

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Abderrahmane Mira – Bejaia



Faculté de Technologie  
Département d'Architecture

**Thème :**  
**L'impact de l'ouverture sur le confort visuel dans les espaces  
de lecture.**  
**Projet : Médiathèque**

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

Préparé par :

**KHEFFACHE Thanina**

<b>Pr. Mme MECHRI LYNDA</b>	<b>Grade</b>	<b>Département architecture de Bejaia</b>	<b>Président de jury</b>
<b>Dr. Mme ATTAR Selma</b>		<b>Département architecture de Bejaia</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Mr. RABHI Khirddine</b>		<b>Département architecture de Bejaia</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr. AMIR Amar</b>		<b>Département architecture de Bejaia</b>	<b>Examineur</b>

Année Universitaire 2020 - 2021



## Résumé

le sujet de recherche traité dans ce mémoire traite l'impact de l'ouverture sur le confort visuel dans les espaces de lecture, il ne s'agit pas seulement de mettre en exergue une analyse conceptuelle mais aussi d'effectuer une analyse sur le terrain, les deux conduits de recherche s'intéressent à l'évaluation de l'éclairage naturel dans les espaces de lecture d'une manière quantitative et qualitative, et d'identifier la présence des problèmes en relation avec la lumière naturelle à travers l'ouverture dans ces espaces. Ainsi nous pouvons à partir de l'étude des stratégies de l'éclairage naturel assurer le confort visuel des usagers de cet espace. Afin de mieux comprendre notre objet d'étude nous avons choisi comme cas d'étude une salle de lecture de la bibliothèque 250 places pédagogiques de la faculté de médecine à l'université de Bejaïa pour effectuer notre étude empirique à l'aide d'une série d'outils complémentaires tels que ; la compagnie de mesure sur terrain, la simulation numérique par le logiciel Dialux Evo et la technique de questionnaire afin d'évaluer l'éclairage naturel dans des conditions défavorables. Les résultats obtenus nous ont permis de conclure que la salle de lecture étudiée est bien éclairée naturellement alors qu'elle présente des problèmes d'inconfort (éblouissement, fatigue visuelle, ...) ceci est dû à l'usage excessif des grandes surfaces vitrées sur des façades mal orientées sans aucune protection solaire. Nous avons constaté que le confort visuel dans l'espace de lecture est en relation direct avec l'ouverture (son orientation, sa position, sa forme, ses matériaux...), avec d'autres paramètres liés à la tâche visuelle, caractéristiques propres à l'environnement et des paramètres physiologiques et psychologiques de l'individu.

**Mots-clés :** lumière naturelle, confort visuel, espace de lecture, ouverture, éclairage intérieur.

## Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Tableau récapitulatif de l'analyse des exemples .....</i>	<i>93</i>
<i>Tableau 2 :les concepts à prendre et à ne pas prendre lors de la conception. ....</i>	<i>96</i>
<i>Tableau 3 : programme surfacique du projet.....</i>	<i>97</i>

# Liste des figures

Figure 1 : schéma de structure du mémoire.....	4
Figure 2 : Répartition du spectre solaire .....	6
Figure 3 : Sources externe de la lumière naturelle d'un bâtiment.....	7
Figure 4 : Les différents types de ciels .....	8
Figure 5 : Les grandeurs photométriques.....	8
Figure 6 : Synthèse globale de ces grandeurs.....	9
Figure 7 : Modes de réflexion de la lumière .....	10
Figure 8 : Modes de transmission de la lumière.....	10
Figure 9 : Les composantes du facteur de lumière du jour.....	11
Figure 10 : Eclairage dans un local éclairer du toit .....	12
Figure 11 : Principe de shed.....	13
Figure 12 : Exemple d'éclairage zénithal de type tabatière .....	14
Figure 13 : Exemple de l'éclairage zénithal de type lanterneau.....	14
Figure 14 : Deux types de l'éclairage zénithal. ....	15
Figure 15 : Les puits de lumière .....	16
Figure 16 : l'éclairage naturel.....	16
Figure 17 : système d'éclairage unilatéral. ....	17
Figure 18 : système d'éclairage unilatéral. ....	17
Figure 19 : éclairage intérieur en fonction de la répartition des ouvertures.....	18
Figure 20 : le second jour .....	19
Figure 21 : influence de la forme de l'ouverture sur l'éclairage intérieur. ....	23
Figure 22 : influence de la position de l'ouverture. ....	23
Figure 23 : la profondeur de la zone éclairée naturellement .....	24
Figure 24 : protéger le bâtiment des rayonnements solaire. ....	25
Figure 25 : les objectifs d'une protection solaire.....	26
Figure 26 : protection solaires liés à l'environnement.....	27
Figure 27 : système de protection solaire fixe vertical. ....	27
Figure 28 : système de protection solaire fixe horizontal.....	28
Figure 29 : les paramètres du confort visuel. ....	32
Figure 30 : exemple de l'éclairage moyen dans les différentes pièces d'habitation selon l'AFE. ....	33
Figure 31 : ombre gênante. ....	34
Figure 33 : Espace libre minimal dans le secteur de lecture.....	36
Figure 32 : Surface d'un poste de travail individuel.....	36

<i>Figure 35 :Distance minimale entre les tables.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 34 : dimensionnement d'un poste de travail individuel.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 36 : les critères illustrés dans la norme SN EN 17037.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure 37 : éclairage moyen à maintenir en fonction d'activité d'après l'AFE.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 38 :organigramme montrant la technique d'expérimentation. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 39 : light meter. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figure 40 : grille de mesure. ....</i>	<i>44</i>
<i>Figure 41 :dessin des iso luxes de la salles de lecture.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 42 : interface de démarrage du logiciel dialux evo.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure 43 : dessin de l'origine de l'axe du projet. ....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 45importation d'un plan DWG. ....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 44 : sélection du plan.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 46 :les étapes pour positionner le nord. ....</i>	<i>49</i>
<i>Figure 47 :dessin du contour extérieur du bâtiment. ....</i>	<i>49</i>
<i>Figure 48 :les étapes de la modélisation de l'environnement immédiat du projet. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figure 49 : vérification préliminaire des ouvertures. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figure 50 : choisir le type de ciel.....</i>	<i>52</i>
<i>Figure 51 : démarrer les calculs.....</i>	<i>52</i>
<i>Figure 52 : résultats de simulation. ....</i>	<i>53</i>
<i>Figure 53: Vue satellite sur la situation de la bibliothèque 250 places au campus d'Aboudaou.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 54 :ensoleillement de la bibliothèque.....</i>	<i>56</i>
<i>Figure 55 :la façade principale de la bibliothèque.....</i>	<i>56</i>
<i>Figure 56 :plan de la salle de lecture située (2ème étage). ....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 57 : façade ouest de la bibliothèque. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 58 :vue sur l'intérieur de la salle de lecture. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 59 : résultats des prises de mesures à 9h. ....</i>	<i>59</i>
<i>Figure 60 : résultats des prises de mesures à 12h. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figure 61 : résultats des prises de mesures à 16h. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 62 :résultat des simulations pour le 21 mars et septembre à 9h. ....</i>	<i>63</i>
<i>Figure 63 : résultat des simulations pour le 21 mars et septembre à 12h.....</i>	<i>64</i>
<i>Figure 64 : résultat des simulations pour le 21 mars et septembre à 16h.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 65 : résultat des simulations pour le 21 juin à 09h.....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 66 : les taches solaires.....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 67 : résultat des simulations pour le 21 juin à 12 h. ....</i>	<i>67</i>
<i>Figure 68 : résultat des simulations pour le 21 juin à 16h.....</i>	<i>68</i>

<i>Figure 69 : résultat des simulations pour le 21 décembre à 09h.</i>	69
<i>Figure 70 : les taches solaires dans la salle de lecture à 09h,</i>	69
<i>Figure 71: résultat des simulations pour le 21 décembre à 12h.</i>	70
<i>Figure 72 : résultat des simulations pour le 21 décembre à 12h.</i>	71
<i>Figure 73: graphe montrant la répartition des usagers selon la fréquentation de la salle de lecture.</i>	72
<i>Figure 74 : répartition des usagers selon la durée d'occupation de la salle de lecture.</i>	73
<i>Figure 75 : répartition des usagers selon les horaires d'occupation de la salle de lecture.</i>	73
<i>Figure 76 : répartition des usagers selon le support de travail de la salle de lecture.</i>	74
<i>Figure 77 : répartition des usagers selon leur position par rapport à la fenêtre.</i>	74
<i>Figure 79 : répartition des usagers selon la zone préférée.</i>	75
<i>Figure 78 : plan de la salle de lecture répartie en 06 zones.</i>	75
<i>Figure 80 : répartition des usagers selon le taux de luminosité.</i>	76
<i>Figure 81: répartition des usagers selon l'appréciation de la présence des rayons solaires directes.</i>	76
<i>Figure 82 : répartition des usagers selon la réception des taches solaires.</i>	77
<i>Figure 83 : répartition des usagers selon la gêne de la présence des taches solaires.</i>	77
<i>Figure 84 : répartition des usagers selon la solution.</i>	78
<i>Figure 85 : répartition des usagers selon l'éblouissement.</i>	78
<i>Figure 86 : répartition des usagers selon la répartition de la lumière naturelle.</i>	79
<i>Figure 87 : répartition des usagers selon la présence des ombres gênantes.</i>	79
<i>Figure 88 : répartition des usagers selon la lumière préférer pour travailler.</i>	80
<i>Figure 89: répartition des usagers selon un objet empêchant la pénétration de la lumière.</i>	80
<i>Figure 90 : répartition des usagers selon les besoins d'alimentation en lumière artificielle.</i>	81
<i>Figure 91 : répartition des usagers selon l'états des ouvertures.</i>	81
<i>Figure 92 : répartition des usagers selon le besoin en protection solaire.</i>	82
<i>Figure 93 : répartition des usagers selon le problème de la fatigue visuelle.</i>	82
<i>Figure 94 : répartition des usagers selon la source de la fatigue visuelle.</i>	83
<i>Figure 95 : le volet roulant.</i>	84
<i>Figure 96: résultat de les simulation pour le 21 juin à 09h sans correction.</i>	85
<i>Figure 97 : les taches solaires pour le 21 juin à 09h</i>	85
<i>Figure 98 : absence des taches solaires après la correction pour le 21 juin à 09h</i>	87
<i>Figure 99 : vue sur le bâtiment.</i>	91
<i>Figure 100: les dispositifs bioclimatiques de projet.</i>	92
<i>Figure 101 : vue sur la médiathèque.</i>	92
<i>Figure 102 : vue sur le bâtiment.</i>	93
<i>Figure 103 : vue sur la médiathèque.</i>	93

<i>Figure 104 : plan de masse.....</i>	<i>94</i>
<i>Figure 105: plan de masse.....</i>	<i>94</i>
<i>Figure 106 : situation du site d'intervention. ....</i>	<i>100</i>
<i>Figure 107: synthèse de l'analyse du site. ....</i>	<i>101</i>
<i>Figure 108 : schéma de structure de site d'intervention. ....</i>	<i>102</i>
<i>Figure 109 : la disposition des entités dans le terrain .....</i>	<i>103</i>
<i>Figure 110 : division du terrain en trame régulière. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figure 111 : la métaphore utilisée.....</i>	<i>105</i>
<i>Figure 112 : positionner la forme du projet sur le terrain .....</i>	<i>106</i>
<i>Figure 113 : changement de l'orientation du projet.....</i>	<i>106</i>
<i>Figure 114 : changement de l'orientation du projet.....</i>	<i>107</i>
<i>Figure 115 : la forme initiale du projet. ....</i>	<i>109</i>

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*  
*« A mes très chers parents **Tahar et Nadia**,*  
*Pour leurs accompagnements, leur soutien et leur patience*  
*tout en long de mes études,*  
*A mes chères adorables sœurs **Thiziri et Lydia**,*  
*A mon cher frère **Bilal** et à toute ma famille,*  
*A ma chère enseignante M<sup>me</sup> ATTAR Selma qui était toujours*  
*là pour nous,*  
*A tous mes amis, avec lesquels j'ai partagé mes moments de*  
*joie et de bonheur, spécialement Nesrine, qui m'a toujours*  
*soutenue et encouragée,*  
*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la*  
*réalisation et la réussite de ce travail,*  
*Et à tous mes collègues... »*

## Remerciements

Tout d'abord j'adresse mes remerciements à « Allah », qui m'a donné le courage, la santé, la force et la volonté pour réaliser ce travail.

Je tiens à remercier très vivement mon encadreur de mémoire M<sup>me</sup> ATTAR Selma pour son encadrement de qualité, son suivie, son orientation, sa motivation professionnelle, ses précieux conseils et remarques constructives, ses corrections, sa gentillesse et sa patience ainsi pour le temps qu'elle a consacré pour effectuer ce travail.

Je tiens à remercier également les membres du jury d'avoir accepté d'examiner mon travail et pour leur lecture attentive de ce mémoire,

Je remercie mes très chers parents, mes sœurs Thiziri et Lydia, mon petit frère Bilal pour leur soutien et leurs encouragements.

Je remercie également tous mes enseignants et mes collègues de département d'architecture de Bejaïa,

Je tiens à remercier tous mes amis, qui m'ont toujours soutenu et aidé.

Enfin je tiens à remercier toutes personnes qui m'ont aidé et encouragé pour l'élaboration de ce modeste travail.

Merci à toutes et à tous.

## Introduction

Dès les premières grottes, la lumière naturelle a fait la différence entre la nuit et le jour, au fur à mesure les habitations sont devenues plus sophistiquées, la lumière pénètre à travers l'ouverture ou la fenêtre. L'histoire de l'architecture est synonyme de l'histoire de la fenêtre et de la lumière du jour, les ouvertures laissaient entrer la lumière et l'air, la chaleur et le froid. La fenêtre s'est développée au fil des siècles, et faire entrer la lumière du jour fut resté son rôle principal. **(Derek. P, 2004)**

L'enveloppe extérieure du bâtiment joue un rôle important dans la réduction des besoins en énergie de ce dernier, principalement pour l'éclairage, la ventilation et chauffage. L'ouverture qui est un élément de cette enveloppe joue un rôle d'interface entre le climat extérieur et l'ambiance intérieur du local, c'est un moyen par lequel nous captons les rayons solaires et ce qui permet d'introduire de la lumière et de la chaleur à l'intérieur du local, et aussi sa ventilation naturelle. Cependant le rôle de l'ouverture peut être positif ou négatif car il dépendra de plusieurs paramètres, notamment son orientation, sa forme et sa configuration. **(Liébard, A. De Herde, A,2005)**

L'éclairage naturel est un ingrédient essentiel dans l'architecture, un facteur que nous devons prendre en compte dans chaque phase de la conception architecturale. Pour les architectes la lumière naturelle est un élément fondamental tel qu'a été illustré dans cette citation par le Corbusier « *la lumière pour moi l'assiette fondamentale de l'architecture, je décompose avec la lumière* » **(Corbusier,1930).**

Aussi Louis Khan a dit dans son livre silence et lumière (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* » **(SUTTER.Y, 2014).**

La lumière naturelle a un impact direct sur le rendement et la santé des occupants, elle influence l'utilisateur tant sur l'échelle physiologique que psychologique. Un contexte visuel confortable a une influence sur le bien-être des occupants, mais un éclairage très fort ou très faible et mal étudié peut provoquer une fatigue et un inconfort. **(Liébard, A. De Herde, A,2005)**

Les espaces architecturaux où se déroule des activités doivent avoir un accès à la lumière naturelle et cela pour créer le confort visuel et l'ambiance lumineuse souhaitée. Parmi les espaces où la lumière a un impact direct sur la capacité intellectuelle des usagers, les espaces de lecture, dans ces espaces, l'éclairage naturel joue un rôle important. Les espaces de lecture présentent aujourd'hui plusieurs problèmes d'inconfort à cause de l'utilisation de ce type d'éclairage non contrôlé. Pour cela, le choix de la stratégie de l'éclairage naturel dans ce type d'espace est très important.

## **La problématique :**

Les exigences d'aujourd'hui dans le domaine de la construction sont plus restrictives que celles reconnues aux passés, ces exigences se représentent en terme du confort thermique, le confort visuel, les exigences de la qualité de l'air, l'isolation acoustique et la qualité de l'environnement intérieur et extérieur. Aujourd'hui une planification bien réfléchie et multidisciplinaire, permet d'assurer à la fois une bonne conception architecturale et un environnement intérieur confortable et sain donc elle permet aussi d'assurer une basse consommation d'énergie.

L'espace architectural, en particulier l'espace de lecture doit répondre à certaines exigences surtout en termes de confort visuel, qui est lié directement à la composante de la baie et la conformation. L'orientation, la configuration, la taille et le choix des matériaux des fenêtres bien adaptées au climat, des éléments qui participent à l'optimisation de l'éclairage naturel dans les salles de lecture.

En Algérie, l'utilisation des surfaces vitrées dans la construction sans aucune étude au préalable des données du climat local, ni les exigences des usagers en termes de confort visuel, mais plutôt dû à un fait architectural. Face à ça on ne peut que noter l'échec de la conception de la fenêtre, plus notamment dans les bâtiments publics, ces conséquences se font encore plus ressentir dans les espaces de lecture.

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

- **Comment favoriser le confort visuel dans les espaces de lecture à travers la fenêtre ?**
- **Quel est l'impact de type d'ouverture sur le confort visuel dans ce type d'espace ?**
- **Quelles solutions pouvant nous adopter pour éviter le problème d'inconfort dans ce type d'espace ?**

## **Les hypothèses de recherche :**

A travers cette recherche, nous essayerons de vérifier les hypothèses suivantes :

L'orientation du bâtiment participe à l'amélioration du confort lumineux.

La fenêtre pourra améliorer la qualité du confort visuel dans les espaces de lecture si elle répond à certaines conditions tel que le choix de type des matériaux utilisés, si elle est bien orientée.

Le type de vitrage, la bonne orientation du bâtiment et l'utilisation des protections solaires pourrait éviter le problème de l'inconfort.

La prise en compte de tous les paramètres liés à la baie et à la conformation dès la phase amont du projet pourrait offrir un bon confort et une bonne ambiance dans ce type d'espace.

## **Objectifs de la recherche :**

Les objectifs principaux de la recherche sont :

Améliorer les conditions lumineuses et la qualité du confort visuel dans les espaces de lecture.

Valoriser l'éclairage naturel pour une écoconception efficace des espaces de lecture.

Minimiser la consommation d'énergie et profiter de l'éclairage naturel pour créer un environnement confortable et économique.

Evaluer quantitativement et qualitativement le confort visuel dans les espaces de lecture afin de gérer tout type d'inconfort qui peut exister.

Penser le confort et l'ambiance dans les espaces de lecture dès la phase conception du projet, corriger et améliorer cette dernière dans le cas des espaces déjà construits.

### **Méthodologie :**

Pour répondre à la problématique, vérifier les hypothèses citées et atteindre les objectifs de la recherche, le travail sera devisé en trois parties :

#### **Une première partie :**

Englobe l'introduction générale de recherche, et traite les concepts théoriques du sujet, qui est une recherche bibliographique et documentaire, cette partie a pour but de comprendre les bases et les notions liées à cette recherche, divisé en deux chapitres :

- La fenêtre, source de lumière naturelle dans le bâtiment
- Le confort visuel dans les espaces de lecture.

#### **Deuxième partie :**

Pratique, basée sur la méthode empirique et la méthode d'enquête pour le but de confirmer ou infirmer les hypothèses de la recherche et ça à partir des outils de recherche suivants :

- Les mesures in situ à l'aide des instruments techniques.
- Enquête par questionnaire.
- Simulation sur plan.

#### **Troisième partie :**

L'application des acquis de l'étude sur le projet fin d'étude, dans notre cas, toute la réflexion sur le confort et l'ambiance lumineuse qui est mise en exergue, nous allons avoir une partie dans notre projet dans laquelle nous allons vérifier l'effet de la lumière naturelle sur l'espace de lecture.

### **La Structure du mémoire :**

Dans l'intention de répondre aux objectifs de la recherche, il est essentiel d'adopter une structure de recherche bien définie et claire qui est composée de :

D'abord un chapitre introductif composé d'une introduction, problématique, les hypothèses et les objectifs de la recherche ainsi que la méthodologie et la structure du mémoire.

**Une partie théorique :** composé de deux chapitres, i) le premier a pour but de traiter les notions de base sur la lumière naturelle et présenter les stratégies de l'éclairage naturel dans un bâtiment ; ii) Le second Traite le confort visuel dans les espaces de lecture, avec la représentation des normes et les réglementations du confort visuel dans ces espaces.

**Une partie expérimentale :** composé de deux chapitres i) le premier sera consacré pour la présentation de la méthodologie et la présentation du cas d'étude, au cours de laquelle on va élaborer une analyse qualitative et quantitative à l'aide des outils de recherche déjà cités ci-dessus

pour but d'évaluer le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans les espaces de lecture, ii) Et le second sera consacré pour l'analyse et l'interprétation des résultats après l'analyse du cas d'étude, comparaison des résultats puis des recommandations adéquates pour l'amélioration du confort visuel dans les espaces de lecture, pour arriver enfin à des recommandations qui vont nous permettre de concevoir notre projet fin d'étude.

**Une dernière partie :** sera consacré à l'application de la recherche sur le projet fin d'étude.

Et enfin une **conclusion générale** Pour affirmer ou confirmer les hypothèses de notre recherche et pour faire une synthèse globale des résultats obtenus

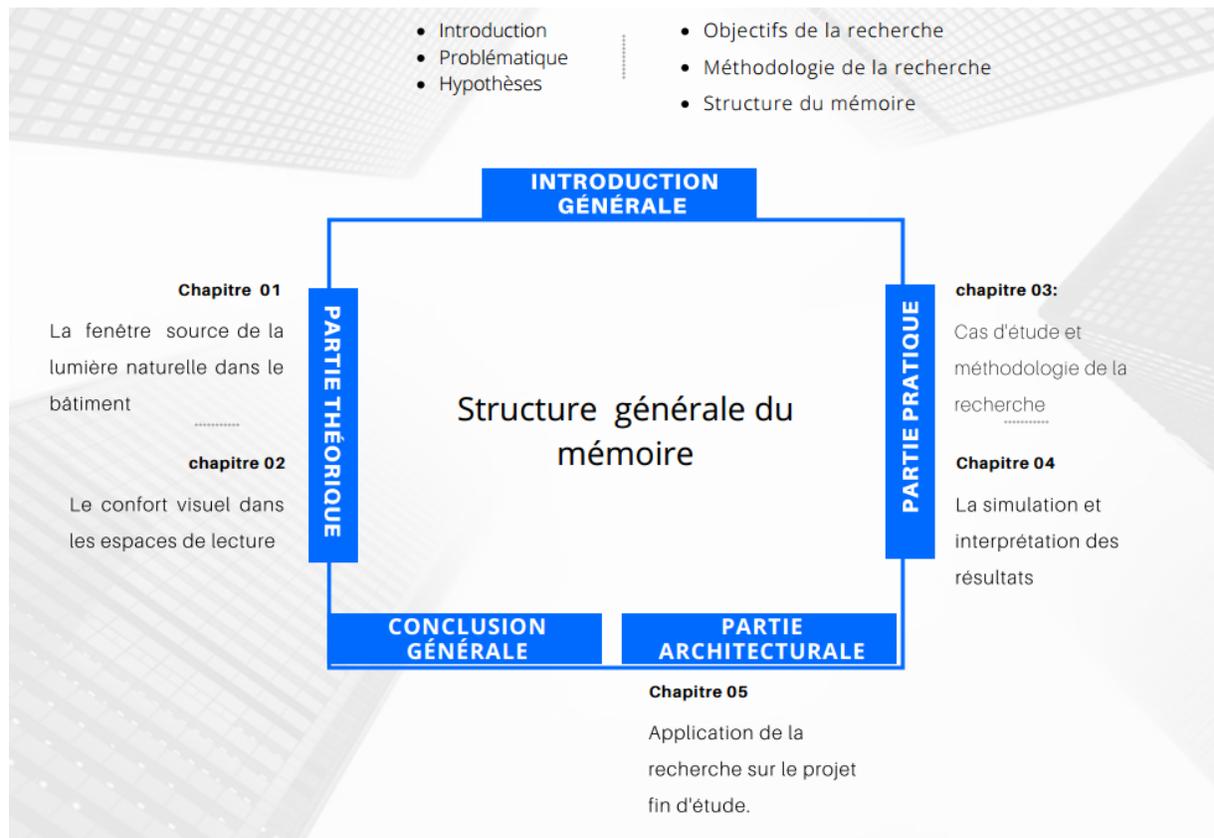


Figure 1 : schéma de structure du mémoire.

(Source : auteur, 2021).

# Chapitre 1 La fenêtre source de la lumière naturelle dans le bâtiment

*“We were born of light. The seasons are felt through light. We only know the world as it is evoked by light. . . . To me natural light is the only light, because it has mood—it provides a ground of common agreement for man—it puts us in touch with the eternal. Natural light is the only light that makes architecture architecture.”*

**(Louis I. Kahn)**

## Introduction :

La lumière naturelle est la source d'alimentation pour chaque cellule humaine et chaque forme de vie sur la terre. Depuis des millénaires, la lumière naturelle était la première source d'énergie gratuite, un bon éclairage naturel participera à la maîtrise de la consommation de l'électricité donc permet de diminuer la consommation énergétique totale du bâtiment. La lumière naturelle a toujours eu un impact sur la concentration, la vigilance et la santé de l'être humain en général, favoriser l'éclairage naturel dans nos espaces améliorera notre bien-être et participera à créer un environnement sain et confortable.

Aussi l'éclairage naturel est un facteur de sécurité, un bon éclairage participera à améliorer le confort visuel et ce en limitant la fatigue ce qui vas permettre d'effectuer les tâches plus facilement et diminuer les accidents de travail.

L'éclairage naturel est primordial pour une architecture écologique, quelles que soient les conditions climatiques. Son rôle est d'assurer le confort visuel et de réduire la consommation d'énergie conventionnelle tout en réduisant les apports thermiques causés à l'intérieur par l'éclairage artificiel. **(IFDD, 2015)** nous allons explorer dans ce chapitre l'ensemble des concepts liés à lumière naturelle et à la conformation architecturale.

## 1.1 La lumière naturelle :

### 1.1.1 Définition de la lumière

Selon le dictionnaire Larousse la lumière est l'ensemble des rayonnements électromagnétiques visibles, dont la longueur d'onde, comprise entre 400 et 780 nm, correspond à la zone de sensibilité de l'œil humain, entre l'ultraviolet et l'infrarouge ». (Larousse)

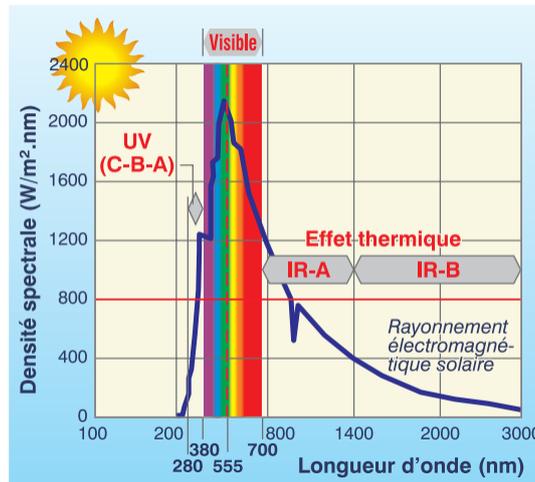


Figure 2 : Répartition du spectre solaire

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

### 1.1.2 Définition de la lumière naturelle

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement électromagnétique provenant du soleil, d'une manière directe ou réfléchiée par les surfaces ensoleillées. (A. Liébard, A. De Herde, 2005)

### 1.1.3 Sources de lumière naturelle :

L'être humain est exposé à plusieurs sources d'énergies naturelles qu'on peut les classer en deux types : « sources lumineuses nocturnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la nuit comme les étoiles et la lune ces types de sources généralement sont insuffisantes pour distinguer et percevoir les objets clairement. Le deuxième type est « sources lumineuses diurnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique durant la journée, pour nous, on va se focaliser sur le dernier type uniquement qui permet à l'homme de faire ses activités sous la lumière du jour d'une manière plus facile et contrôlée.

### 1.1.3.1 Sources lumineuses diurnes

Pour les sources lumineuses diurnes directe on peut différencier deux type une source primaire et une autre secondaire

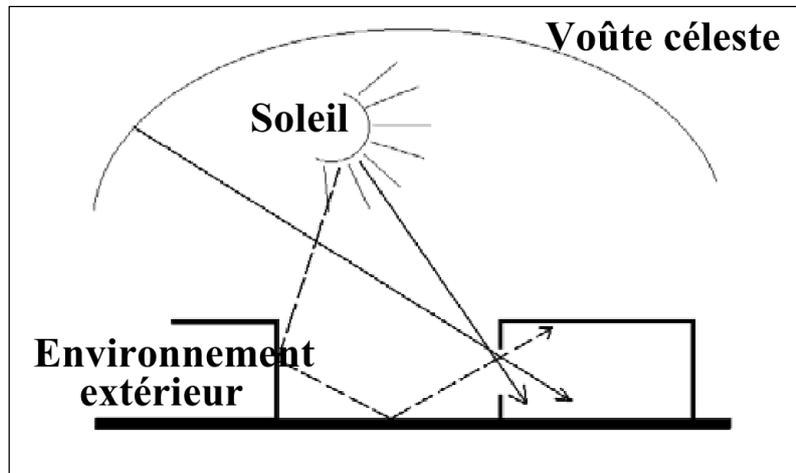


Figure 3 : Sources externe de la lumière naturelle d'un bâtiment

(Source : A. BELAKEHAL,2007)

#### 1.1.3.1.1 Sources primaires

Cette source est représentée par la lumière naturelle produite par le soleil. La lumière solaire est l'origine du rayonnement visible direct, ce rayonnement ne subit pas de division dans son parcours jusqu'à la surface terrestre dans le cas d'un ciel clair. (A. Liébard, A. De Herde, 2005)

#### 1.1.3.1.2 Sources secondaires

Cette source est représentée par la lumière naturelle émise par la voûte la voûte céleste, cette lumière est visible lorsqu'elle est éclairée par le rayonnement solaire dont une partie de ces rayonnements est réfléchi dans l'espace et une autre est absorbé par l'atmosphère, n'arriva pas jusqu'à la surface terrestre. La voûte céleste agit comme un diffuseur d'une grande partie de flux direct de soleil. (A. Liébard, A. De Herde, 2005)

##### 1.1.3.1.2.1 Types de ciel :

**Type 01 :** Le ciel uniforme correspond à un ciel couvert de nuages épais ou d'une atmosphère poussiéreuse, dans lequel le soleil ne peut pas être vu.

**Type 02 :** ciel nuageux établi par la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), dans lequel la luminance en un point change en fonction de la position du soleil dans le ciel.

**Type 03 :** Le ciel clair émet un rayonnement diffus qui dépend du changement de position du soleil, mais n'intègre pas le rayonnement solaire direct.

**Type 04 :** Le ciel clair avec soleil, compte tenu de son rayonnement global.

Sources lumineuses diurnes indirectes

Tous les corps environnants non lumineux sont perceptibles par l'œil par ce qu'ils nous envoient de la lumière réfléchi ou diffusé par une source primaire sont concédés comme une source indirecte. (A. Liébard, A. De Herde, 2005)



Figure 4 : Les différents types de ciels

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

#### 1.1.4 Les grandeurs photométriques :

Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage :

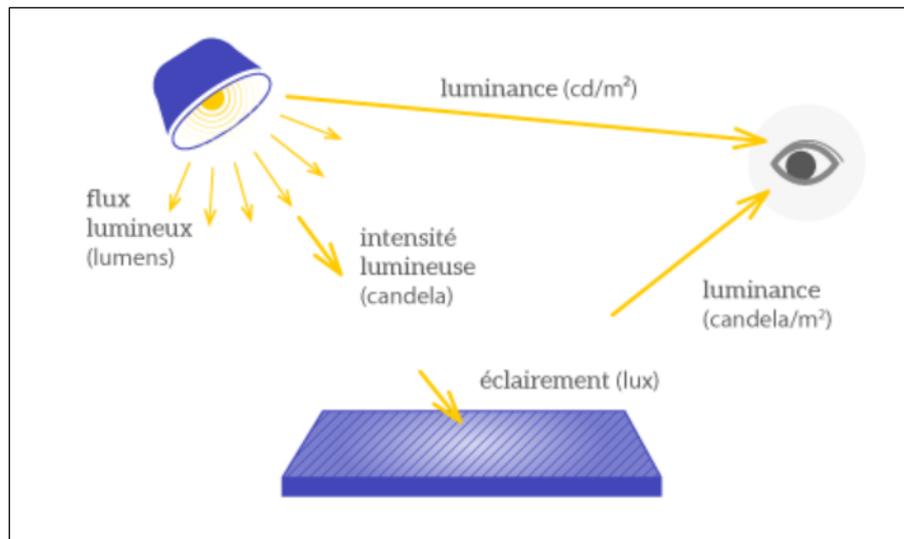


Figure 5 : Les grandeurs photométriques

(Source : guide d'éclairage, 2021)

##### 1.1.4.1 Le flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source représente la puissance lumineuse rayonnée dans toutes les directions de l'espace. Il s'exprime en lumen (lm). (F. GREGOIRE, 2017)

#### 1.1.4.2 L'intensité lumineuse :

L'intensité lumineuse, symbole « I » est la quantité de lumière émise par unité d'angle solide perçu par l'œil dans une direction donnée. Elle se mesure en candéla (cd), équivalent à 1 lm/sr. (F. GREGOIRE, 2017)

#### 1.1.4.3 L'éclairement lumineux :

L'éclairement d'une surface « E » correspond à un rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, ou le lumen/m<sup>2</sup> (lux « lx » équivalent à 1 lm/m<sup>2</sup>). La valeur de l'éclairement dépend de l'intensité de la source lumineuse. (F. GREGOIRE, 2017)

#### 1.1.4.4 La luminance :

La luminance d'une source « L » est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée. La luminance s'exprime en candélas par mètre carré (cd/m<sup>2</sup>). (F. GREGOIRE, 2017)

Grandeur	Unité	Définition	Abréviation	Utilisation
Intensité lumineuse	Candela	Flux lumineux par angle solide	Cd	Mesure du flux émis par une source ou un luminaire dans une direction. Est particulièrement approprié pour les sources ou luminaires directs.
Flux lumineux	Lumen	Flux lumineux total	Lm	Mesure du flux total émis par une source ou un luminaire.
Eclairement lumineux	Lux	Flux lumineux par surface (Lm/m <sup>2</sup> )	Lx	Mesure du flux sur une surface (au sol, sur un bureau...) Utilisé notamment pour préciser les valeurs exigées dans les différentes pièces d'un bâtiment, voir <a href="#">norme d'éclairage intérieur</a>
Luminance lumineuse	Candela par m <sup>2</sup>	Flux lumineux par angle solide divisé par la surface apparente de la source	Cd/m <sup>2</sup>	Seule grandeur perceptible par l'œil. L'UGR est calculé à partir de cette grandeur fondamentale pour évaluer l'éblouissement.

