

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 NEMMOUR
Hicham SISSAOUI
Ilyas SOUAYEH

THEME :

**L'OPTIMISATION DU CONFORT VISUEL A PARTIR DE
L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LES EQUIPEMENTS
ADMINISTRATIFS.**

Date de la Soutenance :13/07/2019

Composition du Jury :

Amir DUHAIR	Grade, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Président du jury
Fateh NEDJAR	MAA, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Encadrant de mémoire
Nour el H.BOUHIDEL	MAB, université Mohamed Seddik BENYAHIA - Jijel, Membre du Jury

Remerciement:

Nous devons remercier lieu le bon dieu " ALLAH" qui me donnée de la santé, la patience et la volonté pour réussie ce modeste travail .

Nous tenons à remercier tout d'abord mon directeur de mémoire Pr. NEDJAR Fateh pour m'avoir encadrée. Nous somme exprime notre extrême reconnaissance pour leurs précieux encadrements, pour leurs disponibilités et les échanges intéressants et surtout à sa confiance, pour les efforts fournis lors de ma formation et pour le développement informatique de l'interface présentée dans ce mémoire.

Nous tenons à remercier également les membres du jury pour avoir participé à ce travail. Un grand merci...

A tous mes enseignants de la spécialité Architecture et Technologie qui m'ont initié aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour.

A Pr. HALLOUFI Wahid et CHOUGUI Mohamed Lamine , pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement, et nous ne pourrai oublier la vertu de Pr. BOUDMAGE Houssine pour la correction les fautes d'orthographe dans notre travail .

Mes remerciements aussi tous ceux qui m'ont encouragé, et aidé de près, ou de loin, A tous mes amis pour leur aide généreuse par la documentation ou même par des simples conseils et avis .



Merci

DEDICACES

*Tout d'abord nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir
Donné le courage, la volonté, la force et sur tout la patience sans les quels nous n'aurions
rien peu faire. En l'implorant de toujours nous
Entourer de sa bonne grâce.*

*Avec joie et plaisir, fierté et respect, je dédie ce mémoire à:
Mes très chers parents, pour leur : amour, sacrifices, patiences, soutien moral et
matériel depuis mon enfance jusqu'à ce jour.*

*A mon père spécialement que je considère comme mon exemple, qui me donne la foi de
continuer mon chemin. Qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices
et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

*Merci papa ce sucée de votre sucée et ce travail c'est votre entre prise c'est votre rêve.
A ma mère qui a cru en moi, qui m'a encouragé et m'a soutenu, qui a su être avec moi dans
toutes les circonstances.*

*Merci maman pour ton écoute, ton soutien et ton amour inconditionnels, sans quoi, il
m'aurait été difficile d'atteindre ce stade.*

*A mes deux frères Oussama , Mouhamad El amin qui ne cessent de m'encourager à achever
ce travail. Je souhaite une très bonne continuation dans leurs éducation et leur vie personnelle
tant que professionnelle.*

*A mes chers sœurs Amina ,Sara, Maroua, et a la petite de la maison Chaima , a ma
meilleur ami Soumia Bellefihadge ;je te souhaite beaucoup de bonheur et de réussite.*

A ma chère grand mère, la défunte que Dieu ait pitié de vous .

*A ma deuxième famille BOUDMAIGE, mama Siham et papa Amare , les deux frères Nadir
,ZIZOU ;et mes sœurs Hiba , Nada .*

*A toute personne dont j'ai une place dans mon cœur, que je connais, que j'estime et que
j'aime pour vous tous.*

Asma

DEDICACES

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

A 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.

A 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.

*A mon frère **BILEL**, **ABD EL KARIM***

*et ma sœur **AHLEM***

*A ma chère **grand mère**, à mon cher **grand-père**.*

A mes meilleurs amis.

A 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.

Hicham

Dédicace

Je dédie ce modeste travail:

*A ceux qui m'ont donné la vie, l'espoir et l'amour, à ceux Qui m'ont encouragé le
long de mes études :*

*Mon dieu,
Ma chère mère et mon cher père,
Que le dieu me les protègent et me les garde,*

*A mes frères, A ma soeur, A toute ma famille, A tous mes amis, mes enseignants
dès le début de mes études jusqu'à la fin,*

*A tous mes collègues au niveau universitaire, A tous les personnes qui m'ont
aidé de proche Ou de loin pour réaliser ce travail,*

*En fin, je veux finir par un remerciement spécifique pour mes monsieurs «
SOUAYEH Messoud » et « KEROUY Zakaria »*

Ilyas

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces et remerciements.....	I
Table des matières.....	V
Liste des figures.....	IX
Liste des tableaux.....	XI
Liste des abréviations.....	XII
INTRODUCTION GENERALE.....	1
Problématique.....	1
Questionnement.....	2
Hypothèses de la recherche.....	4
La motivation du choix du thème.....	4
Objectif général de la recherche.....	4
Démarche méthodologique.....	5
Structure du mémoire.....	6
PARTIE I: PARTIE THEORIQUE	
<u>Chapitre I:L'éclairage naturelle et les équipements administratifs</u>.....	7
Introduction.....	7
I.1. L'éclairage naturel	7
I.2. Sources de l'éclairage naturel	7
I.2.1.Les sources diurnes directes.....	7
I.2.1.1. Le soleil	8
I.2.1.2. Le ciel	8
I.2.2. Les sources diurnes indirectes	9
I.3. Type d'éclairage naturel	9
I.3.1.Eclairage zénithal.....	9
I.3.1.1. Dispositifs d'éclairage zénithal direct.....	10

I.3.1.2 Systèmes d'éclairage zénithal indirect.....	11
I.3.2. Éclairage latéral	13
I.3.2.1. Types d'éclairage latéral.....	14
I.3.2.2. Paramètres influençant l'éclairage latéral.....	15
I.4. Définition des différents aspect sur l'éclairage naturel(les grandeurs photométriques)	16
I.4.1. flux lumineuse.....	16
I.4.2. L'intensité lumineuse I.....	17
I.4.3. La luminance L	17
I.4.4. L'éclairement E	17
I.4.5. L'efficacité lumineuse η :	17
I.4.6. Le spectre visible	18
I.4.7 La température de couleur (TC):	18
I.4.8. L'indice de rendu des couleurs (IRC):	18
I.4.9. Le facteur de lumière du jour FLJ.....	19
I.5. L'éclairage naturelle dans les équipements administratifs.....	19
I.5.1. Définition.	19
I.5.2. classification des équipement administratifs	20
I.5.3. Organisation de l'espace administratif en secteurs.	20
I.5.4. La typologie des espaces bureaux	22
I.5.5. L'intégration de l'éclairage dans un équipement administratif	23
I.5.6. Fonctions de l'éclairage dans les équipements administratifs.....	24
I.5.6.1. Contribution à l'ambiance du lieu	24
I.5.6.2. Facilitation de la lecture.....	24
I.5.6.3. Sécurité et sûreté.....	25
I.5.7. Les composantes de la lumière à l'intérieur d'un local (bureau).....	25
I.5.8. Tâches visuelles dans les équipements administratifs	26
Conclusion.	27

<u>Chapitre II</u> : La gestion et l'optimisé de l'éclairage et le confort visuel dans les équipements administratifs	28
Introduction.....	28
II.1.Définition du concept de confort visuel:	28
II.1.1. Eclairage:	28
II.1.2. Eblouissement:	29
II.1.3. Couleur de la lumière:.....	29
II.1.3.1. Les couleurs fondamentales:	31
II.1.3.2. Les couleurs primaires:	31
II.1.3.3. Les couleurs secondaires et tertiaires:	32
II.2.Le Confort visuel :.....	32
II.2.1. Définition du « confort visuel ».....	32
II.2.2. Eléments du confort visuel dans les bureaux	32
II. 2.2.1. Un niveau d'éclairage suffisant de la tâche visuelle	32
II. 2.2.2 .Une distribution harmonieuse de la lumière dans l'espace.....	33
II. 2.2.3 .L'absence d'ombre gênante.....	33
II.2.2.4 Un rendu de couleur correct.....	33
II. 2.2.4 .Une teinte de lumière agréable.....	34
II. 2.2.5. L'absence d'éblouissement :	35
a. Types d'éblouissement :	35
II.2.3. Les critères du confort visuel.....	37
II.2.4.Impact du type d'ouvertures sur le Confort visuel.....	37
II.2.5.Norme de l'éclairage intérieur	38
II. 3.L'optimisation de la lumière naturelle	40
II.3.1.Définition du« l'optimisation ».....	40
II.3.2. Objectif	40
II.3.3. Technique d'optimisation de la lumière naturelle	40
II.3.3.1. Méthodologie :	40

II.3.3.2. Position des ouvertures :	40
II.3.3.3. Dimension des ouvertures :	40
II.3.3.4. Forme des ouvertures:	41
II.3.3.5. Matériaux de transmission :	42
II.3.3.6. Entretien :	43
II.3.3.7. La difficulté d'optimisation :	43
II.4. La potentialité de l'éclairage dans les espaces major d'un équipement administratif	44
Conclusion	46

PARTIE II: ETUDE OPERATIONNELLE

<u>Chapitre III</u> : la présentation et la simulation de cas d'étude	47
Introduction	47
III.1. Présentation de la ville de Jijel	47
III.1.1 Situation	47
III.1.2 Analyse climatique	47
III.1.2.1 Les conditions solaires	48
III.1.2.2 Micro-climats	49
III.2. présentation l'objet d'étude	51
III.2.1 .Critère de choix de l'objet d'étude	51
III.2.2. Situation	51
III.2.3. Description du cas d'étude	51
III.3.Evaluation qualitative d'éclairage naturel dans les bureaux: technique de questionnaire	
III.3.1.Définition du « questionnaire »	53
III.3.2. La description du questionnaire	53
III.3.3.Synthèse	53
III.4.Evaluation quantitative d'éclairage naturel dans le bureau: La Simulation numérique	
III.4.1 La Simulation Numérique	54

III.4.2 Présentation de logiciel de simulation Ecotect.....	55
III.4.3. Représentation de l'espace choisi	55
III.4.4 La description de la méthode de simulation.....	55
III.5. Analyse et interprétation des résultats.....	61
III.5.1 L'analyse des résultats.....	61
III.5.2. Comparaison des niveaux d'éclairément dans l'espace avec les normes.....	63
III. 6. Optimisation du confort visuel.....	64
III.6.1 Recommandation.....	64
III.6.1 Résultat des simulations	67
Conclusion.	68
CONCLUSION GENERALE.....	69
Références bibliographiques.	
Annexe.	
ملخص.	
Résumé .	
Abstract.	

LISTE DES FIGURES :

CHAPITRE I : L'éclairage naturelle et les équipements administratifs

Figure 1-1 : Les angles de la position du soleil.....	8
Figure1- 2 : Les quatre types de ciel standard.....	8
Figure 1- 3 : Les tabatières (Skylights).....	10
Figure 1- 4 : Verrière et dôme dans un même espace.....	11
Figure 1- 5 : Composantes des sheds	12
Figure 1- 6 : Exemple des canons de lumière	12
Figure 1- 7 : Performances lumineuses du puits de jour	13
Figure 1- 8 : Dispositifs d'éclairage bilatéral et ses performances lumineuses	14
Figure1- 9 : Comportement des différents types d'ouverture en fonction du flux lumineux.....	15
Figure1- 10 : Le flux lumineux d'une source	16
Figure1- 11 : Intensité lumineuse d'une source	17
Figure 1- 12 : Eclairage d'une surface	17
Figure1- 13 : Luminance d'une surface éclairée par une source.....	17
Figure 1- 14 : Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ).....	19
Figure 1- 15 : Espaces de bureau	21
Figure 1- 16 : Archives administratif.....	21
Figure1- 17 : Secrétariat	21
Figure 1- 18 : Salle de réunion	21
Figure 1- 19 : Espace de bureau individuel	22
Figure1- 20 : Espace de bureau semi cloisonné	22
Figure1- 21 : Espace de bureau paysagé	23
Figure 1-22 : Espace de bureau type flex-office	23
Figure 1-23 : Les composantes de la lumière à l'intérieur d'un local	26

CHAPITRE II: La gestion et l'optimisé de l'éclairage et le confort visuel dans les équipements administratifs

Figure 2-1 : Lumière naturelle	27
Figure 2- 2 : Lumière du jour	28

Figure 2- 3 : Décomposition spectre.....	28
Figure2- 4 : Diagramme de kristhof.....	29
Figure 2- 5 : Elément du confort	29
Figure 2- 6 : Influence de niveau d'éclairément	30
Figure 2- 7 : Uniformité de la lumière dans l'espace	30
Figure 2- 8 : L'éclairément uniforme.....	31
Figure 2- 9 : . Eblouissement indirect	33
Figure 2- 10 : Eblouissement direct	33
Figure 2-11: Diagramme des facteurs de lumière du jour dans une salle de lecture	40
Figure 2- 12 : Les différents dimensions des ouvertures	41
Figure 2- 13 : Les différents forme des ouvertures.....	41
Figure 2- 14 : L'éclairément des chaque forme d'ouverture	42
Figure 2- 15 : Les différents positions des ouvertures et sont éclairément.....	42
Figure 2- 16 : Les différents positions des ouverture dans la pièce.....	42
Figure 2- 17 : Distribution de la lumière par un vitrage diffusant.....	43
Figure 2-18 : Salle de conférence	45
Figure 2-19 : Salle de réunion	45
Figure 2- 20 : Espace de bureau	46

CHAPITRE III: la présentation et la simulation de cas d'étude

Figure 3-1 : De gauche à droite Les zones climatiques d'hiver les zones climatiques d'été en Algérie	48
Figure 3- 2 : Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie	48
Figure 3- 3 : Fréquence des vents	49
Figure 3- 4 : Le diagramme stéréographique de la ville de Jijel.....	50
Figure 3- 5 : Situation géographique de siège de la daïra d'el-Aouana	51
Figure 3- 6 : Le plan de RDC de SIEGE	52
Figure 3- 7 : Le plan de 1er étage de SIEGE	52
Figure 3- 8 : Le plan 2em étage de SIEGE	52
Figure 3- 9 : . Bureau tutelle communal	55
Figure 3- 10 : L'importation de fichier DXF	56
Figure 3-11: La modalisation en 3d	56

Figure 3- 12 : L'importation de fichier DXF.....	57
Figure 3- 13 : Le projet dans son environnement immédiat.....	58
Figure 3- 14 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 septembre	59
Figure 3- 15 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 décembre.....	59
Figure 3- 16 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21mars.....	60
Figure 3- 17 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 juin	60
Figure 3-18 : Situation en plan des points de référence.....	61
Figure 3-19 : Rapport éclairement /position axe A, B, C	62
Figure 3- 20 : Rapport éclairement /position axe 1 .2.3.....	62
Figure 3- 21 : Données annuelle de l'éclairement diffus.....	64
Figure3-22 : Comparaison de la répartition des facteurs de lumière du jour pour trois configurations de prise de jour en façade.....	66
Figure 3-23 : Le système light shelf au niveau des ouvertures	67
Figure 3- 24 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 septembre	67
Figure 3- 25 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 décembre.....	67
Figure 3- 26 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21mars.....	68
Figure 3- 27 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 juin	68

LISTE DES PHOTOS:

CHAPITRE I : L'éclairage naturelle et les équipements administratifs

Photo 1 : Exemples d'éclairage zénithal à centre multifonctionnel de Saint-Apollinaire.....	10
Photo 2 : Pénétration approximative de la lumière naturelle.....	14
Photo 3 : De gauche à droite , source froide; source chaude (Perception d'un même local éclairé par des sources de couleurs différentes).....	19
Photo 4 : Tour Initial ,à La Défense, Paris.	20
Photo 5 : Immeuble bureaux Condorcet Marseille.....	20

CHAPITRE II: La gestion et l'optimisé de l'éclairage et le confort visuel dans les équipements administratifs

Photo 6 : Éblouissement direct.....	29
Photo 7 : Éblouissement indirect par réflex.....	29
Photo 8 : De droite à gauche; couleur chaude, couleur froide.	30

LISTE DES TABLEAUX :

CHAPITRE II : La gestion et l'optimisé de l'éclairage et le confort visuel dans les équipements administratifs

Tableau 01 : Normes pour l'éclairage des lieux de travail-éclairage intérieur- LUX n° 228 - Mai/Juin 2004.....	39
Tableau 02 : Valeurs d'éclairement minimal à respecter selon le type d'activité.....	39
Tableau 03 : Les valeurs des matériaux de transmission.....	43

CHAPITRE III : la présentation et la simulation de cas d'étude

Tableau 04 : Evaluation d'éclairement des positions A.B.C.....	63
--	----

LISTE DES ABREVIATIONS :

AFE : Association Française de l'Éclairage.

CIE : Commission Internationale de l'Éclairage.

CTP : Commission technique permanente.

Art. R. 232-7 : Le code de travail 232-7.

NF : Norme Française.

MIN : Minimum.

Max : Maximum.

FLJ: le facteur de lumière du jour.

INTRODUCTION
GENERALE

INTRODUCTION GENERALE :

Introduction :

"La lumière du jour est une chose très complexe qui affecte notre façon de voir et influence aussi nos processus biochimiques de façon à modifier notre vigilance"¹

Dans l'histoire chaque époque architectural eu sa conception de la lumière et sa mise en œuvre architectonique, l'ambiance lumineuse peut être sévère et mystique comme à l'époque Romane, puis claire et rationnelle comme à la renaissance au cour des siècles. Les ambiances lumineuses et leur signification culturelle alternent régulièrement entre raison et émotion. ²

Le Corbusier ,Luis I, Louis Barragàn sont des architectes faisaient différents dispositifs de lumière du jour. Dans votre conception architectural, cet élément d'architecture(la lumière) peut influencer la nature de projet, changer la perception du mur, de la couleur, de l'ouverture, de la structure.....

Dans les principes du mouvement moderne, l'ouverture de l'édifice vers les sources de lumière est explicitement mentionnée; notamment le Corbusier attribuant à la lumière un rôle prépondérant utilisait dans sa conception des dispositifs très particuliers qu'il appelait les "canons à lumière" placés sur les toits terrasses, signes distinctifs de son écriture architecturale .Ces architectes accordaient une grande importance des espaces à l'air et à la lumière.

La première source de la lumière naturelle est le soleil .Elle est l'un des élément les plus importants dans l'architecture et elle est préférée à l'éclairage artificiel pour sa variabilité et ses nuances .

La lumière naturelle est un élément nécessaire à la vision et fondamentale pour apprécier la forme ,la couleur et l'ambiance de l'environnement qui nous entoure dans notre vie quotidienne et nous permet d'exercer nos travaux dans les situation de confort visuel. L'éclairage des lieu de travail conditionne la bonne réalisation des taches et la sécurité des personnes. le travailleur doit voir sur son plan de travail, sa tache visuelle éclairée de façon

¹ GROUPE HESCHONG MAHON.Daylighting in schools:An investingation into the relationship between daylighting andhuman performance.Ed.Pacific gas and electric company,USA?Juin 1999,p64.

² DOCHKA SIRA KORA."la lumière comme élément de l'architecture".mémoire de mastre1 .ECOLE D'ARCHITECTURE DE GRENOBEL.

Introduction Générale

nette, homogène et avec des couleurs non dénaturées; donc l'environnement **visuel** nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable .

Donc; il faut assurer aux individus des conditions optimales dans un environnement confortable, favorisé notamment par un bon éclairage, car plusieurs recherches dans ces dernières années ont montré l'importance de la lumière naturelle dans l'équipement administratif exactement, dans les bureaux, et ses effets sur la santé des occupants et leur rendement .

Problématique :

"Aucun espace n'est véritablement un espace architectural à moins de recevoir la lumière naturelle"³.

La lumière naturelle est le mode d'éclairage le plus agréable ,le plus performant et le plus économique pour qu'on puisse s'en préserver lorsque c'est nécessaire. L'éclairage naturel dynamise les pièces par ses variations d'intensité et de couleurs. Hélas ce mode d'éclairage est trop souvent rejeté vu le caractère intempestif et capricieux de ces changements, elle peut cependant jouer un rôle particulier dans la conception, l'expression et la perception architecturale.

D'autre part, une lumière confortable, non éblouissante ; offre au contraire des conditions de perception optimales et un confort pour l'œil humain elle permet de recourir à des éclairages plus faibles et de créer des contrastes subtils.

La lumière du jour restant sans égal, il est important de choisir la configuration de pièces ;l'emplacement et les dimensions des ouvertures de sorte que l'éclairage électrique ne soit utilisé qu'en appoint de l'éclairage naturel. Elle permet d'assurer le confort visuel et de réaliser une ambiance lumineuse agréable.

³ Kahn Louis, in la construction poétique de l'espace, Rivlata Luca, Electa Moniteur, 2003,p2015.

Introduction Générale

Aujourd'hui; la maîtrise de l'éclairage naturel dans les équipements administratifs(espace de bureau) est primordial dès la conception pour garantir un éclairage suffisant; de nombreuses activités utilisent dans ces équipements est par écrans de visualisation ,il en est ainsi principalement des activités de bureau pour lesquelles le travail sur écran est souvent intensif puisque celles-ci ont été pour une grande partie informatisées, le travail sur écran de visualisation est une tâche spécifique qui sollicite la vision différemment d'une tâche traditionnelle.

Le travail sur écran est une tâche visuelle qui diffère relativement beaucoup d'une tâche traditionnelle comme l'écriture sur papier; ses spécificités la rendent très contraignante pour l'environnement et contribue à augmenter le facteur de charge visuelle; il va donc falloir étudier le problème posé par les écrans.

Aussi; l'utilisation de la lumière naturelle dans les espaces de bureaux pourrait créer un risque d'éblouissement qui conduits à la fatigue visuelle et gêne les utilisateurs de l'espace et par conséquent; réduit aussi la productivité et le bien être ; il est important de s'interroger sur la manière qui permet d'optimiser un éclairage confortable dans l'espace de travail bureau de manière à conjuguer une meilleure qualité de confort visuel qui s'adapte à la sensibilité de l'œil humain.

Donc nous voyons que la qualité de l'éclairage va intervenir dans la performance de l'utilisateur et peut lui faciliter grandement la tâche, c'est-à-dire de permettre une efficacité maximale tout en préservant le meilleur confort visuel possible .

Questionnement :

Alors et afin de répondre aux besoins éventuels d'un concepteur cherchant des informations sur des ambiances lumineuses, à cet effet; plusieurs question se posent:

1-comment les immeubles de bureaux s'y adaptent-ils; et qu'elle sont les solutions à adopter en matière d'éclairage naturel pour assurer le confort visuel optimale dans les espaces de bureau ?.

2-Comment on peut optimiser l'éclairage naturel pour avoir une meilleure qualité de confort visuel dans un bureau pour faire une conception architectural optimale ?

Hypothèse de la recherche :

Afin de faire cette étude et répondre à cette problématique nous avons supposés une série d' hypothèses qui vont nous aider à mieux cerner le champ de notre problématique, ces hypothèses sont constituées d'une hypothèses principale qui est :

-Pour l'obtention d'un confort visuel optimal dans un bureau, il est impératif de mettre en la relation l'espace de travail et la lumière naturelle pour une meilleure ambiance intérieure; à travers les différent facteurs architecturaux dans cet espace à savoir l'orientation du mur de façade, les dimensions des ouvertures, la forme et la position de ses dernières, et les solutions architecturales et technologiques à envisager.

La motivation du choix du thème:

On a choisit de travailler sur la lumière naturelle et le confort visuel dans les espaces de bureaux pour plusieurs raisons:

- l'importance de cette source pour concevoir une architecture plus responsable avec l'environnement ;mais Cette étude se centre essentiellement sur l'activité de l' usager et l'importance de la lumière naturelle pour la bonne réalisation .
- Les lieu de travaille sont des lieux d'accumulation du savoir des ouvertures sur le mode des lieu de vie de sociabilité et d'échange entre utilisateurs ,ainsi que l'image de l'évolution de notre siècle, donc il faut l'intérêt des organisations pour le bien-être de leurs solarisés a pris forme sur le nom de qualité de vie au travail.

Objectif général de la recherche :

L'objectif de cette étude est de faire une évaluation quantitativement et qualitative de la performance lumineuses dans les espaces de bureau ;et d'optimiser l'effet de la lumière sur la bas de définir la relation entre la lumière et l'espace architecturale, pour l'obtention

Introduction Générale

d'une ambiance et un confort visuel optimal ;et à partir de cette évaluation nous formulons des proposition concrétés pour les infrastructure des espaces du bureaux.

Démarche méthodologique :

Pour effectuer ce travail de recherche nous avons fait recours en deux parties complémentaires :

-le première partie une approche théorique : une phase exploratoire pluridisciplinaire basée sur une recherche bibliographique des livre ; des travaux des recherche et les document existants pour la compréhension du thème qui s'intéresse à expliquer les notion fondamentaux de cette recherche.

-Et la deuxième une approche expérimental qui s'effectue essentiellement à travers une étude des résultats obtenus par la simulation en ECOTECT ANALYSIS 2011 dans un bureaux; cette étape et développée en 02 étape :

1-Etape d'enquête: dans cette étape on a cherché à compléter les observations réalisées avec les opinions et les points de vue des usagers

2-Analyse cas d'étude : -faire une présentation de cas d'étude.

-choix d'un endroit pour la simulation .

-faire la simulation dons chaque période proposé.

-faire une analyse et interprétation des résultats(détermination de niveau d'éclairément).

Donc , la première chose à faire est de déterminer les zones d'implantation sensible des lumineuses d'après la position des postes de travail ; la zone sensible dans la quelle tout luminaire d'être perçu par réflexion sur les écorons et la table de travail (espace de bureau) , ensuite; nous allons faire une simulation en ECOTECT pour déterminé les recommandation à suivre dans cette espace .

Structure du Mémoire :

Introduction Générale

Le traitement de notre mémoire de fin d'étude s'appuie sur un plan de travail qui s'articule en deux parties : la première partie articule autour de deux Chapitres et la deuxième partie est constituée de un saule chapitre précédés par une introduction générale et terminées par une conclusion générale.

une introduction générale

Ce mémoire commence par le chapitre introductif qui se compose par une introduction générale sur le sujet, problématique, hypothèses de travail, méthodologie de recherche et la structure de mémoire.

