



Faculté de Technologie
Département d'Architecture



Thème :

La stratégie bioclimatique de l'éclairage naturel comme moyen
afin d'assurer le confort visuel dans les espaces de lecture
(cas des bibliothèques universitaires)

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master II en Architecture
« Spécialité Architecture »

Préparé par :

HEBBACHE Safia

Mme LABRECHE Samia	MAA	Département d'architecture de Bejaia	Président de jury
Dr. KHADRAOUI Mohamed Amine	MCB	Département d'architecture de Bejaia	Rapporteur
Mme SOUKANE Samira	MAA	Département d'architecture de Bejaia	Examineur
Mr. RABHI Khireddine	MAA	Département d'architecture de Bejaia	Invité

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes parents les plus chères personnes de ma vie, ceux qui m'ont toujours encouragé, soutenu « Zahra et Akli », aux qui je dis merci et que Dieux vos protège.

A mes chers frères « Sofiane, Idir et Youcef ».

A tous mes chers amis chacun par son nom, qui m'ont toujours aidé et soutenu.

A ceux qui ne sont pas dans les lignes mais toujours dans le cœur. Tous qui ont été avec moi dans le meilleur et dans le pire.

J'exprime toute ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.

Safia

Remerciements

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude au bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la force pour faire ce modeste travail.

Ma gratitude la plus vive à mon encadrant Dr. KHADRAOUI Mohamed Amine pour l'encadrement, et pour nous avoir guidé, encouragé et conseillé pendant toute l'année.

Mes remerciements sincères vont aussi aux membres du jury qui ont accepté de participer à juger notre modeste travail.

J'exprime aussi ma reconnaissance tous les membres du département d'architecture de l'université - Abderrahmane mira - pour le temps précieux qu'ils consacrent aux étudiants.

Je remercie profondément Mes amis et tous ceux qui nous ont aidés de près et de loin pour réaliser ce travail.

Résumé

Le secteur de bâtiment le première responsable d'augmentation de la concentration de gaz à l'effet de serre qui est parmi les facteurs responsables de changement climatique, La prise de conscience de ces problématiques liées au changement climatique dans le monde elle est de plus en plus en évolution. dont l'orientations nécessaires afin de minimiser ce phénomène et assurer un confort pour l'usager avec des solutions passive et respective de l'environnement tel que l'architecture bioclimatique, grâce à ses différentes stratégies comme la stratégie de l'éclairage naturel qui est importante pour assurer un confort visuel d'une manière passive et non polluante à l'environnement pour cela dans notre recherche on est focaliser sur l'amélioration de confort visuel dans les espaces de lecture grâce à la stratégie de l'éclairage naturelle. afin de l'optimisation du confort visuel dans les espaces de lecture, cette recherche appuie par un cas d'étude qui est une bibliothèque universitaire située à la ville de Bejaia et les objectifs de cette recherche élaborer l'état de confort visuel dans les espaces de lecture et comprendre et optimiser le confort visuel grâce à la stratégie bioclimatique d'éclairage naturelle en l'assurant dans les espaces de lecture. Pour le faire une méthodologie suivie est divisée en deux parties la première empirique qui consiste à deux études quantitative et qualitative la deuxième partie grâce à la simulation numérique. Les résultats obtenus dans cette recherche par rapport au confort visuel dans la salle de lecture sont acceptable.

Mots clés

Eclairage naturel, salle de lecture, stratégie bioclimatique, confort visuel, optimisation.

ملخص

يعتبر قطاع البناء هو المسؤول الأول عن زيادة تركيز غازات الدفيئة، وهو أحد العوامل المسؤولة عن تغير المناخ، ويتزايد تطور الوعي بهذه المشاكل المرتبطة بتغير المناخ في العالم. بما في ذلك التوجهات اللازمة لتقليل هذه الظاهرة وضمان الراحة للمستخدم مع الحلول المتعلقة بالبيئة مثل الهندسة المعمارية المناخية، وذلك بفضل استراتيجياتها المختلفة مثل استراتيجية الإضاءة الطبيعية التي تعتبر مهمة لضمان الراحة البصرية بطريقة غير ملوثة للبيئة لسيلا في بحثنا نركز على تحسين الراحة البصرية في مساحات القراءة من خلال استراتيجية الإضاءة الطبيعية. من أجل تحسين الراحة البصرية في مساحات القراءة، سيتم دعم هذا البحث بدراسة حالة وهي مكتبة جامعية تقع في مدينة بجاية وأهداف هذا البحث هي تطوير حالة الراحة البصرية في مساحات القراءة والفهم وتحسين الراحة البصرية بفضل استراتيجية المناخ الحيوي للإضاءة الطبيعية من خلال ضمان وجودها في أماكن القراءة. للقيام بذلك، يتم تقسيم المنهجية المتبعة إلى جزأين، الأول تجريبي يتكون من دراستين كمية ونوعية، والجزء الثاني بفضل المحاكاة. النتائج التي تم الحصول عليها في هذا البحث فيما يتعلق بالراحة البصرية في غرفة القراءة مقبولة.

الكلمات المفتاحية

الإضاءة الطبيعية، الراحة البصرية، استراتيجية البيولوجية-المناخية، غرفة القراءة، التحسين.

Abstract

The building sector the first responsible for the increase of the concentration of gases to the greenhouse effect that is among the factors responsible for climate change, the awareness of these problems related to climate change in the world it is increasingly evolving. We are aware of the need to develop the necessary orientations in order to minimize this phenomenon and to assure a comfort for the user with passive solutions and respective of the environment such as the bioclimatic architecture, thanks to its different strategies as the strategy of the natural lighting which is important to assure a visual comfort in a passive and not polluting way to the environment for cella in our research we are focused on the improvement of visual comfort in the spaces of reading thanks to the strategy of the natural lighting. In order to optimize the visual comfort in the reading spaces, this research will be supported by a case study which is a university library located in the city of Bejaia and the objectives of this research to elaborate the state of visual comfort in the reading spaces and to understand and optimize the visual comfort thanks to the bioclimatic strategy of natural lighting by ensuring it in the reading spaces. To do this a methodology is followed divided into two parts, the first empirical consisting of two quantitative and qualitative studies and the second part through numerical simulation. The results obtained in this research in relation to the visual comfort in the reading room are acceptable.

Key words

Natural lighting, reading room, bioclimatic strategy, visual comfort, optimization.

Table des matières

Résumés	i
Table des matières	v
Liste des figures	xi
Liste des tableaux	xiv
Nomenclature	xv

CHAPITRE INTRODUCTIF

1. Introduction	1
2. Problématique.....	2
3. Hypothèses	3
4. Contexte et objectifs de la recherche.....	3
5. Analyse conceptuelle.....	3
6. Méthodologie	4
7. Structure du mémoire	5

PREMIÈRE PARTIE : THEORIQUE

CHAPITRE I : l'architecture bioclimatique

Introduction	7
I.1. Histoire de l'architecture bioclimatique	7
I.2. Définition.....	8
I.3. Les objectifs de l'architecture bioclimatique.....	8
I.4. Les stratégies de l'architecture bioclimatique	9
I.4.1. Stratégie du chaud.....	9
I.4.2. Stratégie du froid.....	10
I.4.3. La stratégie de l'éclairage naturel	10

I.5. Capter	11
I.5.1. Type de ciel	12
I.5.2. Du moment de l'année.....	13
I.5.3. L'influence de l'heure	14
I.5.4. De l'orientation de l'ouverture	14
I.5.5. L'influence de l'inclinaison de l'ouverture	15
I.5.6. L'influence de l'environnement :	16
I.6. Transmettre	17
I.6.1. Les caractéristiques de la fenêtre.....	17
I.6.2. Les dimensions de l'ouverture.....	18
I.6.3. La forme de l'ouverture.....	18
I.6.4. La position de l'ouverture	19
I.6.5. Le matériau de transmission.....	20
I.6.6. Les dimensions du local	20
I.6.7. L'aménagement intérieur du local.....	20
I.7. Distribuer	21
I.7.1. Le type de distribution lumineuse	21
I.7.2. L'agencement des parois intérieures	21
I.7.3. Les zones de distribution lumineuse.....	21
I.7.3.a. Les serres	22
I.7.3.b. L'atrium.....	22
I.7.4. Les systèmes de distribution lumineuse	23
I.7.4.a. Les light shelves	23
I.7.4.b. Les systèmes anidoliques	24
I.7.4.c. Les conduits solaires.....	25
I.7.4.d. Les appuis de fenêtre réfléchissants	25
I.7.4.e. Les stores réfléchissants	25
I.7.4.f. Les systèmes directionnels.....	26
I.7.4.g. Les vitrages dynamiques	27
I.7.4.h. Le matériau des surfaces du local.....	27
I.8. Protéger	27
I.8.1. Contrôler.....	28
I.8.2. Dispositifs de contrôle et de protection.....	28
Conclusion.....	28

CHAPITRE II : Confort visuel

Introduction	30
II.1. La lumière naturelle	30
II.1.1. Définition de la lumière	30
II.1.2. Les sources de lumière	30
II.1.2.1. Le soleil (rayonnement direct)	31
II.1.2.2. Le ciel (rayonnement diffus)	31
II.1.2.2.1. Le ciel couvert uniforme	31
II.1.2.2.2. Le ciel couvert standard.....	32
II.1.2.2.3. Le ciel clair avec soleil	32
II.1.2.2.4. Le ciel clair sans soleil	32
II.1.3. Les grandeurs photométriques.....	32
II.1.3.1. Le flux lumineux	33
II.1.3.2. L'intensité lumineuse	33
II.1.3.3. L'éclairement	33
II.1.3.4. La luminance	34
II.1.3.5. Le facteur de lumière du jour (FLJ)	34
II.1.3.6. Le Spectre lumineux	35
II.1.4. Les phénomènes physiques de la lumière	35
II.1.4.1. Absorption.....	36
II.1.4.2. La réflexion	34
II.1.4.3. La réfraction	37
II.1.4.4. La diffraction.....	37
II.2. le confort visuel.....	38
II.2.1. La Définition	38
II.2.2. Les paramètres du confort visuel.....	38
II.2.3. Les critères du confort visuel.....	39
II.2.3.1. Un bon niveau d'éclairement.....	39
II.2.3.2. Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable	40
II.2.3.3. Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace.....	41
II.2.3.4. Bonnes conditions de contraste	41
II.2.3.5. L'absence d'ombres gênantes	41
II.2.3.6. L'absence d'éblouissement	42
II.3. l'espace de lecture	43
II.3.1. L'éclairage naturel dans l'espace de lecture.....	43

II.3.2. Salle de lecture.....	43
II.3.3. Normes et dimensionnement de l'espace de lecture.....	43
II.3.4. Type de tâches à accomplir	44
II.3.5. Les différents usagers et la lumière	44
II.3.6. Objectifs de la réglementation de l'éclairage	44
II.3.7. La réglementation Algérienne	45
II.3.8. HQE et éclairage.....	45
II.3.9. La réglementation Européenne.....	45
II.3.10. Étude d'exemples de salle de lecture	46
La salle de lecture « the hive, worcester »	46
La salle de lecture de la nouvelle bibliothèque d'Alexandrie	47
La salle de lecture de la bibliothèque de l'université Paris-VIII.....	47
Conclusion	48

DEUXIÈME PARTIE : PRATIQUE

CHAPITRE III : Etude empirique du confort visuel dans les salles de lecture à Bejaia

Introduction	49
III.1. Présentation de l'environnement physique du cas d'étude.....	49
III.1.1. Les caractéristiques de la ville de Bejaia	49
III.1.2. Le potentiel solaire de la ville de Bejaia.....	50
III.1.3. Présentation du cas d'étude.....	51
III.1.4. Situation	51
III.1.5. L'environnement immédiat de cas d'étude	51
III.1.6. Etude des façades	53
III.1.7. Etude de l'intérieur.....	54
III.2. Etude quantitative	56
III.2.1. Protocole de la prise de mesures	56
III.2.2. Présentation des instruments utilisés	56
III.2.3. La grille de prise de mesure	57

III.2.4. Les résultats et interprétation des prises de mesure	58
III.3. Etude qualitative	61
III.3.1. Le questionnaire	61
III.2.2. Les résultats et interprétation de questionnaire.....	61
Conclusion.....	69

CHAPITRE IV : optimisation du confort visuel dans l'espace de lecture

Introduction	70
IV.1. La simulation numérique	70
IV.1.1. présentation de logiciel.....	70
IV.1.2. définition de logiciel Dial ⁺ lighting	71
IV.1.3. le calcul du Dial ⁺	71
IV.1.4. le choix de logiciel Dial ⁺	72
IV.1.5. l'objectif de la simulation numérique	73
IV.1.6. le déroulement de la simulation numérique	73
IV.1.7. les démarches de la simulation.....	74
IV.2. Les scénarios de la simulation numérique	74
IV.2.1. l'indice de vitrage.....	74
IV.2.1.1. Scénario 1	75
IV.2.1.2. Scénario 2	75
IV.2.1.3. Scénario 3	76
IV.2.2. les facteurs de réflexions	76
IV.2.2.1. Scénario 4	76
IV.2.2.2. Scénario 5	77
IV.2.2.2. Scénario 6	78
IV. 3. Les résultats et discussion	78
IV.3.1. Scénario 1	78
IV.3.2. Scénario 2.....	79
IV.3.3. Scénario 3.....	79
IV.3.4. Scénario 4.....	80
IV.3.5. Scénario 5.....	80
IV.3.6. Scénario 6.....	81
IV. 4. Le modèle optimisé	81

Conclusion.....	82
Coclusion générale	83
Recommandations	84
Les limites de la recherche	84
Perspectives de recherche.....	84
Bibliographie.....	85
Annexes.....	88
Annexe A.....	88
Annexe B.....	89
Annexe C.....	92

Liste des figures

Figure 1: Schéma de l'analyse conceptuelle	4
Figure 2: Structure de mémoire.....	6
Figure 1.1 : l'architecture bioclimatique place l'utilisateur au centre	9
Figure 1.2 : la stratégie de chaud.....	9
Figure 1.3 : la stratégie de chaud.....	10
Figure 1.4 : La stratégie de l'éclairage naturel.....	11
Figure 1.5 : L'influence du type de ciel sur l'éclairage	12
Figure 1.6 : L'influence du moment de l'année sur l'éclairage	13
Figure 1.7 : L'influence du moment de l'heure sur l'éclairage	14
Figure 1.8 : L'influence de l'orientation d'ouverture sur le comportement lumineux d'une pièce	15
Figure 1.9 : Comparaison entre les ouvertures latérales et zénithales	16
Figure 1.10 : L'influence de l'albédo sur l'éclairage intérieur	16
Figure 1.11 : calcul de l'impact des masques solaire	17
Figure 1.12 : l'influence des dimensions de l'ouverture sur l'éclairage.....	18
Figure 1.13 : l'impact de la forme de l'ouverture sur l'éclairage intérieur.....	19
Figure 1.14 : l'influence la position de l'ouverture sur l'éclairage.....	19
Figure 1.15 : dans le côté gauche un puits de lumière avec LCP, dans le côté droit puits de lumière inversé	22
Figure 1.16 : une serre bioclimatique.....	22
Figure 1.17 : une section et volume de base d'un atrium.....	23
Figure 1.18 : les types d'atrium.....	23
Figure 1.19 : Variables associées au light shelves	24
Figure 1.20 : Le système de Plafond Anidolique Intégré.....	24
Figure 1.21 : 1) un exemple d'un conduit solaire ; 2) les différentes techniques utilisées pour transmettre la lumière dans le conduit.....	25
Figure 1.22 : a) système okasolar ; b) et c) redirection de la lumière vers plafond dans un local	26
Figure 1.23 : a) les panneaux prismatiques ; b) les lasers cut panels; c) les éléments acryliques ; d) les systèmes optiques holographiques (HQE)	26
Figure 1.24 : a) Les vitrages électrochromes; b) Les vitrages gasochromes.....	27
Figure 2.1 : les rayonnements solaire	31
Figure 2.2 : les quatre types de ciel.....	32
Figure 2.3 : Les grandeurs photométriques	33
Figure 2.4 : L'éclairage.....	34
Figure 2.5 : La luminance	34
Figure 2.6 : Impression visuelle selon la valeur du FLJ.....	35

Figure 2.7 : Le Spectre lumineux	35
Figure 2.8 : Les phénomènes physiques : a (Absorption maximale) ; b (Absorption partielle); c (Absorption minimale)	36
Figure 2.9 : Les phénomènes lumineux : a (La réflexion spéculaire) ; b (la réflexion diffuse parfaite) ; c (La réflexion diffuse quelconque) ; d (La réflexion mixte)	36
Figure 2.10 : Les paramètres du confort visuel	38
Figure 2.11 : Les différents critères du confort visuel	39
Figure 2.12 : Les différentes valeurs d'éclairement selon la tâche	40
Figure 2.13 : L'influence d'IRC sur la perception des couleurs	40
Figure 2.14 : 1) Surface d'un poste de travail individuel ; 2) Espace libre minimal dans le secteur de lecture	43
Figure 2.15 : 1) Distance minimale entre les tables; 2) dimensionnement d'un poste de travail individuel.....	44
Figure 2.16 : La salle de lecture « the hive, worcester ».....	46
Figure 2.17 : La salle de lecture de la nouvelle bibliothèque d'Alexandrie.....	47
Figure 2.18 : La salle de lecture de la bibliothèque de l'université Paris-VIII	47
Figure 3.1 : la carte géographique de l'Algérie indiquant l'emplacement de la ville de Bejaia	49
Figure 3.2 : la moyenne mensuelle des rayonnements diffus et globaux dans la ville de Bejaia	50
Figure 3.3 : la durée d'ensoleillement mensuelle dans la ville de Bejaia	50
Figure 3.4 : Plan de situation de cas d'étude.....	51
Figure 3.5 : Plan de masse de la bibliothèque	52
Figure 3.6 : vue cylindrique des masques de construction.....	52
Figure 3.7 : vue stéréographique des masques de construction	53
Figure 3.8 : les différentes façades de la bibliothèque	53
Figure 3.9 : Façade principale de la bibliothèque et son rapport plein-vide	54
Figure 3.10 : La façade latérale de la bibliothèque et son rapport plein-vide	54
Figure 3.11 : Le plan de la salle de lecture qui est situé au premier étage de la bibliothèque universitaire.....	54
Figure 3.12 : des différentes vues intérieur de la salle de lecture	55
Figure 3.13 : L'intérieur de la salle de lecture	55
Figure 3.14 : l'application luxmètre	56
Figure 3.15 : une comparaison entre l'application et l'instrument luxmètre	57
Figure 3.16 : la grille de prise de mesure	57
Figure 3.17 : les résultats de prise de mesure à 9h.....	58
Figure 3.18 : les résultats de prise de mesure à 12h	59
Figure 3.19 : les résultats de prise de mesure à 15h	60
Figure 3.20 : l'utilisation de plan pour marquer l'emplacement préféré sur la carte avec un cercle	61
Figure 3.21 : les résultats de choix d'emplacement	62
Figure 3.22 : les résultats de choix d'emplacement	62
Figure 3.23 : les résultats de fréquentation de la salle de lecture.....	63
Figure 3.24 : les résultats de fréquentation de la salle de lecture.....	63

Figure 3.25 : les résultats des périodes de fréquentation de la salle de lecture	64
Figure 3.26 : les différents supports utilisés par les étudiantes	64
Figure 3.27 : Les résultats de la lumière dans la salle de lecture	64
Figure 3.28 : Les résultats de la lumière au niveau de plan de travail	66
Figure 3.29 : Les résultats d'éblouissement dans la salle de lecture	66
Figure 3.30 : Les résultats d'éblouissement au niveau du plan de travail.....	67
Figure 3.31 : Les résultats de la présence d'ombres gênantes sur la surface de travail.....	67
Figure 3.32 : Les résultats d'origine d'ombres gênantes	68
Figure 3.33 : Les résultats de fatigue visuelle	68
Figure 3.34 : Les résultats de confort visuel dans la salle de lecture	69
Figure 4.1 : l'icône de logiciel Dial+	70
Figure 4.2 : l'interface de logiciel DIAL+ version 2.7.04.....	71
Figure 4.3 : le choix de calcul	72
Figure 4.4 : les différentes évaluations à l'aide de logiciel Dial+	73
Figure 4.5 : les paramètres nécessaire pour lancer la simulation	73
Figure 4.6 : la configuration de premier scénario	75
Figure 4.7 : la configuration de deuxième scénario	75
Figure 4.8 : la configuration de troisième scénario	76
Figure 4.9 : la configuration de quatrième scénario	77
Figure 4.10 : la configuration de cinquième scénario	77
Figure 4.11 : la configuration de sixième scénario	78
Figure 4.12 : les résultats FLJ de premier scénario.....	78
Figure 4.13 : les résultats FLJ de deuxième scénario.....	79
Figure 4.14 : les résultats FLJ de troisième scénario	79
Figure 4.15 : les résultats FLJ de quatrième scénario	80
Figure 4.16 : les résultats FLJ de cinquième scénario.....	80
Figure 4.17 : les résultats FLJ de sixième scénario	81
Figure 4.18 : les résultats FLJ de modèle optimisé	82

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Extrait de la norme NBN EN 12464-1.....	45
Tableau 4.1 : les scénarios de l'indice de vitrage.....	74
Tableau 4.2 : les scénarios des facteurs de réflexions.....	76

Nomenclature

Abréviation

COP: Conférence des parties

Global ABC: Global Alliance for Buildings and Construction

HQE: Haute qualité environnementale

FLJ: Le facteur de lumière du jour

IRC: l'indice de rendu des couleurs

LCP: Laser Cut Panels

Symboles

ϕ Le flux lumineux (lm)

I L'intensité lumineuse (cd)

Ω angle solide (sr)

E L'éclairement (lux)

L Luminance (cd/m²)

CHAPITRE INTRODUCTIF

Chapitre introductif

1. Introduction

Actuellement, le changement climatique représente un grand risque auquel le monde est confronté, et que le monde, il est dans une période décisive où les effets de ce phénomène sont de plus en plus en évolution et leurs degrés de dangerosité augmentent et menacent la planète. Ceux qui poussent les pays de monde entier de se réunir afin de trouver des solutions pour lutter contre ce phénomène. Lors de la 26^e conférence des Nations Unies qui a lieu à Glasgow en 2021, pour deux objectifs principaux la continuité des accords de Paris et pour réduire l'émission mondiale de gaz à l'effet de serre en urgence. Tel que disait B. LACK en 2021 : *« À l'heure actuelle, notre espèce ébranle et déstabilise les fondations mêmes nécessaires à la prospérité de la vie sur Terre. Nous savons que les choses évoluent, et la COP26 représente l'une de nos dernières et plus cruciales possibilités de nous assurer que c'est à l'humanité de changer, et non à la planète »* (COP 26).

Parmi les facteurs responsables du réchauffement climatique l'augmentation de la concentration de gaz à l'effet de serre, selon Global Alliance for Buildings and Construction le secteur de bâtiment joue un rôle prépondérant dans la transition énergétique propre, et dans la consommation d'énergie est de 36 % de l'énergie mondiale et de 40 % des émissions de dioxyde de carbone (Global ABC, 2018).

La consommation énergétique de secteur de bâtiment s'appuie sur des ressources non-renouvelables et nocives sur l'environnement (Fernandez & Lavigne, 2009). Pour une solution efficace en respectant l'environnement et en minimisant la consommation énergétique l'architecture bioclimatique fait son apparition, mais elle n'est pas seulement un moyen d'économiser l'énergie ou de substituer une énergie, c'est avant tout un art architectural en harmonie avec le climat (Roditi, 2011).

Selon Liébard et Herde (2005) : « *Parlé d'architecture bioclimatique, au-delà des questions d'économie d'énergie et de protection de l'environnement, c'est avant tout se référer à l'homme-habitant et à son bien-être* ». D'après ce constat ; nous pouvons remarquer que l'architecture bioclimatique n'est pas seulement une adaptation du bâti à son environnement en profitant de ses atouts (climat, matériaux...) mais aussi une réflexion cohérente autour de la question du confort qui reste un paramètre important pour les usagers. Les stratégies de l'architecture bioclimatique, elles permettent d'assurer le confort thermique, acoustique et notamment le confort visuel, qui est souvent lié à la lumière naturelle qui est importante dans la conception architecturale. Tel que l'avait affirmé le Corbusier en 1930 « *la lumière pour moi l'assiette fondamentale de l'architecture, je décompose avec la lumière* ».

D'après Louis Khan dans son livre *silence et lumière* de (1996) : « *Même une pièce qui doit être obscure a besoin au moins d'une petite fente pour qu'on se rende compte de son obscurité. Mais les architectes qui aujourd'hui dessinent des pièces ont oublié leur foi en la lumière naturelle. Assujettis à la facilité d'un interrupteur, ils se contentent d'une lumière statique et oublient les qualités infinies de la lumière naturelle grâce à laquelle une pièce est différente à chaque seconde de la journée* ».

À travers cette citation, on constate l'importance de la lumière naturelle dans la conception architecturale et dans la démarche bioclimatique afin d'assurer un confort visuel pour l'occupant.

2. Problématique

L'architecture a des normes à respecter afin de répondre aux exigences liées à la sécurité, le confort de l'occupant en prenant la considération la fonction de l'espace. La standardisation est un phénomène généralisé dans tous les types de bâtiment, ce concept à la mode ne prend pas en considération l'environnement et les potentiels de site, le phénomène de la standardisation, on le trouve également dans des équipements culturels tels que les bibliothèques par conséquent le confort visuel dans ses derniers est moins assuré et de faible qualité et nécessite une grande consommation énergétique afin de remplacer l'éclairage naturel par l'éclairage artificiel.

La bibliothèque est un équipement d'une vocation culturelle qui accueille un nombre important de public sa conception, elle doit répondre aux différentes exigences telles que le confort visuel qui est un paramètre essentiel qui s'appuie sur l'éclairage naturel qui le plus favorisé à l'œil de

l'occupant. Les bibliothèques ou les salles de lecture en Algérie, on remarque des différents problèmes en terme d'orientation, choix de matériaux, l'excès d'utilisation des murs rideaux, la texture et les couleurs des salles de lecteur, l'excès d'utilisation de l'éclairage artificiel, on constate qu'elle est en situation d'échec en termes de conception architecturale, l'ignorance de la stratégie de l'éclairage naturel et l'inconfort visuel.

Face à cette situation, nous nous posons les questions de recherche suivantes :

Quels sont les paramètres qui influencent sur confort visuel dans l'espace de lecture ?

Quels sont les impacts de la stratégie bioclimatique de l'éclairage naturel sur le confort visuel dans l'espace de lecture ?

3. Hypothèses

Afin de répondre aux questions de la problématique on propose ses hypothèses :

- Il apparaitre que l'amélioration de confort visuel dans l'espace, elle est liée aux différents paramètres qui influencent sur la quantité et la qualité de lumière dans cet espace.
- Il semble que la stratégie bioclimatique de l'éclairage naturel à un impact positive pour assurer le confort visuel dans l'espace de lecture.

4. Contexte et objectifs de la recherche

La recherche se focalise sur l'étude et l'optimisation du confort visuel dans les espaces de lecture, cette recherche sera appuyée par un cas d'étude qui est une bibliothèque universitaire située à la ville de Bejaia.

Les objectifs de la recherche sont :

- Élaborer l'état de confort visuel dans les espaces de lecture.
- Comprendre et optimiser le confort visuel grâce à la stratégie bioclimatique d'éclairage naturelle en l'assurant dans les espaces de lecture.

5. Analyse conceptuelle

L'analyse conceptuelle de la recherche pour le but de concrétiser les concepts les hypothèses :

- Il apparaitre que l'amélioration de confort visuel dans l'espace, elle est liée aux différents paramètres qui influencent sur la quantité et la qualité de lumière dans cet espace.
- Il semble que la stratégie bioclimatique de l'éclairage naturel à un impact positive pour assurer le confort visuel dans l'espace de lecture.

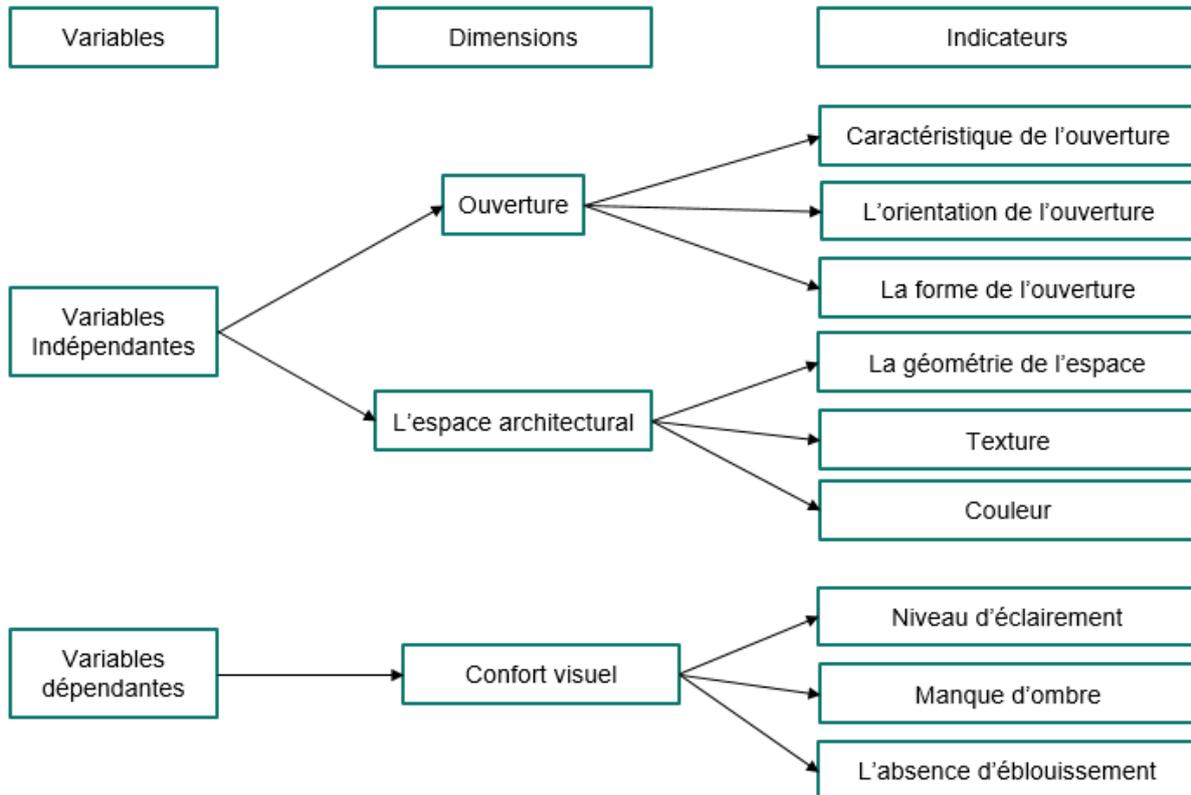


Figure 1 : Schéma de l'analyse conceptuelle

(Source: auteur, 2021)

6. Méthodologie

Afin de répondre aux questions posées, de confirmer ou infirmer les hypothèses et d'atteindre les objectifs de la recherche, le travail est organisé selon la méthodologie suivante :

La partie théorique : elle sera consacrée à la partie introductive et théorique qui se base sur :

- **La recherche bibliographique** : qui s'appuie sur des divers documentations (livres, articles, thèses, revues, etc.) qui permettent de définir et expliquer les différents concepts du thème de recherche.

La partie pratique : elle sera consacrée au cas d'étude qui se base sur :

- **L'approche empirique** : qui inclut :

Etude quantitative : à travers la prise des mesures d'éclairement dans le cas d'étude réel (bibliothèque universitaire d'el kseur) par une application luxmètre.

Etude qualitative : par l'utilisation de questionnaire qui va être destinés aux étudiantes afin d'évaluer leurs satisfaction et sensation vis-à-vis le confort visuel.

- **L'approche numérique** : qui permet d'évaluer et d'optimiser le confort visuel dans l'espace de lecture à travers l'utilisation du logiciel de simulation Dial+, et à partir des résultats on peut valider ou infirmer les hypothèses et aboutir aux recommandations de projet à concevoir.

7. Structure du mémoire

Dans le but de répondre aux objectifs de la recherche, il est important d'adopter une structure de recherche qui est constituée de :

- **Un chapitre introductif** : qui est composé d'une introduction, problématique, hypothèses, contexte et objectifs de recherche, l'analyse conceptuelle, méthodologie et de la structure de la recherche.
- **Le premier chapitre** : ce chapitre nous avons abordé les notions en général sur l'architecture bioclimatique et ses différents stratégies dans lequel la stratégie de l'éclairage naturelle a pris une partie plus importante en manière plus détaillé.
- **Le deuxième chapitre** : les grandes lignes traitées dans ce chapitre sont la lumière naturelle, le confort visuel, l'espace de lecture.
- **Le troisième chapitre** : qui présente l'étude empirique du confort visuel dans la salle de lecture de la bibliothèque universitaire d'el kseur qui est divisé en deux parties la première est quantitative (prise de mesure d'éclairement) et la deuxième qualitative à l'aide d'une enquête.
- **Le quatrième chapitre** : qui consiste à l'optimisation du confort visuel dans l'espace de lecture à travers l'utilisation deux scénario le premier qui lié à l'indice de vitrage et le second le facteur de réflexion.

Finalement, ce mémoire est parachevé par une **conclusion générale** qui résume le sujet de recherche.

La figure 2 illustre un schéma qui synthétise la structure du mémoire.