Figure 6 : Synthèse globale de ces grandeurs

(Source : guide d'éclairage,2021)

#### 1.1.5 La propagation de la lumière naturelle :

Quelle que soit la couleur de la lumière émise, elle peut se comporter de trois manières différentes au contact des objets physiques :

##### 1.1.5.1 L'absorption :

Un objet éclairé par la lumière naturelle absorbe plus ou moins ses composantes, s'il absorbe toutes les composantes va apparaître noir, s'il les réfléchit toutes, il va apparaître blanc, par exemple s'il apparaît rouge ça veut dire qu'il réfléchit le rouge et absorbe toutes les autres couleurs du spectre.

### 1.1.5.2 La réflexion :

Il existe quatre modes de réflexion de la lumière sur une surface (A. Liébard, A. De Herde 2005) :

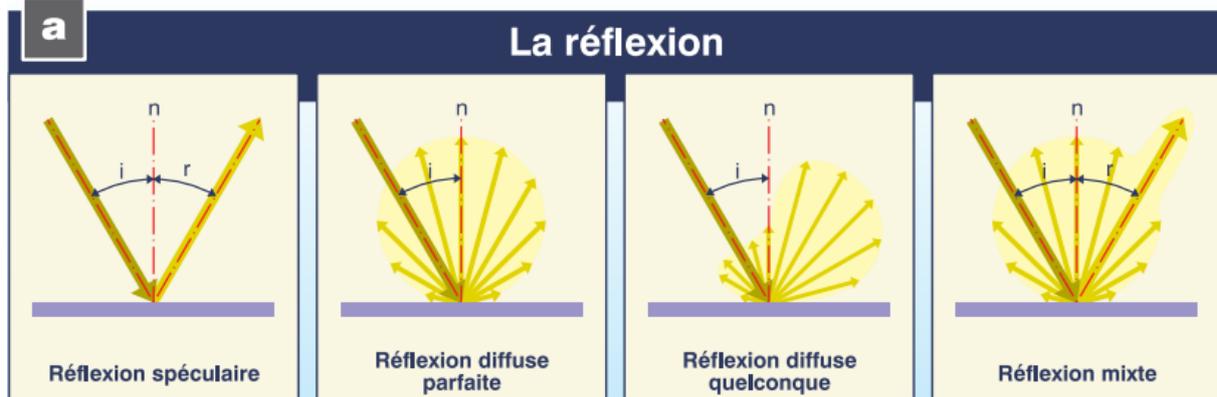


Figure 7 : Modes de réflexion de la lumière

(Source : Liébard A., De Herde A. 2005)

**La réflexion spéculaire :** la lumière est réfléchié suivant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence du rayon lumineux.

**La réflexion diffuse parfaite :** la lumière réfléchié est répartie dans toutes les directions.

**La réflexion diffuse quelconque :** distribution aléatoire de la lumière.

**La réflexion mixte :** la lumière est réfléchié de manière diffuse, mais favorise une direction précise.

### 1.1.5.3 La transmission :

La lumière a quatre modes de réflexion sur une surface (Fig 8.) (A. Liébard, A. De Herde 2005)

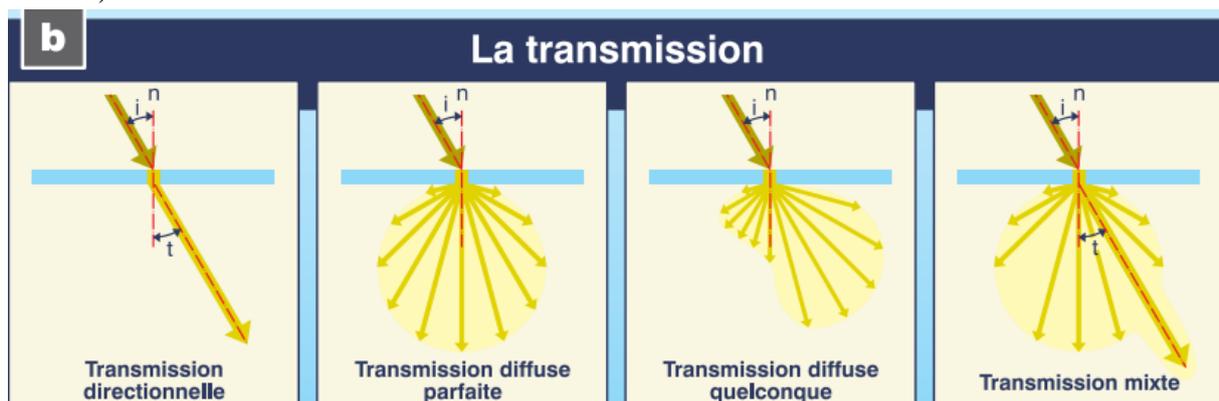


Figure 8 : Modes de transmission de la lumière

(Source : A. Liébard, A. De Herde 2005)

**La transmission directionnelle :** la lumière est transmise suivant un angle égal à l'angle d'incidence du rayon lumineux.

**La transmission diffuse parfaite :** la lumière transmise est répartie dans toutes les directions.

**La transmission diffuse quelconque :** la distribution aléatoire de la lumière.

**La transmission mixte :** la lumière est transmise de manière diffuse, mais favorise une direction précise.

### 1.1.6 Facteur de lumière du jour (FLJ) :

Le facteur de lumière du jour (FLJ) représente le rapport entre l'éclairement intérieur direct à travers les prises de jour en un point d'un local (plan utile), et l'éclairement extérieur horizontal provenant de la voûte céleste, sans ensoleillement direct (cas d'un ciel couvert), il est utilisé pour évaluer la qualité de l'éclairage naturel dans un local. Le FLJ s'exprime en pourcentage. (SUTTER.Y, 2014).

Le facteur de lumière du jour nous permet de comparer facilement la qualité d'éclairement à l'intérieur d'un local, une fois on connaît le FLJ d'un local on peut calculer l'éclairement à n'importe quel moment de l'année.

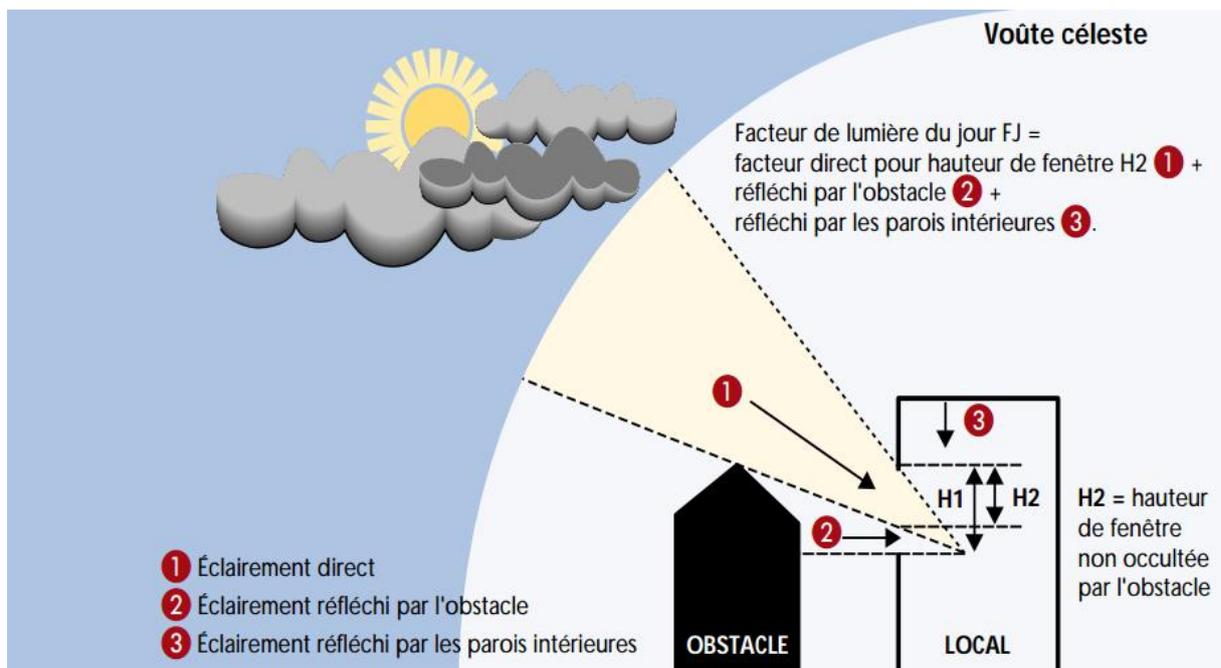


Figure 9 : Les composantes du facteur de lumière du jour.

(Source : C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 1999)

### 1.1.7 L'éclairage naturel

#### 1.1.7.1 Définition :

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

Selon V. TOUTEE, l'éclairage naturel est représenté par la pénétration de la lumière naturelle un espace construit. C'est la propagation de la lumière naturelle à travers l'enveloppe extérieure de cet espace bâti, et la réflexion de cette lumière par les matériaux qui composent le bâtiment. (V. TOURRE, 2007)

### 1.1.7.2 Types d'éclairage naturel dans le bâtiment :

Les types d'éclairage naturel sont en relation avec la position des prises de lumière du jour, soit positionner sur la façade (éclairage latéral) soit sur la toiture (éclairage zénithal) ou bien les deux à la fois. (Bernard Paule, Marc Fontoynt, 2018)

#### 1.1.7.2.1 L'éclairage zénithal :

L'éclairage zénithal est une source d'énergie, c'est la lumière naturelle qui vient du haut matérialiser par une ouverture plus au moins large sur le toit du bâtiment. Il s'ouvre sur la totalité de la voute céleste ce qui permet mieux la pénétration des rayonnements diffus. C'est un système d'éclairage qui participe à la distribution de la lumière d'une manière uniforme pour une meilleure répartition de la lumière naturelle dans un local. (Bernard Paule, Marc Fontoynt, 2018)

L'éclairage zénithal est un système plus performant de 3 à 5 fois qu'un éclairage latéral, il est efficace pour les bâtiments à faible et moyenne hauteur avec une profondeur considérable. Par contre ce type d'éclairage demande des grandes exigences pour réussir sa conception d'une manière optimale, il est défavorable pour la perception vers l'extérieurs aussi avec un entretien difficile par rapport à l'éclairage latéral. (C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 1999)

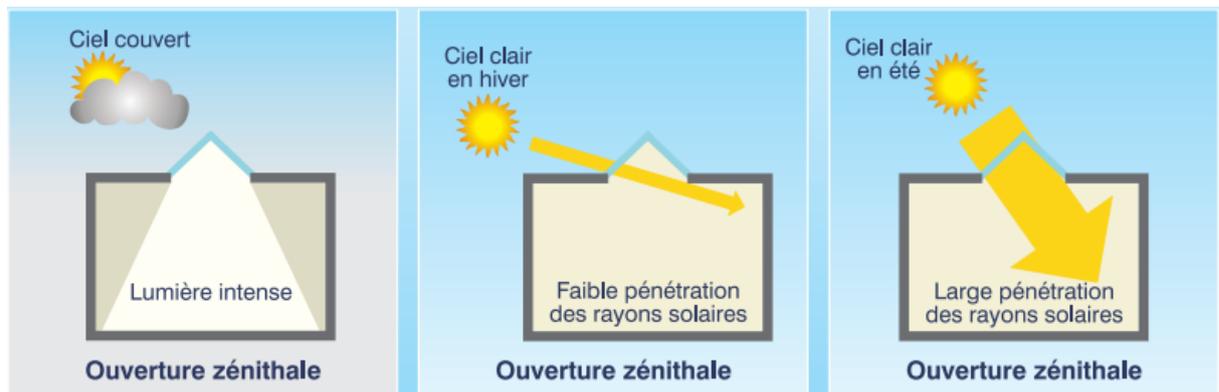


Figure 10 : Eclairage dans un local éclairer du toit

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

#### 1.1.7.2.1.1 Les systèmes courants d'éclairage zénithal :

##### 1.1.7.2.1.1.1 Les toitures en dents de scie ou sheds

Un shed est une toiture en dents de scie, c'est une succession des toits à deux versants avec une pente différente.

Les sheds sont constitués d'une surface transparente qui pour but de capter les rayonnements solaires visibles pour la transmettre par la suite à l'espace intérieur d'un local, et une surface opaque incliné « rampant » pour répartir la lumière naturelle à l'intérieur de l'espace. C'est un système qui représente la meilleure solution pour l'éclairage naturel car il permet de répartir la lumière naturelle d'une manière homogène à l'intérieur d'une pièce mais aussi il représente des inconvénients exprimer par la propagation des rayons lumineux dans une seule direction et la partie de l'espace qui se situe en face du vitrage enregistre des valeurs élevées d'éclairément par rapport à l'autre partie qui sous trouve sous la partie opaque de shed. (LECHENER.N, 2014)

#### 1.1.7.2.1.2 Les tabatières (skylights)

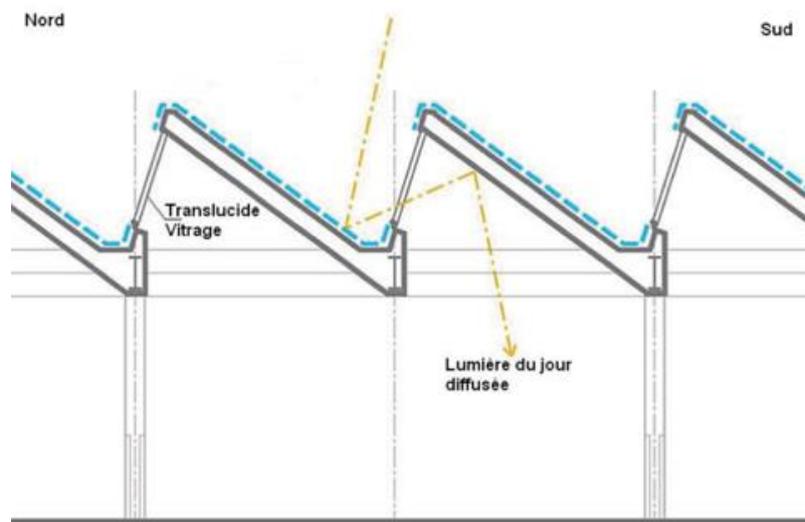


Figure 11 : Principe de shed

(Source : archimedia.com,2021)

Une ouverture disposée horizontalement sur le toit avec la même pente que le toit dans lequel elle est fixé, elle est considérée comme un système d'éclairage naturel direct le plus performant parce qu'il procure plus de lumière qu'une fenêtre vertical (3 à 5 fois plus), exposé au ciel à partir de l'intérieur qui procure une forte luminance et un éclairage uniforme de la même manière dans une pièce. (LECHENER.N, 2014)

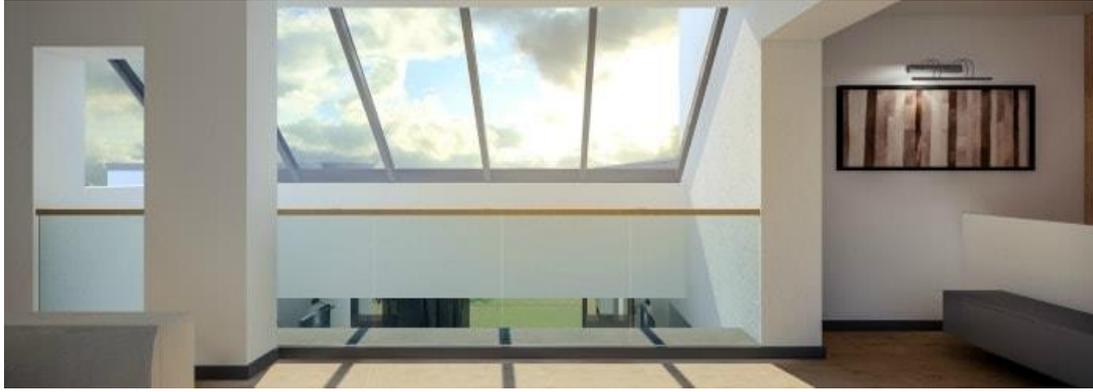


Figure 12 : Exemple d'éclairage zénithal de type tabatière

(Source : [www.quelleenergie.fr](http://www.quelleenergie.fr),2021)

#### 1.1.7.2.1.1.3 Les lanterneaux

C'est un type d'éclairage zénithal avec une partie de toiture surélevée sur un matériau transparent qui permet à la lumière de pénétrer dans une pièce à partir des deux sens de la baie ce qui donne des valeurs de facteur de lumière du jour symétrique dans les deux côtés. (LECHENER.N, 2014)



Figure 13 : Exemple de l'éclairage zénithal de type lanterneau

(Source : <https://www.efc-bernard.be/fr/desenfumage.php> )

#### 1.1.7.2.1.1.4 Les verrières

Un système d'éclairage naturel zénithal le plus utilisé dans l'architecture moderne notamment dans les halles d'accueil et les grands espaces. Les verrières sont posées généralement soit horizontalement ou incliné avec un remplissage d'un double vitrage qui permet de passer une quantité considérable de la lumière du jour, pour cela elles nécessitent une implantation optimale afin d'éviter les zones de sur-éclairage. (C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 1999)

#### 1.1.7.2.1.1.5 Les dômes

C'est un système d'éclairage économique qui permet d'atteindre l'objectif en termes de facteur de la lumière du jour mais il peut provoquer des problèmes d'éblouissement pour les occupants, pour cela il ne doit pas être dans un angle de  $30^\circ$  au-dessus de l'horizontale, il doit être aussi équipé par un système de protection solaire. (C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 2008)

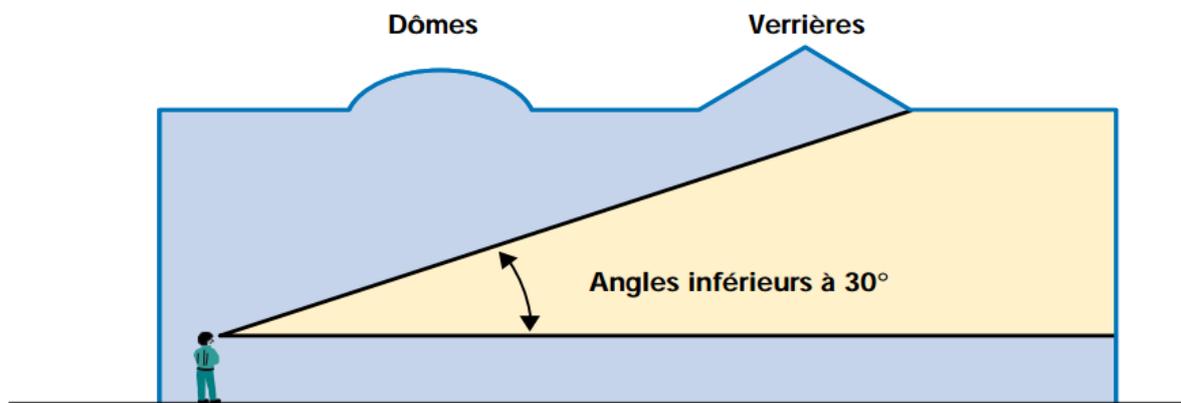


Figure 14 :Deux types de l'éclairage zénithal.

Source : (C. TERRIER ET B. VANDEVYVER)

#### 1.1.7.2.1.1.6 Puits de lumière :

C'est un type d'éclairage naturel zénithal utilisé pour les espaces situés en centre d'un bâtiment qui n'ont pas accès à la lumière du jour. Le principe des puits de lumière est de capter de la lumière du jour à travers une ouverture placée en toiture pour éclairer naturellement les étages inférieurs. (Bruno LAFITTE, Guide d'éclairage GIF lumière)

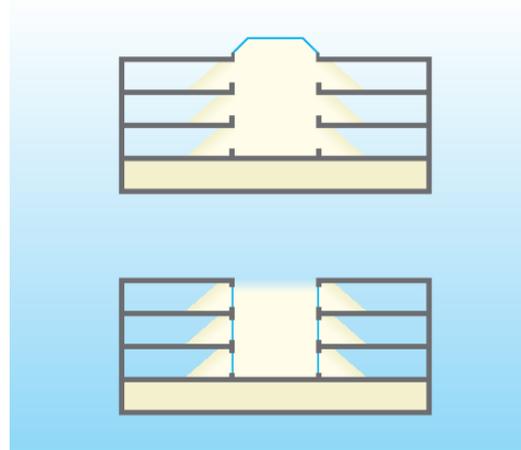


Figure 15 :Les puits de lumière

(Source : A. Liébard, A. De Herde,2005)

#### 1.1.7.2.2 L'éclairage latéral :

Est un système d'éclairage naturel caractérisé par l'usage des prises de jour en façade, il est le système le plus ancien et le plus utilisé pour plusieurs raisons ; la lumière, ventilation et la vue vers l'extérieur, mais il est moins performant de point de vue d'éclairage naturel dans le cas où il y a un masque extérieur. **(A. Liébard, A. De Herde,2005)**

Les ouvertures en façade sont performantes dans la sélection des pénétrations solaires en fonction de la saison, mais elles ne peuvent pas participer à une bonne répartition de la lumière dans l'ensemble du local, d'où une forte concentration de l'éclairement au près des ouvertures, avec des niveaux d'éclairement diminuer en profondeur de la pièce. **(Bernard Paule, Marc Fontoynt, 2018)**

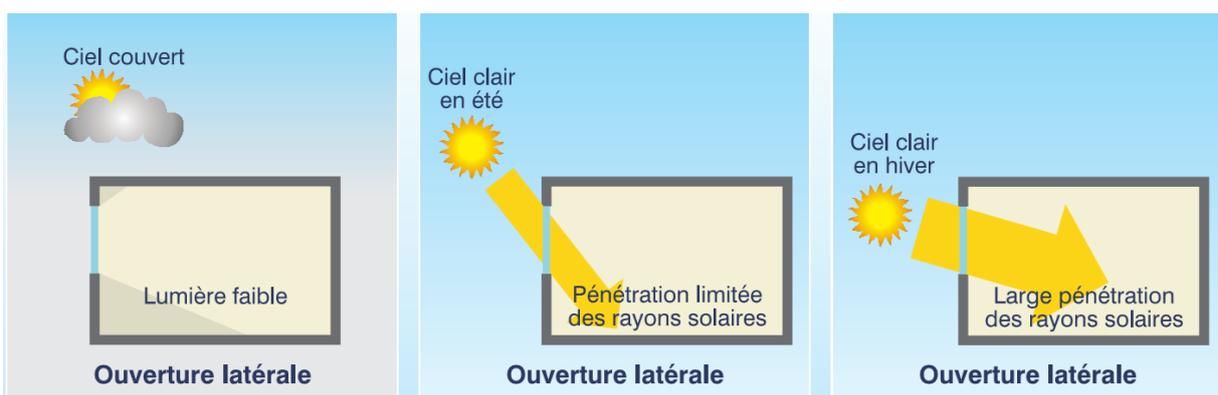


Figure 16: l'éclairage naturel.

(Source : A. Liébard, A. De Herde,2005)

### 1.1.7.2.2.1 Types d'éclairage latérale

#### 1.1.7.2.2.1.1 L'éclairage unilatéral :

C'est l'éclairage qui pénètre au bâtiment par une ouverture ou plusieurs fixés sur une seule paroi verticale, l'inconvénient de ce type d'éclairage c'est qu'il ne peut pas toujours satisfaire les besoins en quantité de lumière, aussi il peut créer le problème d'éblouissement.

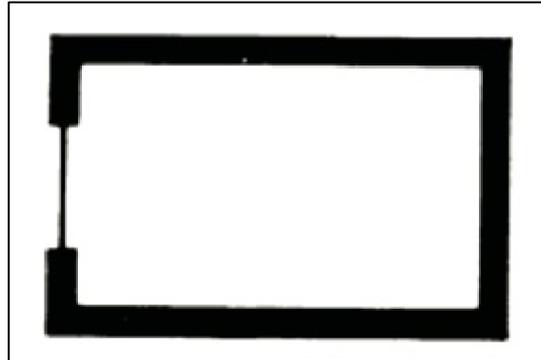


Figure 17 :système d'éclairage unilatéral.

(Source : LECHENER.N, 2014)

#### 1.1.7.2.2.1.2 L'éclairage bilatéral :

C'est un type d'éclairage qui consiste d'avoir des ouvertures verticales sur les deux parois d'une pièce pour obtenir un éclairage uniforme et une meilleure répartition de la lumière naturelle dans l'ensemble de la pièce.

Ce type d'éclairage est une solution idéale pour atteindre les niveaux d'éclairage souhaité dans un espace de travail et pour réduire les contrastes et l'éblouissement.

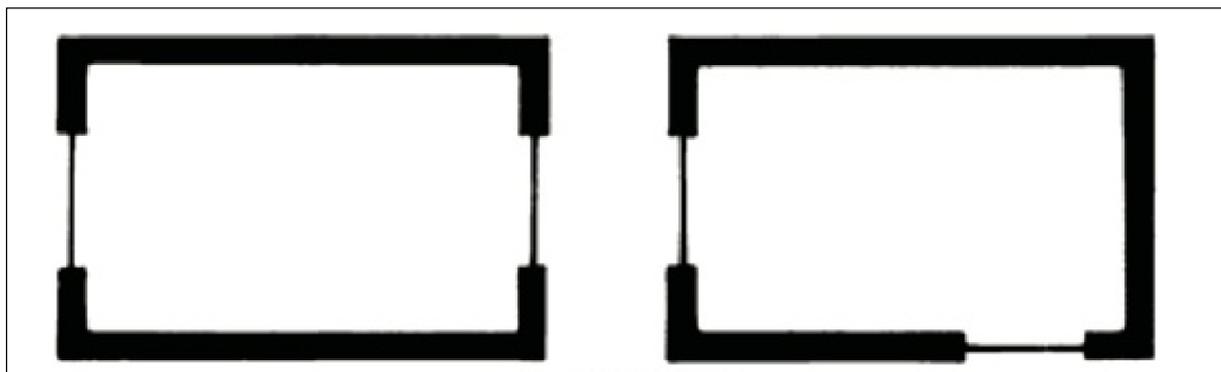


Figure 18 :système d'éclairage unilatéral.

(Source : LECHENER.N, 2014)

#### 1.1.7.2.2.1.3 L'éclairage multilatéral

Ce type d'éclairage consiste à éclairer naturellement une pièce par plusieurs avec des orientations différentes, il est souvent utilisé dans les bâtiments qui ont une profondeur importante et pour les espaces qui nécessitent un éclairage très uniforme.

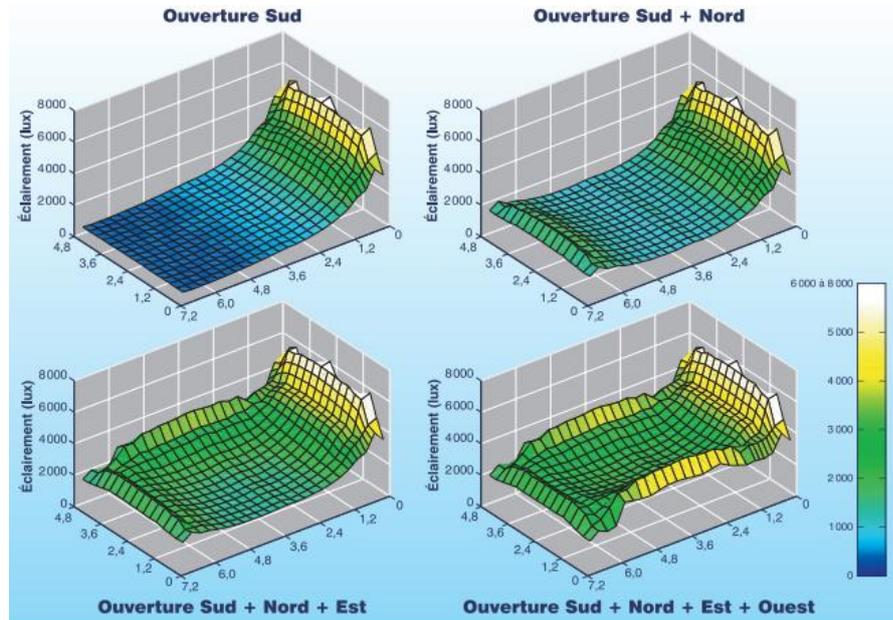


Figure 19 : éclairage intérieur en fonction de la répartition des ouvertures.

(Source : A. Liébard, A. De Herde,2005)

#### 1.1.7.2.2.1.4 Le second jour :

C'est un type d'éclairage latéral qui consiste à éclairer naturellement un espace qui ne dispose pas de fenêtres vers l'extérieur mais avec un espace intermédiaire qui est lui-même éclairer naturellement. Ce type d'éclairage est utilisé dans les espaces qui ne nécessitent pas beaucoup d'éclairage tel que les espaces de circulation.

L'éclairage fournie en second jour peut être zénithal ou latéral mais transmis à l'autre espace intermédiaire par une paroi latérale qui peut être transparente où translucides.

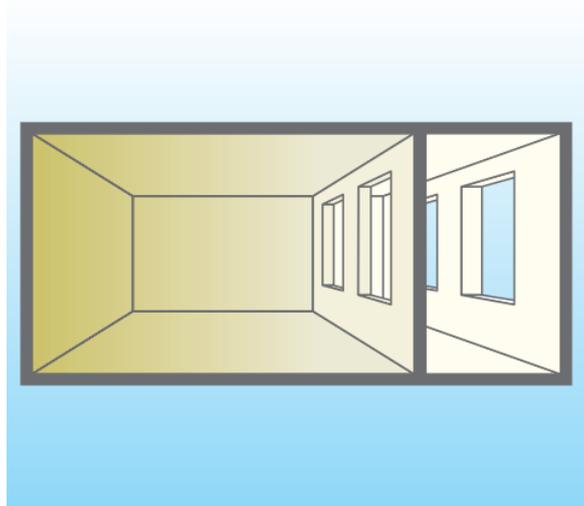


Figure 20 :le second jour

(Source : A. Liébard, A. De Herde,2005)

### 1.1.7.2.3 L'éclairage zénithal ou latéral :

Le choix de type d'éclairage naturel soit un éclairage zénithal, soit un éclairage latéral ou bien le mélange entre les deux types, dépend de l'implantation et la typologie l'environnement extérieur d'un bâtiment, aussi dépend de caractéristiques géométriques d'un local ou on doit prendre en compte la hauteur moyenne de local (hauteur basse de la toiture et la hauteur du faitage). (C. TERRIER ET B. VANDEVYVER, 1999)

Trois possibilités selon C. TERRIER ET B. VANDEVYVER :

- Pour les locaux à une hauteur faible sous plafond (de 2,5m à 3m) on optera pour un éclairage naturel latéral.
- Pour les locaux avec une hauteur supérieure de 4,5m, l'éclairage zénithal est indispensable.
- Pour les locaux d'une hauteur entre 3m et 4,5m, le choix de type d'éclairage dépend d'autres caractéristiques telle que la forme du bâtiment, sa hauteur et sa profondeur.

### 1.1.7.2.4 Les paramètres influençant l'éclairage naturel :

L'éclairage naturel du bâtiment est influencé par plusieurs paramètres liés à l'environnement et aux caractéristiques du bâtiment :

#### 1.1.7.2.4.1 Les paramètres liés à l'environnement :

- Type de ciel
- Moment de l'année
- L'heure

- L'environnement du bâtiment
- L'aptitude

#### **1.1.7.2.4.2 Les paramètres liés au bâtiment :**

- Surface et forme du bâtiment
- Types d'ouvertures
- Orientation des ouvertures
- Implantation et orientation du bâtiment par rapport au soleil.

## **1.2 Les stratégies de l'éclairage naturel :**

Pour mieux profiter de la lumière naturelle et répondre aux exigences des occupants dans un local en terme du confort visuel, bien être et la réduction de la consommation énergétique cinq concepts sont destinés pour mieux favoriser la lumière naturelle dans les bâtiments :

### **1.2.1 Capter :**

Consiste à éclairer naturellement un bâtiment qui nécessite tenir en compte, type de ciel, moment de l'année, l'heure, l'orientation de l'ouverture, l'inclinaison de l'ouverture et l'environnement physique de l'édifice. **(S. REITER, A. DE HERDE, 2004)**

#### **1.2.1.1 Type de ciel :**

La lumière naturelle varie en fonction du ciel, elle se compose principalement des rayonnements directs du soleil (cas d'un ciel clair) et des rayonnements diffus du ciel (cas d'un ciel couvert). Pour cela, il faut mettre en œuvre des stratégies pour augmenter l'éclairage intérieur d'un bâtiment doit tenir en compte de cette différence. La lumière directe du soleil fournit un flux considérable facile à capter et à guider, par contre elle est généralement une source d'éblouissement de plus sa disponibilité est occasionnelle et dépend de l'orientation de l'ouverture. D'autre part, la lumière diffuse du ciel est toujours disponible dans toutes orientations. Cela peut causer un petit éblouissement mais il peut se considérer insuffisante selon le cas. **(S. REITER, A. DE HERDE, 2004)**

#### **1.2.1.2 Moment de l'année :**

L'éclairement disponible d'un local se varie en fonction du jour de l'année et ça dû à la différence de l'azimut et la hauteur du soleil d'une journée à une autre et à cause de la course de la terre au tour du soleil. **(A. Liébard, A. De Herde, 2005)**

#### **1.2.1.3 L'heure :**

Dans le cas d'un ensoleillement direct avec un ciel clair, la distribution de la lumière se défaire d'une heure à une autre et d'un endroit à un autre dans une pièce. **(A. Liébard, A. De Herde, 2005)**

#### **1.2.1.4 L'orientation de l'ouverture :**

Selon S. REITER, A. DE HERDE le choix de l'orientation de l'ouverture doit tenir compte de l'organisation des espaces intérieurs, type d'activité, moment d'occupation de la pièce dans la journée et le mouvement du soleil.