L'aspect théorique de cette recherche traitera les différents points et concepts relatifs à l'éclairage naturel. Cette partie se composera de trois chapitres :

Le premier chapitre : Tous qui concerne l'éclairage naturelle et les défèrent composant de la lumière type, source..

Le deuxième chapitre : Traitera la question de comment gérer la lumière et le confort visuel dans les équipements administratifs, dans ce chapitre on essaye d'étudier comment maitriser la lumière pour un confort visuel optimal et définir la lumière et le confort visuel comme élément donne les espaces du bureaux et leur fonction et englobera les différentes connaissances de base et les notions fondamentales sur le confort visuel les composant ,paramètre ,les critères, les règlement, et un partie sur l'optimisation (définition; objectif, technique...) .

L'aspect pratique constituée un seul chapitre :

Le quatrième chapitre : Ce chapitre consiste à présenter l'outil de travail et la méthode et protocole de simulation sur le cas d'étude choisir à fin de faire une analyse des résultat de l'étude de simulation et une comparaison du niveaux d'éclairément dans l'espace du bureau avec les normes présentées au fil du travail.

conclusion général:

Récapitule le mémoire, ces objectifs et compare les hypothèses avec les résultats appréhendés par la recherches sur l'optimisation du confort visuel dans les équipement administratifs. On conclut avec des recommandations afin d'atteindre les objectifs cités.

PARTIE I:

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I :

L'ECLAIRAGE NATURELLE ET
LES EQUIPEMENTS
ADMINISTRATIFS

INTRODUCTION

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans l'architecture. La valorisation de l'éclairage naturel dans les bâtiments répond à un double objectif : le premier est la recherche du confort visuel et de l'ambiance lumineuse car la lumière du jour est la plus adaptée à la physiologie de l'homme; donc nécessaire à la vision et fondamentale pour apprécier la forme, la couleur et l'ambiance de l'environnement qui nous entoure dans notre vie quotidienne et nous permet d'exercer nos travaux dans des situations de confort visuel.

L'éclairage des lieux de travail est un facteur environnemental essentiel pour assurer au personnel des conditions de travail adaptées au travail qu'il a à effectuer. Il doit faciliter l'exécution d'une tâche, assurer le bien-être et permettre de déceler les risques perceptibles à la vue.

A travers ce chapitre, nous essaierons de définir les notions de la lumière naturelle, de décrire son origine et ses bienfaits et ses grandeurs ainsi que les outils qui permettent de l'évaluer, de comprendre ces phénomènes; on va aborder par la présentation de plusieurs façons de profiter de la lumière dans un équipement administratif pour assurer le meilleur confort visuel.

I.1. L'éclairage naturel:

D'une sorte générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir »; Si le soleil est la source principale de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes.¹

I.2. Sources de l'éclairage naturel:

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

¹**BENDEKKICHE Selma.** « Optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse ». Mémoire de magistère. Architecture, forme, ambiances et développement durable. Université Mohamed Khider – Biskra.

I.2.1 Les sources diurnes directes:

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

I.2.1.1. Le soleil:

Le Soleil est une source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct appelé « lumière solaire ». Quant à cette dernière, elle est définie par J. BELL et W. BURT comme étant « la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre sous forme de rayons parallèles et qui résulte d'une atténuation sélective par l'atmosphère »²

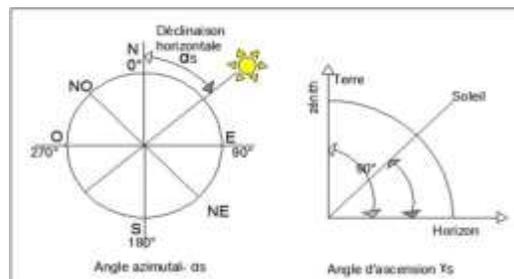


Figure 1-1 : les angles de la position du soleil.

Source : André De Herde, 2004

I.2.1.2. Le ciel:

Selon J. BELL et W. BURT: « la lumière du ciel est la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre et qui résulte de la diffusion par l'atmosphère »³.

La lumière émise par le soleil est à la fois filtrée et diffusée par les molécules de l'atmosphère, aussi la voûte céleste est-elle lumineuse le jour, et les répartitions spectrales de la lumière reçue du Soleil et de la lumière diffusée par le ciel sont-elles différentes il y'a quatre types de ciel: le ciel uniforme, le ciel clair ou serein normalisé C.I.E, le ciel couvert normalisé C.I.E, Ciel couvert Moon & Spencer.



Figure 1-2 : Les quatre types de ciel standard

Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011

² BELL. J & BURT. W in ROUAG, Djamilia. Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Thèse de Doctorat. Constantine : Université Mentouri, Avril 2001, p 143.

³ Ibid.

les plus utilisés sont des ciels couverts. On peut évoquer deux raisons à cela, d'abord parce qu'ils représentent les conditions d'éclairement les plus défavorables, et ensuite parce qu'ils permettent des calculs plus simples que ceux qui sont nécessaires pour le ciel clair du fait des problèmes liés au positionnement variable du soleil. Voici les principaux types de modèles adoptés pour les calculs en éclairage naturel⁴.

I.2.2. Les sources diurnes indirectes:

Les corps environnants ne sont perceptibles par l'œil et n'émettent en gamme du visible que s'ils sont portés à une température élevée, ou bien s'ils réfléchissent, diffractent ou bien diffusent les rayonnements visibles qui les éclairent. Tous les corps opaques excepté les corps noirs, interceptent le rayonnement solaire et le réfléchissent mais la quantité de la lumière réfléchie, dépend du facteur de réflexion de la surface, c'est-à-dire de son albédo. Quant à la couleur de la lumière réémise, elle correspond à la couleur de l'objet (si l'objet est éclairé en lumière blanche).

I.3.Type d'éclairage naturel:

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes, ils ont en revanche des avantages et des inconvénients différents, pour cela chaque type est plus efficace dans certains espaces que dans d'autres.

I.3.1. Eclairage zénithal:

D'après C. TERRIER et B. VANDEVYVER⁵, le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50 mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.

⁴ **BOUVIER** François, "Séminaire et Atelier Tony Garnier" Techniques de l'Ingénieur, p6

⁵ **TERRIER**. Christian et **VANDEVYVER**. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris : ED 82, *Travail et Sécurité*, (Mai 1999), p1 [En ligne] www.inrs.fr (Page consultée le 21 septembre 2004)



Photo 1: Exemples d'éclairage zénithal à centre multifonctionnel de Saint-Apollinaire
Source : LIPINSKI, Marc. Avril 2014

I.3.1.1. Dispositifs d'éclairage zénithal direct:

a- Les tabatières (ou skylights):

Selon J.J. Delétré, la tabatière constitue le système d'éclairage naturel direct le plus performant : elle procure de 3 à 5 fois plus de lumière à surface équivalente qu'un vitrage vertical car, 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 uniforme⁶.



Figure 1-3: Les tabatières (Skylights)
Source : Bénédicte Collard, 2011

b- 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.

⁶ DELETRE, J.J, (2003) “ Mémento de prises de jour et protections solaires”. Ecoled' Architecture de Grenoble, p 2.

Cependant, ils n'évitent pas la pénétration solaire et, en conséquence, l'éblouissement. Pour empêcher l'éblouissement des occupants, les dômes ne doivent pas être dans un angle de 30° au-dessus de l'horizontale⁷.

c- Les verrières:

L'architecture moderne utilise abondamment les verrières, notamment pour les halls d'accueil et les grandes surfaces. Elles peuvent être horizontales ou inclinées. Elles sont recommandées particulièrement dans le cas de présence d'obstacles extérieurs élevés qui gêneraient éventuellement l'éclairage naturel intérieur.

Ces trois dispositifs d'éclairage zénithal direct (tabatières, dômes et verrières), performant du point de vue éclairage, présentent de nombreux inconvénients, notamment un apport solaire important lié à la surface du vitrage, des problèmes d'étanchéité et une difficulté de nettoyage et d'entretien (extérieur et intérieur) qui pourrait réduire leur efficacité, surtout pour les surfaces horizontales (dépôt de poussière)⁸.

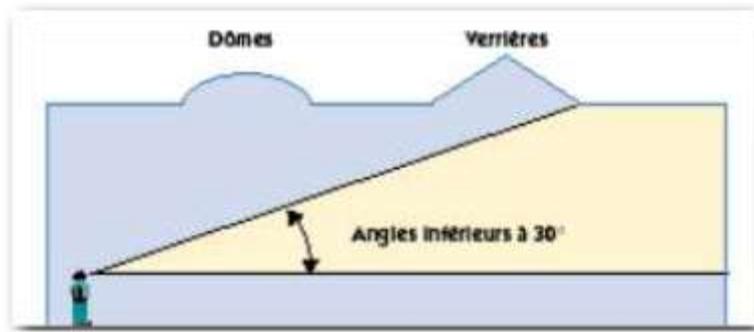


Figure1- 4: verrière et dôme dans un même espace
Source : C. TERRIER et B. VANDEVYVER, 1999.

I.3.1.2. Systèmes d'éclairage zénithal indirect:

a- Toitures en dents de scie (ou sheds):

Les sheds sont constitués d'une surface transparente ou translucide appelée « ouverture » qui collecte la lumière naturelle pour la faire pénétrer à l'intérieur d'un local, et d'une surface opaque inclinée appelée « rampant » faisant face au rayonnement lumineux et qui a pour rôle de distribuer la lumière du jour à l'intérieur du local. L'inconvénient majeur

⁷TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard, op.cit, p.3

⁸Ibid.

des sheds consiste à une « directivité » prononcée de la lumière du jour (c'est-à-dire que les rayons lumineux se propagent dans une seule direction déterminée par la forme du shed).

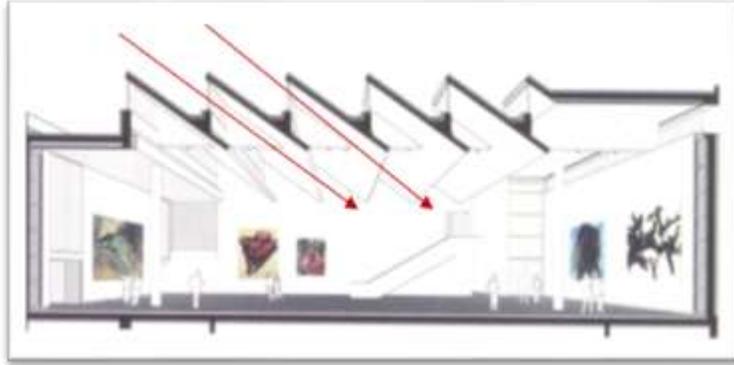


Figure 1-5: Composantes des sheds.
Source : Bénédicte Collard, 2011)

b- Lanterneaux:

Un lanterneau est un ouvrage permettant d'éclairer une pièce sombre pour y faire entrer un maximum de lumière naturelle. Installé en toiture, on dit qu'il procure un éclairage zénithal. Les lanterneaux peuvent se présenter sous différentes formes tels que: le lanterneau symétrique vertical, le lanterneau asymétrique, le lanterneau symétrique incliné⁹...etc.

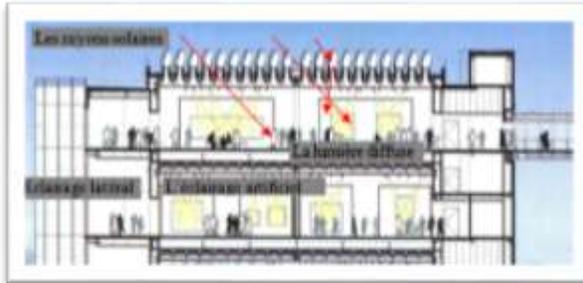


Figure -1-6: Exemple des canons de lumière .
Source : Bénédicte Collard, 2011

c- 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

⁹ BELAKEHAL. A et TABET AOUL .K., (Juin 2003), «L'éclairage naturel dans le bâtiment, référence aux milieux arides à climat chaud et sec ».Courrier du Savoir, n°04, Biskra: Université Mohamed Khider p.5.

dispositifs est complexe 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).



Figure-1-7: Performances lumineuses du puits de jour.
Source : *Bénédicte Collard, 2011*

I.3.2. Éclairage latéral:

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé, selon C. TERRIER et B. VANDEVYVER¹⁰, aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2,50 mètres à 3 mètres. Ce système optique est d'après J.J. DELETRE¹¹, l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour, en particulier dans les cas où il y a un masque extérieur. C'est pourtant l'un des plus utilisés, notamment dans les constructions scolaires, pour des raisons pratiques mais aussi parce qu'il permet la vue vers l'extérieur.

I.3.2.1. Types d'éclairage latéral:

a- Eclairage unilatéral :

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type de système d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes.

¹⁰ **TERRIER**, Christian et **VANDEVYVER**, Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris : ED 82, Travail et Sécurité, (Mai 1999), p1 [En ligne] www.inrs.fr (Page consultée le 21 septembre 2004)

¹¹ **DELETRE**, J.J. Mémento de prises de jour et protections solaires. Grenoble: Ecole d'Architecture de Grenoble, 2003, p 2.



Photo 2: Pénétration approximative de la lumière naturelle.

Source: K. ROBERTSON, 2003. ROBERTSON, **Keith**. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments

b-Eclairage bilatéral:

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

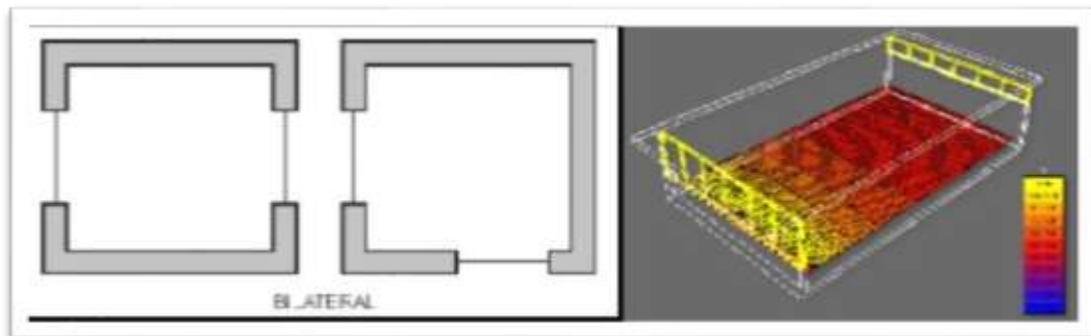


Figure-1-8: Dispositifs d'éclairage bilatéral et ses performances lumineuses.

Source: I. PASINI, 2002.

c-Eclairage multilatéral:

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment:

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

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

Pour le cas d'un éclairage latéral, la surface du vitrage 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.

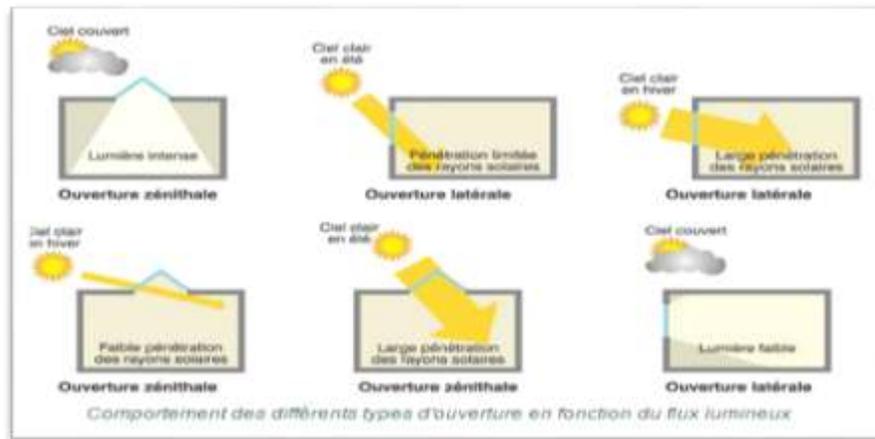


Figure -1-9: comportement des différents types d'ouverture en fonction du flux lumineux
 Source :GuidEnR HQE _ Confort visuel dans un bâtiment _ Trop peu de lumière

I.3.2.3. Paramètres influençant l'éclairage latéral:

Plusieurs paramètres influencent l'éclairage naturel latéral, à savoir : la forme des ouvertures, leur position, la surface vitrée (taille) ainsi que les obstructions extérieures.

a-Position des ouvertures latérales	b-Surface des ouvertures latérales	c-Forme des ouvertures latérales
Selon l'étude de CADIERGUES, une	Selon la même étude, l'efficacité lumineuse d'une	La performance de n'importe quelle forme

ouverture horizontale (ou carrée) placée le plus haut possible apporte plus de lumière du jour qu'une fenêtre de même forme placée au niveau du plan utile ¹² .	ouverture latérale est proportionnelle à sa surface. Ainsi, en doublant la surface de la baie horizontale haute, on double pratiquement le facteur de lumière du jour : le gain est d'environ 67% ¹³ .	d'ouverture latérale dépend essentiellement de sa position dans le mur de fenestration.
--	---	---

Tableau 1 :Les paramètres influençant l'éclairage latéral
Source : auteur

I.4.Définition des grandeurs photométriques de l'éclairage naturel:

Grandeur	Unité	Sens physique	
<u>I.4.1.flux lumineuse:</u>	lumen (lm)	Le flux lumineux est la puissance lumineuse émise par une source dans toutes les directions.	 <p>Figure -1-10: Le flux lumineux d'une source Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011)</p>
<u>I.4.2.L'intensité lumineuse I:</u>	candela (cd)	L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par une source lumineuse ponctuelle dans une direction donnée.	 <p>Figure-1-11: Intensité lumineuse d'une source Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011</p>

¹² VANDENPLAS.A,(1964), « Comité National Belge de l'Eclairage- Commission de l'Eclairage Naturel »,L'éclairage naturel et ses applications, Bruxelles, p122.

¹³ROBERTSON, Keith, (2003), « Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments », Ontario:SCHL-CMHC, p 123.

<p><u>I.4.3.L'éclairage</u> <u>E:</u></p>	lux (lx)	L'éclairage correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface éclairée.	 <p>Figure-1-12: Eclairage d'une surface Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011</p>
<p><u>I.4.4. L'efficacité lumineuse η:</u></p>	(lm/W)	Ou rendement lumineux d'une source est le quotient de son flux lumineux Φ par sa puissance ¹⁴ .	$\eta = \Phi/P$ <p>La puissance P d'une source de lumière naturelle correspond à son flux énergétique.</p>
<p><u>I.4.5.La luminance</u> <u>L:</u></p>	candela par mètre carré. (cd/m ²)	La luminance est l'intensité lumineuse d'une source dans une direction donnée, divisée par l'aire apparente de cette source dans la même direction. La luminance est la seule grandeur photométrique appréciable par le système visuel.	 <p>Figure-1-13: Luminance d'une surface éclairée par une source Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011</p>

Tableau 2 : Les grandeurs photométriques de l'éclairage naturel
Source : auteur

¹⁴ ALIN Liébard, ANDRE de herde . "Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques ," Ecole d'architecture de Grenoble.

I.4.6. Le spectre visible:

La lumière n'est pas seulement un vecteur énergétique, mais elle est également colorée en fonction des longueurs d'onde qu'elle comporte dans le domaine visible.

En effet, à chaque longueur d'onde du spectre visible correspond une couleur différente. La lumière solaire qui contient toutes les longueurs d'onde du domaine visible et dont la répartition spectrale du rayonnement correspond à celle du corps noir sert de référence est souvent appelée lumière blanche.

En éclairage, pour prendre en compte l'efficacité de l'œil à interpréter l'excitation due au spectre visible, on définit des grandeurs spécifiques, les grandeurs lumineuses. De plus, on caractérise les sources vis à vis de la sensation lumineuse qu'elles procurent¹⁵.

I.4.7. L'indice de rendu des couleurs (IRC):

L'indice de rendu des couleurs (IRC) permet de caractériser la capacité d'une lumière à restituer fidèlement la couleur des objets qu'elle éclaire.

L'IRC est un chiffre compris entre 1 et 100 qui traduit le degré de concordance entre l'aspect coloré d'un objet éclairé par une source donnée et l'aspect coloré de ce même objet éclairé par une source de référence de même température de couleur.

L'indication de l'IRC d'une source doit toujours être accompagnée de la température de couleur.

I.4.8. Température de couleur (TC):

La température de couleur d'une source de lumière est la température à laquelle il faut porter un élément incandescent de référence pour qu'il émette une lumière de même teinte dominante que celle de la source considérée avec une unité Kelvin (K)

¹⁵ Ibid.



Photo 3: de gauche à droite , source froide;source chaude (Perception d'un même local éclairé par des sources de couleurs différentes).

Source: Guide pratique et technique de l'éclairage résidentiel

I.4.9. Le facteur de lumière du jour FLJ:

Le facteur de lumière du jour est défini par le rapport entre l'éclairement horizontal intérieur au niveau du plan de travail et l'éclairement sur un plan horizontal extérieur simultané sous un ciel couvert de distribution standard, unité FLJ = $E_{\text{intérieur}} / E_{\text{extérieur}}$ (%).

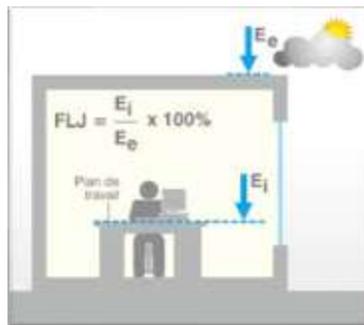


Figure-1-14: Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ)

Source: La lumière naturelle dans l'espace architectural.

I.5. L'éclairage naturelle dans les équipements administratifs :

I.5.1. Définition d'un équipements administratifs :

est un bâtiment servant essentiellement à héberger des utilisateurs et des usagers de bureaux quoiqu'il puisse aussi inclure des espaces commerciaux accessoires, des locaux de stockage et très souvent des espaces de stationnement. Donc c'est un établissement qui assure au public des services administratifs, commerciaux, ...etc.

I.5.2.classification des équipement administratifs :

1/Immeuble administratifs en tour:

Depuis la fin du XIXe siècle, les immeubles administratifs ont été le type de construction qui a le plus poussé vers l'augmentation de la hauteur des immeubles. L'invention de l'ascenseur au milieu de ce siècle (d'abord hydraulique puis électrique vers 1880) a lancé la course à la hauteur des immeubles de bureaux. Ces derniers ont été le type de construction qui a le plus poussé vers l'augmentation de la hauteur des immeubles donc la constitution de tours administratifs ¹⁶, dans ce type d'immeuble l'utilisation des ouvertures vertical sur une même façade(éclairage unilatéral.



Photo 4: Tour Initial ,à La Défense, Paris.
Source : BENDEKKICHE Selma, 2017

2/Immeuble administratifs en barre:

C'est des immeuble caractérisé par :

*la largeur est plus importante que la longueur
(architecture horizontale)

*Les espaces sont organisés selon un axe.

*la disponibilité du foncier (terrain moins chère).

*des ouverture vertical sur deux mur d'un même local (éclairage bilatéral)



Photo 5: Immeuble bureaux Condorcet Marseille.
Source : BENDEKKICHE Selma, 2017

3/Immeuble administratifs pavillonnaire

Chaque pavillon a sa propre fonction et organisation avec un éclairage zénithal et l'utilisation des ouverture verticales ,Ce type des immeubles est rarement utilisé.

I.5.3.Organisation de l'espace administratif en secteurs:

¹⁶ **Khérat** Nassima.2005,"centre d'affaires el-hamma Alger ",mémoire de fin d'études option grands équipements. Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme.

Secteur	Définition	
1.Secteur bureaux :	cellules de bureau de 1 à 3 personnes. Bureaux collectifs jusqu'à 20 personnes avec postes de travail pour débutants-Très grands bureaux jusqu'à 200 personnes sur un niveau. Bureaux mixtes avec postes de travail individuels et secteurs collectifs. Toutes salles multifonctionnelles pour travail individuel et en équipe, plus secrétariat.	 <p>Figure-1-15: Espaces de bureau Source: sigrid Reiter et al 2008</p>
2.Secteur archives :	stockage dossiers, mémoire électronique, appareils de classement, reprographie, lecture, correction de saisie et sortie, destruction, dessins, transport des dossiers mécanisés ou à la main	 <p>Figure-1-16: Archives administratif Source: sigrid Reiter et al 2008</p>
3. Services secrétariat:	centraux photocalque, labo photo.	 <p>Figure-1-17: Secrétariat Source: sigrid Reiter et al 2008</p>
4. Secteur représentatif,	bureau de direction avec vestiaires, salles d'exposition, salles de conférence, salles de réunion.	 <p>Figure-1-18: salle de réunion Source: sigrid Reiter et al 2008</p>
5. Services pour le personnel : vestiaires ,cuisines d'étage , salles de repos, salles de détente		
6. Surfaces de circulation : couloirs, élargissements des couloirs, escaliers ascenseurs,		

accès intérieurs et extérieurs.