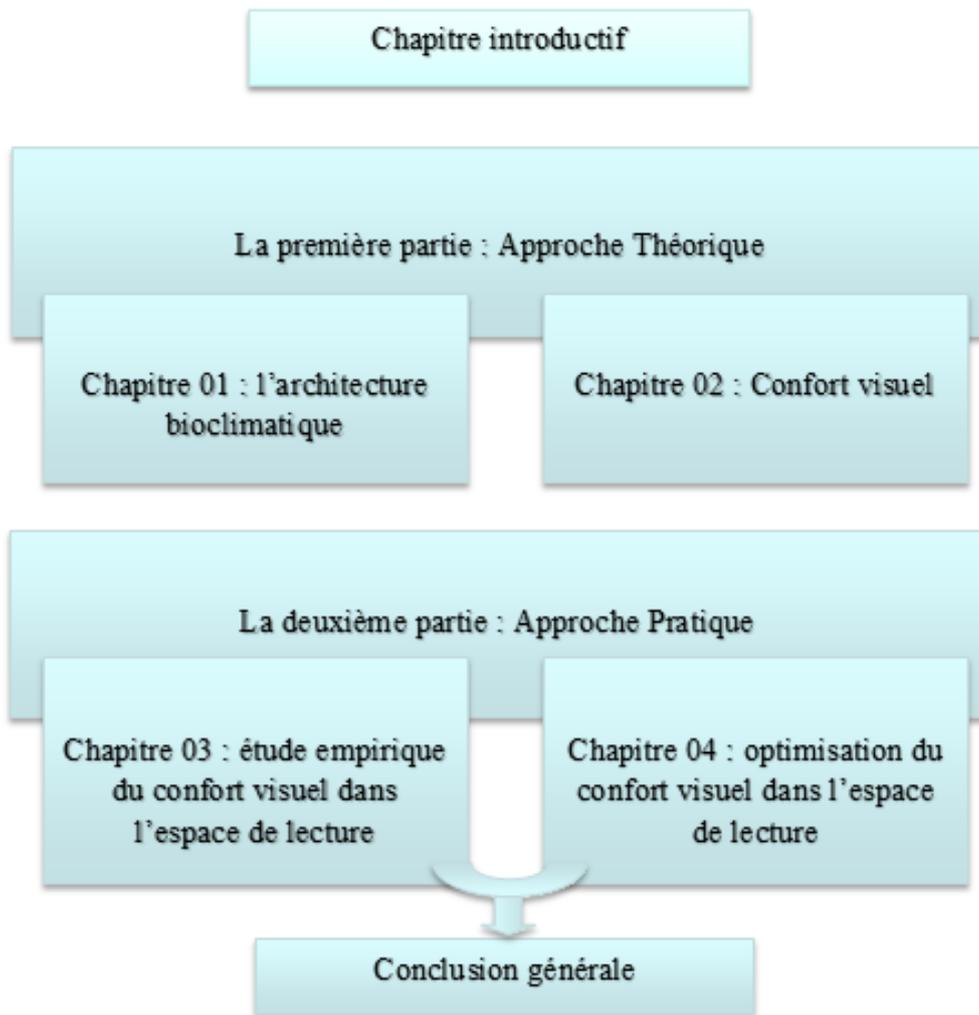


Figure 2 : Structure du mémoire

(Source : auteur, 2021)

PREMIÈRE PARTIE :THEORIQUE

CHAPITRE I : l'architecture bioclimatique

CHAPITRE I : l'architecture bioclimatique

Introduction

Parler de l'architecture bioclimatique ça ne veut pas dire seulement une solution pour l'efficacité énergétique ou au-delà afin de réduire le gaz à l'effet de serre. L'architecture bioclimatique ou passive, elle est l'art de bâtir en harmonie avec l'environnement toute en respectant les différents critères qui sont liée à chaque site (situation géographique, climat...). Actuellement, la problématique d'économiser l'énergie dans le secteur de bâtiment est obligatoire, car ce secteur est parmi les premiers consommateurs d'énergie, mais dans cette situation la réflexion elle ne doit pas être seulement inscrit dans le confort physique, exemple dans le cas d'une fenêtre elle n'est pas uniquement comme une source de déperditions de chaleur et de ventilation, elle est importante, car elle crée un lien entre l'intérieur et l'extérieur, elle permet aussi la pénétration de la lumière naturelle qui influence sur le bien-être des usagers.

I.1. Histoire de l'architecture bioclimatique

L'histoire de l'architecture bioclimatique fait l'émergence en réponse aux chocs pétroliers 1973 et 1979. Tenir compte de l'environnement et des limites de ses ressources. Et de voir la discipline sous un nouvel angle, encore plus inflation des prix du pétrole exigent une nouvelle alternative économique réalisable.

Dans le domaine de la construction qui est le consommateur d'énergie dans le monde, de nombreuses expériences ont été mises en place pour apporter des solutions innovantes en économie et gestion ressource. Dans le même temps, l'ancienne méthode de conception "de bon sens" a également été mise à jour. En particulier, ils attachent une grande importance à l'observation du climat et l'intégrer cette limitation et cette opportunité dans la conception architecturale. Cette initiative s'appelle la climatologie. Cette discipline, apparaît dès 1963, elle utilise les potentiels existant du site, comme l'ensoleillement, les vents dominants, les

ressources locales, les cycles saisonniers et les changements de température, etc. (Fernandez & Lavigne, 2009).

Le fondateur Victor Olgyay définissait la bioclimatique comme un critère de la création architecturale qui vise à exploiter, par l'architecture en soi, les facteurs favorisant le climat en fonction des impératifs du confort thermique.

I.2. Définition

Le concept de bioclimatique fait appel à une partie de l'écologie qui traite en particulier des relations entre les êtres vivants et le climat. En architecture, cette notion a pour objectif principal d'améliorer le confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle (Fernandez & Lavigne, 2009).

L'architecture bioclimatique est une manière de construire avec l'environnement. Le concept général aussi appelé « architecture climatique » ou « architecture naturelle ». Quand en prenant considération de l'impact sur l'environnement se reflète également dans l'utilisation des matériaux, les émissions de gaz à effet de serre, gestion de l'eau ou des déchets, ce type d'architecture est appelé « architecture écologique », architecture durable". Si plus spécifiquement intégré dans l'environnement en s'intéressant à l'utilisation des ressources énergétiques, notamment le soleil, ce que l'on appelle "architecture solaire" ou "architecture passive", les deux termes peuvent également être combinés. La nature de l'architecture bioclimatique adaptée à l'environnement local rend, il n'est pas possible de donner des définitions plus précises et des principes de conception détaillés générale (Chesné, 2012).

I.3. Les objectifs de l'architecture bioclimatique

Lorsqu'il s'agit de bâtiments bioclimatiques, outre les questions d'économie d'énergie et de protection de l'environnement, le plus important est l'occupant humain et son bien-être (Liébard & Herde, 2005).

Le but de l'architecture bioclimatique est de maintenir une atmosphère confortable grâce à des solutions à impact environnemental minimal. La relation entre un bâtiment et son environnement extérieur est complexe, et ce dernier peut avoir des effets positifs ou négatifs. En hiver, en l'absence de soleil, il s'agit de minimiser les pertes, ce qui se fait notamment par l'isolation de bâtiment. Dans la mesure du possible, les bâtiments doivent également pouvoir

bénéficier des apports solaires. En été, pour minimiser la surchauffe, l'objectif est de limiter les apports et d'évacuer la chaleur interne (Dugué, 2014).

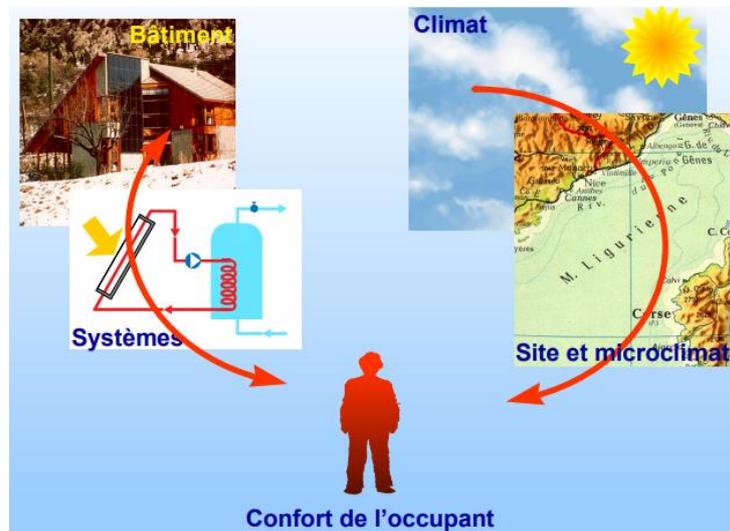


Figure 1.1 : l'architecture bioclimatique place l'utilisateur au centre
(Source : Liébard & Herde, 2005)

I.4. Les stratégies de l'architecture bioclimatique

I.4.1. Stratégie du chaud

Cette stratégie répond au confort de la saison hivernale en suivant des stratégies qui sont de capter la chaleur des rayonnements solaires et de la stocker et la conserver grâce à l'isolation thermique et distribuer cette chaleur dans le bâtiment (Liébard & Herde, 2005).

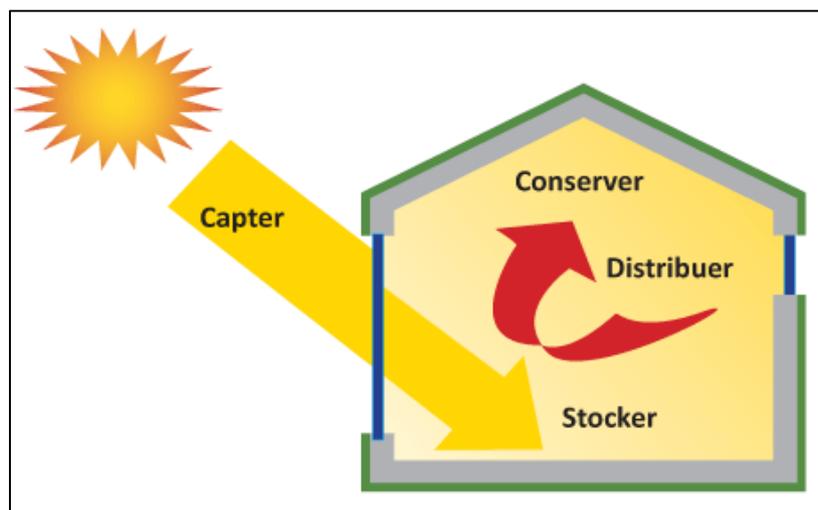


Figure 1.2 : la stratégie de chaud
(Source : <http://www.belblock.be/fr/home-fr.html>)

I.4.2. Stratégie du froid

Cette stratégie répond au confort de la saison estivale en suivant des stratégies qui sont de la protection des rayonnements solaire et la minimisation de la chaleur des apports solaire, la dissipation de la chaleur et le refroidissement d'une manière naturelle (Liébard & Herde, 2005).

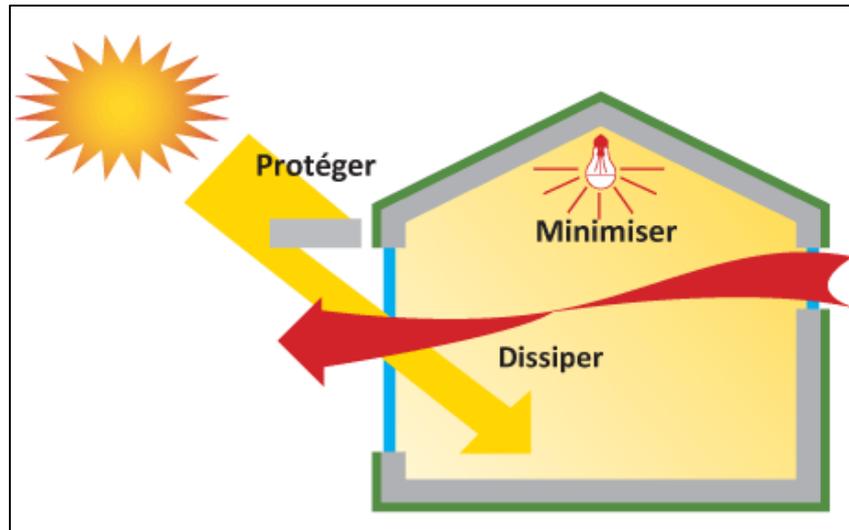


Figure 1.3 : la stratégie de chaud

(Source : <http://www.belblock.be/fr/home-fr.html>)

I.4.3. La stratégie de l'éclairage naturel

La lumière naturelle a un rôle important sur la relation entre le bâtiment et son contexte environnemental, les stratégies de l'éclairage naturel peuvent aider à la réduction de la consommation énergétique et la propagation de gaz à l'effet de serre et réduire les besoins en éclairage électrique et en refroidissement.

L'objectif de cette stratégie est de répondre aux critères du confort visuel pour les occupants, la lumière de jour reçue à l'intérieur de local est la somme de trois composantes : la première est la lumière directe du ciel et du soleil, la deuxième la lumière réfléchi sur les surfaces extérieures, la troisième est celle réfléchi à l'intérieur de l'espace. Ces composantes doivent être prises en considération dans cette stratégie qui cherche à mieux capter la lumière et la pénétrer, ensuite à la répartir et la focaliser toute en contrôlant la quantité de cette lumière reçue dans un espace pour éviter tout sort de gêne et d'inconfort visuel.

La stratégie de l'éclairage naturel étudie la relation entre la lumière et le bâtiment selon cinq principes : capter, transmettre, distribuer, se protéger, contrôler (Daich, 2018).

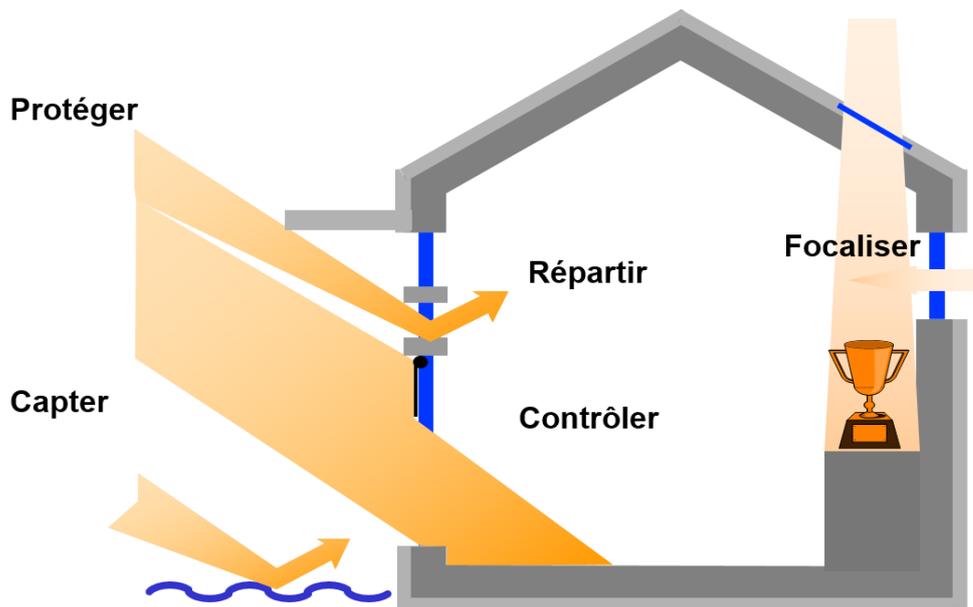


Figure 1.4 : La stratégie de l'éclairage naturel

(Source : De Herde, 2014)

I.5. Capter

Selon Reiter et De Herde (2003) pour capter de la lumière du jour comprend la collecte de la lumière du jour pour éclairer les bâtiments naturellement. La qualité et l'intensité de la lumière naturelle ne sont ni fixes ni toujours égales. Cela dépend d'abord du lieu choisi, c'est-à-dire de la latitude et de l'altitude du site. Comme il disait F.L.Wright : « *la qualité intérieure d'un espace dépend de la quantité d'espace extérieur qui entre par le truchement de la lumière et de la transparence* ». La quantité de lumière naturelle disponible dépend de :

- Du type de ciel ;
- Du moment de l'année ;
- De l'heure ;
- De l'orientation de l'ouverture ;
- De l'inclinaison de l'ouverture ;
- De l'environnement physique de l'édifice : bâtiments voisins, type de sol, végétation...

I.5.1. Type de ciel

La lumière naturelle reflète les fluctuations de l'état du ciel. Elle est composée de la lumière directe du soleil et de la lumière diffuse du ciel. Les stratégies visant à augmenter la luminosité intérieure d'un bâtiment doivent tenir compte de cette variation.

La lumière directe du soleil fournit un flux considérable qui est facile à capter et à guider. Le rayonnement solaire direct est souvent une source d'éblouissement et parfois de surchauffe des bâtiments. De plus, dépend de l'orientation de l'ouverture. La lumière diffuse du ciel, elle est dans toutes les directions. Elle produit peu d'éblouissement et ne provoque pas de surchauffe, mais dans de nombreux cas, elle peut être considérée comme insuffisante. De plus, elle produit très peu d'ombres et un contraste très faible (Reiter & De Herde, 2003).

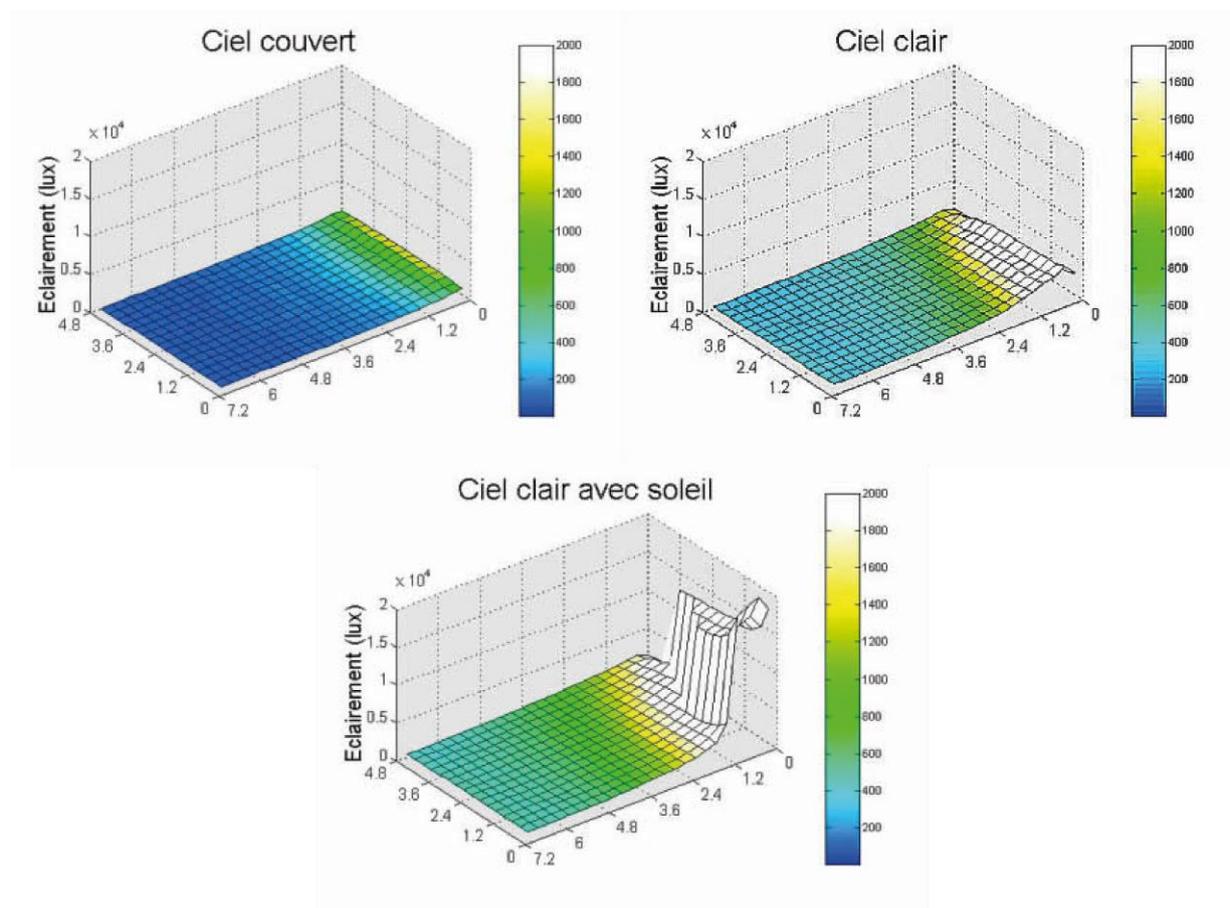


Figure 1.5 : L'influence du type de ciel sur l'éclaircissement

(Source : Reiter & De Herde, 2003)

I. 5.2. Du moment de l'année

Comme l'exprime Tadao Ando la lumière du jour est une source d'énergie qui change de qualité au fil du temps. Elle peut imprégner doucement l'espace à un moment et le transpercer le moment suivant. Parfois, on peut presque l'atteindre et la toucher. Elle anime l'espace, nous fait prendre conscience des saisons et nous apprend à être plus sensibles (Reiter & De Herde, 2003).

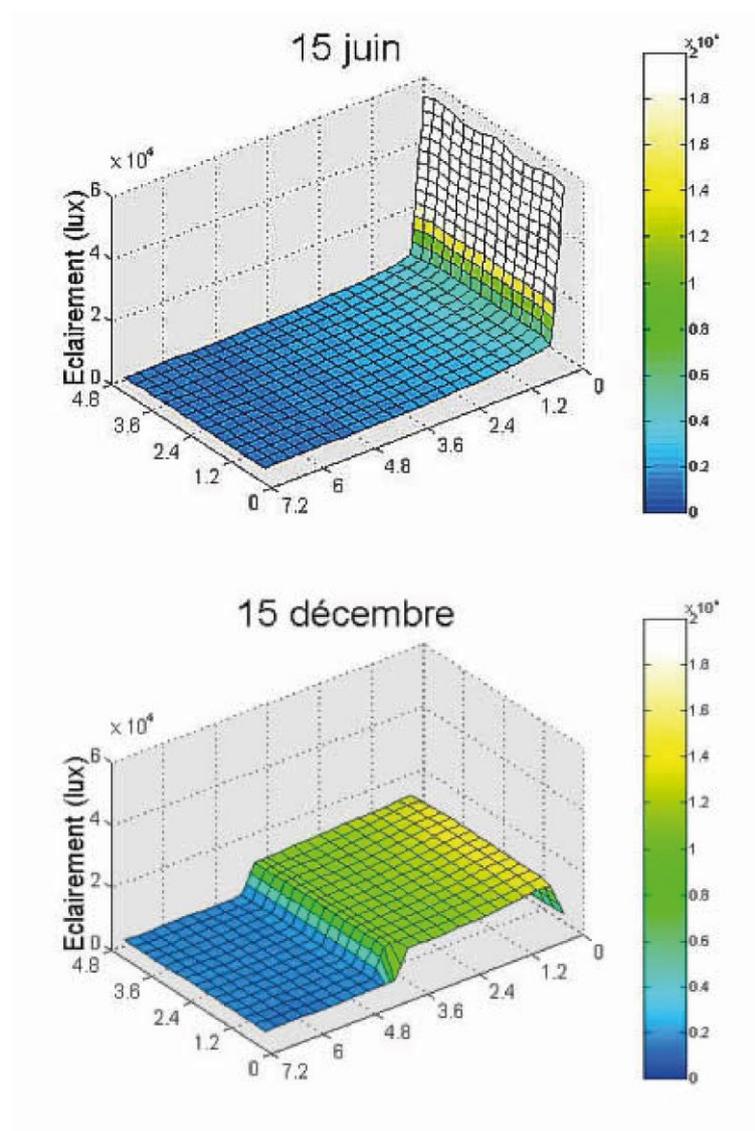


Figure 1.6 : L'influence du moment de l'année sur l'éclaircement

(Source : Reiter & De Herde, 2003)

La figure au-dessus elle nous montre la différence d'éclaircement reçu de la même pièce dans de période de l'année en décembre et juin dans laquelle les valeurs d'éclaircement sont plus importantes au mois de juin que mois décembre.

I. 5.3. L'influence de l'heure

L'heure influence sur la répartition de la lumière dans l'espace d'une heure à une autre, la quantité de la lumière augmente jusqu'à la moitié de la journée puis elle diminue (Reiter & De Herde, 2003).

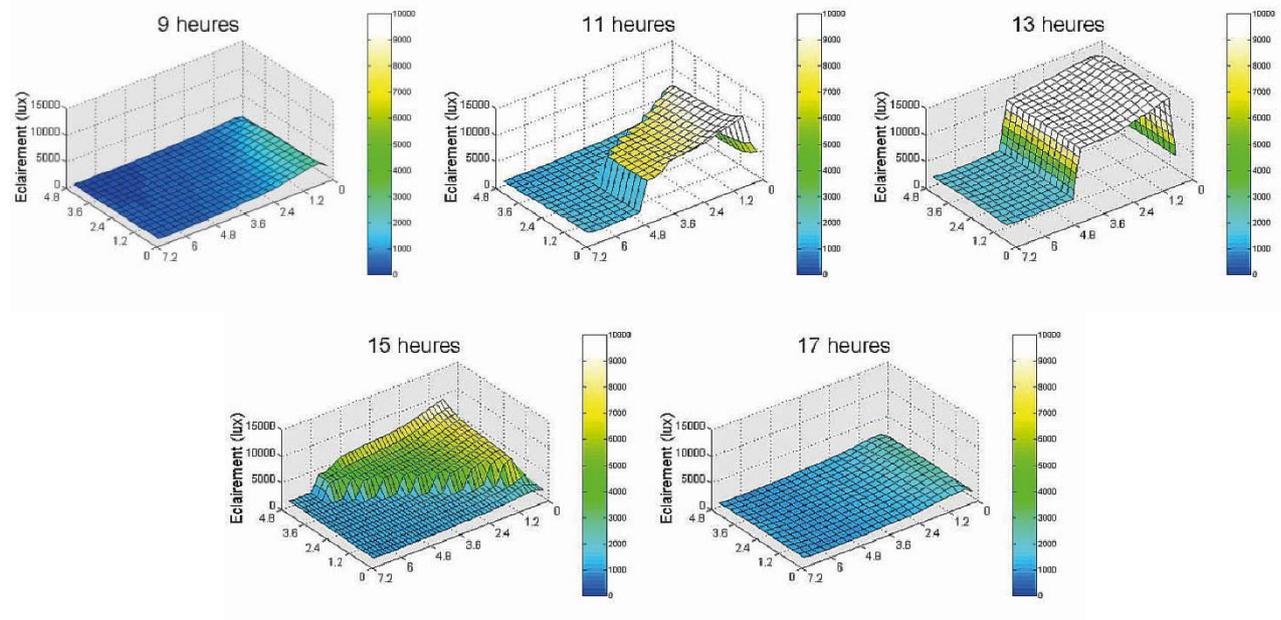


Figure 1.7 : L'influence du moment de l'heure sur l'éclairement

(Source : Reiter & De Herde, 2003)

La figure au-dessus, elle nous montre la différence d'éclairement reçu de la même pièce dans la même journée, les valeurs d'éclairement sont plus importantes à 11 h et 13 h.

I.5.4. De l'orientation de l'ouverture

Il est conseillé de poser les fenêtres d'une manière que le soleil puisse pénétrer à l'intérieur d'espace dans le moment où il est le plus occupé. Exemple : les locaux occupés le matin l'orientation idéale est à l'est, ceux qui sont occupé durant la journée il est préférable de les orienté au sud, pour celle en soirée à l'ouest (Reiter & De Herde, 2003).

L'orientation des ouvertures se réfère à la position de soleil dans le ciel, et les directions des rayons, dans l'hémisphère nord, les ouvertures orientées sud, est ou ouest ont un apport direct du rayonnement solaire qui traverse l'espace architectural, se varient de rayonnement cause des taches solaire, par contre les ouvertures orientées au nord le type indirect d'apport solaire, la lumière réparti de manière homogène dans les différentes surfaces de l'espace, mais l'éclairement reste faible par rapport les autres directions (Gallas, 2018).

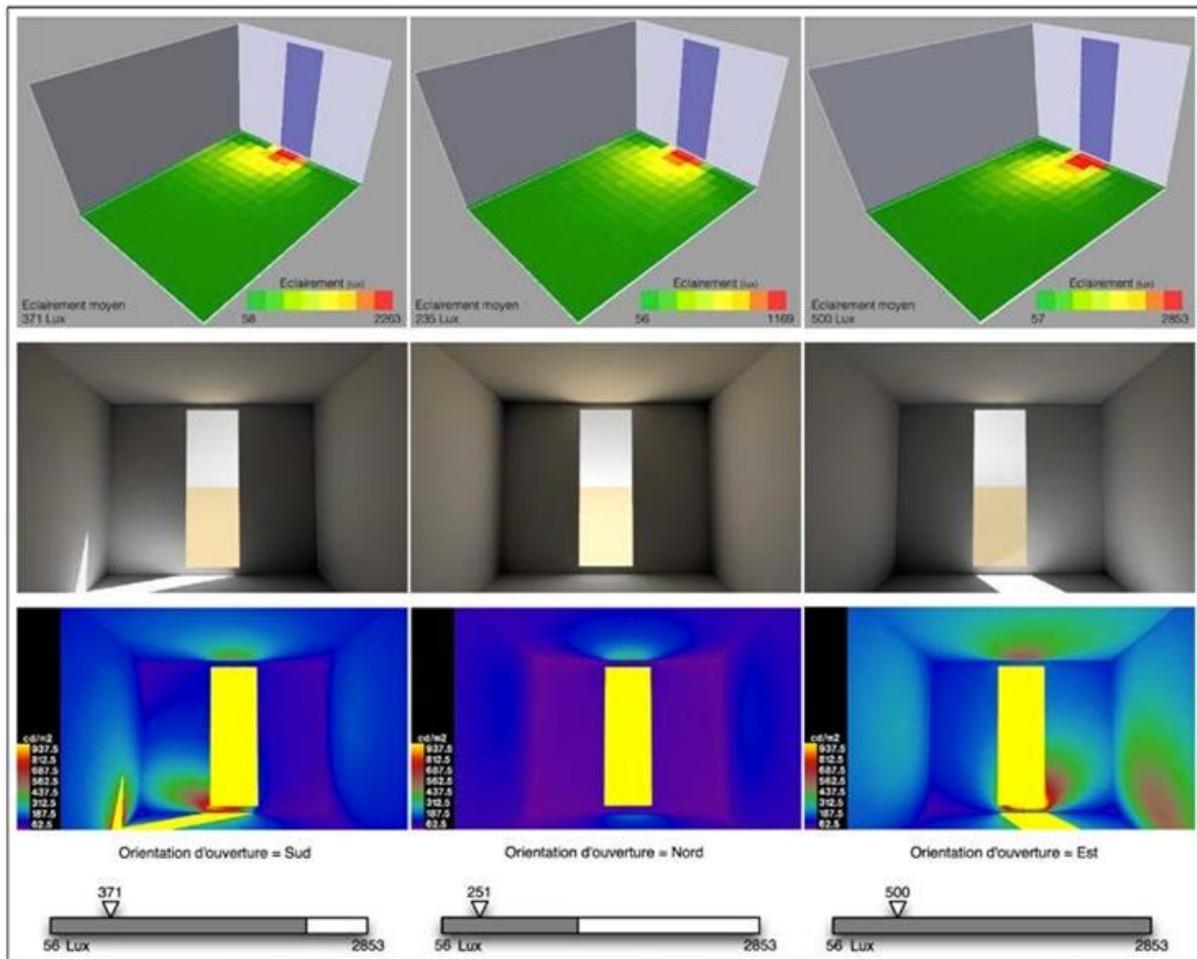


Figure 1.8 : L'influence de l'orientation d'ouverture sur le comportement lumineux d'une pièce (Source : Gallas, 2018)

I.5.5. L'influence de l'inclinaison de l'ouverture

Pour capter des plus au maximum les rayonnements solaire direct, les ouvertures de préférences qu'elles seront perpendiculaire aux rayons du soleil, la performance des fenêtres sont en relation avec la partie de ciel visible de cette fenêtre.

L'ouverture zénithale horizontale par rapport d'une ouverture vertical, elle couvre plus de partie du ciel et elle apport plus de quantité de lumière naturelle (Reiter & De Herde, 2003).