- Les ouvertures orientées nord permettent de capter une quantité de lumière égale durant toute l'année qui est engendrée du rayonnement solaire diffus.
- Les ouvertures orientées à l'est et à l'ouest captent une faible quantité de la lumière en hiver par contre, en été est supérieure de celles orientées sud.
- Les ouvertures orientées sud captent un rayonnement solaire maximal en hiver et en mi- saison, aussi il est plus facile de se protéger du soleil au sud.

#### **1.2.1.5 L'inclinaison de l'ouverture**

Afin de capter le maximum de rayonnement solaire direct, l'ouverture doit être aussi perpendiculaire que possible aux rayons solaires. Par contre, dans le cas d'un ciel couvert, la performance d'une ouverture est liée à la partie visible depuis la fenêtre, les ouvertures horizontales sont plus favorables parce qu'elles couvrent un ciel plus large que les ouvertures verticales donc elles apportent plus de rayonnements diffus. Les fenêtres latérales situées sur la façade sud permettent de transmettre un maximum de lumière mais elles peuvent provoquer de l'éblouissement près des fenêtres. Par contre dans le cas des ouvertures zénithales, la pièce sera éclairée par le plafond ce qui limite les risques d'éblouissement, mais en hiver les ouvertures zénithales captent mal les rayons solaires. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004)

#### **1.2.1.6 De l'environnement physique de l'édifice :**

Par l'interaction de différents paramètres, la disponibilité de la lumière dépend essentiellement de l'environnement physique du bâtiment ; la topographie du terrain, les implantations voisines, coefficient de réflexion du sol, de la végétation, etc. Par conséquent, il est important de mesurer l'impact de l'environnement existant sur le nouveau bâtiment lors de la conception, pour bien bénéficier des possibilités de capter la lumière naturelle par le terrain. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004)

#### **1.2.2 Transmettre :**

Transmettre la lumière naturelle permet à optimiser sa pénétration à l'intérieur d'un espace, ce qui nécessite tenir en compte les différentes caractéristiques des ouvertures en termes de dimensions, forme, orientation et les matériaux utilisés. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004)

### 1.2.2.1 Définition et fonctions d'une fenêtre :

Selon le dictionnaire Larousse la fenêtre est une baie comportant une fermeture vitrée, pratiquée dans un mur d'un bâtiment pour permettre l'entrée de la lumière, la vision vers l'extérieur et habituellement l'aération. (**Larousse**)

La fenêtre est un élément architectural qui assure plusieurs fonctions telle que :

- L'éclairage naturel
- Communication visuelle entre l'intérieur et l'extérieur
- Aération d'un local
- La chaleur
- Assurer l'évacuation en cas d'incendie.
- Participe dans l'esthétique de la façade
- Protection contre les intempéries et la chute des personnes.

### 1.2.2.2 Les caractéristiques de l'ouverture

La fenêtre est considérée comme un élément primordial dans l'éclairage naturel d'un bâtiment, elle a un grand nombre de rôle à jouer, c'est pour cela il faut étudier sa conception d'une manière profonde afin d'avoir un confort lumineux à l'intérieur du bâtiment et éviter les phénomènes gênants et les problèmes d'inconfort tels que l'éblouissement. L'orientation, la position, la forme, la taille des fenêtres et d'autres facteur ont un impact direct sur la qualité et la quantité de la lumière du jour qui passe à travers. (**POUFFARY. S, 2015**)

### 1.2.2.3 Dimension de l'ouverture :

L'éclairage naturel est lié à la surface vitrée d'une paroi, notamment lorsque la surface vitrée est grande la pénétration de la lumière naturelle dans ce locale augmente.

Le choix de type, taille et matériau du châssis utilisé à un impact direct sur la quantité de lumière naturelle qui pénètre dans le bâtiment, les châssis réduisent la surface vitrée et absorbent une partie de la lumière. Pour cela un châssis fixe est préférable pour avoir un maximum de lumière naturelle, mais des fois on est obligé d'avoir des fenêtres ouvrantes pour satisfaire les besoins en renouvellement de l'air. (**A. Liébard, A. De Herde, 2005**)

### 1.2.2.4 Forme de l'ouverture :

La forme de la fenêtre a une influence importante sur la répartition lumineuse dans un local, une fenêtre avec une largeur et surface diminue donne une répartition de lumière moins uniforme. Plus une fenêtre est haute plus le fond d'un local est éclairé, une fenêtre haute éclaire en profondeur. Donc l'idéale est de mettre une fenêtre horizontale dont le linteau est élevé. (**A. Liébard, A. De Herde, 2005**)

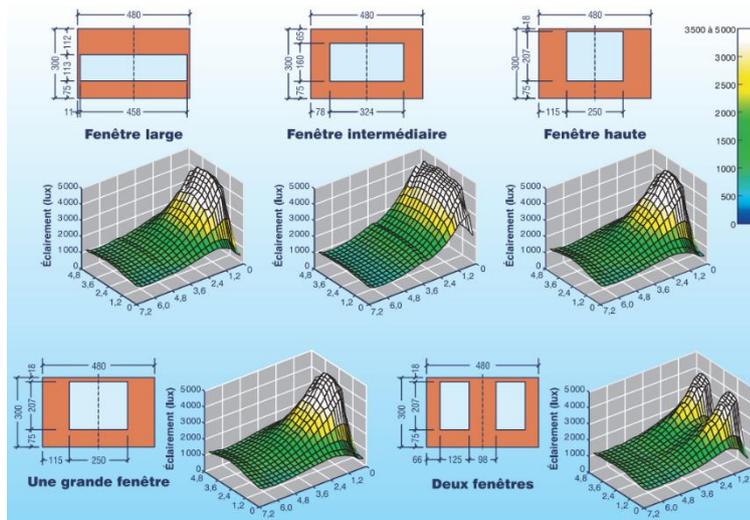


Figure 21 : influence de la forme de l'ouverture sur l'éclairage intérieur.

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

### 1.2.2.5 Position de l'ouverture :

La situation de l'ouverture sur la façade a une influence sur la pénétration de la lumière du jour dans une pièce, pour cela on compare trois fenêtres similaires mais avec des positions différentes (figure 22) :

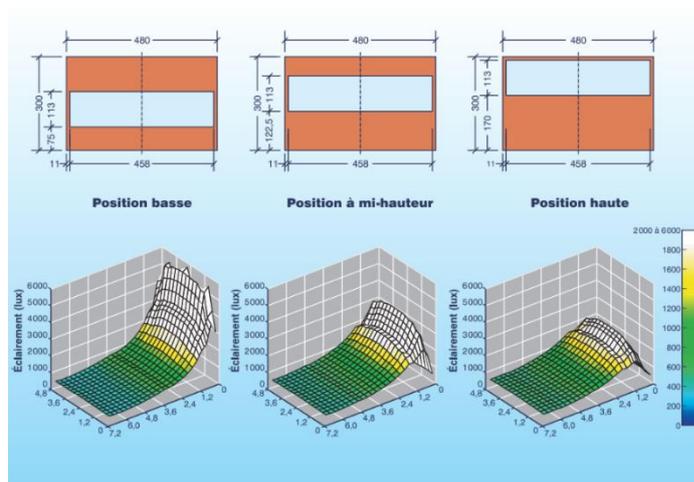


Figure 22 : influence de la position de l'ouverture.

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

Pour une même surface vitrée, l'éclairage change en fonction de la position de fenêtre, donc plus une fenêtre est élevée mieux le fond de local est éclairé. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

### 1.2.2.6 Transparence de l'ouverture :

La surface vitrée de la façade influence sur la quantité et la qualité de la lumière naturelle pénétré dans une pièce et ça dépend de ses caractéristiques :

- Type du vitrage
- Rugosité du vitrage
- Épaisseur du vitrage
- L'état de propreté du vitrage
- Nombre de couches de verres utilisées.

La lumière qui rencontre une paroi vitrée, une partie de la lumière sera transmise, une partie sera absorbée et une autre partie sera réfléchiée, et ça dépendra du type de vitrage utilisé. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

### 1.2.2.7 Les dimensions du local :

#### 1.2.2.7.1 La profondeur d'un local :

Selon A. Liébard, A. De Herde :

- ❖ **Pour une fenêtre classique :** la profondeur de la zone éclairée naturellement est équivalente à 1,5 fois de la hauteur de linteau de la fenêtre par rapport au sol.
- ❖ **Pour une fenêtre orientée sud avec un lightshelf :** la profondeur de la zone éclairée naturellement est peut atteindre 2 fois de la hauteur de linteau de la fenêtre par rapport au sol.
- ❖ **Pour un local éclairé unilatéralement :** les niveaux d'éclairément se baissent après une certaine profondeur, c'est pour cela, il est mieux de limiter sa profondeur.

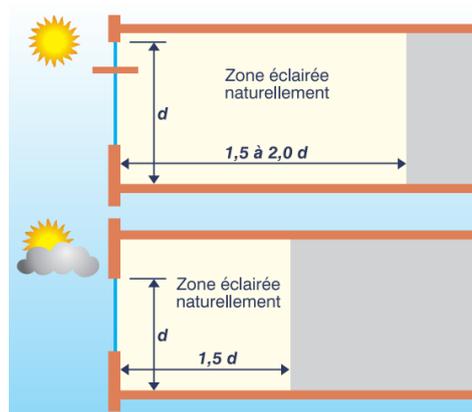


Figure 23 :la profondeur de la zone éclairée naturellement

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

#### 1.2.2.7.2 La largeur :

Tant que le rapport entre la surface vitrée et la surface au sol est constant le niveau d'éclairement est plus élevé dans un local large. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### 1.2.2.7.3 La hauteur sous plafond :

Le niveau d'éclairement est un petit peu élevé dans le cas des locaux avec un plafond plus bas. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### 1.2.2.8 L'aménagement intérieur du local :

La couleur et la nature des surfaces intérieurs (parois et mobilier) affectent directement la lumière naturelle générée par les reflets intérieurs. Par conséquent, pour une meilleure répartition de la lumière il est conseillé d'utiliser des couleurs claires pour tout l'espace. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### 1.2.3 Distribuer :

Consiste à diriger la lumière naturelle dans un bâtiment, afin de la bien répartir d'une manière harmonieuse basé sur le type, la zone et le système de distribution lumineuse, la répartition des ouvertures, matériau de surface locale et l'agencement des parois intérieur. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

#### 1.2.4 Se protéger :

Consiste à utiliser des systèmes de protection solaire pour ce protéger contre les rayonnements lumineux qui présentent des caractéristiques néfastes et afin d'éviter le risque d'éblouissement et d'atteindre le confort visuel souhaité dans un local. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

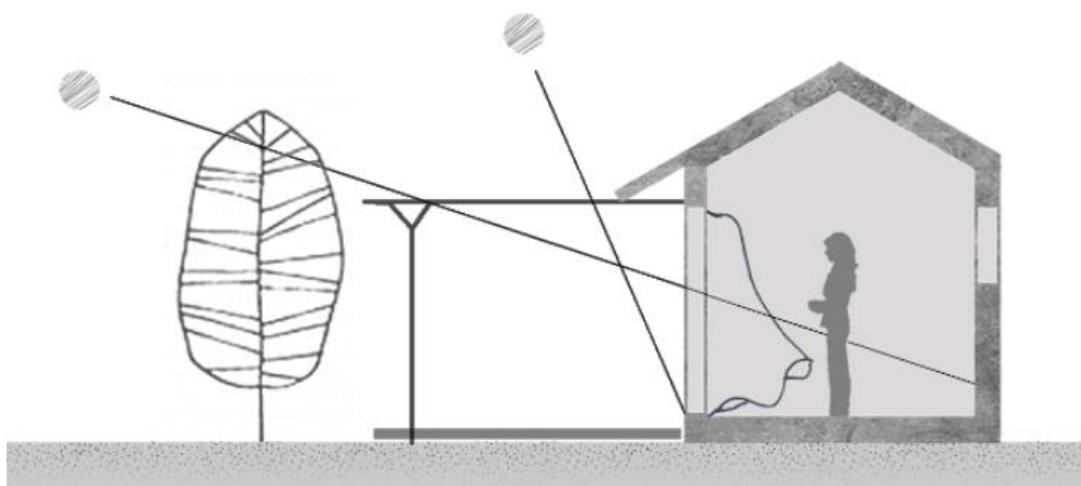


Figure 24 : protéger le bâtiment des rayonnements solaire.

(Source : <http://archipositive.blogspot.com/2016/07/passif-1-lumiere-naturelle.html>)

### 1.2.4.1 Définition de système de protection solaire :

C'est tout corps utilisés pour protéger la façade et les baies vitrées contre les rayonnements solaires. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

### 1.2.4.2 Objectifs de la protection solaire :

La figure montre les différents objectifs de l'utilisation d'une protection solaire :

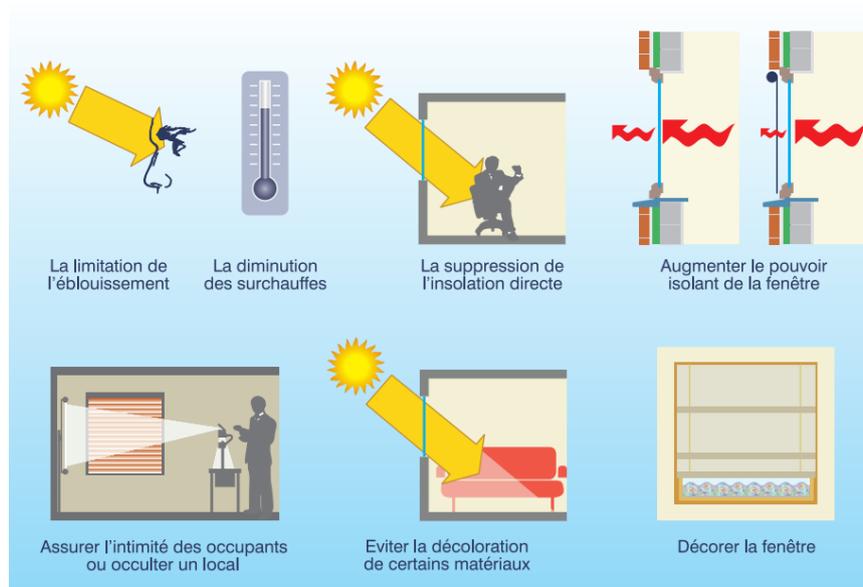


Figure 25 : les objectifs d'une protection solaire

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

### 1.2.4.3 Types de protection solaire :

#### 1.2.4.3.1 Protections solaires extérieures fixes :

##### 1.2.4.3.1.1 La végétation :

La végétation est considérée comme une protection solaire naturelle qui peut être utilisée pour réduire l'exposition de l'ouverture au rayon solaire. A conditions que ces plantations doivent être soigneusement sélectionnée en fonction de leur taille et de leur type. Par exemples la plantation des arbres à feuilles caduques au sud permet de bloquer les rayons solaires à partir du printemps et de laisser passer ces rayons à la fin d'automne. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

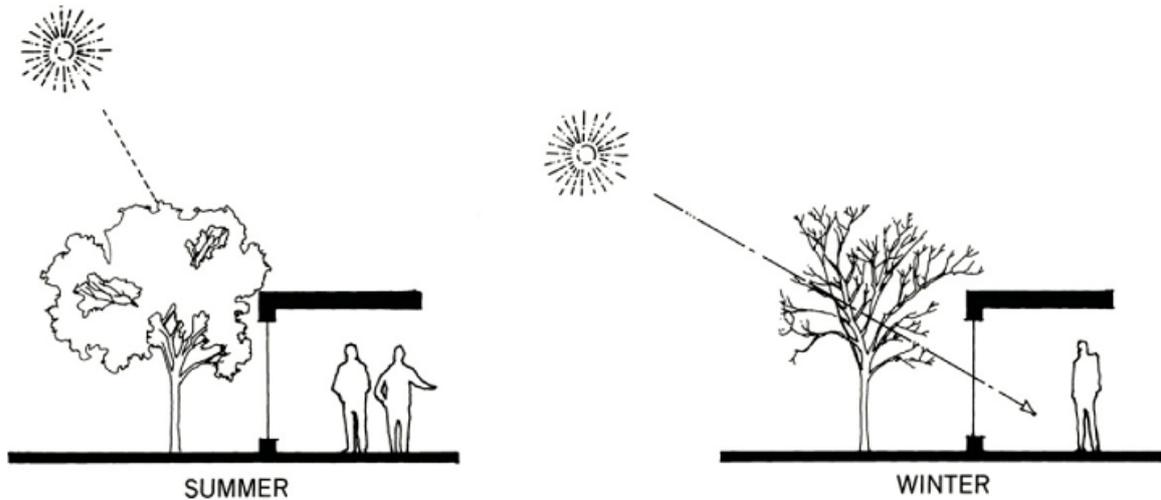


Figure 26 :protection solaires liés à l'environnement

(Source : LECHENER.N, 2014)

#### 1.2.4.3.1.2 Les éléments architecturaux :

Les éléments architecturaux sont des éléments fixes intégrés à la structure du bâtiment, tel que les surplombs de la toiture, les arcades et les balcons, etc. c'est un système de protection solaires qui doit être projetés dès la conception du bâtiment. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

#### 1.2.4.3.1.3 Les dispositifs de protection solaires :

##### A. Protection fixe extérieur :

##### ➤ Protection fixe vertical :

Un système utilisé pour une réduction partielle des rayons solaires côté est et ouest. (B. PAULE, 2007)

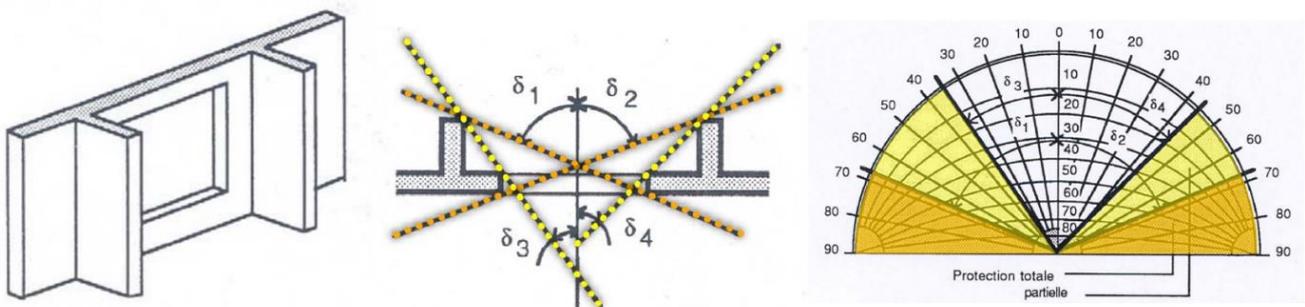


Figure 27 : système de protection solaire fixe vertical.

(Source : B. PAULE, 2007)

➤ **Protection fixe horizontal :**

Un système adapté à une orientation sud ou proche du sud. (B. PAULE, 2007)

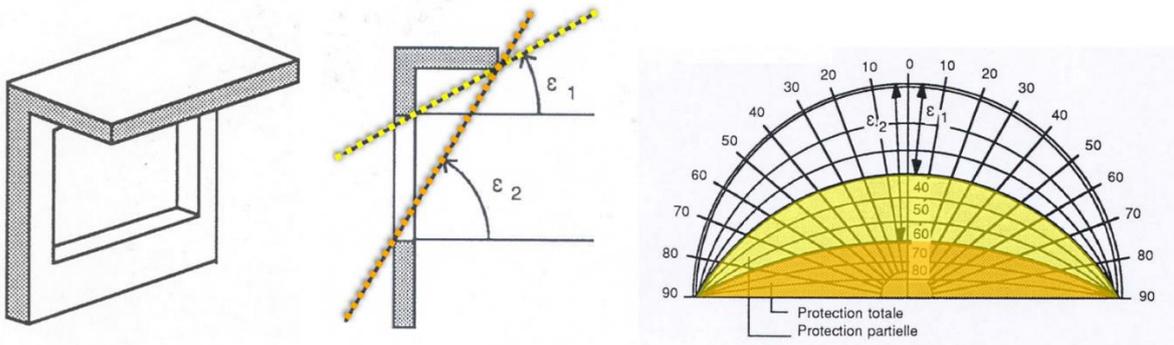


Figure 28 : système de protection solaire fixe horizontal.

(Source : B. PAULE, 2017)

**1.2.4.3.2 Les protections mobiles :**

Sont des protections solaires mobiles qui ont un avantage par rapport aux protections solaires fixes car elles ont une possibilité de réglage selon le besoin en protection contre les rayons en fonction de moment de l'année de la journée et elles sont souvent plus légères. De plus on peut les classer en deux types ; intérieurs et extérieurs. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

**1.2.4.3.3 Les vitrages protecteurs :**

C'est l'utilisation d'un type de verre absorbant et réfléchissant pour réduire la transmission des rayons solaires à l'intérieur tout au long de l'année. Cette solution est utilisée lorsque on ne souhaite pas utiliser des protections solaires fixes ou mobiles. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

**1.2.5 Contrôler :**

Consiste à bien gérer la lumière naturelle dans un local en fonction des besoins des occupants par plusieurs méthodes de gestion de l'éclairage comme l'utilisation des éléments de contrôle amovibles. (S. REITER, A. DE HERDE, 2004).

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous nous sommes focalisés en premier lieu sur les notions de bases de la lumière naturelle, ses sources (sous forme directe ou indirecte), ses grandeurs photométriques, sa forme de propagation dans l'espace, etc. Par la suite nous avons exploré l'éclairage naturel dans le bâtiment, ses types, les dispositifs de chaque type et comment opter pour choisir le type d'éclairage adéquat pour le bâtiment. Enfin nous avons abordé les

différentes stratégies de l'éclairage naturel et les paramètres influant sur chaque type de stratégie.

Nous avons déduit que la lumière naturelle joue un rôle clé dans la conception architecturale en général, et sa disponibilité dans un local dépend de plusieurs paramètres (paramètres liés à l'environnement et des paramètres liés au bâtiment). De plus le choix de système d'éclairage naturel ; latéral, zénithal ou les deux à la fois, dépend en premier lieu aux exigences des occupants dans l'espace, en seconde lieu, il dépend l'implantation, l'environnement immédiat du bâtiment et aussi dépend des caractéristiques géométriques d'un local.

L'ouverture qui est la seule source de l'éclairage naturel d'un bâtiment, joue un rôle essentiel entre l'utilisateur et son environnement extérieur, une réflexion de choix dès sa conception participe à l'amélioration du confort lumineux d'un local et à la satisfaction des usagers. Plusieurs paramètres influent sur le rendement de l'ouverture vis-à-vis de l'éclairage naturel tel que ; l'orientation, sa position, sa forme, sa taille et ses matériaux qui la compose. Parfois l'ouverture peut générer des problèmes d'inconfort, donc la mise en œuvre d'une protection solaire est plus qu'indispensable

## Chapitre 2 : le confort visuel dans l'espace de lecture

### Introduction

La lumière est primordiale dans la vie humaine, car elle nous facilite la vision, le sens le plus utilisé par l'homme parce que 80% à 90% de notre saisie des données est obtenue par la vision, les informations qui proviennent de l'œil sont rapidement traduites. **(HEGGER.M et al, 2008)**

La lumière naturelle est la lumière la plus adaptée à l'œil, elle est l'élément clé qui nous offre la possibilité de voir ce qui nous entoure. Elle a un impact direct sur notre humeur, notre sécurité au travail, notre santé et notre confort visuel.

Ce dernier est l'un des éléments importants du confort des bâtiments. Aujourd'hui le grand défi de la lumière naturelle consiste à capter la lumière naturelle par la suite assurer sa répartition harmonieuse à l'intérieur de l'espace afin d'avoir un environnement lumineux confortable et bien effectuer les tâches quotidiennes en sécurité et sans problèmes, pour cela, il faut bien définir les besoins en lumière naturelle de chaque espace en fonction de plusieurs paramètres qu'on va aborder dans ce chapitre en détail, aussi identifier les différentes normes en terme d'éclairage naturel dans les espaces de lecture pour assurer un bon confort visuel.

### 2.1 Le confort visuel dans l'espace architectural

#### 2.1.1 Définition de l'espace architectural

Avant de définir l'espace architecturale, on essaye de définir l'espace en général, selon l'architecte et le chercheur Paolo ALMADI « *le terme d'espace recouvre un champ d'acceptation extrêmement large qui repose sur des notions formelles et abstraites que sur l'expérience subjective et plus au moins directe de la réalité* ». **(ALMADI.P, 2007)**

Pour l'espace architectural, on peut le définir comme un environnement physique délimité. Jean Cousin définit l'espace architectural comme un espace orienté, généré par des axes dynamiques ; un axe vertical de bas en haut, un axe horizontal va de l'arrière vers l'avant aussi un axe transversal ou l'axe gauche-droite, la matérialisation de ses trois axes forme un espace rectangulaire comme il a dit dans son livre « *la suppression de ces axes par des plans dressés perpendiculairement va créer cette boîte rectangulaire où l'homme apparemment, se sent à l'aise* ». Par contre ces axes peuvent être remplacé par des surfaces plus au moins complexes mais qui peuvent former un volume architectural ou un volume protecteur. Donc « *nous pouvons employer le terme « espace architectural » dès que, d'une certaine manière, nous commençons à délimiter, pour l'homme, la nature* ». **(COUSIN. J, 1980)**

L'espace architectural est un espace superposé sur l'espace naturel, délimité par des murs pour qu'il soit visible et qui permet l'espace naturel d'être habitable. L'espace architectural veut dire l'élaboration de dedans qui est un espace naît entre les murs et délimité, qui permet la naissance de dehors. **(VAN DER LAAN.H, 1989).**

## 2.1.2 Le confort visuel

### 2.1.2.1 Définition du confort

Le confort en général est une notion subjective qui participe à la définition du bien être des occupants, c'est l'ensemble des sensations telle que le confort thermique, le confort acoustique et les confort visuel (ROULET. C.A, 2008)

Selon le psychologue Gabriel MOSER « Le confort est lié aux sentiments, à la perception, à l'humeur et à la situation. Sa définition fait à la fois appel à une approche négative (absence d'inconfort, qui se caractérise par exemple par l'absence de douleur, d'anxiété, ...) et à une approche positive (bien-être, satisfaction). » (MOSER.G ,2009)

Pour cela on constate que les expressions utilisées pour définir le « confort » (sentiment, perception, sensation, bien être) sont des termes qui dépend de satisfaction personnelle de chaque individu.

### 2.1.2.2 Définition du confort visuel

Le confort visuel est un sentiment personnel, qui est en relation avec la quantité, la qualité et la manière de la répartition de la lumière dans un espace, le confort visuel est une situation où l'on peut clairement voir des objets à l'intérieur du bâtiment sans fatigue et sans gêne visuelle dans une ambiance visuelle agréable. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

Selon le syndicat d'éclairage en France, le confort visuel fait référence aux conditions d'éclairage requises pour accomplir une tâche visuelle donnée sans causer de gêne oculaire. (Syndicat de l'éclairage).

### 2.1.2.3 Les paramètres du confort visuel :

Selon Alain Liébard et André De Herde le confort visuel dépend de la combinaison de plusieurs paramètres :

- Paramètres physiques : l'éclairement, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux.
- Caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle.
- Paramètres physiologiques et psychologiques de l'individu.

Pour un avoir un environnement visuel confortable, il est important de prendre en compte les paramètres suivants :

- Le niveau d'éclairement de la tâche visuelle.
- Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace.
- Les rapports de luminance présents dans le local.
- L'absence d'ombres gênantes.
- La mise en valeur du relief et du modèle des objets.
- Une vue vers l'extérieur.
- Un rendu des couleurs correct.
- Une teinte de lumière agréable.

- L'absence d'éblouissement.

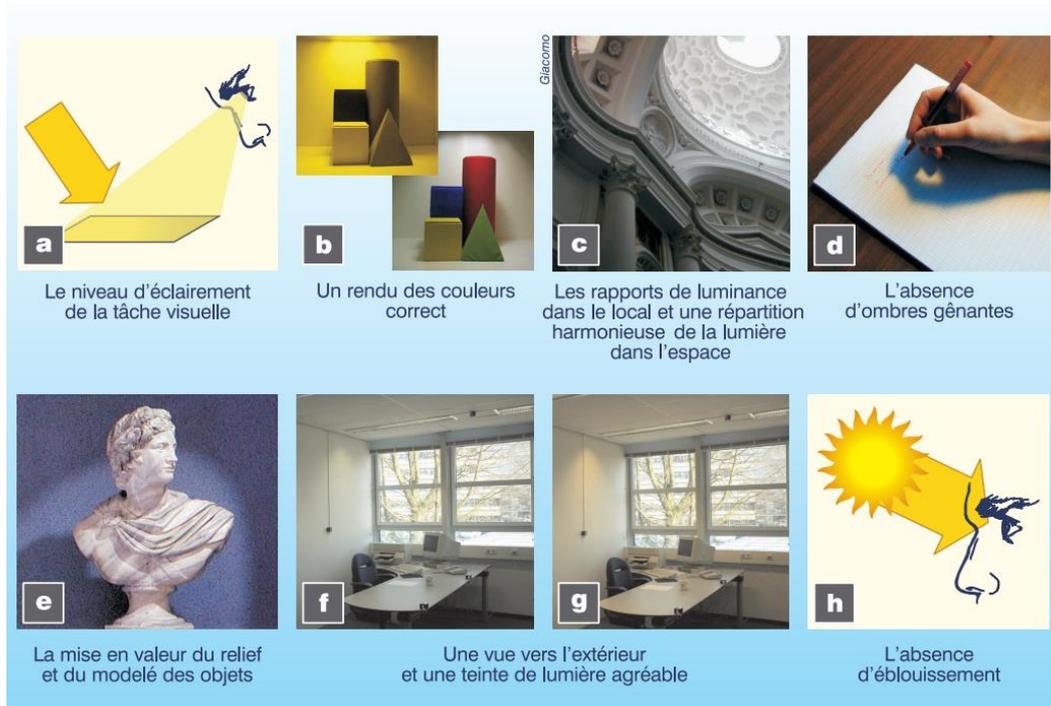


Figure 29 : les paramètres du confort visuel.

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

### 2.1.2.3.1 Le niveau d'éclairage :

La quantité de lumière est représenté par le niveau d'éclairage qui est exprimé en lux, le niveau d'éclairage dépend de la tâche visuelle à exécuter ; chaque tâche visuelle nécessite un niveau d'éclairage différent, par exemple dans les espaces de lecture le niveau d'éclairage sur le plan de travail horizontal ce n'est pas le même que sur l'écran vertical de l'ordinateur.

Selon Alain Liébard et André De Herde « L'éclairage moyen recommandé est généralement fixé selon la fonctionnalité du local et la précision de la tâche visuelle qui doit y être exercée ». Un bon niveau d'éclairage nous permet d'éviter la fatigue visuelle et d'accomplir les tâches sans erreurs (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

<b>Habitations</b>	<b>Éclairage (lux)</b>
<i>(éclairage nécessaire pour les différentes activités)</i>	
Lecture	325
Travail d'écolier	325
Couture	425 à 625
Préparations culinaires et coin bricolage	425

Figure 30 : exemple de l'éclairage moyen dans les différentes pièces d'habitation selon l'AFE.

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

#### **2.1.2.3.2 La distribution lumineuse :**

La distribution lumineuse consiste à utiliser un éclairage adapté au local ni très fort ni très faible pour avoir un éclairage uniforme dans toute la pièce qui va aider à faire les tâches plus facilement et éviter la fatigue des yeux aussi le contraste. La répartition de la lumière à l'intérieur d'un local dépend essentiellement de la répartition des sources de lumière et aussi de coefficients de la réflexion des parois de ce local. Afin de mieux répartir la lumière naturelle dans un lieu de travail nécessitant la lumière du jour, il est recommandé de disposer les plans de travail auprès des ouvertures avec un aménagement des mobiliers réfléchi pour qu'ils ne fassent pas un écran. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### **2.1.2.3.3 L'absence d'ombres gênantes :**

Selon Alain Liébard et André De Herde, ces ombres sont causées par des obstacles entre la source lumineuse et la tâche visuelle. Ces obstacles peuvent entraîner des perturbations au niveau de la vision de l'individu. Pour éviter ce problème, il est recommandé d'éviter les situations suivantes :

- Un éclairage latéral venant du côté droit pour les personnes qui écrivent avec la main droite (figure) ;
- Un éclairage latéral venant du côté gauche pour les gauchers ;

- Un éclairage provenant du dos des occupants

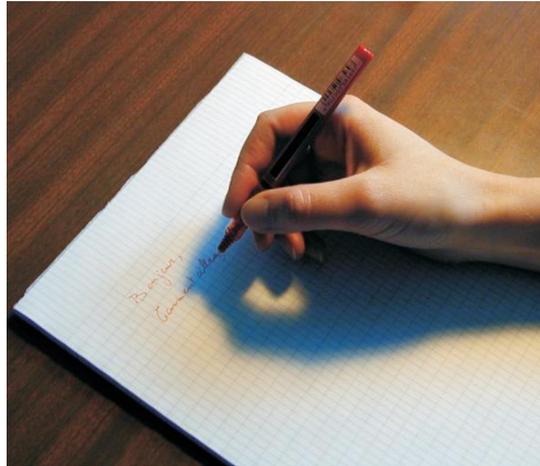


Figure 31 : ombre gênante.