Tableau 3 : Organisation de l'espace administratif en secteurs
Source : auteur

I.5.4. La typologie des espaces bureaux :

L'espace dans un immeuble administratifs est organisé de différentes façons suivant

	Définition	Type d'éclairage
1/ Les bureaux cloisonnés (fragmentation de l'espace):	<p>ce modèle de bureaux est délimité par des murs (cloisons fixes) et une porte desservi par des longs couloirs, cette disposition assure l'isolation acoustique, préserve l'intimité visuelle et le territoire individuel; elle offre un cadre idéal pour des travaux de réflexion et de concentration.</p>	<p>-éclairage unilatéral avec un niveaux d'éclairement 300 Lx.</p>  <p>Figure-1-19: espace de bureau individuel Source: <i>DHOUIBI, Iheb, 2016</i></p>
2/ Les bureaux semi cloisonnés	<p>*Le minimum de bien être et le respect de l'identité des employés c'est traduit par un mode d'aménagement ayant les mêmes avantages des types classiques de bureaux tout en éliminant leurs inconvénients</p> <p>*La séparation se fait par:</p> <ul style="list-style-type: none"> -des cloisons nettes fines et légères: elles sont mobiles et utilisées comme rangement . -des cloisons qui sont devenues des compléments des tables de travail, en y intégrant le circuit électrique *la demi-cloison permet une certaine intimité visuelle, mais offre peu d'isolation sonore et de sécurité. 	<p>-éclairage zénithal ou bilatéral avec un niveaux d'éclairement 500 Lx.</p>  <p>Figure-1-20: Espace de bureau semi cloisonné Source: <i>DHOUIBI, Iheb, 2016</i></p>

<p>3/Bureaux paysagés(répartition optimisée)</p>	<p>l'immeuble de bureaux paysagers se présentait sous forme d'une barre verticale ou horizontale aux façades de verre et d'acier.ils sont construits autour d'un noyau qui regroupe toutes les circulations et laisse libre un large espace vide de toute cloisons. Ce système vise a optimiser la communication et les structures de groupes .</p> <p>*Les bureaux à aire ouverte regroupent plusieurs travailleurs dans le même espace et des études ont montré qu'il favorisent la productivité à court terme</p>	<p>-éclairage unilatéral avec un niveaux d'éclairément 300 Lx.</p>  <p>Figure-1-21: Espace de bureau paysagé Source: <i>DHOUIBI, Iheb, 2016)</i></p>
<p>4/Combi office:</p>	<p>Ce mode d'aménagement apparu en premier lieu dans les pays Scandinavie, fait partie d'un ensemble d'espaces favorisant toujours le travail en groupe et la communication, composé;</p> <p>*d'une salle de réunion ,lieu de détente, lieu de documentation et de classement.</p> <p>Il consiste à mettre à la disposition de chaque employés un espace fermé cloisonné, idéal pour s'isolé et travailler dans le calme .</p> <p>*cette formule associe donc à la fois; des espaces sociopathes (qui favorisent la communication) et des espaces solifuges (qui favorisent l'isolement).</p>	<p>-éclairage zénithal ou multi-latérale avec un niveaux d'éclairément 500 Lx.</p>  <p>Figure-1-22: Espace de bureau type flex-office Source: <i>DHOUIBI, Iheb, 2016)</i></p>

Tableau 3 : La typologie des espaces bureaux
Source : auteur

I.5.5.L'intégration de l'éclairage dans un équipement administratif:

Une lumière de qualité est un facteur essentiel à la bien adaptation dans notre équipement. Ce besoin se traduit en particulier, par une bonne exposition à la lumière naturelle de nos espaces et aussi l'utilisation des nouvelles techniques pour introduire la lumière.; les caractéristique essentielles de ces immeubles consistent d'un part à assurer au personnel d'excellentes conditions d'éclairage dénature à ne pas entrainer une fatigue excessive de la vue pour créer une ambiance agréable .

Balzac (1838, 1841) évoque l'ennui, le besoin de s'occuper pour combler le temps. Il dresse un tableau pessimiste des conditions d'hygiène (lumière, poussière.) ; ce constat explique, pour lui, le besoin qu'éprouvent les employés de ne jamais s'attarder et de quitter leur bureau au plus vite. Ce lieu a toujours évoqué et continue à évoquer l'idée de monotonie, de tristesse, de travail ordinaire et routinier, de paperasserie et d'encombrement mais aussi de stress, de contrainte horaire, de poids de la hiérarchie. Soulignant leur aspect « anonyme », Georges Perec décrivait ces espaces de travail comme des « *lieux vagues encombrés de dossiers mal ficelés, de tampons, d'attaches trombones, de crayons suçotés, de gommes qui n'effacent plus, d'enveloppes jaunasses. où les employés généralement revêches vous renvoient « de bureau en bureau » en vous faisant remplir des formulaires, signer des registres et attendre votre tour* »¹⁷.

I.6. Fonctions de la l'éclairage dans les équipements administratifs:

I.6.1. Contribution à l'ambiance du lieu:

La lumière contribue à « la fabrication de l'espace ». Elle lui délivre son ambiance. « à l'intérieur du bâtiment, ce qu'il y a de merveilleux, ce sont les atmosphères que la lumière confère à l'espace ».¹⁸

I.6.2. Facilitation de la lecture :

Le travail sur table se fait sur des surfaces lisses. Les forts contrastes entre deux plans rapprochés provoquent une fatigue visuelle. Il faut toujours chercher à produire des contrastes gradués sur les plans de lecture, les tables ou les écrans. L'éclairage individuel sur table ne contredit pas un bon éclairage d'ambiance par des plafonniers ou des appliques murales avec réglage de l'intensité.

¹⁷ Monjaret Anne (2002)" Les bureaux ne sont pas seulement des espaces de travail " .

¹⁸ Bulletin des bibliothèque de France www.bbf.enssib.fr

I.6.3. Sécurité et sûreté:

La lumière permet, d'une part, de voir, afin de prévenir les accidents et les chutes. Elle permet aussi, d'autre part, d'être vu. La lumière peut jouer un rôle dans la prévention des vols et des agressions. Comme la Banque de Hong Kong et de Shanghai en Chine , une lumière vive sert de force dissuasive dans des endroits ¹⁹.

En retrait guère surveillés. A l'opposé, l'absence de lumière permanente garantit la conservation des documents en magasins, d'où la nécessité de disposer de systèmes alternatifs contrôlés qui permettent la circulation et le repérage des personnes en magasin sans compromettre les bonnes conditions de conservation à long terme.

I.7. Les composantes de l'éclairage à l'intérieur d'un local (bureau) :

La lumière naturelle perçue à l'intérieur d'un bureau est la résultante de trois composantes : la lumière directe due au ciel et au soleil, la partie de la lumière réfléchi sur les surfaces extérieures et celle provenant des inter-réflexions dans le local. La quantité de la lumière est réduite en fonction du facteur de réflexion des surfaces rencontrées.

I.7.1. La lumière directe:

La lumière directe est celle provenant directement de la source, soleil et voûte céleste, et ne rencontrant aucun obstacle jusqu'à sa pénétration à l'intérieur du bureau .

La quantité de lumière directe pénétrant dans le bureau dépend non seulement des paramètres propres au climat et à l'ouverture elle-même, mais aussi au nombre, la taille et la position des obstructions extérieures. Plus celles-ci seront hautes, larges et rapprochées et moins de lumière directe pénétrera dans le bureau²⁰.

I.7.2. La lumière réfléchi Externe:

Contrairement à la lumière directe la lumière réfléchi ne provient pas directement de la source lumineuse, elle est d'abord déviée de sa trajectoire par des obstacles extérieurs avant d'arriver dans le bureau .

¹⁹ Ibid.

²⁰ **Gustave Nicolas Fischer, Jacqueline C. Vischer**,(1997), « L'évaluation des environnements de travail : la méthode diagnostique » ; De Boeck Supérieur, Presse de l'Université de Montréal, p260.

La quantité de lumière réfléchiée par les surfaces extérieures dépend des caractéristiques géométriques ainsi que de la position de ces surfaces, mais aussi du facteur de réflexion de celles-ci. Par exemple certains bâtiments fortement vitrés peuvent eux même devenir des sources d'éclairage et peuvent induire des problèmes d'éblouissement importants²¹.

I.7.3. La lumière réfléchiée Interne:

La quantité de lumière réfléchiée à l'intérieur d'un local dépend elle aussi du coefficient de réflexion de ces parois. La sensation visuelle ressentie dans un local est différente selon le degré de clarté de ces parois, ainsi un bureau aux parois sombres donnera une impression de fermeture et son volume paraîtra plus petit qu'un local aux parois claires²².

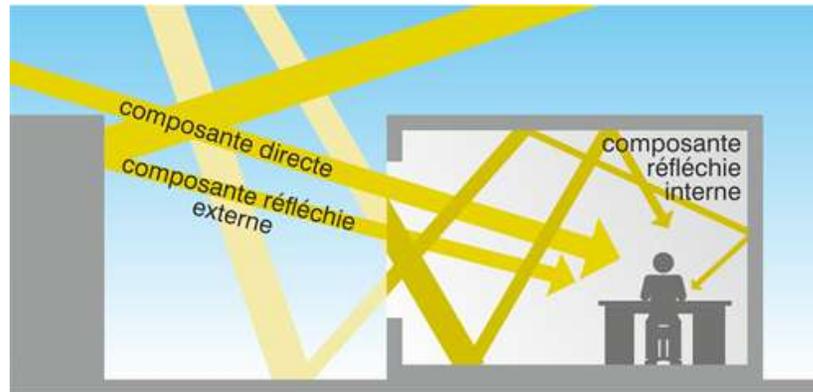


Figure 1-23: Les composantes de la lumière à l'intérieur d'un local
Source : J.J. DELETRE, 2003

I.8. Tâches visuelles dans les équipements administratifs :

La vision dépend de la lumière qui rend les objets visibles. L'éclairage doit donc concevoir et assurer un environnement lumineux adapté aux exigences de la tâche et aux aptitudes visuelles de l'opérateur pour lui permettre de travailler dans des conditions de sécurité, de confort et d'efficacité.

En termes d'exigences visuelles de la tâche, la plupart des activités dans équipements publics comportent des tâches perceptives. Il s'agit par exemple de la lecture de documents présentés dans un plan horizontal. La visibilité des textes imprimés ou

²¹ MEDDOUR, SAMIR. 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 ». 248. Mémoire de magistère. Architecture Bioclimatique. Université Mentouri Constantine. p 28

²² Ibid.

manuscrits est souvent mauvaise (manque de contraste, caractères de petite taille ou illisibles...).

Donc les tâches visuelles auxquelles les lecteurs sont confrontés sont multiples :

- lecture ou écriture d'un document dispose sur le plan utile.
- lecture de cartes ou de panneaux affichés.
- travail sur ordinateur.

CONCLUSION

A travers ce chapitre nous avons présentés les notions de base qui définissent l'éclairage naturel d'une manière globale, ainsi quelques informations sur la lumière naturelle, ces grandeurs, ces valeurs ces sources.....etc, ainsi que le soleil, le ciel sont considérés comme une source de lumière naturelle, c'est pourquoi il a fait l'objets de plusieurs études qui ont fini par aboutir à l'établissement de plusieurs types de ciels normalisés permettant le calcul de la lumière naturelle selon plusieurs cas de figure allant du ciel clair au ciel couvert.

la variation de la composants architecturale administratifs ésensuellement l'espace de bureaux permettre d' indique sa relation avec l'éclairage naturel; Pour une bureau , il est nécessaire de préciser que le bon éclairage n'est pas simplement une question de bonne quantité de lumière, mais ne doit pas être cause d'éblouissement et doit venir d'une bonne direction.

CHAPITRE II :

GERER ET OPTIMISE

L'ECLAIRAGE ET LE CONFORT

VISUEL DANS LES EQUIPEMENTS

ADMINISTRATIFS

Introduction

A travers le temps, l'être humain a toujours essayé de créer des conditions favorables pour son confort et ses activités, toute en s'adaptant à son environnement par la recherche des différentes solutions pour faire face au climat; Parmi ses comforts, on parle de confort visuel qui est liée à la lumière et l'homme est intimement lié à la lumière.

La lumière a un impact sur le rendement et le psycho-physiologique de l'occupant, c'est pourquoi l'exigence de confort visuel doit consiste d'une part à voir certains objets et certaines lumières naturelles et sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairement et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs. Il est indissociable de la distribution de la lumière disponible dans une pièce. Le confort visuel peut néanmoins se mesurer à travers des critères objectifs et optimaux qui doivent être atteindre le seuil du confort.

Dans ce chapitre qui est structuré en deux parties, on a l'intérêt de définir le confort visuel et ses paramètres, sa relation avec les équipements adinistrative ,l'espace de bureau, et aussi une deuxième partie sur l'optimisation avec l'identifier de ces différents types et ces paramètres.

I.1.Définition du concept de confort visuel:

I.1.2.Eclairement:

La commodité d'interprétation visuelle dépend logiquement de la facilité de perception des détails de l'objet sous notre regard. En ce sens, la première condition est d'avoir un éclairage suffisant pour que notre acuité visuelle nous permette de percevoir sans effort les éléments intéressants. Ainsi, le premier paramètre permettant de qualifier une ambiance lumineuse sera le niveau d'éclairement, qui devra correspondre à la tâche visuelle à effectuer.

On a ainsi des recommandations internationales de niveaux d'éclairement pour un certain nombre de tâches correspondant à des activités professionnelles ou personnelles.¹

¹TAREB, "Eclairage naturel. Energie Confort et Bâtiments", Chapitre 4.

I.1.3.Eblouissement:

L'éblouissement est dû à la présence, dans le champ de vision, de luminances excessives (sources lumineuses intenses) ou de contrastes de luminance excessifs dans l'espace ou dans le temps. Ce phénomène est directement lié à l'adaptation de l'oeil qui n'est pas instantanée et qui est régie par trois mécanismes²:

- Le fonctionnement mécanique de la pupille.
- La réaction chimique de la rétine.
- La commutation dans le système visuel nerveux.

Deux types d'éblouissement sont à distinguer:

- **L'éblouissement direct** provoqué par la présence d'une source lumineuse intense (fenêtre, lampe, etc.) dans le champ de vision (Photo 2).
- **L'éblouissement indirect** dû à la réflexion d'une source lumineuse par une surface réfléchissante (feuille de papier glacé, écran de télévision, etc.) (Photo 5).



Photo 6: Éblouissement direct.



Photo 7: Éblouissement indirect par réflex.

Source: Guide pratique et technique de l'éclairage résidentiel.

I.1.4.Couleur de la lumière:

Un troisième paramètre de confort visuel est le rendu coloré de la lumière que l'on peut définir à partir de la température de couleur et de l'indice de rendu des couleurs. De plus, on montre que le choix optimal de ces caractéristiques

² Association Française de l'Eclairage. Recommandations relatives à l'éclairage des locaux scolaires.

Paris: LUX. 1987, p 8.

colorimétriques de la lumière dépend aussi des niveaux d'éclairément. Une lumière froide (de courtes longueur d'onde) est souhaitable pour des niveaux d'éclairéments importants alors qu'une lumière chaude (de longueur d'onde plus grande)est plus appréciée pour des niveaux faibles³.



Photos 8: de droiteàgauche;couleur chaude, couleur froide
Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011

La lumière du soleil (ou la lumière blanche) est en réalité composée de plusieurs couleurs, que nous ne voyons pas parce qu'elles sont mélangées (vous les voyez distinctement en admirant un arc-en-ciel ou en utilisant un prisme). Lorsque la lumière atteint un objet, trois choses peuvent se passer: la lumière peut être réfléchie, transmise ou absorbée.

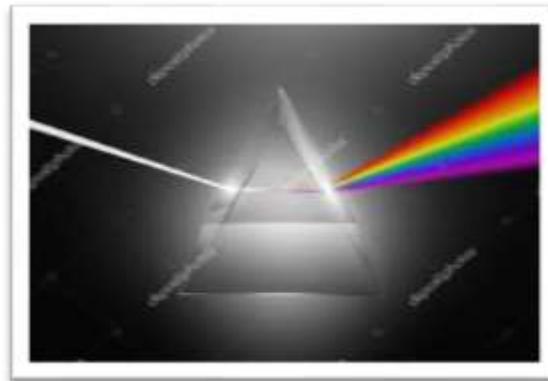


Figure 2-1: lumière naturelle
Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011

Comme la lumière est composée de plusieurs couleurs, une partie d'entre-elles peut être réfléchie, et l'autre partie absorbée. Si toutes les couleurs sont réfléchies, l'objet est de couleur blanche. Si aucune n'est réfléchie (donc toutes les couleurs sont absorbées), l'objet est noir. Si un objet absorbe toutes les couleurs sauf par exemple le

³TAREB,op.cit .

rouge, votre œil verra la couleur rouge réfléchiée et vous direz que l'objet est rouge. La lumière qui est absorbée sera naturellement transformée en chaleur: c'est pourquoi, en été, les objets foncés sont plus chauds que les objets clairs, car ils absorbent toutes les couleurs.

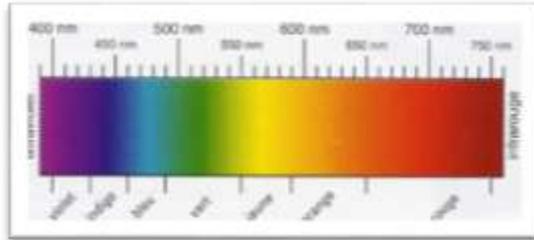


Figure 2-2: Lumière du jour.

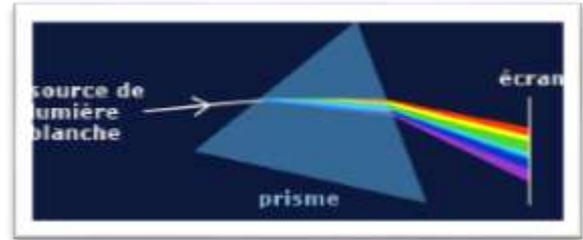


Figure 2-3: Décomposition spectre.

Source: Agence Culturelle Grand Est, 2011

I.1.4.1. Les couleurs fondamentales:

Les couleurs fondamentales désignent généralement les sept couleurs de l'arc-en-ciel: violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé et rouge. Notez qu'il ne s'agit que d'une appellation, et que ces couleurs ne sont pas plus fondamentales que d'autres. Il s'agit juste des teintes qu'on distingue habituellement dans un arc-en-ciel. Celui-ci est en fait constitué d'une infinité de couleurs, car il s'agit du spectre continu du soleil.

I.1.4.2. Les couleurs primaires:

Les couleurs primaires (dites aussi "couleurs principales") sont la donnée d'au moins deux couleurs permettant, par leur mélange, l'obtention d'autres couleurs.

I.1.4.3. Les couleurs secondaires et tertiaires:

Les couleurs secondaires sont obtenues par mélange en égales proportions de deux couleurs primaires. Les couleurs tertiaires sont obtenues en mélangeant en égales proportions une couleur primaire et une couleur secondaire.

II.2. Le Confort visuel :

II.2.1. Définition du « confort visuel »:

Étymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « comfort », représente l'ensemble des éléments qui contribuent à la commodité matérielle dans le cas précis de la lumière, le confort visuel est défini comme étant :

- Une impression subjective de satisfaction du système visuel principalement procurée

par l'absence de gêne induite par l'ensemble de l'environnement visuel⁴.

- Une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière⁵.
- Éclairage nécessaires pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil⁶.

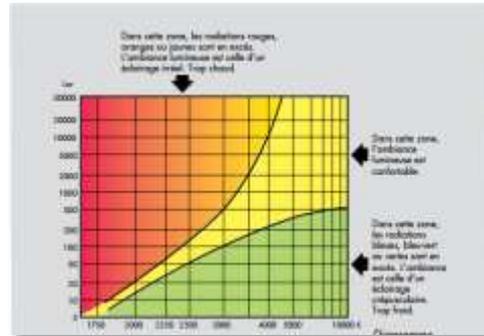


Figure 2-4: diagramme de kristhof.
Source :Suzel Baléz,2009.

II.2.2. Eléments du confort visuel dans les bureaux :

Pour faciliter la réception de ce message visuel, l'architecte peut jouer un rôle éminent sur certains paramètres du confort visuel⁷. Ces paramètres sont :

- Un niveau d'éclairage suffisant de la tâche visuelle.
- Une distribution harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- L'absence d'ombre gênante.
- Un rendu de couleur correct.
- Une teinte de lumière agréable.
- L'absence d'éblouissement visuel

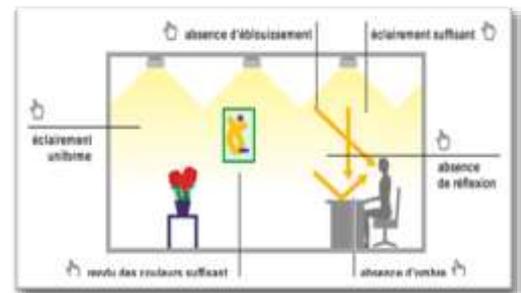


Figure 2-5 : Elément du confort

Source : DAICH Safaa, 2011

2-1 Un niveau d'éclairage suffisant de la tâche visuelle :

Actuellement, cette notion est définie par la Commission Internationale de l'Éclairage(CIE) sous la forme d'un « éclairage moyen à maintenir » ont quelques valeurs recommandées par l'Association Française de l'Éclairage (AFE). Le niveau

⁴ ROULET (spécialistes de l'éclairage).1987.

⁵ AFE (Association Française de l'Eclairage) : 52 Bd Malesherbes - 75008 Paris, 1995, p.11.

⁶ Le Syndicat de l'Éclairage. L'éclairage et le confort visuel. [En ligne]. Paris. p.1. disponible sur < www.syndicat-éclairage.com> (consulté le 14/05/2017).

⁷ BENHARKAT, Sarah. L'impact de l'éclairage naturel zénithal sur le confort visuel dans les salles de classe,mémoire de magister, Constantine, 2006. p.61.

d'éclairage soit suffisant, adapté, non gênant et qu'il permette de déceler les risques perceptibles par la vue, afin d'éviter la fatigue visuelle et les affections de la vue.⁸

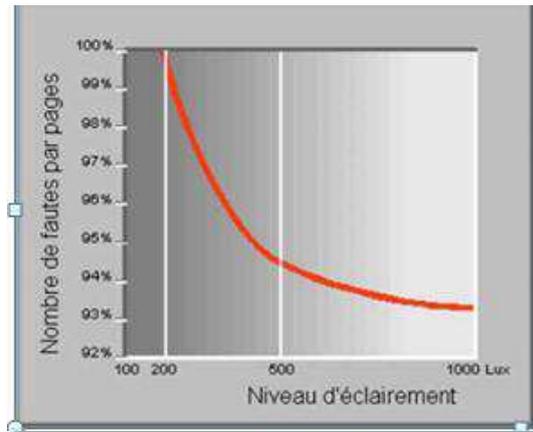


Figure 2-6: influence de niveau d'éclairage
Source : Bernard, 2007

2-2 Une distribution harmonieuse de la lumière dans l'espace :

Un éclairage uniforme dans toute la zone d'activité propre, va éviter aux yeux de devoir sans cesse s'adapter aux variations d'éclairage, et donc de les fatiguer inutilement. Pour ce critère, il faut tenir compte non seulement de l'uniformité d'éclairage en lux (incluant l'absence de scintillement, etc.), mais aussi de l'uniformité de couleur de cet éclairage, et entre le travail, zone de travail, et l'environnement (support, murs, etc.).

Un éclairage uniforme est nécessaire pour éviter d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux, et pour garantir un niveau d'éclairage suffisant quel que soit l'endroit où l'on dispose le poste de travail.

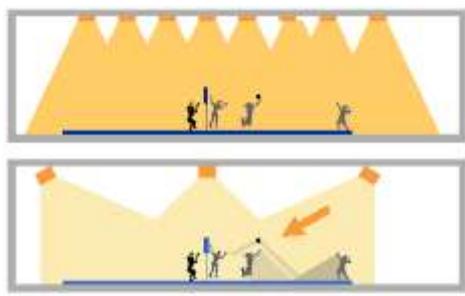


Figure 2-7 : uniformité de la lumière dans l'espace.
Source : DAICH Safaa, 2011.

2-3 L'absence d'ombre gênante :

⁸ BELETRE, J-J. donnée de base pour l'éclairage de bureau, France. [En ligne], 2001. P.10. disponible sur <https://www.seco.admin.ch/seco/fr/home/Arbeit/.../Licht-und-Beleuchtung.html>.>(consulté le 20/09/2017) .

Le travail de lecture ou d'écriture des usagers ne peut être perturbé par des ombres parasites. Ces problèmes risquent de se poser lorsque l'éclairage provient du côté droit pour les droitiers et du côté gauche pour les gauchers ou encore lorsque l'éclairage est dirigé dans le dos des usagers .

Les ombres qui sont créées par la présence d'un élément entre la tâche visuelle et la source lumineuse sont mauvaises pour la vision puisqu'elles diminuent fortement les contrastes. C'est le cas généralement lorsque la lumière solaire pénètre directement dans un espace.



Figure 2-8 :L'éclairage uniforme.

Source : (Energie +, 2004)

(Pour un même niveau d'éclairage du plan de travail, la première situation est nettement plus agréable que la troisième.)

2-4 Un rendu de couleur correct :

« L'indice de rendu des couleurs indique les aptitudes de la lumière émise par une source à restituer l'aspect coloré de l'objet éclairé»⁹ Une source lumineuse dont la lumière contient toutes les couleurs du spectre. Selon le lieu d'application et les tâches visuelles, la lumière doit garantir la perception des couleurs la plus correcte possible. Pour cela, les propriétés du rendu des couleurs d'une source lumineuse exprimées par paliers dans « l'index général du rendu des couleurs servent d'échelle. Une source lumineuse avec $R_a = 100$ montre toutes les couleurs de manière optimale. Plus la valeur R_a est faible, moins la couleur est bien rendue¹⁰.

2-5 Une teinte de lumière agréable :

Les radiations colorées émises par les objets peuvent produire certains effets psychophysiologiques sur le système nerveux. C'est ainsi que les couleurs de grandes longueurs d'onde (rouge, orange) ont un effet stimulant, tandis que celles de

⁹ PERRAUDEAU, 1981..

¹⁰ DAICH, Safa. Simulation et optimisation du système light shelf sous les conditions climatique spécifiques.Mémoire de magister. Université de Biskra, 2011.p.66-67.

courtes longueurs d'onde (bleu, violet) ont un effet calmant. Les couleurs intermédiaires (jaune, vert) ont, de même que le blanc, un effet tonique et favorable à la concentration. Elles sont donc très recommandées dans les espaces. Par contre, les couleurs foncées et le gris ont une action déprimante¹⁰. Ces différentes teintes de lumière sont désignées par un facteur dit «température de couleur» qui est défini par la C.I.E comme étant «la couleur apparente de la lumière fournie par une source» Elle est exprimée en degré KELVIN et permet de classer les lampes¹¹

2-6 L'absence d'éblouissement :

L'éblouissement est un problème d'éclairage commun. Il est dû à la présence d'une luminance excessive (sources lumineuses intenses) dans le champ de vision, ou d'un contraste de luminance excessive dans l'espace ou dans le temps. Il résulte en une diminution de la capacité de distinguer les objets et cela conduit à l'inconfort et la fatigue visuels.