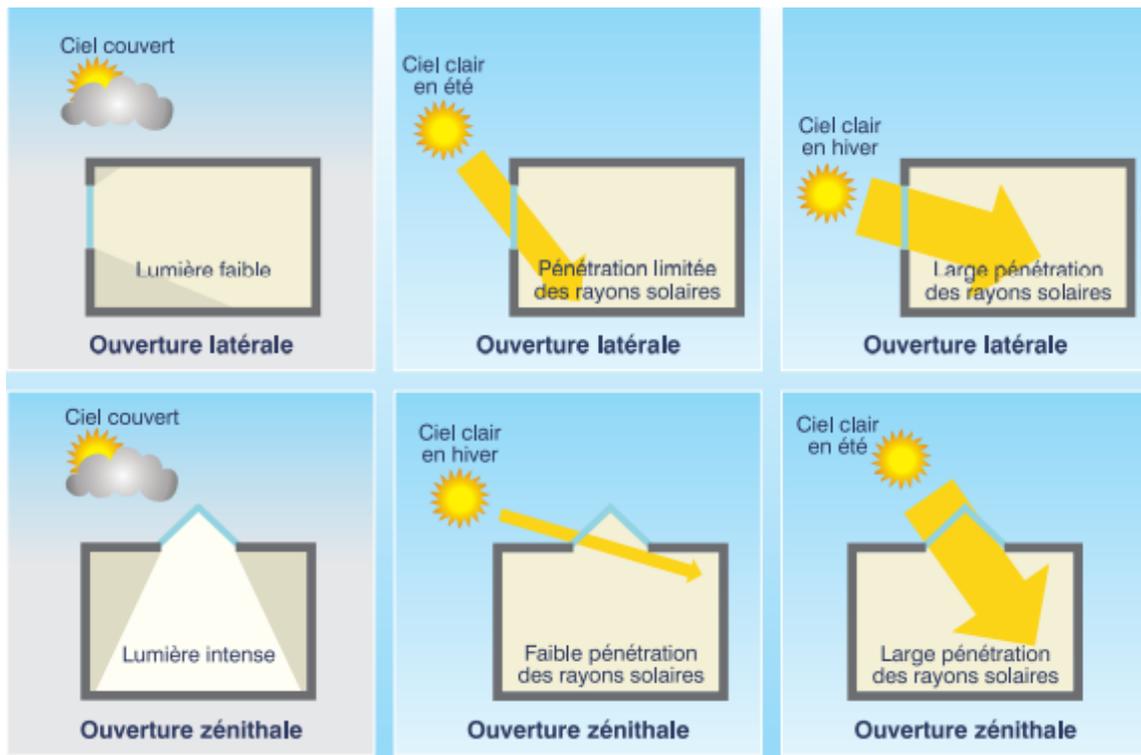


Figure 1.9 : Comparaison entre les ouvertures latérales et zénithales

(Source : Liébard & Herde, 2005)

I.5.6. L'influence de l'environnement

L'environnement immédiat du bâtiment influe sur la quantité de la lumière à recevoir, ces éléments : reliefs du terrain, les bâtiments voisins, le coefficient de réflexion du sol, la végétation... Sont à prendre en considération lors de la conception architecturale (Reiter & De Herde, 2003).

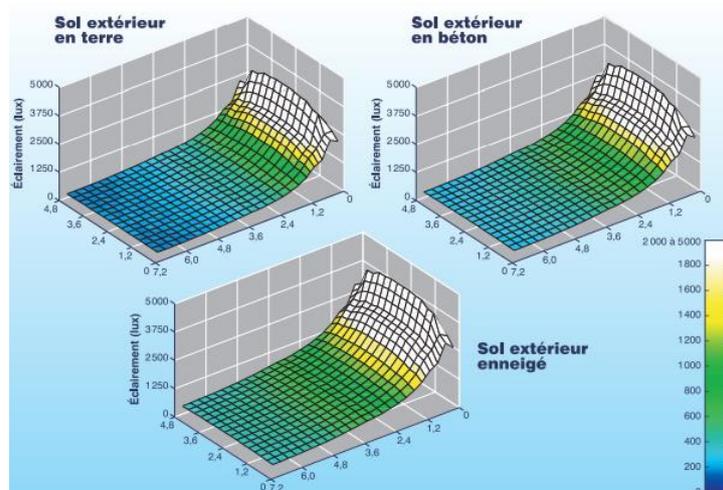


Figure 1.10 : L'influence de l'albédo sur l'éclaircissement intérieur

(Source : Liébard & Herde, 2005)

L'illustration au-dessus elle résume trois résultats d'éclairagements différents selon le type de sol extérieur.

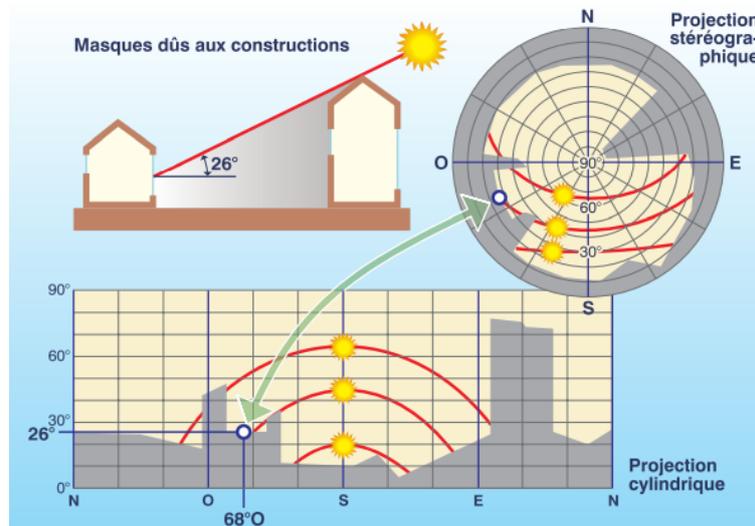


Figure 1.11 : calcul de l'impact des masques solaire

(Source : Liébard & Herde, 2005)

La photo, elle nous montre les représentations des masques solaires : selon la projection cylindrique et stéréographique.

I.6. Transmettre

Transmettre la lumière naturelle, c'est faciliter sa pénétration dans la pièce. La mesure dans laquelle la lumière pénètre dans un espace peut être affectée par des caractéristiques telles que la taille, la forme, l'emplacement et les matériaux de transmission utilisés pour les ouvertures, ainsi que les dimensions de la pièce et son aménagement intérieur (Reiter & De Herde, 2003).

I.6.1. Les caractéristiques de la fenêtre

Les fenêtres jouent un rôle important dans le confort visuel, et même dans l'équilibre thermique d'un bâtiment, les ouvertures en façade sont les éléments le plus couramment utilisés pour transmettre la lumière naturelle dans un bâtiment. Par conséquent, il ne faut pas supposer que la performance d'éclairage d'un bâtiment est principalement causée par les caractéristiques de ses fenêtres latérales. Par conséquent, leur taille, leur forme et les matériaux à partir desquels ils sont fabriqués sont des éléments essentiels pour quantifier et définir la lumière entrant dans le bâtiment (Reiter & De Herde, 2003).

I. 6.2. Les dimensions de l'ouverture

La taille de l'ouverture du bâtiment est le facteur déterminant de la quantité de lumière extérieure atteignant l'intérieur du bâtiment dans laquelle (la figure 1.12) montre cette différence (Reiter & De Herde, 2003).

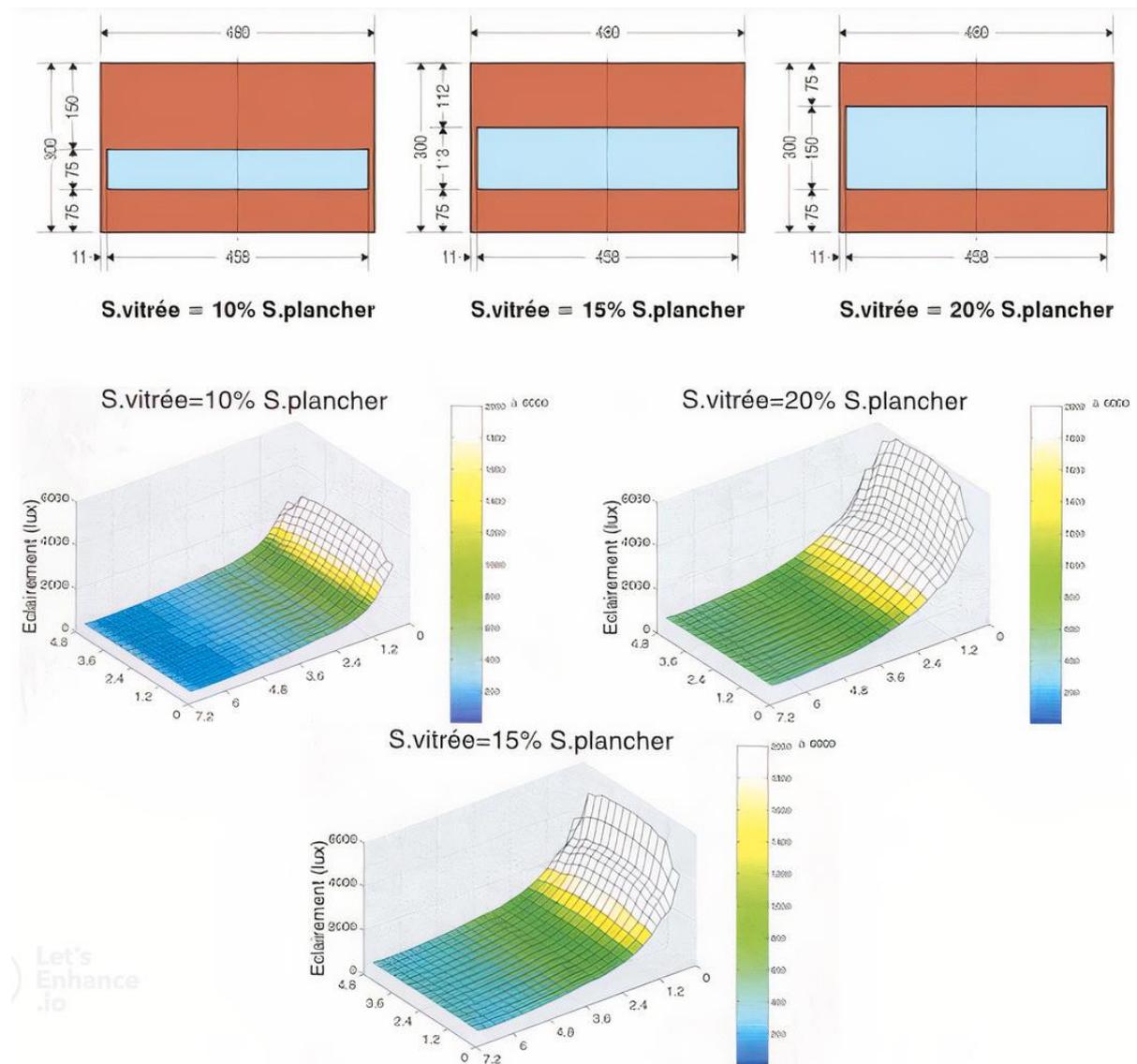


Figure 1.12 : l'influence des dimensions de l'ouverture sur l'éclairément

(Source : Bodart, sd)

I.6.3. La forme de l'ouverture

Quand la largeur de la fenêtre diminue, la répartition devient moins uniforme pour une même surface vitrée, bien que l'éclairément moyen varie peu. Par contre, l'éclairéage au fond de la pièce augmente avec la hauteur des fenêtres. Pour une même surface vitrée, des fenêtres

hautes éclairent une plus grande profondeur. Les fenêtres horizontales à linteaux hauts sont donc idéales (Liébard & Herde, 2005).

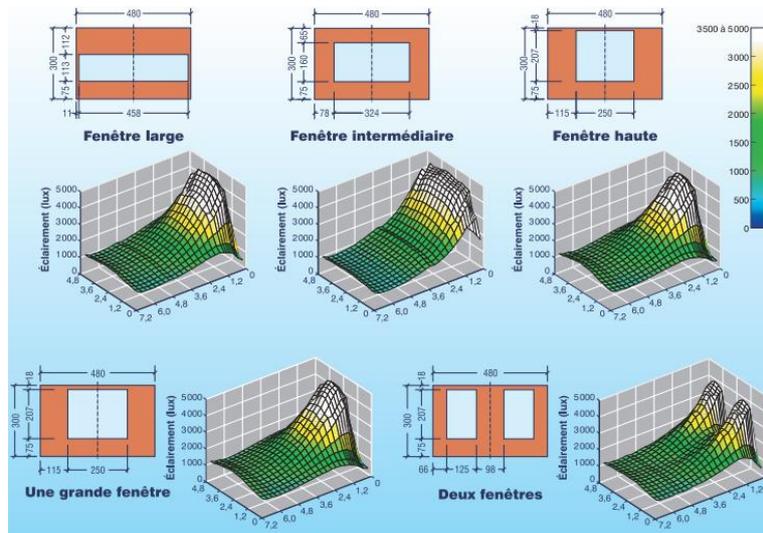


Figure 1.13 : l'impact de la forme de l'ouverture sur l'éclairage intérieur
(Source : Liébard & Herde, 2005)

I.6.4. La position de l'ouverture

La position des ouvertures sur la façade a une grande influence sur la lumière entrant dans la pièce. Plus la fenêtre est haute, meilleure est l'effet d'éclairage au fond de la pièce et plus la zone d'éclairage naturel est profonde (Reiter & De Herde, 2003).

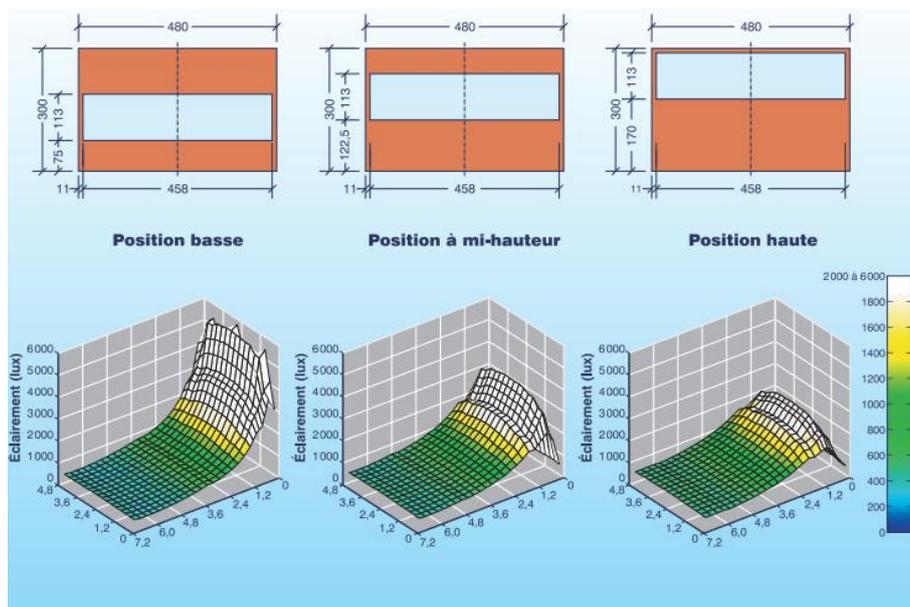


Figure 1.14 : l'influence la position de l'ouverture sur l'éclairage
(Source : Liébard & Herde, 2005)

I.6.5. Le matériau de transmission

D'après Reiter & De Herde (2003) la qualité et la quantité de la lumière naturelle transmise dans une pièce par les ouvertures dépendent du type de paroi vitrée, de la rugosité, de l'épaisseur, de l'état de propreté et du nombre de couches de verre utilisées.

La lumière qui rencontre le verre est transmise, absorbée et réfléchiée dans des proportions qui dépendent principalement du type de verre. Le choix du verre affecte non seulement la lumière transmise, mais aussi la perte de chaleur et le gain solaire à travers la fenêtre. La transmission énergétique et lumineuse du verre peut être caractérisée par ces trois paramètres :

- Sa transmission ;
- Son facteur solaire ;
- Sa conductivité thermique ;

I.6.6. Les dimensions du local

Si le rapport de la surface vitrée à la surface du sol est constant, la pièce aura un niveau d'éclairage plus élevé, car elle est large.

La lumière diffuse ne peut pénétrer sensiblement qu'environ deux fois la hauteur du linteau à partir du sol. Ainsi, au-delà d'une certaine profondeur, le niveau d'éclairage baisse vers le fond de la pièce. Afin d'éclairer naturellement toute la surface de la pièce, les faibles profondeurs sont donc privilégiées. Il convient également de noter que pour des salles de tailles différentes, plus les murs intérieurs sont sombres, plus la différence entre les niveaux d'éclairage dans ces pièces est grande.

Des hauteurs de plafond différentes pour une même baie vitrée et une même surface au sol entraînent de très faibles différences dans la répartition de la lumière dans ces pièces. Cependant, les niveaux d'éclairage sont légèrement plus élevés dans les pièces avec des plafonds plus bas (Reiter & De Herde, 2003).

I.6.7. L'aménagement intérieur du local

La couleur et la nature, et des murs intérieurs, et des surfaces des meubles affectent directement l'éclairage naturel en raison des réflexions internes. Par conséquent, une bonne répartition de la lumière dans tout l'espace nécessite l'utilisation de murs de couleur claire (Reiter & De Herde, 2003).

I.7. Distribuer

Dans leur livre l'éclairage de bâtiment Reiter et De Herde (2003) Répartir la lumière du jour, c'est la diriger et la transmettre de manière à bien restituer la lumière naturelle dans un bâtiment. La difficulté de la lumière naturelle est la non-uniformité de l'éclairage qu'elle provoque généralement par rapport à la lumière artificielle. La répartition de la lumière est un facteur clé pour assurer la qualité de la pièce. Différentes approches peuvent favoriser une répartition harmonieuse de la lumière naturelle dans les bâtiments, basées sur :

- Le type de distribution lumineuse ;
- La répartition des ouvertures ;
- L'agencement des parois intérieures ;
- Le matériau des surfaces du local ;
- Les zones de distribution lumineuses ;
- Le matériau des surfaces du local ;
- Les zones de distribution lumineuses ;
- Les systèmes de distribution lumineuse.

I.7.1. Le type de distribution lumineuse

Il existe deux types d'entre de la lumière naturelle dans le bâtiment, soit d'une manière directe ou indirecte.

L'éclairage naturel direct : ce type d'éclairage cause des inconvénients comme risque d'éblouissement dus au ciel et au soleil.

L'éclairage naturel indirect : ce type repose sur l'utilisation des réflexions des rayons lumineux pour une distribution lumineuses recherchée.

I.7.2. L'agencement des parois intérieures:

La géométrie et la taille de la pièce affectent directement l'éclairement dû aux réflexions intérieures. L'utilisation d'une cloison transparente ou translucide permet à la lumière de traverser deux pièces séparées par une surface vitrée (Reiter & De Herde, 2003).

I.7.3. Les zone de distribution lumineuse

Les puits de lumière et les laser-cut panels : les puits de lumière leurs emplacements généralement sur le toit de bâtiment, ils composent un double vitrage, le premier, c'est celui qui

forme une couverture extérieure, et le second celui qui utilise laser cut panels qui composent sa surface intérieure. Grâce à sa transparence qui permet de profiter d'une transmission de la lumière de manière sélective angulaire, les puits de lumière existant en deux formes soit pyramidale ou triangulaire (Daich, 2018).

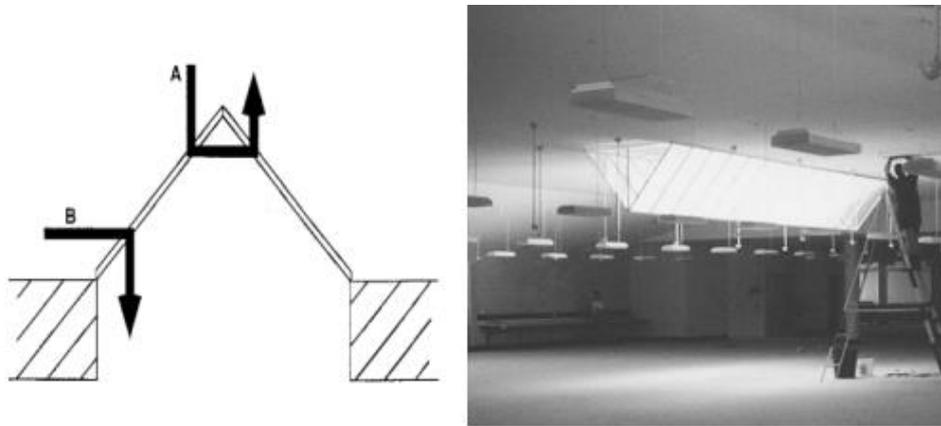


Figure 1.15 : dans le côté gauche un puits de lumière avec LCP, dans le côté droit puits de lumière inversé (Source : Ruck et al., 2000)

I.7.3.a. Les serres

La serre est une extension du bâtiment qui intègre des espaces vitrés, capteurs privilégiés de lumière naturelle (Reiter & De Herde, 2003).



Figure 1.16 : une serre bioclimatique.
(Source : <https://gardenyourhealth.org>)

I.7.3.b. L'atrium

Un atrium est une cour située au cœur de bâtiment qui perce toute la hauteur de la bâtisse, cette dernière, elle permet la pénétration de la lumière naturelle dans tous les étages (Liébard & Herde, 2005).

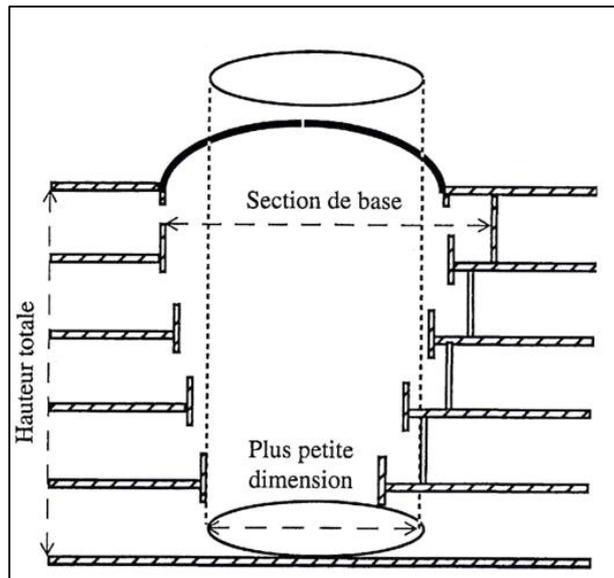


Figure 1.17 : une section et volume de base d'un atrium

(Source : <https://www.souchier-boullet.com>)

Il existe plusieurs types d'atrium comme le central, intégré et linéaire et sous formes différents les circulaire, carré et rectangulaire.

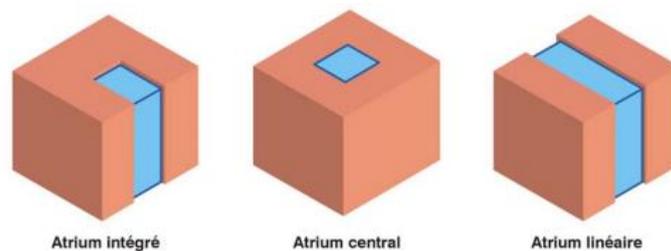


Figure 1.18 : les types d'atrium

(Source : Reiter & De Herde, 2013)

I.7.4. Les systèmes de distribution lumineuse

I.7.4.a. Les light shelves

Ce système est ancien date de l'époque des pharaons égyptiens, ce système est mis en place pour rediriger et contrôler la quantité de la lumière dans une pièce.

Les light shelves sont également un moyen pour réduire la luminosité, un light shelf c'est un réflecteur placé dans la partie haute de la fenêtre dans une hauteur de 2,2 m du sol, il coupe l'ouverture en deux morceaux : le gros morceau éclaire la partie qui est approximativement d'elle, le deuxième petit morceau qui équipait de light shelve qui va éclairer en profondeur

l'espace, la profondeur de réflecteur est presque égale à la hauteur selon la hauteur du plan de travail (Daich, 2018).

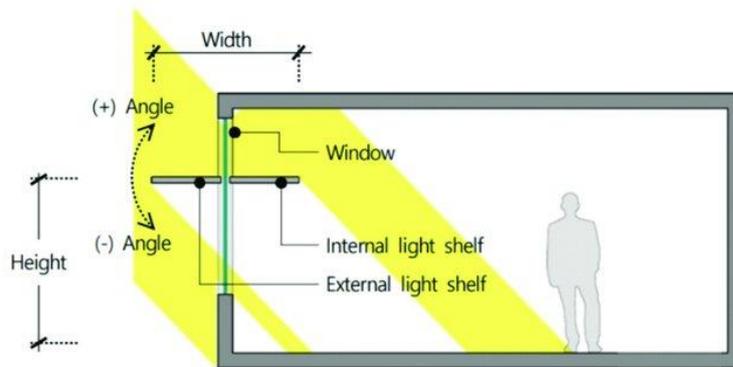


Figure 1.19 : Variables associées au light shelves (Source : Heangwou et al., 2021)

Cette figure montre le concept de light shelves qui introduit la lumière naturelle à l'intérieur de bâtiment en réfléchissant la lumière à la surface intérieure du plafond.

I.7.4.b. Les systèmes anidoliques

Ce système utilise un réflecteur spéculaire courbé, il est conçu afin d'exploiter la lumière diffuse du ciel. Avec une protection solaire mobile dans l'entrée de ce système pour éviter l'éblouissement qui viens des rayonnements solaires (Reiter & De Herde, 2003).

Les systèmes anidoliques intégré : est un système d'ombrage et d'éclairage situé à l'extérieur dans lequel son rôle est d'orienter la lumière vers le plafond, ce dernier son rôle est de la diffuser dans le fond de la pièce (Daich, 2018).

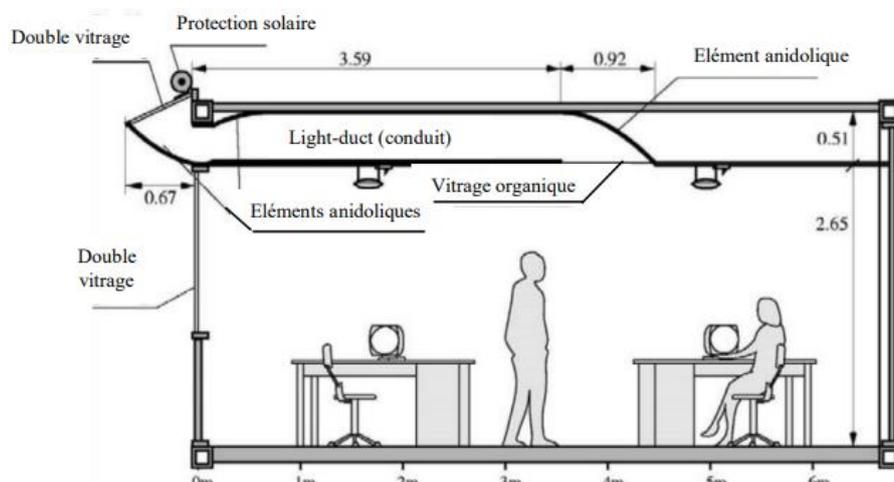


Figure 1.20 : Le système de Plafond Anidolique Intégré (Source : Wittkopf et al., 2010)

La figure, elle illustre les éléments anidoliques qui sont placés aux deux extrémités du conduit lumineux : à l'extérieur pour collecter la lumière du ciel et à l'intérieur pour contrôler la direction de la lumière émise dans le local.

I.7.4.c. Les conduits solaires

Appelé également lumiduc, sa composition constituée d'un collecteur extérieur qui est un système qui réfléchit la lumière à l'intérieur d'un conduit qui est localisé au toit, et un deuxième système qui permet de diriger les rayons lumineux dans l'édifice, et en fin un luminaire qui permet de distribuer la lumière dans l'espace intérieur (Liébard & Herde, 2005).

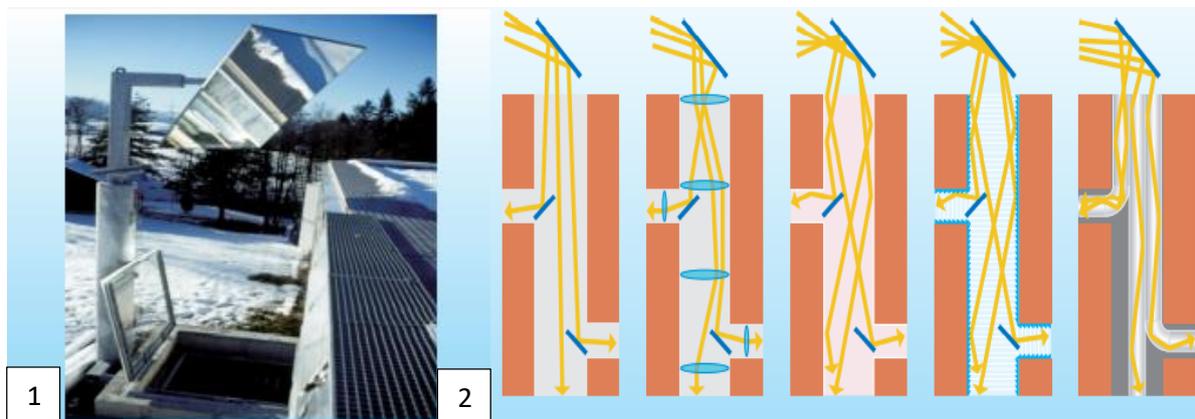


Figure 1.21 : 1) un exemple d'un conduit solaire ; 2) les différentes techniques utilisées pour transmettre la lumière dans le conduit. (Source : Liébard & Herde, 2005)

I.7.4.d. Les appuis de fenêtre réfléchissants

Leurs rôles sont de réfléchir et de rediriger la lumière naturelle afin d'augmenter le niveau d'éclairage dans l'intérieur de la pièce, le choix de matériau est important pour l'augmentation de facteur de réflexion, tel que miroirs, l'aluminium, leurs dimensions est liée à la dimension de la fenêtre par contre son inclinaison du seuil, elle peut se référer selon la course du soleil (Reiter & De Herde, 2003).

I.7.4.e. Les stores réfléchissants

Les stores sont soit fixes ou mobiles, leurs utilisations pour protéger l'espace de rayonnement solaire direct et le rediriger la lumière dans le fond de local (Liébard & Herde, 2005).

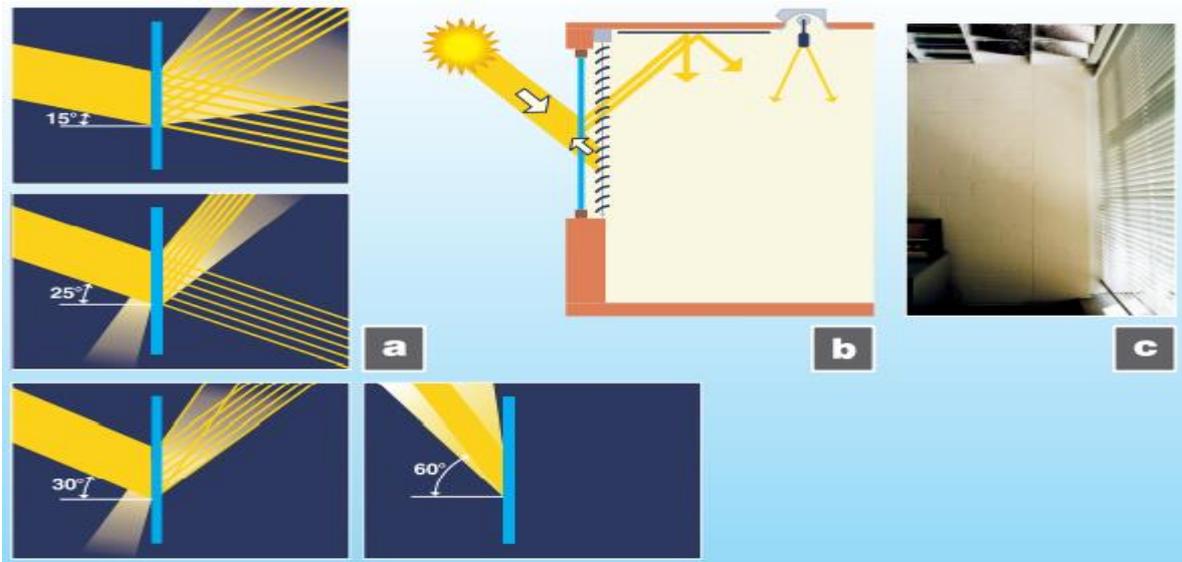


Figure 1.22 : a) système okasolar ; b) et c) redirection de la lumière vers plafond dans un local

(Source : Liébard & Herde, 2005)

I.7.4.f. Les systèmes directionnels

Sont des systèmes comme les panneaux prismatiques, les lasers cut panels, les éléments acryliques et les systèmes optiques holographiques (HQE) qui permettent de rediriger ou de bloquer la lumière lié à l'angle d'incidence ou de transmission, ces systèmes sont pour un double but d'ombrage ou distribuer la lumière en profond dans un local (Liébard & Herde, 2005).

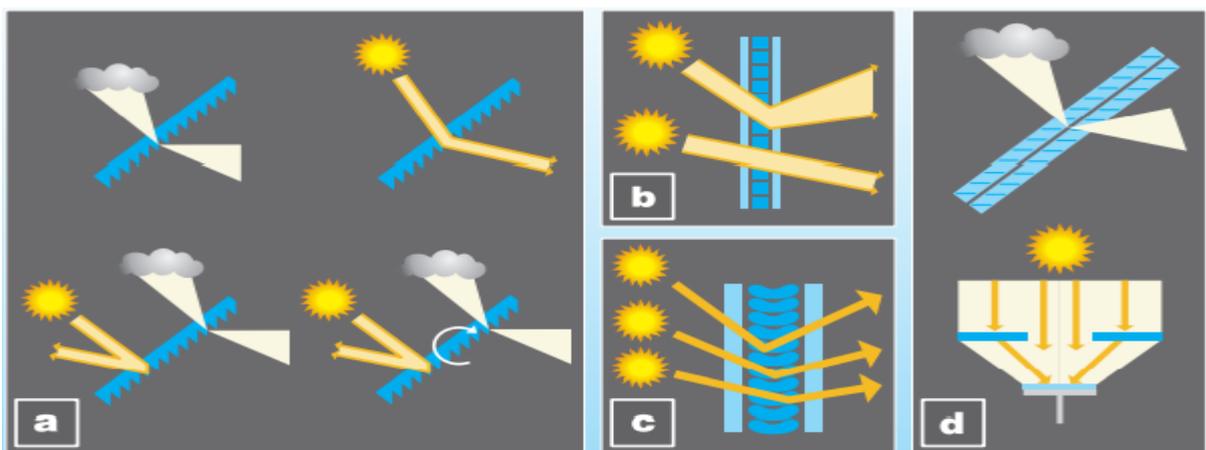


Figure 1.23 : a) les panneaux prismatiques ; b) les lasers cut panels; c) les éléments acryliques ; d) les systèmes optiques holographiques (HQE) (Source : Liébard & Herde, 2005)

I.7.4.g. Les vitrages dynamiques

Les vitrages électrochromiques et gasochromes sont des vitres dynamisées qui sont capables de s'obscurcir ou de s'éclaircir de manière permanente et de façon réversible sous l'effet d'un courant électrique de faible intensité (Liébard & Herde, 2005).