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

#### 2.1.2.3.4 Vue vers l'extérieur :

Les baies vitrées permet d'offrir un double avantage, elles permettent à la lumière naturelle de pénétrer à l'intérieur du bâtiment aussi elles offrent des vues vers l'extérieur pour une meilleure communication intérieur-extérieur. La vue vers l'extérieur est un facteur important qu'on doit le prendre en compte dans l'évaluation du confort visuel dans un bâtiment. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### 2.1.2.3.5 Un rendu de couleurs correct :

La lumière naturelle permet de voir les objets et les couleurs d'une meilleure façon grâce à sa qualité spectrale. Elle représente un spectre visible composée de mélange de plusieurs radiations ce qui forme la lumière dite blanche qui est la seule lumière qui puisse appréciée par l'œil humaine. Donc la couleur de la lumière a une influence directe sur notre perception de la couleur des objets et cela un fort impact sur le confort visuel de l'individu. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### 2.1.2.3.6 Une teinte de lumière agréable :

La couleur de la lumière naturelle varie du matin au soir, d'un type de ciel à un autre et en fonction des conditions météorologiques, elle est toujours considérée comme une référence par laquelle les couleurs sont jugées. La lumière naturelle est considérée comme une couleur réelle. (Derek. P, 2004)

Les rayonnements colorés émises par un objet ont un impact psychologique sur le système nerveux d'un individu. Les couleurs de grande longueur d'onde tel que le rouge et l'orange ont un effet stimulant, alors que les couleurs à une courte longueur tel que le bleu et le violet ont un effet calmant. Pour les couleurs jaune et vert ont une influence équivalente à celle du

blanc, et qui influent favorablement sur la concentration. Tandis que les couleurs foncées tel que le gri ont un effet déprimant. Ces teintes de lumières sont appelées « température de couleur », qu'est exprimé en KALVIN. Cette température permet de classifier une source lumineuse à ; une teinte chaude avec une température inférieure à 3300 °K, une teinte intermédiaire avec une température entre 3300°K et 5000°K et une teinte froide avec une température supérieure de 5000°K. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

### 2.1.2.3.7 Absence de l'éblouissement

L'éblouissement est un phénomène dû à une luminosité excessive à partir d'un rayon lumineux intense dans un champ de vision. Aussi il est provoqué par le passage soudainement d'un espace sombre à un espace lumineux. Ce phénomène provoque une sensation d'inconfort et une gêne visuelle. (R. FLORU,2016)

De point de vue de la source d'éblouissement, on peut distinguer :

- **Un éblouissement direct** : quand il est provoqué par une source lumineuse située sans la même direction que le champ visuel.
- **Un éblouissement indirect par réflexion** : quand il est provoqué par des réflexions des objets lumineux.

De point de vue de ces effets sur la vision, on peut distinguer :

- **Un éblouissement inconfortable** : un phénomène gênant mais sans influence sur la perception visuelle des objets.
- **Un éblouissement d'incapacité** : c'est lorsqu'il agit sur la vision de l'individu juste après l'éblouissement.

## 2.2 L'éclairage naturel dans l'espace de lecture :

La lumière naturelle participe à la fabrication de l'espace architectural quel que soit sa fonction, elle lui donne une ambiance particulière. « *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 réussite de la conception d'espace architectural dépend d'une grande part de la maîtrise de le lumière naturelle. Nous essaierons d'identifier l'influence de la lumière naturelle et de déterminer les exigences des espaces de lecture en termes de l'éclairage naturel pour avoir un environnement visuel confortable.

### 2.2.1 L'espace de lecture :

Un espace de lecture est un espace aménagé dans la bibliothèque pour permettre au public lire les documents sur place et les utiliser comme un support du travail, donc un espace de lecture est équipé de plans de travail. Il est un espace souvent aménagé dans les bibliothèques ou d'autres équipements annexes tel que :

- Les écoles
- Les médiathèques
- Les centres de loisir scientifique
- Les bâtiments d'archives
- Les centres multifonctionnels
- Centres d'échanges entre étudiants
- Centres de formation professionnelle
- Instituts de formation

### 2.2.1.1 Type de tâche visuelle :

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

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

### 2.2.1.2 Normes et dimensionnement de l'espace de lecture :

Pour bien concevoir et organiser l'espace intérieur des salles de lecture il faut suivre certaines normes et règles en termes de dimensions et la disposition des meubles.

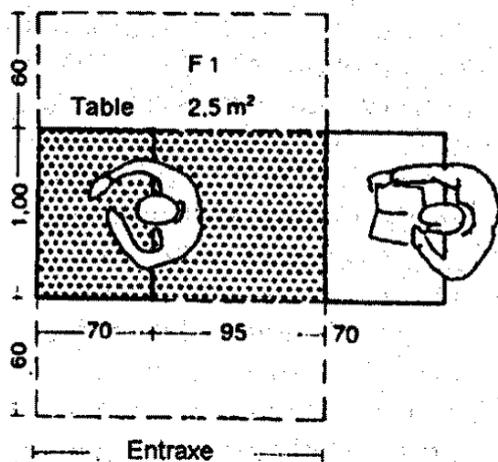


Figure 33 : Surface d'un poste de travail individuel.

(Source : E. Neufert, 2009)

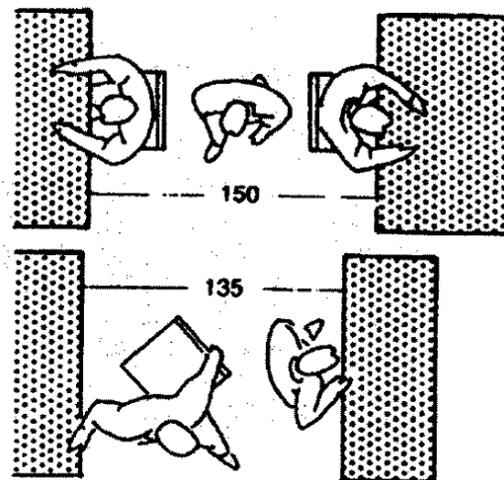


Figure 32 : Espace libre minimal dans le secteur de lecture.

(Source : E. Neufert, 2009)

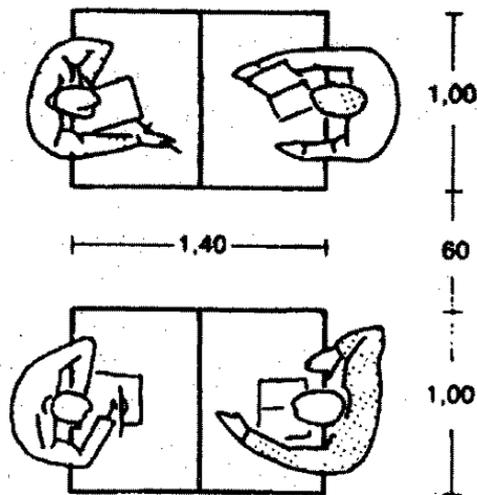


Figure 34 :Distance minimale entre les tables.

(Source : Neufert, 2009)

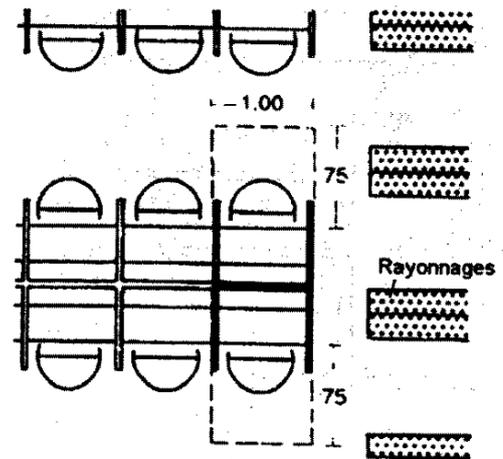


Figure 35 : dimensionnement d'un poste de travail individuel.

(Source : Neufert, 2009)

### 2.2.1.3 Les usagers de l'espace de lecture :

Le problème de l'éclairage dans les espaces de lecture est lié directement aux usagers dont les besoins en éclairage varient d'une personne à l'autre. Ces besoins en éclairage varient en fonctions de plusieurs facteurs tel que le facteur d'âge et le degré de handicap, c'est pour cela il est difficile d'identifier les exigences du usagers bien spécifiques et définitives en matière d'éclairage. (Cantié.P, Lebertois.F, Lupone.L *et al*, 2012)

### 2.2.2 La réglementation et les normes relatives à l'éclairage naturel dans les espaces de lecture :

Nous nous concentrerons sur la réglementation et les normes de l'éclairage intérieur d'espace de lecture. Les réglementations dans le domaine de construction sont Complexes et évolutives, en particulier l'éclairage, dont les règles indiquées par le type d'activité ou de local, doit répondre aux besoins des tâches quotidiennes effectuées dans ce dernier.

Même en ce qui nous concerne, nous intéresserons à l'espace de lecture, mais on va présenter les lois et règlements relative à l'éclairage des lieux de travail en général parce qu'Il y a très peu de normes qui convient à l'espace de lecture. Mais dans la plupart des pays, la législation dans la conception de l'espace de travail prévoit des normes d'éclairage pour des taches similaires que les salles de lecture comme la lecture, l'écriture, dessin ou le travail sur écran.

### 2.2.2.1 L'objectif de la normalisation et la réglementation de l'éclairage :

Selon Hervé LAEDLEIN, la réglementation de l'éclairage dans un bâtiment a pour but d'assurer le confort visuel des occupants ainsi que leur sécurité contre les dangers, fournir à l'occupant des bonnes conditions d'hygiène, assurer la durabilité du bâtiment et ses installations aussi assurer l'économie d'énergie. (LAEDLEIN.H, 1978)

### 2.2.2.2 La réglementation algérienne :

En Algérie, dans le domaine de construction les normes sont établies par des organes officiels de la construction, et la réglementation en termes d'éclairage dans le bâtiment est très rare. L'article 35 du décret exécutif n°91-175 du 28/05/1991, extrait du journal officiel de la république algérienne N° 26, résume les mesures générales applicables aux bâtiments à usage d'habitation mais en aucune instruction relative aux exigences d'éclairage n'est donnée en terme d'éclairage, d'uniformité, ...

- ❖ Chaque pièce principale doit être éclairée et ventilée au moyen d'une ou plusieurs baies ouvrantes dont l'ensemble doit présenter une superficie au moins égale au huitième de la surface de la pièce.
- ❖ Cette disposition n'est pas applicable aux régions situées à une altitude égale ou supérieure à huit cents mètres, ni à la zone sud du territoire national. Un arrêté du ministère chargé de l'urbanisme précisera les conditions requises.
- ❖ Les baies donnant sur une cour fermée surmontée d'un comble vitré ou sur une courette, ne sont pas considérées comme des baies ouvrantes.
- ❖ Les pièces secondaires peuvent se ventiler sur des gaines verticales. -Pour les habitations individuelles à simple rez-de-chaussée, les baies des pièces principales peuvent s'ouvrir sur des cours fermés ou non couvertes de quatre mètres (4 m) sur quatre (4) au minimum.
- ❖ Les baies des pièces doivent être munies de protection efficace contre le rayonnement solaire.
- ❖ La profondeur des pièces principales des logements à simple niveau, mesurée à partir de la face interne de la paroi éclairante, ne peut excéder deux fois et demie la hauteur sous plafond.

En absence des règlements techniques algériens, la circulaire du 15 août 1989 relative à l'application des règlements techniques et des normes de construction permet l'utilisation des normes de constructions étrangères, donc on peut appliquer les règlements et les normes étrangères de l'éclairage sur les bâtiments d'Algérie.

### 2.2.2.3 La réglementation Européenne :

#### 2.2.2.3.1 Textes législatifs

#### - Lois, décrets et arrêtés :

##### ◆ Code de travail :

Art. R. 232-7-1 « L'éclairage est assuré de manière à éviter la fatigue visuelle et les affections de la vue qui en résultent et à permettre de déceler les risques perceptibles par la vue. Les

locaux de travail disposent autant que possible d'une lumière naturelle suffisante ». (**Site aida.ineris.fr**)

Art. R. 4213-1 : « Le maître d'ouvrage conçoit et réalise les bâtiments et leurs aménagements de façon à ce qu'ils satisfassent aux règles d'éclairage prévues aux articles R. 4223-2 à R. 4223-11 ». (**Site aida.ineris.fr**)

Art. R. 4213-2 : « Les bâtiments sont conçus et disposés de telle sorte que la lumière naturelle puisse être utilisée pour l'éclairage des locaux destinés à être affectés au travail, sauf dans les cas où la nature technique des activités s'y oppose. » (**Site aida.ineris.fr**)

Article R 4213-3 : « Les locaux destinés à être affectés au travail doivent comporter à hauteur des yeux des baies transparentes donnant sur l'extérieur, sauf en cas d'incompatibilité avec la nature des activités envisagées. » (**Site aida.ineris.fr**)

Art. R4223-2 : « L'éclairage est assuré de manière à :

Éviter la fatigue visuelle et les affections de la vue qui en résultent

Permettre de déceler les risques perceptibles par la vue. » (**Site aida.ineris.fr**)

Art. R4223-3 : « Les locaux de travail disposent autant que possible d'une lumière naturelle suffisante. » (**Site aida.ineris.fr**)

Art. R 4223-5 : « Dans les zones de travail, le niveau d'éclairage est adapté à la nature et à la précision des travaux à exécuter. » (**Site aida.ineris.fr**)

Art. R 4223-7 : « Les postes de travail situés à l'intérieur des locaux de travail sont protégés du rayonnement solaire gênant soit par la conception des ouvertures, soit par des protections fixes ou mobiles appropriées. » (**Site aida.ineris.fr**)

#### 2.2.2.3.2 Textes normatifs :

Les normes et des recommandations à appliquer dans les bâtiments sont fixé par le Comité Européen de Normalisation prescrit les exigences d'éclairage répondant aux besoins de performance et de confort visuel au travers de la norme européenne.

##### ◆ **La nouvelle norme sur la lumière du jour SN EN 17037** (Minergie)

La norme SN EN 17037 « l'éclairage naturel des bâtiment », une norme adoptée en suisse et applicable dans toute l'Europe, cette norme est établie pour fixer des recommandations minimales en termes de lumière naturelle à l'intérieur des bâtiments afin d'assurer un bon confort visuel selon quatre critères :

- Disponibilité en lumière du jour
- Vues vers l'extérieur
- Exposition à la lumière du soleil
- Protection contre l'éblouissement

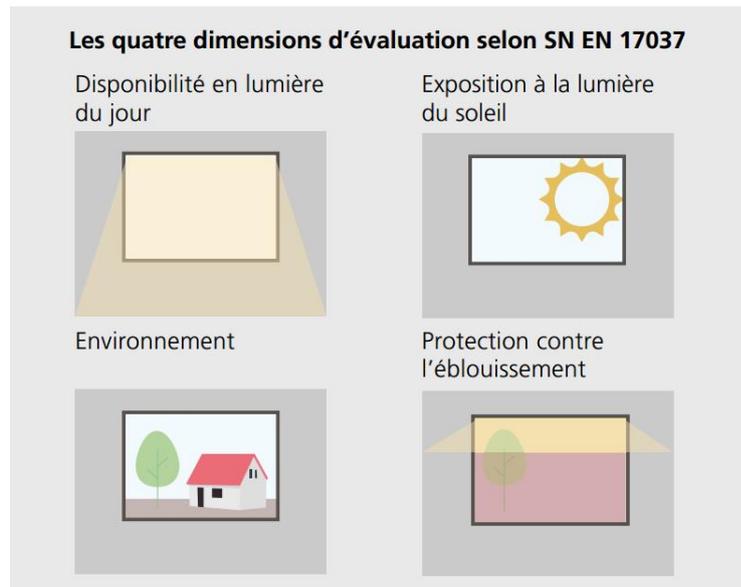


Figure 36 : les critères illustrés dans la norme SN EN 17037.

(Source : Minergie, 2021)

### ◆ NF EN 12464-1

La norme initiale fut rédigée par le groupe de travail 2 du Comité technique TC 169 du Comité européen de normalisation (CEN). Cette norme est la principale norme européenne qui traite l'éclairage des lieux de travail intérieur. C'est une norme qui permet de satisfaire les usagers en terme du confort visuel, (ILNAS, 2011)

### 2.2.3 Exigences d'éclairage dans les salles de lecture :

L'association française de l'éclairage (AFE) définit des recommandations en éclairage intérieur de chaque espace de travail en appuient sur le code de travail et les textes officiels, pour cela le tableau suivant représente les valeurs d'éclairement moyen à maintenir dans quelques locaux en fonction de type d'activité.

<b>Bureaux et locaux administratifs</b>		<b>Éclairage (lux)</b>	<b>Habitations</b>		<b>Éclairage (lux)</b>
Bureaux de travaux généraux		425	<i>(éclairage nécessaire pour les différentes activités)</i>		
Dactylographie		425			
Salles de dessin		850			
<b>Établissements d'enseignement</b>					
Salles de classe		325			
Tableaux		425			
Amphithéâtres		325			
Laboratoires		625			
Bibliothèques, tables de lecture		425			
			<b>Circulation</b>		
			Couloirs, escaliers		80 à 250
			<b>Hôtels</b>		
			Réception, halls		250
			Salles à manger		250
			Cuisines		425
			Chambres et annexes		250
<b>Salles de spectacles</b>			<b>Bâtiments industriels</b>		
Foyer		125	Machines-outils et établis, soudure		250
Amphithéâtres		80	Travail de pièces moyennes		425
Salles de cinéma		40	Travail de petites pièces		625
Salles des fêtes		250	Travail très délicat ou très petites pièces		1250 à 1750

Figure 37 : éclairage moyen à maintenir en fonction d'activité d'après l'AFE

(Source : A. Liébard, A. De Herde, 2005)

## Conclusion

Nous avons traité dans ce chapitre en premier lieu la définition de l'espace architectural en général, en second lieu, nous nous sommes penchés sur la notion du confort visuel dans l'espace architectural et ses différents paramètres. Par la suite nous avons entamé la notion de l'éclairage naturel dans l'espace de lecture, et les différentes normes relatives à ce type d'espace vis-à-vis de l'éclairage naturel.

La lumière naturelle est un matériau qui doit être mise en amont dans la conception de chaque espace de travail et surtout les espaces de lecture, elle doit répondre aux exigences des occupants en terme du confort visuel, grâce à l'interaction de multiples paramètres sur le plan physiologique et psychologique de l'individu, et en suivant des normes et une réglementation spécifique à l'éclairage naturel établies pour ce type d'espace. Plusieurs recherches ont été réalisées sur l'éclairage naturel intérieur dans les espaces de travail, ont confirmé que la lumière naturelle est indispensable à l'espace architectural, car elle agit sur le comportement et le rendement de l'individu.

## Chapitre 3 : Cas d'étude et méthodologie de recherche.

### Introduction :

Nous avons vu dans les chapitres précédents l'ensemble des concepts liés à cette recherche, dans la partie qui va suivre nous allons procéder à la mise en opération de la problématique, ce chapitre définira la méthodologie par le biais de laquelle nous comptons explorer la première partie de la problématique, nous présenterons aussi un cas d'étude qui sera aussi un exemple à analyser pour le projet fin d'étude.

### 3.1 Description de la méthodologie de la recherche

#### 3.1.1 Définition de la technique d'expérimentation

La partie pratique de cette recherche est basée sur deux méthodes de recherche complémentaires, une première méthode empirique qui mettra en exergue les divers résultats quantitatifs obtenus grâce à des mesures in situ à l'aide d'un luxmètre, et à un logiciel de simulation, et ceci dans un cadre où les paramètres du confort visuel de nos cas d'étude seront quantifiés et comparés aux valeurs normalisées par des spécialistes dans le but de voir où en est ce dernier par rapport aux normes internationales.

Vient s'ajouter à cela les résultats qualitatifs et subjectifs de la deuxième méthode qui est l'enquête mise en place par la technique de questionnaire. Cela nous donnera les appréciations personnelles de chaque sujet d'un échantillon représentatif dans le but de confirmer ou d'infirmer les résultats de l'expérimentation sur terrain.

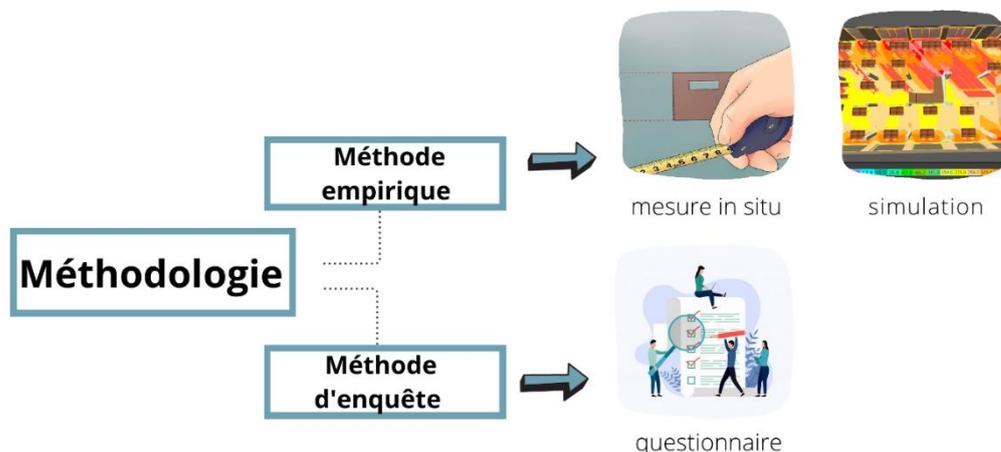


Figure 38 :organigramme montrant la technique d'expérimentation.

(Source : auteur,2021)

### 3.1.2 Travail sur terrain :

Pour mieux comprendre le comportement des usagers et évaluer quantitativement le confort visuel dans les salles de lecture, une campagne de mesure d'éclairement in situ a été effectuée à l'aide d'un instrument tout en suivant un protocole qui sera expliqué en détail.

#### 3.1.2.1 Instrumentation

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 été effectuée par une application téléchargeable sur le smart phone (Samsung Note 9) nommé « light meter » qui se fonctionne comme un luxmètre et cela dû aux manques de l'instrumentation.



Figure 39 : light meter.

(Source: play store,2021)

#### 3.1.2.2 Les conditions de ciel:

Les prises de mesures ont été effectuées sous un ciel clair, car c'est le type de ciel le plus dominant dans les villes méditerranéennes.

#### 3.1.2.3 Protocole des mesures :

- ❖ Les mesures d'éclairement lumineux ont été effectuées in situ pendant la saison de printemps en une seule journée durant (29 avril 2021).
- ❖ Lors de la prise de mesure, nous avons effectué les mesures à trois horaires différents de la journée pour chaque journée : à 09h, à 12 et à 16h 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 été effectuer à l'intérieur de notre cas d'étude pour un plan utile situé à 80 cm de niveau de plancher pour chaque point

suisant un quadrillage. La campagne de mesure a été effectuée sous un ciel dégagé durant une journée de la période de printemps.

- ❖ Le choix de la journée été en fonction de nébulosité (type de ciel).
- ❖ Lors de la prise de mesure l'éclairage artificiel été hors tentions et les rideaux ont été complètement ouvert pour ne pas avoir une influence sur nos mesures de l'éclairément de la lumière naturelle.

### 3.1.2.4 Choix des points de mesures

On a effectué une série de prises de mesures d'éclairément ponctuel dans l'espace intérieur de notre cas d'étude suisant un quadrillage ou une « grille de mesure » selon les dimensions et les caractéristiques géométriques de la salle de lecture.

Le choix des points de mesure sont engendrés d'une grille de :

- 1m entre un point et un autre dans le sens transversal ;
- 1m entre chaque point dans le sens longitudinal.

### 3.1.2.5 Traitement des résultats des prises de mesures :

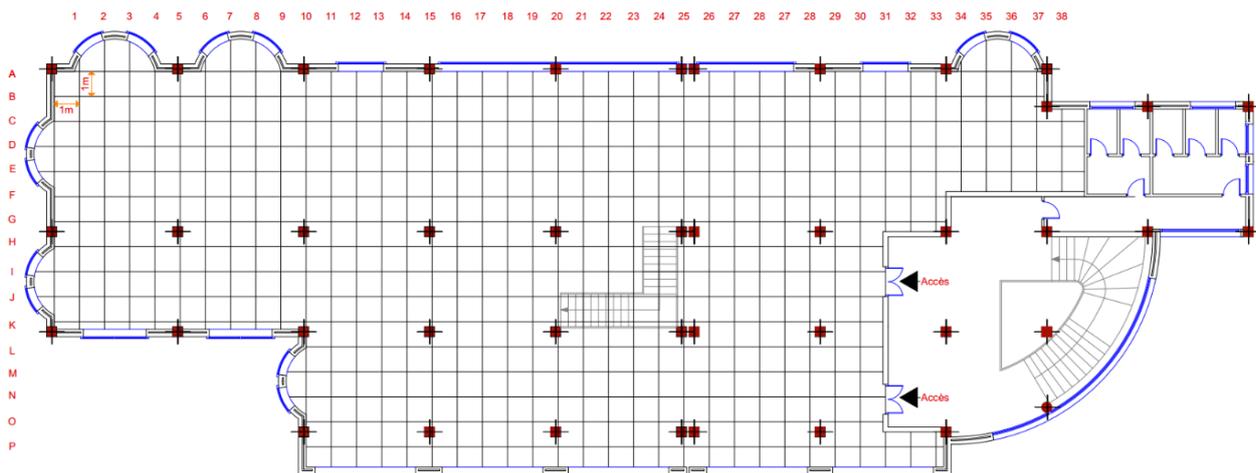


Figure 40 : grille de mesure.

(Source : BET technique et économique de la wilaya de Bejaïa traité par l'auteur, 2021.).

Les résultats des prises de mesures d'éclairément intérieur horizontales ont été effectuées d'une manière ponctuelle, apartir de ces mésures ponctuelles on a pu dessiner les iso luxes de la salle de lecture à l'aide d'un logiciel numérique « Archicad 21» on utilisant la commande hachure.

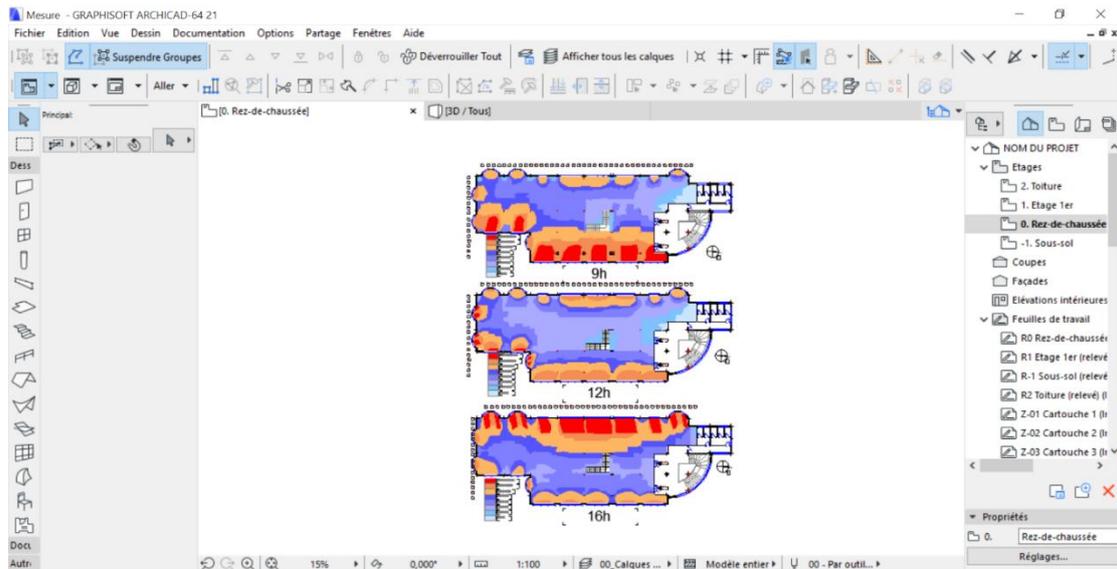


Figure 41 : dessin des iso luxes de la salles de lecture.

(Source : auteur par Archicad 21)

### 3.1.3 Simulation :

Selon **Guillaume Dubois**, en général « *Une simulation est l'action de faire un test avec un modèle.* » (**G. DUBOIS, 2016**)

La technique de simulation est une composante essentielle de la conception architecturale depuis sa création. (**Lebahar, 1983**). Donc la simulation est primordiale dans la conception architecturale pour bien comprendre les phénomènes physiques.

#### 3.1.3.1 La simulation numérique de l'éclairage :

La simulation numérique de la lumière nous permet de représenter la disponibilité de la lumière naturelle ou artificielle virtuellement dans un local à l'aide d'un logiciel numérique. (**Vincent Tourre, 2009**)

La simulation numérique de l'éclairage prend une place importante dans le domaine du bâtiment et de la gestion de l'éclairage en général, dans le but d'améliorer la qualité de la lumière et minimiser la consommation de l'énergie. La simulation numérique d'éclairage a connu ces dernières années une forte évolution, accompagnée par une large gamme de logiciels disponible sur le marché mondial, avec des méthodologies différentes. (**F. MAAMARI, 2004**).

Pour notre cas, le recours à la simulation numérique est dû à la durée limitée de la recherche, car il était presque impossible d'effectuer les prises de mesures sur terrain pour toutes les saisons de l'année donc on a opté pour la simulation numérique de l'éclairage intérieur de

notre cas d'étude à l'aide d'un logiciel de simulation d'éclairage pour que nous puissions évaluer les ambiances intérieures quantitatives de la salle de lecture.

### 3.1.3.2 Présentation du logiciels DIALux Evo :

Le logiciel DIALux est un produit créé par une entreprise allemande « DIAL GMBH" plateforme de services pour les techniques du bâtiment et de l'éclairage fondée en 1989. DIALux est apparu en 1994 pour la première fois. C'est un logiciel totalement gratuit.

La version DIALux EVO est plus récente qui été développé en 2012, qui nous donne plus d'avantages que la version classique. Il permet de :

- Calculer l'éclairage naturel et artificiel ;
- Calculer l'éclairement, le facteur lumière du jour et la luminance ;
- Ciel clair, moyen et couvert
- Modalisation d'une pièce simple ou un bâtiment complet à des étages avec son contexte extérieur ;
- Réaliser des études d'ombrage ainsi que des rendus ;
- Visualisation d'une représentation 3D du projet sous forme de rendu réel ;
- Bibliothèque de mobilier évolutive ;
- Choix des textures du mobilier et des parois ;
- Choix des matériaux des ouvertures ;
- Importer des modèles 3D depuis revit ;
- Importer des plans de formats DXF et DWG ;
- Importer des fichiers d'images ;
- Planifier des scènes extérieures individuelles comme des espaces verts, des chemins, des places de parking ou l'éclairage routier ;
- Obtenir des informations sur la répartition de la lumière au moyen de graphiques de valeur et de fausses couleurs.

### 3.1.3.3 Les étapes de la simulation

#### 3.1.3.3.1 Interface de démarrage

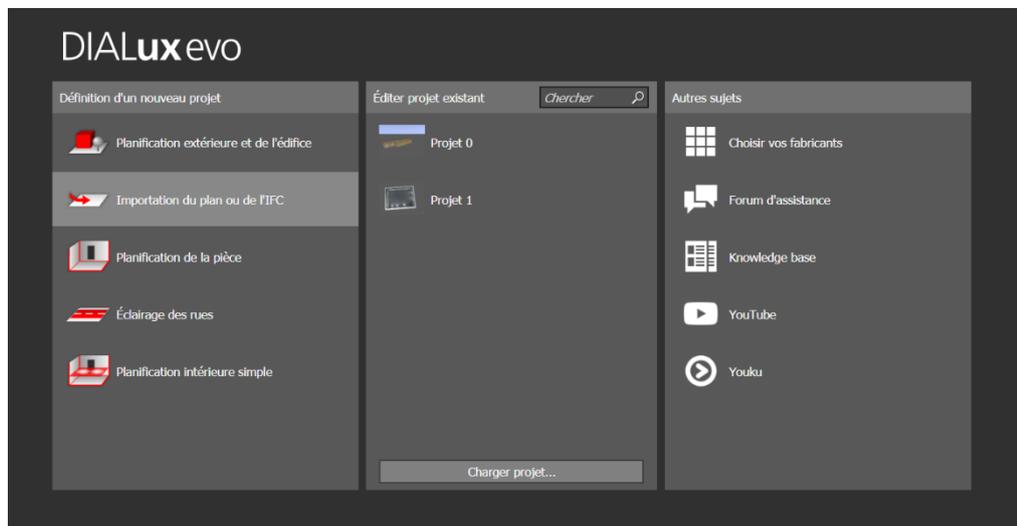


Figure 42 : interface de démarrage du logiciel dialux evo

(Source : auteur par dialux evo)

Le menu de démarrage est composé essentiellement de trois colonnes :

- La première colonne est réservée pour la création d'un nouveau projet en choisissant un mode selon le projet :
  - Planification extérieure et de l'édifice
  - Importation du plan ou de l'IFC
  - Planification de la pièce
  - Eclairage des rues
  - Planification intérieur simple
- La deuxième colonne est réservée pour éditer un projet déjà existant ;
- La dernière colonne faite pour tout ce-qui-est de l'aide.

#### 3.1.3.3.2 Importation d'un plan DWG :

Dans notre cas on va modéliser le bâtiment à partir l'importation d'un plan DWG en suivant les étapes suivantes :

- ❖ **Etape 01** : Cliquer sur importer du plan
- ❖ **Etape 02** : Sélectionner le plan qui nous convient
- ❖ **Etape 03** : Une fois le fichier s'ouvert on dessine l'origine de l'axe du projet

❖ **Etape 04** : Déterminer l'échelle de dessin.

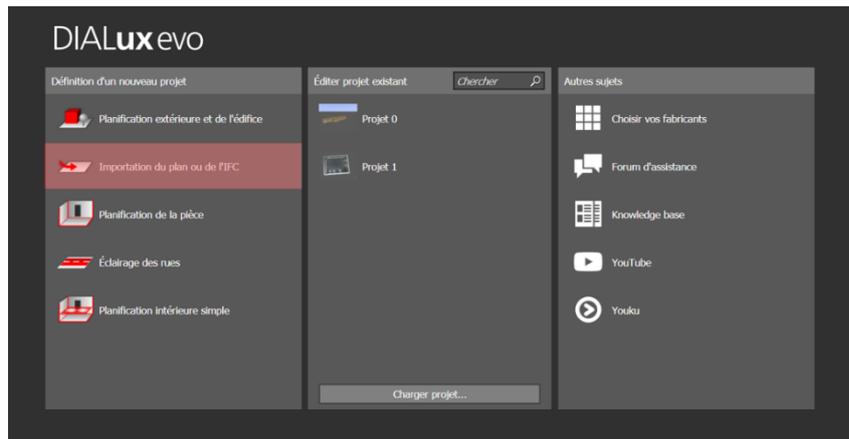


Figure 44 importation d'un plan DWG.

