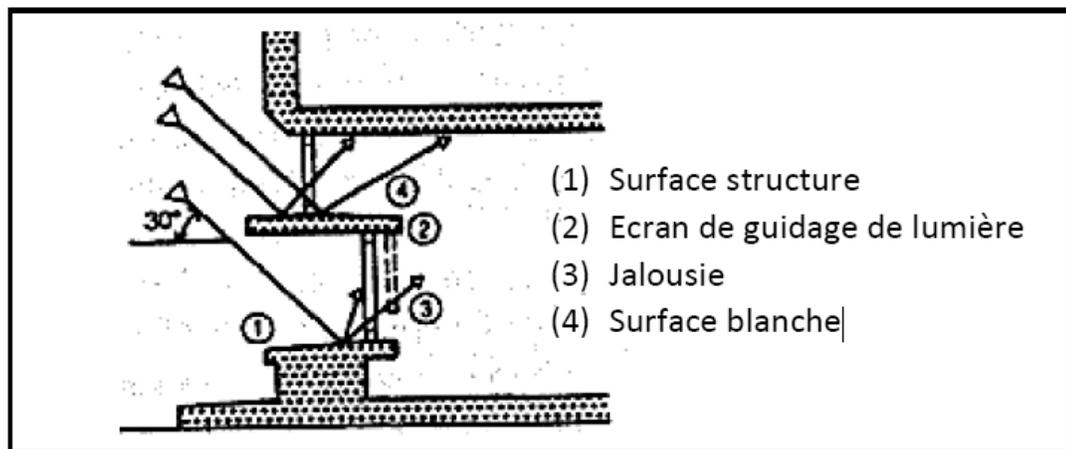


Figure n°4.11:les composants des réflecteurs.

Source : Neufert.2002.

- ✓ **Prismes** : L'utilisation de prismes optiques permet une déviation des rayons plus contrôlées (Figure n°4.12). Les plaques des prismes reflètent la lumière du jour avec une faible déclinaison et ne laissent passer qu'une lumière naturelle diffuse. Elles assurent un éclairage suffisant jusqu'à une profondeur de la pièce de 8 m environ.

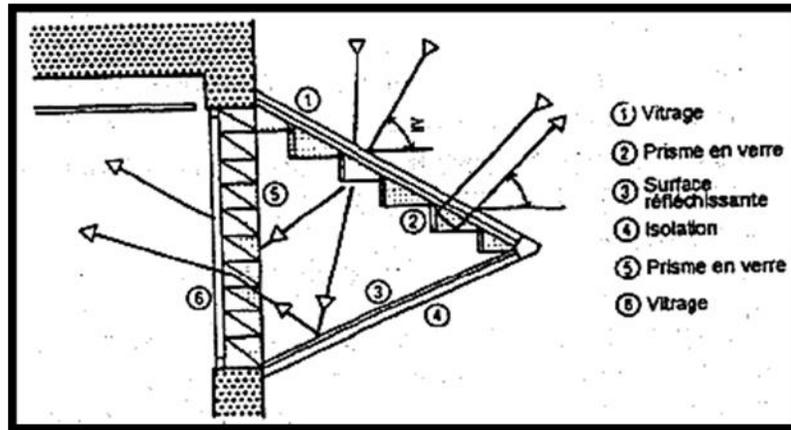


Figure n°4.12: guidage de la lumière par prisme
Source : Source : Neufert.2002.

4.2.12-Optimisation de l'éclairage zénithal :

Il existe un certain nombre de dispositifs techniques et architecturaux qui permettent d'apporter ou de redistribuer l'éclairage naturel un local.

✓ **Les sheds et lanterneaux :**

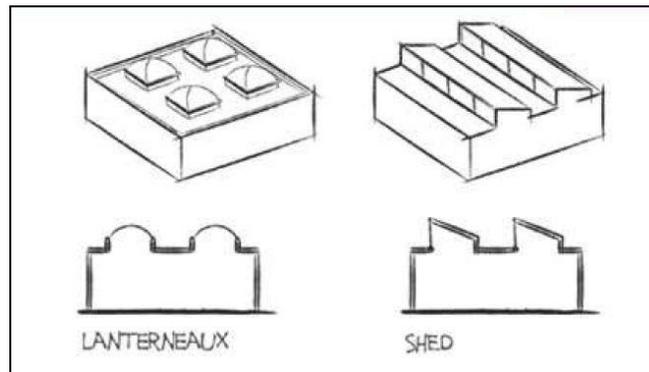


Figure n°4.13 : Les sheds et lanterneaux

Tableau n° 4.11: Les avantages et les inconvénients des sheds

Principe	Avantages	Inconvénient
Apport de lumière naturelle zénithale par une ouverture donnant sur l'extérieur et en toiture.	<ul style="list-style-type: none"> À surface égale, les prises de jour horizontales permettent d'offrir deux fois plus de lumière qu'une fenêtre verticale. Bon 	<ul style="list-style-type: none"> N'offrent pas de vue sur l'extérieur. Des déperditions et surchauffes peuvent être générées. Il conviendra de

	<p>moyen</p> <ul style="list-style-type: none"> d'améliorer l'uniformité en fond de pièce ou d'apporter de la lumière naturelle dans les circulations du dernier niveau d'un bâtiment. 	<p>choisir un facteur solaire adapté, notamment par une protection solaire extérieure. Possibilité d'éblouissement par le soleil direct au travers des lanterneaux si le vitrage n'est pas diffusant.</p>
--	---	---

✓ **Les atriums/patios et puits de lumière :**

Tableau n° 4.12: Les avantages et les inconvénients des puits de lumière

Principe	Avantages	Inconvénients
<p>Apport de lumière naturelle par un volume extrudé plus ou moins grand au cœur d'un bâtiment.</p>	<ul style="list-style-type: none"> La création d'un atrium/patio au centre d'un bâtiment peut être une solution adaptée dans le cas d'une construction à la géométrie compacte. Bon outil de captage l'éclairage jusqu'à le niveau bas et facilité la ventilation à l'intérieure de bâtiment. 	<ul style="list-style-type: none"> L'apport de lumière naturelle chute rapidement d'un étage à l'autre. Peut poser des problèmes de vis-à-vis et d'intimité. L'effet de surchauffe et l'effet de serre en été . -L'effet de froid en hiver

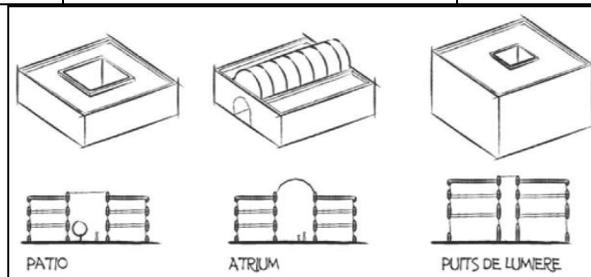


Figure n°4.14 : Les atriums, les patios et les puits de lumière

✓ Les étagères à lumières :