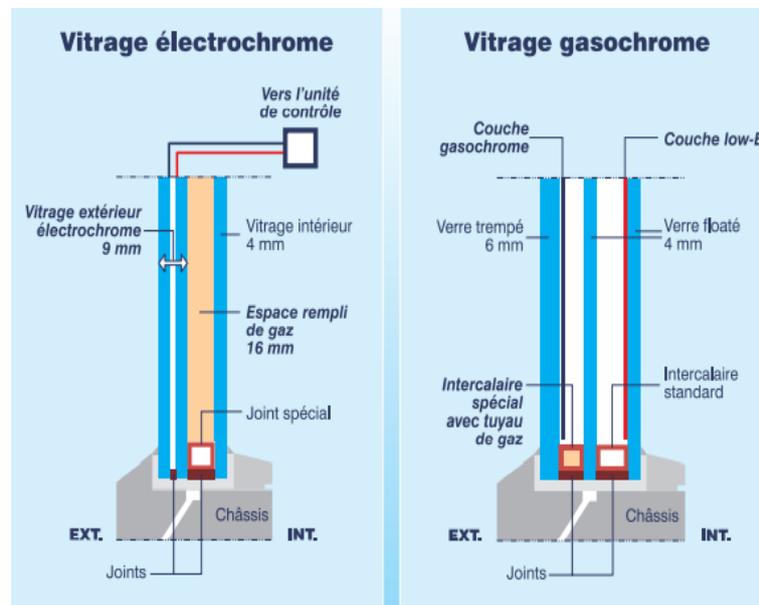


Figure 1.24 : a) Les vitrages électrochromes; b) Les vitrages gasochromes

(Source : Liébard & Herde, 2005)

I.7.4.h. Le matériau des surfaces du local

La distribution de la lumière, elle est variée selon la nature, car chaque matériau à son coefficient de réflexion et la couleur des murs, les murs clairs assurant plus la distribution de la lumière que les murs sombre et en termes de confort visuel, elle diminue le contraste par rapport à la luminance des murs intérieurs et la clarté de l'extérieur (Reiter & De Herde, 2003).

I.8. Protéger

Se protéger de la lumière naturelle consiste à bloquer partiellement ou totalement les rayons solaires lorsqu'il a des propriétés néfastes à l'usage de la pièce, essentiellement à se protéger de l'éblouissement pour le confort visuel des occupants, les objectifs principaux de la protection est la limitation de l'éblouissement, la diminution des surchauffes et la suppression de l'insolation direct (Reiter & De Herde, 2003).

I.8.1. Contrôler

Le contrôle de la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la répartition de la lumière dans un espace en fonction des différentes conditions climatiques et des besoins des occupants.

Louis XV disait : « *l'architecture, c'est la maîtrise de la lumière* » (Reiter & De Herde, 2003).

I.8.2. Dispositifs de contrôle et de protection

Sont tous les éléments qui empêchent le rayonnement solaire dans les surfaces ne désirable d'être trop ensoleillée « retenir la quantité de la lumière à exclure » (Ciriani, 1991), les protections solaires sont classifiés selon leurs caractéristiques et de leurs natures.

Dans le livre intitulé « Daylighting in architecture » on classifié selon trois paramètres

- l'emplacement : qui fait la différence entre les protections intérieures et extérieures.
- la finalité : le but de cette protection est de filtrer la lumière (protections translucides ou ajourées) ou pour l'obstruction de la lumière (protections opaques).
- la mobilité : ce paramètre fait la différence entre les protections flexibles (ajustables ou mobiles).

Selon Reiter et De Herde (2003) dans leurs livre « l'éclairage naturel des bâtiments » les deux auteurs ont regroupé les dispositifs de protection par rapport la typologie générique selon leurs natures. La même classification dans le livre « traité d'architecture et d'urbanisme » (Liébard & Herde, 2005). Dans lequel il existe trois types génériques :

- les protections liées à l'environnement : les masques extérieurs, tel que : végétation ou les bâtiments voisins.
- les éléments architecturaux : sont généralement des éléments de façades comme : les stores projetés à l'italienne, les stores enroulables, les persiennes, les stores vénitiens, brise-soleil, light shelf.

Le but de ces dernières est de bloquer, réorienter ou atténuer la lumière directe du soleil. Peu importe le choix du dispositif, la lumière reste apte à filtré, diffuse, tamisée (Chaabouni, 2011).

Conclusion

l'architecture bioclimatique qui essaye de profiter des données naturelles existant comme les conditions climatiques (température, humidité, vent, précipitation...) et grâce à ses

différentes stratégies de chaud, de froid et la stratégie bioclimatique d'éclairage naturel qui elle-même diviser en cinq méthodes d'abord capté la lumière du jour qui en fonction de plusieurs paramètres selon type de ciel, moment de l'année, l'heure, l'orientation d'ouverture, l'inclinaison d'ouverture ainsi que l'environnement immédiat. Pour la deuxième méthode qui est transmettre la lumière elle est en relation la taille, la forme et l'emplacement d'ouverture, le type de matériau de transmission et selon l'intérieur de la pièce et son aménagement. Pour la stratégie de distribuer qui est en fonction de type de distribution lumineuse, la répartition des ouvertures, l'agencement des parois intérieures, le matériau des surfaces du local, les zones de distribution lumineuses, les systèmes de distribution lumineuse. Enfin pour la stratégie de protéger et de contrôler la lumière pour éviter l'éblouissement pour le confort visuel des occupants et la diminution des surchauffes et la suppression de l'insolation direct.

PREMIÈRE PARTIE :THEORIQUE

CHAPITRE II : Confort visuel

CHAPITRE II : Confort visuel

Introduction

L'existence humaine est étroitement liée à la lumière. Il ne pouvait vraiment pas vivre sans elle. La lumière est l'élément de base de la vie sur terre, le générateur de vie. Elle représente indéniablement une partie de notre quotidien et nous affecte d'un point de vue physique et psychologique. C'est un élément clé pour voir et percevoir les objets. Quelle que soit naturelle ou artificielle, la lumière est un facteur omniprésent à notre époque, et participer à nos vies sous différentes formes. De plus, la lumière en architecture est essentielle et c'est l'un des matériaux de base de toute conception architecturale doivent être maîtrisés pour répondre aux besoins de l'espace, il est nécessaire de comprendre ces concepts fondamentaux de la lumière naturelle.

II.1. La lumière naturelle

II.1.1. Définition de la lumière

Selon Larousse c'est un rayonnement électromagnétique ayant une longueur entre 400 et 780 nm d'onde, qui se situe dans la plage de sensibilité de l'œil humain, entre l'ultraviolet et l'infrarouge.

La lumière naturelle, c'est celle qui éclaire et rendre les objets visibles, sa définition physique est que la lumière est définie par un rayonnement électromagnétique ou un flux de particule énergétique se diffusant dans l'espace ou dans un milieu physique en forme de vagues électromagnétiques (Rouse, 2005).

II.1.2. Les sources de lumière

Sont les parties visibles des rayons énergétiques qui vient du soleil, leur disponibilité elle est lié aux plusieurs paramètres comme la couverture nuageuse et la position du soleil. La répartition de la lumière dérive du soleil et de (ciel) la voûte céleste (Sutter et al., 2014).

II.1.2.1. Le soleil (rayonnement direct)

C'est une étoile dans le système solaire, autour de lui tourne la terre et d'autres planètes, son existence date avant l'existence du premier homme dans la terre. Ces rayons sont une petite partie du rayonnement solaire arrive jusqu'à la surface terrestre, et l'autre partie est réfléchi dans l'atmosphère (la figure 2.1) illustre ce phénomène (Chemsa, 2017).

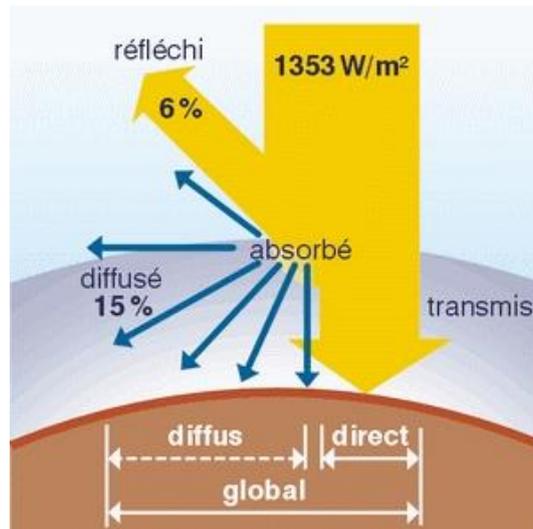


Figure 2.1 : les rayonnements solaire
(Source : <https://sites.uclouvain.be>)

II.1.2.2. Le ciel (rayonnement diffus)

Le ciel n'est pas un producteur de la lumière, il change la direction de rayon solaire provient de soleil, soit par une réflexion ou réfraction. La lumière qui se reflète de ciel, elle se propage dans tous les sens, elle génère peu d'éblouissement à cause de multitude conditions météorologiques existantes, selon CIE (la commission internationale de l'éclairage) il existe quatre types de ciels standards sont réalisé pour l'étude d'éclairage (Chemsa, 2017).

II.1.2.2.1. Le ciel couvert uniforme

C'est le premier modèle qui est utilisé pour l'étude d'éclairage naturel, parmi ses caractéristiques sa luminance uniforme qui n'est pas liée à des paramètres géométriques, son état correspond à une atmosphère remplie de poussière ou un ciel couvert avec une couche importante des nuages (Chemsa, 2017).

II.1.2.2.2. Le ciel couvert standard

C'est ce modèle est le plus réaliste, car il est proche à la réalité, ce type correspond au ciel à nuages clairs qui cache le soleil (Chemsa, 2017).

II.1.2.2.3. Le ciel clair avec soleil

C'est ce type permet d'étudier les jeux de lumière et d'ombres et l'influence de l'éblouissement (Chemsa, 2017).

II.1.2.2.4. Le ciel clair sans soleil

Ce type de ciel ses valeurs de luminance liée à la position du soleil et les paramètres géométriques, ce modèle émet des rayons diffus qui sont liés à la position du soleil sans intégration des rayons solaire direct (Chemsa, 2017).

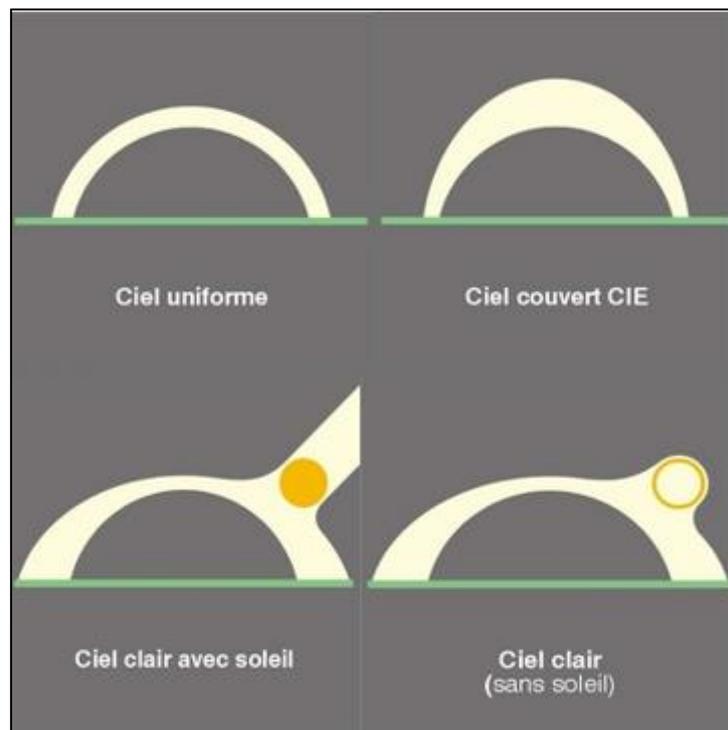


Figure 2.2 : les quatre types de ciel
(Source : <https://sites.uclouvain.be/>)

II.1.3. Les grandeurs photométriques

La photométrie est la science qui étudie l'éclairage, elle repose sur la physiologie de l'œil et la physique de la lumière, pour connaître son comportement physique, il est nécessaire de

comprendre les notions de base comme : le flux lumineux, l'intensité lumineuse, l'éclairement, la luminance (Saadi, 2017).

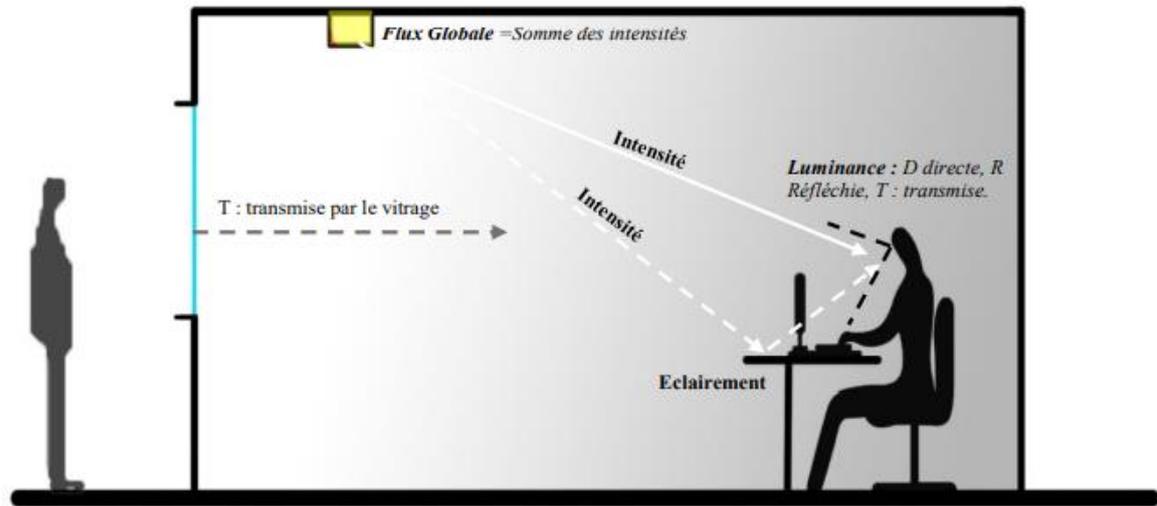


Figure 2.3 : Les grandeurs photométriques (Source : Saadi, 2017)

II.1.3.1. Le flux lumineux

(Φ) C'est la puissance énergétique produite par une source, il s'accorde au rayonnement qui prend en considération la sensibilité de l'œil d'être humain et qui a une longueur d'onde entre 380-700 nm dans le domaine visible, il s'exprime en (lm) Lumen (Gallas, 2013).

II.1.3.2. L'intensité lumineuse

C'est le flux lumineux (Φ) produit par l'unité d'angle solide (Ω) dans un sens donné, son unité de mesure est la candela (cd) (Gallas, 2013).

$$I = \Phi / \Omega$$

II.1.3.3. L'éclairement

C'est le flux lumineux acquis par une unité de surface (s), son unité de mesure est le lux. Un lux égale à un flux lumineux de 1lm qui couvre uniformément une surface de 1 mètre carré (Gallas, 2013).

$$E = \Phi / S \text{ avec } 1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$$

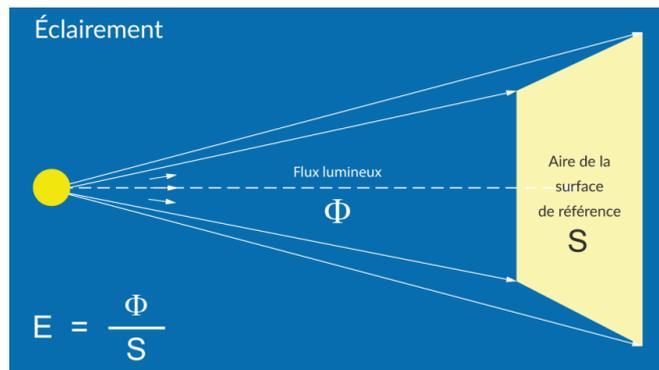


Figure 2.4 : L'éclairage

(Source : <https://www.lightzoomlumiere.fr/>)

II.1.3.4. La luminance

C'est le rapport entre la surface visible de la source lumineuse dans le même sens et l'intensité lumineuse produite par une source lumineuse dans un sens donné (Gallas, 2013).

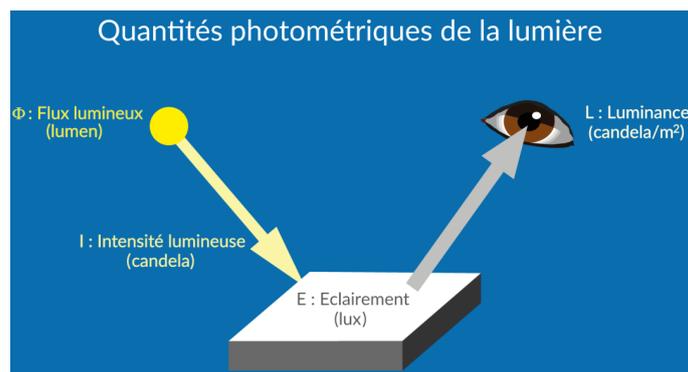


Figure 2.5 : La luminance

(Source : <https://www.lightzoomlumiere.fr/>)

II.1.3.5. Le facteur de lumière du jour (FLJ)

À la distinction des grandeurs photométriques, le FLJ est utile pour la qualification de l'éclairage naturel dans le milieu architectural, c'est le rapport entre le niveau d'éclairage extérieur et le niveau d'éclairage intérieur mesuré au plan de travail, les niveaux d'éclairage sont calculés dans le type de ciel couvert (Gallas, 2013).

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

FLJ	- de 1%	1 à 2 %	2 à 4 %	4 à 7 %	7 à 12 %	+ de 12 %
	Très faible	Faible	Modéré	Moyen	Elevé	Très Elevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance env. 3 à 4 fois la hauteur de la fenêtre)			A proximité des fenêtres ou sous des lanterneaux		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à clair		Clair à très clair	
Impression visuelle du local	Cette zone semble être séparée de cette zone					
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		

Figure 2.6 : Impression visuelle selon la valeur du FLJ

(Source : <https://danbog.scenari-community.org/>)

II.1.3.6. Le Spectre lumineux

Il est divisé en trois de 250 à 380 nm : les ultraviolets (UV) qui sont invisibles et qui prennent 3 % de l'énergie véhiculée, de 380 à 780 nm : représente le spectre visible et 42 % de l'énergie véhiculée et de 780 à 2600 nm : les Infrarouges (IR) qui sont invisibles et qui prennent 55 % de l'énergie véhiculée (Chaabouni, 2011).

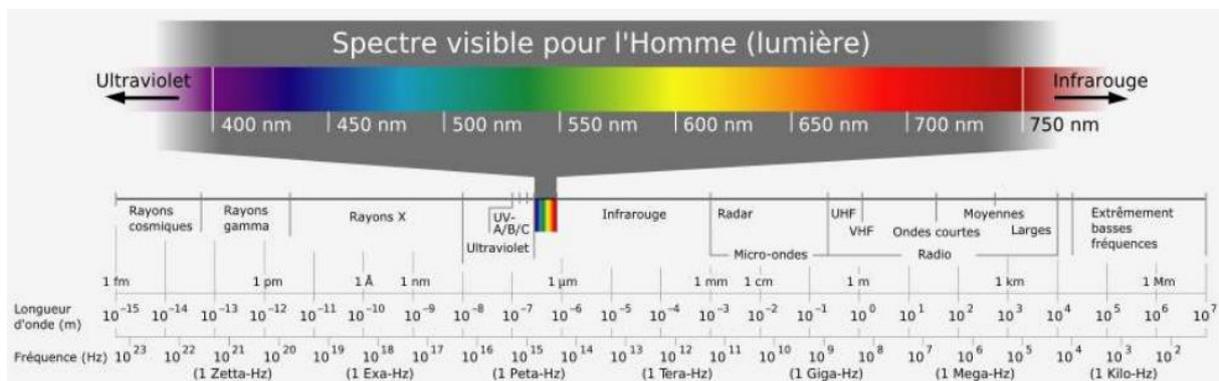


Figure 2.7 : Le Spectre lumineux

(Source : Rouse, 2005)

II.1.4. Les phénomènes physiques de la lumière

Quand la lumière rencontre un certain obstacle, il se produit des phénomènes de réaction entre elle et la matière qui l'entoure. Il en résulte de multiples changements qui sont mis en évidence du fait que la lumière est renvoyée ou est absorbée et en fonction de la grandeur de la

matière rencontrée. Les échanges, par lesquels la lumière se transforme, nous font percevoir les éléments ; quand les effets provoqués par un phénomène visuel sont perceptibles, ils interviennent dans la création des effets visuels.

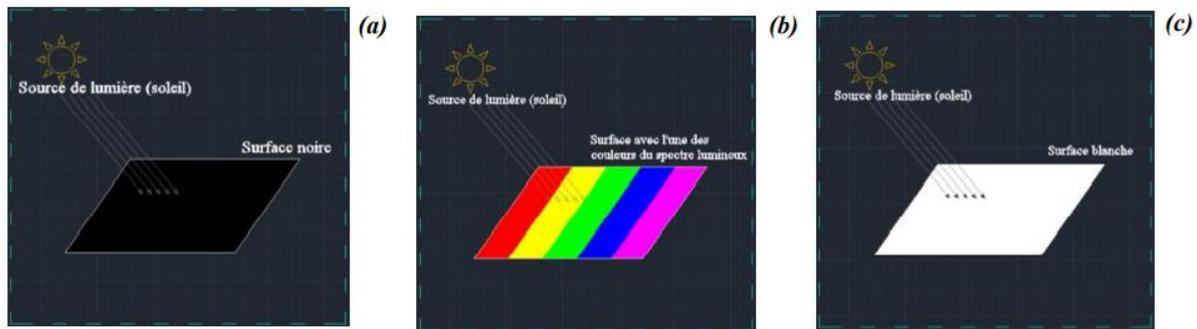


Figure 2.8 : Les phénomènes physiques : a (Absorption maximale) ; b (Absorption partielle); c (Absorption minimale) (Source : Born & Wolf, 2013)

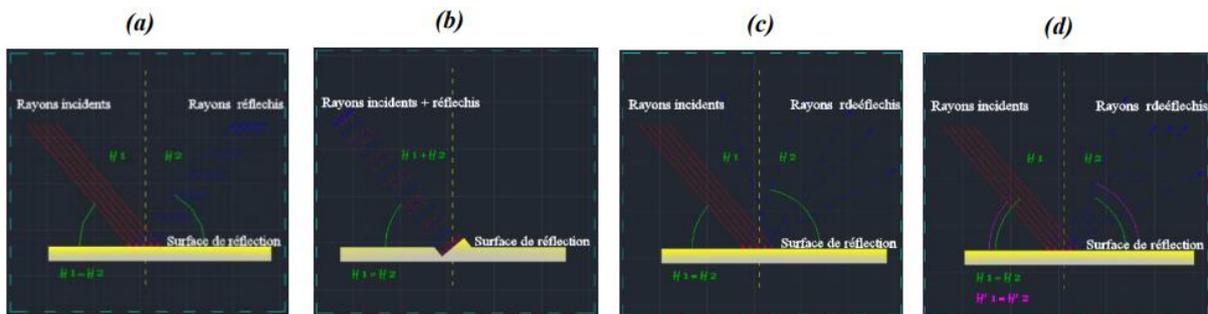


Figure 2.9 : Les phénomènes lumineux : a (La réflexion spéculaire) ; b (la réflexion diffuse parfaite) ; c (La réflexion diffuse quelconque) ; d (La réflexion mixte) (Source: Born & Wolf, 2013)

II.1.4.1. Absorption

La notion d'absorption est un phénomène consistant en la captivité des rayons lumineux par la surface de la matière ; quand la lumière rencontrera un obstacle, ce dernier se chargera d'absorber l'énergie contenue dans les rayons lumineux.

Un obstacle, celui-ci absorbant les énergies contenues dans les photons qui le composent. Cette absorption est variable suivant les caractéristiques du corps/matière ; elles peuvent être maximales (pour les objets de couleur noire), partielle (pour les autres couleurs), ou minime (pour un objet de couleur blanche) (Saadi, 2017).

II.1.4.2. La réflexion

La réflexion est également un phénomène qui se crée lors de la rencontre de la matière et de la lumière ; la réflexion a pour effet de rediffuser vers une ou plusieurs orientations et dans la même direction, son énergie reçue grâce à une interface d'échange plus ou moins opaque. La réflexion suit les lois de Snell-Descartes et est fonction des qualités des surfaces de contact, elle est appelée " réflexion spéculaire " quand la lumière est réfléchi par une interface d'aspect à peu près opaque. Spéculaire " lorsque la lumière est réfléchi avec un angle de réflexion équivalent à l'angle d'incidence du rayon lumineux ; on parle de " réflexion diffuse parfaite " lorsque la façon dont la lumière réfléchi est distribuée suivant toutes les orientations ; on parle de " réflexion diffuse quelconque " comme la lumière est distribuée de façon aléatoire et on parle de " réflexion mixte " quand la lumière est réfléchi de façon diffuse, mais favorise toujours une orientation spécifique (Saadi, 2017).

II.1.4.3. La réfraction

La réfraction est aussi un autre phénomène apparaissant au stade de la rencontre de la lumière et de la matière. La réfraction est le processus de changement de direction et de vitesse d'un rayonnement lumineux quand celui-ci passe de façon oblique au niveau de l'interface, à partir de l'un des milieux transmis vers un autre. Comme la réflexion, elle obéit aux lois de Snell-Descartes, quand un rayonnement lumineux est réfracté, il existe une relation permanente entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction. Cette relation est nommée indice de réfraction du second milieu à travers lequel la lumière est réfractée à partir du premier ; ce phénomène donne naissance aux diverses couleurs du spectre lumineux en divisant la lumière blanche sous différents angles lorsqu'elle traverse le prisme (Saadi, 2017).

II.1.4.4. La diffraction

La diffraction permet de détourner les trajets linéaires des rayons lumineux. Quand elles affrontent un obstacle qui se manifeste en forme de lames aiguës ou qui contient des fentes étroites ayant des proportions d'ordre de grandeur de la longueur d'onde. Chacun des points de l'obstacle a pour effet de diffuser l'onde qu'il réceptionne et la densité de l'onde n'est pas préservée conformément aux lois de l'optique géométrique. La diffraction des ondes lumineuses est fonction de la relation entre la longueur d'onde et la taille de l'obstacle (Saadi, 2017).

II.2. le confort visuel

Le confort visuel est intrinsèquement lié à la lumière, à l'interaction de la lumière avec l'espace architectural, aux propriétés des matériaux employés pour former l'espace. L'espace architectural, aux propriétés des matériaux utilisés pour former la membrane spatiale et aux éléments placés à l'intérieur pour l'habitation humaine, et aux éléments placés à l'intérieur pour l'habitation humaine (Lushington et al., 2014).

II.2.1. La Définition

Le confort visuel est défini dans l'objectif 10 de la démarche HQE comme D'une part, il consiste à voir clairement les objets sans éblouissement, et à assurer un environnement lumineux agréable en termes d'éclairage et d'équilibre lumineux, et en termes de couleur (Chaabouni, 2011).

Selon L. MUDRI l'absence d'inconfort pouvant entraîner des difficultés, des douleurs et des tensions psychologiques, quel que soit le degré de ces tensions (Mudri, 2002).

II.2.2. Les paramètres du confort visuel

Le bien-être visuel repose sur une association de paramètres physiques : éclairage, luminance, contraste, éblouissement et spectre lumineux, auxquels se surajoutent des caractéristiques spécifiques à chaque environnement et à la tâche visuelle à réaliser, telles que la taille des objets à observer et le temps à disposition pour la perception visuelle. Le confort visuel dépend également de facteurs physiologiques et psychologiques relatifs à la personne, comme son âge, son degré d'acuité visuelle ou la capacité de voir à l'extérieur (Reiter & De Herde, 2003).

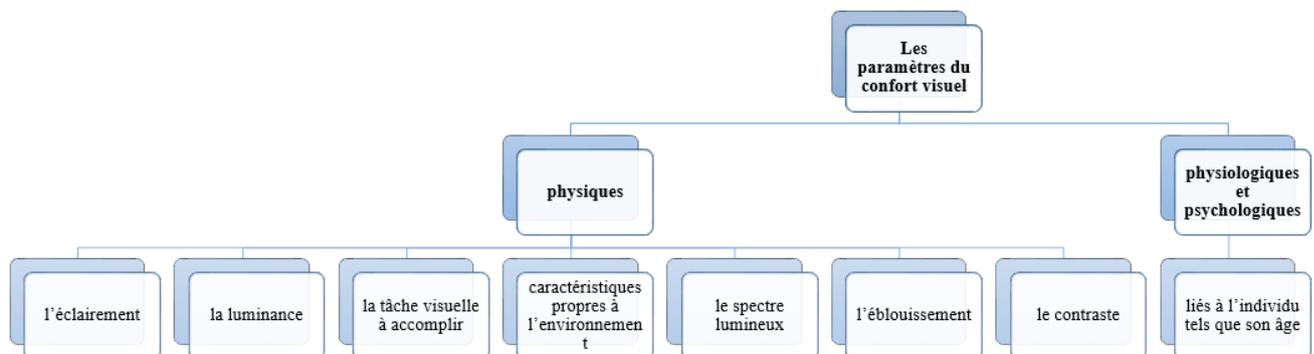


Figure 2.10 : Les paramètres du confort visuel (Source : auteur, 2022)

II.2.3. Les critères du confort visuel



Figure 2.11 : Les différents critères du confort visuel

(Source : <https://sites.uclouvain.be/>)

II.2.3.1. Un bon niveau d'éclairage

Tout être humain a à un certain stade de la lumière pour pouvoir visualiser correctement des éléments ou pour réaliser agréablement une tâche précise au sein d'un espace architectural. Le degré d'éclairage varie en fonction de la vision visuelle. Si cette dernière est déterminée par un degré difficile dans un espace architectural, il est essentiel d'augmenter le degré d'éclairage dans cet espace. L'éclairage influence sur la perception du point visuel et de son environnement. Le degré d'éclairage d'un bâtiment ne doit pas être élevé ou faible, il recommandait d'avoir une valeur de référence pour une vision claire et sans fatigue d'inconfort. Ces normes de référence sont déterminées en fonction de la particularité des activités exercées et du degré de précision de la tâche visuelle à réaliser (Tayeb, 2019).

Zones, taches, activités	Eclairage moyen à maintenir (Lux) valeur minimale
Zone de circulation, couloirs	100
Escaliers	150
Magasins	
Espaces publics, halls d'entrée	100
Bâtiments scolaires, salle de classe en primaire et secondaire	500
Salle de conférences	500
Salle de dessin industriel	750
Eclairage des bureaux :	
– classement	300
– dactylographie, lecture	500
– poste CAO	500
– réception	300
– archives	200

Figure 2.12 : Les différentes valeurs d'éclairage selon la tâche (Source : Tayeb, 2019)

II.2.3.2. Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable

L'effet visuel procuré par l'ambiance lumineuse est fonction du rendu des couleurs. Pour le déterminer, fait appel à l'utilisation généralement l'indice de rendu des couleurs (IRC ou Ra), qui rend compte de la capacité d'une source à reproduire correctement les couleurs présentes dans un lieu architectural produites par des sources artificielles ou naturelles. Cela se traduit par la capacité de la source lumineuse à restituer correctement la couleur de l'objet. IRC est compris entre 0 et 100. À 0, l'IRC signifie qu'il n'y a pas de couleur appropriée, et à 100, l'IRC signifie qu'il s'agit de lumière naturelle. Ce tableau présente une synthèse des valeurs IRC, qui représentent, en termes de valeurs IRC, la réalité de la perception de la couleur par les personnes (Tayeb, 2019).

Plage d'IRC	Perception des couleurs
$Ra < 25$	faible
$25 < Ra < 65$	moyenne
$65 < Ra < 90$	bonne
$90 < Ra$	élevée

Figure 2.13 : L'influence d'IRC sur la perception des couleurs (Source : Tayeb, 2019)

II.2.3.3. Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace

Pour répartir au mieux la lumière naturelle dans la pièce, c'est indispensable de disposer le mobilier de manière à ce qu'il ne fasse pas écran et d'agencer judicieusement les espaces d'activités. Les postes de travail sont mieux situés près des ouvertures qui reçoivent un bon ensoleillement. En ce qui concerne l'uniformité de la lumière, la distribution de la lumière dans l'espace est fonction de la distribution de la source lumineuse et de la réflectivité du mur. Cela fonctionne mieux lorsque les réflexions par mur sont élevées et uniformément réparties (Daich, 2015).