(Source : auteur par dialux evo)

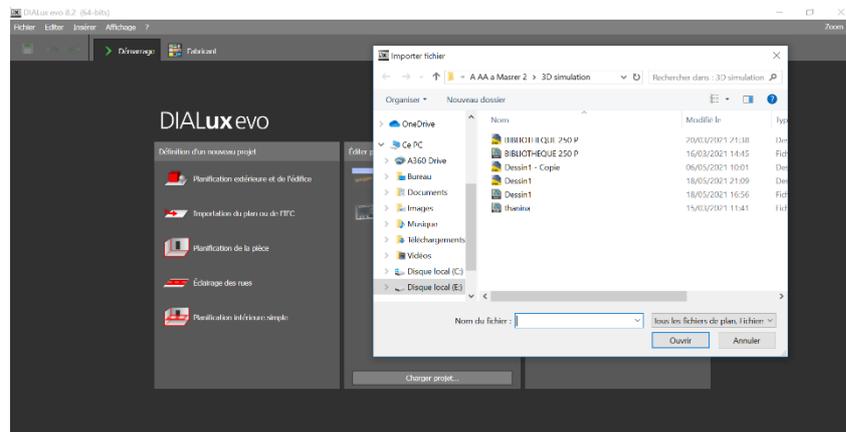


Figure 45 : sélection du plan.

(Source : auteur par dialux evo)

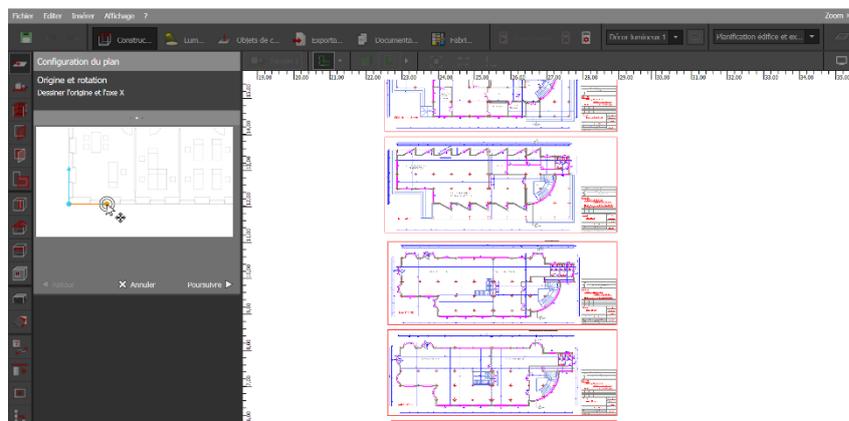


Figure 43 : dessin de l'origine de l'axe du projet.

(Source : auteur par dialux evo)

### 3.1.3.3 Positionner l'orientation du nord du le plan :

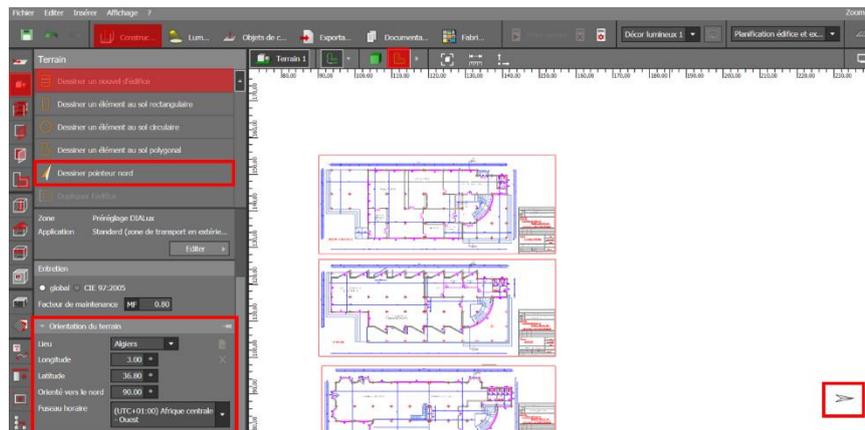


Figure 46 :les étapes pour positionner le nord.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖ Etape 01 : Passer en mode construction ;
- ❖ Etape 02 : passer au sous mode terrain ;
- ❖ Etape 03 : sélectionner l'outil vue du plan d'ensemble
- ❖ Etape 04 : sélectionner l'outil dessiner pointeur nord
- ❖ Etape 05 : positionner l'orientation nord sur le dessin

### 3.1.3.4 Modéliser l'édifice

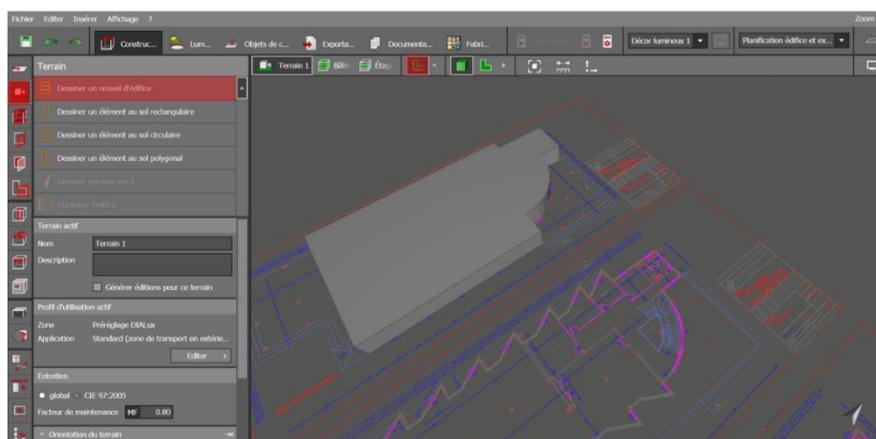


Figure 47 :dessin du contour extérieur du bâtiment.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖ Etape 01 : Passer en mode construction ;
- ❖ Etape 02 : passer au sous mode terrain ;
- ❖ Etape 03 : sélectionner l'outil vue du plan d'ensemble
- ❖ Etape 04 : sélectionner l'outil dessiner un nouvel bâtiment
- ❖ Etape 05 : dessiner le contour extérieur du bâtiment

- ❖ Etape 06 : passer au sous mode construction d'étages et d'édifices
- ❖ Etape 07 : sélectionner l'outil dessiner une nouvelle pièce
- ❖ Etape 07 : dessiner les pièces intérieures du bâtiment
- ❖ Etape 08 : rajouter les autres étages en cliquant sur l'outil « nouvel étage vide »
- ❖ Etape 09 : suivre les mêmes étapes pour modéliser les autres étages ;
- ❖ Etape 10 : positionner les ouvertures

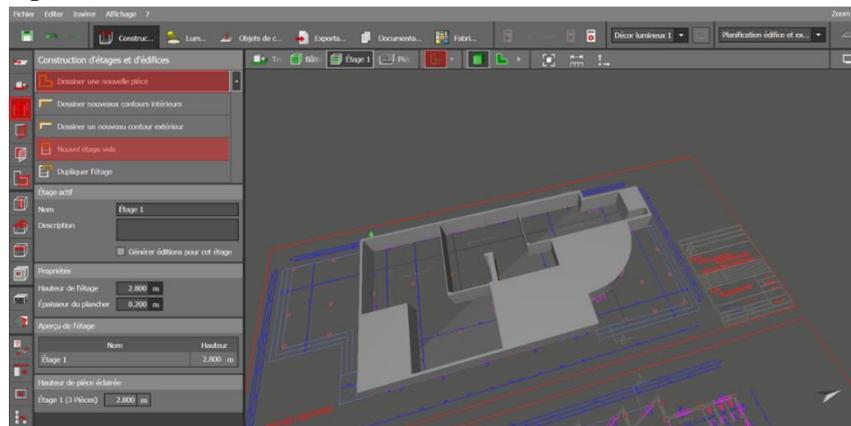


Figure 48 : dessin des pièces intérieures du bâtiment.

(Source : auteur par dialux evo)

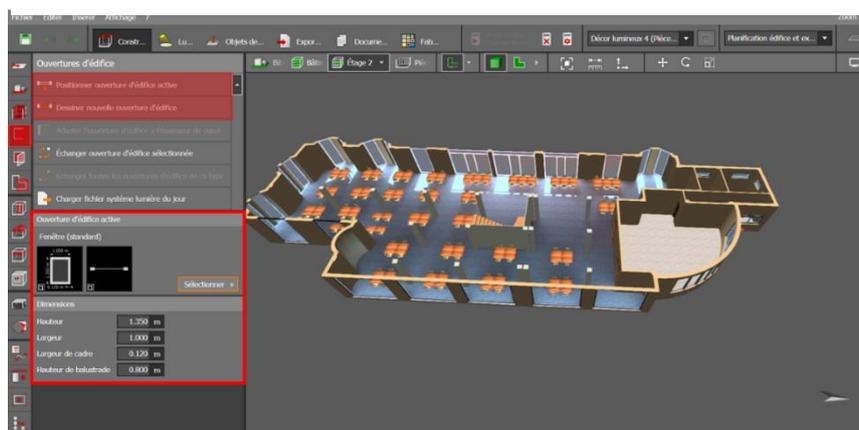


Figure 49 : positionner les ouvertures.

(Source : auteur par dialux evo)

### 3.1.3.3.5 Modéliser l'environnement immédiat

- ❖ Etape 01 : Importer le plan de masse ;
- ❖ Etape 02 : Passer en mode construction
- ❖ Etape 03 : passer au sous mode terrain ;
- ❖ Etape 04 : sélectionner l'outil dessiner un nouvel bâtiment pour dessiner les bâtiments environnants

- ❖ Etape 05 : sélectionner l'outil dessiner un de sol pour dessiner les différents éléments du sol ;

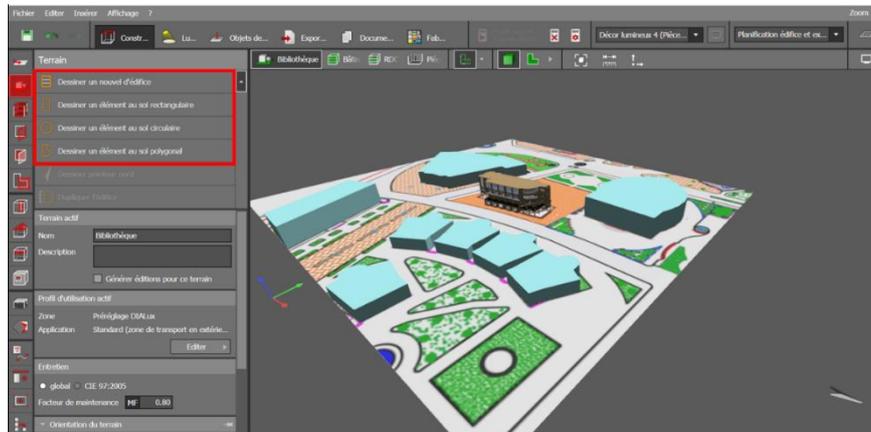


Figure 48 : les étapes de la modélisation de l'environnement immédiat du projet.

(Source : auteur par dialux evo)

### 3.1.3.3.6 Vérification préliminaire

Avant de lancer un calcul de la lumière naturelle, il faut tout d'abord confirmer que les ouvertures du bâtiment permettent de capter la lumière du jour, et d'activer l'option [Important pour la lumière du jour]

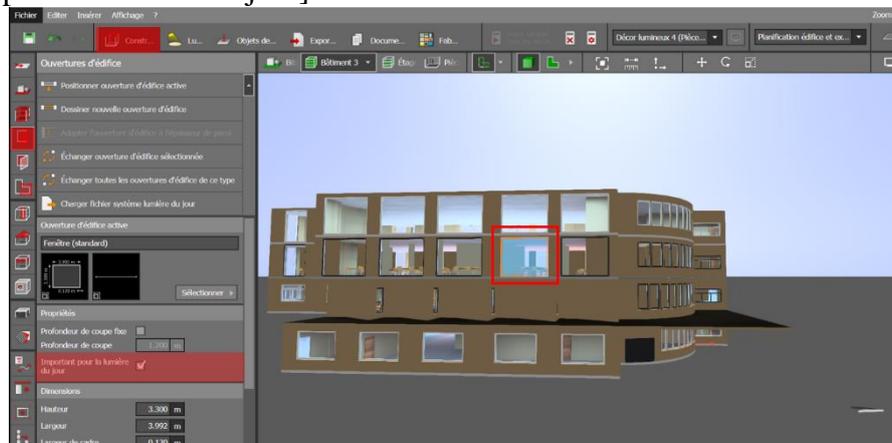


Figure 49 : vérification préliminaire des ouvertures.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖ Etape 01 : Passer en mode construction ;
- ❖ Etape 02 : passer au sous ouverture d'édifice ;
- ❖ Etape 03 : sélectionner une ouverture de bâtiment ;
- ❖ Etape 04 : vérifier que l'onglet [Important pour la lumière du jour] est sélectionné.

### 3.1.3.3.7 Choisir le type de ciel, la journée et l'heure :

- ❖ Etape 01 : Passer en mode lumière ;

- ❖ Etape 02 : passer au sous mode scènes d'éclairage ;
- ❖ Etape 03 : sélectionner le type de ciel
- ❖ Etape 04 : sélectionner la date et l'heure

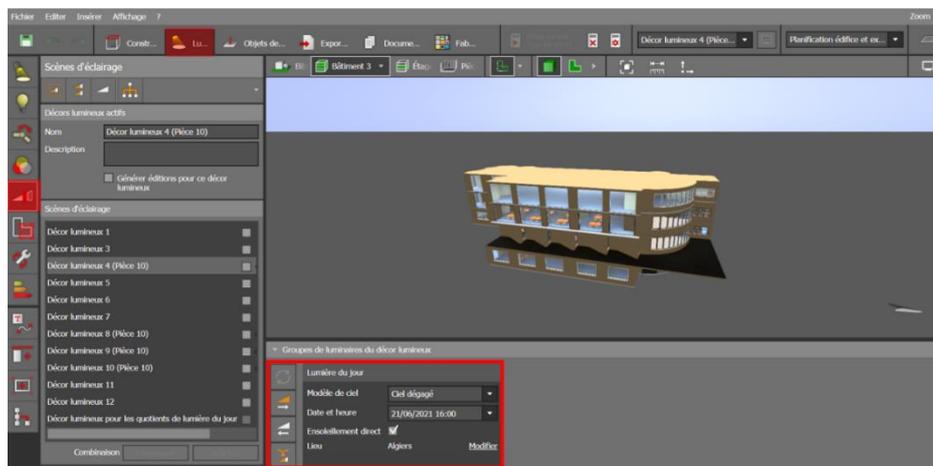


Figure 50 : choisir le type de ciel.

(Source : auteur par dialux evo)

### 3.1.3.3.8 Les résultats des calculs :

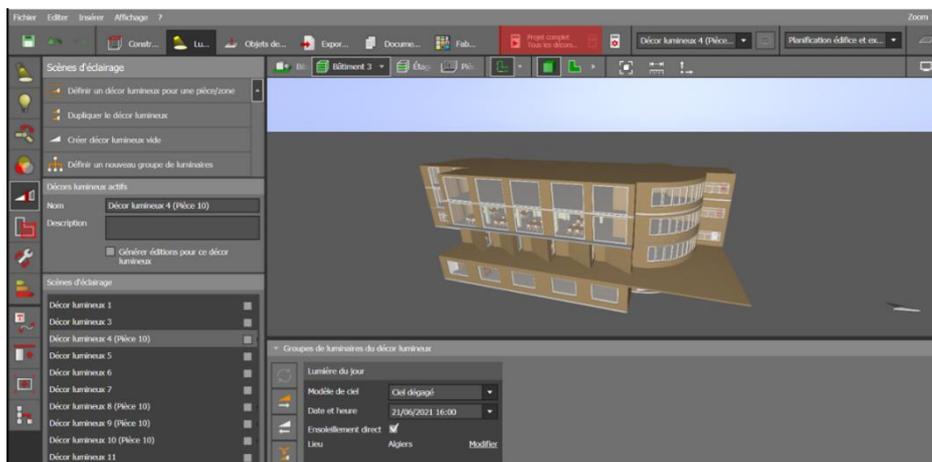


Figure 51 : démarrer les calculs.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖ Etape 01 : cliquer sur l'angle « démarrer le calcul »
- ❖ Etape 02 : une fois le calcul est terminé, on passe au mode objets de calcul
- ❖ Etape 03 : passer au sous mode plans utiles
- ❖ Etape 04 : choisir la hauteur du plan utile ;

- ❖ Etape 03 : choisir un mode d'apparition des résultats (courbes isophotes, fausses couleurs ou numérique).

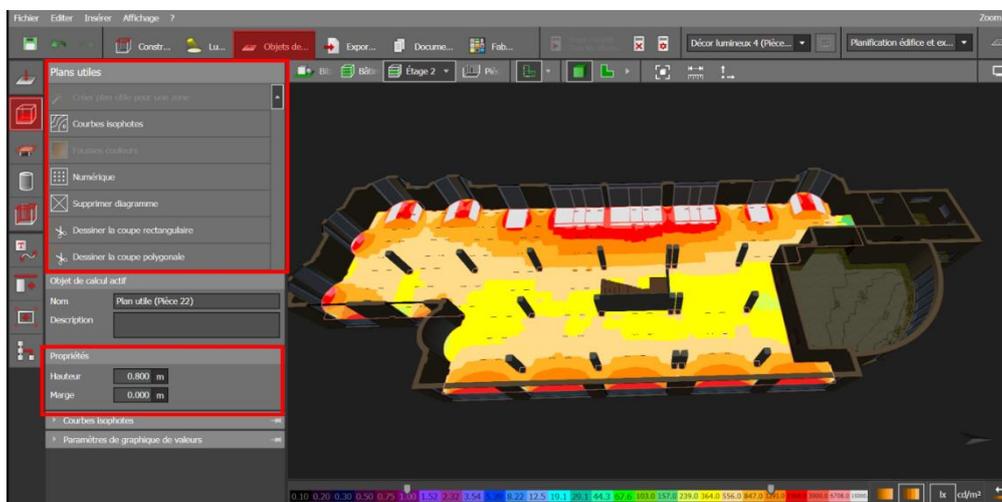


Figure 52 : résultats de simulation.

(Source : auteur par dialux evo)

### 3.1.3.4 Les conditions de simulation

- **Type de ciel :** les simulations ont été effectuées sous un ciel dégagé.
- **Moment de l'année :** jour de l'équinoxe (le 21 mars/septembre), jour de solstice d'été (le 21 juin) et jour de solstice d'hiver (le 21 décembre).
- **L'heure :** les simulations ont été effectuées en trois moment de la journée.
- **La hauteur du plan utile :** 80cm
- **Caractéristiques de vitrage :**
  - ◆ **Type de verre :** simple vitrage transparent.
  - ◆ **Facteur de transmission :** 90%
  - ◆ **Type de châssis :** fenêtres mur rideau en aluminium à vantaux certaines fixes, et autres ouvrants à projection.

### 3.1.4 L'enquête par questionnaire :

La technique que nous avons utilisée pour la collecte des données auprès des usagers de notre cas d'étude, est celle du questionnaire qui va nous permettre d'évaluer qualitativement la satisfaction, les préférences et le comportement des occupants de la salle de lecture.

#### 3.1.4.1 Définition du « questionnaire » :

Le questionnaire est un moyen de prise d'information utilisé pour expliquer et comprendre des faits. Le questionnaire est une technique collective, et le nombre des éléments collectés qui donne la validité du questionnaire et rend les données considérées comme vraies. L'élaboration du questionnaire évite de tomber dans le piège de la subjectivité. (Vilatte, 2007)

L'enquête par questionnaire est une technique utilisée pour recueillir des données auprès d'une population ou un groupe de cette population, de la manière la plus facile par une série de questions. (M. HAP,1990).

#### **3.1.4.1.1 Définir la population de l'enquête :**

La population de l'enquête est l'ensemble des individus sur lesquels on souhaite collecter des informations et qui possèdent tous des caractéristiques en commun. (M. HAP,1990).

Dans notre cas la population de la recherche est l'ensemble des étudiants de faculté de médecine de l'université de Bejaïa.

#### **3.1.4.2 L'échantillon représentatif du questionnaire :**

**Selon Michel HAP** « *l'échantillon est l'ensemble des personnes à interroger au moyen de l'enquête et faisant partie de la population prédéfinie* » (M. HAP,1990).

Dans notre cas, l'enquête par questionnaire est basée de l'étude d'un échantillon représentatifs composé de 48 personnes extrait d'une population cible, la population prise en compte dans notre enquête est celle des étudiant de la faculté de médecine de l'université de Bejaia.

#### **3.1.4.3 Description du questionnaire :**

Nous avons utilisé la technique de l'enquête par questionnaire auprès des occupants de la salle de lecture dans le but de savoir leur appréciation et pour bien évaluer l'environnement physique de cet espace.

Le questionnaire contient globalement 28 questions, la majorité des questions sont fermées soit à choix binaire ou multiple, avec quelques questions ouvertes (pour donner la chance aux individus d'exprimer leur idées). Il est composé essentiellement de deux parties :

- **Une première partie** : comporte des questions qui concerne l'utilisateur comme le sexe, l'âge, le groupe d'utilisateur, la durée de fréquentation de la salle de lecture, etc.
- **Une deuxième partie** : comporte des questions sur l'usage de l'éclairage naturel dans l'espace de lecture, la répartition de la lumière dans l'ensemble de l'espace, niveaux d'appréciation de la présence de la lumière naturelle, niveaux de gêne, les problèmes d'inconfort qu'on peut fréquenter, etc.

## 3.2 Présentation du cas d'étude :

### 3.2.1 Situation et organisation :



Figure 53: Vue satellite sur la situation de la bibliothèque 250 places au campus d'Aboudaou.

(Source Google earth, 2020)

Notre cas d'étude est la bibliothèque 250 places situé au campus d'Aboudaou de l'Université de Bejaia, qui est une bibliothèque universitaire destiné aux étudiants de la faculté de médecine au campus d'Aboudaou de l'université Abderrahmane mira de Bejaia, conçue en juillet 2006 par l'architecte Khima Sofiane du bureau d'études techniques de la wilaya de Bejaia elle fait partie de la tranche 2000 places pédagogiques. Sa capacité d'accueil est de 250 places.

La bibliothèque est implantée dans le côté ouest de l'université, avec une surface au sol d'environ 1000 m<sup>2</sup> et un gabarit de R+3.

Le rez-de-chaussée est composé principalement d'un espace d'accueil (espace d'information et d'orientation), espace de stockage et de traitement des livres, banquet de prêt et un atelier de reliure.

Le 01<sup>er</sup> étage est dédié pour l'administration et un espace de lecture pour les enseignants.

Le 02<sup>ème</sup> étage est réservé pour une salle de lecture pour étudiants.

Le 03<sup>ème</sup> étage est réservé pour une salle informatique.

### 3.2.2 Orientation et ensoleillement :

La bibliothèque est bien ensoleillée, avec trois façades orientées Est, ouest et sud.



Figure 54 : ensoleillement de la bibliothèque.

(Source : <https://www.sunearthtools.com/>)

### 3.2.3 Description des façades :

Les façades de la bibliothèque sont pratiquement identiques sur tous les côtés, dans la composition et le traitement, toutes les façades ne possèdent aucune protection solaire



Figure 55 : la façade principale de la bibliothèque.

(Source : auteur, 2021)

### 3.2.4 Le choix du cas d'étude :

Le choix de la salle de lecture est dû à la fréquentation quotidienne de la salle de lecture par les étudiants, aussi nous avons sélectionné cette salle de lecture à cause des conditions lumineuses les plus défavorable ;

- L'emploi important des surfaces vitrées
- L'orientation du bâtiment (est, sud et ouest)
- Situation du bâtiment dans un site dégagé
- Absences des protections solaires

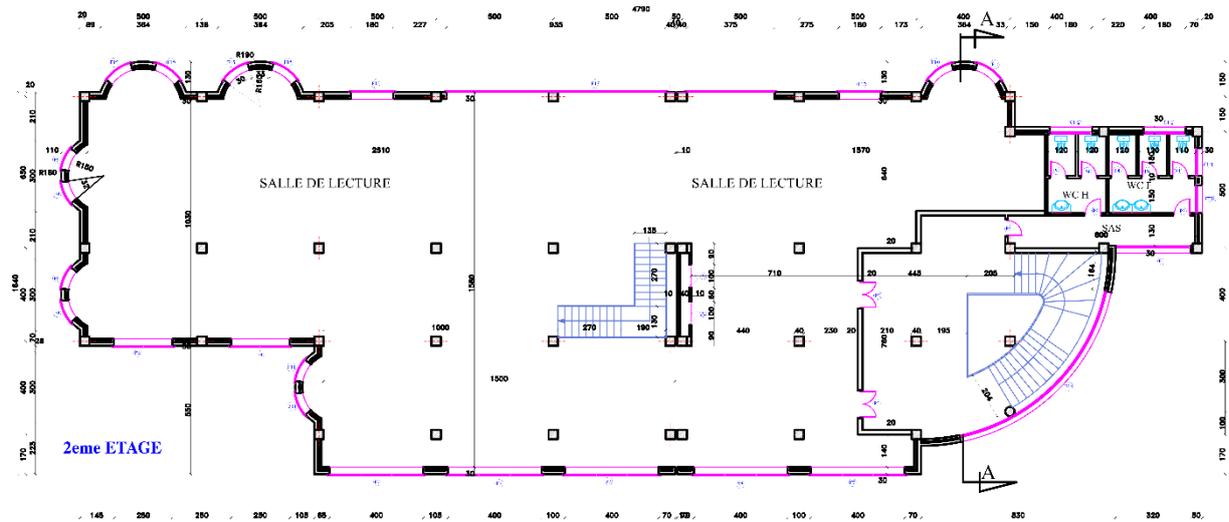


Figure 56 : plan de la salle de lecture située (2ème étage).

(Source : BET technique et économique de la wilaya de Bejaïa, 2021).

La figure représente la façade ouest de la bibliothèque, l'espace de lecture situé en 2ème étage, avec des fenêtres en mur rideau exposées directement aux rayons solaires sans aucune protection.



Figure 57 : façade ouest de la bibliothèque.

(Source : auteur,2021)

### 3.2.5 Description de la salle de lecture :



Figure 58 :vue sur l'intérieur de la salle de lecture.

(Source : auteur,2021)

La salle de lecture est de forme rectangulaire avec des décrochements, elle s'étale sur une superficie de 520 m<sup>2</sup>, ses murs et son plafond sont en couleur blanche, avec un plancher en dalle de sol grise. Elle contient des tables en bois en couleur marron avec des chaises.

La salle de lecture compte trois façades orientées Est, ouest et sud, les trois façades sont composées des fenêtres murs rideaux à vantaux certains fixes et autres ouvrants à projection. La surface vitrée des façades occupe environ 70% de la surface totales des façades exposé à

l'extérieur. Cependant, Bernard PAULE illustre qu'un indice d'ouverture supérieure à 30% peut causer des risques de surchauffe et d'éblouissement en été. Les fenêtres murs rideaux sont constituées d'un simple vitrage transparent, qui permet un passage important de la lumière.

### 3.3 Résultats de prises des mesures :

#### 3.3.1 résultats des prises de mesures pour le 29 avril à 09h :

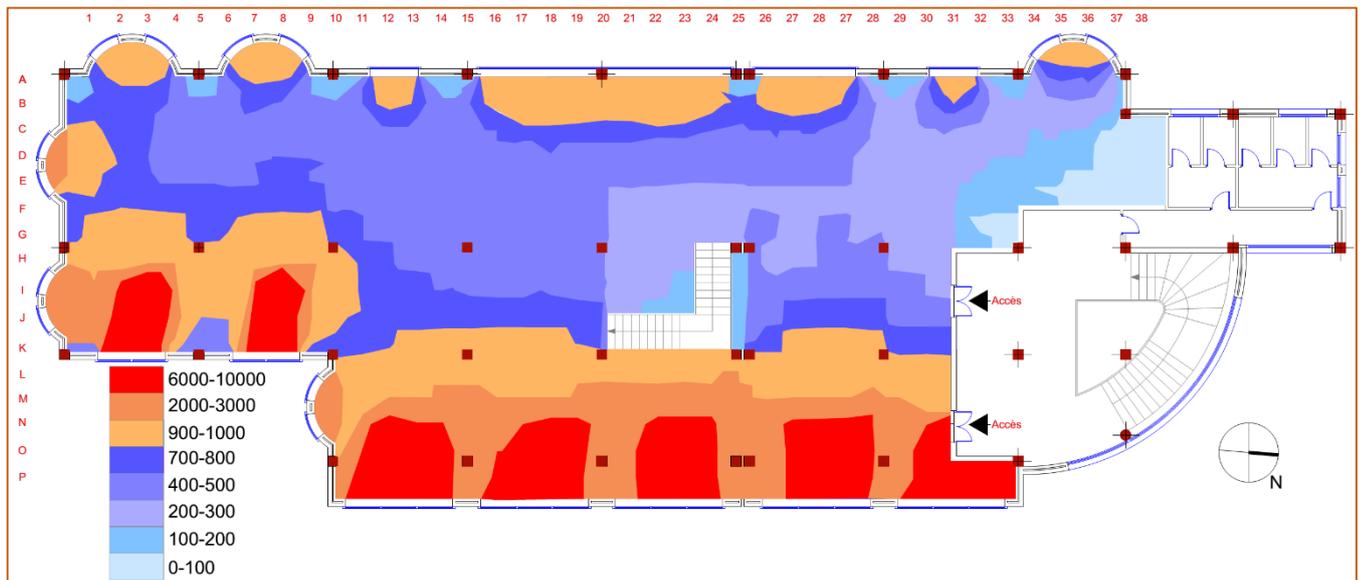


Figure 59 : résultats des prises de mesures à 9h.

(Source : BET technique et économique de la wilaya de Bejaïa traité par l'auteur, 2021)

- ❖  $E_{max}$  : 8909 lux (enregistrée dans le point 31<sub>P</sub>)
- ❖  $E_{min}$  : 45 lux (enregistrée dans le point 38<sub>C</sub>)
- ❖  $E_{moy}$  : 2048 lux ( la somme des valeurs de l'éclairage pour chaque point sur le nombre des points de la grille).

A partir de la figure on remarque que le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures surtout côté est avec la présence des taches solaires, plus on s'éloigne de l'ouverture plus il se démunie. La moyenne de l'éclairage de la salle de lecture à 09h est de 2048 lux, qui est une valeur très élevée par rapport à la valeur recommandée pour les salles de lecture. La valeur élevée de l'éclairage moyen peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grande et la présence de l'éblouissement.

### 3.3.2 résultats des prises de mesures pour le 29 avril à 12h

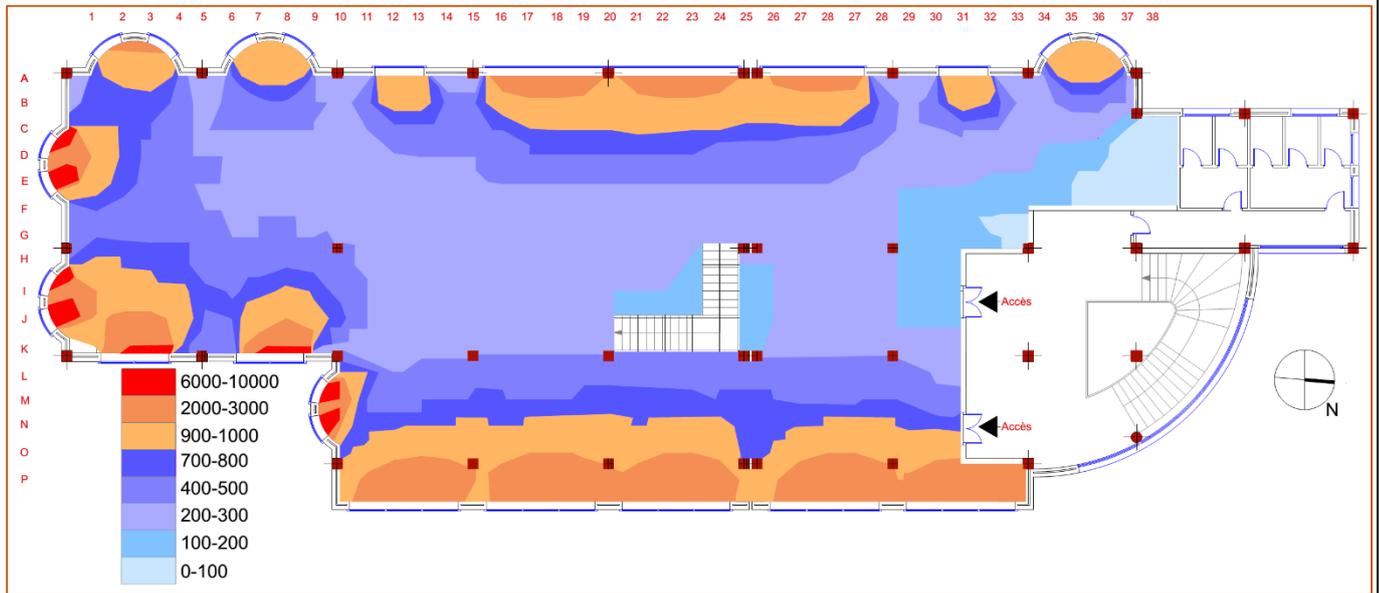


Figure 60 : résultats des prises de mesures à 12h.

(Source : BET technique et économique de la wilaya de béjaia traité par l'auteur, 2021)

- ❖  $E_{max}$  : 9843 lux (enregistrée dans le point 1<sub>E</sub>)
- ❖  $E_{min}$  : 56 lux (enregistrée dans le point 38<sub>C</sub>)
- ❖  $E_{moy}$  : 1543 lux ( la somme des valeurs de l'éclairage pour chaque point sur le nombre des points de la grille).

La figure montre que les valeurs de l'éclairage sont élevées à proximité des ouvertures (entre 900lux à 3000 lux) dans le côté est et ouest, avec la présence des taches solaires dans le côté sud, plus on s'éloigne de l'ouverture plus il se démunie. La moyenne de l'éclairage de la salle de lecture à 12h est de 1543 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher moins grand par rapport aux résultats de 9h, avec un grand rapport profondeur/largeur.