2-6-1 Types d'éblouissement :

Suivant l'origine de l'éblouissement, nous pouvons distinguer :

➤ L' éblouissement direct :

L'éblouissement direct est produit par un objet lumineux (lampe, fenêtre, ...) situé dans la même direction que l'objet regardé, ou dans une direction voisine. Nous pouvons cependant définir deux types d'éblouissement direct. (Voir Figure 2-9)

_ Eblouissement d'inconfort :

L'éblouissement d'inconfort résulte de la vue en permanence avec une source lumineuse d'une luminance relativement élevée, d'après M. LA TOISON « cet éblouissement peut créer de l'inconfort sans pour autant empêcher la vue de certains objets ou détails »

_ Eblouissement invalidant ou perturbateur :

L'éblouissement invalidant est provoqué par la vue d'une luminance très élevée pendant un temps très court. D'après M. LA TOISON¹⁶ « celui-ci peut, juste après l'éblouissement, empêcher la vision de certains objets sans pour autant créer de l'inconfort. Ce cas se présente dans les salles de sport, par exemple, où l'axe de vision d'un sportif est constamment changeant¹²».

¹¹ MILLER, François. L'éclairage des lieux de travail. [En ligne]. Disponible sur : www.sdv.fr.>(consulté le 1/02/2017)

¹² BENHARKAT, Sarah, op.cit, p.68.

➤ **L' éblouissement indirect :**

Est produit par des réflexions de sources lumineuses sur des surfaces brillantes (écrans d'ordinateur, plan de travail, tableau ...). Lorsque la lumière se réfléchit dans le champ visuel, les contrastes sont réduits. Mais la présence de reflets peut rendre impossible la lecture de certaines parties d'un message écrit ou dessiné. (Voir Figure 2-10)

L'éblouissement réfléchi :

Est produit par la réflexion sur des surfaces brillantes ou spéculaires, de l'image d'une source de lumière vers l'oeil de l'observateur.

L'éblouissement de voile :

Apparaît lorsque des petites surfaces de la tâche visuelle réfléchissent la lumière provenant d'une source lumineuse et réduisent ainsi le contraste entre la tâche visuelle et son environnement immédiat.

L'éblouissement perturbateur

Il se produit quand la luminance atteint des valeurs extrêmes ou quand le contraste devient trop important, il entraîne une perte momentanée de la vision.

L'éblouissement inconfortable

Il entraîne une diminution de la performance visuelle sans atteindre le seuil de la douleur. Cet éblouissement est généré par le contraste. Plus le contraste est faible, plus l'éclairage doit être important.

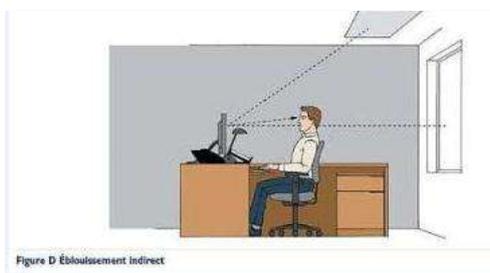


Figure 2-9 : éblouissement indirect

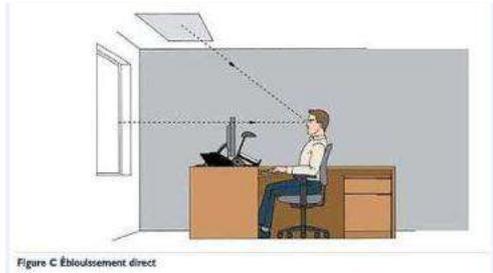


Figure 2-10: éblouissement direct.

Source: BENHARKAT, Sarah, 2006

II.2.3- Les critères du confort visuel :

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 :

- 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 qui est mesuré par le facteur de lumière du jour.
- 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.

II.2.4. Impact du type d'ouvertures sur le Confort visuel :

L'hétérogénéité de l'éclairage naturel est un puissant facteur de structuration de l'espace. Dans les locaux éclairés latéralement, le facteur de jour décroît assez vite avec l'éloignement de la baie, ainsi que la montre la figure (ci-dessous), où a été représenté l'éclairement sur le plan de travail d'une bureau.

Il conviendra, en outre, d'étudier la répartition des baies et de leur équipement afin d'assurer un bon confort visuel ; il conviendra notamment d'y assurer un minimum d'uniformité de l'éclairement.

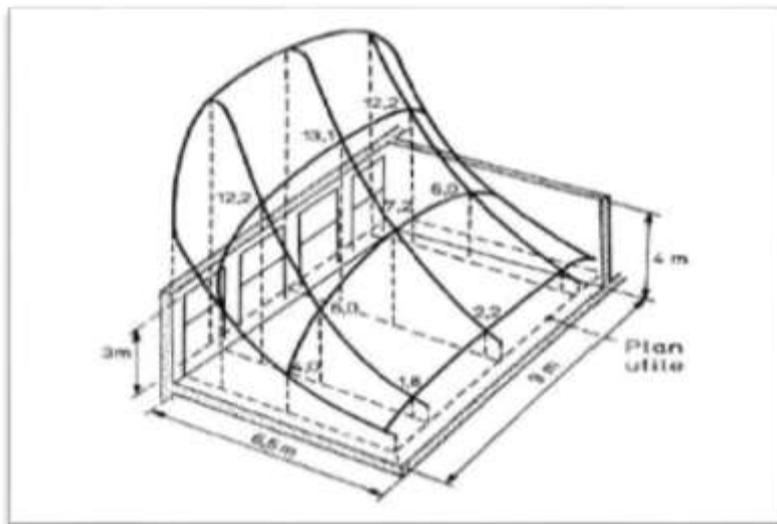


Figure 2-11: Diagramme des facteurs de lumière du jour dans une salle de lecture
Source :BOUVIER, François. (1981), « Soleil et architecture ».Technique de l'ingénieur,Paris p5

Dans tous les bâtiments, et même si le recours permanent à l'éclairage artificiel doit se révéler nécessaire, l'éclairage naturel impose une orientation et une structuration immatérielle de l'espace. Au-delà de l'obtention, pendant une durée d'usage quotidienne acceptable, d'un niveau d'éclairement permettant les activités humaines, le choix et la localisation précise des baies, leur équipement éventuel en voilages, claustras

ou brise-soleil, sont des éléments essentiels aussi bien du confort visuel de l'utilisateur que de l'architecture¹³.

II.2.4- Norme de l' éclairage intérieur :

La norme d'éclairage intérieur constitue le texte de référence en ce qui concerne les prescriptions nécessaires à l'élaboration d'un projet d'éclairage ; Cette norme est complétée par la norme NF X 35-103(Ergonomie, principes d'ergonomie visuelle applicable à l'éclairage des lieux travail).Selon la norme d'éclairage intérieur, les paramètres les plus importants qui déterminent une ambiance lumineuse sont¹⁴:

- la distribution des luminances il est important d'éviter les luminances trop fortes (pour ne pas provoquer d'éblouissement)
- les contrastes de luminances trop importants qui nécessitent d'incessants changements d'adaptation des yeux et enfin de trop faibles luminances ou de trop faibles contrastes qui conduiraient à un environnement de travail ennuyeux et « peu stimulant ».
- l'éclairage la norme préconise des valeurs minimum d'éclairage moyen à maintenir suivant notamment les exigences de la tâche visuelle sur la zone de travail. Elle propose ensuite une relation entre cet éclairage minimum et celui sur la zone environnante ainsi que l'uniformité d'éclairage à maintenir.

L'objectif pour éclairer un projet architectural ne peut être atteint qu' respectant un certain nombre de principes et de règles:

- Assurer un éclairage homogène et uniforme.
- Assurer un équilibre des niveaux d'éclairage.
- Eviter les sources d'éblouissement.
- Eviter les reflets sur l'écran.
- Eviter les contrastes trop importants dans le champ visuel.

¹³**MEDDOUR, Samir**,(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 de magistère, Architecture Bioclimatique, Université Mentouri Constantine. p40.

¹⁴ **FILLIATREAU Loïc**. Règlementation et préconisations pour un meilleur confort visuel. [En ligne]. SISE Jeudi 4 février 2016, p3.disponible sur http://energie2020.fr/wp-content/uploads/2016/05/03_reglementation_preconisations_confort_visuel_poste_de_travail.pdf (consulté le 22/07/2017).

- Assurer un équilibre des niveaux de luminances .

Zones, tâches, activités	Eclairage moyen à maintenir (lux) Valeur minimale	UGR – Valeur maximale	Indice de rendu des couleurs – R _a Valeur minimale
Zone de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers, quai de chargement	150	25	40
Magasins, entrepôts	100	25	60
Magasins de vente, zone de vente	300	22	80
Zone de caisse	500	19	80
Espaces publics, halls d'entrée	100	22	80
Guichets	300	22	80
Restaurants, hôtels	300	22	80
Réception, caisse, concierge			
Cuisines	500	22	80
Bâtiments scolaires, salle de classe en primaire et secondaire	500	19	80
Salle de conférences	500	19	80
Salle de dessin industriel	750	16	80
Eclairage des bureaux :			
– classement	300	19	80
– dactylographie, lecture	500	19	80
– poste CAO	500	19	80
– réception	300	22	80
– archives	200	25	80

Tableau 1: Normes pour l'éclairage des lieux de travail-éclairage intérieur- LUX n° 228 - Mai/Juin 2004
Source : Brussel, Guide Bâtiment Durable, 2013

Dans les zones de travail;le niveau d'éclairage doit en outre être adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter ,a travailler ce tableau on a remarqué que la valeur moyenne exigée pour lieux de travail entre 300 lux et 500;un niveau d'éclairage supplémentaire du poste de travail .

Type d'activité	Eclairage minimal
Mécanique moyenne, dactylographie, travaux de bureau	200 lux
Travail de petites pièces, bureau de dessin, mémographie	300 lux
Mécanique fine, gravure, comparaison de couleurs, dessins difficiles, industrie du vêtement	400 lux
Mécanique de précision, électronique fine, contrôles divers	600 lux
Tâche très difficile dans l'industrie ou les laboratoires	800 lux

Tableau 2: Valeurs d'éclairage minimal à respecter selon le type d'activité
Source : Brussel, Guide Bâtiment Durable, 2013

II. 3.L'optimisation :

II.3.1.Définition du« l'optimisation »:

C'est l'action d'application des méthodes, techniques, instruments scientifiques pour Modéliser et résoudre les problèmes dans tous les domaines. Approche généraliste qui relève des sciences de la décision et qui combine : savoir-faire pratique (comment formuler un problème d'optimisation, comment résoudre un problème, des connaissances théoriques et comment caractériser les solutions optimales que nous apprennent les conditions d'optimalité sur les propriétés qualité).

II.3.2. Objectif :

- Minimiser ou Maximiser une fonction de coût.
- Choisir la meilleure solution possible.
- Résoudre les problèmes.

II.3.3. Technique d' optimisation le confort visuel

a. Méthodologie :

- Procéder éventuellement à la réalisation d'une maquette, pour identifier la qualité d'éclairage des zones d'ombrage.
- L'analyse peut se faire en « site naturel » (sur une table en extérieur) ou en laboratoire sous ciel artificiel (essentiellement pour les projets de grande ampleur)

b. Dimension des ouvertures :

Sans tenir compte de l'ensoleillement direct, et donc indépendamment de l'orientation, on considère qu'une pièce est correctement éclairée jusqu'à une profondeur de 2,5 à 3 fois la hauteur du linteau, d'autre part, le RRU impose une surface éclairante équivalente à 1/5 de la surface blanche.

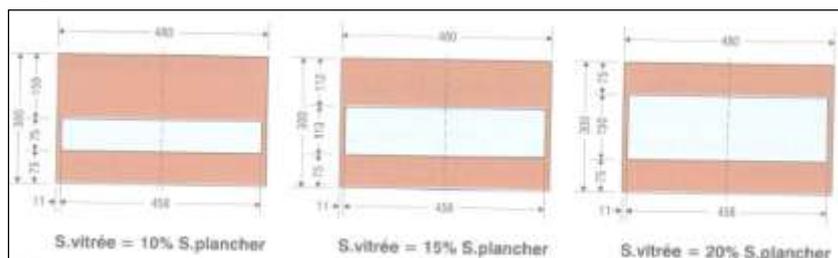


Figure 2-12 : les différents dimensions des ouvertures .

Source : BENHARKAT, Sarah, 2006.

c. Forme des ouvertures:

La forme de l'ouverture permet d'augmenter le confort visuel en limitant le risque d'éblouissement et les zones d'ombres.

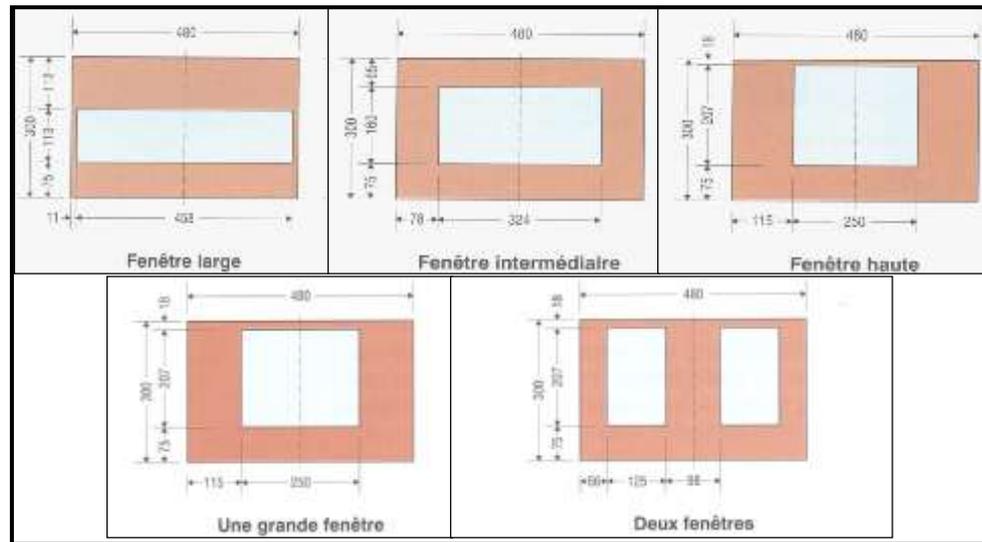


Figure 2-13: les différents forme des ouvertures .
Source : BENHARKAT, Sarah, 2006.

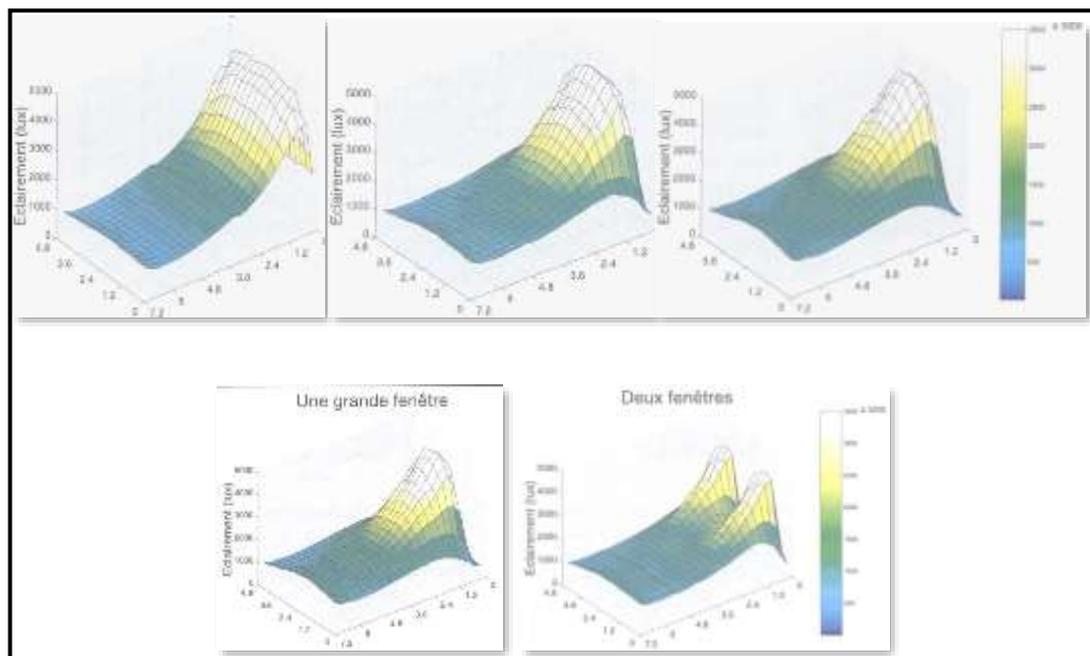


Figure 2-14: l'eclairage des chaque forme d'ouverture
Source : Ecotect analysis 2011(auteur)

La forme de l'ouverture large créé un éclairage de 300 lx ,et 350 lx pour la fenêtre intermédiaire , 400 lx fenêtre haute , 500 lux fenêtre grande ,et 550 lux pour deux fenêtres en fond de local.

Donc;plus la fenêtre est grande et un nombre de fenêtre , mieux le fond du local est éclairé par contre crée un résque d'éblouissement .

d. Position des ouvertures :

Plus une ouverture n'est haute, mieux le fond du local est éclairé naturellement. Une zone d'ombre est néanmoins créée le long de l'allège. La combinaison d'un « claire story » (fenêtre dont le seuil est au-dessus du niveau de l'oeil) et d'une fenêtre « classique » permet un éclairage optimal.

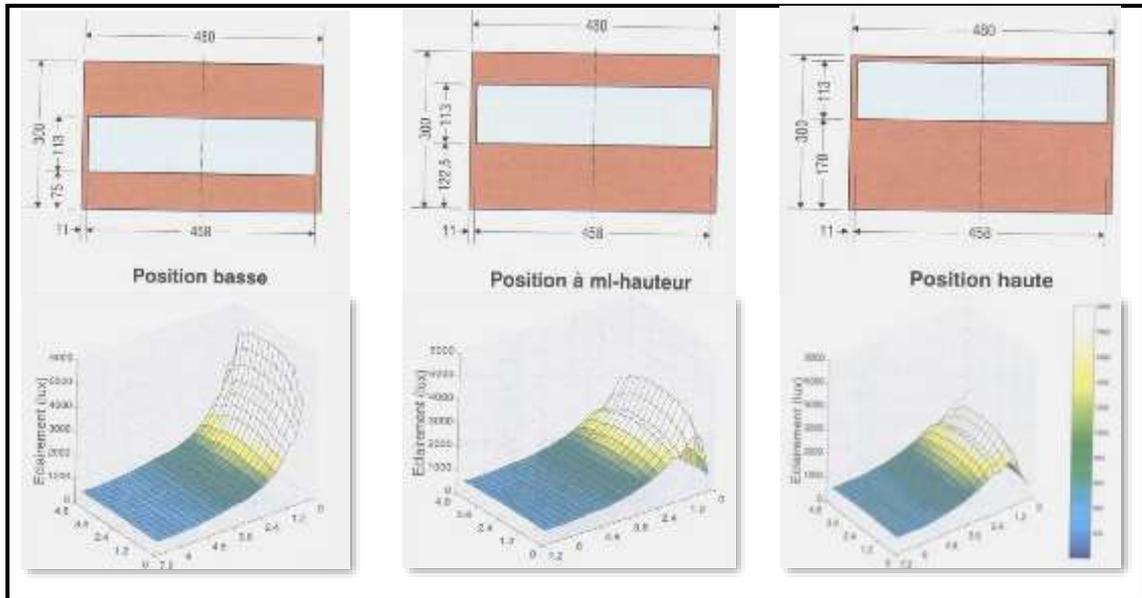


Figure 2-15 : les différents positions des ouvertures et sont eclairement .

Source : BENHARKAT, Sarah, 2006 ; ecotect analysis 2011(auteur) .

La position de l'ouverture basse créé un éclairage de 350 lx ,et 450 lx pour la position à mi-hauteur ,et pour la potion haute 500 lx en fond de local.

Donc;plus la fenêtre est élevée, mieux le fond du local est éclairé.

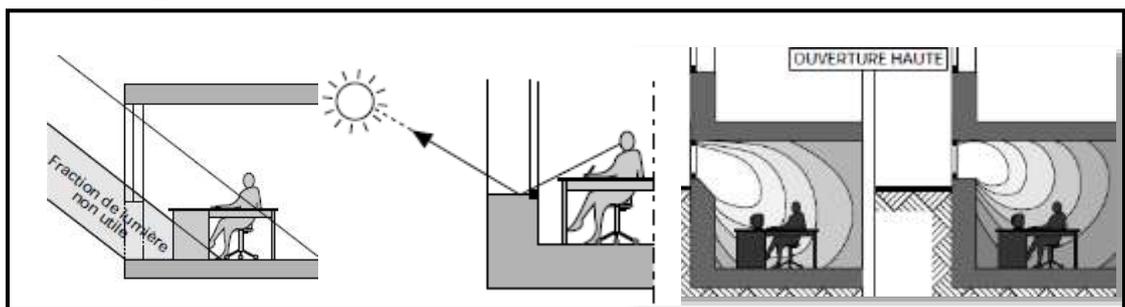


Figure 2-16 : les différents positions des ouverture dans la pièce.

Source : BENHARKAT, Sarah, 2006.

e. Matériaux de transmission :

On choisira des vitrages dont la transmission lumineuse est maximale. Le tableau cidessous donne des valeurs indicatives:

	Transmission lumineuse [%]
Simple vitrage clair	90
Double vitrage clair	61
Double vitrage clair basse émissivité	78
Double vitrage clair absorbant	36 à 65
Double vitrage clair réfléchissant	7 à 66
Triple vitrage clair	74

Tableau 3 : des matériaux de transmission
 Source : *BENHARKAT, Sarah, 2006*

Par ailleurs, on notera que le facteur de transmission lumineuse des matériaux diffusants est inférieur à celui des matériaux transparents (valeurs rarement supérieures à 65%). La diffusion de la lumière peut être utilisée pour empêcher les rayons solaires d'arriver directement sur le plan de travail (voir figure 2-18). La lumière est répartie dans toutes les directions. A facteur de transmission identique, le vitrage diffusant tend donc à distribuer plus uniformément la lumière.

Ce type de solution est toutefois délicat et peut même parfois se révéler inopérant. En effet, lorsqu'un matériau translucide est fortement éclairé (soleil), il devient lui même très lumineux et se comporte alors comme une source d'éblouissement.

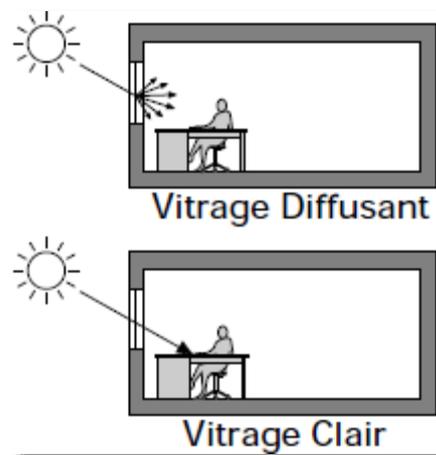


Figure 2-17: Distribution de la lumière par un vitrage diffusant.
 Source : *Brussel, Guide Bâtiment Durable, 2013*

f. Entretien :

L'entretien des vitrages a un impact important sur la transmission lumineuse. Un nettoyage régulier est donc important. A cet effet, il conviendra d'intégrer dans la conception la nécessité d'accès à l'ensemble des surfaces vitrées. Notons qu'il existe

des verres autonettoyants, qui permettent de réduire la fréquence des lavages, sans pour autant les supprimer complètement¹⁵.

g. La difficulté d'optimisation :

Les difficultés pratiques de l'optimisation sont en général liées aux éléments suivants :

- Le coût de calcul du simulateur, qui peut grandement restreindre le nombre d'évaluations des critères d'optimisation.
- La multi modalité, qui génère des optima locaux (cf. optimisation locale vs. globale).
- Exemple d'une fonction liée la conception de stratifiés composites le mauvais conditionnement numérique. Un bruit affectant les critères d'optimisation. Ce bruit peut provenir d'un simulateur dont les convergences numériques sont partielles ou de critères qui utilisent des mesures entachées d'erreurs¹⁶.

II.4. La potentialité de l'éclairage dans les espaces major d'un équipement administratif:

La proximité d'espaces éclairée naturellement et de zones traitées artificiellement implique une maîtrise des niveaux d'éclairement et des couleurs de lumière artificielle pour rendre l'espace visuellement harmonieux et confortable.

Dans un lieu administratif de proximité, les espaces doit repartie selon les besoins d'éclairage, il y a des espaces trop éclairé, des espaces moyennement éclairé et des espace sombre, on cite:

- Salle de conférence.
- Salle de réunion.
- Les bureaux .

Les trois espaces sont des besoins de lumière différente selon la fonction de chaque espace:

¹⁵ **IBGE** .Optimiser la conception des fenêtres. [En ligne]. Disponible sur[http://www .guide bâtiment durable .Brussel](http://www.guidebatimentdurable.brussel) (consulté le 15/06/2017).

¹⁶ **CSS06-FR** .Optimiser l'éclairage naturel.[En ligne] .disponible sur [http://app.bruxellesenvironnement. be/guide_batiment_durable/docs/CSS06_FR.pdf](http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/docs/CSS06_FR.pdf)>. (consulté le 28/04/2017)

a- Salle de conférence:

C'est un espace destiné à accueillir un certain nombre de personnes pour assister à des conférences, des colloques, des séminaires et des projections audiovisuelles.



Figure 2-18: salle de conférence .
Source : Bénédicte Collard, 2011

C'est donc un lieu de regroupement et de rencontre pour les conférenciers qui doivent bénéficier d'un certain nombre de conditions offerts par cet espace :

- Un matériel de haut technologie et facile d'utilisation : tableau dirigeable,...
- L'espace n'étant pas éclairé naturellement (c'est un espace fermé), le point sensible au niveau de la conception c'est le traitement de l'éclairage et de la ventilation. Ce type d'espace doit donc assurer un confort lumineux, thermique et acoustique optimums.

b- Salle de réunion:

C'est un espace de différentes capacités (12 personnes, 24 personnes,...) dessiné à réunir ou à rassembler les hommes d'affaires des entreprises, ou ces partenaires avec leurs clients.