II.2.3.4. Bonnes conditions de contraste

Le contraste est le changement ou le gradient de luminosité entre un élément et son environnement. Également peut indiquer des changements de luminosité entre les parties d'un même élément. L'équilibre des contrastes dans l'espace architectural est l'un des fondements importants du confort visuel. L'inconfort et la fatigue visuelle sont causés par l'apparition de forts contrastes dans les bâtiments en raison des grands changements de luminosité produits dans le champ de vision humain. Cette fatigue provient principalement des yeux et doit donc pouvoir s'adapter aux changements de direction du regard, au cours desquels la perception visuelle diminue et la fatigue visuelle augmente (Tayeb, 2019).

II.2.3.5. L'absence d'ombres gênantes

Lorsqu'un objet opaque est exposé à une source lumineuse, certaines zones du dos de l'objet ne sont pas exposées à la lumière et des ombres se forment.

Il tient également compte du fait que des ombres sont créées lorsque l'élément est placé entre la tâche visuelle et la source de lumière. L'ombre projetée par l'élément éclairé se compose de deux zones. La première zone se trouve du côté opposé à la source lumineuse et ne reconnaît pas la lumière. C'est ce qu'on appelle une ombre unique. La deuxième zone est la partie derrière l'objet éclairé. La perception d'un objet dépend de la source lumineuse. Lorsque la lumière est directionnelle, des ombres apparaissent sur l'objet d'observation, provoquant fatigue et inconfort visuel. En revanche, lorsque la lumière est incidente non dirigée, il devient difficile de percevoir les détails de cet objet, mais la transmission latérale permet de percevoir le relief et les détails de couleur de l'objet en trois dimensions (Daich, 2015).

II.2.3.6. L'absence d'éblouissement

L'éblouissement entraîne un inconfort pour les usagers en créant une gêne visuelle au sein de l'espace architectural. Il est essentiellement lié à la disponibilité d'une source de lumière dont la luminosité est trop élevée ou à la disponibilité de surfaces adjacentes contrastantes ayant une luminosité trop élevée, placées dans le cadre du champ de visibilité des personnes.

Étant un des paramètres les plus perturbants dans l'exécution d'une tâche, l'éblouissement entraîne une diminution de la capacité à distinguer les objets. Il se différencie en fonction la localisation de la source possédant une luminance élevée ou en fonction du degré d'intensité de l'éblouissement. Selon l'emplacement de la source de gêne visuelle et qui donne lieu à un éblouissement, l'éblouissement est classifié en deux types. L'éblouissement direct et l'éblouissement indirect. Dans le cas de l'éblouissement direct, il se manifeste par la mise en présence d'une source lumineuse intense située dans le champ de visibilité. L'éblouissement indirect est engendré par des sources de gêne créées par la réflexion parasite par le biais des surfaces à fort coefficient de réflexion, comme la présence de surfaces miroirs ou brillantes. Une autre forme d'éblouissement indirect peut également se manifester par l'effet de voile ou par l'effet de petites surfaces réfléchissantes provoquant, la diminution du contraste entre la mission visuelle et son entourage proche.

Il existe plusieurs méthodes et techniques faciles à adopter pour supprimer complètement l'éblouissement ou même le réduire.

L'éblouissement peut être généré par une origine artificielle de la lumière ou par une source naturelle. Dans le cas d'un éblouissement issu principalement d'une origine naturelle (le ciel ou le soleil) dont les fenêtres sont des sources médiatrices et majeures de génération d'éblouissement à l'intérieur d'une bâtisse. Sous ces conditions, le designer peut planifier la disposition d'une grande fenêtre sur la façade d'un bâtiment, dans des endroits permettant d'installer plusieurs fenêtres de petites dimensions sur la même façade. Les fenêtres d'un bâtiment peuvent être équipées de protections solaires pour protéger complètement (Tayeb, 2019).

II.3. l'espace de lecture

II.3.1. L'éclairage naturel dans l'espace de lecture

« Même un espace conçu pour être sombre devrait avoir juste assez de lumière par quelque ouverture mystérieuse pour nous dire à, quel point, en réalité, il est sombre. Chaque espace doit être défini par sa structure et le caractère de sa lumière naturelle ». (Louis I. Kahn, 2003)

La lumière naturelle fait partie de la fabrication de l'espace architectural, peu importe sa fonction, elle lui confère une atmosphère particulière.

Le succès de la conception d'un espace architectural repose en grande partie sur le contrôle de la lumière naturelle. Nous tenterons d'identifier l'influence de la lumière naturelle et de déduire les conditions requises pour les espaces de lecture en termes d'éclairage naturel afin de disposer d'un environnement visuel confortable.

II.3.2. Salle de lecture

Un espace installé dans des bâtiments tels que des bibliothèques permettent au grand public de consulter des documents sur place et de les utiliser comme support de travail.

II.3.3. Normes et dimensionnement de l'espace de lecture

Pour bien concevoir et organiser l'espace intérieur des salles de lecture, il faut suivre certaines exigences.

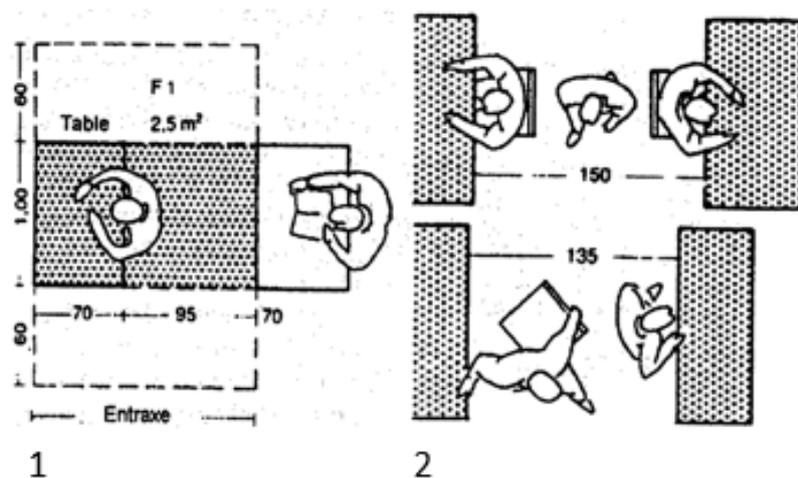


Figure 2.14 : 1) Surface d'un poste de travail individuel ; 2) Espace libre minimal dans le secteur de lecture (Source : Neufert, 2009)

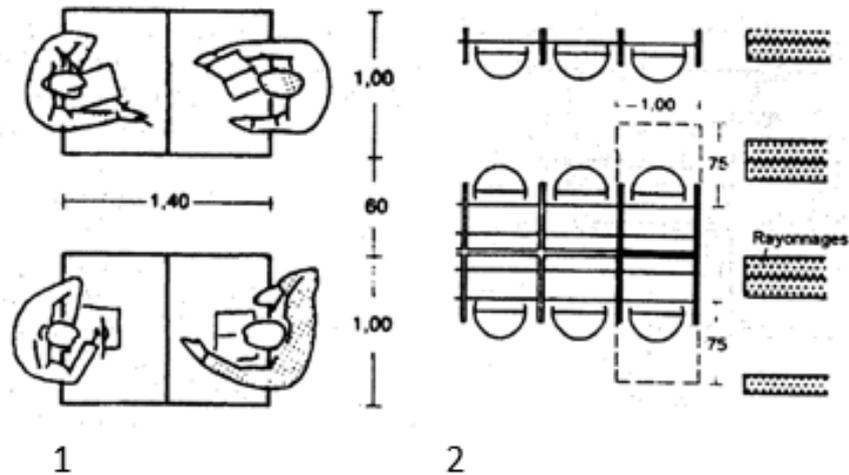


Figure 2.15 : 1) Distance minimale entre les tables; 2) dimensionnement d'un poste de travail individuel (Source : Neufert, 2009)

II.3.4. Type de tâches à accomplir

Les espaces de lecture sont conçus généralement pour effectuer des tâches visuelles ; tel que :

- La consultation et la lecture des livres ou des documents ;
- Écrire et dessiner, soit individuellement ou en groupe ;
- Travail sur un ordinateur.

II.3.5. Les différents usagers et la lumière

La problématique de la lumière dans la bibliothèque n'a pas de raison d'être que par rapport aux usagers qui ne sont absolument pas identiques en termes de choix d'éclairage. Les nécessités sont différentes selon des facteurs tels que l'âge ou encore le degré de handicap. La question de l'éclairage n'est pas seulement une question de standardisation. Plutôt que de respecter des règles générales et abstraites, il est préférable de développer une véritable politique basée sur des enquêtes préliminaires (Cantié et al., 2012).

II.3.6. Objectifs de la réglementation de l'éclairage

Selon LAEDLEIN, les buts d'une réglementation technique de l'éclairage dans le secteur du bâtiment sont :

- Garantir le bien-être visuel des usagers et assurer la protection des usagers face à tous les risques qui peuvent survenir.

- Fournir à l'occupant des mesures d'hygiène adéquates, en particulier en ce qui concerne les points suivants concerne le ratio minimal de la surface des ouvertures par rapport à la surface du sol des pièces à éclairer (indice de vitrage).

II.3.7. La réglementation Algérienne

Le référentiel des documents réglementaires utilisés comme support pour la réalisation des bâtiments en Algérie définies par les institutions.

En terme relatif à l'éclairage du bâtiment, les documents réglementaires sont assez rares et sont résumés dans ce texte de loi : **Article 35 du décret exécutif n°91-175 du 28/05/1991 : Mesures générales applicables aux bâtiments à usage d'habitation** seulement.

II.3.8. HQE et éclairage

La norme HQE® a défini la cible (10) du confort afin de créer un milieu intérieur agréable. Visuellement sous une de forme plus qualitative que quantitative. La priorité est donnée à la lumière naturelle avec la recherche de l'équilibre des luminances et la limitation de l'éblouissement ; l'indicateur opérationnel choisi est le facteur de lumière naturelle (FLJ minimum de 2,5 % dans le bureau et 2 % dans le secteur de l'éducation).

L'éclairage artificiel, destiné à intervenir en cas d'absence d'éclairage naturel ou à compléter ce dernier, distingue comme indicateurs opérationnels (www.afe-eclairage.com.fr).

II.3.9. La réglementation Européenne

La réglementation européenne, elle est riche dans laquelle elle est divisée selon le type d'équipement et la tâche à effectuer afin d'assurer le confort visuel, pour la salle de lecture l'éclairage retenu est 500 lux. Ce tableau montre les exigences d'éclairage dans les salles de lecture selon la norme **NBN EN 12464-1** :

Type de zone	E_m	UGR_L	U_o	R_a
Rayons de livres	200	19	0,4	80
Espace de lecture	500	19	0,6	80
comptoirs	500	19	0,6	80

Tableau 2.1 : Extrait de la norme NBN EN 12464-1

(Source : <https://energieplus-lesite.be/>)

II.3.10. Étude d'exemples de salle de lecture

La salle de lecture « the hive, worcester » :

Ce projet est une bibliothèque partagée du Royaume-Uni desservant l'Université de Worcester et le comté. Comprends des archives du comté, un centre d'histoire locale, un hébergement pour une équipe d'archéologues du comté. The Hive à une haute certification BREEAM (Guertin & Rouillard, 2017).

La stratégie d'éclairage naturelle dans cette salle de lecture est l'utilisation des puits de lumière.



Figure 2.16 : La salle de lecture « the hive, worcester »

(Source : <http://fcbstudios.com/>)

La salle de lecture de la nouvelle bibliothèque d'Alexandrie

La Bibliothèque d'Alexandrie, située sur la côte méditerranéenne de l'Égypte, est une œuvre architecturale ultramoderne et spectaculaire.

La stratégie d'éclairage naturelle utilisée dans cette salle de lecture est la lumière diffuse du soleil du nord qui traverse le toit.



Figure 2.17 : La salle de lecture de la nouvelle bibliothèque d’Alexandrie

(Source : [http:// www.archdaily.com /](http://www.archdaily.com/))

La salle de lecture de la bibliothèque de l’université Paris-VIII

Dans cette bibliothèque la lumière, transparence et fluidité sont les pierres angulaires de ce projet. La lumière naturelle est omniprésente et est captée de diverses manières : zénithale, réfléchie ou directe, des sources lumineuses visibles ou invisibles, selon la trajectoire du soleil et son mouvement et la saison (Riboulet, 2003).



Figure 2.18 : La salle de lecture de la bibliothèque de l’université Paris-VIII

(Source : <http://www.pierrerioulet.org/>)

Conclusion

La lumière naturelle est un élément important dans la conception architecturale afin d'offrir le confort visuel d'une manière passive pour les occupants de l'espace toutes en respectant ses différents paramètres qui sont un bon niveau d'éclairage pour effectuer la tâche visuelle sans difficulté pour le cas de l'espace de lecture le niveau d'éclairage exigé est 500 Lux, avec une répartition homogène de cette lumière dans l'espace de lecture et d'éviter toute source d'inconfort comme la présence d'ombre et l'éblouissement. Ainsi que le confort visuel est une notion très complexe et subjective qui diffère d'un individu à un autre, de plus à ses paramètres physiques, le confort visuel a aussi de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu comme son âge, son acuité visuelle.

DEUXIÈME PARTIE : PRATIQUE

CHAPITRE III : Etude empirique du confort visuel dans les salles de lecture à Bejaia

CHAPITRE III: Etude empirique du confort visuel dans les salles de lecture à Bejaia

Introduction

Le confort visuel dans l'espace architectural est très complexe comme notion variée en fonction de plusieurs critères qui sont liés principalement à la lumière naturelle reçue cette dernière variée en fonction de plusieurs paramètres (les ouvertures, types d'ouvertures, types de vitrage...) et les conditions climatiques de son emplacement (Rayonnement, ensoleillement, Trajectoires du soleil...). La méthode la plus répandue pour évaluer le confort visuel est de suivre l'étude empirique qui repose sur de volet, le premier volet quantitatif qui est de prendre des mesures in situ, le deuxième volet qualitatif afin d'assurer le bien-être de l'utilisateur.

III.1. Présentation de l'environnement physique du cas d'étude

III.1.1. Les caractéristiques de la ville de Bejaia

La ville de Bejaia est une ville du littoral, située au nord-est de l'Algérie sur la mer méditerranéenne, ses caractéristiques géographiques latitude : 36,75 N ; longitude : 5,06 E.

La ville de Bejaia elle se caractérise par le climat méditerranéen qui s'inscrit dans les climats tempérés qui se caractérise par un hiver humide et doux et un été chaud et sec.

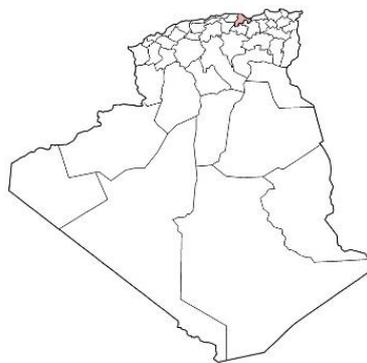


Figure 3.1 : la carte géographique de l'Algérie indiquant l'emplacement de la ville de Bejaia
(Source : auteur, 2022)

III.1.2. Le potentiel solaire de la ville de Bejaia :

Selon le logiciel meteonorm version 8 montre que la ville de Bejaia est une région enrichie en soleil, les rayonnements solaires (irradiation) sont plus importants dans le mois de juin et juillet dans laquelle la vitesse des rayonnements atteint plus de 200 kWh/m comme indique la figure au-dessous.

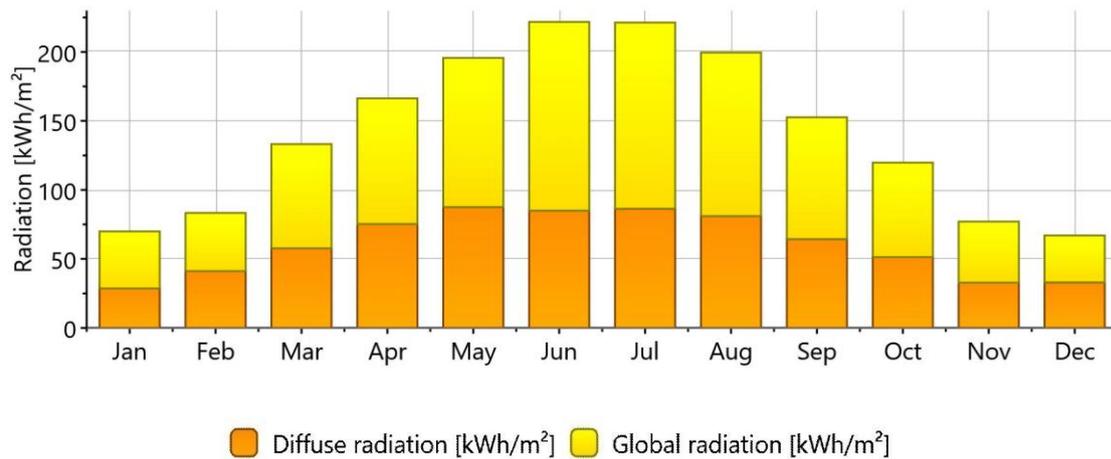


Figure 3.2 : la moyenne mensuelle des rayonnements diffus et globaux dans la ville de Bejaia
(Source : meteonorm version 8, 2022)

Pour la durée d'ensoleillement dans la ville de Bejaia atteint les valeurs maximales en mois de juin avec une durée supérieure à 12 h comme la montre la figure ci-dessous.

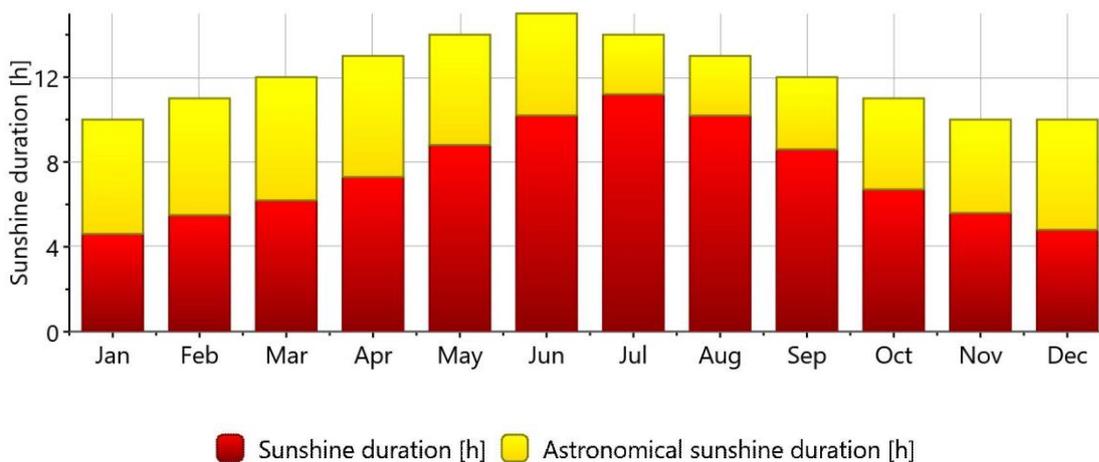


Figure 3.3 : la durée d'ensoleillement mensuelle dans la ville de Bejaia
(Source : meteonorm version 8, 2022)

III.1.3. Présentation du cas d'étude

Le cas d'étude est la bibliothèque universitaire située au campus d'EL kseur d'université Abderrahmane mira de Bejaia, qui est destiné aux étudiants de campus EL kseur, conçue par la société civile professionnelle d'architectes BART en 2015, elle fait partie de la tranche 6 000 places pédagogiques, sa capacité d'accueil est de 750 places.

III.1.4. Situation

La bibliothèque universitaire d'El Kseur est située à Berchiche dans la commune d'El Kseur à 24 km au sud-ouest de Bejaïa.

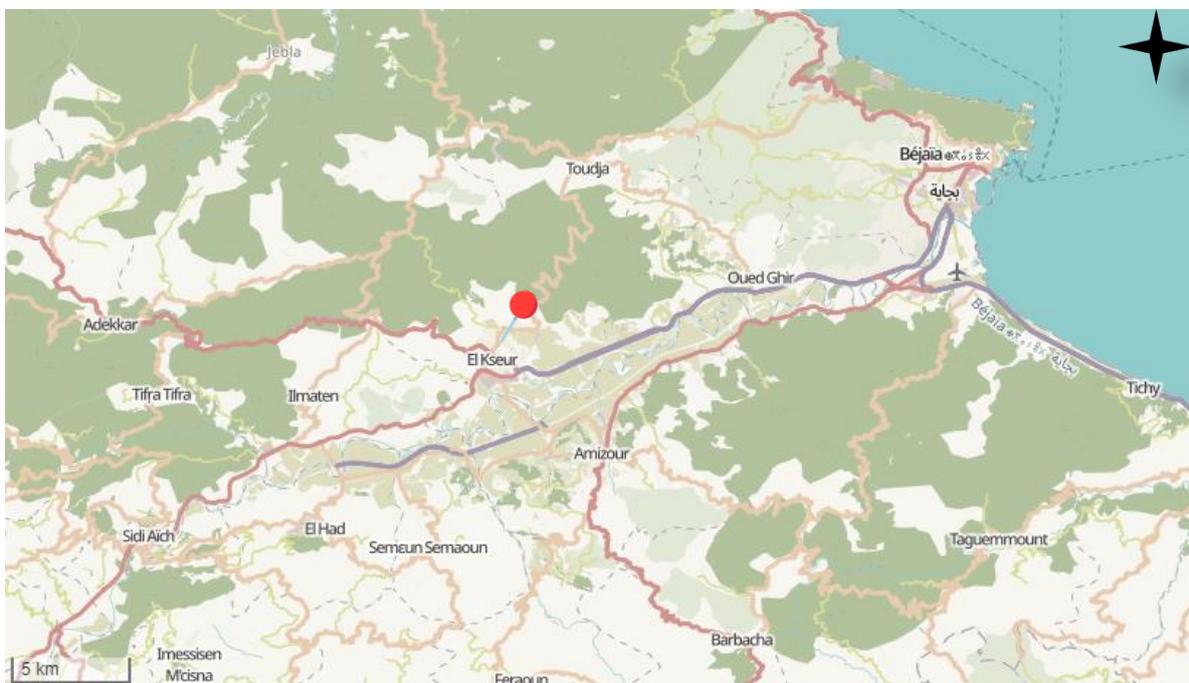


Figure 3.4 : Plan de situation de cas d'étude
(Source : Google maps réadapté par l'auteur, 2022)

III.1.5. L'environnement immédiat de cas d'étude

La bibliothèque est située dans la partie supérieure de campus EL kseur tel qu'elle illustre (la figure 3.5), elle est limitée dans les deux côtés Nord et Est par un terrain vierge, dans le côté Sud par une terrasse ouverte et dans le côté Ouest par un espace vert et un bloc d'enseignement.

L'emplacement de la bibliothèque est avantageux, car il n'existe pas d'obstacle visuel à proximité d'elle, ceux qui n'empêchent pas l'exposition maximale au soleil.



Figure 3.5 : Plan de masse de la bibliothèque
(Source : Google earth réadapté par l'auteur, 2022)

Cette photo indique l'emplacement de cas d'étude par rapport à l'université d'el kseur.



Figure 3.6 : vue cylindrique des masques de construction
(Source : auteur, 2022)

La figure 3.6 montre les différents obstacles les bâtiments existant dans le site qui sont à proximité de cas d'étude qui est représenté en couleur rouge vue cylindrique.

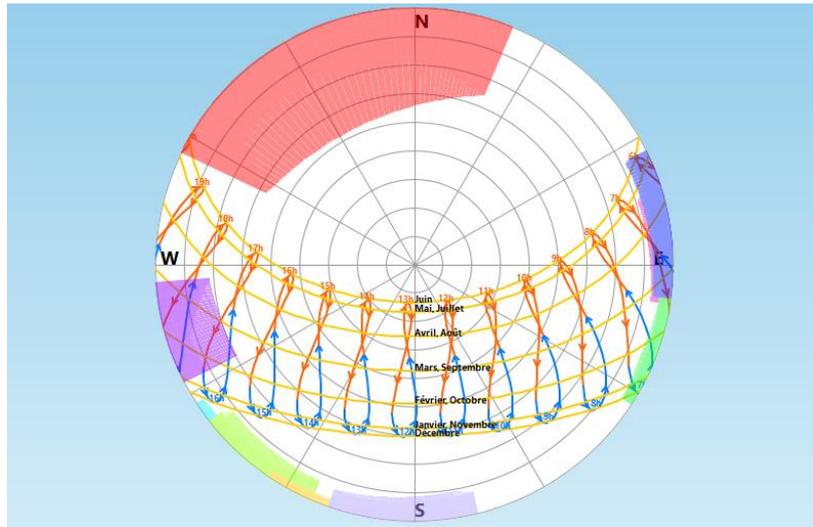


Figure 3.7 : vue stéréographique des masques de construction
(Source : auteur, 2022)

La figure 3.7 montre les différents obstacles les bâtiments existant dans le site qui sont à proximité de cas d'étude qui est représenté en couleur rouge en vue stéréographique.

III.1.6. Etude des façades

Les façades de cette bibliothèque sont traitées d'une manière simple, elle se caractérise par la symétrie, la répétition, les façades ne possèdent aucune protection solaire comme illustre les photos au-dessous avec utilisation de mur rideau dans la façade principale sud-est, la façade sud-ouest et des simples fenêtres de forme rectangulaire dans les autres façades.



Figure 3.8 : les différentes façades de la bibliothèque
(Source : auteur, 2021)

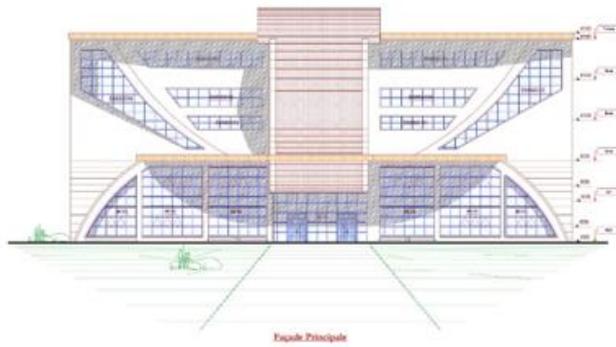


Figure 3.9 : Façade principale de la bibliothèque et son rapport plein-vide
(Source : BART, 2021)

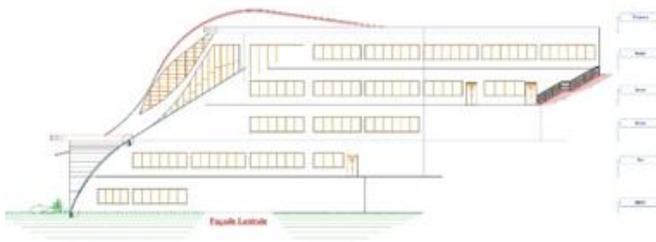


Figure 3.10 : La façade latérale de la bibliothèque et son rapport plein-vide
(Source : BART, 2021)

III.1.7. Etude de l'intérieur

La salle de lecture a une surface qui avoisine les 1000 m², elle a une forme rectangulaire et une hauteur de 3.84 m.

Les coefficients de réflexion des parois internes de la salle sont :

Murs (60 %) ; Plafond (80 %) ; Sol (40 %) ; vitrage (65 %).

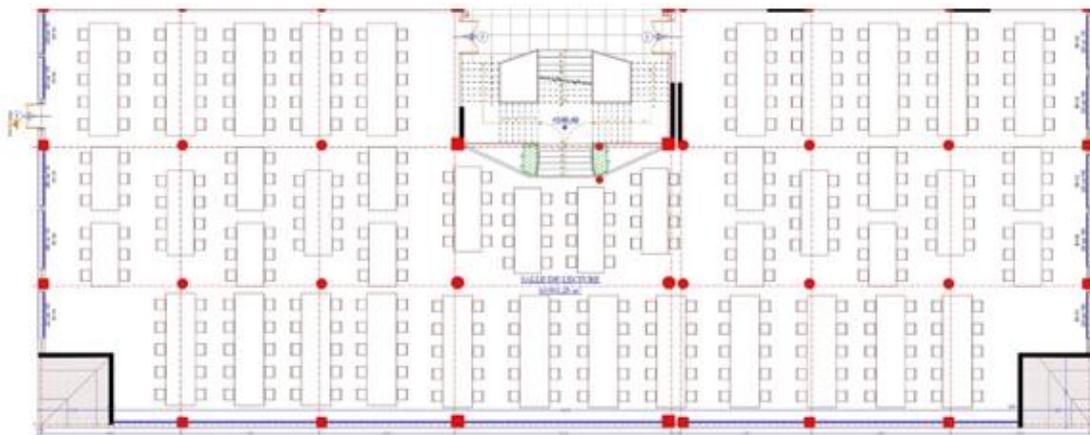


Figure 3.11 : Le plan de la salle de lecture qui est situé au premier étage de la bibliothèque universitaire
(Source : BART, 2021)

La figure au-dessus montre le plan de la salle de lecture qui d'une forme rectangulaire avec une largeur de 50 m sur une profondeur de 20 m.



Figure 3.12 : des différentes vues intérieur de la salle de lecture
(Source : auteur, 2021)

Ces photos de l'espace de lecture et les différentes ouvertures latérales et zénithales.



Figure 3.13 : L'intérieur de la salle de lecture
(Source : auteur, 2021)

Cette image montre l'intérieur de la salle de lecture de premier étage ainsi que son aménagement.

III.2. Etude quantitative :

III.2.1. Protocole de la prise de mesures

Les mesures d'éclairement lumineux ont été effectuées in situ pendant la saison d'hiver en une seule journée le 21 décembre 2021, les mesures ont été effectuée à trois horaires différents de la journée : à 09 h, à 12 h et à 15 h afin d'évaluer le changement de la lumière naturelle durant la journée en fonction de l'orientation.

La prise de mesure de l'éclairement horizontal était prise à l'intérieur de notre cas d'étude pour un plan de travail situé à 80 cm de niveau de plancher pour chaque point suivant une grille de 1 m sur 1 m.

Le choix de la journée d'hiver, car c'est le solstice d'hiver ainsi que le type de ciel, était un ciel clair.

Pendant la prise de mesure, l'éclairage artificiel était hors tension pour éviter l'influence sur les mesures de l'éclairement de la lumière naturelle.

III.2.2. Présentation des instruments utilisés

L'instrument de mesure de l'éclairement est le luxmètre. Il permet de mesurer l'éclairement lumineux reçu par l'unité de surface, il est utilisé principalement par les éclairagistes.

Dans notre cas, la prise de mesure de l'éclairement était réalisée par une application téléchargeable sur le smart phone (oppo A1K) sous le nom de « luxmètre » comme l'indique (la figure 3.14) qui se fonctionne comme un luxmètre avant le choix de cette application nous avons effectué un calibrage tel que nous montre (la figure 3.15) et cela dû aux manques de l'instrumentation.



Figure 3.14 : l'application luxmètre

(Source : Play store, 2021)



Figure 3.15 : une comparaison entre l’application et l’instrument luxmètre
(Source : auteur, 2021)

Cette comparaison indique qu’il n’est pas grande différence entre les valeurs mesure entre l’application et l’instrument.

III.2.3. La grille de prise de mesure

La grille est de 1 m sur 1 m dans une partie de la salle de lecture 20 m × 20 m, nous avons choisi cette grille afin de mesurer en détails les valeurs d’éclairage dans cette salle de lecture et pour mieux prisée les valeurs.