### 3.3.3 résultats des prises de mesures pour le 29 avril à 16h

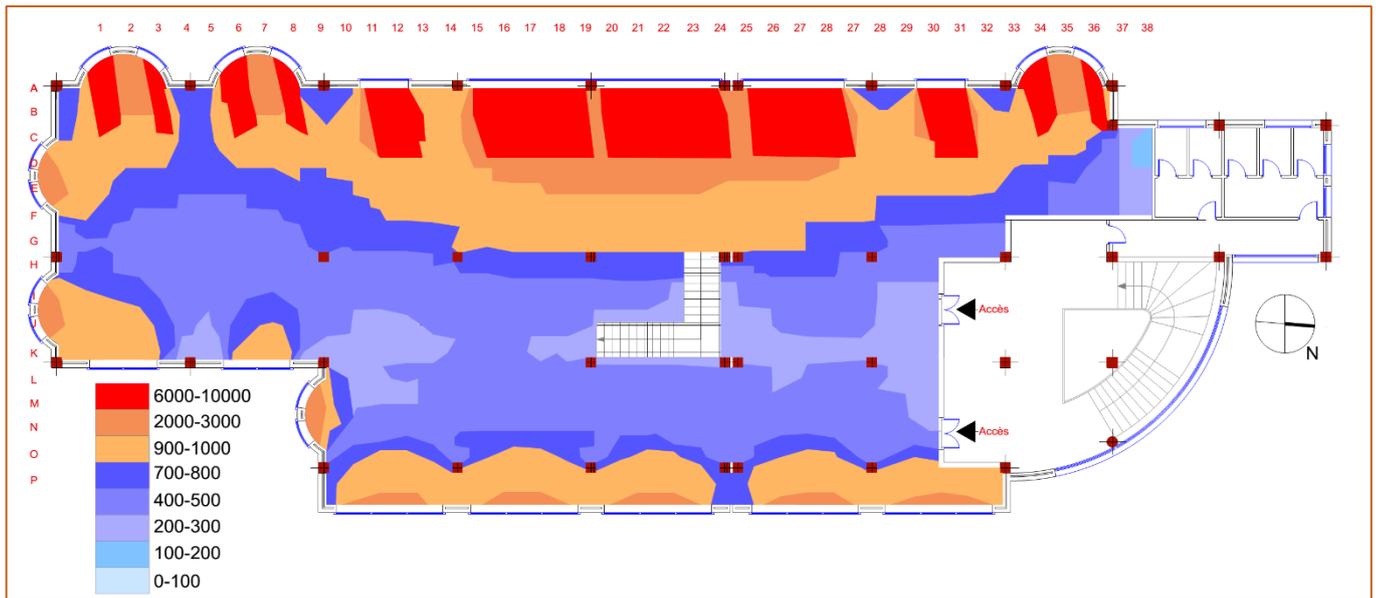


Figure 61 : résultats des prises de mesures à 16h.

(Source : BET technique et économique de la wilaya de Bejaïa traité par l'auteur, 2021)

- ❖  $E_{max}$  : 9818lux (enregistrée dans le point 1<sub>E</sub>)
- ❖  $E_{min}$  : 186 lux (enregistrée dans le point 38<sub>C</sub>)
- ❖  $E_{moy}$  : 2128 lux ( la somme des valeurs de l'éclairage pour chaque point sur le nombre des points de la grille).

La figure montre que le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures (entre 900lux à 3000 lux) dans le côté est et sud, avec la présence des taches solaires côté ouest, plus on s'éloigne de l'ouverture plus la valeur de l'éclairage se démunie. La moyenne de l'éclairage de la salle de lecture à 16h est de 2128 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grande et la présence de l'éblouissement.

### 3.3.4 Synthèse

Les résultats de prise des meures in situ nous a permet d'identifier les différents problèmes liés à l'éclairage naturel dans notre cas d'étude.

Les résultats de prise de mesures in situ pour la journée 29 avril 2021 montrent que la lumière naturelle dans la salle de lecture n'est pas uniforme et varient d'un moment de la journée à un autre, les valeurs d'éclairage sont plus élevées à proximités des ouvertures avec la présence des taches solaires, ce qui provoque des problèmes d'éblouissement. Tandis que ces valeurs diminuent d'une manière graduelle à chaque fois nous rapprochant à la partie centrale de la salle.

Les parties est et ouest de l'espace de lecture sont plus ensoleillées (09h et 16h), car elles reçoivent des valeurs d'éclairage très élevées, à cause de l'utilisation des grandes surfaces vitrées à simple vitrage sans aucune protection solaire. Par contre la partie sud (à 12h) reçoit

moins de lumière naturelle et cela dû à l'utilisation des ouvertures vertical à une petite largeur.

En comparant les résultats d'éclairage obtenu lors des prises de mesures avec les valeurs recommandées pour une salle de lecture, (L'éclairage moyen recommandée par l'association française d'éclairage est de 425 lux pour une table de lecture), on constate que la salle de lecture est bien éclairée mais il ne bénéficie pas de confort visuel car les valeurs enregistrées pour la plupart de l'espace sont hors normes.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté en détail les deux méthodes d'investigation, pour évaluer quantitativement (prise des mesures in situ et la simulation numérique) et qualitativement (enquête par questionnaire) la présence de lumière naturelle dans la salle de lecture, par la suite nous avons présenté brièvement notre cas d'étude qui est une salle de lecture de la bibliothèque de la faculté de médecine à l'université de Bejaïa. Enfin nous avons présenté les différents résultats des prises de mesures pour les trois moments les plus défavorable de la journée 29 Avril pour un ciel dégagé. Normalement nous devons effectuer les prises de mesures pour les trois moments de l'année les plus défavorable ; jour de l'équinoxe (le 21 mars/septembre), jour de solstice d'été (le 21 juin) et jour de solstice d'hiver (le 21 décembre), mais la durée limitée de la recherche nous a obligée de faire un recours au simulations numérique, que nous allons présenter ses résultats dans le chapitre suivant.

## Chapitre 4 : analyse et interprétation des résultats des simulations et de l'enquête.

### Introduction :

Le présent chapitre contient l'exposition des résultats obtenus lors de mise en œuvre des deux méthodes expliquées dans le chapitre précédent, une fois cette étape franchie, les résultats de l'enquête viendront se fusionner à ceux de la simulation pour pouvoir une évaluation meilleure de notre cas d'étude.

En comparant les résultats des simulations et les prises de mesure en situ nous constatant que les résultats sont presque identiques, ce qui nous permettra de valider les résultats des simulations et de les prendre en considération dans notre recherche.

### 4.1 Résultats des simulations :

#### 4.1.1 Résultats des simulations de 21 mars et septembre :

Le logiciel dialux evo nous permet d'avoir les résultats de simulation sous forme un rendu de fausses couleurs avec des courbe d'éclairément réparties dans l'ensemble de la salle de lecture.

➤ Le 21 mars et septembre 2021 à 09h :

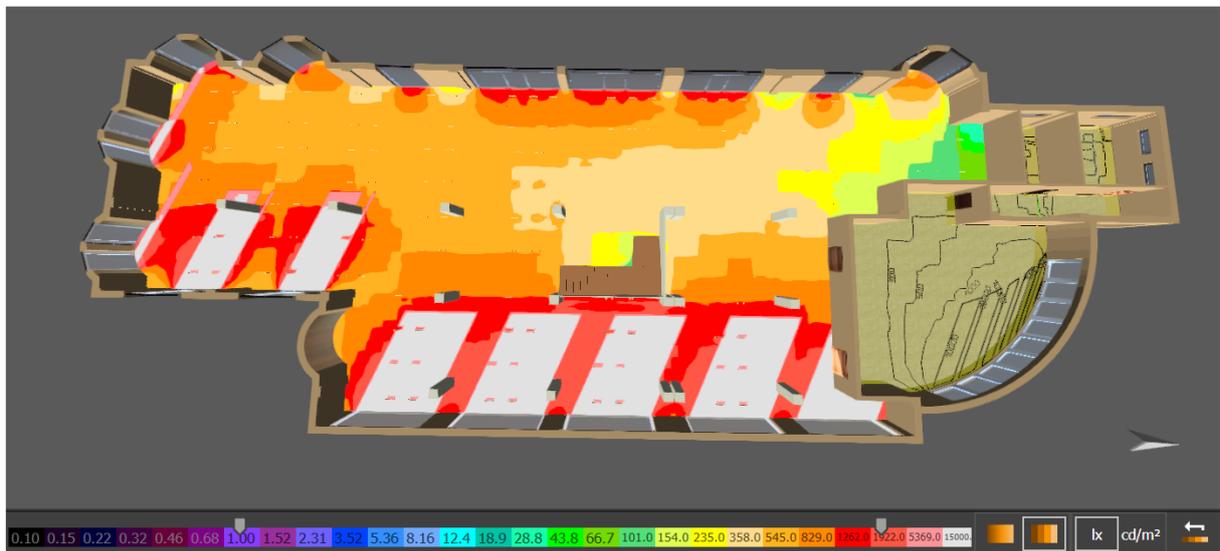


Figure 62 :résultat des simulations pour le 21 mars et septembre à 9h.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖  $E_{moy}$  : 3737 lx
- ❖  $E_{min}$  : 31,3 lx

❖  $E_{\max}$  : 21410 lx

L'éclairage est représenté sous forme d'un rendu de fausses couleurs. Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures surtout cotées est avec la présence des taches solaires, plus on s'éloigne de l'ouverture plus il se démunie. La moyenne de l'éclairage de la salle de lecture le 21mars et septembre à 09h est de 3737 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grande et la présence de l'éblouissement.

➤ **Le 21 mars et septembre 2021 à 12h :**

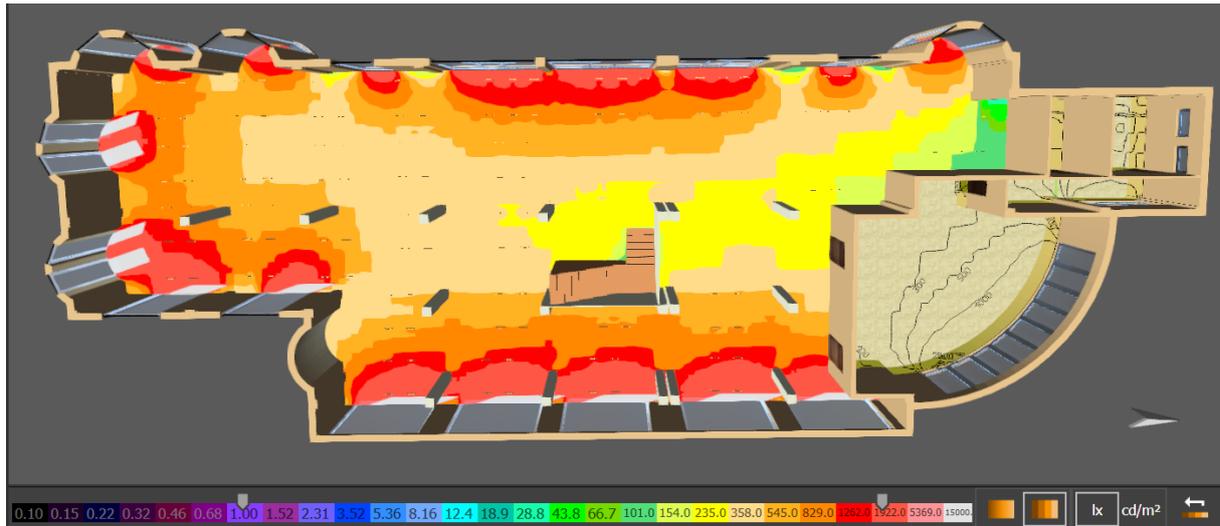


Figure 63 : résultat des simulations pour le 21 mars et septembre à 12h.

(Source : auteur par dialux evo)

❖  $E_{\text{moy}}$  : 1855 lux

❖  $E_{\text{min}}$  : 40,7 lux

❖  $E_{\text{max}}$  : 49981 lux

L'éclairage est représenté sous forme d'un rendu de fausses couleurs. Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures (entre 1262 lux et 1922 lux) dans les côtés est et ouest, avec la présence des taches solaires dans le côté sud plus on s'éloigne de l'ouverture plus les valeurs d'éclairage se baissent. L'éclairage moyen de la salle de lecture le 21mars et septembre à 12h est de 1855 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher est moins grande par rapport aux premiers résultats et un grand rapport profondeur/largeur.

➤ **Le 21 mars et septembre 2021 à 16h :**

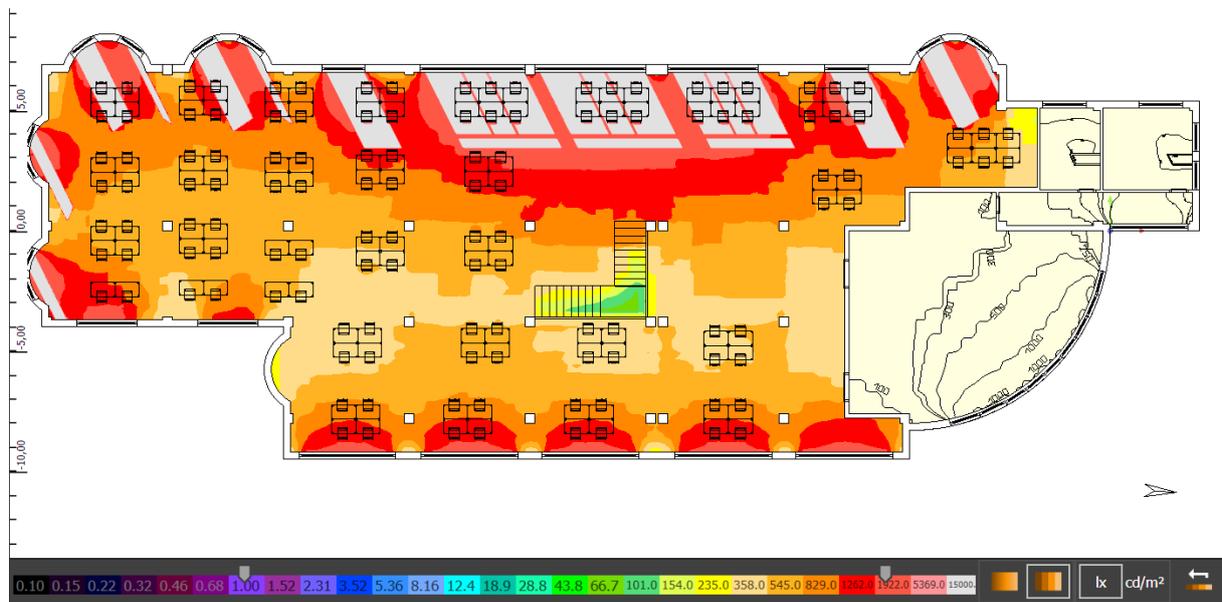


Figure 64 : résultat des simulations pour le 21 mars et septembre à 16h.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖  $E_{moy}$  : 3904 lux
- ❖  $E_{min}$  : 48,9 lux
- ❖  $E_{max}$  : 46715 lux

L'éclairage est représenté sous forme de courbe. Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures surtout côté ouest avec la présence des taches solaires dans la partie ouest et sud de la salle de lecture, plus on s'éloigne de l'ouverture plus il se démunie. La moyenne de l'éclairage de la salle de lecture le 21 mars et septembre à 16h est de 3904 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grande et la présence de l'éblouissement.

➤ **Interprétation :**

On constate que les niveaux d'éclairages sont nettement différents pour les trois périodes de la journée.

Les résultats de la simulation effectuées le 21 mars et septembre montre que la distribution de la lumière dans la salle de lecture n'est pas uniforme, l'éclairage est excessif dans la partie exposée au rayonnements latéraux directs (à proximité des ouvertures) qui provoque un problème d'éblouissement. Par contre les valeurs de l'éclairage diminuent en graduelle en raperchant à la partie centrale (entre 300 lx et 600 lx) qui sont proches des valeurs recommandées.

Les parties est et ouest de la salle de lecture sont plus ensoleillées, avec des valeurs d'éclairage très élevés qui sont dû à l'utilisation des grandes surfaces vitrées à simple vitrage sans aucune protection solaire. Par contre la partie sud reçoit moins de lumière naturelle et cela dû à l'utilisation des ouvertures vertical à une petite largeur.

La présence des taches solaires est très remarquée dans la partie est et ouest de la salle par contre dans la partie sud est presque nulle.

#### 4.1.2 Résultats des simulations de 21 juin :

➤ Le 21 juin à 09h :

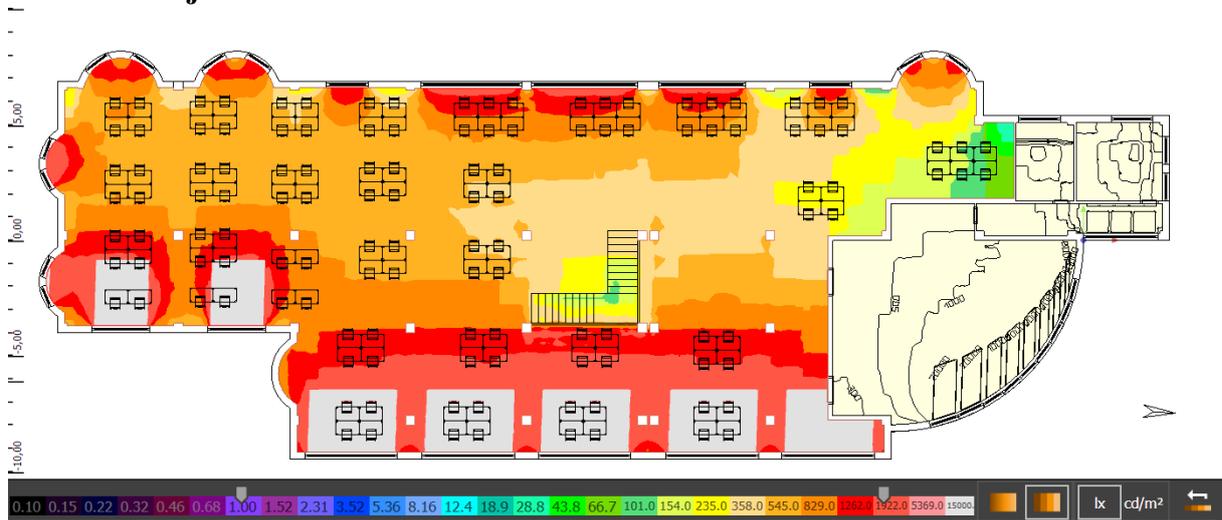


Figure 65 : résultat des simulations pour le 21 juin à 09h.

(Source : auteur par dialux evo)

- Moyen : 4828 lx
- Min : 36,7 lx
- Max : 3903 lx

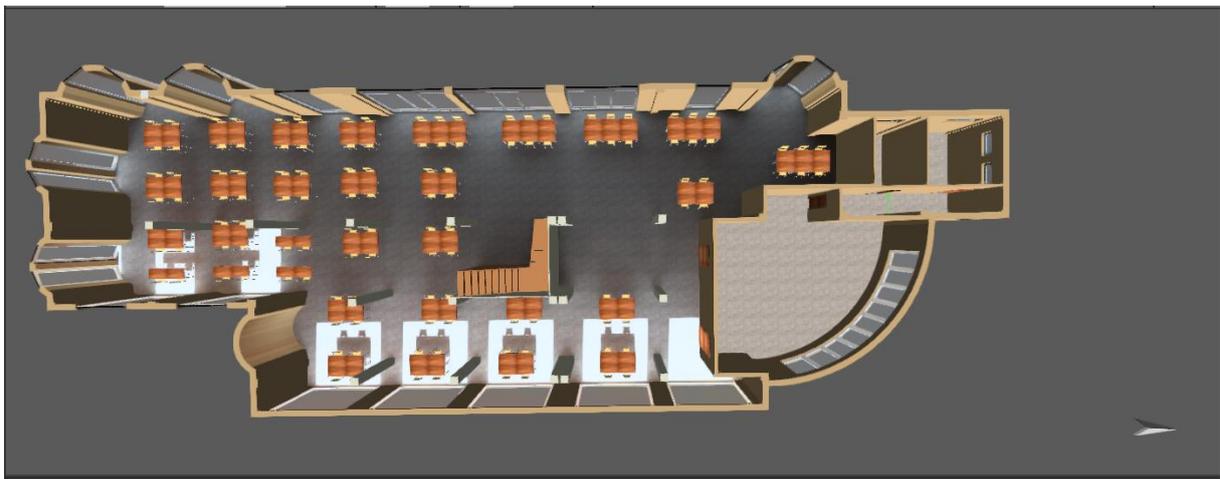


Figure 66 : les taches solaires

(Source : auteur par dialux evo)

L'éclairage est représenté sous forme d'un rendu de fausses couleurs. Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures (entre 1262 lux et 1922 lux) dans les côtés

est, sud et ouest, avec la présence des taches solaires (figure) dans le côté est (15000 lux) plus on s'éloigne de l'ouverture plus les valeurs d'éclairément se baissent. L'éclairément moyen de la salle de lecture le 21 juin à 09h est de 4828 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grand.

- **Le 21 juin à 12h :**
- Moyen : 1419 lx
- Min : 32,7 lx
- Max : 62016 lx

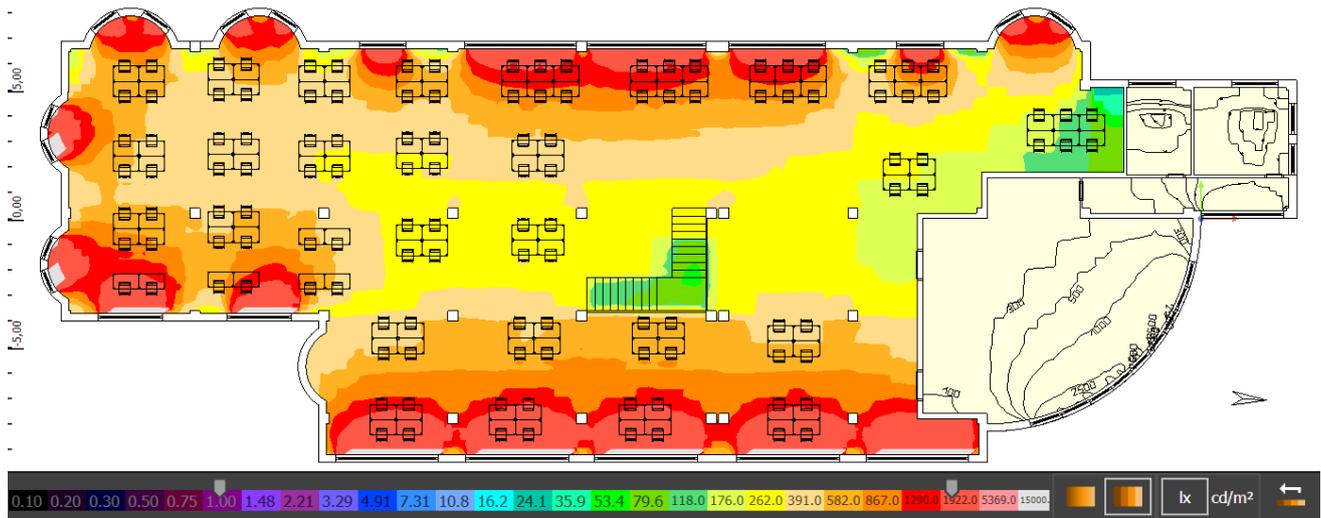


Figure 67 : résultat des simulations pour le 21 juin à 12 h.

(Source : auteur par dialux evo)

L'éclairément est représenté sous forme d'un rendu de fausses couleurs. Le niveau d'éclairément est plus élevé près des ouvertures (entre 1290 lux et 1922 lux) dans les côtés est et ouest, avec la présence de quelques taches solaires dans la partie sud et est plus on s'éloigne de l'ouverture plus les valeurs d'éclairément se baissent. L'éclairément moyen de la salle de lecture le 21 juin à 12h est de 1419 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher est moins grand par rapport aux résultats de la simulation à 09h et un grand rapport profondeur/largeur.

➤ **Le 21 juin à 16h :**

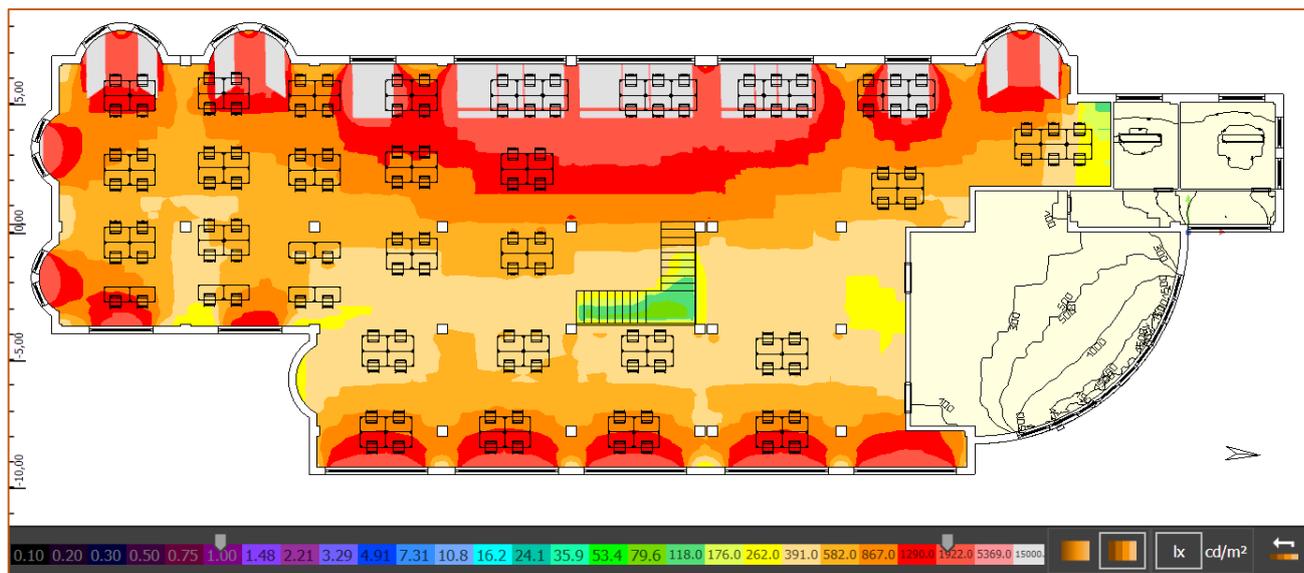


Figure 68 : résultat des simulations pour le 21 juin à 16h.

(Source : auteur par dialux evo)

- Moyen : 3904 lx
- Min : 58,9 lx
- Max : 46715 lx

L'éclairage est représenté sous forme de courbe. Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures (entre 1290 lux et 1922 lux) dans la partie est, sud et ouest avec la présence des taches solaires dans la partie ouest de la salle de lecture, plus on s'éloigne de l'ouverture plus il se démunie. La moyenne de l'éclairage de la salle de lecture le 21 juin à 16h est de 3904 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grande et la présence de l'éblouissement.

➤ **Interprétation :**

Les résultats de la simulation effectuées le 21 juin montrent que la distribution de la lumière dans la salle de lecture n'est pas uniforme, l'éclairage est excessif dans la partie exposée aux rayonnements latéraux directs (à proximité des ouvertures) qui provoque un problème d'éblouissement. Par contre les valeurs de l'éclairage diminuent en graduelle en raperchant à la partie centrale (entre 358 lx et 829 lx) qui sont proches des valeurs recommandées.

Les parties est et ouest de la salle de lecture sont plus ensoleillées, avec des valeurs d'éclairage très élevés qui sont dû à l'utilisation des grandes surfaces vitrées à simple vitrage sans aucune protection solaire. Par contre la partie sud reçoit moins de lumière naturelle et cela dû à l'utilisation des ouvertures vertical à une petite largeur.

La présence des taches solaires est très remarquée dans la partie est et ouest de la salle par contre dans la partie sud est presque nulle par rapport au 21 mars et septembre et cela dû à la hauteur du soleil qui se diffère d'un moment de l'année à un autre, puisque la hauteur du soleil est plus élevée en été qu'en printemps.

### 4.1.3 Résultats de simulation de 21 décembre :

➤ Le 21 décembre à 09h :

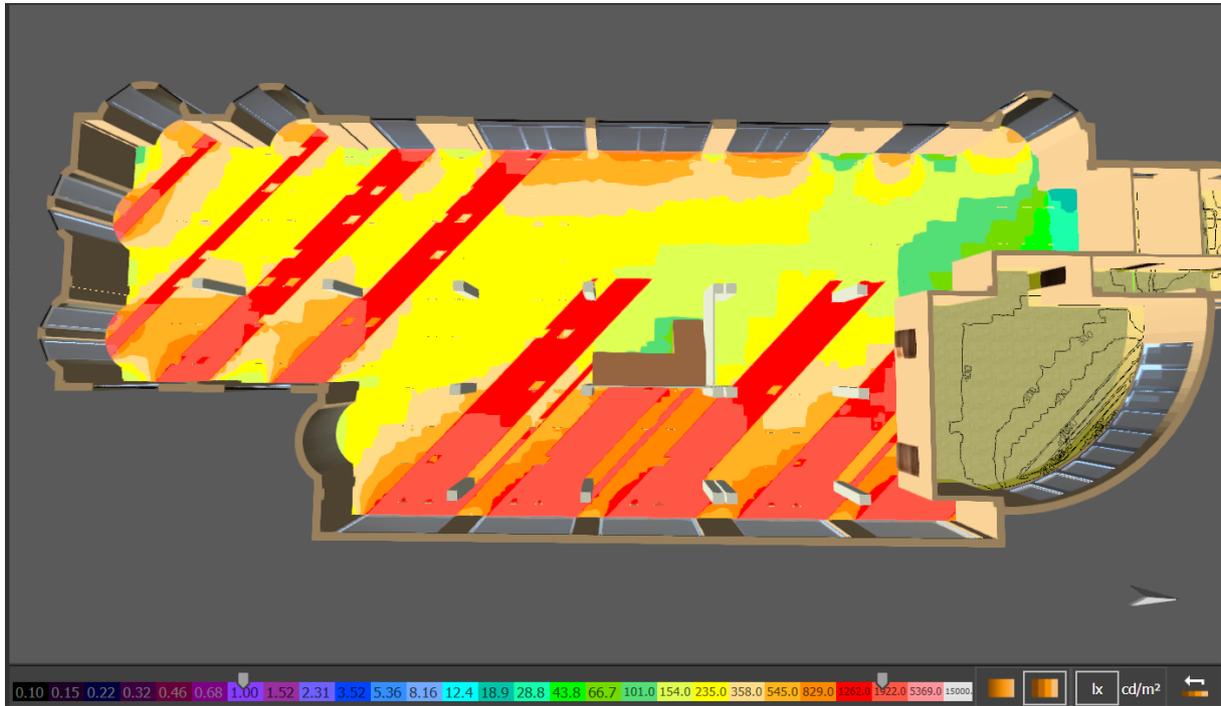


Figure 69 : résultat des simulations pour le 21 décembre à 09h.

(Source : auteur par dialux evo)

- Moyen : 885 lx
- Min : 21,8 lx
- Max : 4533 lx

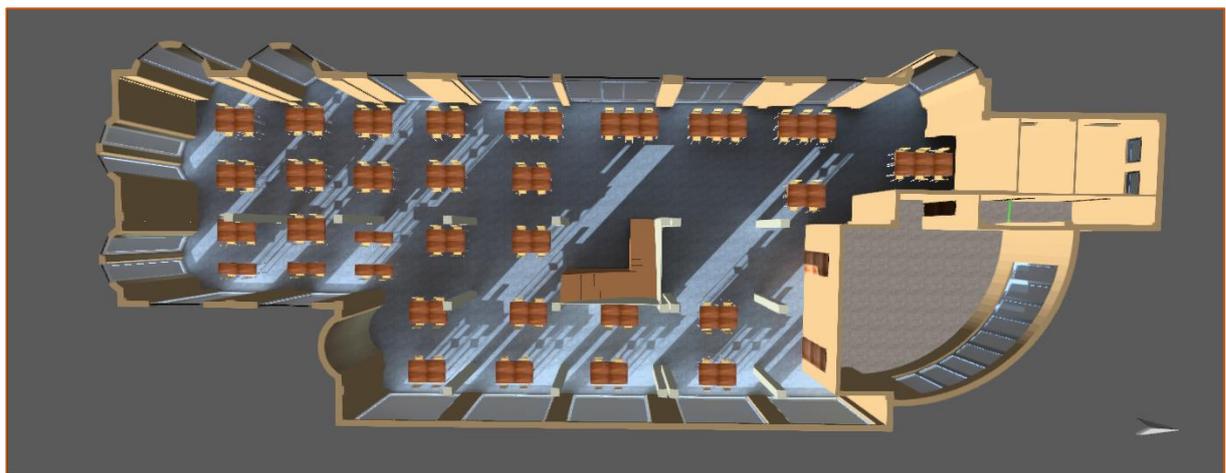


Figure 70 : les taches solaires dans la salle de lecture à 09h,

(Source : auteur par dialux evo)

Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures (entre 1262 lux et 1922 lux) dans les côtés est, sud et ouest, avec la présence des taches solaires (figure 70) dans le côté est plus on s'éloigne de l'ouverture plus les valeurs d'éclairage se baissent. L'éclairage moyen de la salle de lecture le 21 décembre à 09h est de 885 lux, ce qui peut s'expliquer par un rapport surface vitrée/surface plancher assez grand.