Pour une meilleure prestation et confort des usagers, l'espace doit surtout répondre aux contraintes acoustiques et visuelles (assurer un bon éclairage, et une meilleure organisation du mobilier dans l'espace).



Figure 2-19: salle de réunion
Source : Bénédicte Collard, 2011

c- Les bureaux :

Le bureau voudrait s'assimiler aujourd'hui à un espace de plaisir et de rencontre afin de séduire les salariés et les fidéliser à leur entreprises à l'heure où l'embellie du marché de l'emploi favorise leur mobilité, il s'agit ainsi d'offrir des lieux de travail proche du modèle de l'habitat en accentuant le flou entre vie professionnelle

et vie privée, et ceci en mettant au service de l'espace de travail des activités qui relèvent de la sphère des loisirs et en effectuant les tâches domestiques.

En matière d'éclairage, il est impératif d'être vigilant aux principes suivants :

- donner la priorité à l'éclairage naturel.
- assurer un niveau d'éclairage suffisant.



Figure 2-20: Espace de bureau .
Source : *Bénédicte Collard, 2011*

- éviter l'éblouissement et les rayonnements gênants.
- assurer la bonne maintenance des installations.

En fait, il s'agit de combiner quantité et qualité de lumière L'implantation des luminaires et celle du mobilier et des postes de travail, doit être établie de manière à éviter les réflexions gênantes sur l'écran de visualisation et sur le plan de travail. Afin de limiter les reflets des sources lumineuses sur le plan de travail, il est aussi recommandé de faire le choix de surfaces mates pour le mobilier.

« *La lecture encombre la mémoire et empêche de penser* » Herbert George Wells.

Le travail sur table se fait sur des surfaces lisses. Les forts contrastes entre deux plans rapprochés provoquent une fatigue visuelle. Il faut toujours chercher à produire des contrastes gradués sur les plans de lecture, les tables ou les écrans. L'éclairage individuel sur table ne contredit pas un bon éclairage d'ambiance par des plafonniers ou des appliques murales avec réglage de l'intensité.

Les points essentiels qu'il faut étudier dans le bureau :

- L'orientation ;
- L'optimisation les proportions ;
- L'optimisation des ouvertures ;
- Matériau de transmission ;

Les lieux de travail et de lecture sur place nécessitent un excellent éclairage pour ne pas s'abîmer la vue.

CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a configuré une initiation à la compréhension de la notion de confort visuel par un ensemble des paramètres, à partir desquels nous pouvons évaluer la présence de l'éclairage de point de vue qualité et quantité dans un équipement administratif essentiellement l'espace de bureau ; Selon le changement du temps, l'éclairage peut donner un ou plusieurs sens à l'espace donc Afin de crée un équipement administartif qui répond aux besoins, il faut définir des objectifs à suivre, d'activité et de qualité, pour ce dernier la conception d'un équipement doit être soigneusement étudiée pour qu'il y ait une relation entre la nature et la lumière présenter dans ce lieu.

PARTIE II:
ETUDE OPERATIONNELLE

Introduction

Avant d'entamer une étude de la lumière pour n'importe quel projet, Il est important de comprendre d'abord le climat dans le quel il est implanté, donc suivant cette démarche on commencera la deuxième partie pratique par une présentation du climat lumineux de la ville de Jijel. Plusieurs données peuvent être abordées pour garantir de meilleures conditions d'usage, mais de toutes ces données, c'est la durée d'insolation qui est essentiel pour la suite de ce travail, dans la mesure où cela indique l'apport de la lumière que peut recevoir l'objet d'étude.

Ainsi on aborde une questionnaire dans l'objet d'étude de ce mémoire pour choisir le mauvaise orientation des bureaux pour faire l'étude de simulation .cette étude est constitué de deux partis; le premier est une présentation de logiciel utilisée pour l'expérimentation ainsi que le modèle choisi et son site, avec un modèle conceptuelle récapitule tout la phase expérimentale. La deuxième partie, les étapes et les résultats d'une simulation de la lumière pour les espaces de bureaux dans un équipement administratif . Cette simulation faite en plusieurs phases, commençant par l'importation du fichier DXF à partir de l'autocade vers l'ecotect, puis la modélisation du modèle et introduction des caractéristiques et des données climatiques...etc, en fin la simulation a l'aide de l'ECOTECT.

III.1. Présentation de la ville de Jijel

III.1.1. Situation de la ville de Jijel :

La wilaya de Jijel se situe au Nord-est de l'Algérie à 357 Km à l'Est de la capitale Alger, entre les wilayas de Bejaia à l'Ouest, Sétif au Sud-ouest, Constantine au Sud et au Sud-est, Skikda à l'Est et la mer méditerranée au Nord. Elle est située à 36°49 Nord de latitude et 05°47 Est de longitude, quant à son altitude elle varie entre 10 m dans l'ancienne ville et 400 m dans la nouvelle extension.

III.1.2. Analyse climatique :

Les zones climatiques peuvent être classées en deux grandes catégories :

- ✓ Zone climatique d'hiver .
- ✓ Zone climatique d'été.

La région de Jijel 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 appartient au climat

méditerranéen, pluvieux et doux en hiver, chaud et humide en été. Elle fait partie de la zone climatique¹:

- 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.

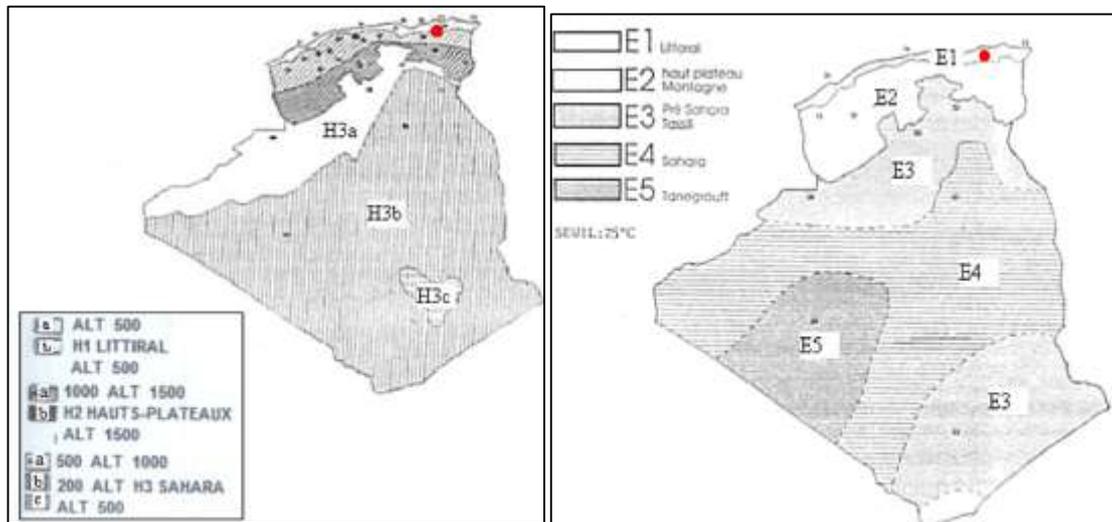


Figure 3-1: De gauche à droite Les zones climatiques d'hiver les zones climatiques d'été en Algérie
Source: Mr. MEDDOUR Samir. 2008.

III.1.3. les conditions solaires:

Dans la 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 éclairages lumineux horizontaux ainsi que sur la base de données de la NASA sur la nébulosité. Ce zoning comporte quatre grandes zones climatiques lumineuses, chaque zone est caractérisé par des caractéristiques (niveau d'éclairément et type de ciel).

- ✓ La ville de Jijel est située à la zone 1 avec un niveau d'éclairément de 35 Klux et un type de ciel semi couvert.

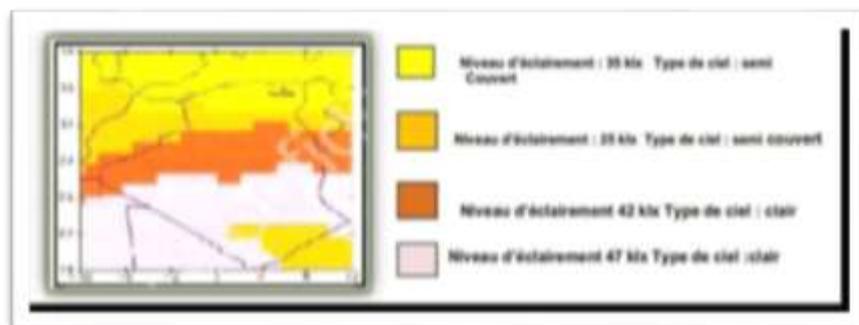


Figure 3-2: Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie.
Source : (Zemmouri, N. 2005)

¹ Mr MEDDOUR Samir. 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 ».248. Mémoire de magistère. Architecture Bioclimatique. Université Mentouri Constantine

III.1.4. Microclimat de Jijel:

III.1.4.1. Les vents:

La wilaya de Jijel est sollicitée par deux vents dominants : le vent du Nord-ouest d'Octobre à Avril, et le vent du Nord-est entre Mai et Septembre. Quant au sirocco vent du Sud il ne souffle en moyenne que 24 jours par an. La côte présente une ouverture sur la mer au Nord qui expose la ville aux vents dominants d'été. Les parties protégées par les montagnes sont relativement à l'abri.

Ce graphique (Figure3-3) montre la fréquence et la vitesse du vent soufflant de chaque direction, Lorsqu'on se déplace vers l'extérieur sur l'échelle radiale, la fréquence associée au vent venant de cette direction augmente.

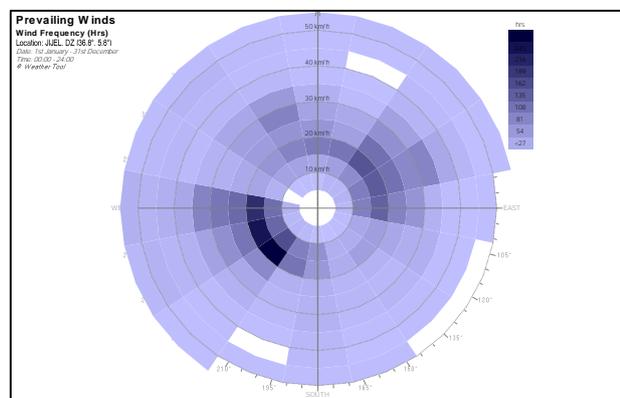


Figure3-3: fréquence des vents
Source :EcotectAnalysis 2011

III.1.4.2. Précipitation:

Pour les pluies la ville est classée parmi les zones les plus pluvieuses d'Algérie, la pluviométrie moyenne est entre 800 et 1200 mm/an, et le nombre de jours de pluie par an est de 111 jours. L'humidité atmosphérique quant à elle est assez élevée elle est de 71% en moyenne².

III.1.4.3. Les températures:

Les températures jouent un rôle déterminant dans le phénomène d'évaporation, donc dans l'estimation du bilan hydrologique.

² KHELFAH, Shéhérazade. 2008. conceptualisation de la lumière : une approche pour la réinvention et la perception des espaces de culte « recherche et action au sein de la mosquée Bilal ibn Rabah à Jijel ».268.Mémoire de magistère. Architecture.Université de Jijel.

Les températures de la région sont caractérisées par des adoucissements grâce à la présence d'une couverture végétale d'une part et de la mer d'une autre part :

- _ La température moyenne au mois de mai est de 20°C ;
- _ La moyenne maximale est enregistrée au mois d'Aout avec 32,9°C ;
- _ La moyenne minimale est au mois de janvier avec 9 °C.

III.1.4.4. L'humidité:

Les valeurs moyennes d'humidité sont en général très élevées toute l'année et leurs amplitudes saisonnières relativement faibles, le minimum s'observe au mois de mars et le maximum au mois de Juin.

III.1.4.5. Le climat lumineux:

Vu que l'objet de recherche ne peut pas se détacher de son climat lumineux, on a tenté de rapprocher des données d'ensoleillement et surtout d'éclairement en consultant les informations déjà instaurées à la base des données de l'ECOTECT.

Il existe quatre zones lumineuses distinctes en Algérie, Jijel de la part de sa position géographique, se trouve dans la première zone lumineuse, dont le type de ciel dominant est de ciel semi couvert.

Le diagramme du parcours solaire stéréographique (Figure3-4) montre que la durée d'ensoleillement moyenne pour la ville de Jijel en été est de 13 heures, et en hiver 9 heures.

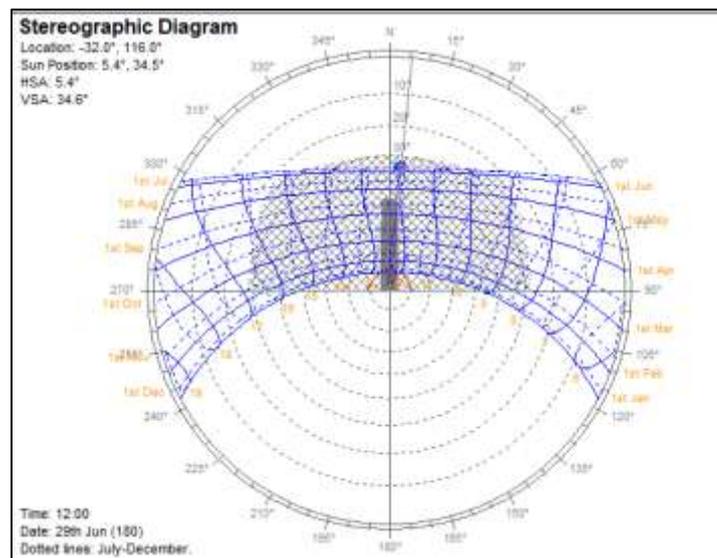


Figure 3-4: le diagramme stéréographique de la ville de Jijel.
Source :Ecotect Analysis 2011.

III.2. Présentation l'objet d'étude (Siege de la daïra d'El-Aouana) :

III.2.1 Critère de choix de l'objet d'étude:

Pour vérifier nos hypothèses de départ et pour confirmer les notions théoriques de la première partie de cette recherche, on a choisi de faire une simulation dont l'objet d'étude est l'espace de bureau de Siege de la daïra d'el-Aouana wilaya de Jijel qui nous permet de voir comment gérer la lumière pour assurer un confort visuel optimale. Le but c'est de traiter la question de l'influence du surface d'ouverture sur la qualité du confort visuel. Le choix est motivé par plusieurs paramètres :

- Elle appartient au climat de Jijel (le même climat lumineux de la ville).
- Elle était déjà utilisée par des usagers .
- Elle était édifïée dans des conditions climatique un peu différent.
- disponibilité de l'espace bureau dans cette équipement administratif et le pouvoir d'accéder à tout moment pour faire notre étude.

III.2.2. Situation :

L'objet d'étude, l'espace de bureau de Siege de la daïra d'el-Aouana est située au sud-ouest de la wilaya de Jijel dont le chef-lieu est la ville éponyme d'El Aouana .

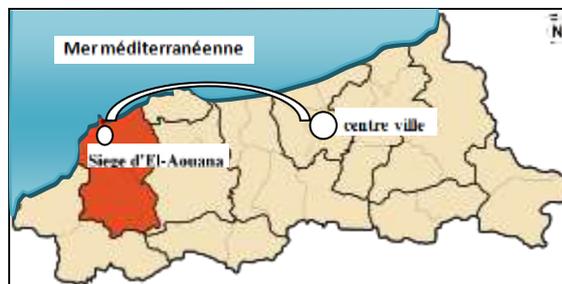


Figure 3-5 : Situation géographique de siège de la daïra d'el-Aouana.

Source :Google-Earth 2010

III.2.3. Description de Siege d'El-Aouana :

Ce bâtiment est constitué d'un seul volume compact. Le Siege d'El-Aouana est englobé les caractéristiques de l'architecture moderne et l'architecture arabo-mauresque pour cela la création d'une coupole vitrée représente le hall central du l'équipement , espace de circulation et d'attente, le volume de l'atrium est de couvert à 100% par une coupole vitrée (de 4.8 m de l'areguer et 3.5m de hauteur).



Photo 9 : la façade principale de Siege d'El-Aouana.

Source : auteur



Photo 10 : la façade principale de Siege d'El-Aouana.

Source :BET,Mme Kerid Nee L.Djemame

L' équipement est constitué d'un seul volume compact (monobloc) composé d'un seul formes majeures (rectangle)il se développe sur trois niveaux chaque niveau réservé par des espaces déférentes .

Le volume du projet présente quatre façades vraiment défèrent , la façade principale caractérise par leurs symétrie et leurs ordonnance et principalement leurs verticalité ; d'autres cote l'utilisation de vitré et le jeux entre le plein et le vide et aussi des éléments horizontaux pour marque l'entrée.



Figure 3-6 : Le plan de RDC de SIEGE .

Source : (Auteur)



Figure 3-7 : Le plan de 1er étage de SIEGE

Source : (Auteur)

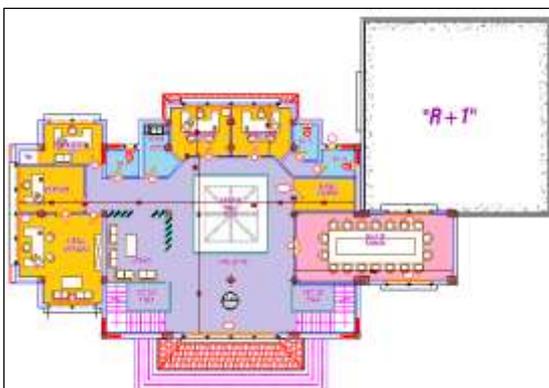
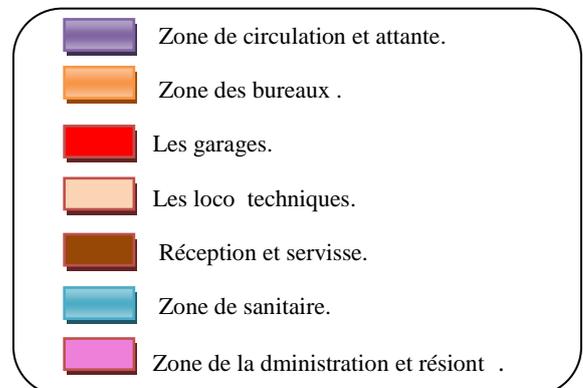


Figure 3-8 : Le plan 2em étage de SIEGE .

Source : (Auteur)



III.3. Evaluation qualitative de l'éclairage naturel dans les bureaux: Technique de questionnaire

III.3.1. Définition du « questionnaire »:

Le questionnaire est défini par **Farhi, A** comme " technique directe d'investigation scientifique utilisée auprès d'individus, qui permet de les interroger de façon directive et de faire un prélèvement quantitatif en vue de trouver des relations mathématiques et de faire des comparaisons chiffrées".

III.3.2. La description du questionnaire:

Le choix s'est fait sur un échantillon de 30 personnes (usager), reparti en deux groupes, chaque groupe comporte 15 échantillons qui présentent une des trois orientations du bureaux. Le questionnaire contient globalement 22 questions qui sont divisées en deux :

-La première partie: contient des questions présentent les critères de choix d'échantillon : sexe l'âge, groupe d'usages, durée d'occupation.

-La deuxième partie : contient des questions qui touchent la qualité d'éclairage dans les bureaux : la présence des taches solaires, le gêne à cause de l'éblouissement..... entre.

- Des questions fermés: concernent les renseignements personnelles exemple : âge, sexe, durée d'occupation . etc. ou bien des questions de confirmations ou non ou nous avons jugé que ce sont des facteurs susceptibles d'influencer le comportement et l'appréciation de la population étudiée.

- Des questions ouvertes: réunit les informations sur la présence de l'éclairage naturel et les éventuels problèmes d'inconfort .des questions ouvertes pour offrir au gens la possibilité de s'exprimer plus librement (voir l'annexe I).

III.3.3. Synthèse :

L'enquête par questionnaire est un outil d'investigation qui nous a permis de collecter les avis des occupants sur leurs bureaux .

Les réponses des usagaire montre clairement que conditions d'éclairage naturel se défaire d'une orientation du bureau a une autre, ou ils ont les qualifiées comme suivant :

-Les bureaux orientée Sud-Est et Sud-Ouest : la présence de lumière est suffisante voir très suffisante en hiver tandis que en été elle est très suffisante voir excessive;les usagers sont gênés par la présence des taches solaires sur leurs tables de travail

,d'éblouissement, la réflexion des rayons solaires et la surchauffe d'été, tandis qu'ils qualifient leurs bureaux par les expressions : lumineuse, ensoleillé et chaude.

-Les bureaux orientée Nord-Est: la présence de lumière est peut suffisante en hiver tandis que en été elle très suffisante; les usagers sont gênés parfois par la présence des taches solaires sur leurs tables de travail, d'éblouissement et la chaleur en hiver, tandis qu'ils qualifient leurs bureaux par les expressions : Agréable, confortable, lumineuse, spacieuse, ouverte, stimulante.

Les réponses des usagers n'ont pas suffisantes pour bien qualifier l'éclairage et l'ambiance lumineuse dans les bureaux , car elles peuvent être influencé par des critères subjective (ce qui on a remarqué à travers les discussions avec les usagers et l'interprétation des résultats);donc pour diversifier et certitude notre résultat recherche concernant la qualité d'éclairage dans les bureaux on va utiliser une autre technique de recherche qui est : la simulation.

III.4. Evaluation quantitative de l'éclairage naturel dans les bureaux : Technique de simulation

III.4.1. La Simulation Numérique:

La simulation est définir par **Lavigne** comme suit:

" La simulation numérique est devenue un outil fiable et très important dans la conception et la planification de tout projet d'éclairage. Pour l'architecte, la simulation doit permettre de valider rapidement des options fondamentales (implantations, structure, ouvertures, etc.) D'explorer et de commencer à optimiser certains choix pour un meilleur confort."

L'analyse de l'éclairage par simulation se fait dans une perspective d'intégration des paramètres physique et climatique au processus de conception des bâtiments, elle permet aussi l'évaluation et le contrôle de l'éclairage des projets.

La plupart des outils de simulation s'inscrit dans la problématique de la haute qualité environnementale, qui est facile à manipuler et donne des résultats qui sont proche de la réalité.

Parmi des nombreux outils, notre choix s'est portée sur la simulation d'éclairage par logiciel ECOTECH ANALYSIS version 2010, il est plus adapté aux architectes avec ses résultats en formes visuelles.

III.4.2. Présentation de logiciel de simulation Ecotect:

ECOTECT est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels; ECOTECT a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design.

Il permet une analyse lumineuse des espaces architecturaux et des ensembles urbains, à travers l'évaluation du facteur de lumière du jour, du niveau d'éclairage et des rayonnements solaires incidents sur les surfaces, vitrées et opaques.

III.4.3 Représentation de l'espace choisi (Bureau):

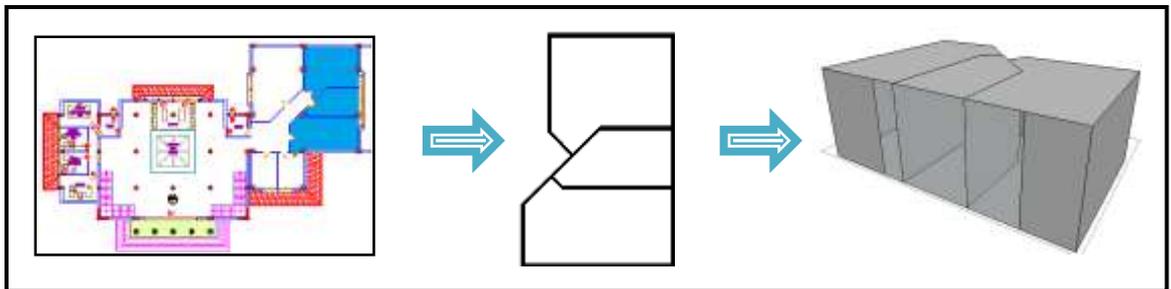


Figure 3-9 : les bureaux orientés sud-ouest . . .
Source : (Auteur)

En fonction du résultats obtenus par la technique de questionnaire nous avons choisi les bureaux qui orientés vert le sud-ouest dans première étage a cause de la présence de lumière est trée suffisante donc crée un résèque d'éblouissement.

IV.4.4. La description de la méthode de simulation:

IV.4.4. 1. Préparation des plans :

La première tâche est de redessiné les plans et l'environnement immédiat de l'objet d'étude on utilisant le logiciel Autodesk-Autocad 2014.

IV.4.4. 2. Configuration et paramétrage de l'Ecotect Analysis:

Cette tâche sert à introduire dans le logiciel les informations essentielles pour l'obtention les résultats adéquats, ces paramètres contiennent tout les données relatives au modèle et à son environnement à savoir la description du projet (les informations sur le projet son nom, gener et sa destination ansi que son emplacement géographique), et avant de démarrer le travail il faut ajouter un fichier weather data créer par le logiciel meteonorm7 convertit vers format WEA pour que l'Ecotect la connaisse. Dans notre cas, on a utilisé un fichier météo de la ville de jijel qui contient les différents données climatique comme: la température, le régime des vents, l'humidité et l'ensoleillement.

En effet, dès le départ de la simulation il faut toujours définir le paramètre de l'orientation à cause de son importance dans le processus de simulation ainsi que la nature de site et le choix de type urbain.

IV.4.4.3. Importation des plans et la modélisation en 3D:

Après le paramétrage du logiciel, l'étape suivante consiste à modéliser les plans de l'objet d'étude par le logiciel Autocad 2013, et enregistré sous format DXF pour les connaître par Ecotect, avec le réglage de différents paramètres tel que la compatibilité des échelles. (Voir figure 3-10).