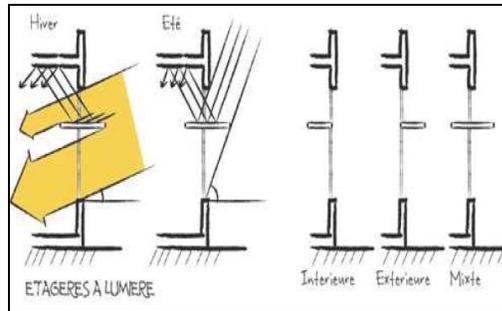


Figure n°4.14 : Les étagères à lumières

Tableau n° 4.13: Les avantages et les inconvénients des étagères à lumières

Principe	Avantages	Inconvénients
Dispositif permettant de rediriger la lumière naturelle en fond de pièce à l'aide d'un plan réfléchissant positionné sur une baie (généralement un tiers de la hauteur de fenêtre sous le linteau) et perpendiculairement (ou légèrement incliné) .	<ul style="list-style-type: none"> • Diminue les niveaux d'éclairément élevés à proximité de la fenêtre et améliore donc l'uniformité. • Permet d'apporter de la lumière naturelle en fond de pièce. • Peut servir de brise-soleil en été sur une façade sud. Permet de bénéficier des apports solaires en hiver sur une façade sud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dans le cas d'une étagère à lumière couplée à un brise-soleil, les performances du système peuvent chuter rapidement si un entretien et un nettoyage régulier ne sont pas effectués

Généralement, la meilleure disposition pour assurer l'éclairage naturel dans un centre commercial ou bien des boutiques commerciales est d'avoir un éclairage composé.

L'éclairage composé est une résultante dans un même local de sources lumineuses latérales et zénithales au même temps. L'avantage de ce type d'éclairage, est la possibilité de la combinaison entre les avantages de l'éclairage zénithal et de l'éclairage latéral. Ceci permet

d'obtenir une distribution équilibrée de l'éclairage horizontal en réduisant l'effet d'éclairage contrasté et donc l'éblouissement, en plus de la satisfaction des besoins psycho biologiques de contact avec l'extérieur.

Le principe de l'éclairage composé est d'avoir une source zénithale au fond de l'espace là où l'éclairage obtenu par la source latérale est insuffisant.

4.2.1.3-Matériaux utilisées :

La quantité de lumière naturelle qui pénètre dans le bâtiment est d'autant plus grande que le facteur de transmission lumineuse du matériau de transmission est élevé.

✓ Le vitrage clair :

La transmission lumineuse du vitrage est une donnée technique variant en fonction des matériaux utilisé et de son traitement : verre feuilleté, verre coloré, couche réfléchissante) entre autres. Les éventuels traitements de surface rapportés tels que la sérigraphie par exemple, font chuter de façon très sensible la transmission lumineuse. La transmission lumineuse globale de la baie tient compte de la portion de cadre et des éventuels compléments vitrage fixes, les compléments mobiles entièrement escamotables n'étant pas pris en compte.

✓ Le vitrage diffusant :

Il faut noter que dans certains cas, l'utilisation d'un vitrage diffusant peut être plus adaptée qu'un vitrage clair. Même si la transmission lumineuse d'un vitrage diffusant est inférieure à celle d'un vitrage clair d'environ 40 %, il permettra par exemple de diffuser le rayonnement solaire direct et ainsi d'améliorer l'uniformité en éclairage naturel du local et les niveaux en fond de pièce. En effet, un vitrage diffusant sera plus efficace s'il est dans le plan du nu extérieur où il captera un maximum du flux lumineux extérieur avant de le diffuser à l'intérieur.

4.2.2- Recommandation de cas d'étude :

D'après les résultats obtenus, Nous avons extrait un ensemble des problèmes que nous devons proposer des solutions de chaque problème.

Ces problèmes peuvent être résumés comme suit:

- Répartition de l'éclairage non uniforme ;
- Haut niveau d'éclairage dans les espace près les ouvertures ;
- Haut niveau d'éclairage dans les boutiques près l'atrium ;

-Faible niveau d'éclairage dans les boutiques loin l'atrium ;

- haut niveau d'éclairage en été, et faible niveau d'éclairage en hiver.

- **Puits de lumière :** Notre première suggestion concerne le problème de la répartition inégale de la lumière naturelle en ce qui concerne les boutique plus loin a l'atrium comme la boutique 03 qui nous avons étudié ,donc nous avons proposé l'intégration d'un autre type d'éclairage zénithal pour couvre l'insuffisance de la lumière naturelle dans les boutique qui loin à l'atrium par la conception des puits de lumière et comme des verrière au niveaux de toiture dans les espace de circulation pour assure l'éclairage naturelle à l'intérieure des boutique pour faire un équilibre de niveaux d'éclairage entre les boutiques .
- **Changement de type de vitrage :** c'est pour minimiser la quantité de l'éclairage dans les espaces près les ouvertures et éviter l'effet d'éblouissement, nous avons proposé d'utilisé le Double vitrage clair absorbant avec un pourcentage de transmission lumineuse de 40%, et pour éviter de créer un nouveau problème dans les espaces loin les ouvertures Cette proposition devrait être étayée par l'utilisation des réflecteurs et les prismes.
- **Réflecteurs et prisme :** cette solution il est pour régler le problème de l'uniformité de l'éclairage a l'intérieure des boutiques commerciaux a travers de la création des réflecteur et des prismes aux niveaux des mure opaque des boutiques pour faciliter d'accéder la lumière naturelle qui travers par les puits de lumière.
- **les protections solaires :** l'utilisation des protection solaire pour le but de faire un équilibre de la quantité de la lumière a la période d'été et l'hiver .

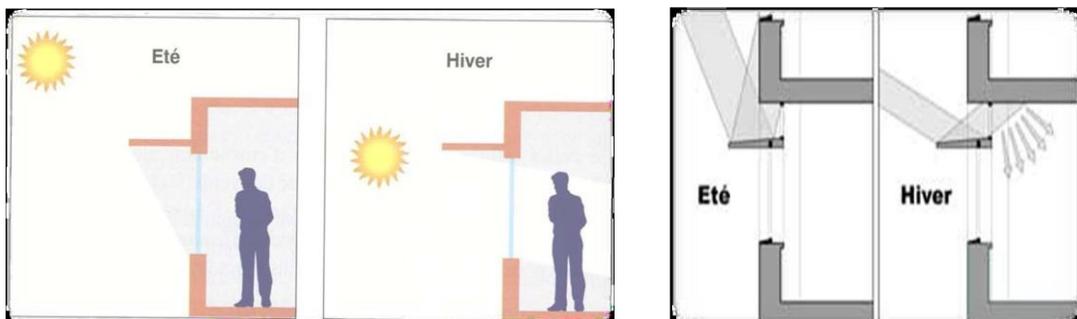


Figure n°4.15 : les protections solaires des ouvertures latérales.