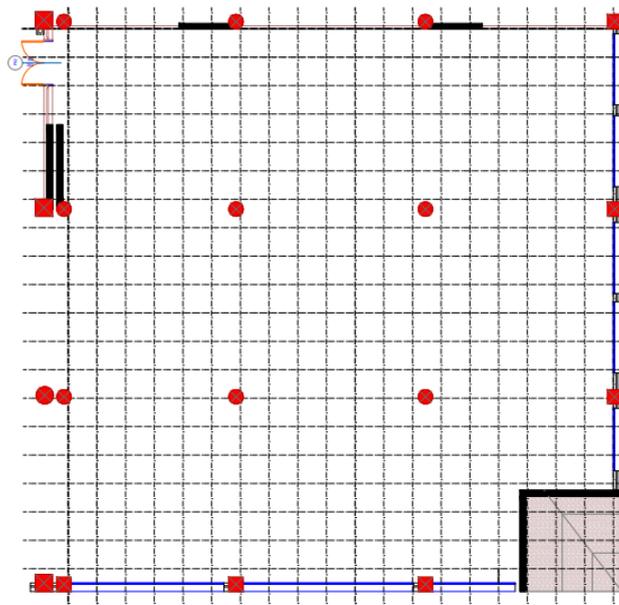


Figure 3.16 : la grille de prise de mesure (Source : auteur, 2021)

III.2.4. Les résultats et interprétation des prises de mesure

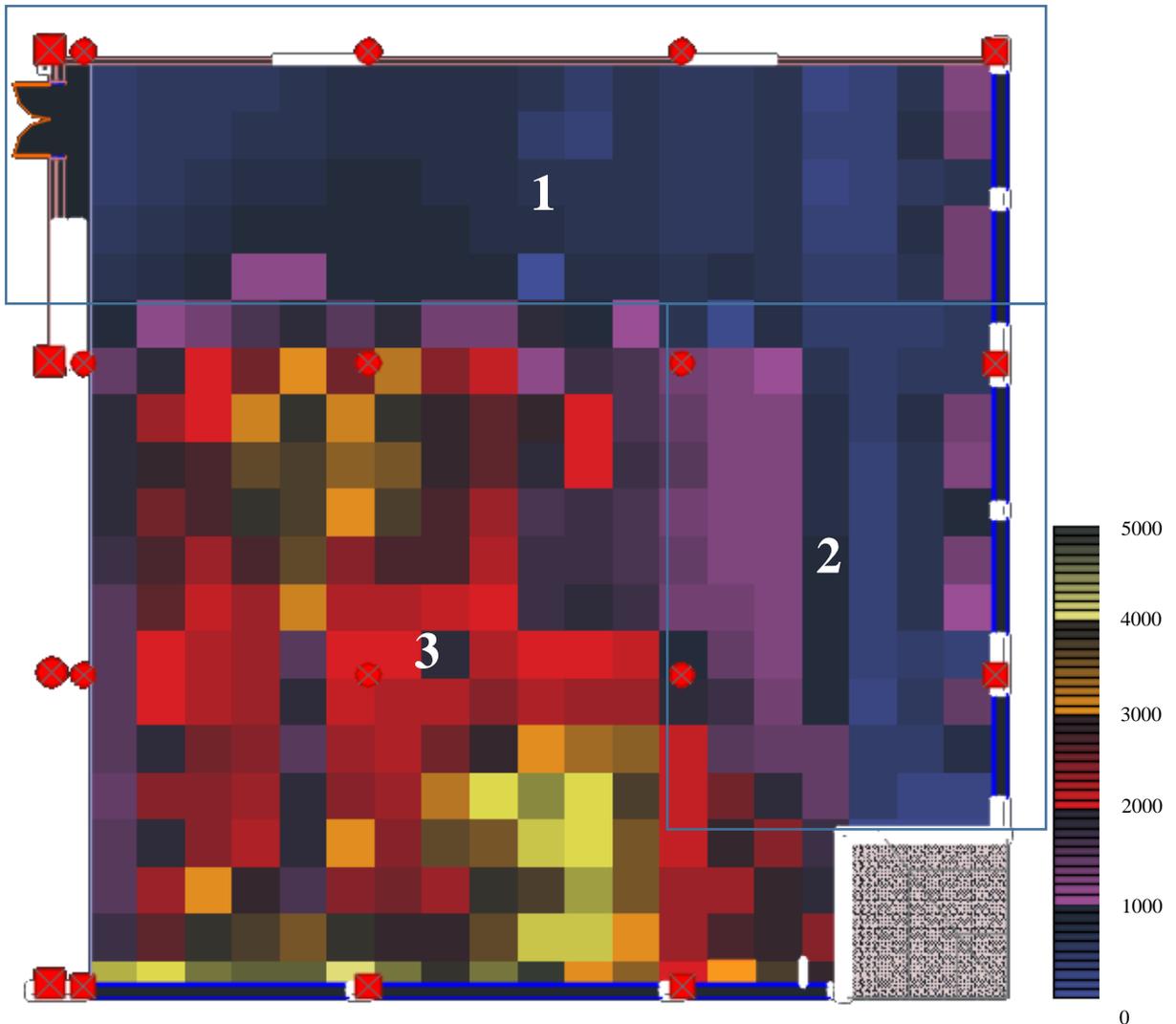


Figure 3.17 : les résultats de prise de mesure à 9h (Source : auteur, 2021)

À 9 h : les résultats d'éclairage sont différents à chaque zone, on peut diviser ces résultats en 3 zones différents, la première zone l'éclairage est entre 0 lux et 1000 lux et ça dû en absence d'ouverture dans cette zone, on peut considérer cette zone comme la zone la plus sombre par rapport aux d'autres zones.

La deuxième zone est celle au côté la latérale droite, l'éclairage varie de 500 lux et 2000 lux dans lesquels cette partie est située dans le côté nord-est et dans ce côté est percés des ouvertures latérales.

La troisième zone la plus éclairée, les valeurs d'éclairage sont plus élevées qui sont plus de 2000 lux, cette partie est éclairé grâce à l'éclairage zénithal et que cette zone est située dans l'orientation sud-est, c'est le lever de soleil dans le 21 décembre.

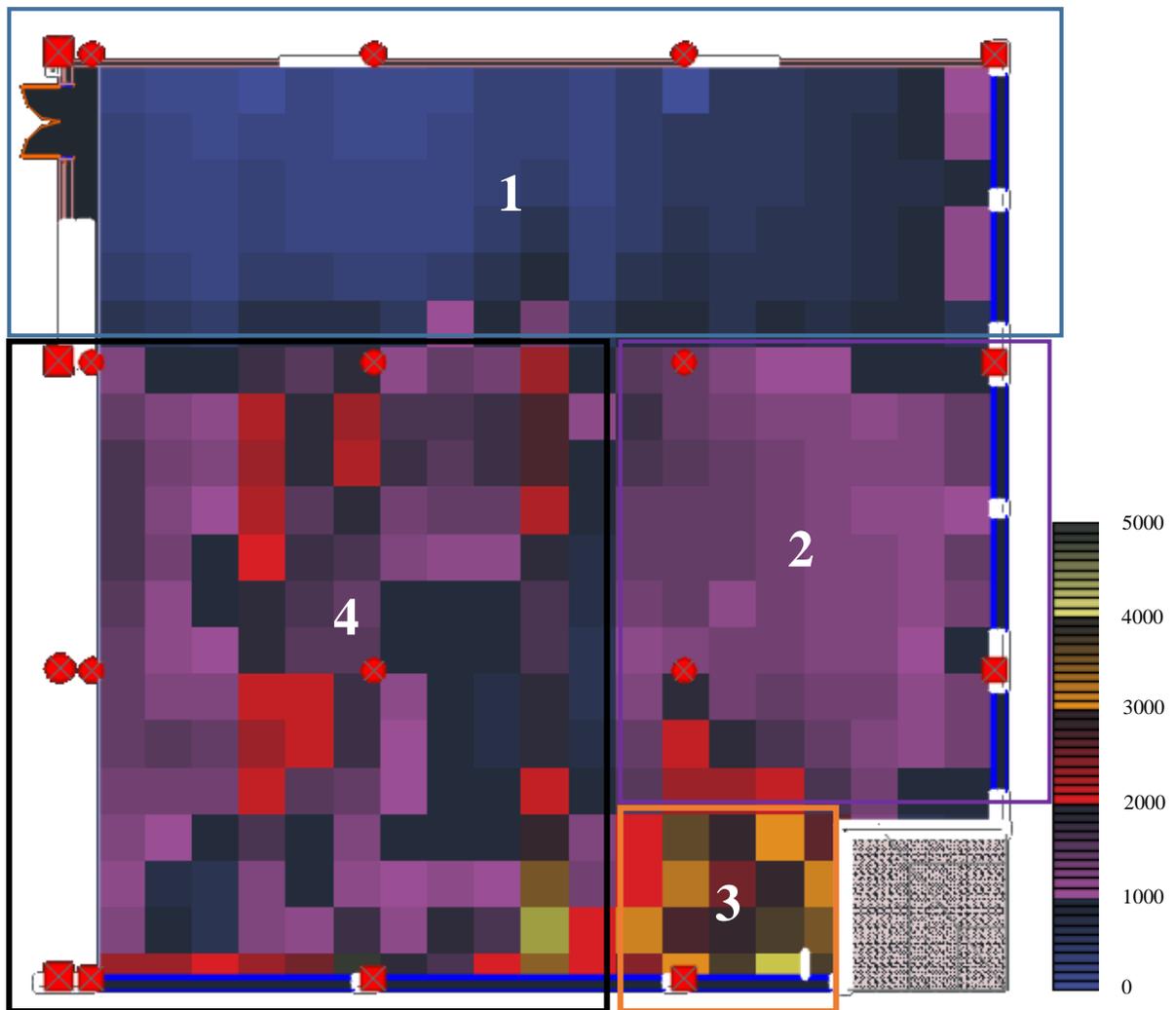


Figure 3.18 : les résultats de prise de mesure à 12h (Source : auteur, 2021)

À 12 h : les résultats d'éclairages sont changés à midi, car le soleil change de position, il prend l'orientation sud, on peut diviser notre plan en quatre zones :

Zone 1 (conteur en bleu) : la plus sombre par rapport ou autre, car les valeurs d'éclairage sont de 0 lux à 1 000 lux, car dans cette partie, il n'existe pas d'ouverture.

Zone 2 (conteur en muove) : ses valeurs d'éclairage variées de 1 000 lux à 2 000 lux, cette partie est éclairée grâce aux ouvertures latérales.

Zone 3 (conteur en orange): les valeurs d'éclairage sont 2 000 lux jusqu'à 4 000 lux grâce à la réflexion des rayons solaires, car il existe un obstacle dans le coin qui réfléchit la lumière.

Zone 4 (contour en noir): l'éclairage dans cette n'est pas homogène, différent d'un point à un autre, ça dû à la réflexion de la lumière.

D'après ces résultats on constate que le niveau d'éclairage est atteint mais la répartition de la lumière n'est pas homogène.

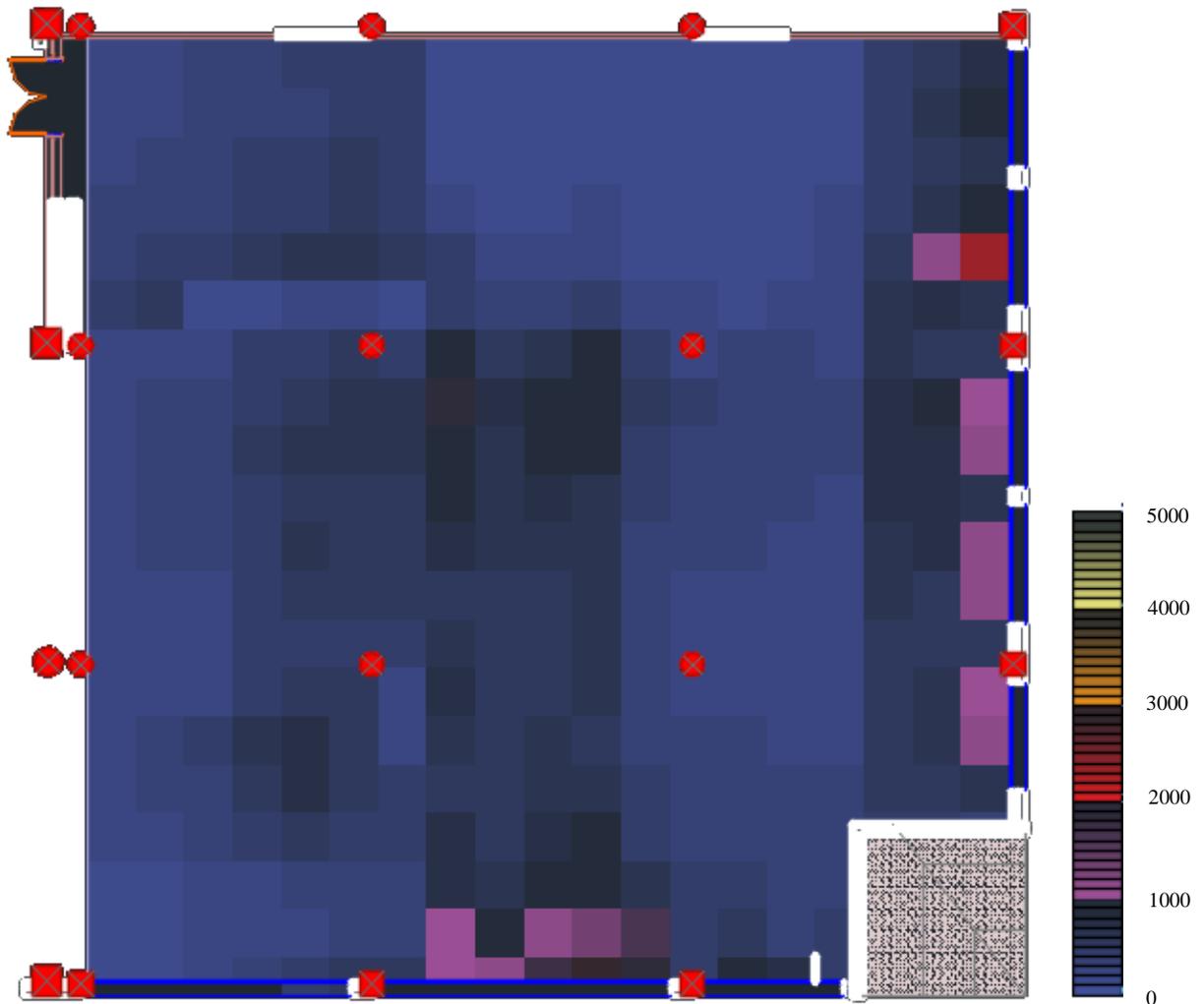


Figure 3.19 : les résultats de prise de mesure à 15h (Source : auteur, 2021)

À 15 h : les valeurs d'éclairage ont baissé les valeurs d'éclairage varié d'un intervalle de 0 lux à 1000 lux, car cette partie est située dans le côté sud-est et la trajectoire de soleil à 15 h est dans l'orientation sud-ouest, partir de cette période l'utilisation d'éclairage artificielle est nécessaire afin d'éclairer plus l'espace de lecture pour éviter la fatigue visuelle et l'inconfort des usagers.

III.3. Etude qualitative :

III.3.1. Le questionnaire :

Le questionnaire est distribué le 10/05/2022 dans lequel le nombre de questionnaire est 30 avec assistance afin d'expliquer les questions pour les étudiantes de la première année licence d'abord, l'objectif de questionnaire est de collecter des informations qui nous permettraient d'évaluer la satisfaction et la perception des usagers de l'espace de lecture et leurs réflexions par rapport au confort visuel.

Le choix des questions était fait d'une manière réfléchi et simple afin de faciliter la compréhension des termes de confort visuel pour la population ciblé qui sont les étudiants de première année licence, la majorité des questions sont des questions fermées pour éviter les réponses hors sujet et la désorientation de but de la recherche.

III.3.2. Les résultats et interprétation de questionnaire

Les résultats de questionnaire sont illustrés dans les figures qui suit sous forme des graphes indiquent le pourcentage des différentes réponses pour chaque question, tous les 30 questionnaires ont eu des réponses.

Le choix de la place dans la salle de lecture est très important pour voir le comportement des usagers est-ce que il préfère s'asseoir auprès de la fenêtre ou au milieu ou loin de la fenêtre et est-ce que le choix de cette place est liée à la notion de confort. Pour cela la première question était sur le choix d'emplacement et à l'aide de plan de la salle de lecture. la réponse à cette question elle est illustrée dans (la figure 3.21)

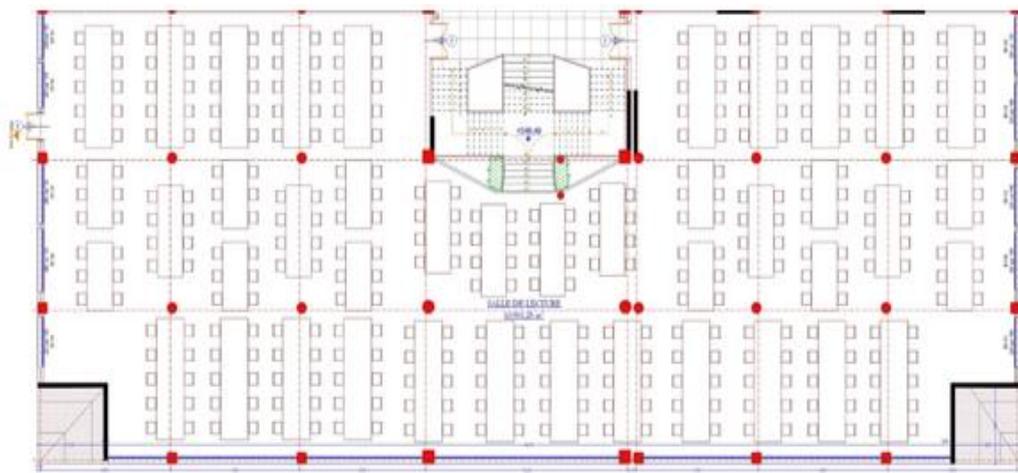


Figure 3.20 : l'utilisation de plan pour marquer l'emplacement préféré sur la carte avec un cercle (Source : BART, 2021)

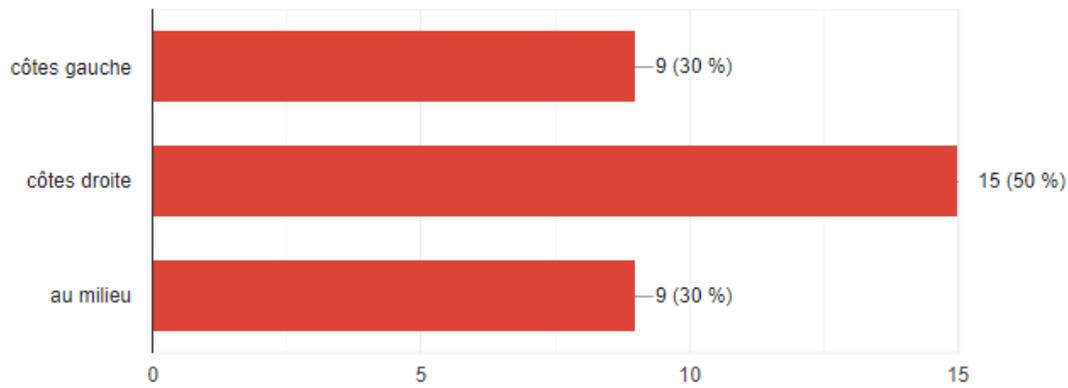


Figure 3.21 : les résultats de choix d’emplacement
(Source : auteur, 2022)

Le graphe représente les résultats de choix d’emplacement des étudiantes de la première année licence, la plupart des usagers ont coché les coins des parties latérales gauche et droit le pourcentage de côté droit est de 50 % et celui de gauche est de 30 % par contre la partie au milieu qui est située à approximativement de mur rideau est d’un pourcentage faible de 30 %, pour des raisons différentes qui varié selon la personne, nous avons constaté que la partie la moins occupée est celle à proximité de mur de rideaux dans la deuxième question nous avons demandé les motifs de choix à fin d’éviter le jugement personnelle et de voir si les étudiantes donne de l’importance au confort visuel ou non et si ce dernier peut être un motif de choix d’emplacement.

Afin de voir si le choix d’emplacement est lié au confort visuel nous avons laissé cette question ouvert pour voir les vrais motifs les résultats de cette interrogation sont dans la figure au-dessous :

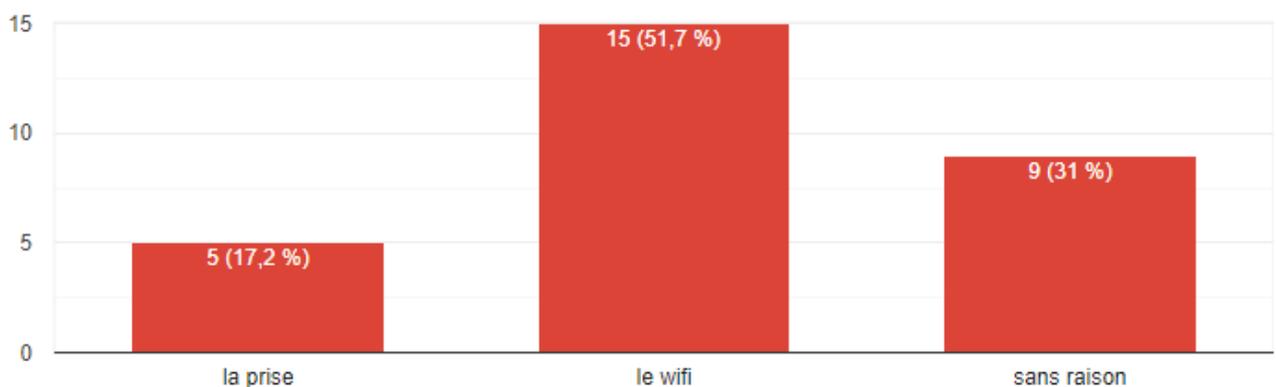


Figure 3.22 : les résultats de choix d’emplacement
(Source : auteur, 2022)

Le deuxième graphe représente les différentes choix d’emplacement par rapport à la réflexion des étudiants, on constate que sont loin de la notion de confort visuel pour les usagers,

sont liés à d'autres critères tels que le wifi de 51,7 % et la prise de 17,2 %, et même, il existe des cas sans raison bien précise de 31 % selon la disponibilité des places vides.

La fréquentation de la salle de lecture est importante pour la fiabilité des réponses les résultats sont dans la figure suivante :

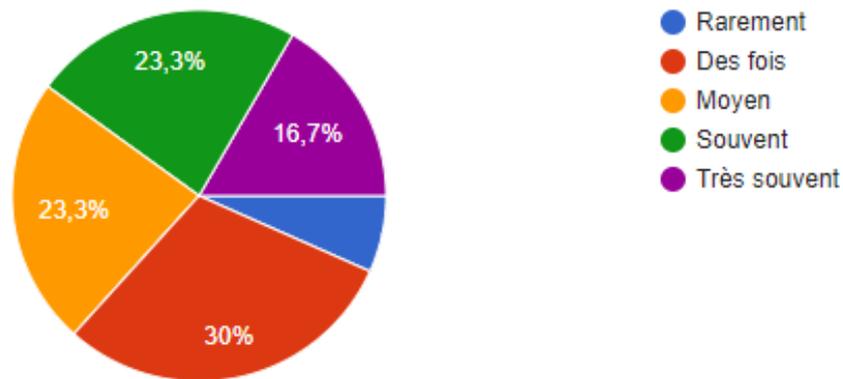


Figure 3.23 : les résultats de fréquentation de la salle de lecture
(Source : auteur, 2022)

Les résultats de la fréquentation de cette salle de lecture est d'une grande importance, car le pourcentage des personnes qui ont opté pour rarement n'est pas important est de 6,7 % et pour d'autres choix sont variée pour le choix des fois est de 30 %, de 23,3 % pour la fréquentation moyen, de 23,3 % pour les étudiantes qui fréquente souvent la salle de lecture et de 16,7 % très souvent ses résultats nous rassure à la suite des réponses sur le reste de questionnaire.

Le graphe suivant représente la durée que les étudiantes passent dans la salle lecture :

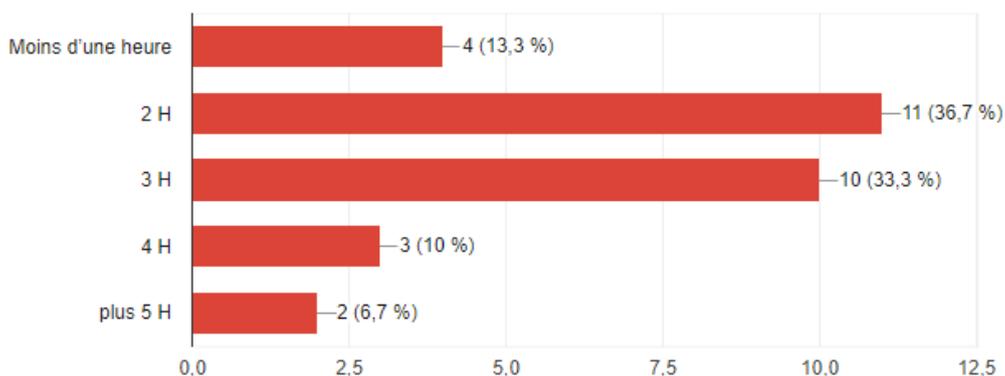


Figure 3.24 : les résultats de fréquentation de la salle de lecture
(Source : auteur, 2022)

Le graphe suivant représente les résultats d'occupations de la salle de lecture par les étudiants de la première année licence la majorité occupe cette salle avec une période de plus de 2 h d'un pourcentage de 36,7 %, de 33,3 % pour la période de plus de 3 h, ces valeurs sont

très important pour évaluer le confort visuel car le temps consacré dans cette espace est important et qui nous orientait à juger que l’atmosphère de cette salle est acceptable.

Pour les périodes fréquentation de la salle de lecture les résultats sont illustrés dans l’histogramme au-dessous :

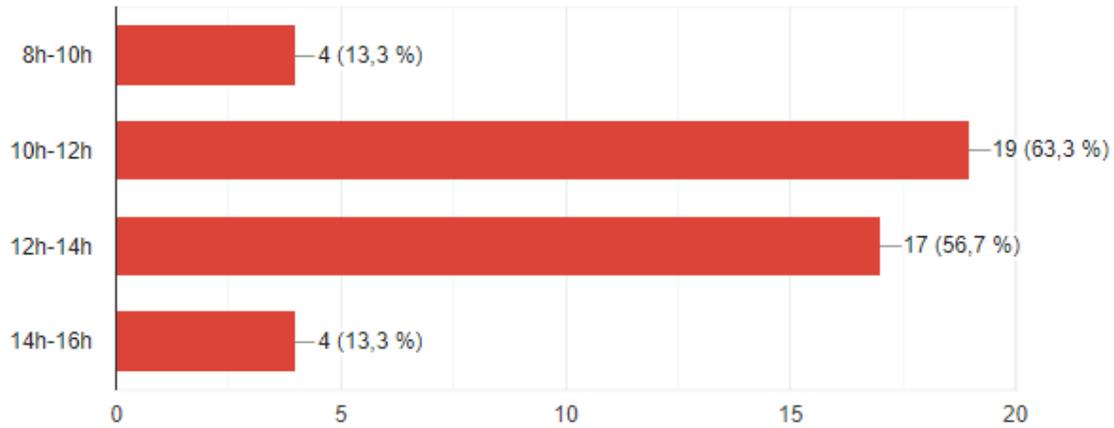


Figure 3.25 : les résultats des périodes de fréquentation de la salle de lecture
(Source : auteur, 2022)

L’histogramme de la réponse cinq de questionnaire montre les horaires de fréquentation de cette espace, les horaires prédominants sont de 10 h à 12 h d’une valeur qui égale à 63,3 % et de 12 h à 14 h avec une valeur de 56,7%, ces horaires sont à prendre en considération lors de la simulation numérique qui est l’équivalent de l’heure d’occupation pour la simulation numérique qui va t’être dans le chapitre 4 grâce à l’logiciel DIAL+.

Le support utilisé par les usagers est indiqué dans le graphe suivant :

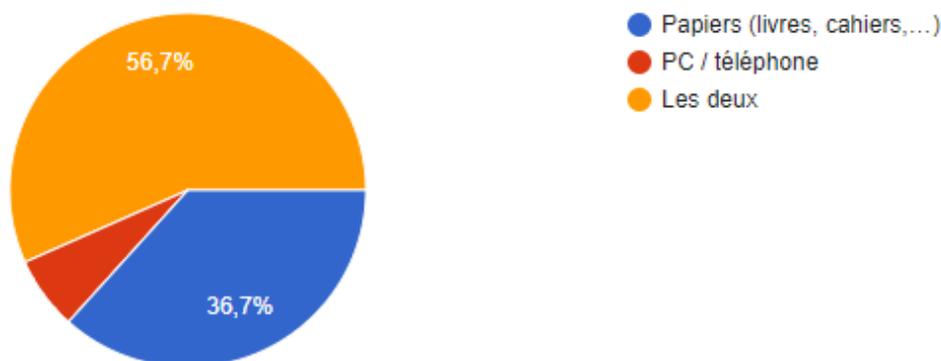


Figure 3.26 : les différents supports utilisés par les étudiantes
(Source : auteur, 2022)

Le graphe au-dessus indique les différents supports utilisés par les étudiantes, l'utile informatique est le plus utilisé par les usagers avec une valeur de 56,7 %, et de 36,7 % pour le papier.

Les majorités des occupantes est le portable, Pc et papiers. La présence de ces objets a un rôle dans la réflexion de la lumière comme les Pc, cette information aide le concepteur à déterminer la valeur de Lux nécessaire afin d'effectuer la tâche sans fatigue visuel, car chaque tâche a sa propre valeur nécessaire exemple 500 lux pour lire confortablement sans gêne.

Les résultats de la perception des usagers de la lumière dans cette salle de lecture sont illustrés dans le diagramme circulaire au-dessous :

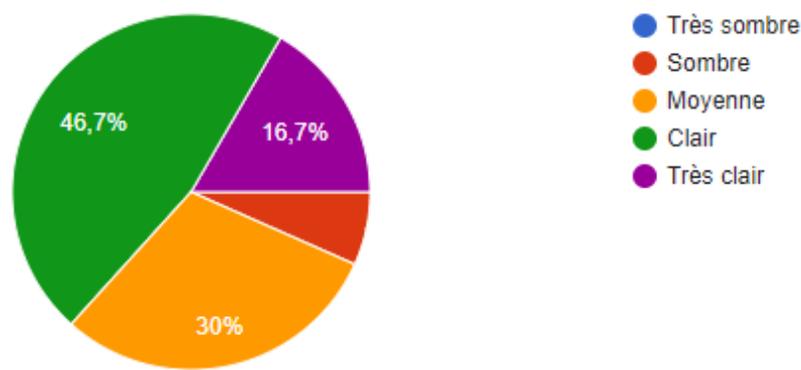


Figure 3.27 : Les résultats de la lumière dans la salle de lecture
(Source : auteur, 2022)

les résultats de cette question qui sont 46,7 % pour ceux qui trouvent que l'éclairage est clair ce qui est un point positif pour assurer que le confort visuel est assuré dans cette salle de lecture., 30 % pour ceux qui voient que la lumière de l'espace est moyenne, 16,7 % pour très clair ses valeurs confirment l'étude qui était faite avant lors de la prise de mesures car sont des valeurs qui varient de très clair au moyenne (avant 15 h) et ça grâce à les ouvertures latérales et surtout à les ouvertures zénithal.

Les résultats de la perception des usagers de la lumière dans le plan de travail illustrés dans le diagramme circulaire au-dessous :

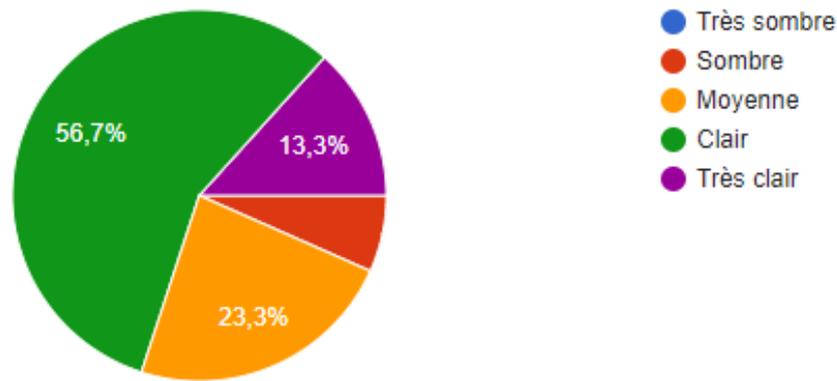


Figure 3.28 : Les résultats de la lumière au niveau de plan de travail
(Source : auteur, 2022)

Par rapport à les résultats pour la question la lumière au niveau de plan de travail elle ressemble à les valeurs de la question précédente car chaque personne juge selon son emplacement, les valeurs obtenu par rapport les postes de lecture 56,7 % pour l’option clair ce qui rassure que les occupant sont dans un état de satisfaction ainsi que c’est la grande majorité dominante, 23,3 % pour la variante clair ainsi que 17 % pour très clair. On estime que l’usager par rapport à ses réponses que il ne trouve pas de difficulté pour lire son document ou travaillé sur son pc, donc y’a un bon niveau d’éclairément au niveau de la table à la hauteur 0,8 m.

Les résultats d’éblouissement dans la salle de lecture sont dans la figure au-dessous :

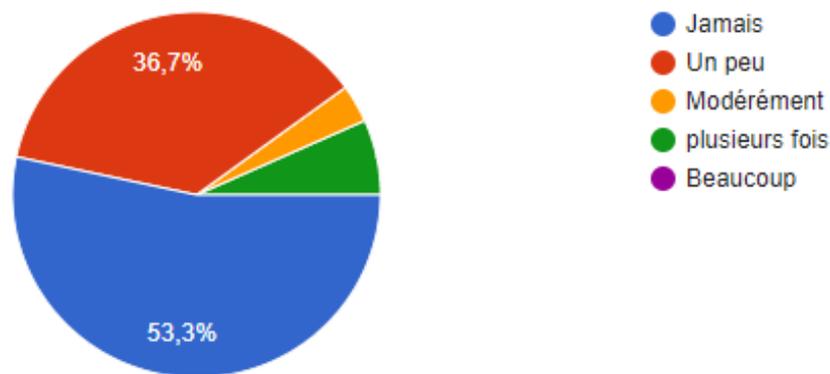


Figure 3.29 : Les résultats d’éblouissement dans la salle de lecture
(Source : auteur, 2022)

Cette question est poser d’une manière simple qui design « l’éblouissement » afin de faciliter la compréhension car le public ciblé dans notre cas sont les étudiantes de la première année licence, les réponses sont indiqué dans le histogramme au-dessus, les résultats sont les suivants 53,3 % qui n’ont jamais subi l’éblouissement à l’intérieur de la salle de lecture, 36,7 % pour ceux qui ont déjà un peu subi ce phénomène physique, d’après ses réponses on constate que le risque d’éblouissement est minimal à l’intérieur de notre cas d’étude donc un paramètre de confort visuel est atteint qui est l’absence d’éblouissement.