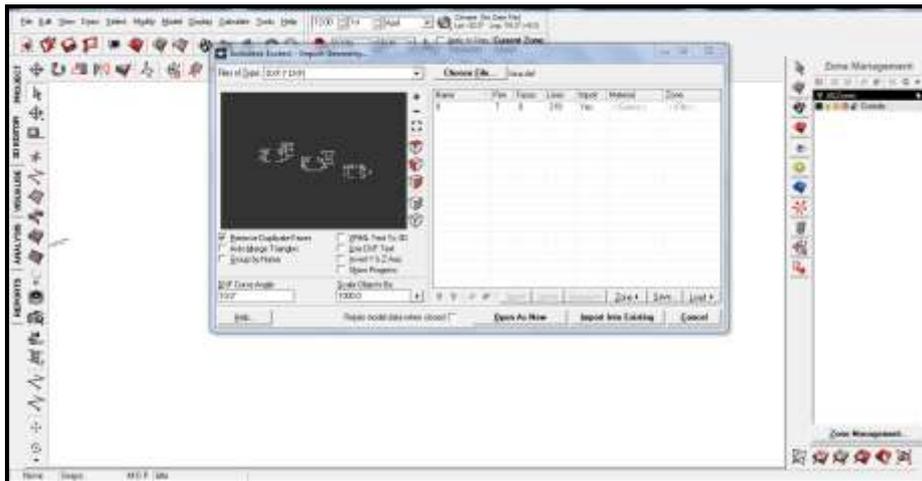


Figure 3-10 : l'importation de fichier DXF.

Source : (Ecotect Analysis 2011).

Après l'importation des différentes espaces vers ECOTECT, (Voir figure 3-10), à l'aide de la barre 'modélisation' de l'Ecotect, on a modélisé la 3D de Siege de la daïra d'EL AOUANA avec la commande '-Zone-' et faire l'insertion des ouvertures et des portes (Voir figure 3-11).

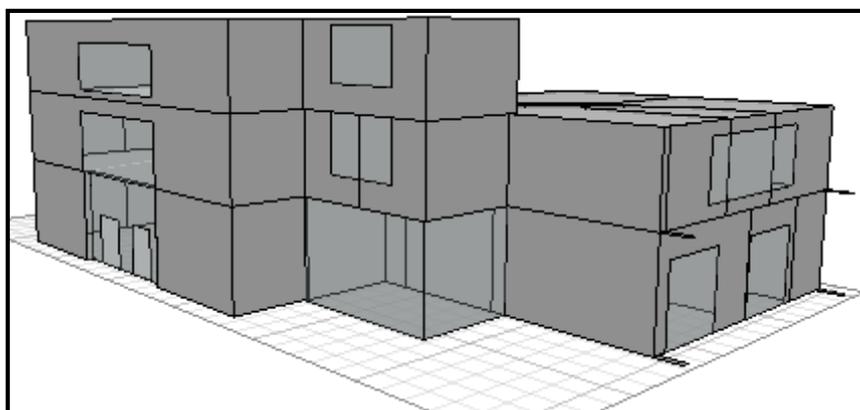


Figure3-11: La modalisation en 3d.

Source : (Ecotect Analysis 2011).

Après la modalisation de Siege en 3d par ECOTECT, (Voir figure 3-11), l'étape suivante est le choix des caractéristique photométriques des matériaux/textures et faire l'affectation des matériaux (choix les type de verres). Cela,dans le but d'obtenir des résultats plus proches à réalité.(Voir figure 3-12).

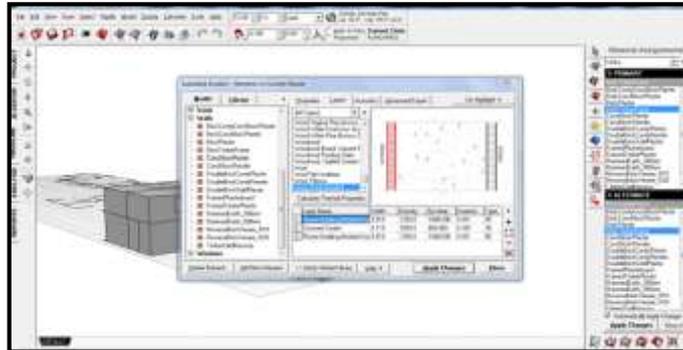


Figure 3-12 : l'importation de fichier DXF.
Source : Ecotect Analysis 2011).

III.4.4. 4. Le choix et le réglage de la période à simuler:

L'étude d'éclairage des espaces intérieurs dépend énormément du climat et de l'environnement, à savoir la lumière naturelle, plus précisément l'éclairage diffus, une étude sur ce dernier est nécessaire pour une évaluation conforme.

ECOTECT est capable de simuler les données relatives durant toute l'année. Cependant, comme notre cas d'étude est un équipement administratifs , donc notre période d'analyse est illimité, Nous choisissons les journées avec des valeurs spécifiques telles que:

- 21 septembre: automne équinoxe
- 21 décembre : hiver solstice
- 21 mars :printemps équinoxe
- 21 juin: été solstice; ou le soleil prend une maximum altitude pendant toute l'année (altitude est 73.4° à 12 :00h). Il se caractérise par une quantité de lumière diffuse importante par rapport à la lumière directe.

Nous choisissons les durées de 8h à 16h en tant qu'heures de travail .

III.4.4.5. Le projet objet de simulation dans son environnement immédiat:

Dans toute simulation vis a évalué la qualité du confort visuel dans un local il est obligatoire d'ajouté l'objet d'étude a l'interface de travail avec son environnement.

Le projet étudié est situé dans une zone sans obstacles ni naturel ni artificiel. Le projet est orienté vers le Nord. Les bureaux (objet d'étude) est orientée vers le Sud-ouest elle est éclairé directement à partir des ouvertures fixés à l'extérieur à partir d'une seule façade entouré par des voiries.

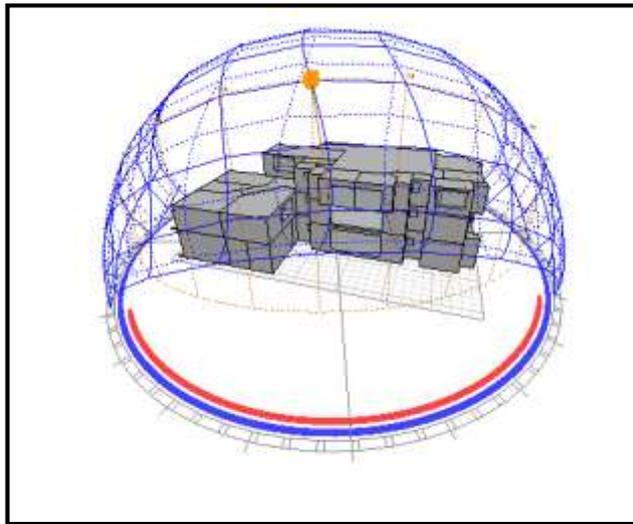


Figure 3-13: Le projet dans son environnement immédiat.
Source: (Ecotect Analysis 2010)

III.4.4.6. Les grilles d'analyses de bureau :

On a opté pour une disposition de la grille à 80 cm, l'altitude qui correspond à la hauteur du plan de tables de travail dans le bureau .

Avant de présenter chaque résultat, un diagramme on montre la variation de la lumière dans la journée indiquée, pour avoir une idée sur la qualité et la quantité de la lumière y accédée.

Les résultats représentent le niveau d'éclairément à l'intérieur de bureau d'exposition qui est exprimés sous format de grilles pour apprécier la lumière dans toute le bureau.

a. Le 21 septembre :



Figure3-14 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 septembre

Source : Ecotect Analysis 2011

- La grille de l'analyse de la lumière à l'intérieur des bureaux, montre une répartition des taches de lumière non-homogène, dans la partie des ouvertures, l'éclairage touche une valeur entre 2100 et 700 Lux, une valeur entre 1987 et 652 Lux dans le bureaux (2), le reste des deux bureaux (1 et 3) jusqu'au fond est dominé par un éclairage faible de 120 Lux avec des coins obscurs.

b. Le 21 décembre:

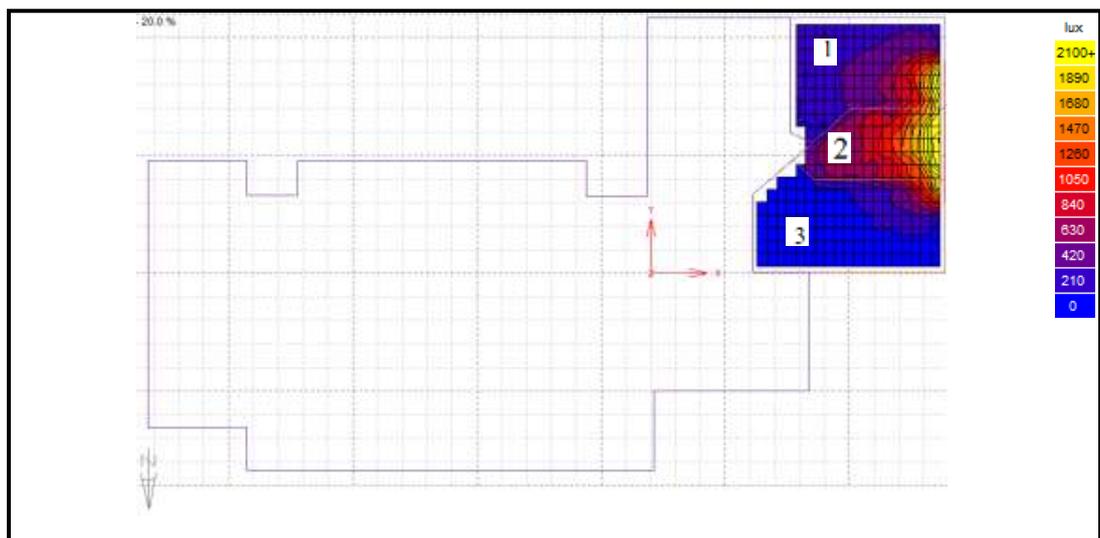


Figure3-15 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 décembre

Source : Ecotect Analysis 2011

- Pour la journée du 21 décembre, l'analyse d'évaluation de la lumière du jour dans les bureaux, relève une concentration de l'éclairage dans la partie des ouvertures (1987

Lux), puis cette valeur se commence à se décroît chaque fois on s'éloigne de la façade Ouest, et atteindre la valeur la plus basse 120 Lux (le cas de bureau 1 et 3).

c. Le 21 Mars:



Figure3-16 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 mars
Source : Ecotect Analysis 2011

- L'analyse de la grille de lumière pour la journée du 21 Mars, présente toujours le même résultat de l'éclairement, dans la partie des ouvertures (1987, 700 Lux), et de 120 Lux dans les parties qui l'entourent immédiatement jusqu' au fond de les deux bureaux (1 et 3).

d. Le 21 juin :

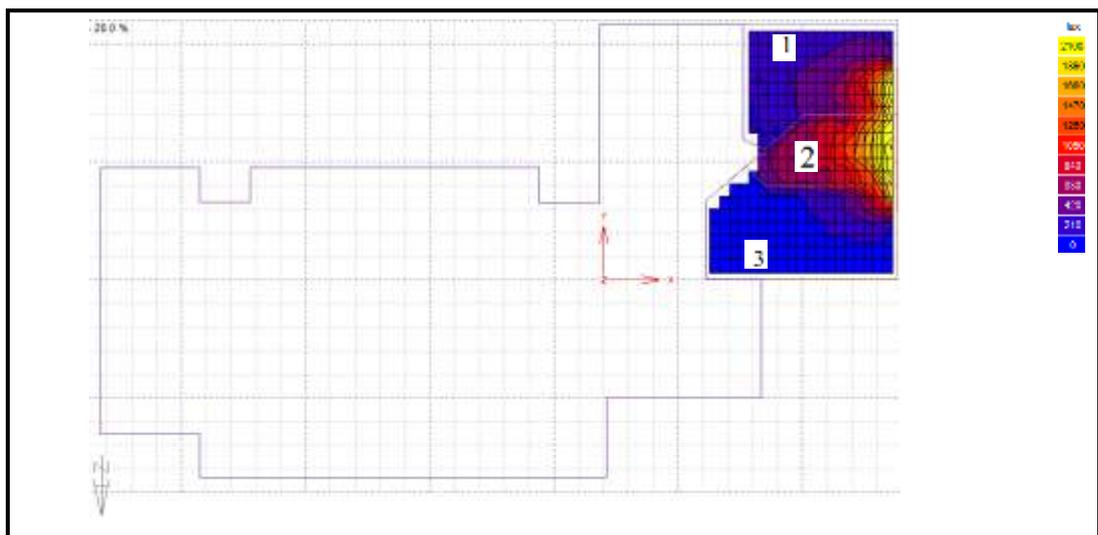


Figure3-17 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 juin
Source : Ecotect Analysis 2011

- La grille d'analyse présente des quantités de l'éclairage dans partie des ouvertures des bureaux, environ de 1987lux, cette valeur se diminue chaque fois on s'éloigne (210 Lux au centre des bureaux), et décroît chaque moment on se déplace en toute la profondeur de les deux bureaux(1 et 3) 120 Lux .

L'analyse de la grille de lumière pour les quatre saisonniers présente presque toujours le même résultat de l'éclairage donc, une distribution de lumière non uniforme ce qui résulte la présence de trois échelles dans le même espace : éblouissement, éclairé, sombre (sauf le bureau 2 et présente une distribution hétérogène, trop éclairé ,éclairé) donc une sensation d'inconfort visuel dans l'espace de travail .

III.5.Analyse et interprétation des résultats:

III.5.1.L'analyse des résultats:

Comme on l'a déjà cité la méthode d'évaluation numérique pour déterminer les niveaux d'éclairage appropriés dans le bureau , on a choisi plusieurs points de référence sur une hauteur de 80 cm du plancher (la hauteur d'une table de travail). Ainsi on va faire cette évaluation sur la base des données extraites de neuf points.

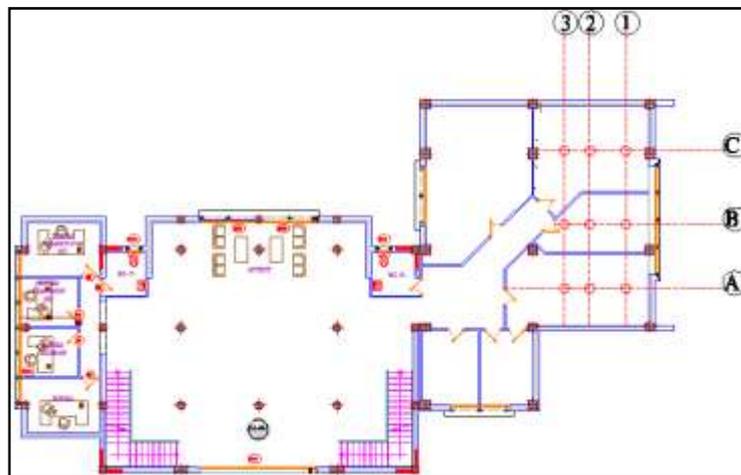


Figure 3-18: Situation en plan des points de référence.

Source : (Auteur)

Dans ce qui suit on va présenter les résultats retenus par simulation des trois cas, sous forme de graphes, selon les points de référence (A, B, C) pour un niveau d'éclairage de 80cm de hauteur. On a choisi une seule journée (le 21 Septembre) parce que le logiciel Ecotect Analysis2011 à considère le ciel autant qu'un ciel couvert donc les résultats dans les quatre saisonniers sont presque les mêmes avec une différence négligeable.

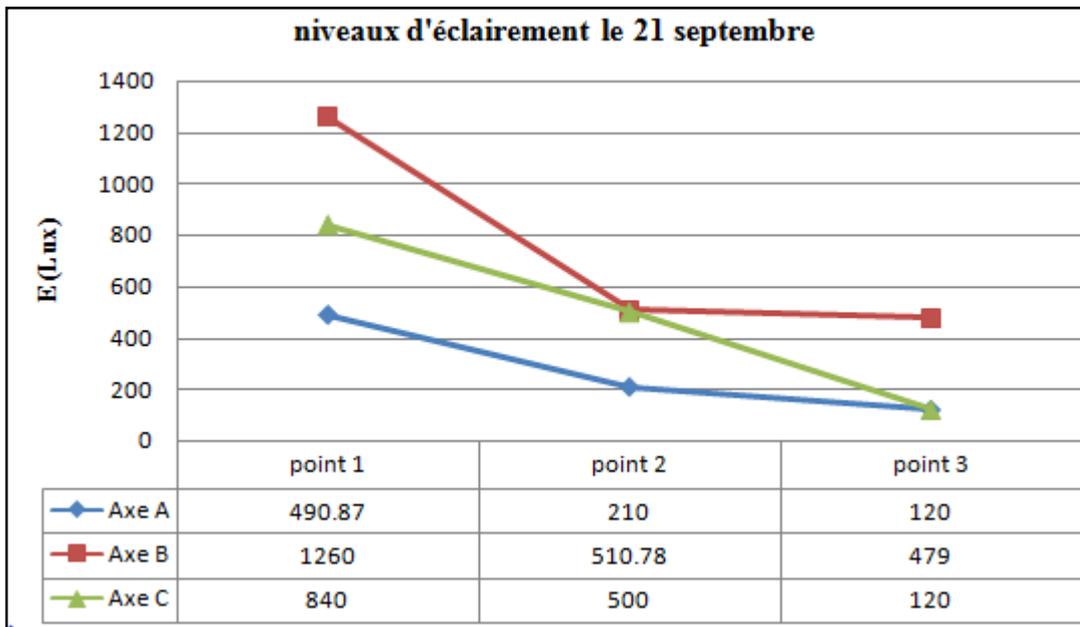


Figure 3-19 : rapport éclairage /position axe A, B, C
Source : auteurs.

-L'éclairage moyen à 80 cm dans l'axe A est 120 lux ;

-L'éclairage moyen à 80 cm dans l'axe B est de 479 lux ;

-L'éclairage moyen à 80 cm dans l'axe C est de 120 lux.

Une différence de 20% entre l'éclairage dans l'axe (A) et l'axe (B) et de 10 % entre l'axe(B) et l'axe (C), et elle est de 0% entre l axes(A) et (C), c'est une répartition presque uniforme.

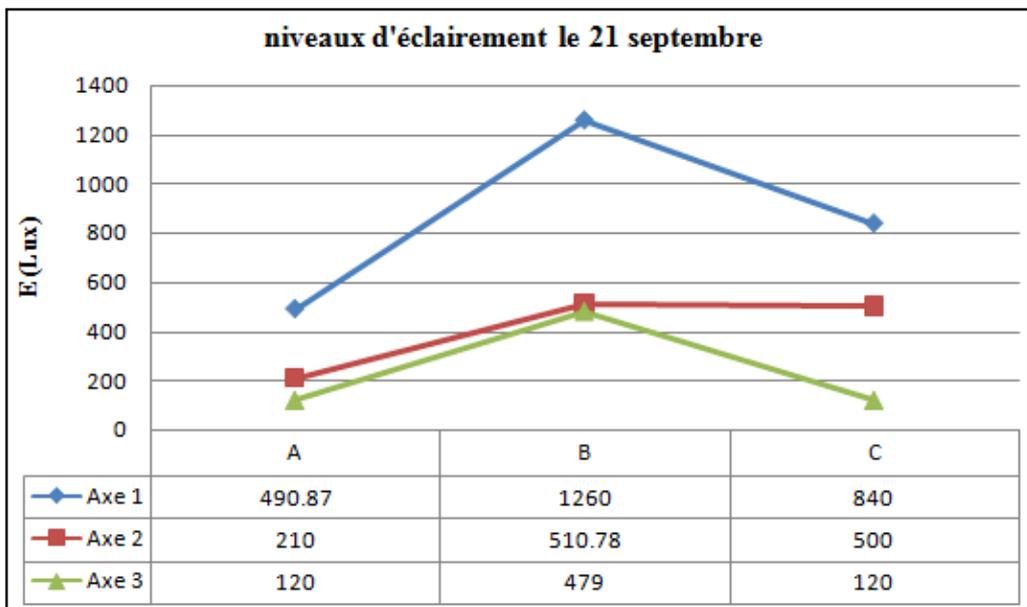


Figure 3-20: Rapport éclairage /position axe 1 .2.3.
Source : Auteur

-L'éclairement moyen à 80 cm dans l'axe 1 est de 490.87 lux ;

-L'éclairement moyen à 80 cm dans l'axe 2 est de 500 lux ;

-L'éclairement moyen à 80 cm dans l'axe 3 est de 120 lux.

-Une faible différence de 5% entre l'éclairement dans l'axe (1) et l'axe (2) et de 6 % entre l'axe (2) et l'axe(3), et elle est de 14 % entre axes (1) et (3). C'est une répartition non-uniforme.

III.5.2. La comparaison avec la norme:

Sachant que le niveau de l'éclairement influence directement le confort visuel des lecteurs, il est recommandé d'assurer un éclairage de 300 à 500 lux, et d'éviter l'éblouissement et l'obscurité. On fait la comparaison avec la quantité d'éclairage dans les axes A, B, C et normes.

	Position	Niveau de l'éclairement	Observations
Le 21 septembre	A1	490.87 lux	Selon la norme confortable
	A2	210 lux	Hors la norme
	A3	120 lux	Hors la norme
	B1	1260 lux	Hors la norme risqué d'éblouissement
	B2	510.78 lux	Hors la norme
	B3	479 lux	Hors la norme confortable
	C1	840 lux	Hors la norme risqué d'éblouissement
	C2	500 lux	Selon la norme confortable
	C3	120 lux	Hors la norme

Tableau 4: Evaluation d'éclairage des positions A.B.C.

Source : (Auteur)

Le tableau (Tableau 3-1) montre que les valeurs obtenues est supérieur par rapport aux normes recommandé sauf deux point; donc exigence d'un risque d'éblouissement dans la partie des ouvertures seulement(trop éclairé) , et sombre au fond des bureaux donc une sensation d'inconfort visuel dans l'espace de travail .

III.6. Optimisation du confort visuel

III.6.1.Recommandations:

III.6.1.1. Recommandations concernant l'objet d'étude :

D'après l'interprétation des résultats obtenus, il est nécessaires d'entamé des changements concernant l'objet d'étude les bureaux Sud-ouest de siège de daïra d'el-Aouana où :

- Un redimensionnement des ouvertures de les bureaux pour le but d'augmenté la surface des ouverture par rapport à la surface totale de la façade pour le but de bénéficier au maximum de la lumière naturelle.
- La transformation de forme des ouvertures, où des fenêtres en longueur sont proposées au lieu de petites fenêtres (le cas de bureau 1 et 3)
- L'intégration des brises solaires .

III.6.1.2. Recommandations à généraliser :

Les recommandations établies sont devisé sur quatre parties essentielles :

- Environnement extérieur.
- Eclairage latéral.
- Les brises solaires.
- Matériaux utilisées .

III.6.1.2.1. Environnement extérieur :

En cumul annuel, la partie nord de la voûte céleste est la moins lumineuse. En conséquence, les bureaux dont les ouvertures donnent sur cette orientation seront nettement défavorisées, les variations saisonnières sont très marquées sur les différentes façades. Il faut noter que seule la façade sud reçoit, relativement, moins d'énergie en été qu'en hiver.

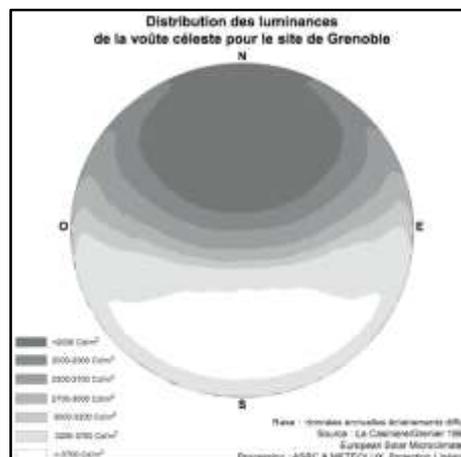


Figure3-21 : donnes annuelle de l'éclairement diffus
Source :énergie plus

III.6.1.2.2. Les ouvertures en façade :

Même s'il n'est pas le plus efficace, la grande ouverture vitrée en façade est le moyen le plus simple et le plus répandu d'apporter de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local. Cependant, une grande surface de vitrage sur une façade ne permet pas à elle seule de définir si l'éclairage naturel sera optimisé. En complément, il convient d'en paramétrer précisément

- la position.
- la forme et les dimensions.
- les matériaux de transmission.

Les brises solaires.

a. La position des ouvertures :

La position des ouvertures sur la façade aura un impact sur la répartition de la lumière naturelle dans le local qu'elles éclairent. Les impostes permettent à la lumière naturelle d'entrer plus en profondeur dans un local. En revanche, les ouvertures situées en dessous de la hauteur du plan utile auront peu d'impact sur la quantité de lumière qu'il recevra. On observe également qu'une zone d'ombre est créée sous l'allège dans le cas d'ouvertures trop hautes. Ces simulations nous montrent qu'une allège vitrée est peu efficace sur l'éclairage naturel. En revanche, la combinaison d'une fenêtre en imposte et une à hauteur d'œil est la configuration optimale pour l'éclairage naturel.

b. La forme et la dimension des ouvertures :

Une forme d'ouverture optimisée peut augmenter la qualité de l'éclairage naturel en limitant les effets de contrastes et les zones d'ombres. On préférera:

- une fenêtre large à la place de petites fenêtres étroites afin de limiter une succession de contrastes forts.
- à surface vitrée égale, on choisira une forme de baie et une position sur le mur qui offre, dans la mesure du possible, une vue sur le sol extérieur, le paysage et le ciel.
- Les baies de grande dimension auront une proportion de cadre moins importante, ce qui limite les déperditions thermiques et augmente l'apport de lumière naturelle.

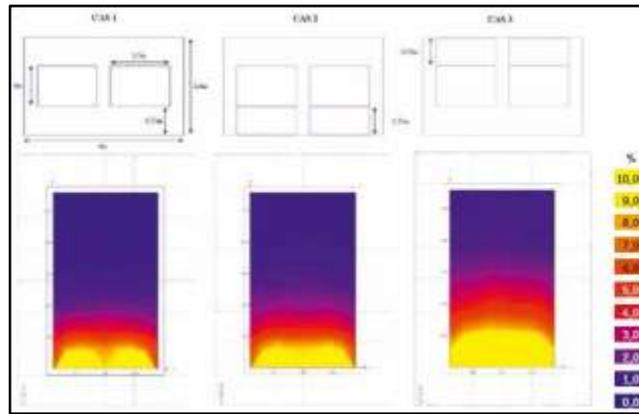


Figure3-22 : Comparaison de la répartition des facteurs de lumière du jour pour trois configurations de prise de jour en façade.