4.2.3- Recommandation de réduction la consommation d'énergie électrique:

En matière d'exploitation de la lumière naturelle, l'Algérie possède des potentialités très Valables et des occasions exceptionnelles, à savoir ; l'ensoleillement excessif et donc la Disponibilité d'un éclairage favorable à longueur d'année sur la plupart des régions du pays (Environ 3300 heures/an).

A travers les résultats obtenus au chapitre 04 en ce qui concerne l'éclairage naturel introduit par l'éclairage zénithal et l'éclairage latéral dans ce centre.

On peut dire que l'éclairage naturel qui entre de ce centre en quantité suffisante et est considéré à partir de 10h30 à 15h30 Par contre, la consommation d'énergie dans ce centre est élevée (voire le Tableau n° 3.4 : La consommation énergétique de CCLB) De ce point nous concluons l'utilisation abusive de l'éclairage naturel dans ce centre. En conséquence, nous proposons certaines des solutions suivantes :

- De 10h30 à 15h30 : l'utilisation de L'éclairage naturel jusque à 70% car il est disponible après les recommandations et amendements précédents concernant l'optimisation de l'éclairage naturel. Les autres 30% sont liés à l'éclairage artificiel (Dans les locaux à plus faible niveau d'éclairage naturel, esthétique, à la publicité et lampes à LED)
- Après 15h30= l'utilisation de l'éclairage artificiel commence progressivement jusqu'à la disparition complète de la lumière du jour.
- Opter pour un matériel économisant en énergie, comme il est recommandé de remplacer les luminaires ordinaires par des luminaires à base consommation énergétique telle que les néons fluorescents, les détecteurs de présence, et les variateurs de lumières.
- L'utilisation de techniques de capteurs de lumière du jour pour réguler le processus d'échange entre l'éclairage naturelle et artificielle au lever et au coucher du soleil.

Conclusion :

Dans le quatrième chapitre, nous avons mené l'étude de La partie pratique. On a touché les différents modèles des boutiques (tel que : l'orientation, l'emplacement) de centre commerciale et de loisir de Bâb Ezzouar, pour étudier l'effet de l'éclairage naturel sur chacun d'entre eux. Elle est basée sur une étude de cas réel, il s'agissait de valider, et de chercher à nous critiquer les dispositifs retenus pour arriver à proposer des solutions pour les problèmes détectés lors de la lecture des différents résultats du logiciel de simulation.

Après l'analyse et l'interprétation des résultats nous avons une différence de niveaux d'éclairage de chaque boutique avec une répartition non homogène de la lumière à l'intérieur de boutique confirme qu'il existe trois ambiances clairement séparées qui brisent l'uniformité et l'harmonie de l'espace, des zones éclairées, d'autres peu éclairées et des fois carrément sombres

A travers cette étude, on a distingué la relation directe entre la conception architecturale et la maîtrise de l'éclairage naturelle que l'architecte a intégrée dans la phase de la conception tel que : l'utilisation des puits de lumière,. Pour profiter le maximum d'éclairage naturel ce qui contribue au confort visuel et de réduire la consommation d'énergie et résoudre l'un des problèmes le plus important dans la conception des équipements commerciaux et aboutir des résultats souhaités et recommandés

Conclusion générale :

Dans notre recherche nous nous sommes intéressés à la fois à traiter la problématique de la prise en compte du confort visuel dans les équipements commerciaux et la réduction de consommation énergétique électrique dans ces équipements, où il est nécessaire d'optimiser l'éclairage naturel le plus moins possible.

La partie théorique a été réalisée en à l'aide de données documentaires, où elle nous a permet de construire des connaissances globales autour les équipements commerciaux et l'éclairage naturel, cette dernière est une grandeur physique avec ses différents caractéristiques qui lui rend un élément nécessaire indispensable dans le processus de toute conception architecturale, Dans cette partie nous sommes intéressés aux différents dispositifs de l'éclairage naturel dans un bâtiment

Dans le bâtiment en générale et les équipements commerciaux en spécificité, l'éclairage naturel a une place indiscutable consiste d'une part à faciliter les différentes taches visuelles dans les surfaces de ventes sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante ; quantitativement en termes d'éclairément et d'équilibre des luminances.

Dans La deuxième partie opérationnelle ; on a fait recours à la simulation qui est désormais un outil incontournable de la conception architecturale dont le but d'assurer un confort visuel favorable, donc on a opté pour une simulation en velux Daylight visuliezer, dont le cas d'étude est les boutiques de centre commercial de Bâb Ezzouar à Alger. À cet effet, un modèle 3D est réalisé et analysé pour évaluer les ambiances lumineuses à l'intérieur de différentes boutiques

La lecture des différents résultats du logiciel de simulation, après les représentés en graphes a montré que l'objet d'étude reçoit une répartition non homogène de la lumière et un éclairément hors la norme dans une partie et selon la norme dans une autre.

La partie située juste à côté des ouvertures souffre d'un fort éclairément qui provoque un éblouissement dans le temps où les espaces loin les ouvertures souffre d'un faible éclairément qui provoque une obscurité.

A la fin, l'optimisation de l'éclairage naturel dans les équipements commerciaux n'est qu'une partie d'un vaste sujet en débat depuis longtemps qui est la maîtrise de l'éclairage naturels dans les différents infrastructures, néanmoins dans notre recherche on a essayé de toucher les différentes perspectives du sujet d'une façon qui nous permettons d'élaborer un canevas à suivre qui comporte l'essentiel de cette étude.

Cette étude peut être suivi en traitant d'autres facteurs tell que : le type des matériaux utilisés, leurs épaisseurs ainsi que l'intégration de différentes technologies innovantes.

Références bibliographiques :

AEF. Association franchise de l'éclairage [en ligne]. (Page consulté le 29/03/2015). www.afe-eclairage.com.fr

AFE. Association Française de l'Eclairage. (1987). Recommandations relatives à l'éclairage des locaux scolaires. Paris: LUX

Ammour, S. (2014). *Qualité de l'éclairage naturel (zénithal & latéral) dans les parcours des salles d'expositions - cas des musées-*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master académique en Architecture, Option ville et territoire : Université Abderrahmane Mira – Bejaia. 85 pages.

Belakehal, A. (2007). Etude des aspects qualitatifs de l'éclairage naturel dans les espaces architecturaux. Cas des milieux arides à climat chaud et sec. Thèse de doctorat en Architecture. Département d'architecture de Biskra.

Belakehal, A. (2007). *Etude des aspects qualitatifs de l'éclairage naturel dans les espaces architecturaux. Cas des milieux arides à climat chaud et sec.* Thèse de doctorat. Université Khider Mohamed, Biskra.

BELAKEHAL. A, TABET AOUL. K, *L'éclairage naturel dans le bâtiment : Reference aux milieux arides a climat chaud et sec,* Courrier du Savoir – N°04, Juin 2003, 3-13p.