➤ **Le 21 décembre à 12h :**

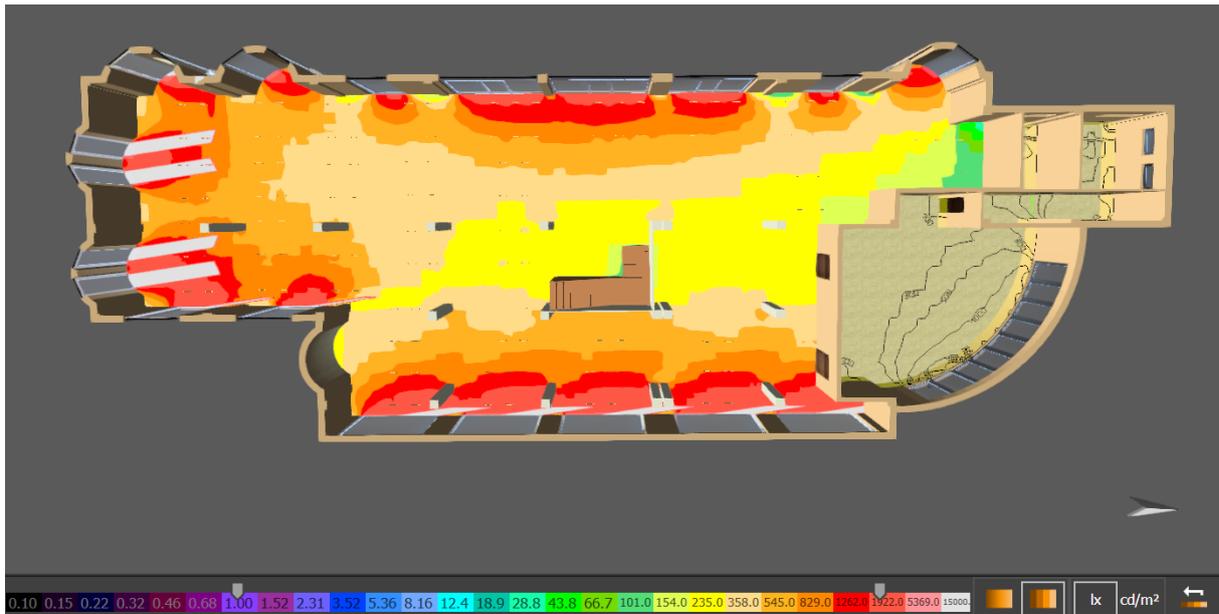


Figure 71: résultat des simulations pour le 21 décembre à 12h.

(Source : auteur par dialux evo)

- Moyen : 1366 lx
- Min : 33,1 lx
- Max : 25032 lx

Le niveau d'éclairage est plus élevé près des ouvertures (entre 1290 lux et 1922 lux) dans les côtés est et ouest, avec la présence de quelques taches solaires dans la partie sud et est plus on s'éloigne de l'ouverture plus les valeurs d'éclairage se baissent. L'éclairage moyen de la salle de lecture le 21 juin à 12h est de 1366 lux.

➤ **Le 21 décembre à 16h :**

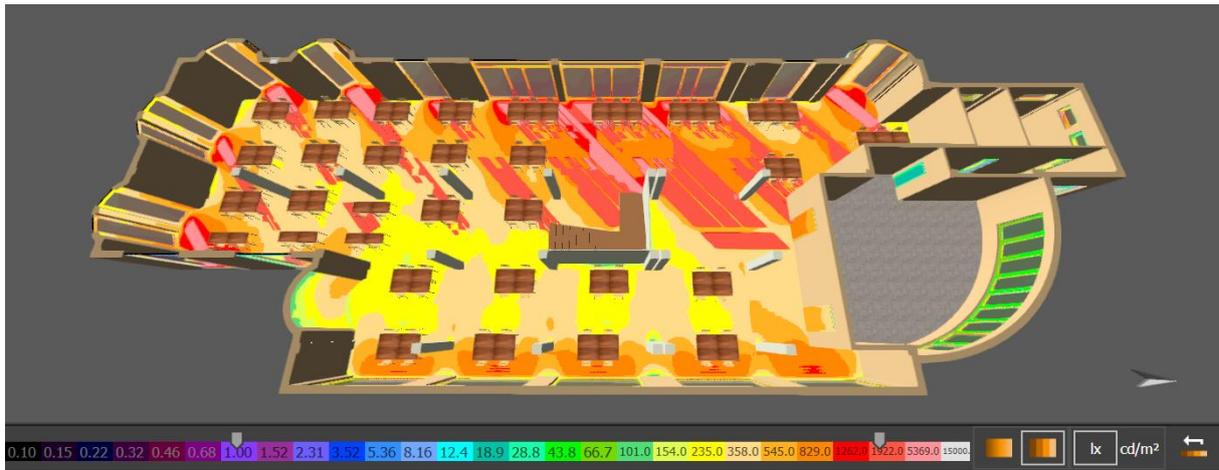


Figure 72 : résultat des simulations pour le 21 décembre à 12h.

(Source : auteur par dialux evo)

- Moyen : 1653 lx
- Min : 46,6 lx
- Max : 8288 lx

Le niveau d'éclairément est plus élevé près des ouvertures (entre 1290 lux et 1922 lux) dans la partie est, sud et ouest avec la présence des taches solaires dans la partie ouest de la salle de lecture, plus on s'éloigne de l'ouverture plus il se démunie. La moyenne de l'éclairément de la salle de lecture le 21 décembre à 16h est de 1653 lux.

➤ **Interprétation :**

Les résultats de la simulation effectuées le 21 décembre montrent que les niveaux d'éclairément sont différents pour chaque moment de la journée, d'où les valeurs maximales sont atteintes à 12h avec un éclairément de 25032 lux, alors que 4533

La distribution de la lumière dans la salle de lecture n'est pas uniforme, l'éclairément est excessif dans la partie exposée au rayonnements latéraux directs (à proximité des ouvertures) qui provoque un problème d'éblouissement. Par contre les valeurs de l'éclairément diminuent en graduelle en raperchant à la partie centrale (entre 235 lux et 544 lux) qui sont proches des valeurs recommandées.

Les parties est et ouest de la salle de lecture sont plus ensoleillées, avec des valeurs d'éclairément très élevés qui sont dû à l'utilisation des grandes surfaces vitrées à simple vitrage sans aucune protection solaire. Par contre la partie sud reçoit moins de lumière naturelle et cela dû à l'utilisation des ouvertures vertical à une petite largeur.

La présence des taches solaires est très remarquée dans la partie est et ouest, qui s'étalent en profondeur de la salle de lecture.

Aussi la présence des taches solaires dans la partie sud (à midi) de la salle qui sont très intenses par rapport aux autres moments de la journée, et plus remarquable par rapport au 21 juin, mars et septembre et cela dû à la hauteur du soleil qui se diffère d'un moment de l'année

à un autre, puisque la hauteur du soleil est plus basse en hiver qu'aux autres saisons donc la lumière se pénètre plus en profondeur.

## 4.2 Présentation et interprétation des résultats du questionnaire :

Nous allons présenter dans cette partie l'interprétation des réponses subjectives recueillies auprès des usagers de la salle de lecture.

### 4.2.1 Première partie :

#### 4.2.1.1 Aspects généraux : caractéristiques des usagers :

Les usagers ayant répondu au questionnaire en nombre de 48 étudiants. Ils étaient des étudiants de la faculté de la médecine de l'université de Bejaïa, âgés entre 21 ans à 26 ans. La majorité des participants avait de 23 ans à 26 ans qui représente 72 %.

L'échantillonnage était composé de 80% femme, alors que 20% représente le pourcentage des hommes. La majorité des étudiants d'un pourcentage 54% n'avait aucune correction visuelle, alors que 46% des participants portent des lunettes.

#### 4.2.1.2 La fréquentation :

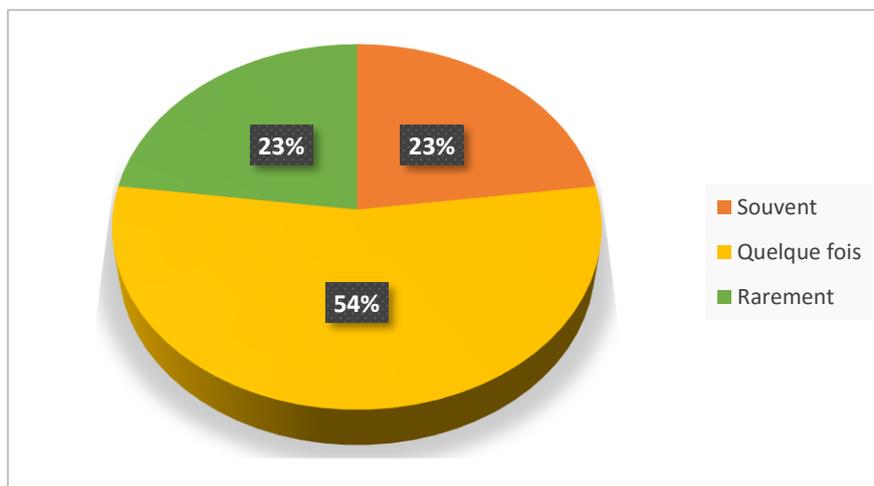


Figure 73: graphe montrant la répartition des usagers selon la fréquentation de la salle de lecture.

(Source : auteur par Excel).

Selon le graphe la fréquentation de l'espace est plus au moins intéressante, ce qui va nous permettre d'avoir des résultats plus fiables.

#### 4.2.1.3 Durée d'occupation de la salle :

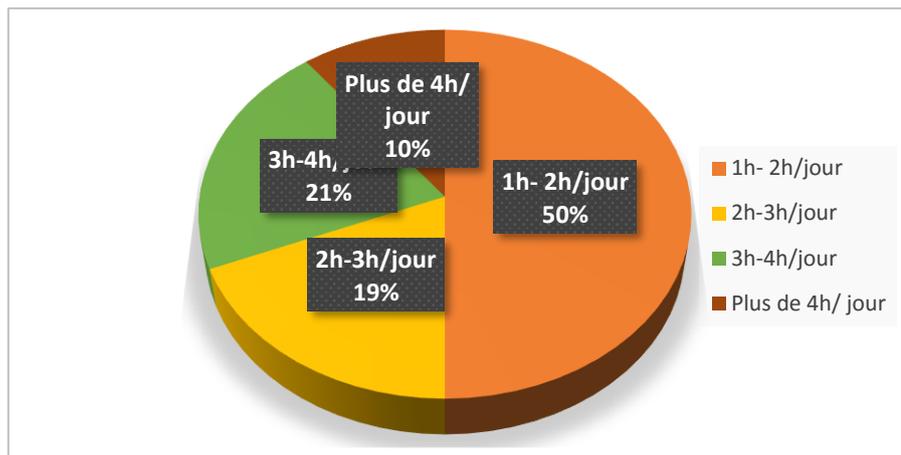


Figure 74 : répartition des usagers selon la durée d'occupation de la salle de lecture.

(Source : auteur par Excel).

Le graphe montre que la moitié des usagers de la salle de lecture passe une durée de 1h à 2h par jour, par contre l'autre moitié est divisée en trois sous-groupe ; 21% des occupants passent une durée de 3h à 4h par jour, 19% passent une durée de 3h à 4h par jour et un pourcentage de 10% pour les usagers qui passent plus de 4h par jour. Donc on peut déduire que les usagers passent un temps plus au moins considérable ce qui va aider à avoir des résultats crédibles.

#### 4.2.1.4 Les horaires de fréquentation :

Selon le graphe, la fréquentation de la salle de lecture par les étudiants est importante du 10h à 12h avec un pourcentage de 33%, après du 08h à 10h avec un pourcentage de 24%, ensuite du 14h à 16h d'un pourcentage de 23%, du 12h à 14h représente 17%, finalement de 16h à 18h avec un pourcentage de 3%. On peut déduire que les usagers occupent la salle presque

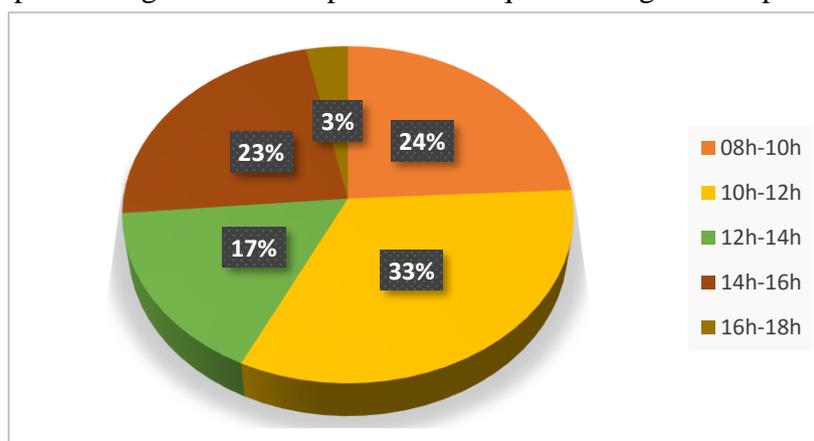


Figure 75 : répartition des usagers selon les horaires d'occupation de la salle de lecture.

(Source : auteur par Excel).

toute la journée ce qui vas nous permettre d'avoir des bons résultats d'enquête et de confirmer les résultats de la simulation

#### 4.2.1.4.1 Support de travail :

Le graphe montre que la plupart des usagers travail avec les deux supports (58%), alors qu'un pourcentage de 38% utilise support papiers. Donc la présence des deux supports de travail nous permet de bien identifier les gênes visuelles lors du travail sur les deux supports.

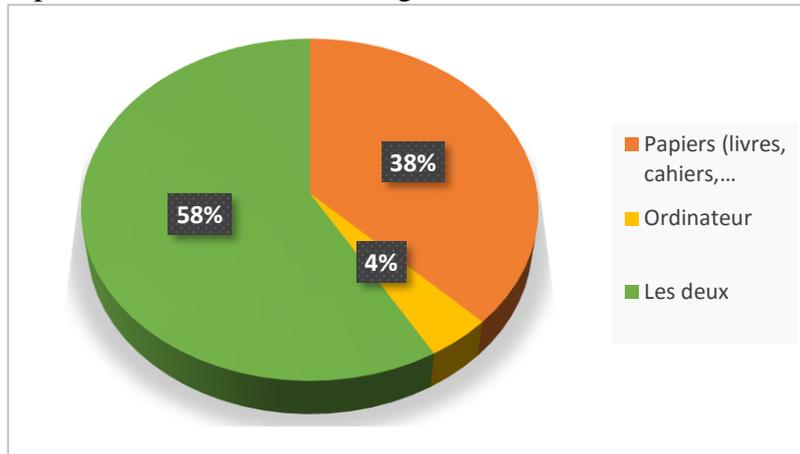


Figure 76 : répartition des usagers selon le support de travail de la salle de lecture.

(Source : auteur par Excel).

#### 4.2.1.5 Position de l'utilisateur par rapport à la fenêtre

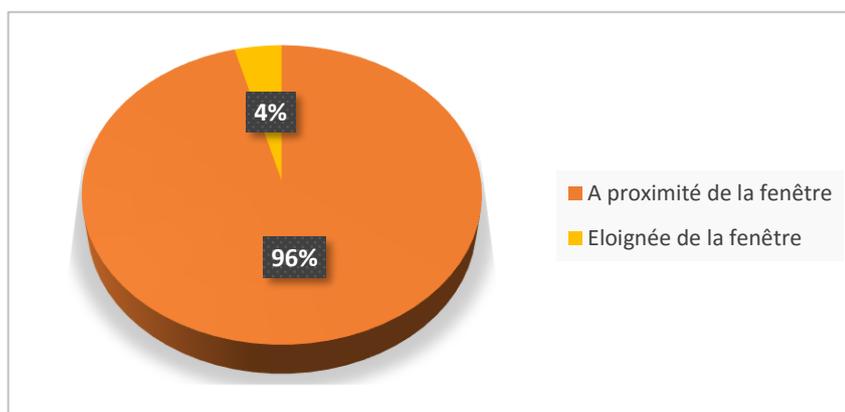


Figure 77 : répartition des usagers selon leur position par rapport à la fenêtre.

(Source : auteur par Excel).

Le graphe montre que 96% des usagers préfèrent s'asseoir à proximité de la fenêtre, car ils cherchent d'avoir un bon éclairage, ou une vue vers l'extérieur et l'aération.

#### 4.2.1.6 La zone préférée par les usagers :

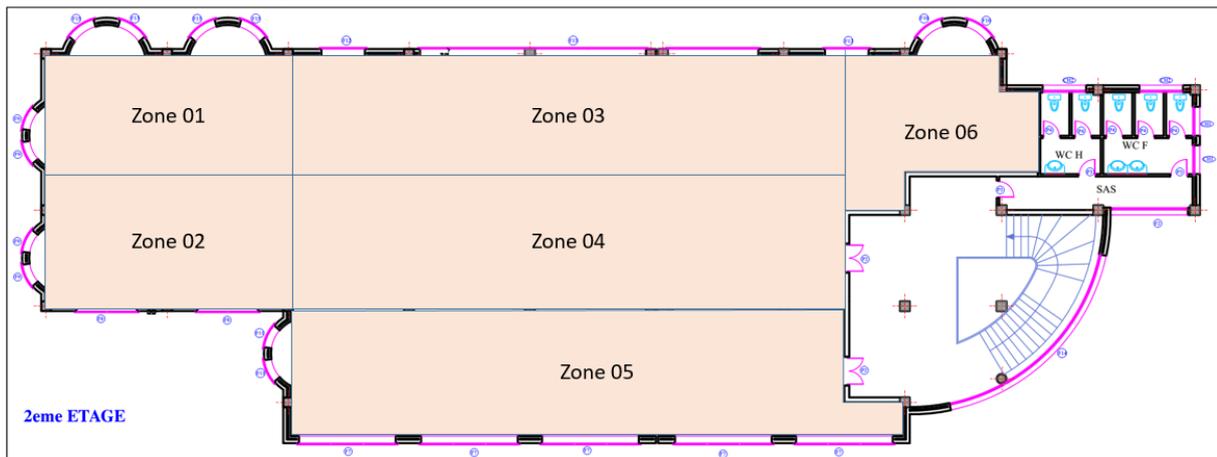


Figure 79 : plan de la salle de lecture réparti en 06 zones.

(Source : auteur)

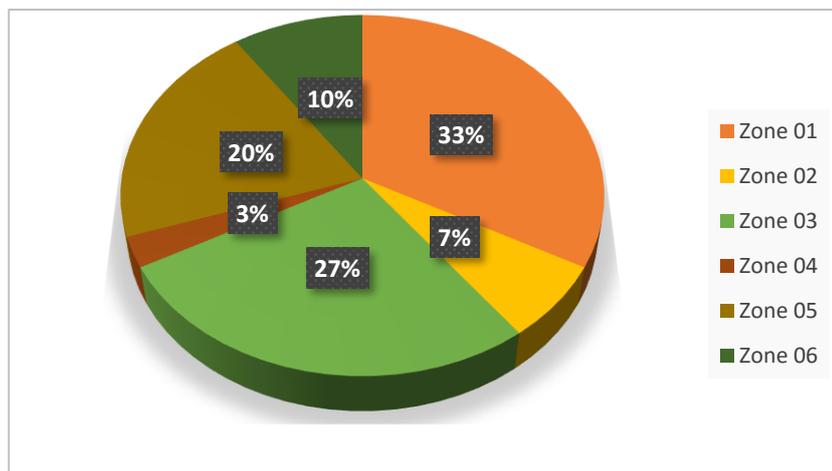


Figure 78 : répartition des usagers selon la zone préférée.

(Source : auteur par Excel).

Selon le graphe on constate que la zone 01, 03 et 05 sont les zones les plus préférées d'après la majorité des usagers de l'espace et qui sont des zones situées à proximité des fenêtres ce qui confirme la réponse de la question précédente.

#### 4.2.2 Deuxième partie :

##### 4.2.2.1 La disponibilité de la lumière naturelle dans la salle de lecture :

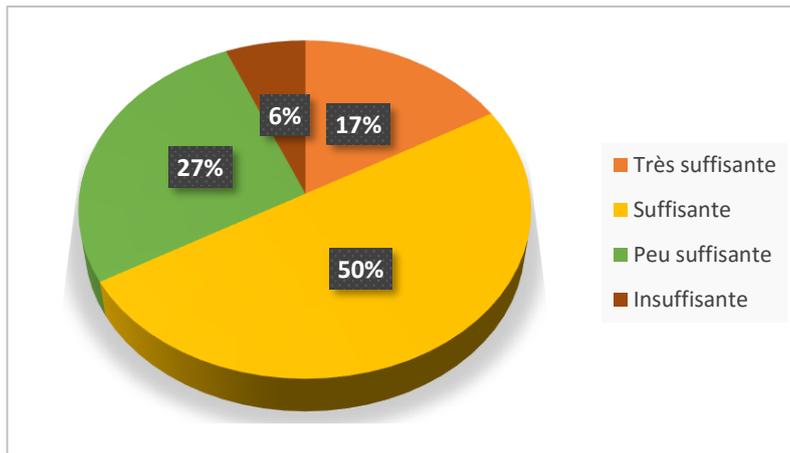


Figure 80 : répartition des usagers selon le taux de luminosité.

(Source : auteur par Excel).

Le graphe montre que 50% des usagers évaluent que la disponibilité de la lumière naturelle dans la salle de lecture est suffisante.

#### 4.2.2.2 Appréciation de la présence des rayons solaires directs dans la salle de lecture :

Le graphe montre les occupants apprécie beaucoup (44%) ou modérément (31%) la présence des rayons solaires directs, alors que 23 % des usagers apprécie peu la présence des rayons solaires direct à l'intérieur de l'espace de lecture.

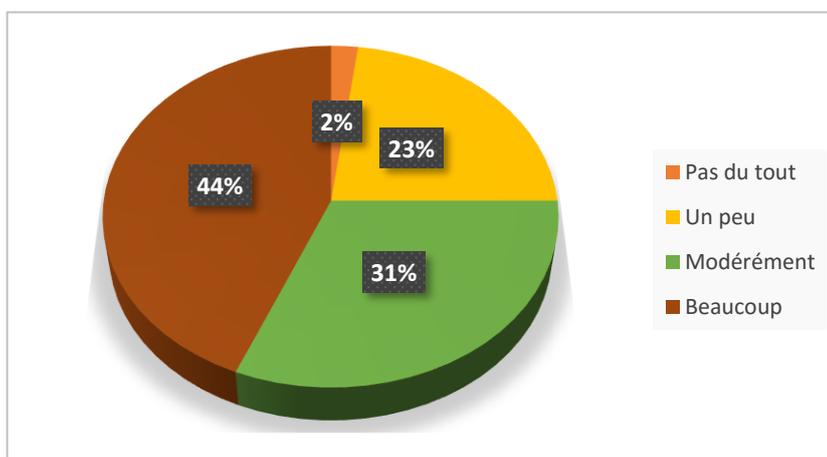


Figure 81: répartition des usagers selon l'appréciation de la présence des rayons solaires directs.

(Source : auteur par Excel).

#### 4.2.2.3 La réception des taches solaires sur le plan de travail :

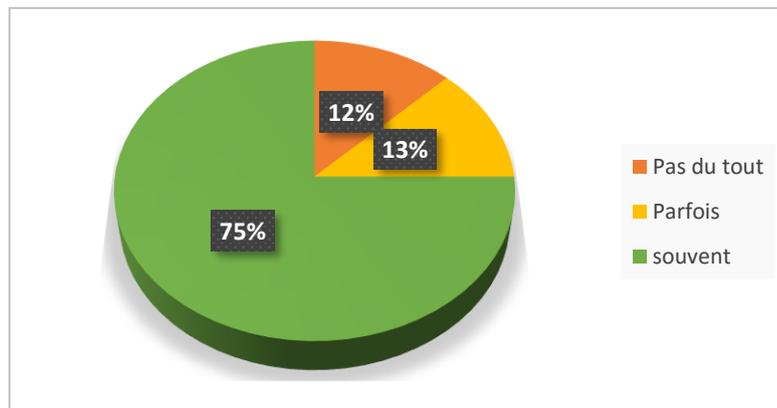


Figure 82 : répartition des usagers selon la réception des taches solaires.

(Source : auteur par Excel).

Le graphe montre que la majorité des usagers (75%) des usagers souffre des taches solaires sur leur plan de travail, et cela dû à l'emploi des grandes surfaces vitrées sur les façades qui permet aux rayons solaires de pénétrer d'une manière excessive.

#### 4.2.2.4 La gêne de la présence des taches solaires sur le plan du travail :

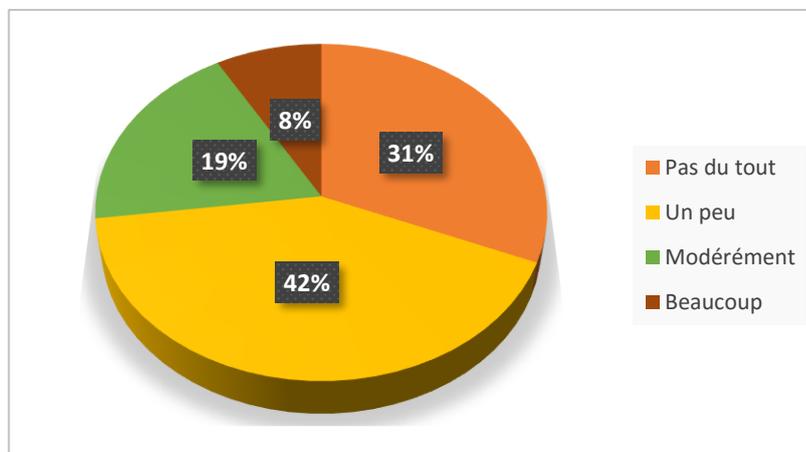


Figure 83 : répartition des usagers selon la gêne de la présence des taches solaires.

(Source : auteur par Excel).

Le graphe montre que la majorité des usages sont un peu ou pas du tout gêner de la présence des taches solaires sur leur plan de travail, tandis que 19% des usagers sont modérément gêner par la présence des taches solaires.

#### 4.2.2.5 Lorsque les rayons solaires sont intenses sur votre table, que faites-vous ?

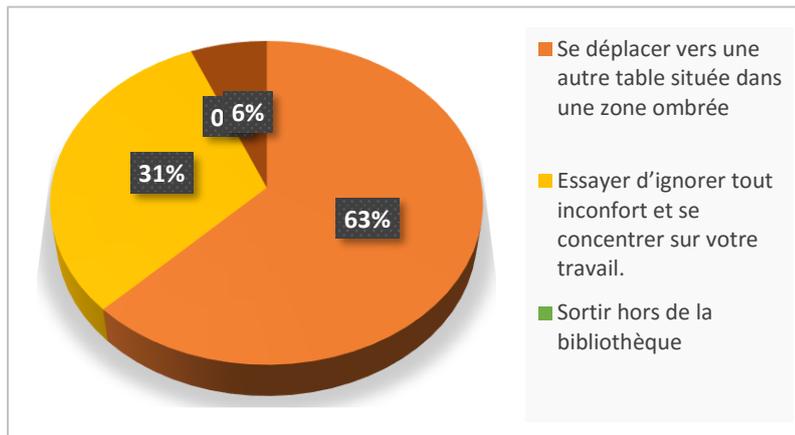


Figure 84 : répartition des usagers selon la solution.

(Source : auteur par Excel).

Lorsque les rayons solaires sont intenses sur les tables, 67% des occupants préfère se déplacer vers une autre table située d'une zone située dans une zone plus ombrée. Et 31 % des usagers ignorent tout type d'inconfort et se concentrer sur leurs travaux.

#### 4.2.2.6 La présence de l'éblouissement à l'intérieur de la bibliothèque :

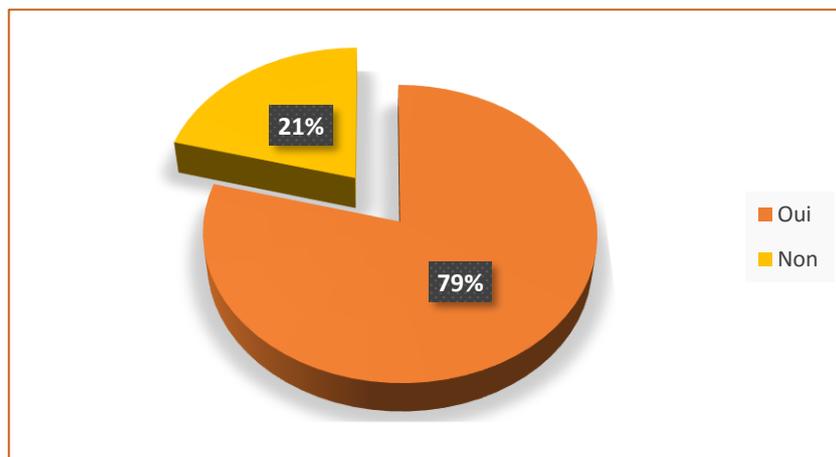


Figure 85 : répartition des usagers selon l'éblouissement.

(Source : auteur par Excel).

Le graphe montre que 79% des usagers souffrent de l'éblouissement à l'intérieur de la salle de lecture. Aussi 90 % qui ont répondu avec « oui », précise que la source d'éblouissement est provenue des ouvertures est ça dû à l'utilisation des fenêtres murs rideaux avec une protection mobiles intérieure (rideaux) qui n'est pas du tout suffisante

#### 4.2.2.7 La répartition de la lumière naturelle sur l'ensemble de l'espace de lecture :

Le graphe montre que 71% des usagers voient que la lumière naturelle n'est pas bien répartie dans l'ensemble de l'espace de lecture, car elle est intense à proximité des ouvertures mais plus on se rapproche au centre plus elle se démunie.

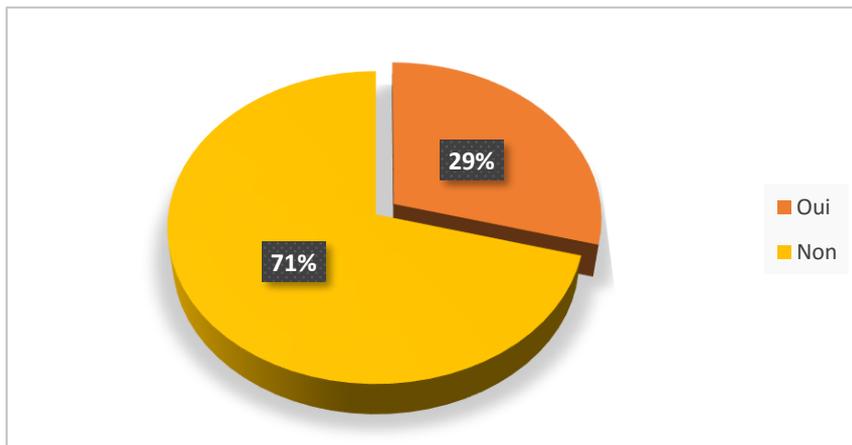


Figure 86 : répartition des usagers selon la répartition de la lumière naturelle.

(Source : auteur par Excel).

#### 4.2.2.8 La présence des ombres gênantes sur le plan de travail.

Le graphe montre que 60 % des usagers ne souffrent pas des ombres gênantes, alors que 40 % confirme la présence des ombres gênantes sur leur plan de travail.

Pour les gens qui confirment la présence des ombres gênantes 59 % précise que la source de ces ombres gênantes est leur propre ombre, tandis que 41 % précise que la source de ces ombres gênantes revient aux ombres des objets (piliers, plancher de séparation des tables).

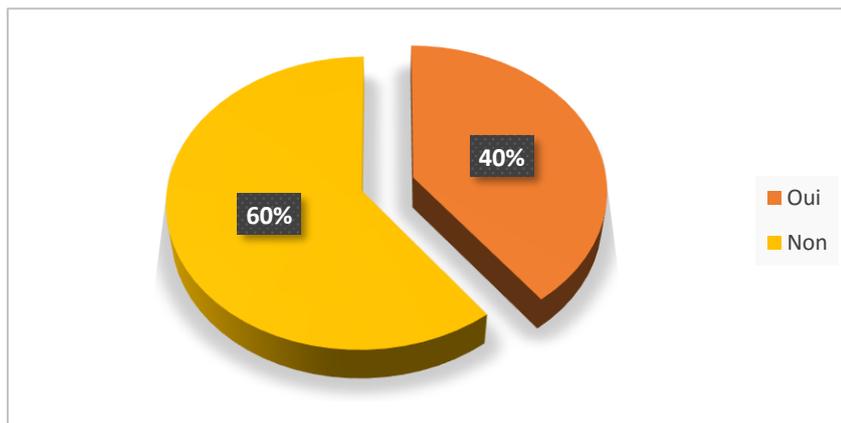


Figure 87 : répartition des usagers selon la présence des ombres gênantes.

(Source : auteur par Excel)

#### 4.2.2.9 Vous préférez travailler sous une lumière :

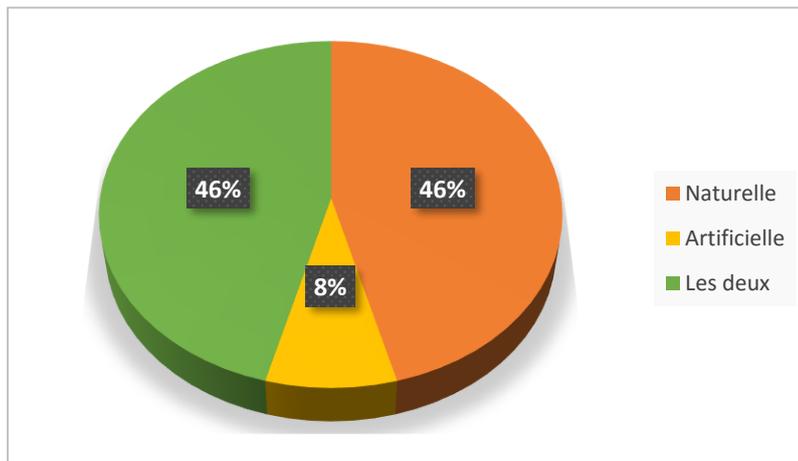


Figure 88 : répartition des usagers selon la lumière préférée pour travailler.

(Source : auteur par Excel)

Le graphique montre qu'un pourcentage de 46 % des usagers préfèrent travailler sous la lumière naturelle, tandis que 46 % travaillent sous les deux, par contre 8% des usagers préfèrent travailler sous une lumière artificielle. Donc on peut déduire que la lumière naturelle est suffisante au long de l'année, mais dans certains temps les étudiants préfèrent travailler sous la lumière artificielle à cause de l'insuffisance de la lumière naturelle pour des zones précises.