Les résultats d'éblouissement au niveau du plan de travail dans la figure au-dessous :

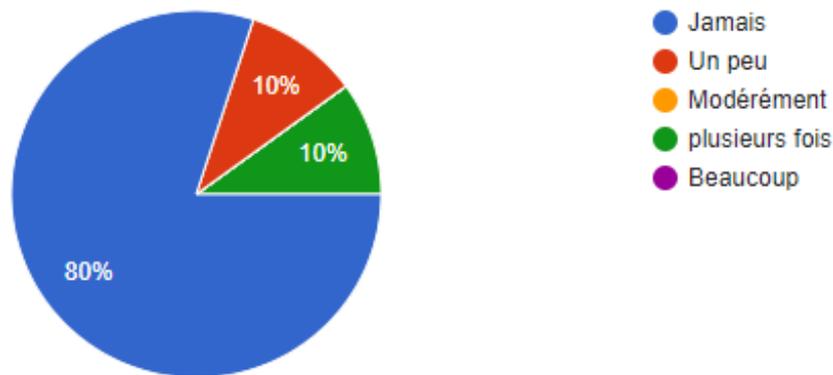


Figure 3.30 : Les résultats d'éblouissement au niveau du plan de travail
(Source : auteur, 2022)

Par rapport l'évaluation d'éblouissement au niveau de plan de travail la dixième question de questionnaire vient pour voir la perception des usagers car l'éblouissement est un paramètre fondamental de confort visuel et sa présence pose un grand problème au niveau de poste de travail car l'utilisateur peut occuper l'espace pour plusieurs heures, selon les résultats obtenus 80 % des usagers ont jamais subi l'éblouissement, 20 % seulement qui ont parfois été confrontés à ce problème, on peut déduire que ses résultats sont très satisfaisants pour l'espace de lecture car la présence de l'éblouissement ne permet pas d'affecter la lecture ou d'autre activité car elle génère un grand gêne et une sensation d'inconfort visuel.

Les réponses obtenues par rapport à la présence d'ombres gênantes sur la surface de travail (table) sont représentées dans la figure au-dessous :

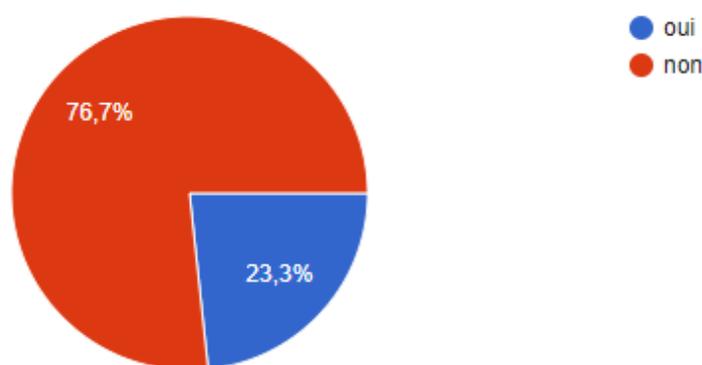


Figure 3.31 : Les résultats de la présence d'ombres gênantes sur la surface de travail
(Source : auteur, 2022)

Ce diagramme circulaire représente la présence d'ombres dans l'espace de travail, les résultats sont comme suit 76,7 % n'ont pas eu affaire à une situation d'ombre gênante, 23,3 %

seulement ont remarqué d'ombre gênant sur leurs plan de travail, d'après ces réponses on constate que un autre paramètres de confort visuel est assuré.

Dans le cas ou l'ombre est présent son origine est indiqué dans le graphe qui suit :

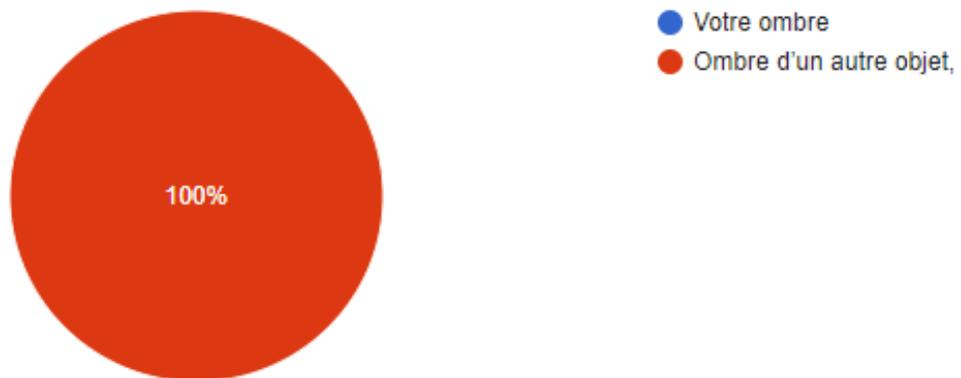


Figure 3.32 : Les résultats d'origine d'ombres gênantes
(Source : auteur, 2022)

pour l'origine d'ombre de 23,3 % de ceux qui ont remarqué la présence d'ombre ont mentionné que l'origine d'ombre est à cause d'un objet et non pas leur propre ombre, malheureusement ils n'ont pas mentionné exactement objet mais on peut déduire que c'est à cause d'élément de structure comme les poteaux.

Les résultats de la sensation de fatigue visuelle sont illustrés dans la figure au-dessous :

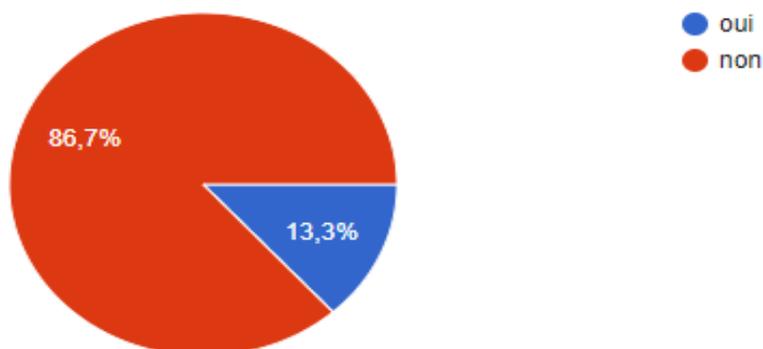


Figure 3.33 : Les résultats de fatigue visuelle
(Source : auteur, 2022)

D'après cette réponse, on constate que la grande majorité de 86,7 % sont satisfaites par rapport au confort visuel et ne souffre pas de fatigue visuelle dans leurs effectuation de leurs tâches ça est ça c'est les résultats de bon niveau d'éclairage et la répartition uniforme d'éclairage.

Les résultats de la sensation du confort visuel dans cette salle de lecture sont dans (la figure 3.34)

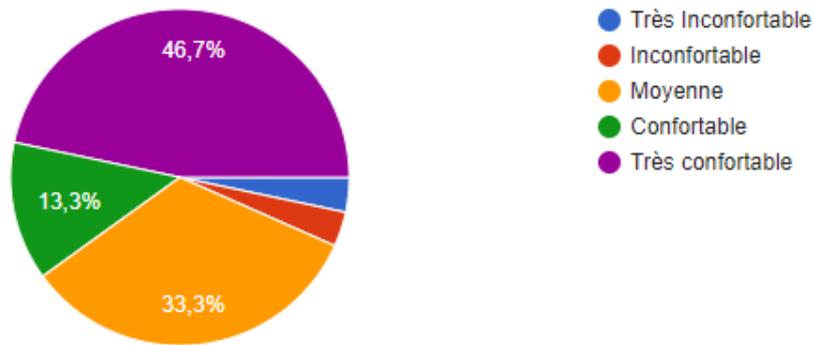


Figure 3.34 : Les résultats de confort visuel dans la salle de lecture
(Source : auteur, 2022)

Ce diagramme représente les différentes sensations des occupants de la salle de lecture 46,7 % ont dit que c'est très confortable, la valeur de ceux qui ont dit inconfortable est négligeable dans ce cas car elle n'est pas importante, selon ça on constate que l'état de confort visuel est très satisfaisante vu le nombre important de personnes qui on juge que dans cette salle de lecture est très confortable.

Conclusion

L'étude empirique du confort visuel dans les salles de lecture à Bejaia est une étape très importante afin de vérifier et d'évaluer le niveau de confort visuel et de voir les notions théoriques de confort visuel dans la réalité physique dans deux différentes méthodes soit quantitative qui est la prise de mesure in situ de l'éclairage dans des périodes différentes pour identifier le niveau d'éclairage dans la salle de lecture et sa répartition si elle est homogène et la deuxième méthode qualitative à l'aide de l'enquête auprès des usagers pour évaluer d'autres paramètres comme l'absence d'éblouissement et d'ombre gênants, selon les résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus dans le terrain le confort visuel dans la salle de lecture de la bibliothèque d'el kseur est satisfaisant et acceptable.

DEUXIÈME PARTIE : PRATIQUE

CHAPITRE IV : optimisation du confort visuel dans l'espace de lecture

CHAPITRE IV : optimisation du confort visuel dans l'espace de lecture

Introduction

L'évolution de l'utile informatique et le progrès important dans les différents logiciels dans tous les domaines et plus particulièrement en architecture soit dans la modélisation ou la simulation numérique qui sont considérés comme des outils et moyen d'aide à la décision, ces logiciels sont utilisés pour étudier les phénomènes physiques tels que la lumière naturelle et les paramètres qui influent sur l'éclairage naturel comme l'indice de vitrage, les facteurs de réflexion des parois interne de l'espace afin de tirer la meilleure configuration pour optimiser et assurer le confort visuel dans les bâtiments.

Pour réaliser cela, une série de modèles de simulation sur l'influence de la stratégie bioclimatique d'éclairage sur l'amélioration de confort visuel dans les espaces de lecture.

IV.1. La simulation numérique

IV.1.1. présentation de logiciel

DIAL+ est un logiciel développé grâce à Estia Sa avec partenariat de l'école polytechnique fédérale de Lausanne.



Figure 4.1 : l'icône de logiciel Dial⁺

(Source : auteur, 2022)

Ce logiciel comporte trois volets différent :

- DIAL+ Lighting ;
- DIAL+ Cooling ;
- DIAL+ Ventilation ;

IV.1.2. définition de logiciel Dial+ lighting

DIAL+Lighting est une continuation du logiciel Dial Europe 1, il est lancé en 2003, c'est un logiciel d'éclairage naturel destiné aux spécialistes et même les non-spécialistes grâce à la simplicité d'utilisation de ce programme, il a connu un vrai succès en France, car il répond à la méthode HQE le calcul de facture de lumière de jour (FLJ).

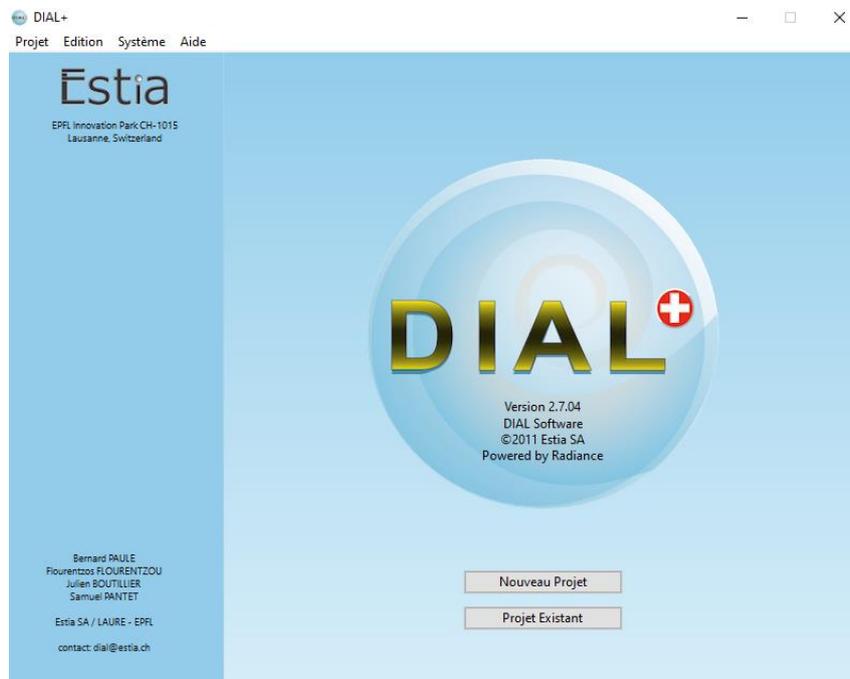


Figure 4.2 : l'interface de logiciel DIAL+ version 2.7.04

(Source : auteur, 2022)

IV.1.3. le calcul du Dial+

DIAL+Lighting peut effectuer des simulations avec Radiance et Phanie, les calculs du facteur de lumière du jour sont effectués avec un ciel couvert CIE et les valeurs d'autonomie d'éclairage naturel sont soit dérivées de la distribution cumulative de l'éclairement diffus extérieur de l'emplacement sélectionné, selon les facteurs d'orientation correspondants (météo). Lieu, sélectionné, selon les facteurs d'orientation correspondants (données Meteonorm), soit calculées à partir de la distribution cumulative des luminances du ciel (données Satellight).

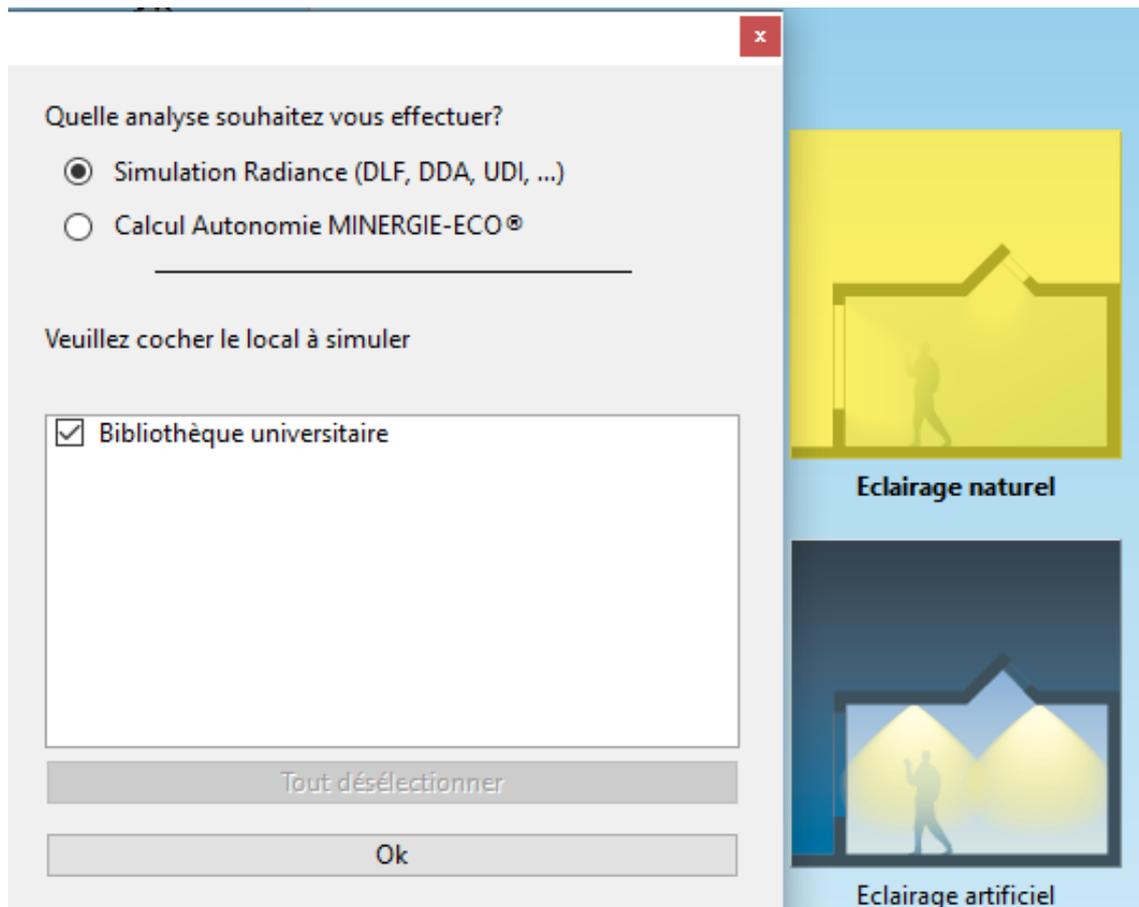


Figure 4.3 : le choix de calcul

(Source : auteur, 2022)

IV.1.4. le choix de logiciel Dial+

Il existe plusieurs logiciels de la simulation numérique dans l'axe de l'éclairage naturel comme DAYSIM, DIALUX, DIALUX Evo, DIVA-for-Rhino, FENER, GERONIMO...Etc.

Mais le choix est tombé sur DIAL+, car nous avons réussi tout d'abord à avoir une version éducation de la part de la société Estia Sa ainsi que ce logiciel est valide « CIE 171 : 2006 » tests pour évaluer la précision des programmes informatiques d'éclairage et la simplicité d'utilisation de logiciel.

Ce logiciel permet de calculer le facteur de lumière du jour, autonomie dynamique diffuse (% et heures), autonomie Minergie-Éco, diagramme solaire avec les obstructions extérieures.

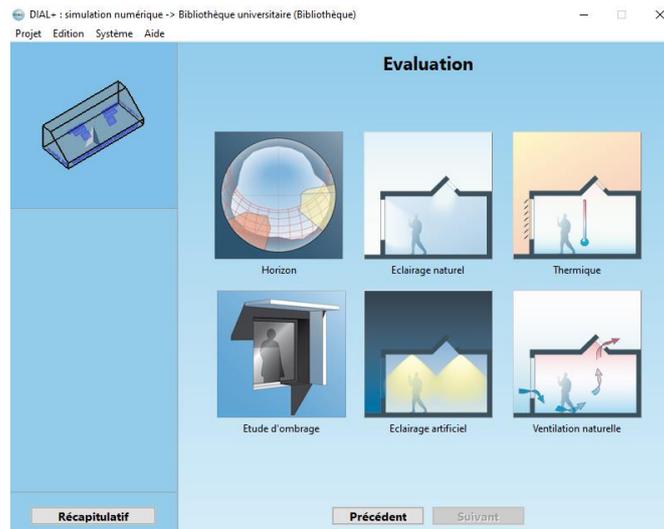


Figure 4.4 : les différentes évaluations à l'aide de logiciel Dial+
(Source : auteur, 2022)

IV.1.5. L'objectif de la simulation numérique

L'objectif est de déterminer l'influence de la stratégie bioclimatique d'éclairage naturel sur le confort visuel dans la salle de lecture de la bibliothèque universitaire El kseur et d'étudier plus précisément l'influence de la surface vitrée ainsi que l'influence des facteurs de réflexion sur le confort visuel et de tirer la meilleure configuration la plus optimisée.

IV.1.6. le déroulement de la simulation numérique

La simulation se déroule pendant une année de 01/01 jusqu'à 31/12, avec prise en considération le nombre d'heures d'occupation de 7 h à 18 h.

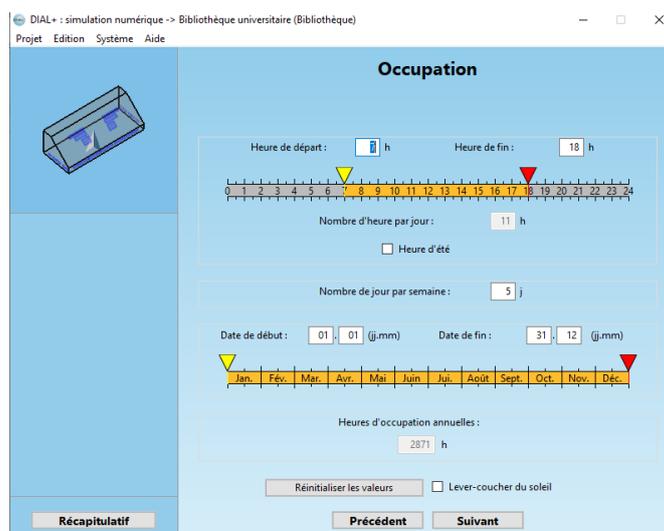


Figure 4.5 : les paramètres nécessaire pour lancer la simulation
(Source : auteur, 2022)

IV.1.7. les démarches de la simulation

1. L'insertion des données générales sur le projet et sa localisation ;
2. Choix de la catégorie de local ;
3. Choix de la géométrie de local ;
4. Indication des dimensions de local ;
5. L'orientation de local ;
6. Type de toiture ;
7. La hauteur de local ;
8. Indication des différents facteurs de réflexion extérieure ;
9. Insertion de différentes ouvertures selon leur façade en indiquant l'épaisseur de mur, la clarté de l'embrasure, type de vitrage, propriétés de cadre, type d'ouvrant, type de protection solaire ou sans protection solaire ;
10. Indication des facteurs de réflexions du plancher, les parois, le plafond ;
11. l'évaluation après avoir choisi la hauteur de plan de travail ;
12. Lancer la simulation ciel couvert CIE ;
13. Les résultats FLJ et l'autonomie dynamique diffuse.

IV.2. Les scénarios de la simulation numérique

IV.2.1. l'indice de vitrage

Pour étudier l'influence de pourcentage de la surface vitrée sur le confort visuel, le choix de trois scénarios était élaboré mentionné dans le tableau au-dessous.

Le tableau résume les trois scénarios qui sont lié au pourcentage de vitrage de 30 %, 60 %, 90 %.

scénario	L'indice de vitrage
Le premier	30%
Le deuxième	60%
Le troisième	90%

Tableau 4.1 : les scénarios de l'indice de vitrage

(Source : auteur, 2022)

IV.2.1.1. Scénario 1

Ce scénario représente 30 % de la surface vitrée de la façade sud-est de la salle de lecture.

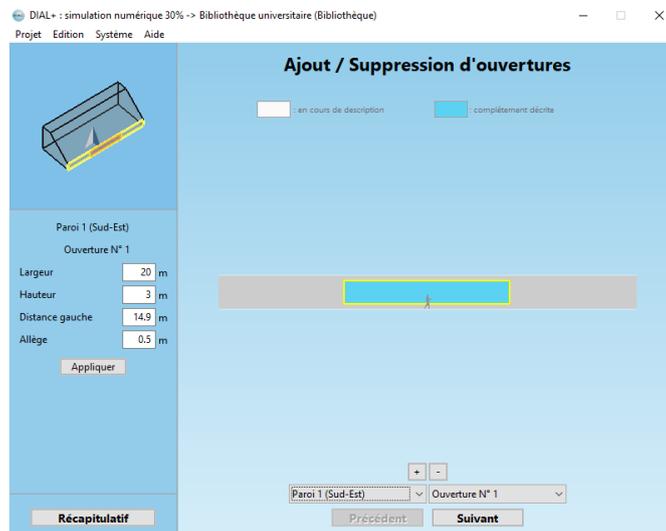


Figure 4.6 : la configuration de premier scénario
(Source : auteur, 2022)

IV.2.1.2. Scénario 2

Ce scénario représente 60 % de la surface vitrée de la façade sud-est de la salle de lecture.

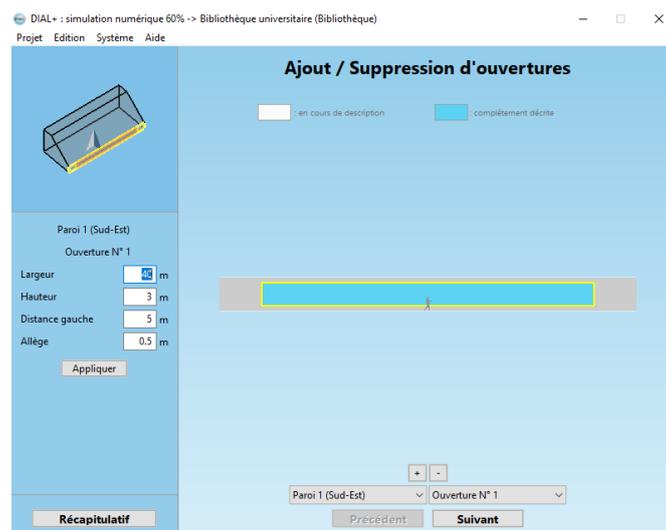


Figure 4.7 : la configuration de deuxième scénario
(Source : auteur, 2022)

IV.2.1.3. Scénario 3

Ce scénario représente 90 % de la surface vitrée de la façade sud-est de la salle de lecture.

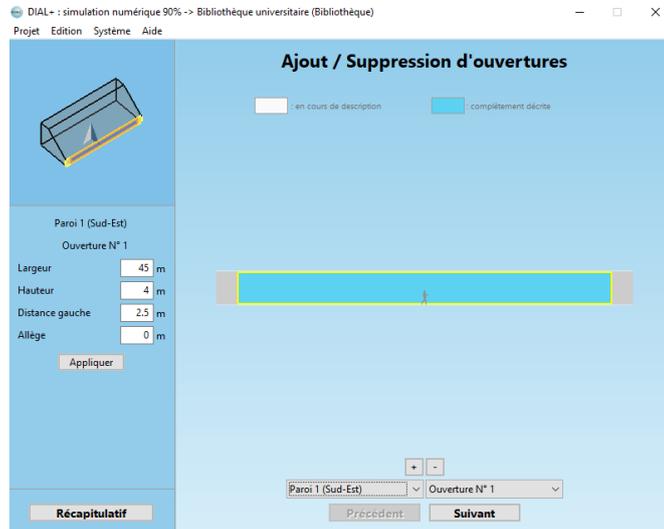


Figure 4.8 : la configuration de troisième scénario
(Source : auteur, 2022)

IV.2.2. les facteurs de réflexions

Pour étudier l'influence des facteurs de réflexion des parois interne sur le confort visuel, le choix de trois scénarios était élaboré :

Le tableau résume les trois scénarios qui sont lié aux facteurs de réflexions 0,2 ; 0,5 ; 0,8.

scénario	Le facteur de réflexion
Le quatrième	0,2
Le cinquième	0,5
Le sixième	0,8

Tableau 4.2 : les scénarios des facteurs de réflexions
(Source : auteur, 2022)

IV.2.2.1. Scénario 4

Dans ce scénario, le facteur de réflexion est 0,2 pour les parois internes de la salle de lecture.

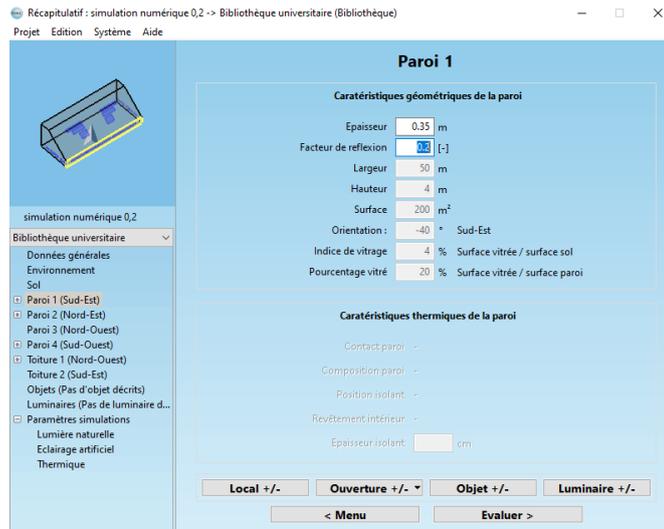


Figure 4.9 : la configuration de quatrième scénario
(Source : auteur, 2022)

IV.2.2.2. Scénario 5

Dans ce scénario, le facteur de réflexion est 0,5 pour les parois internes de la salle de lecture.

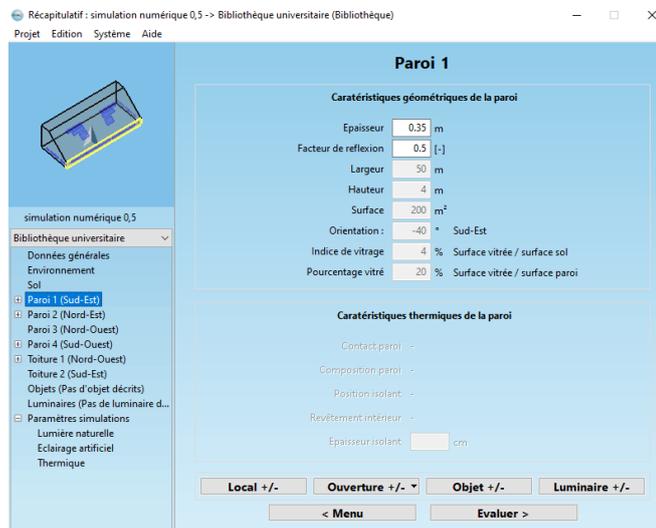


Figure 4.10 : la configuration de cinquième scénario
(Source : auteur, 2022)

IV.2.2.3. Scénario 6

Dans ce scénario, le facteur de réflexion est 0,8 pour les parois internes de la salle de lecture

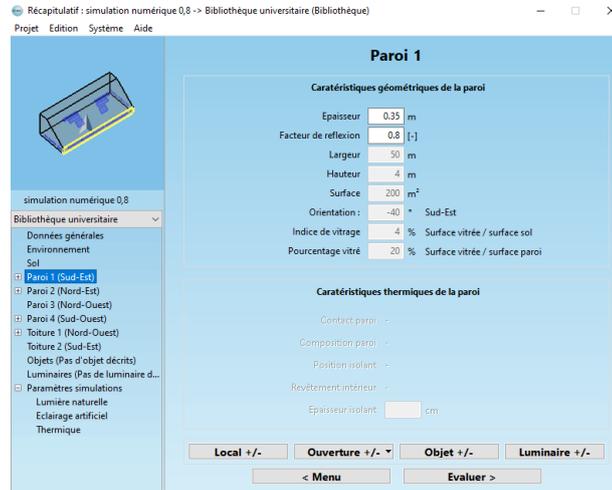


Figure 4.11 : la configuration de sixième scénario
(Source : auteur, 2022)

IV. 3. Les résultats et discussion

IV.3.1. Scénario 1

Pour un ratio de 30 % de la surface vitrée dans l'orientation sud-est dans un local 50*20, pour ces conditions, les résultats de facteur de lumière du jour sont insuffisantes, car 69 % de la surface de local le FLJ est moins de 0,7 avec un risque d'éblouissement dans la zone à proximité de la fenêtre comme indique la figure au-dessous.

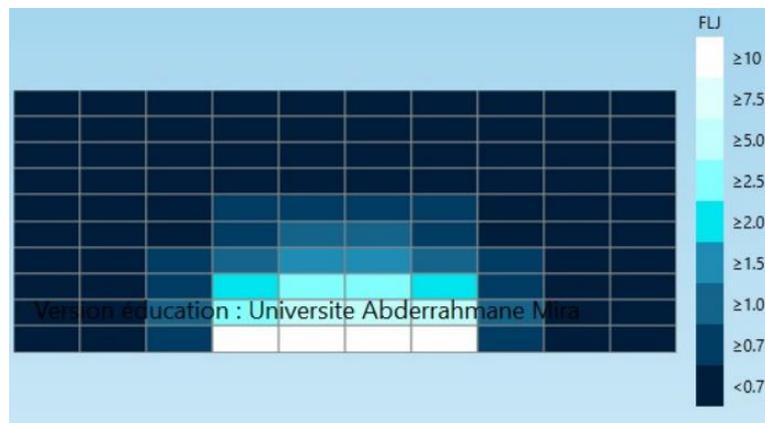


Figure 4.12 : les résultats FLJ de premier scénario
(Source : auteur, 2022)

IV.3.2. Scénario 2

Pour un ratio de 60 % de la surface vitrée dans l'orientation sud-est dans un local 50×20 pour ces conditions, les résultats de facteur de lumière du jour sont moyennes de 2,6 dans le milieu de local avec des coins latéraux plus sombre d'un FLJ qui est moins de 0,7 avec un risque d'éblouissement dans la zone à proximité de la fenêtre.

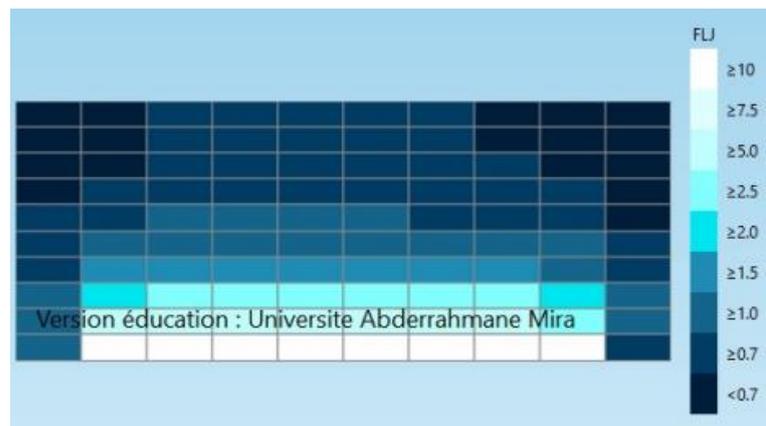


Figure 4.13 : les résultats FLJ de deuxième scénario

(Source : auteur, 2022)

IV.3.3. Scénario 3

Pour un ratio de 90 % de la surface vitrée dans l'orientation sud-est dans un local 50×20 pour ces conditions, les résultats de facteur de lumière du jour sont très satisfaisants avec des valeurs de FLJ moyen de 3,4 avec un risque d'éblouissement dans la zone à proximité de la fenêtre.