Benhalilou, K. (2008). *Impact de la végétation grimpante sur le Confort hygrothermique estival du Bâtiment Cas du climat semi aride.* Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Magister en Architecture, Option Architecture Bioclimatique : Université Mentouri, Constantine. 263 pages.

Benharkat, S. (2006). *Impact de l'éclairage naturel zénithal sur le confort visuel dans les salles de classe.* Mémoire de magister. Université de Constantine.

BODART.M, DENEYER.A, *Guide d'aide à l'interprétation et à l'amélioration des résultats des mesures sous les ciels et soleil artificiels du CSTC,* Université catholique de Louvain, Belgique, 30p.

Boudoukha, A. (2015). *Analyse de la Symbiose environnement lumineux et qualité architecturale dans le secteur résidentiel. Cas de la cité des 426 lots El Eulma, Sétif*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Magister en Architecture, Option Architecture, Formes, Ambiances et développement durable : Université Mohamed Khider – Biskra. 142 pages.

Bouvier, F. Courret, G. Paule, B. (2008). Éclairage naturel. *Technique de l'ingénieur, l'expertise technique et scientifique de référence*, Volume (C6).

Chaabane, L. et Boukou, H. et Chabour, A. (2016). *La lumière dans le bâtiment éducatif, rapport entre confort visuel et économie d'énergie électrique -cas d'étude : le lycée sportif el-bez a Sétif*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master 2 en Architecture, Option Architecture, Ville et Territoire : Université Abderrahmane Mira – Bejaia. 97 pages.

Chauvel, P et Deribere, M., (1968), *L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment*, Paris: Ed, Eyrolles, (1968). p61.

Daiche, A. (2015). *Vers un outil d'aide à l'optimisation de l'éclairage naturel dans le processus de conception architecturale -Approche inverse-*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Magister en Architecture, Option la conception architecturale : Université de Batna. 183 pages.

De Herde, A. et Liébard, A., (1996), *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique*, Paris : Ed, Moniteur, (2005).776 pages.

Djaariri, B. et Djermane, H. (2016). *Optimiser l'éclairage naturel pour le confort visuel Dans une école d'architecture (Cas d'une école d'architecture a Contatine3)*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master 2 en Architecture, Option Durabilité Architecturale : Université L'arbi ben M'hidi, Oum el Bouaghi . 124 pages.

Floru R, (1996). *Eclairage et vision*. Institut national de recherche et de sécurité. Paris

Grand champs, A. (2005). *La lumière, planétarium de Montréal*, Montréal, 9p. [En ligne]. <http://cdpsciencetechno.org/wp-content/uploads/2013/11/lumiere.pdf> (Page consultée le 17/12/2015).

Kaouache, S. Kissoum, K. (2016). *Conceptualisation de la lumière dans les espaces d'exposition Cas : Musée Kotama à Jijel*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master académique en Architecture, Option Architecture et Technologie : Université Mohamed Seddik Benyahia- Jijel. 141 pages.

Kebaili, S. et Houhamdi, R. (2016). *L'impact de l'éclairage naturel sur le confort visuel dans les équipements culturels Etude de cas les équipements culturels*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master 2 en Architecture, Option Durabilité Architecturale : Université L'arbi ben M'hidi, Oum el Bouaghi . 109 pages.

Lafri, A. et Lafri, N. (2016). *L'éclairage naturel dans les locaux de travail*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master 2 en Architecture, Option Durabilité Architecturale : Université L'arbi ben M'hidi, Oum el Bouaghi . 163 pages.

Matallah, Z. (2016). *Etude des effets de l'orientation sur le confort visuel dans les salles de cours avec éclairage naturel latéral. Cas des salles de classe de l'université de Laghouat*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme de Magistère en Architecture, Option Ville et architecture au Sahara : Université Mohamed Kheider, Biskra . 227 pages.

Meddour, S. (2008). *Impact de l'éclairage zénithal sur la présentation et la Préservation des œuvres d'art dans les musées« cas du musée Cirta de Constantine »*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme de Magistère en Architecture, Option Architecture Bioclimatique : Université Mentouri, Constantine. 248 pages.

Mekid, Y. Hacı, M. Sabour, A. (2017). *Regard sur l'architecture commerciale en Algérie Cas d'étude centre commerciale et de loisir BAB EZZOUAR et PARK MALL*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master académique en Architecture, Option Architecture, ville et territoire : Université Abderrahmane Mira – Bejaia. 78 pages.

Messahal, A. Heddour, C. Feniza, W. (2018). *La lumière et le confort visuel dans les équipements culturel. Cas d'étude : maison de culture a Jijel*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master académique en Architecture, Option architecture et technologie : Université Mohamed Seddik Benyahia- Jijel. 104 pages.

MILLER, F. « L'éclairage des lieux de travail : Notions de base » AIMT du Bas – Rhin- France, [En ligne] www.sdv.fr. (page consultée le 26/03/2004)

Minier, F. (2001). Hygiène et sécurité, note d'information. n°20. Académie d'Orléans-Tours.

Mohammedi, R. Mohdeb, A. Mokrani, C. (2017). *La lumière naturelle dans l'espace architectural. « Matière et sens »*. Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme Master académique en Architecture, Option ville et territoire : Université Abderrahmane Mira – Bejaia :. 103 pages.

MUDRI, L., De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable : ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville, p3, Novembre 2002.

Narboni, R. (2006), *Lumière et ambiance, concevoir des éclairages pour l'architecture et la ville*, Paris : Ed, Moniteur, (2012).248 pages.

Neufert, E, (2006). *Les éléments des projets de construction*, (8ème édition). Paris : Ed. Dunod, (1954). 640 pages.

Reiter, S. De Herde, A., (2003), *L'éclairage naturel des bâtiments*, Louvain : Ed, Presses univ. De Louvain, (2005).265 pages.

Roger Cadiergues.2016. L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL. In site. Xpair. [En ligne]. <http://media.xpair.com/auxidev/nR27a.pdf>. (Page consulté le 17/12/2005).

Saffidine, R, D. (2001). *Les problèmes de l'ensoleillement dans les salles de classe des nouvelles écoles primaires à Constantine*. Thèse de doctorat. Université de Constantine.

Van Uffelen, C., (2012), *lumière et architecture*, Paris : Ed, Citadelles et Mazenod, (2012). 439 pages.

Vandenplas, A., (1964). *Comité National Belge de l'Eclairage- Commission de L'Eclairage Naturel, L'éclairage naturel et ses applications*, Bruxelles : Ed, S.I.C (1968). p 124.

ZEMMOURI, N. Daylight availability intergrated modelling and evaluation: A Fuzzy logic based approach. Thèse de Doctorat, Sétif : Université Farhat Abbas de Sétif, Octobre 2005.