Source : (Iceb –PDF)

c. Les matériaux de transmission :

1. Le vitrage clair :

La transmission lumineuse du vitrage est une donnée technique variant en fonction du matériau 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.

2. 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.

d. Les brises solaires:

Utilisation des brises solaires mobiles verticales contrôlées par un moteur électrique pour orienter de manière optimale les lamelles ($0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 120^\circ$). fabriquées en aluminium avec une longueur de 20 cm. Ainsi les autres brises solaires placées au niveau de toiture.

- placer des stores à l'intérieur des espaces pour minimiser l'entrée des rayons solaires directs.
- positionner le système light shelf au niveau des fenêtres à l'intérieur des espaces aide à distribuer la lumière d'une façon uniforme.

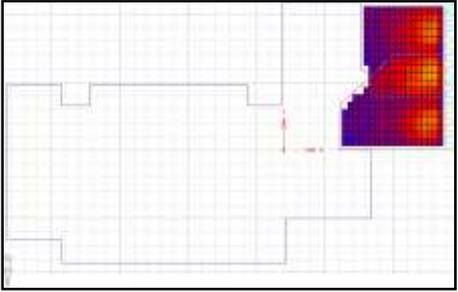


Figure 3-23: le système light shelf au niveau des ouvertures (**Source :** auteur).

III.6.2.Résultat des simulations :

Après les propositions, recommandations et solutions, on a fait une autre simulation et faire une interprétation des résultats :

	photo	interprétation
Le 21 September	<p>Figure3-24 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 septembre Source : Ecotect Analysis 2011</p>	<p>Les résultats de simulation indiquent que :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le niveau d'éclairement par rapport au période estivale min 292 lux, max +300 lux . -distribution uniforme de la lumière. -échelles : éclairé et bien éclairé.
Le 21 Décember	<p>Figure3-25 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 décembre Source : Ecotect Analysis 2011</p>	<p>Les résultats de simulation indiquent toujours le même résultat que :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le niveau d'éclairement min 292 lux, max +300 lux . -distribution uniforme de la lumière. -échelles : éclairé et bien éclairé.

<p>Le 21 mars</p>	 <p>Figure3-26 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 mars Source : Ecotect Analysis 2011</p>	<p>Les résultats de simulation indiquent que :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le niveau d'éclairage par rapport au période hivernale min 292 lux, max +300 lux . -distribution uniforme de la lumière. -échelles : éclairé et bien éclairé.
<p>Le 21 juin</p>	 <p>Figure3-27 : Grille d'analyse de la lumière à 12:00 h le 21 juin Source : Ecotect Analysis 2011</p>	<p>Les résultats de simulation indiquent que :</p> <ul style="list-style-type: none"> -le niveau d'éclairage min 292 lux, max +300 lux . -distribution uniforme de la lumière. -échelles : éclairé et bien éclairé.

Conclusion :

Ce chapitre contient l'essentiel d'informations qui peuvent servir l'évaluation du cas d'étude dans son contexte climatique, surtout ce qui concerne le climat lumineux. Dans cette étude, on a touché le principal facteur à prendre en compte lors de la conception d'un équipement administratif qui est la lumière naturelle, à travers les ouvertures et l'orientation, où on a montré qu'elle a un effet sur le confort visuel des usagers, dont chacun est désigné un environnement lumineux spécifique caractérisé par sa qualité et quantité de lumière. Dans les quatre journées choisies, et sur les quatre saisons, les valeurs d'éclairage exprimées en lux traduisent un niveau hors la norme, avec une distribution hétérogène de la lumière (éblouissement en été, des espaces sombres en hivers) ce qui provoque l'inconfort des usagers. En effet, pour résoudre ces problèmes plusieurs solutions ont été proposées, tel que les dimensions des ouvertures, l'intégration des systèmes de protection solaire etc....et on termine par un autre calcul et simulation à fin de confirmer les solutions proposées. A la fin de ce chapitre on peut confirmer l'importance d'utilisation des logiciels de simulation dès les premières phases de conception d'un projet pour éviter tous les problèmes liés à la lumière et d'optimiser le confort visuel.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION

Comme il a été établi dans les différents chapitres, cette recherche a été consacrée pour l'étude de l'optimisation de l'éclairage naturel dans les équipements administratifs tel que les bureaux ; on s'est beaucoup plus intéressé aux surfaces, types des ouvertures et leurs impacts sur le confort visuel dans les espaces constituent les équipements administratifs . Et pour assurer ce but ; ce travail s'est fait en deux parties: la première théorique et la deuxième pratique.

La partie théorique a été réalisée en à l'aide de données documentaires, où elle nous a permet de construire des connaissances globales autour de la lumière, cette dernière est une grandeur physique -avec ses différents caractéristiques qui lui rend un élément nécessaire indispensable dans le processus de toute conception architecturale- vis à comporte un confort visuel adéquat.

Dans cette partie nous sommes intéressés aux différents dispositifs de l'éclairage naturel dans un bâtiment généralement et dans les équipement administratifs spécialement et leurs impacts sur le confort visuel, tout en prenant en considération que leur mise en œuvre pouvait être contrainte par des phénomènes d'éblouissement ou de déséquilibre thermique.

Dans le bâtiment en générale et les bureaux en spécificité, la lumière naturelle a une place indiscutable consiste d'une part à faciliter les différentes tâches visuelles dans le bureau sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante ; quantitativement en termes d'éclairement et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs.

La combinaison de l'éclairage, le contraste de luminance, la couleur de la lumière et la reproduction des couleurs ou leur choix sont les éléments qui déterminent la couleur du climat et le confort visuel. La négligence de l'un ou de plusieurs éléments de cet ensemble peut conduire à l'inconfort visuel qui se présente sous forme de fort contraste ou d'éblouissement ainsi que de surchauffement.

Dans La deuxième partie opérationnelle ;on a fait recours premièrement la technique de questionnaire pour les opinions et les points de vue des usagers ; et après 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 ECOTECT ANALYSIS 2011 suivant les données climatiques de la région, dont le cas d'étude est les bureaux orienté sud-ouest de la siège

Conclusion générale

de daïra d'el Aouana . À cet effet, un modèle 3D est réalisé et analysé pour évaluer les ambiances lumineuses à l'intérieur de les bureaux .

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 éclairage 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 éclairage qui provoque un éblouissement dans le temps où les parties qui entoure immédiatement la première partie dominée par un éclairage minimum respectant la norme, par contre le reste de les bureaux qui reste obscure.

Dans la recherche de la conception de l'éclairage naturel dans les bureaux , les méthodes de simulation sont très performantes et touche une grande partie de la réalité car elle traite la majorité des facteurs influent sur le confort visuel, néanmoins il est très difficile de déterminer ces facteurs d'une façon définitif mais ceci ne nous empêche pas de les démunie a deux facteurs principale due à la conception architecturale de l'objet d'étude : d'une part l'insuffisance de la surface des ouvertures par rapport à la surface totale de la façade extérieure ainsi la surface de les bureaux , et d'une autre part la non diversification de type d'éclairage où il base seulement sur l'éclairage latéral tout en négligeant l'éclairage zénithal.

Conformément à ce que nous avons formulé dans l'introduction de ce travail et d'après les résultats obtenus par l'analyse de les bureaux après l'intégration des changements au niveau de dimensionnement et type d'ouverture et l'emplacements des brise solaire , la maîtrise de ces trois facteurs et la combinaison entre eux permet d'avoir le confort visuel recommandé dans une les bureaux avec une répartition homogène de la lumière naturelle suivant la norme imposée ceci nous permettons de généraliser les recommandations établies sur les futures infrastructures administratifs comprend d'un bureau .

A la fin, l'optimisation de l'éclairage naturel dans les équipements administratifs 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.

REFERENCES-BIBLIOGRAPHIQUES

LIVRES :

- **ALIN Liébard, ANDRE de herde** ."Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques ," Ecole d'architecture de Grenoble.
- **DELETRE, J.J,** (2003) “ Mémento de prises de jour et protections solaires”. Ecole d’Architecture de Grenoble,
- **NARBONI Roger,**(2006)."lumière et ambiances; concevoir des éclairages pour l'architecture et la ville", groupe moniteur, département d'architecture.
- **NEUFERT, Ernst.**2002.les éléments de projet de construction « l’homme, mesure de tous choses ».8^{eme}. Dunod. Édition : le moniteur.p.175-191.
- **TAREB,** “Eclairage naturel. Energie Confort et Bâtiments”, Chapitre 4
- **TERRIER. Christian ET VANDEVYVER. Bernard,** "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris, p3
- VANDENPLAS.A,**(1964), « Comité National Belge de l’Eclairage- Commission de l’Eclairage Naturel »,L’éclairage naturel et ses applications, Bruxelles, p122.

THESES ET MEMOIRES:

- **BELL.J & BURT .W** in ROUAG, Djamila. Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Thèse de Doctorat. Constantine : Université Mentouri, Avril 2001.
- **BENDEKKICHE Selma.** « Optimisation de l’éclairage naturel dans les salles de classe par simulation inverse ». Mémoire de magistère. Architecture, forme, ambiances et développement durable. Université Mohamed Khider – Biskra.
- **BENHARKAT,Sarah.** (2006), “ Impact de l’éclairage naturel zénithal sur le confort visuel dans les salles de classe cas d’étude : bloc des lettres de l’université mentouri Constantine », Mémoire de magistère. Architecture. Université de Mentouri Constantine.

- **DAICH, Safa.** (2011), "Simulation et optimisation du système light shelf sous les conditions climatique spécifiques". Mémoire de magister. Université de Biskra.
- **Khérat Nassima.** 2005, "centre d'affaires el-hamma Alger ", mémoire de fin d'études option grands équipements. Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme.

FICHES ET GUIDES:

- **Association Française de l' Eclairage.** Recommandations relatives à l' éclairage des locaux scolaires. Paris: LUX. 1987, p 8.
- **BOUVIER François,** "Séminaire et Atelier Tony Garnier" Techniques de l'Ingénieur.
- **ROBERTSON, Keith,** (2003), « Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments », Ontario: SCHL-CMHC.
- **ROULET** (*spécialistes de l'éclairage*).1987.

REFERENCES ELECTRONIQUES:

- **AFE (Association Française de l'Eclairage) :** 52 Bd Malesherbes - 75008 Paris, 1995, p.11.
Le Syndicat de l'Eclairage. L'éclairage et le confort visuel. [En ligne]. Paris. disponible sur www.syndicat-éclairage.com (consulté le 14/05/2017).
- **ARCHI GUIDE,**www.archi-guide.com.
- **BELETRE, J-J.** donnée de base pour l'éclairage de bureau, France. [En ligne], 2001. P.10.disponible sur <https://www.seco.admin.ch/seco/fr/home/Arbeit/.../Licht-und-Beleuchtung.html>. (consulté le 20/09/2017).
- **CSS06-FR.** Optimiser l'éclairage naturel.[En ligne] .disponible sur http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/docs/CSS06_FR.pdf. (consulté le 28/04/2017)
- **FILLIATREAU Loïc.** Règlements et préconisations pour un meilleur confort visuel. [En ligne]. (SISE Jeudi 4 février 2016, p3.) disponible sur <http://energie2020.fr/wpcontent>

[/uploads/2016/05/03_reglementation_preconisations_confort_visuel_poste_de_travail.pdf](#) (consulté le 22/07/2017).

-**IBGE**. Optimiser la conception des fenêtres. [En ligne]. Disponible sur <http://www.guidebatimentdurable>.Brussel (consulté le 15/06/2017).

- **Le Syndicat de l'Eclairage**. L'éclairage et le confort visuel. [En ligne]. Paris. disponible sur www.syndicat-eclairage.com (consulté le 14/05/2017).

- **MILLER**, François. L'éclairage des lieux de travail. [En ligne]. Disponible sur : www.sdv.fr. (consulté le 1/02/2017)

LES ANNEXES

Nous somme des étudiants en Master 2 dans *Université Mohamed Seddik Benyahia Jijel*.
nous menons un sujet de recherche sur l'optimisation de confort visuel à partir de l'éclairage naturelle dans les équipements administratifs .

Ce questionnaire anonyme s'adresse pour les gens et les travailleurs de tous équipements administratifs (espace de bureau)
Nous vous remercie par avance.

-d'abord il faut indiquer la date ,l'espace et l'heure de remplissage de cette fiche :

Date et heure :

Espace (orientation du bureaux) : Nord – Est Sud- Est Sud –Ouste

I-Généralités :

1-Êtes-vous :

-Une femme

-Un homme

2-Quel âge avez-vous?

3-Groupe d'usagers :

4-Combien d'heures passez-vous dans le bureau: Heure/jour Heure/semaine

Pour quoi ?.....
.....

5-Vous préférez qu'elle position dans la classe ?

A Proximité de la fenêtre Eloignée de la fenêtre

Pour quoi ?.....
.....

II- Ambiance lumineuse :

6-En hiver, trouvez-vous que la lumière naturelle disponible dans vôtres bureaux en hiver est :

-Insuffisante (bureau sombre)

-Peu suffisante (bureau peu éclairé)

-Suffisant (bureau claire)

-Très suffisant (bureau très claire)

7-En été, trouvez-vous que la lumière naturelle disponible dans vôtres bureaux est :

-Insuffisante (bureau sombre)

-Peu suffisante (bureau peu éclairé)

-Suffisant (bureau claire)

-Très suffisant (bureau très claire)

8- Appréciez-vous la présence de la lumière solaire directe dans vôtres bureaux:

-Pas du tout

-Un peu

-Modérément

-Beaucoup

9- Recevez-vous des taches solaires sur vôtres plan de travail ?

Pas du tout Parfois Souvent

10- Etes-vous gêné par la présence taches solaires sur vôtres plan de travail ?

-Pas du tout

-Un peu

-Modérément

-Beaucoup

11- Lorsque les rayons solaires sont intenses dans vôtres bureaux , que faites-vous ?

-Occulter la fenêtre

-Déplacer la table de classe vers une zone ombragée

-Autres réactions

12- Etes-vous gêné par la réflexion des rayons solaires ou diffuses sur le plan de travail ?

-Pas du tout

-Un peu

-Modérément

-Beaucoup

- Souffrez-vous de l'éblouissement des rayons solaires ?

-Pas du tout

-Un peu

-Modérément

-Beaucoup

13- Quelle sont les sources d'éblouissement qui vous gênent ?-Soleil - Réfection des parois internes -Fenêtre - Réflexion du plan de travail

Autres.....

14- Aimeriez-vous contrôler la pénétration des rayons solaires dans le bureau à l'aide d'un système de protection solaire ?Oui Non

Si oui, quel type de protection vous préférez ?

.....

15- Comment qualifier vous la vue que vous sur l'extérieur ?Satisfaisante Reposante Ouverte Désagréable Limité Sombre Claire Ennuyeuse Agréable Stimulante spacieuse Simple **16- Dans votre lieu de travail, êtes-vous satisfaits des caractéristiques suivantes ?**

	Très satisfait	Peu satisfait	Indifférent	Non satisfait	Pas de tout satisfait
Niveau de bruit					
Éclairage					
Odeur					
Aération					
Fraicheur en été					
Chaleur en hiver					
Dimension des fenêtres					
Grandeur d'espace					
Vue vers l'extérieur					
Environnement général (Couleur, sol ...)					

17- Quelle est l'impression que vous avez de le bureaux ?Agréable Confortable Ennuyeuse Sombre Lumineuse Ouverte Laide Stimulante Approprié Déprimante Belle Chaude Reposante Exigie Sans éblouissement Spacieuse Ensoleillé

III-Représentations

19- Comment décrirez-vous le bureau idéal?.....

.....

20- Que faudrait-il changer dans votre bureau pour atteindre cet idéal?.....

.....

21- Un bureau idéal, ce serait un bureau avec une vue sur l'extérieure ?.....

.....

22- Et qu'est-ce que vous lui demanderiez d'autre.....

Commentaire et conclusion:

Merci d'ajoute ici, si vous voulez queleque présentation ou commentaire sur l'espaces de travail ou autre notes que vous estimez avoir une influence sur l'ambiance de l'éclairage avec son confort visuelle dans votre espace de travail .

.....
.....
.....
.....
.....
.....

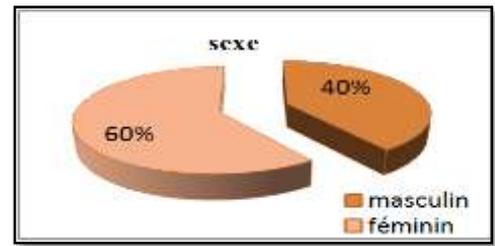
*Merci d'avoir bien voulu remplir ce
questionnaire*

Question 1: Sexe

Sexe	Féminin		Masculin	
	N	%	N	%
Les bureaux	18	60	12	40

Tableau 01: Répartition des occupants selon le sexe.

Source : Auteur.



Graphe 01: Répartition des occupants globale selon le sexe. Source : Auteur.

Le graphe 01 indique la répartition des occupants(30) selon leur sexe.

Question 2 : l'âge.

Age(ans)	26 - 31		32 - 35		36 - 40		+ 40	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Les bureaux	04	13.33	06	20	11	36.66	09	30

Tableau 02: Répartition des occupants selon la tranche d'âge.

Source : Auteur.

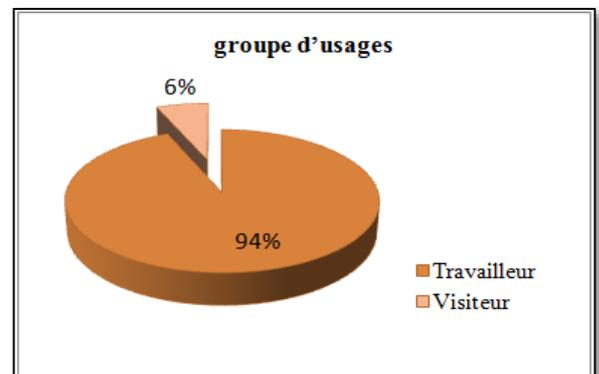
Question 3 : groupe d'usages.

Groupe d'usage	Travailleur	Visiteur
Nombre de groupe	02	01
%	93.75	6.25
Nombre total	30	2
%	93.75	6.25

Tableau 03: Répartition des occupants selon le groupe d'usages.

Source : Auteur.

Le Tableau 03 présente la répartition des occupants et selon le groupe d'usages ou le nombre des travailleur plus de celle des visiteur car les travailleur ils passent plus de temps dans les bureau (d'après l'emploi de temps des travailleur). Donc pour notre échantillon on a choisi un personnage de 94% de travailleur et 6% de visiteur .



Graphe 02: Répartition des occupants selon le groupe d'usages

Source : Auteur.

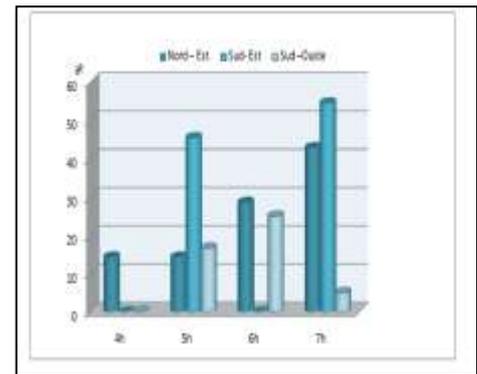
Question 4 : Durée d'occupation des bureaux

Durée	4h		5h		6h		7h	
	N	%	N	%	N	%	N	%
L'orientation des bureaux								
Nord – Est	01	14.28	1	14.28	02	28.57	03	42.85
Sud- Est	-	-	05	45.45	-	-	06	54.54
Sud –Ouste	-	-	02	16.66	03	25	07	58.33

Tableau 04: Répartition des occupants selon leurs durées d'occupation des bureaux.

Source : Auteur.

Le graphe 03 montre que les occupants des bureaux qui orientée Sud- Est passent une d'urée de 5h à 7h par jour car ils passent quelque travail dans votre bureau et après il y a la possibilité de sortir, par contre les occupants des bureaux qui orienté vert Nord –Est passent une longue d'urée de 4h à 7h / jouer a couse de votre travail .



Graphe 03: Répartition des occupants selon leurs durées d'occupation des bureau **Source :** Auteur.

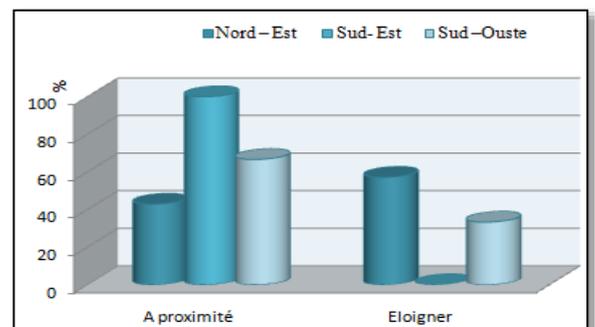
Question 5 : Position des occupants par apport la fenêtre.

Position	A proximité		Eloigner	
	N	%	N	%
L'orientation de bureau				
Nord – Est	03	42.85	04	57.14
Sud- Est	11	100	0	00
Sud –Ouste	08	66.66	04	33.33

Tableau 05:Répartition des occupants selon leur position par apport la fenêtre .

Source : Auteur.

Le graphe 04 indique que la plupart des occupants des bureaux d'une orientation Sud-Est et Sud-Ouest préfèrent la place à côté de la fenêtre , temps que les occupants des bureaux d'une orientation Nord-Est et préfèrent une place éloignée.

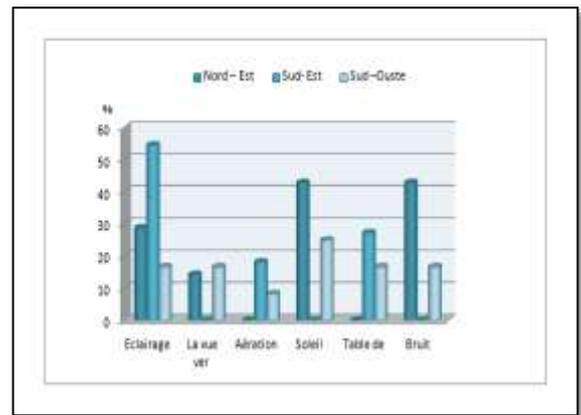


Graphe 04: Répartition des occupants selon leur position par apport la fenêtre **Source :** Auteur.

Justification	Eclairage		La vue ver l'extérieure		Aération		Soleil		Table de travail		Bruit	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	2	28.57	1	14.28	0	-	3	42.85	0	-	1	42.85
Sud- Est	6	54.54	0	-	2	18.18	0	-	3	27.27	0	-
Sud –Ouste	2	16.66	2	16.66	1	8.33	3	25	2	16.66	2	16.66

Tableau 06: Répartition des occupants selon la justification de leur position par rapport la fenêtre. **Source** : Auteur.

Les occupants des bureaux qui ont préférés une place à proximité de la fenêtre, leur justifications étaient pour des raisons d'intensité d'éclairage, la vue vers l'extérieur et l'aération, temps que la plus part des occupants des bureaux qui ont préférés une place éloigner de la fenêtre leurs justifications étaient pour des raisons le bruit et la pénétration directe du soleil à proximité de la fenêtre qui gêne la vision vers le table de travail.



Graph 05: Répartition des occupants selon la justification de leur position par rapport la fenêtre. **Source** : Auteur.

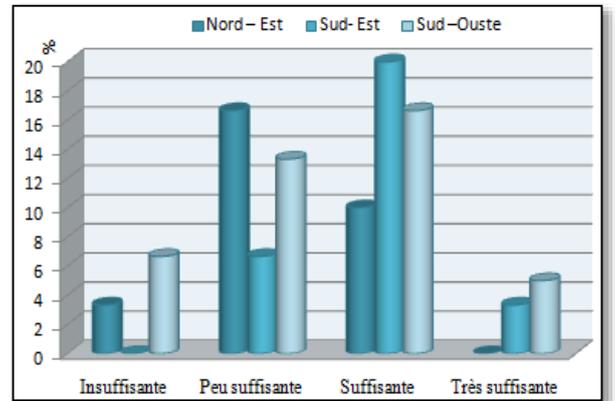
Question 6 : Taux de luminosité dans les bureaux en hiver

Lumière naturelle en hiver	Insuffisante		Peu suffisante		Suffisante		Très suffisante	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	1	14.28	4	57.14	2	28.57	0	-
Sud- Est	0	-	3	27.27	6	54.54	2	18.18
Sud –Ouste	2	16.66	4	33.33	5	41.66	1	8.33

Tableau 07: Répartition des occupants selon le taux de luminosité dans les bureaux en hiver. **Source** : Auteur.

Le graphe 07 indique que les occupants des bureaux orientés Sud-Est et Sud-Ouest ont trouvés qu'en hiver la lumière naturelle est : suffisante avec un pourcentage de 54.54% pour les bureaux qui orienté vert Sud-Est et 41.66% Sud-Ouest, et très suffisante avec un pourcentage de 18.18% et 8.33%.

-Tandis que les occupants des bureaux qui orientées, Nord – Est ont trouvés qu'en hiver la lumière naturelle est : peu suffisante avec un pourcentage de 57.14% et insuffisante avec un pourcentage de 28.57%.



Graphe 06: Répartition des occupants selon le taux de luminosité dans les bureaux .