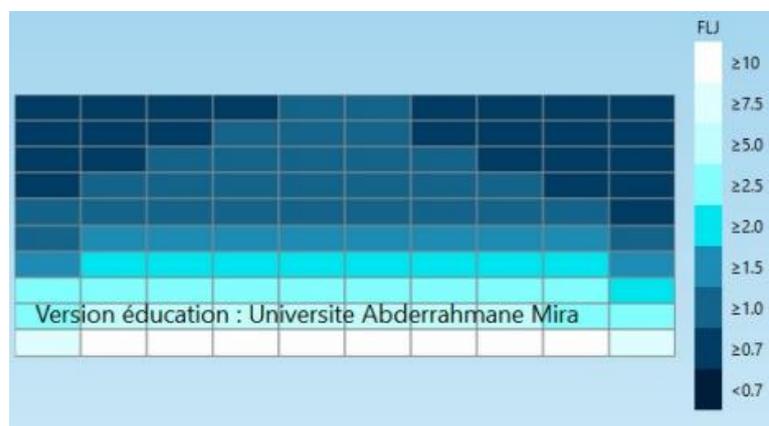


Figure 4.14 : les résultats FLJ de troisième scénario

(Source : auteur, 2022)

IV.3.4. Scénario 4

Pour un facteur de réflexion égale à 0,2 pour les toutes les parois interne dans le local 50×20 avec ses différentes ouvertures latérales et zénithale les résultats obtenu de FLJ moyen de 4,5 avec quelques points sombres, ainsi que 99 % de la surface sont FLJ atteint plus de 1,5 qui est une valeur moyenne acceptable en termes du confort visuel.

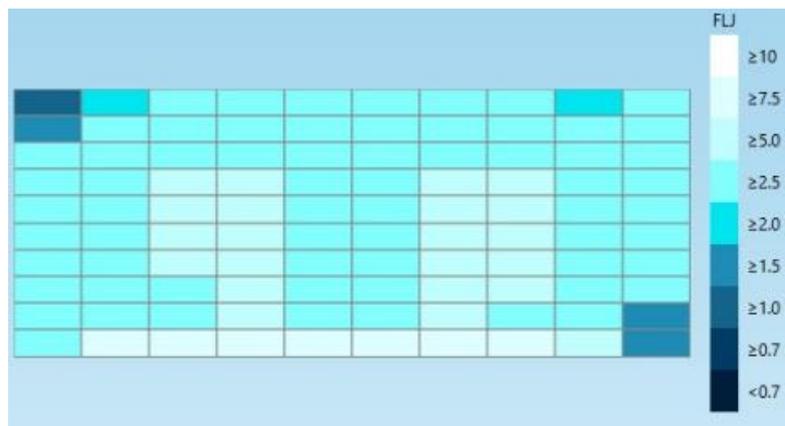


Figure 4.15 : les résultats FLJ de quatrième scénario

(Source : auteur, 2022)

IV.3.5. Scénario 5

Pour un facteur de réflexion égale à 0,5 pour les toutes les parois interne dans le local 50×20 avec ses différentes ouvertures les résultats de FLJ moyen de 6 ainsi que 66 % de la surface totale de local son FLJ est supérieur à 5. Le risque d'éblouissement dans 5 % de la surface de local.

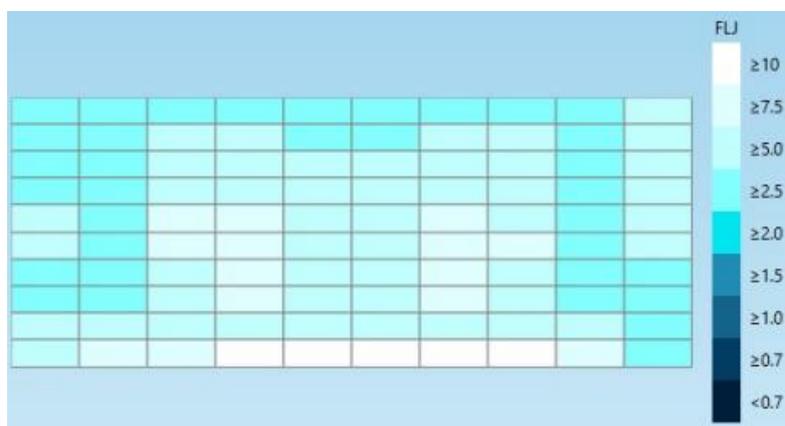


Figure 4.16 : les résultats FLJ de cinquième scénario

(Source : auteur, 2022)

IV.3.6. Scénario 6

Pour un facteur de réflexion égale à 0,8 pour les toutes les parois interne dans le local 50×20 avec ses différentes ouvertures les résultats de FLJ moyen de 11 ainsi que 98 % de la surface totale de local son FLJ est supérieur à 7,5. Le risque d'éblouissement est majeur dans ce cas.

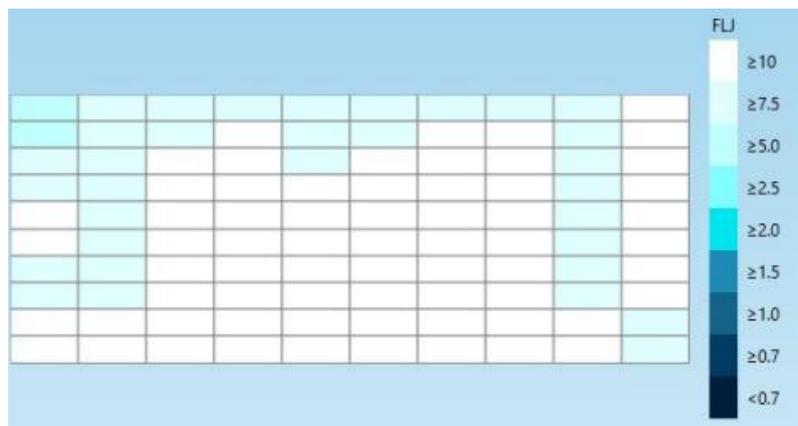


Figure 4.17 : les résultats FLJ de sixième scénario

(Source : auteur, 2022)

IV. 4. Le modèle optimisé

Après les différentes simulations et leurs configurations le ratio de la surface vitrée et facteurs de réflexions, nous avons opté pour un modèle optimisé qui jumelé les deux modèles, la plus performante pour la surface vitrée est de 90 % de la façade sud avec un modèle d'une valeur de 0,5 pour le facteur de réflexion pour les parois interne de la salle de lecture avec la présence d'éclairage zénithal les résultats de ce modèle sont indiquées au-dessous, les valeurs de FLJ sont très satisfaisantes dont les valeurs de FLJ sont supérieur à 2,5 dans la totalité de la surface de la salle de lecture avec un risque d'éblouissement dans la partie sud qui est située approximativement de mur rideaux dont les valeurs de FLJ sont supérieur à 10 dans 18% de la surface de la salle de lecture qui nécessite une protection solaire dans lequel le type de protection solaire nécessaire dans le côté sud est horizontal sachant que ces simulations sont effectuées dans des conditions sans protection solaire.

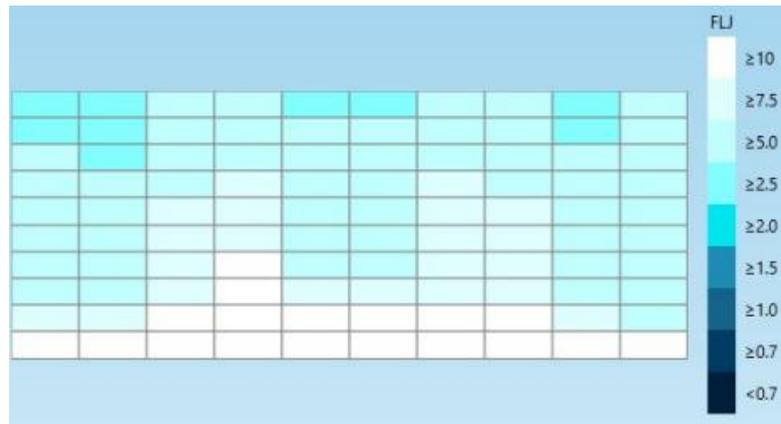


Figure 4.18 : les résultats FLJ de modèle optimisé

(Source : auteur, 2022)

Conclusion

Le logiciel DIAL+ est un outil très important qui aide à évaluer les espaces déjà existé pour vérifier leur état de confort visuel et de trouvé la meilleure configuration afin d'assurer le confort visuel grâce à des différents scénarios paramétrique, à base de cette étude nous pouvons voir l'influence de la surface vitrée sur le confort visuel l'augmentation de cette dernière participe à l'augmentation des valeurs de FLJ, ainsi que l'influence de facteur de réflexion sur le confort visuel. La lumière naturelle est un phénomène très sensible qui change rapidement avec le changement des différents paramètres qui sont liés à ce phénomène. la meilleur configuration obtenu d'après les différents scénario c'est le modèle 90 % de la surface vitré et 0,5 pour le facteur de réflexion et que les ouvertures zénithales donne des meilleure résultats par rapport les ouvertures latéraux.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette recherche évoquée au confort visuel dans l'espace de lecture grâce à la stratégie bioclimatique d'éclairage naturel, d'abord l'architecture bioclimatique c'est l'art de construire en respectant les données naturelles existant dans le site comme les conditions climatiques (température, humidité, vent, précipitation...) pour la stratégie bioclimatique d'éclairage naturel qui nous sommes intéressés dans notre recherche qui est diviser en plusieurs stratégies qui sont : capté, transmettre, distribuer, protéger et de contrôler la lumière afin d'assurer le confort visuel en profitant de la lumière naturelle qui est un élément fondamental dans la conception architecturale en respectant les différents paramètres de confort qui sont le bon niveau d'éclairage pour effectuer la tâche visuelle sans difficulté pour l'espace de lecture le niveau d'éclairage recommandé est 500 Lux, avec une répartition homogène de cette lumière dans l'espace de lecture et d'éviter toute source d'inconfort comme la présence d'ombre et l'éblouissement. sans négligé que le confort visuel est une notion très complexe et subjective qui diffère d'un individu à un autre, de plus à ses paramètres physiques, le confort visuel a aussi de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu comme l'âge, l'acuité visuelle.

Après l'approche théorique et l'acquisition des différentes notions et concepts théoriques, l'étude empirique du confort visuel dans les salles de lecture à Bejaia est une étape nécessaire et très importante afin de vérifier et d'évaluer le niveau de confort visuel dans la réalité physique dans le cas d'étude qui est la salle de lecture de la bibliothèque d'el kseur dans deux différentes méthodes quantitative qui est la prise de mesure in situ de l'éclairage et qualitative à l'aide de questionnaire auprès des usagers.

Pour pouvoir faire des différentes scénarios pour voir la configuration idéale pour assurer confort visuel dans l'espace de lecture la simulation numérique donne cette opportunité pour cela nous avons choisi le logiciel DIAL+ avec différents scénarios paramétrique, pour étudier l'influence de la surface vitrée et l'influence de facteur de réflexion sur le confort visuel.

Les résultats de la recherche pour le volet quantitative les valeurs d'éclairage dans les deux périodes 9 h et 12 h sont très satisfaisantes avec des valeurs d'éclairage moyenne dans

la période 15 h, pour les résultats d'enquête est très acceptable vu que la faible présence d'éblouissement, d'ombre et la sensation de confort pour les usagers. Pour les résultats de la simulation numérique la meilleure configuration le modèle 90 % de la surface vitré et 0,5 pour le facteur de réflexion et que les ouvertures zénithales donne des meilleurs résultats par rapport les ouvertures latéraux.

Recommandations

Il est recommandable de prendre en considération les points suivants pour améliorer le confort visuel dans les espaces de lecture :

- une bonne orientation de l'espace pour bénéficier au maximum de la lumière naturelle.
- prévoir des protections solaires pour diminuer le risque d'éblouissement.
- opté pour des ouvertures zénithales qui donne un éclairage uniforme.
- opté pour des couleurs claires à l'intérieure de l'espace de lecture pour une diffusion maximale de la lumière.

Les limites de la recherche

Le manque de moyen matériel comme luxmètre et l'utilisation à sa place une application téléchargeable de Play store, la difficulté d'accès au cas d'étude pour cela les prises de mesures ont été pris lors des vacances d'hiver ceux qui nous a pas permis de faire une deuxième prise de mesure dans une autre période pour voir l'influence de la position de soleil sur le niveau d'éclairage ainsi que la difficulté de faire une comparaison dans l'étude qualitative entre la lumière naturelle et artificiel car les responsables de la bibliothèque ont refusé d'étendre la lumière artificiel. Le logiciel de la simulation nous permet pas d'entrer la 3D de la bibliothèque pour cela nous avons constitué un modèle approximatif.

Perspectives de recherche

En guise de recherches futures à développer, les résultats obtenus pour développer et d'ouvrir la voie à d'autres aspects notamment :

- l'influence de confort visuel sur l'aspect psychologique ;
- étude l'influence des protections solaire sur confort visuel ;
- étude l'impact des couleurs sur le confort visuel ;

Bibliographie

Bibliographie

Abergel, T., Dean, B. ET Dulac, J. (2018) Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector.

Baker N. V., Fanchiotti A., Steemers K., (1993), Daylighting in Architecture : A European Reference book James & James, London, 380 pp.

Born, M., & Wolf, E. (2013). Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light. Born, Max and Wolf, Emil: Elsevier

Cantié, P., Lebertois, F., Lupone, L., Röthlin, C., (2007) « La lumière dans les bibliothèques », Bulletin des bibliothèques de France (BBF), n° 1, p. 42-50. En ligne : <https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2007-01-0042-007> ISSN 1292-8399.

Chaabouni, s. (2011) voir, savoir, concevoir une méthode d'assistance à la conception d'ambiances lumineuses par l'utilisation d'images references (thèse de doctorat). L'institut national polytechnique de lorraine, France.

Chesné, L. (2012) Vers une nouvelle méthodologie de conception des bâtiments, basée sur leurs performances bioclimatiques (thèse de doctorat). L'institut national des sciences appliquées de Lyon, France.

Chemsa, Z.M. (2017) caractérisation et optimisation de la lumière naturelle en milieu urbain (thèse de doctorat) Sétif : institut d'architecture et des sciences de la terre département d'architecture.

Ciriani H., (1991), "Lumière de l'espace", Architecture d'Aujourd'hui, N°. 274, Avril, pp. 75-152

Daylight in Buildings (2000) : A Source Book on Daylighting Systems and Components, a report of the International Energy Agency SHC Task 21/ECBCS.

Daich, S. (2018) Modélisation du système anidolique pour un environnement lumineux Intérieur intégré (thèse de doctorat). Biskra : Université Mohamed Khider.

Dugué, A., (2014) Caractérisation et valorisation de protections solaires pour la conception de bâtiments : analyse expérimentale et propositions de modélisations (thèse de doctorat). L'université bordeaux 1, France.

Fernandez, P., Lavigne, P. (2009). Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements et méthodes. France : Le Moniteur.

Gallas, M.-A., (2018) De l'intention à la solution architecturale : proposition d'une méthode d'assistance à la prise en compte de la lumière naturelle durant les phases amont de conception (thèse de doctorat). Université de lorraine, France.

Guertin P., Poirier-Rouillard V., (2017) « Les bibliothèques et le développement durable : Un lien de plus en plus fort », documentation, vol. 63, no 3, p. 5-17, doi: 10.7202/1041018ar.

Laedlein, H. (1979). Réglementation technique de la maison individuelle : guide pratique du constructeur. Paris : Eyrolles.

Le Corbusier. (1960). Précisions sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme. Paris: Vincent freal et cie.

Liébard A., De Herde A., (2005) traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Observ'ER, Le Moniteur, Paris, 736 pp.

Louis J. Kahn. (2003) Silence et lumière, Le Linteau.

Mudri, L. (2002) De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable : ambiances lumineuses. Paris. École d'architecture de Paris- Belleville.

Reiter.S et De Herde. A, (2004) L'éclairage naturel des bâtiments. Presses universitaires de Louvain.

Riboulet, P. (2003) « Écrits et propos », Éditions du Linteau.

Roditi, D., (2011) Ventilation et lumière naturelles, Eyrolles.

Saadi, M. Y. (2017) Paramètres physiques Des ambiances lumineuses : un modèle numérique pour l'évaluation des ambiances lumineuses (thèse de doctorat). Biskra : Université Mohamed Khider.

Tayeb, K. (2019) utilisation des systèmes experts dans l'évaluation des ambiances lumineuses intérieures. Cas des algorithmes génétiques et/ou logique floue (thèse de doctorat). Biskra : Université Mohamed Khider.

UK Gouvernement. (2021). COP26 The Glasgow climate pact. <https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/11/COP26-Presidency-Outcomes-The-Climate-Pact.pdf>

Sutter, Y. (2014) L'éclairage Naturel. [En ligne], Les guides Bio-Tech, Île-de-France,. Disponible:https://www.arecidf.fr/fileadmin/DataStorageKit/AREC/Etudes/pdf/guide_bio_tech_eclairage_naturel.pdf

Site web :

[http:// www.archdaily.com /\)](http://www.archdaily.com/)

www.afe-eclairage.com.fr

<http://books.google.com>

[https://danbog.scenari-community.org/\)](https://danbog.scenari-community.org/)

<http://www.energieplus-esite.be>

<https://leclairage.fr/th-photometrie>

<https://www.lightzoomlumiere.fr/>

[http://www.pierrriboulet.org/\)](http://www.pierrriboulet.org/)

<https://sites.uclouvain.be>

Annexes

Annexes

Annexe A : l'application de mesure

L'application est disponible sur Play store

Luxmètre
Crunchy ByteBox
Contient des annonces

4,2★
4 k avis

1,6 Mo

3+
3 ans et plus

Plus de
Télécharge

Installer

À propos de l'appli →

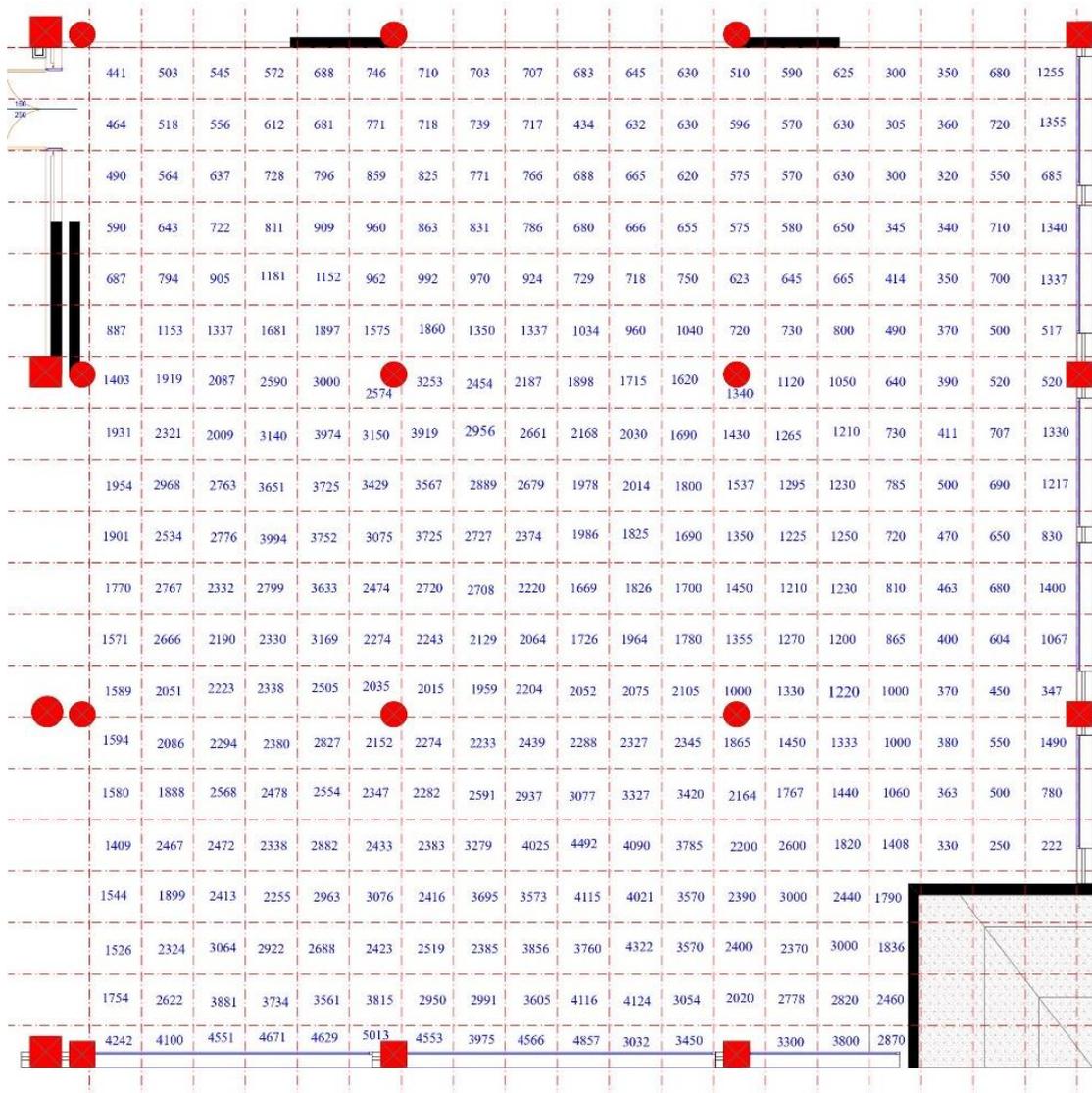
Mesurez l'éclairement lumineux en lux (lx) ou en foot-candle (fc).

Fiche technique :

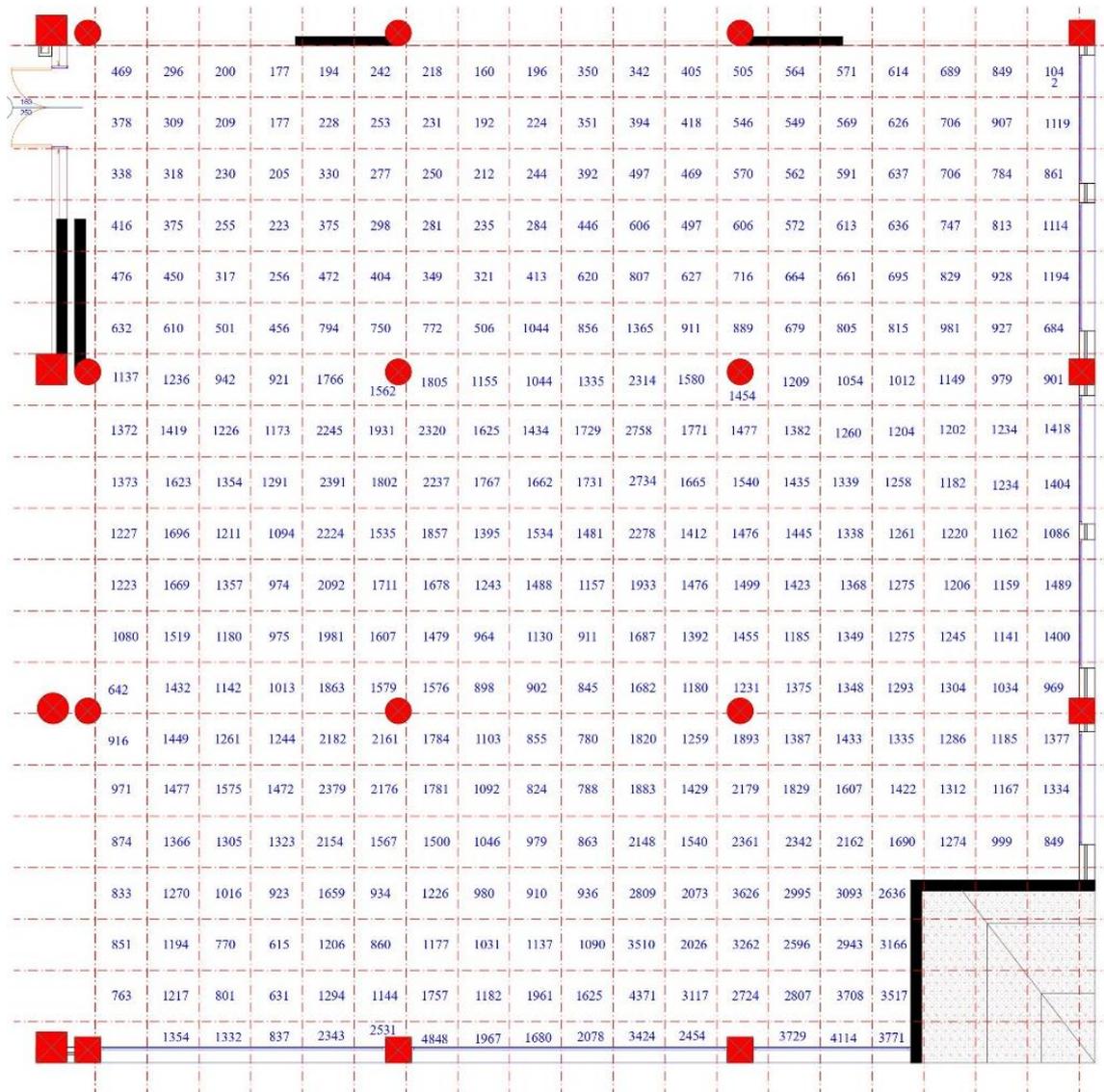
- L'application ne fonctionne que si le smartphone possède un capteur de lumière.
- Unité : lux ou foot-candle
- Valeur maximale et minimale
- Diagramme avec valeur moyenne
- Enregistre l'éclairement lumineux jusqu'à 16 h 39 min. Sélectionnez la durée et le nombre des valeurs. Sauvegardez ou exportez les valeurs lumineuses.

Annexe B : les résultats d'éclairage

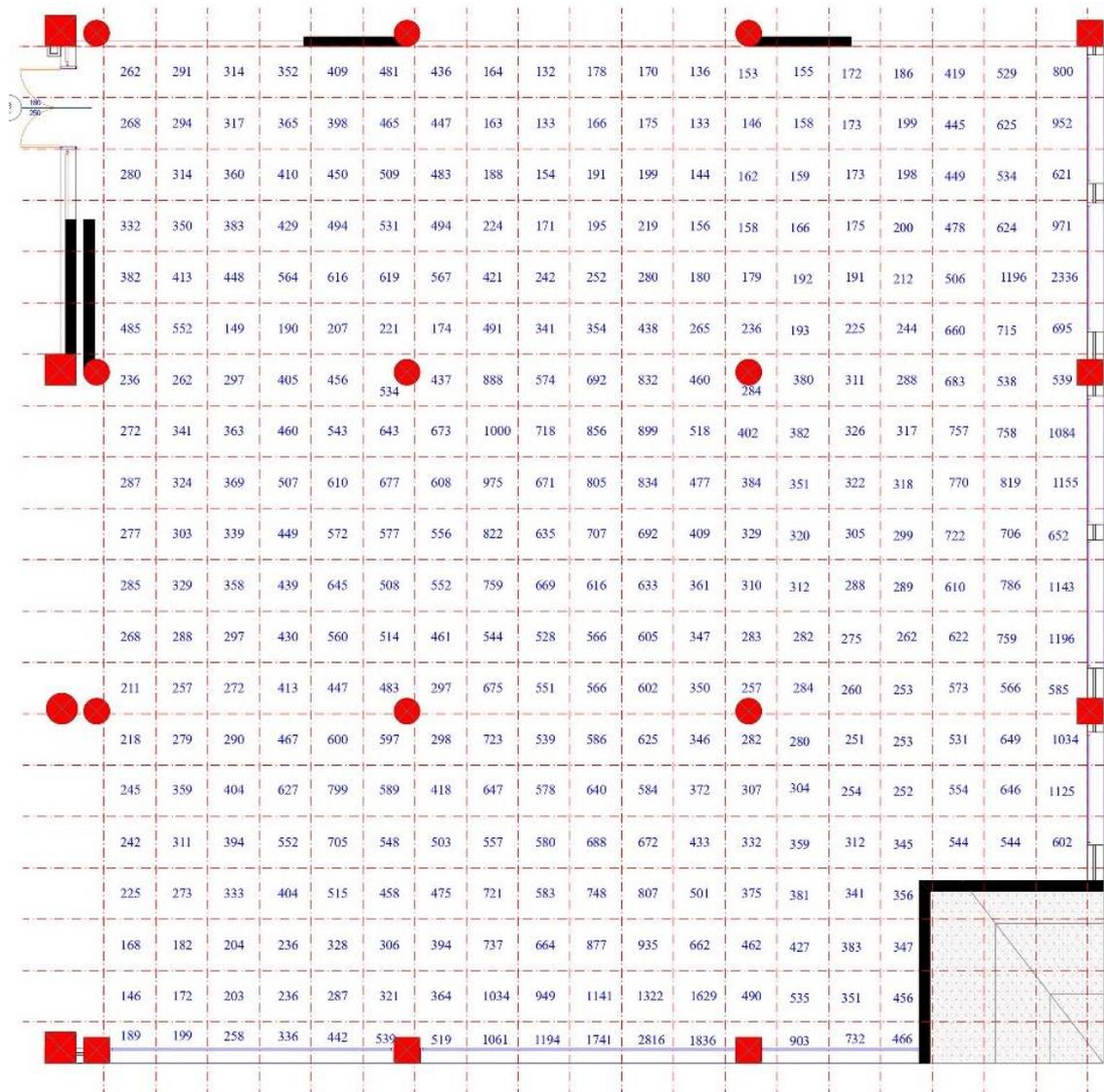
Les résultats d'éclairage à 9 H :



Les résultats d'éclairage à 12 H :



Les résultats d'éclairage à 15 H :



Annexe C : Questionnaire

Université Abderrahmane Mira, Bejaia

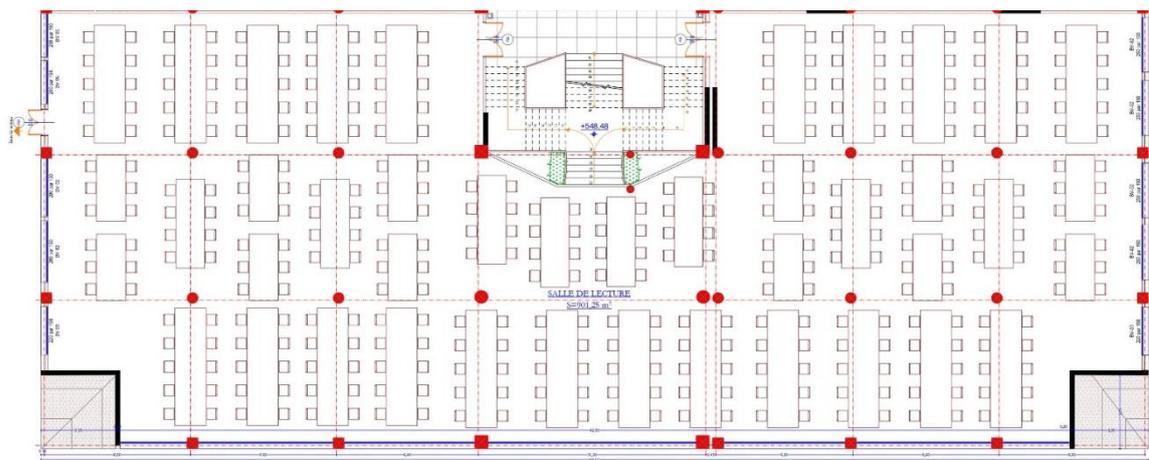
Bibliothèque 750 place, campus El Kseur

Date : / /

Cette enquête sera réalisée dans le cadre d'un mémoire de recherche master 2 architecture, dont le thème est « La stratégie bioclimatique de l'éclairage naturel comme moyen afin d'assurer le confort visuel dans les espaces de lecture »

Nous vous prions de nous aider en répondant au questionnaire, vos réponses permettront de contribuer à l'évaluation de l'espace de lecture et à l'amélioration des conceptions architecturales futures de ce type d'espace, nous comptons sur votre collaboration et nous vous remercions d'avance.

1. Marquez votre emplacement préféré sur la carte avec un cercle :



Vue en plan niveau +546.95

2. Quelles sont les motifs qui vous ont conduit à choisir cet emplacement ?

.....

3. Vous fréquentez la salle de lecture :

Rarement

Des fois

Moyen

Souvent

Très souvent

4. Vous passez combien d'heures à la salle de lecture ?

Moins d'une heure

2h

3h

4h

Plus 5h

5. Quels sont les périodes de votre fréquentation de la salle de lecture ?

- 8h-10h
- 10h-12h
- 12h-14h
- 14h-16h

6. Vous utilisez :

- Papiers (livres, cahiers,...)
- Ordinateur portable
- Les deux

7. comment vous trouvez la lumière dans cette salle de lecture ?

- Très sombre
- Sombre
- Moyenne
- Clair
- Très clair

8. comment vous trouvez la lumière dans votre plan de travail (table) ?

- Très sombre
- Sombre
- Moyenne
- Clair
- Très clair

9. Vous subissez un rayonnement direct sur les yeux à l'intérieur de la salle de lecture ?

- Jamais
- Un peu
- Modérément
- Des fois
- Beaucoup

10. Etes-vous déranger des rayonnements solaires directs sur votre plan de travail (table) ?

- Jamais
- Un peu
- Modérément
- Des fois
- Beaucoup

11. Quand les rayons du soleil sont forts sur votre table, quelle option choisissez-vous ?

- Se diriger vers une autre table dans une partie ombragée
- se focaliser sur son activité.
- Quitter la salle
- Autres
(précisiez)
-
-

12. Observez-vous la présence d'ombres gênantes sur votre surface de travail (table) ?

Oui

Non

13. Si oui, quel est l'origine de l'ombre

Votre ombre

Ombre d'un autre objet,
lequel.....
.....

14. Ressentez-vous une fatigue visuelle ?

oui

non

15. comment vous jugez votre sensation (le confort visuel) dans cette salle de lecture ?



Très Inconfortable



Inconfortable



Moyenne



Confortable



Très confortable

Merci pour vos réponses