ANNEXES

Annexe 01 : Factures d'électricité de centre commercial de Bâb Ezzouar de 2018

➤ Mois de Janvier :

شركة توزيع
Algérie et du Gaz d'Algérie

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Milliards de DA FACTURE N° 551801000748 Période: Janvier

Distribution: DIR DIST EL-
Adresse: 10AVEMOHAMMADIA EL-HARRACH Fax: 023749767
N° RC: 03/0970521B06 N°S: 000516019000263 Tél: 021525101
N° RIP: 00799999000038062521N° RIB: BNA 00100616030031320132

Référence: 164215001900190 CLIENT N° Client: 5591900
N° Poste: 369 N° RC: 0780976924 N°S: 000716090050065 Tél: 770270896
Désignation du lieu de consommation: SCCA SPA Fax: 021891226
Nom et Adresse du Destinataire de facture: S2 SCCA SPA
LOT43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GARE

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-01-2018 au: 01-02-2018

CONSUMMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	8525	1.001	48408861	50051411	45300251	47068884	10833544	115683
REACTIF-S-T	8525	1.003	31230703	33497452				
IND PUISSANCE	8525	1.00		2112.00				

Energies	Consommations			H. POINTE	Périodes tarifaires
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3		
CONSUM. ACTIVE	164255	176863	485010	649265	176863
CONSUM. REACTIVE	374382				374382

FACTURATION
Veuillez régler avant le 18-02-2018 par :

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
H. POINTE	649265	180.64		1172832.3
POINTE	176863	872.02		1542280.7
Facteur de puissance 45.32%	38682	9.110	3523.93	
BONIFICATION				
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500.0
Puissance maximale atteinte	2112	18058.00		381384.9
Primes fixes				515.6
Montant énergie HT				3290513.6
TVA énergie taux 19 %			669.55	625197.5
Location (comptage, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupe et remise				
MDR HT prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				200.00
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

DIR DIST E. - le 02-02-2018
Le Directeur de Distribution

Contribution aux coûts permanents du système: 6195.96 DA

TOTAL FACTURE 3911717.75 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Trois Million Neuf Cent Onze Mille Sept Cent Dix

Client n°: 5591900
551801000748

➤ Mois de Février:

شركة توزيع الكهرباء
Algérie et du Gaz d'Alger

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Client de 9 Milliards de DA FACTURE N° 551802000750 Période: Février 2018

Distribution: DIR DIST EL-10 AVENUE HAMMADIA EL-HARRACH Fax: 023749767
03/0970521806 N°IS: 000516019000263 Tél: 021525101
N°RIB: 00799999000030062521 N°RIB: BNA 00100616030031320132

CLIENT

Référence: 164215001900180 N° Client: 5591900
N° Poste: 367 N°RC: 0780976924 N°IS: 000716090050065 Tél: 770270896

Designation du lieu de consommation: SCCA SPA Fax: 021891226
Nom et Adresse du Destinataire de facture: 52 SCCA SPA
LOT 33/44 QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GARE

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-02-2018 au: 01-03-2018

CONSUMMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	B525	1.001	50051411	51941561	47068881	48969444	1568364	12093290
REACTIF-S-T	B525	1.003	34974523	3704010				
IND PUISSANCE	B525	1.00		2086.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	189015	190056	529926	718941	190056
CONSUM. REACTIVE	406558			406558	

FACTURATION

Veuillez régler avant le 20-03-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Cheque CCP ou bancaire adresse a notre unite.

DIR DIST EL-10 le 01-03-2018
p/ Le Directeur de Distribution

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
H. POINTE	718941	180.64		298695.02
POINTE	190056	872.02		1657326.53
Facteur de puissance 44.73%				
SONIFICATION	47940	9.110436733		
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500.00
Puissance maximale atteinte	2086	18058.00		376689.86
Primes fixes				515.65
Montant énergie HT				3526726.88
TVA énergie taux 19 %			829.79	670078.11
Location (comptage, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				200.00
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

Contribution aux coûts permanents du système: 6817.47 DA

TOTAL FACTURE 4191807.87 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

Client n°: 5591900

La présente facture est arrêtée à la somme de : Quatre Million Cent Quatre Vingt et Onze Mille

➤ Mois de Mars :

شركة توزيع
Electricité et du Gaz d'Algérie

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Social de 9 Milliards de DA **FACTURE N°** 551803000761 Période: Mars

Distribution: DIR DIST EL- Fax : 02374976
10AVEMOHAMMADIA EL-HARRACH Tél : 02152510
N° RC: 03/0970521806 N°S : 000516019000263 Dépannage Electricité :
N° RIP: 0079999000038062521 N° RIB: BNA 00100616030031320132

CLIENT

Référence : 164215001900180 N° Client: 5591900
N° Poste 369 N° RC: 0780976924 N°S : 000716090050065 Tél: 77087089

Designation du lieu de consommation: SCCA SPA Fax: 02189122
Nom et Adresse du Destinataire de facture: S2 SCCA SPA
LOT43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER DARE

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-03-2018 au: 01-04-2018

CONSUMMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième ca	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	N
ACTIF-T-TARIF	8525	1.001	51941561	54044851	46969441	51222604	20982904	271
REACTIF-S-T	8525	1.003	89040103	4373566				
IND PUISSANCE	8525	1.00		2088.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	210329	225316	612860	823189	225316
CONSUM. REACTIVE	469556			469556	

FACTURATION

Veuillez régler avant le 18-04-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Cheque CCP ou bancaire adresse à notre unité.

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajr
H. POINTE	823189	180.64		148700
POINTE	225316	872.02		196480
Facteur de puissance 44,78%				
BONIFICATION	54496	9.1104	282.81	
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		19350
Puissance maximale atteinte	2088	18058.00		37705
Primes fixes				51
Montant énergie HT				402287
TVA énergie taux 19 %			946.73	76434
Location (comptage, transformateur)				
Entretien du poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				26
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

DIR DIST EL- le 01-04-2018
Le Directeur de Distribution

Contribution aux coûts permanents du système: 7863.78 DA

TOTAL FACTURE 4781492.76 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

Client n°: 5591900

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Quatre Million Sept Cent Quatre Vingt et Un Mil

➤ Mois d'Avril :

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

9 Milliards de DA FACTURE N° 551804000750 Période: Avril

Distribution: DIR DIST EL-
10AVEMOHAMMADIA EL-HARRACH
N° RC: 03/0970521806 N° IS : 000516019000263 Dépannage Electricité :
N° RIP: 00799999000038062521 N° RIB: BNA 00100616030031320132

Fax : 023749767
Tél : 021525101

CLIENT

Référence : 164215001900180 N° Client: 5591900
N° Poste : 369 N° RC: 0780976924 N° IS : 000716090050065 Tél: 770270896
N° RIB: 00100616030031320132

Désignation du lieu de consommation: SCCA SPA Fax: 021891226
Nom et Adresse du Destinataire de facture: S2 SCCA SPA
LOT43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GARE

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-04-2018 au: 01-05-2018

CONSUMMATION :

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cad	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nou
ACTIF-T-TARIF	8525	1.0015	4044851	56190381	51222601	53521124	27111504	3344
REACTIF-S-T	8525	1.0034	3735663	4878724				
IND PUISSANCE	8525	1.00		2323.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSDM. ACTIVE	214553	229852	633614	848167	229852
CONSDM. REACTIVE	505158				505158

FACTURATION
Veuillez régler avant le 19-05-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indique.
- Cheque CCP ou bancaire adresse a notre unite.