Source : Auteur

Question 7: Taux de luminosité dans les bureaux en été :

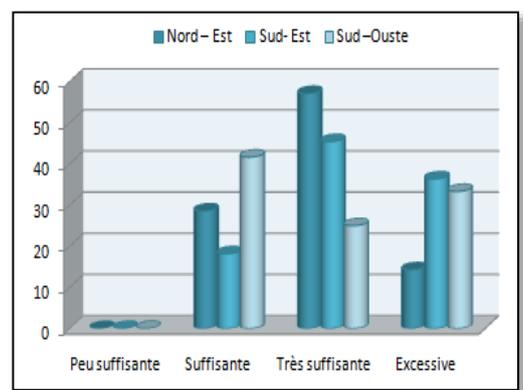
Lumière naturelle en été	Peu suffisante		Suffisante		Très suffisante		Excessive	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	0	-	2	28.57	4	57.14	1	14.28
Sud- Est	0	-	2	18.18	5	45.45	4	36.36
Sud –Ouste	0	-	5	41.66	3	25	4	33.33

Tableau 08: Répartition des occupants selon le taux de luminosité dans les bureaux en été.

Source : Auteur.

Le tableau 08 indique que 88.41% des occupants des bureaux ont trouvés qu'en été la lumière naturelle est suffisante et 0% l'ont trouvés peu suffisante ce qui indique que l'éclairage naturel est optimum pendant la période estivale.

La comparaisant des résultats des trois position des bereaux indique que les occupants des bureaux qui orienté Nord-Est et Sud-Est ont trouvés qu'en été la lumière naturelle est très suffisante voir excessive avec un pourcentage de 14.28% pour Nord-Est, 36.36% pour Sud-Est et .Tandis que les occupants de les bureaux orientée Sud – Ouste ont la trouvés suffisante avec un pourcentage de 18.18% .



Graphe 07: Répartition des occupants selon le taux de luminosité dans les bureaux.

Source : Auteur

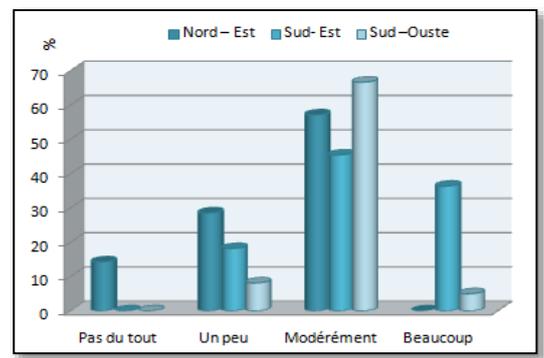
Question 8 : le taux d'ensoleillement direct dans les bureaux :

Lumière solaire directe	Pas du tout		Un peu		Modérément		Beaucoup	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	1	14.28	2	28.57	4	57.14	0	-
Sud- Est	0	-	2	18.18	5	45.45	4	36.36
Sud –Ouste	0	-	1	8.13	8	66.66	3	25

Tableau 09: Répartition des occupants selon le taux d'ensoleillement direct dans les bureaux .

Source : Auteur.

Le tableau 09 indique que 20% des occupants des classes type apprécient peu ou pas du tout la présence de la lumière solaire directe dans leur champ de vision, alors que 80% apprécient ce genre de phénomène d'inconfort visuel. Ou les occupants des deux bureaux orientent Sud-Est et Sud – Ouest indiquent sont les plus beaucoup gênés par présence de la lumière solaire directe par un pourcentage de 36.36% (Sud-Est) et 25% (Sud –Ouste).



Graph 08: Répartition des occupants selon le taux d'ensoleillement direct dans les bureaux .

Source : Auteur

Question 9 : Présence rapportée des taches solaires sur le plan de travail :

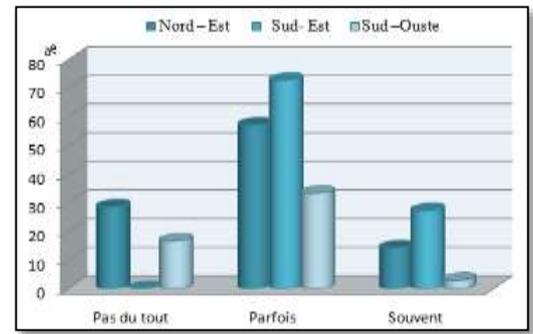
Lumière solaire directe	Pas du tout		Parfois		Souvent	
	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	2	28.57	4	57.14	1	14.28
Sud- Est	0	0	8	72.72	3	27.27
Sud –Ouste	2	16.66	4	33.33	6	50

Tableau 10: La présence des taches solaires rapportée sur le plan de travail.

Source : Auteur.

Les résultats obtenus montrent que 86.66% des occupants des trois types de bureaux sont touchés par la présence des taches solaires sur leurs plans utiles ce qui indique que le soleil pénètre dans ses bureau mais d'une manière différent selon leurs orientation sans oublier bien sûr que la plus part des occupants de ses bureaux préfèrent une place à côté de la fenêtre, ou : Le bureau orientée Sud-Est présente un pourcentage de 27.27% souvent touchés et 72.72% parfois touchés par la tâche solaire, le bureau orientée Sud-

Ouest présente un pourcentage de 50% souvent touchés et 33.33% parfois touchés par la tâche solaire, ensuit le bureau orienté Nord- Est qui présente un pourcentage de de 14.28% souvent touchés et 57.14% parfois touchés par la tâche solaire.



Graphe 9: La présence des taches solaires rapportée sur le plan de travail..

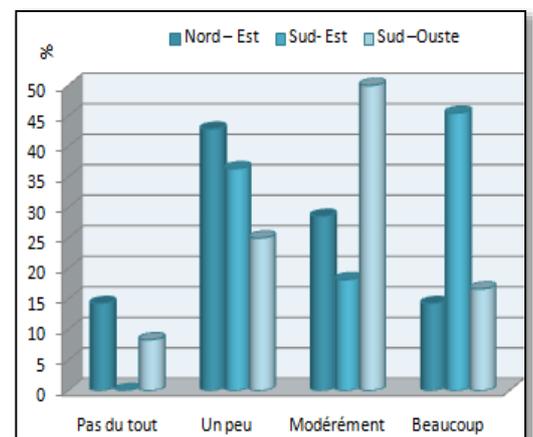
Source : Auteur

Question 10 : Le gêne à cause de réflexion des rayons solaires ou diffus sur le plans de travail :

réflexion des rayons solaires ou diffus	Pas du tout		Un pea		Modérément		Beaucoup	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	1	14.28	3	42.85	2	28.57	1	14.28
Sud- Est	0	0	4	36.36	2	18.18	5	45.45
Sud –Ouste	1	8.33	3	25	6	50	2	16.66

Tableau 11: Le gêne rapporté à cause de réflexion des rayons solaires ou diffus sur le plan de travail .
Source : Auteur.

Le graphe 10 montre que les occupants des bureaux qui orienté vert le Sud- Est et Sud – Ouste sont les plus beaucoup gênes par la réflexion des rayons solaires ou diffus sur le plan de travaile avec un pourcentage de 45.45% (Sud- Est) et 16.66% (Sud –Ouste) vue la pénétration directe des rayons solaire compte à leurs orientation. Tandis que les occupants de bureau orienté Nord – Est déclarent qu’ils sont un peu et parfois pas du tout gênes par la réflexion des rayons solaires ou diffus sur le pans de travaile avec un pourcentage de 42.85% un peu et 14.28% pas du tout gênes au niveau de cet bureau .



Graphe 10: Le gêne rapporté à cause de réflexion des rayons solaires ou diffus sur le plans de travail .

Source : Auteur

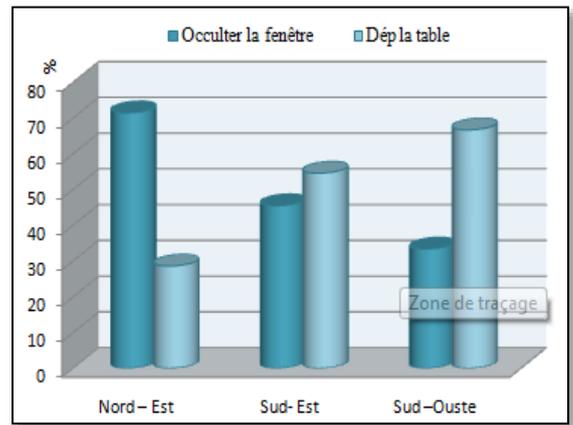
Question 11: Réaction contre l'intensité des rayons solaires :

Solution contre l'intensité des rayons solaires	Occulter la fenêtre		Déplacer la table vers un zone ombragée	
	N	%	N	%
Nord – Est	5	71.42	2	28.57
Sud- Est	5	45.45	6	54.54
Sud –Ouste	4	33.33	8	66.66

Tableau 12: Répartition des occupants selon leurs réactions aux rayons solaires intenses.

Source : Auteur.

- 53.33% des occupants des bureaux ont recours à déplacer leurs tables de travail vers une zone ombragée à cause des manques d'une occultation par rideau ou des brises solaire et les stores quand les rayons solaires sont intenses. Un pourcentage de 71.42% (Nord – Est), 45.45% (Sud-Est) et 33.33(Sud –Ouste) des occupants ont recours à acculer les fenêtres l'observation au niveau de ses bureaux montre que les occupants utilisent leurs feuilles de travail pour occulter la fenêtre comme solution contre intensité des rayons solaires. En effet d'autres réactions sont envisagées tel que se protéger avec les mains.



Graph 11: Répartition des occupants selon leurs réactions aux rayons solaires intenses..

Source : Auteur

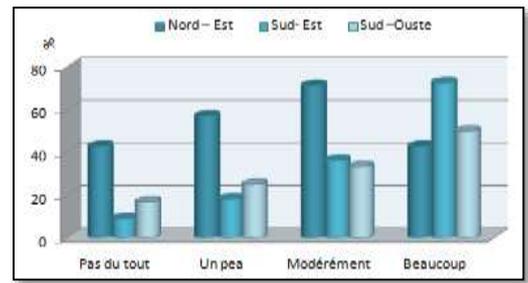
Question 12 : Gêne à cause de l'éblouissement:

réflexion des rayons solaires ou diffus	Pas du tout		Un peu		Modérément		Beaucoup	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	3	42.85	4	57.14	5	71.42	3	42.85
Sud- Est	1	9.09	2	18.18	4	36.36	8	72.72
Sud –Ouste	2	16.66	3	25	4	33.33	6	50

Tableau 13: Répartition des occupants selon leurs degrés de gêne à l'éblouissement.

Source : Auteur.

Le graphe 12 montre que le taux le plus élevé des occupants gênés par l'éblouissement est celui des bureaux qui sont orientées Sud-Est, Nord- Est et Sud – Ouest .



Graphe 12: Répartition des occupants selon leurs degrés de gêne à l'éblouissement.

Source : Auteur

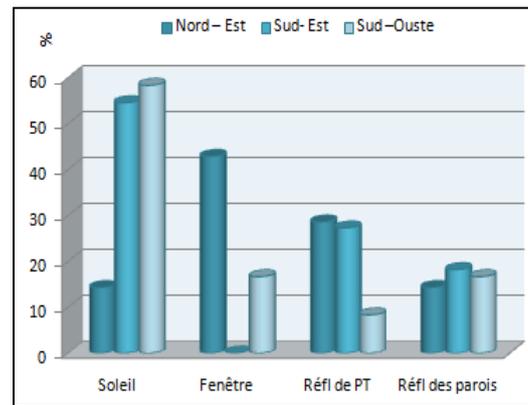
Question 13 : les sources d'éblouissement gênent.:

Source d'éblouissement	Soleil		Fenêtre		Réflexion De plans de travail		Réfection des parois internes	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Nord – Est	1	14.28	3	42.85	2	28.57	1	14.28
Sud- Est	6	54.54	0	0	3	27.27	2	18.18
Sud –Ouste	7	58.33	2	16.66	1	8.33	2	16.66

Tableau 14: Répartition des occupants selon les sources d'éblouissement.

Source : Auteur.

- 46.66% des occupants des classes types indiquent que le facteur soleil est le premier source d'éblouissement, alors que la réflexion du plans de travail éblouit 20% des occupants et 16.66% par la réflexion des parois intérieures tandis que les fenêtres 16.66% des occupants.



Graphe 13: Répartition des occupants selon les sources d'éblouissement...

Source : Auteur

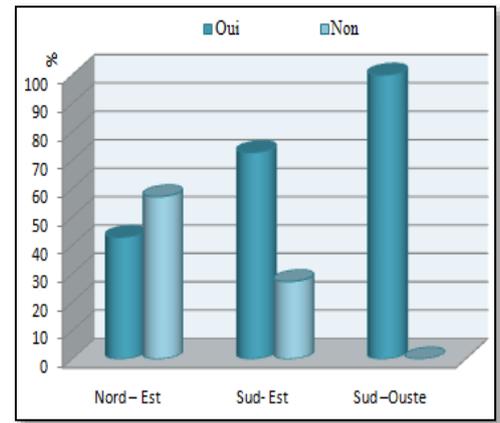
Question 14 : Le contrôle de la pénétration des rayons solaires à l'aide d'une protection solaire

Contrôle la pénétration des rayons solaires	Oui		Non	
	N	%	N	%
Nord – Est	3	42.85	4	57.14
Sud- Est	8	72.72	3	27.27
Sud –Ouste	12	100	0	0

Tableau 15: Répartition des occupants selon leur besoin de protection solaire.

Source : Auteur.

Les résultats d'interrogation indiquent que 81.66% des occupants ont répondu qu'ils ont besoin d'une protection solaire car d'après l'observation on a remarqué que les salles ne contiennent pas un système de protection solaire, alors que 18.33% répondent par la négation, avec un pourcentage de 40% au niveau de la salle de classe 02 où le soleil rarement pénètre.



Graphique 14: Répartition des occupants selon leur besoin de protection solaire.

Source : Auteur

Question 15 : Qualification de la vue vers l'extérieur :

Caractéristiques de la vue vers l'extérieur	Nord – Est		Sud- Est		Sud –Ouste	
	N	%	N	%	N	%
Satisfaisante	7	100	6	54.54	5	41.66
Reposante	6	85.71	6	54.54	4	33.33
Ouverte	7	100	5	45.45	8	66.66
Désagréable	0	0	1	9.09	2	16.66
Limité	1	14.28	2	18.18	2	16.66
Ennuyeuse	3	42.85	1	9.09	0	0
Agréable	6	85.71	5	45.45	4	33.33
Stimulante	5	71.42	6	54.54	3	25
Spacieuse	6	85.71	7	63.63	8	66.66

Tableau 16: Répartition des occupants selon leurs qualifications de la vue vers l'extérieur..

Source : Auteur.

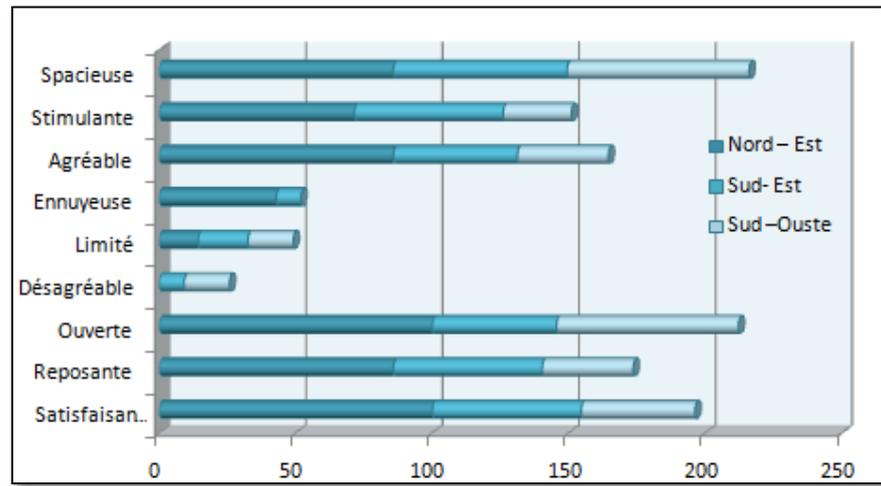
D'après les avis des occupants indiquent dans le tableau 16 on peut qualifier la vue vers l'extérieur de chaque bureau comme suivant :

Les bureaux orienté Sud- Est : Satisfaisante, Reposante, Ouverte, Stimulante, Agréable, Spacieuse.

Les bureaux orienté Nord – Est: Satisfaisante, Reposante, Ouverte, Agréable, Spacieuse.

Les bureaux orienté Sud –Ouste: Satisfaisante, Ouverte, Spacieuse.

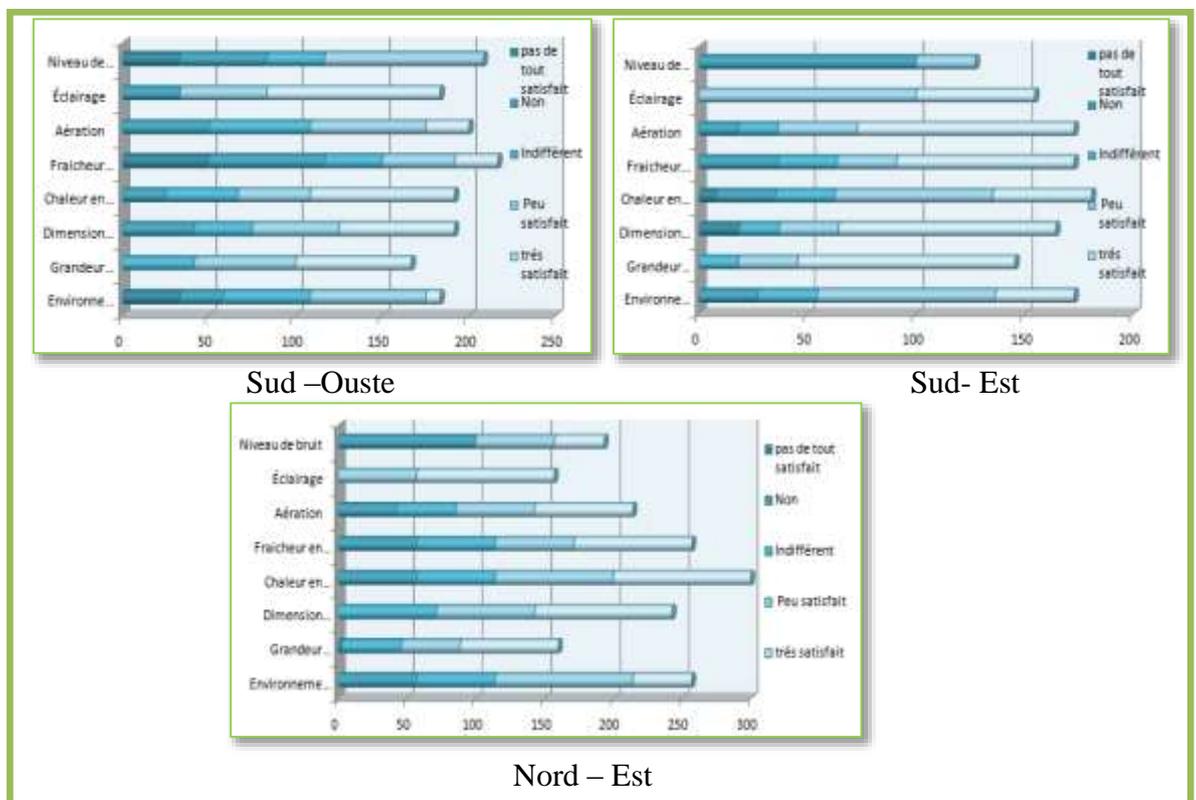
Donc : Pratiquement tous les occupants sont satisfaits de la vue vers l'extérieur.



Graph 15: Répartition des occupants selon leurs qualifications de la vue vers l'extérieur.

Source : Auteur.

Question 16 : Caractéristiques des bureaux :



Graph 16: Répartition des occupants selon leurs degrés de satisfaction.

Source : Auteur.

Le graph 16 montre que :

Les occupants des bureaux orientées Sud-Est et Sud-Ouest sont satisfait caractéristiques suivantes : éclairage, car les bureaux ont un taux de luminosité élevé (voir la question 06 et 07) et Chaleur en hiver car en générale l'orientation Sud capte le maximum des rayons solaires. Tandis qu'ils sont non satisfaits et à la fois pas du tout

satisfaits de fraîcheur en été à cause de surchauffe du a la pénétration directe de soleil et l'absence des protections solaires.

Les occupants des bureaux orientées Nord-Est sont satisfait des caractéristiques suivantes : Aération, dû à la grandeur des dimensions des fenêtres et la fraîcheur en été car l'orientation Nord est moins exposée au soleil. Tandis qu'ils sont non satisfaits et à la fois pas du tout satisfaits de Chaleur en hiver car l'orientation Nord est la direction des vents froid et elle moins exposée au soleil.

Généralement les occupants des bureaux sont satisfaits de : Dimension des fenêtres.

Question 17: l'impression des occupants vis à vis de leurs bureaux :

Caractéristiques des salles de classe type	Nord – Est		Sud- Est		Sud –Ouste	
	N	%	N	%	N	%
Agréable	7	100	4	36.36	6	50
Confortable	5	71.42	4	36.36	3	25
Ennuyeuse	2	28.57	3	27.27	2	16.66
Sombre	0	-	0	-	0	-
Lumineuse	6	85.71	10	90.90	9	75
spacieuse	7	100	2	18.18	1	8.33
Ouverte	5	71.42	3	27.27	7	58.33
Stimulante	6	85.71	5	45.45	3	25
Déprimante	3	42.58	4	36.36	2	16.66
Ensoleillé	4	57.14	11	100	6	50
Chaude	3	42.58	8	72.72	7	58.33
Reposante	2	28.57	1	9.09	1	8.33

Tableau 18: Répartition des occupants selon la description de leurs bureaux .

Source : Auteur.

Le tableau 18 montre que :

Le groupe d'occupants ont qualifiés leurs bureaux par les expressions suivantes :

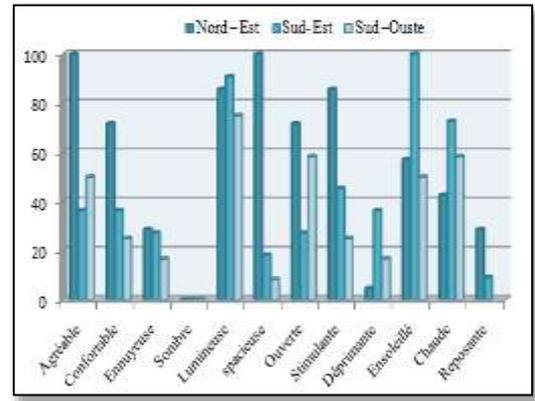
Les bureaux orientées Sud-Est et Sud-Ouest : Lumineuse, Stimulante, Agréable,

Ouverte : car les deux bureaux ont un taux de luminosité élevé et une vue ouverte et belle vers l'extérieur.

Ensoleillé et Chaude à cause de surchauffe du a la pénétration directe de soleil et l'absence des protections solaires.

Annexe N II

Les bureaux orientée Nord-Est : Agréable, Confortable, Lumineuse, Spacieuse, Ouverte, Stimulante : car les bureaux un taux de luminosité satisfaisant et une vue très ouverte et belle vers l'extérieur et une grandeur d'espace très satisfaisante.



Graphe 17: Répartition des occupants selon la description de leurs bureaux .

Source : Auteur

ملخص:

يعتبر الضوء الطبيعي من أهم العناصر و المكونات الأساسية في التصميم المعماري و التي تؤثر في نوعية المشاريع مهما كان توجهها الوظيفي نظرا للدور الكبير الذي يلعبه في توفير الإنارة اللازمة داخل المباني إضافة إلى أثاره الايجابية على الصحة النفسية و الجسدية للمستخدمين.

في المرافق الإدارية على سبيل المثال، تحتل الإضاءة الطبيعية مكانة مهمة في مختلف مراحل تصميمها و لكن إدراجها بصفة فعالة يشكل مشكلة فريدة إذا قورنت بغيرها من البنايات خاصة إن اغلب النشاطات التي تجري في هذه المباني لها علاقة مباشرة بحاسة البصر و التي تتطلب بيئة داخلية مثالية تتوفر على رفاهية بصرية.

ان الغرض من هذه الدراسة هو طرح حلول وتوصيات علمية عملية تهدف بالدرجة الأولى إلى خلق بيئة داخلية تضمن الراحة البصرية في المرافق الثقافية وذلك عن طريق الاستفادة القصوى من الإضاءة الطبيعية بالموازاة مع تفادي توزيعها غير المنتظم والتقليل من الإبهار والحرارة الناجمة عنه.

كلمات مفتاحية: الضوء الطبيعي، الإنارة، المرافق الإدارية، الراحة البصرية، الإبهار، الحرارة

Résumé :

L'éclairage naturel est considéré comme un élément essentiel dans la conception architecturale qui influe la qualité des infrastructures quelles que soient leurs fonction grâce à son rôle dans le processus de bénéficier de la lumière nécessaire à l'intérieur des équipements ainsi que ses effets positives sur le plan physique ou morale des usagers.

Dans les équipements administratifs, la lumière naturelle occupe une valeur indiscutable dans les différentes étapes de leur conception mais leur intégration d'une manière efficace est considérée comme une vraie problématique par rapport aux autres équipements surtout que la plus part des activités qui se déroulent au niveau de ces infrastructures doté d'une relation directe avec la sensation de la vision qui nécessite un confort visuel favorable.

Cette recherche vise à établir des recommandations scientifiques opérationnelles dans le but de créer un climat intérieur assuré par un confort visuel dans les équipements publiques toute en profitant au maximum de la lumière naturelle en parallèle en évitant l'effet de l'éblouissement, les mauvais apports thermiques ainsi que la répartition non homogène.

Mots clés : Eclairage naturel, la lumière, équipements administratifs, confort visuel éblouissement, thermiques.

Abstract:

Natural lighting is considered as an essential element in the architectural design that influence the infrastructures quality regardless of their functions through its role in the process of benefiting from the light needed inside the equipment as well as its positive effect on the physical or moral plane of the users.

In the administrative facilities, natural light occupies an indisputable value in the different stages of their conception but their integration in an effective way considered as a real problem in relation to other equipment especially that most of the activities that takes place at the level of these infrastructures, which has a direct relationship with the sensation of vision, which requires favorable visual comfort.

This research aims at establishing operational scientific recommendations for the purpose of creating an interior climate ensuring by visual comfort in public facilities while taking full advantage of natural light in parallel avoiding the effect of glare, poor thermal inputs as well as the inhomogeneous distribution.

Key words: Natural lighting, light, administrative facilities, visual comfort, glare, thermal.