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajou
H. POINTE	848167	180.64		1532128
POINTE	229852	872.02		2004355
Facteur de puissance 46.86%				
BONIFICATION	33851	9.1103083.83		
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500
Puissance maximale atteinte	2323	18058.00		419487
Primes fixes				515
Montant énergie HT				4149987
TVA énergie taux 19 %			585.93	788497

DIR DIST E.-le 01-05-2018
Le Directeur de Distribution

Location (comptage, transformateur)	
Entretien de poste transformateur	
Frais de coupure et remise	
Montant prestation HT	
TVA prestation taux	
Taxe d'habitation	200
Taxe sur vente de produits énergétiques	
Intérêts moratoires	

Contribution aux coûts permanents du système :

TOTAL ECRIVE 04

➤ Mois de Mai :

شركة توزيع الكهرباء والغاز
Distribution de l'Electricité et du Gaz d'Alger

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Capital social de 9 Milliards de DA

FACTURE N° 551805000754

Période: Mai 20

Section Distribution: DIR DIST EL-
Adresse: 10AVEMOHAMMADIA EL-HARRACH

N° RC: 03/0970521B06 N° IS: 000516019000263

N° RIP: 00799999000038062521 N° RIB: BNA 00100616030031320132

Fax: 023749767
Tél.: 021525101
Dépannage Electricité: 021891226

CLIENT

Référence: 164215001900180 N° Client: 5591900
N° Poste: 369 N° RC: 07B0976924 N° IS: 000716090050065
Tél.: 770270896

Désignation du lieu de consommation: SCCA SPA
Nom et Adresse du Destinataire de facture: S2 SCCA SPA
LOT43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GARE

Fax: 021891226

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-05-2018 au: 01-06-2018

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	8525	1.001	56190381	59211901	53521121	55851084	33447644	44039369
REACTIF-S-T	8525	1.003	48787243	5479203				
IND PUISSANCE	8525	1.00		2229.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	302152	232996	694605	996757	232996
CONSUM. REACTIVE	600479			600479	

FACTURATION

Veuillez régler avant le 20-06-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Chèque CCP ou bancaire et remise à notre unité.

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
H. POINTE	996757	180.64		1800541.84
POINTE	232996	872.02		2031771.72
Facteur de puissance 48,83%				
BONIFICATION	14397	9.110	311.57	
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500.00
Puissance maximale atteinte	2229	18058.00		402512.82
Primes fixes				515.65
Montant énergie HT				4428842.03
TVA énergie taux 19 %			249.20	841479.99
Location (comptage, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				
Taxe sur vente de produits énergétiques				200.00
Intérêts moratoires				

DIR DIST E, -le 03-06-2018
P/Le Directeur de Distribution

Contribution aux coûts permanents du système: 9223.14 DA

TOTAL FACTURE 5268961.25 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Cinq Million Deux Cent Soixante Huit Mille Neuf

Client n°: 5591900
Facture n°: 551805000754

➤ Mois de Juin :

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

شركة توريد الكهرباء والغاز
Algérie

Social de 9 Milliards de DA **FACTURE N°** 551806000753 Période: Juin

Distribution: DIR DIST EL- Fax: 023749767
 10AVEMOHAMMADIA EL-HARRACH Tél: 021525101
 N° RC: 03/0970521806 N°S: 000516019000263 Dépannage Electricité:
 N° RIP: 0079999000038062521 N° RIB: BNA 00100616030031320132

CLIENT

Référence: 164215001900180 N° Client: 5591900
 N° Poste: 369 N° RC: 0780976924 N°S: 000716090050065 Tél: 770270896
 Désignation du lieu de consommation: SCCA SPA Fax: 021891226
 Nom et Adresse du Destinataire de facture: S2 SCCA SPA
 LOT43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GARE

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-06-2018 au: 01-07-2018

CONSUMMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cad	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	No
ACTIF-T-TARIF	8525	1.00	59211901	61736191	55851081	58127454	44039369	44681
REACTIF-S-T	8525	1.00	54792033	5041227				
IND PUISSANCE	8525	1.00		2887.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	252429	227637	649786	902215	227637
CONSUM. REACTIVE	562024			562024	

FACTURATION

Veuillez régler avant le 20-07-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Cheque CCP ou bancaire adresse à notre unité.

DIR DIST EL- le 02-07-2018
 Le Directeur de Distribution

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A g
H. POINTE	902215	180.64		162976
POINTE	227637	872.02		198501
Facteur de puissance 49.74%				
BONIFICATION	2902	9.110	264.37	
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		1935
Puissance maxmala atteinte	2887	18058.00		5213
Primes fixes				5
Montant énergie HT				43301
TVA énergie taux 19 %			50.23	8227

Location (comptage, transformateur)	
Entretien de poste transformateur	
Frais de coupure et remise	
Montant prestation HT	
TVA prestation taux	
Taxe d'habitation	
Taxe sur vente de produits énergétiques	
Intérêts moratoires	

Contribution aux coûts permanents du système: 8473,89 DA

TOTAL FACTURE 5152765.64

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

La présente facture est arrêtée à la somme de:
 Cinq Mille Sept Cinqante Deux Mille Sept C

➤ Mois de Juillet :

MOYENNE TENSION

Facture N° 551807000754 Période : Juillet

Milliards de DA

DIR DIST EL- WEMDHAMMADIA EL-HARRACH
N°S : 000516019000263
N° RIB: BNA 00100616030031320132

Fax : 023749767
Tél : 021525101
Dépannage Electricité :

Client

Référence : 164215001900180 N° Client : 5591900
N° Poste : 369 N° RC : 0780976924 N°S : 000716090050065 Tél : 770270896

Désignation du lieu de consommation : SCCA SPA Fax : 021891226
Nom et Adresse du Destinataire de facture : S2 SCCA SPA
LOT43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER CARE

Tarif : A2 Comptage : Période de consommation du: 01-07-2018 au: 01-08-2018

CONSUMATION :

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cad	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nou
ACTIF-T-TARIF	8525	1.00	1736191	164961381	58127451	61647504	4689155	45663
REACTIF-S-T	8525	1.00	0412273	36860790				
IND PUISSANCE	8525	1.00		3216.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSON. ACTIVE	322519	352005	974554	1297073	352005
CONSON. REACTIVE	819563				819563

FACTURATION

Veuillez régler avant le 20-08-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Cheque CCP ou bancaire adresse a nous.

Energie consommée	Quantité	P.U.(cDA)	A déduire	A ajo
H. POINTE	1297073	180.64		234303
POINTE	352005	872.02		306955
Facteur de puissance 49.70%				
BONIFICATION	4976	9.110	453.51	
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500
Puissance maximale atteinte	3216	18058.00		58074
Primes fixes				511
Montant énergie HT				618734
TVA énergie taux 19 %			86.13	117559

Le Directeur de Distribution

SDA

Description	Montant
Location (comptage, transformateur)	
Entretien de poste transformateur	
Frais de coupure et remise	
Montant prestation HT	
TVA prestation taux	
Taxe d'habitation	201
Taxe sur vente de produits énergétiques	
Intérêts moratoires	

Contribution aux coûts permanents du système : 12368.08 DA

TOTAL FACTURE 7362604.20 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Sept Million Trois Cent Soixante Deux Mille Six Cent Quatre Dinars Vingt Centime(s)

Client n°: 5591900
Facture n°: 551807000754
Référence: 164215001900180

➤ Mois d'Aout :

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

شركة
الغاز
Algérie

9 Milliards de DA

FACTURE N° 551808000754 Période: Aout 2018

Direction: DIR DIST EL-
BOVEMDHANADIA EL-HARRACH Fax : 023749767
N°S : 000516019000263 Dépannage Electricité :
N°S : 000716090050065 Tél : 021525101
N° RIB: BNA 00100616030031320132

CLIENT

Référence : 164215001900180 N° Client: 5591900
N° Poste : 369 N° RC: 0780978924 N°S : 000716090050065 Tél : 770270896

Désignation du lieu de consommation : SOCA SPA Fax : 021891226
Nom et Adresse du Destinataire de facture : SO SOCA SPA
LOT43/44 QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER CAPS

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-08-2018 au: 01-09-2018

CONSUMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	8525	1.00	16496138168488561	1647501	55244694	56637094	6656698	
REACTIF-S-T	8525	1.00	3686079037729632					
IND PUISSANCE	8525	1.00	3317 00					

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	352718	359719	992989	1345707	359719
CONSUM. REACTIVE	868842				868842

FACTURATION

Veuillez régler avant le 20-09-2018 par :

Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué. Cheque CCP ou bancaire de vue a notre unité.

DIR DIST EL-14 02-09-2018
Le Directeur de Distribution

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
H. POINTE	1345707	180.64		2430885.12
POINTE	359719	672.02		2436821.62
Facteur de puissance 50.95%				
MAJORATION	16129	45.53		7343.53
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500.00
Puissance maximale atteinte	3317	18058.00		598983.86
Primes fixes				515.65
Montant énergie HT				6368049.78
TVA énergie taux 19 %				1209929.46
Location (compteur, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				200.00
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

TOTAL FACTURE 7578179.24 DA

Contributions permanentes du système DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

Client n°: 5591900

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Sept Million Cinq Cent Soixante Dix Huit Mille

➤ Mois de Septembre :

شركة توزيع الكهرباء
Electricité et du Gaz d'Alger

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Facial de 9 Milliards de DA FACTURE N° 551809000754 Période: Septembre 2018

Distribution: DIR DIST EL-ALGER
ALAVEMDHAMMADIA EL-HARRACH
3/0970521806 N°S : 000516019000263 Dépannage Electricité :
00799999000038062521 N° RIB: BNA 00100616030031320132

N° Poste 369 N° RC: 0780976924 N°S : 000716090050065 N° Client: 5591900
Tél.: 770270896

Désignation du lieu de consommation: SCCA SPA
Nom et Adresse du Destinataire de facture: 52 SCCA SPA
(K)43744 QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GABE

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-09-2018 au: 01-10-2018

CONSUMMATION :

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF-T-TARIF	8525	1.001	68488561	71705891	65244691	68493624	66566984	756394
REACTIF-S-T	8525	1.003	7296323	8520528				
D PUISSANCE	8525	1.00		3259.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	321733	324893	907242	1228975	324893
CONSUM. REACTIVE	790896			790896	

FACTURATION

Veuillez régler avant le 18-10-2018 par :

- Virement au compte CCP bancaire sus indiqué.
- Cheque CCP ou bancaire adresse a notre unite.

DIR DIST E., -le 01-10-2018
Le Directeur de Distribution

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
H. POINTE	1228975	180.64		2220020.40
POINTE	324893	872.02		2833131.96
Facteur de puissance 50%	70%			
MAJORATION	13962	45.53		6356.91
Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500.00
Puissance maxmale atteinte	3259	28058.00		588510.20
Primes fixes				515.64
Montant énergie HT				5842035.14
TVA énergie taux 19 %				1109786.68
Location (compteur, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				200.00
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

Contribution aux coûts permanents du système: 11654.01 DA

coupon détachable à joindre à votre correspondance

nt n° 5591900

TOTAL FACTURE 6952221.83 DA

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Six Million Neuf Cent Cinquante Deux Mille

➤ Mois d'Octobre :

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

FACTURE N° 551B10000754 Période: Octobre 2018

Distribution: 9 Milliards de DA

Case: DIR DIST EL-
N° RC: 03/0970521806 N° IS: 000516019000261
N° RIP: 00799999000038062521 N° RIB: BNA 00100216030031320182

Fax: 021525161
Tél: 021525161
Dépannage Electricité:

CLIENT

Référence: 164015001000180 N° Client: 551900
N° Poste: 369 N° RC: 030976928 N° IS: 000716090050065 Tél: 021525161
Designation du lieu de consommation: 5000 500 Fax: 021525161
Nom et Adresse du Destinataire de facture: 60 900 900 900

Tarif: 42 Comptage: Période de consommation du: 01-10-2018 au: 01-11-2018

CONSUMMATION:

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
ACTIF - I-TARIF	8525	1.001	7120584	7426836	6849362	7126666	8756394	18207412
REACTIF-S-T	8525	1.003	8526528	9151008				
IND PUISSANCE	8525	1.00		266800				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
CONSUM. ACTIVE	256297	277324	762672	1019969	277324
CONSUM. REACTIVE	630478				630478

FACTURATION

Veuillez régler avant le 20-11-2018 par :

- Virement au compte CCP ou bancaire sus indiqué.
- Chèque CCP, ou bancaire adresse à notre unité.

DIR DIST EL-1+ 02-11-2018
Le Directeur de Distribution

SOCIETE DE DISTRIBUTION ALGERIENNE
DIRECTION DE DISTRIBUTION D'EL
Division de Relations Com.

Energie consommée	Quantité	P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
H. POINTE	1019969	180,68		1842472,00
POINTE	277324	872,03		2418320,74
Facteur de puissance	60%			
BRUIERIFICATION	18180	9,110	655,10	
Puissance mise à disposition	5000	3870,00		193500,00
Puissance maximale atteinte	2668	18050,00		481787,44
Primes fixes				515,65
Montant énergie HT				436695,00
TVA énergie taux 19 %			314,47	907952,21
Location (compteur, transformateur)				
Entretien de poste transformateur				
Frais de coupure et remise				
Montant prestation HT				
TVA prestation taux				
Taxe d'habitation				
Taxe sur vente de produits énergétiques				
Intérêts moratoires				

Contribution aux coûts permanents du système: 9229,69 DA

Coupon détachable à joindre à votre correspondance

Client n°: 551900

TOTAL FACTURE 5073279,95 DA

La présente facture est arrêtée à la somme de :

➤ Mois de Décembre :

شركة توزيع الكهرباء والغاز
Boulevard de l'Electricité et du Gaz d'Alger

Fourniture d'Electricité
MOYENNE TENSION

Capital social de 9 Milliards de DA FACTURE N° 551812000755 Période: Decembre 2018

Direction Distribution: DIR DIST EL-
Adresse : 10AVEMOHAMMADIA EL-HARRACH Fax : 023749767
N°S : 03/0970521B06 N°S : 000516019000263 Dépannage Electricité : Tél : 021525101
P: 00799999000038062521 N° RIB: BNA 00100616030031320132

Client

Adresse : 164215001900180 N° Client: 5591900
Code postal : 369 N° RC: 07B0976924 N°S : 000716090050065 Tél: 770270896

Désignation du lieu de consommation : SCCA SPA Fax: 021891226
Adresse du Destinataire de facture : S2 SCCA SPA
(K)43/44QUARTIER AFFAIRES 16000 ALGER GARE

Période de consommation du: 01-12-2018 au: 01-01-2019

SOMMATION :

Compteurs	Numéro	Coeff. de lecture	Index Premier cadran		Index Second cadran		Index Troisième cadran	
			Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
TRIF-T-TARIF	8525	1.001	76341151	78619241	73580591	76123254	48962126	49652440
TRIF-S-T	8525	1.003	96452204	0153694				
POUISSANCE	8525	1.00		2091.00				

Energies	Consommations			Périodes tarifaires	
	Cadran 1	Cadran 2	Cadran 3	H. POINTE	POINTE
SOM. ACTIVE	227809	254266	690314	918123	254266
SOM. REACTIVE	508474				508474

DURATION	Energie consommée		P.U (cDA)	A déduire	A ajouter
	Quantité				
Veuillez régler avant 20-01-2019 par :	H. POINTE	918123	180.64		1658497.39
	POINTE	254266	872.02		2217250.37
Prélevement au compte CCP Bancaire sus indique. Banque CCP ou bancaire indiquée a notre unité.	Facteur de puissance 43.37%				
	BONIFICATION	77720	9.1107080.29		
LISTE, - le 02-01-2019 Directeur de Distribution	Puissance mise à disposition	5000	3870.00		193500.00
	Puissance maximale atteinte	2091	18058.00		377592.78
	Primes fixes				515.65
	Montant énergie HT				4447356.19
	TVA énergie taux 19 %			1345.26	844997.68
	Location (comptage, transformateur)				
	Entretien de poste transformateur				
	Frais de coupure et remise				
	Montant prestation HT				
	TVA prestation taux				
	Taxe d'habitation				200.00
	Taxe sur vente de produits énergétiques				
	Intérêts moratoires				

Montant aux coûts permanents du : 8792.91 DA

TOTAL FACTURE 5284128.32 DA

La présente facture est arrêtée à la somme de :
Cinq Million Deux Cent Quatre Vingt Quatre Mille

ملخص:

يعتبر الضوء الطبيعي عنصراً أساسياً في التصميم المعماري إذ يتجلى ذلك في الدور الذي يلعبه في التوجه الوظيفي لمختلف المشاريع من خلال توفيره للإضاءة اللازمة داخل المباني. في الجزائر، تعتبر المراكز التجارية دوراً حاسماً في الحياة الاقتصادية والاجتماعية والترفيهية. حيث يعتبر إدراج الإضاءة الطبيعية في المراكز التجارية إشكالية مطروحة و واحدة من الاهتمامات الرئيسية بالنسبة للمهندسين. فهي تعتبر حل نموذجي وتقني لمشكلة استهلاك الطاقة في الإنتاج المعماري كأكثر الطرق كفاءة و فعالية بالإضافة إلى كونها عنصر حيوي يقوم بتوفير الراحة البصرية للمستخدمين مما يضمن ظروف مثلى و بيئة مريحة تساهم في ضمان التسيير الوظيفي الجيد للبنية. إن الغرض من هذه الدراسة هو طرح حلول و توصيات علمية وعملية تهدف بالدرجة الأولى إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المرافق التجارية و خلق بيئة مريحة تضمن الراحة البصرية و ذلك عن طريق الاستفادة القصوى من الإضاءة الطبيعية الموازية مع تفادي توزيعها غير المنتظم والتقليل من الإبهار والحرارة الناجمة عنه

كلمات مفتاحية:

الضوء , الجزائر, المراكز التجارية , الإضاءة الطبيعية , الراحة البصرية , استهلاك الطاقة.

Résumé :

La lumière naturelle est considérée comme un élément essentiel dans la conception architecturale, elle joue un rôle important dans le paramètre fonctionnel de divers projets en fournissant l'éclairage nécessaire dans les bâtiments.

En Algérie, les équipements commerciaux jouent un rôle crucial dans la vie économique, sociale et récréative. L'intégration de l'éclairage naturel est considérée comme une vraie problématique et l'une des principales préoccupations des concepteurs. Il s'agit d'une solution typique et technique aux problèmes de consommation d'énergie dans la production architecturale des équipements à caractère commercial. Ainsi, un éclairage adéquat peut assurer un "confort visuel" aux utilisateurs, en garantissant des conditions optimales et un environnement intérieur confortable qui contribue à la bonne gestion du bâtiment.

Le but de cette recherche est de proposer des solutions scientifiques opérationnelles ainsi que des recommandations visant principalement à améliorer l'efficacité énergétique dans les équipements commerciaux et à créer un climat intérieur assuré par un confort visuel tout en profitant au maximum de la lumière naturelle en parallèle évitant l'effet de l'éblouissement, les malapports thermiques ainsi que la répartition non homogène

Mots clés :

La lumière, Algérie, équipement commercial, éclairage naturel, Confort visuel, consommation d'énergie.

Summary:

Natural light is considered an essential element in architectural design because it is reflected in the role it plays in the functional orientation of various projects by providing the necessary lighting in buildings.

In Algeria, commercial equipment plays a crucial role in economic, social and recreational life. The integration of natural lighting is considered a real problem and one of the main concerns of engineers. This is a typical and technical solution to the problem of energy consumption in the architectural production of commercial equipment is the most efficient method it offers a "visual comfort" to users, ensuring optimal conditions and a comfortable indoor environment that contributes to the good management of the building.

The purpose of this research is to propose operational scientific solutions as well as recommendations aimed mainly at improving energy efficiency in commercial facilities and creating an indoor climate by ensuring visual comfort while making the most of the natural light in parallel. Avoiding the effect of glare, poor heat transfer and uneven distribution.

Keywords:

Light, Algeria, commercial equipment, natural lighting, visual comfort, energy consumption.