#### 4.2.2.10 La présence d'un objet qui empêche la pénétration de la lumière.

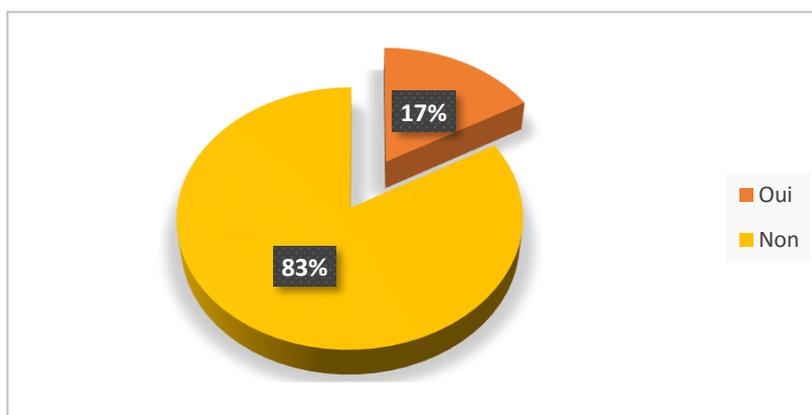


Figure 89: répartition des usagers selon un objet empêchant la pénétration de la lumière.

(Source : auteur par Excel)

Le graphique montre que la majorité des usagers (83%) ont répondu par « non », alors que 17 % des usagers ont répondu par « oui » pour la présence des objets empêchant la pénétration de

la lumière naturelle, on peut déduire que la salle de lecture ne possède pas de protection solaire saufs les rideaux intérieurs.

#### 4.2.2.11 Les besoins d'alimentation en lumière artificielle

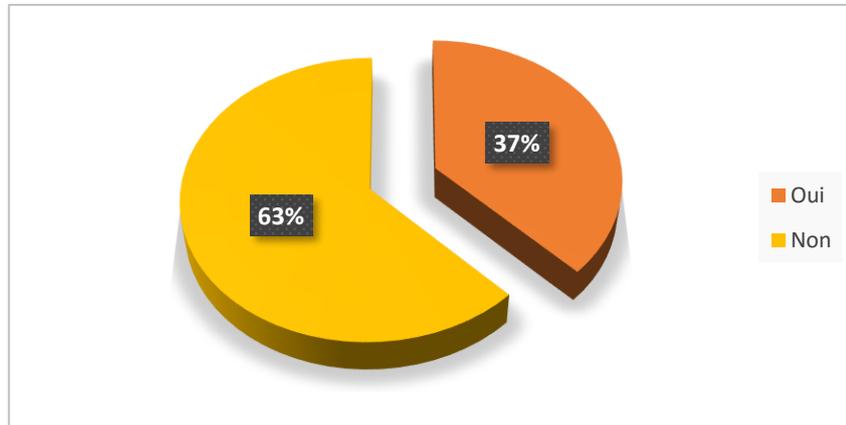


Figure 90 : répartition des usagers selon les besoins d'alimentation en lumière artificielle.

(Source : auteur par Excel)

Le graphe montre que 63 % des usagers ont répondu par « non », par contre 37 % des usagers ont répondu par « oui » pour les besoins d'alimentation en lumière artificielle.

Donc on peut déduire que la lumière naturelle est suffisante au long de l'année, mais dans certain temps le recours à la lumière artificielle est obligé à cause de l'insuffisance de la lumière naturelle surtout à 08h et à 15h en hiver dans des zones précises.

#### 4.2.2.12 L'états des ouvertures :

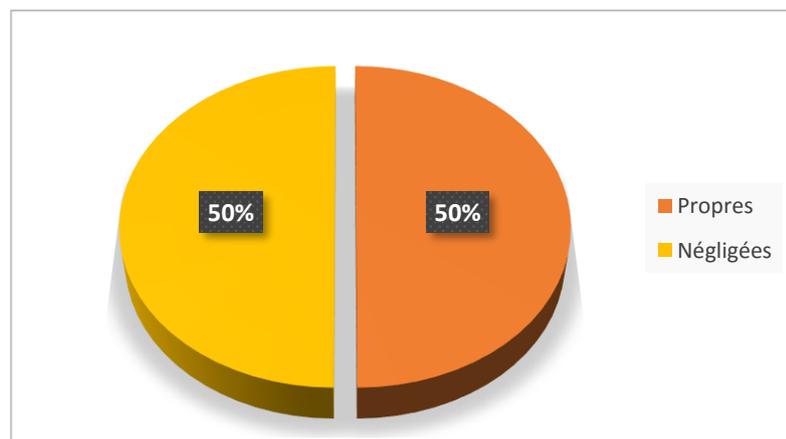


Figure 91 : répartition des usagers selon l'états des ouvertures.

(Source : auteur par Excel)

Selon le graphe on peut déduire que les ouvertures plus au moins sont sales, ce qui vas influencer sur le facteur de la transmission de la lumière naturelle et sa qualité. Donc il est recommandé de nettoyer le vitrage des ouvertures régulièrement

#### 4.2.2.13 Le besoin en protection solaire :

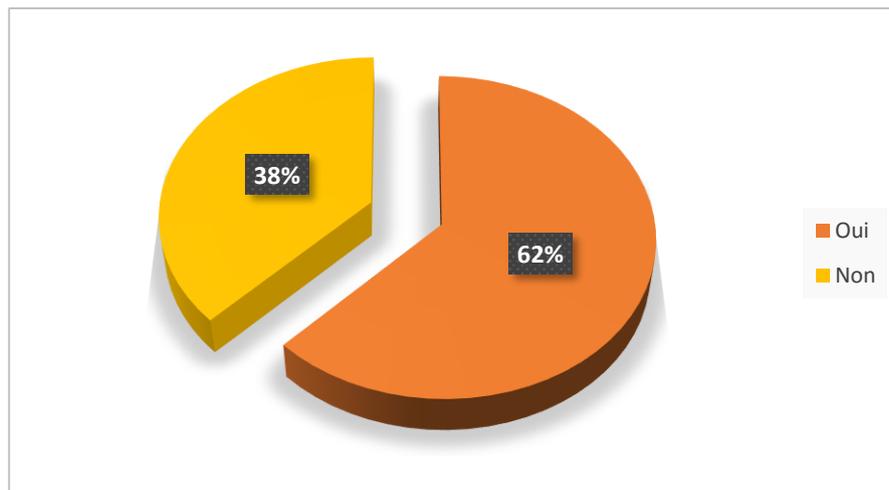


Figure 92 : répartition des usagers selon le besoin en protection solaire.

(Source : auteur par Excel)

Selon le graphe, la majorité des usagers avec un pourcentage de 62 % ont répondu par « oui », alors que 38 % des usagers ont répondu pas « non » pour le besoin en protection solaire.

Pour les personnes ayant répondu par « oui », ont précisé le type de protection ne représenter pas des nouveaux rideaux, un vitrage fumé et des brises soleil extérieurs.

#### 4.2.2.14 Le problème fatigue visuelle :

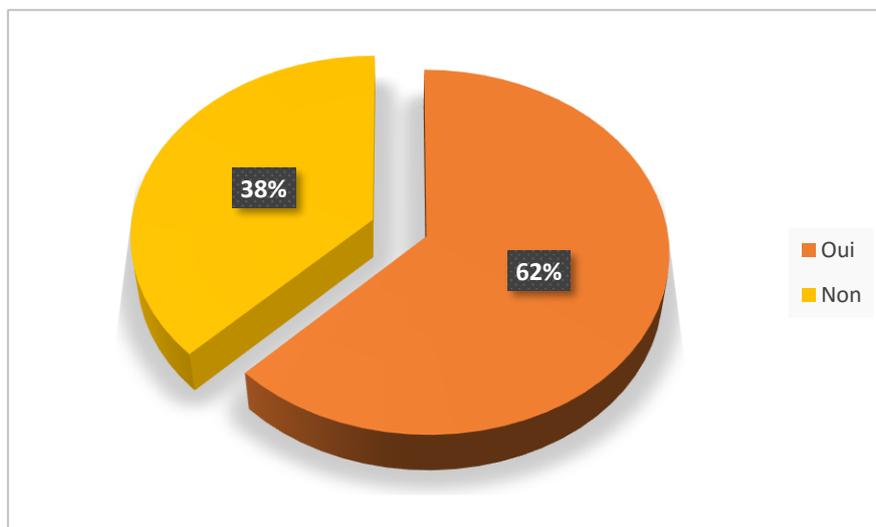


Figure 93 : répartition des usagers selon le problème de la fatigue visuelle.

(Source : auteur par Excel)

Selon le graphe, 62 % des occupants de la salle de lecture souffrent de la fatigue visuelle, alors que 38 % ont répondu par « non ».

Pour les étudiants qui ont répondu par « oui », la majorité (73 %) ont précisé que la cause de cette fatigue à cause de la quantité de lumière qui pénètrent les larges baies vitrées.

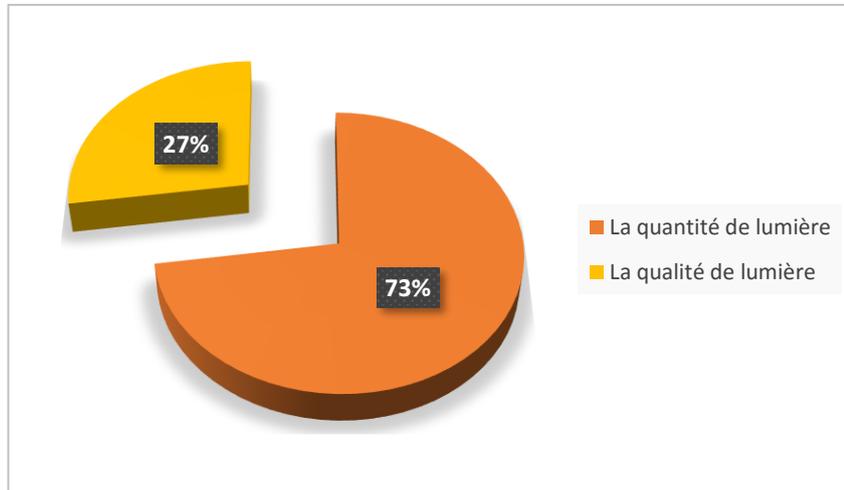


Figure 94 : répartition des usagers selon la source de la fatigue visuelle.

(Source : auteur par Excel)

### 4.3 Correspondance entre les résultats de la simulation et de l'enquête :

La correspondance entre les résultats des simulations numériques et les résultats de l'enquête effectuée auprès des usagers de la salle de lecture étudiée nous permet de déduire que la lumière naturelle est suffisante durant toute l'année sauf pour quelques moments de la journée (08h du matin et à 15h après midi) durant la saison d'hiver sous un ciel couvert pour des zones précises de la salle de lecture. Tandis que la présence des taches solaires dans l'espace de lecture est très remarquable à cause de l'emploi des grandes surfaces vitrés surtout sur la façade est et ouest de la salle de lecture sans aucune protection, ce qui provoque des problèmes tel que l'éblouissement et la fatigue visuelle à cause de la quantité de lumière très élevée qui pénètre par les ouvertures.

Les deux résultats nous permettent de confirmer que la lumière n'est pas uniforme dans l'ensemble de l'espace de lecture, d'où un éclairage très élevé à proximité des ouvertures tandis que les valeurs d'éclairage se baissent à chaque fois nous rapprochons du centre de la salle.

### 4.4 Recommandations spécifiques :

Après l'analyse des résultats des deux méthodes d'investigation, nous avons pu déduire que l'espace de lecture est bien éclairé mais sans confort visuel, aussi la présence des problèmes liés à l'éclairage naturel dans la salle de lecture étudiée ce qui met l'utilisateur de cet espace

dans une situation d'inconfort. Ces problèmes sont représentés par la mauvaise distribution de la lumière dans l'ensemble de l'espace, la présence des taches solaires surtout coté est et ouest de la salle, l'éblouissement et la fatigue visuelle et tout ça à cause de l'emploi des grandes surfaces vitrées et leurs orientations défavorables deux façades (est et ouest) avec l'absence des protections solaires, aussi la profondeur considérable de la salle de lecture participe dans la mauvaise répartition de lumière naturelle à l'intérieur de la salle de lecture. Le contrôle de l'environnement intérieur est primordiale pour le processus de l'appréciation de la qualité de lumière naturelle. Pour notre cas, vu que nous ne pourrons pas changer l'aspect générale de la salle de lecture nous proposons d'effectuer une correction sur les façades est et ouest de la salle de lecture pour minimiser les effets négatifs des rayons solaires sur l'ensemble de l'espace et sur les usagers. La correction représente par la mise en place d'une protection solaire mobiles.

Le type de protection utilisé est une protection solaire extérieure mobile avec une possibilité d'ouverture et de fermeture ; qui sont des Volets roulants lumière du jour T 37®.

Il n'a jamais été possible de combiner la sécurité d'un volet roulant avec les possibilités de conception d'un dosage individuel de la lumière du jour. Ce volet roulant peut le faire. Ce volet roulant n'est pas simplement ouvert ou fermé, il permet à la fois de contrôler les nuances et laisser entrer la lumière du jour dans la pièce si on le souhaite même. Aussi, il ne projette pas d'ombre rayée et assure une ambiance lumineuse naturelle particulièrement agréable dans les espaces de vie et de travail. (HELLA)



Figure 95 : le volet roulant.

(Source : Hella info,2021)

## 4.5 Correction :

Nous avons choisi le 21 juin à 09h pour effectuer notre correction et de voir la différence entre la simulation avant et après la correction.

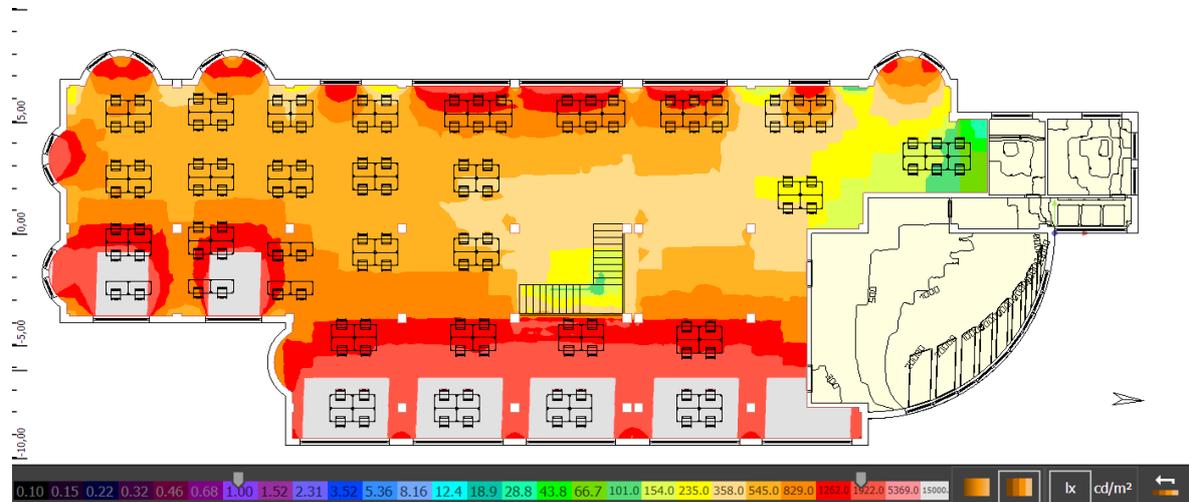


Figure 96: résultat de les simulation pour le 21 juin à 09h sans correction.

(Source : auteur par dialux evo,2021)

❖  $E_{Moye}$  : 4828 lux



Figure 97 : les taches solaires pour le 21 juin à 09h

(Source : auteur par dialux evo)

Après qu'on a ajouté une protection solaire extérieur de sur la façade est de la salle de lecture on a refait le calcul pour le 21 juin à 09h.



Figure 99 : les protections solaires sur la façade EST.

(Source : auteur par dialux evo)

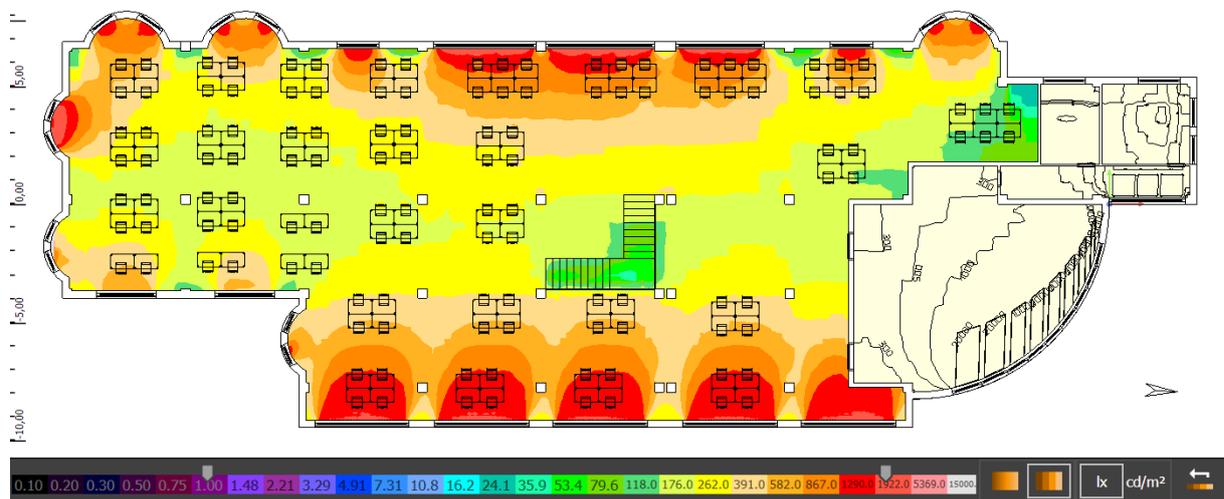


Figure100 : résultat de les simulation pour le 21 juin à 09h après la correction.

(Source : auteur par dialux evo)

- ❖  $E_{Moye} : 545 \text{ lux}$
- ❖ L'éclairage moyen recommandée par l'association française d'éclairage est de 425 lux pour une table de lecture.
- ✚ On remarque que la valeur de l'éclairage moyen (545 lux) après la mise en œuvre de la protection solaire est très proche au valeur recommandé dans la réglementation.
- ✚ Absence des taches solaires dans la partie exposée au rayonnements solaires (partie est) contrairement à la figure 01, c'est pour cela la valeur de l'éclairage moyen est diminuée.

- ✚ Les valeurs de l'éclairage au centre de la salle de lecture sont baissées (entre 176 lux et 391 lux) par rapport à la figure 01 sans protection solaire (entre 358lux et 829 lux).
- ✚ Concentration de l'éclairage à proximité des ouvertures est dû à l'intensité de la lumière naturelle,



Figure 98 : absence des taches solaires après la correction pour le 21 juin à 09h

(Source : auteur par dialux evo)

### **Conclusion :**

Dans ce dernier chapitre de la partie empirique de notre recherche nous avons présenté l'ensemble des résultats des simulations faites par le logiciel Dialux Evo, et les résultats de l'enquête par questionnaire, dans le but de valider ou négliger nos hypothèses fixées au part avant.

Les résultats obtenus et comparés aux normes nous ont permis de déduire que l'espace étudié est bien éclairé durant toute l'année mais nous avons constaté que la répartition de la lumière naturelle dans l'ensemble de l'espace n'est pas uniforme, d'où une forte concentration de l'éclairage à proximité des ouvertures et des niveaux d'éclairage basses au centre de la salle, aussi les usagers de cet espace souffrent de l'éblouissement et de la fatigue visuelle à cause de la quantité importante de lumière pénétrant par les ouvertures.

### **Recommandations générales :**

A travers cette recherche nous avons pu réaliser à quel point les ouvertures agissent sur le confort visuel de l'occupant dans l'espace de lecture, pour cela sa conception doit être le fruit d'une étude préalable approfondie, c'est pour cela que nous avons abouti à quelques recommandations qui peuvent nous aider à bien garantir un environnement lumineux sain et confortable pour les espaces architecturaux et notamment pour les espaces de lecture :

- Il faut d'abord élaborer une réglementation du bâtiment en relation avec le climat local.
- Il faut bien analyser le site d'implantation du projet et ses caractéristiques, notamment son environnement immédiat, sa morphologie, et ses conditions climatiques

(ensoleillement, nébulosité, vents...) et de faciliter l'accès de ces données pour tous les spécialistes de bâtiment

- Respecter les normes de conception des ouvertures avec son espace intérieur tels que : les rapports de surface vitrée/surface plancher, les profondeurs de local ; car il est difficile que les rayons solaires d'atteindre un espace profond dans un local, donc vaut mieux l'éviter .
- Il faut savoir les besoins des occupants en terme de l'éclairage et l'aménagement de l'espace.
- Le recours aux simulations par le concepteur est indispensable pour pouvoir éviter les problèmes d'inconfort, pour une bonne gestion de consommation d'énergie et de pouvoir trouver des solutions dès la phase de la conception du projet.
- Il faut réduire les dimensions des ouvertures orientées est et ouest.
- Privilégier les protections solaires mobiles pour les façades est et ouest de la salle de lecture pour bien contrôler la pénétration des rayons solaires pour chaque moment de l'année.
- Utiliser un écran végétal pour les façades exposées directement aux rayons solaires pour protéger la salle de lecture en été.
- Dans le cas où les apports internes importants l'orientation nord de l'ouverture est la plus favorable car elle bénéficie de la même quantité de lumière durant toute l'année qui est engendrée du rayonnement solaire diffus.
- La position de l'ouverture dans la façade influence directement sur la quantité de lumière, d'où une ouverture placée le plus haut possible capte plus de rayons solaires qu'une ouverture de la même forme placée au niveau du plan utile car elle permet d'éclairer un local plus en profondeur. Donc il est préférable pour un espace de lecture de positionner les ouvertures le plus haut possible pour que la lumière puisse atteindre sa profondeur et diminuer les problèmes d'éblouissement. Mais cette solution peut avoir un côté négatif parce qu'elle peut influencer sur l'esthétique de la façade aussi nous aurons plus de vue vers l'extérieur.
- Pour l'éclairage latéral, il est préférable d'utiliser un light shelf pour mieux diriger les rayons solaires vers le plafond pour mieux atteindre la profondeur de local et éviter la pénétration directe des rayons.
- Les caractéristiques des matériaux intérieurs de finition de local doivent être prises en considération lors de la conception des espaces de lecture car ils influencent la distribution de la lumière et sur le confort visuel des occupants de cet espace. Donc une teinte claire est la plus favorable.
- L'aménagement intérieur et le type de mobilier de la salle de lecture influencent sur la distribution de la lumière naturelle pour cela il faut bien les disposer en fonction de la lumière de jour et l'emplacement des ouvertures.
- Pour une meilleure répartition de la lumière naturelle dans l'ensemble de l'espace de lecture, il est préférable d'adopter un éclairage zénithal.
- Pour les locaux avec une hauteur supérieure de 4,5m, l'éclairage zénithal est indispensable.

- Pour les locaux à une hauteur faible sous plafond (de 2,5m à 3m) on optera pour un éclairage naturel latéral.
- Pour les locaux d'une hauteur entre 3m et 4,5m, le choix de type d'éclairage dépend d'autres caractéristiques telle que la forme du bâtiment, sa hauteur et sa profondeur.
- Utilisation des conduites de lumière pour éclairer des espaces qui n'ont pas accès à la lumière du jour
- Utilisation des panneaux réfléchissants pour un éclairage latéral pour une distribution de lumière uniforme
- Pour minimiser l'éblouissement dans les espaces de lecture, des solutions simples est peu coûteuses peuvent être mise en place tels que : les stores vénitiens à lames horizontales orientables et l'utilisation de film adhésif sur le vitrage des baies vitrées.

# Chapitre 5 : application de la recherche sur le projet fin d'étude

## Introduction

La première partie de la recherche était consacré à une analyse conceptuelle sur la lumière dans les espaces de lecture, par la suite nous avons évalué le confort visuel à travers un cas d'étude (un espace de lecture), d'une manière qualitative et quantitative à travers un processus méthodologique bien définie.

Cette dernière partie nous permet de comprendre la notion du confort visuel dans les espaces de lecture. Elle vise à bien maîtriser la lumière naturelle dans le projet architectural, et notamment la notion du confort visuel dans l'espace de lecture qui sera un espace fondamental dans notre projet de fin d'étude. Aussi elle vise à donner une identité particulière au projet, et ça á partir de l'insertion de ce dernier dans son contexte.

### 5.1 Le choix de projet fin d'étude :

Le projet doit contenir un espace de lecture pour que nous puissions appliquer la recherche sur notre projet, et comme nous savons tous l'équipement principal qui contient un espace de lecture est la bibliothèque ou la médiathèque. Et pour des raisons liées à la richesse du programme du dernier projet de notre parcours, nous avons opté pour la conception d'une médiathèque qui est le résultat de l'évolution logique de la bibliothèque à travers le temps vers la modernité à cause de l'apparition du numérique et la grande diversité des formats.

Le choix de l'équipement est dû aussi à l'absence de ce type d'équipement dans la ville de Bejaia.

### 5.2 Analyse des exemples :

#### 5.2.1 Première exemple : Médiathèque « la grande passerelle » de Saint-Malo

##### 5.2.1.1 Présentation du projet :

###### Fiche technique :

❖ **Localisation :** Saint-Malo, 35, France.

- ❖ **Maitre d'ouvrage** : Ville de Saint-Malo.
- ❖ **Maitre d'œuvre** : AS. Architecture Studio.
- ❖ **BET** : Arcoba.
- ❖ **Economie et HQE** : Eco cités.
- ❖ **Acoustique** : Acoustique vivifié.
- ❖ **Surface** : 6500 m<sup>2</sup>.
- ❖ **Concours** : 2009, lauréat.
- ❖ **Livraison** : 2014.
- ❖ **Coût** : 23 M €
- ❖ **Le gabarit** : R+1
- ❖ **Programme de base** : Pôle Culturel regroupant une médiathèque, trois cinémas d'art et d'essai, un espace numérique et un amphithéâtre extérieur.



Figure 99 : vue sur le bâtiment.

(Source : Google image, 2021.)

#### 5.2.1.2 Concepts de base projet :

- ✚ Le concept phare du projet est représenté par la notion du « bâtiment esplanade », conçu dans le but de matérialiser l'axe malouin qui relie la nouvelle gare à l'intramuros et la mer.
- ✚ La forme du projet est de forme organique inspirée des vagues marines, matérialisée par deux volumes, le premier volume est dédié pour les 3 cinémas et le deuxième abrite la médiathèque, les deux sont reliés par un volume articulante qui abrite le foyer avec le passage piéton.
- ✚ La grande passerelle représente une continuité entre l'espace bâti et les espaces publics extérieurs qui sont aménagés en deux esplanades avec un petit amphithéâtre en plein air.

#### 5.2.1.3 La notion écologique dans le projet :

- ✚ L'utilisation d'une toiture végétalisée pour les deux volumes, et la mise en œuvre d'un ruban de cellules photovoltaïques.
- ✚ L'emploi des matériaux écologiques tel que le bois pour profiter de son inertie thermique.
- ✚ Utilisation des grandes baies vitrées dans les espaces de la médiathèque pour éclairer ces espaces naturellement durant la journée.
- ✚ La mise en place d'un système de géothermie en profondeur (24 sondes géothermiques de 196 m de profondeur), pour couvrir les besoins en chaleur et en froid du bâtiment.

- ✚ Le projet est certifié « NF bâtiments tertiaire – HQE » et labellisé « THPE » et « ENR » de -30%.



Figure 100: les dispositifs bioclimatiques de projet.

(Source : Google image, 2021)

## 5.2.2 Deuxième exemple : Médiathèque « Jean Prevost » à Bron :

### 5.2.2.1 Présentation du projet :

#### Fiche technique :

- ❖ **Localisation** : la ville de Bron, France
- ❖ **Maitre d'œuvre** : AIA architectes
- ❖ **Maitre d'ouvrage** : ville de Bron
- ❖ **Acousticien** : génie acoustique
- ❖ **Paysagiste** : AIA studio paysages
- ❖ **Conception de lumière** : atelier Poland Joel
- ❖ **Surface** : 3130 m<sup>2</sup>
- ❖ **Concours** : lauréat décembre 2010
- ❖ **Livraison** : décembre 2013
- ❖ **Le cout** : 6,8 M €



Figure 101 : vue sur la médiathèque.

(Source : amc-archi.com)

### 5.2.2.2 Les concepts de base du projet :

- ✚ Le projet est caractérisé par sa forme unitaire simple, généralement cubique vitrée enveloppée par un voile léger.

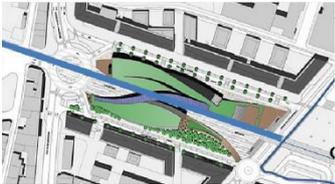
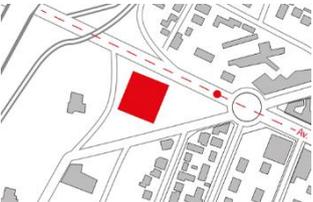
- ✚ Le concept phare du projet est la liberté formelle et d'usage ; une liberté formelle à partir de l'utilisation d'une structure poutres-poutres en béton qui participe à la construction volontaire d'un espace central totalement vide avec une grande hauteur et qui est considéré comme le cœur du bâtiment, ensuite une liberté d'usage par l'utilisation du concept « plan libre », qui permet une flexibilité des aménagements intérieurs et la transformation facile selon le besoin.
- ✚ La médiathèque est organisée en niveaux (pas étages) avec un décalage d'un demi niveau entre chaque niveau.

### 5.2.3 Synthèse de l'analyse des exemples

Tableau 1 : Tableau récapitulatif de l'analyse des exemples

(source : auteur,2021)

Exemple	Médiathèque « la grande passerelle » à saint Malo	Médiathèque « Jean prevost » à Bron.	Synthèse
Photo	 <p>Figure 102 : vue sur le bâtiment. (Source : Google image, 2021).</p>	 <p>Figure 103 : vue sur la médiathèque. (Source : amc-archi.com)</p>	<p><b>Gabarit</b> : entre R+1 et R+6  <b>Échelle d'appartenance</b>: la ville  <b>Les fonctions prises en compte</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accueil</li> <li>• Médiathèque</li> <li>• Espace d'exposition</li> <li>• Cafétéria</li> <li>• Kiosque</li> <li>• Administration</li> <li>• Archive</li> <li>• Esplanade</li> <li>• Amphithéâtre en plein air</li> <li>• Auditorium</li> <li>• Parking</li> </ul>
Description	Médiathèque et cinéma d'art et d'essai	Médiathèque	
Surface	6500 m <sup>2</sup>	3130 m <sup>2</sup>	
Gabarit	R+1	6 Niveaux	
Échelle d'appartenance	La ville	La ville	

<p><b>Programme de base</b></p>	<p>Accueil Médiathèque Trois cinémas Espace d'exposition Un foyer Cafétéria Administration Parking Esplanade Amphithéâtre extérieur</p>	<p>Accueil Exposition Kiosque/caféteria Auditorium Espace presse Médiathèque Administration Archive Parking</p>	
<p><b>principe d'implantation</b></p>	<p>Le bâtiment s'intègre harmonieusement à l'environnement</p>  <p>Figure 104 : plan de masse. (Source : Google image).</p>	<p>Intégration formelle dans le paysage grâce à sa forme simple.</p>  <p>Figure 105: plan de masse. (Source : Google image).</p>	<p>Emplacement du volume dans le site doit assurer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mise en valeur du projet.</li> <li>• Dégager de l'espace pour avoir une esplanade.</li> <li>• Les escaliers et les ascenseurs reliant les niveaux du bâtiment doivent être situés près de l'entrée de l'édifice, ce qui permet aux visiteurs de retrouver plus facilement le parcours principal.</li> </ul>
<p><b>fonctionnement</b></p>	<p>RDC: accueil, foyer, médiathèque, café, une salle d'exposition, locaux technique R+1: 03 salles de cinémas, espace de consommation et l'administration</p>	<p>RDC: hall d'accueil/ espace d'exposition, auditorium, kiosque/café, espace presse et actualité, espace art/musique R+1: espace documentaire R+2: espace fiction adultes/ados/BD R+3: Espace jeunesse R+4 et R+6: administration et archives Sous-sol: parking</p>	<p>La forme des deux édifices est complètement différente à cause des critères comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La forme du terrain d'implantation.</li> <li>• La culture locale de la région.</li> <li>• Selon le mouvement et le style de l'architecte ou le groupe des concepteurs.</li> <li>• Placer le plus grand nombre d'espaces partagés au niveau de rez-de-chaussée pour mieux faciliter l'accès aux usagers.</li> </ul>
<p><b>Volumétrie</b></p>	<p>Forme organique en courbure inspiré de la vague marine</p>	<p>volume simple d'une forme cubique</p>	

<p><b>La façade</b></p>	<p>L'emploi de grandes ouvertures avec des murs rideau en bois dans les façades est et ouest, pour les façades nord et sud, de petites ouvertures ont été employées sur des murs en béton et en zinc.</p>	<p>Façades largement ouvertes et une double peau( voile transparent) Suivant les orientations et les fonctions, la double peau se soulève, se découpe, se perce, pour révéler les espaces intérieurs.</p>	<p>La maîtrise de la lumière et faire de cet élément un facteur mobilisateur dans le projet. la choix de type et taille d'ouverture est en fonction de l'organisation spatiale intérieur et l'orientation du bâtiment</p>
<p><b>Structure</b></p>	<p>la structure du côté de la médiathèque est composée d'une série de portiques mixtes bois/acier. la structure de la cinémathèque nécessite la création de « boites isolées » réalisées en béton et recouvertes d'une charpente métallique supportant le complexe de la toiture. le ruban photovoltaïque courbe est formé par un treillis tridimensionnel en acier de forme trapézoïdale venant s'appuyant sur la structure de la médiathèque et de la cinémathèque.</p>	<p>structure en béton en système poteaux poutres.</p>	<p>La combinaison de plusieurs système constructifs afin de résoudre des problématiques liées à la géométrie du projet et l'emploi des matériaux mixtes. La structure doit nous permettre de dégager de grands espaces pour l'exposition et la salle des conférences. La structure d'un projet doit répondre à des contraintes fonctionnelles, formelles et esthétiques</p>
<p><b>Matériaux utilisés</b></p>	<p>Bois, béton, zinc, Verre, l'acier</p>	<p>Bois, métal, aluminium, béton ,verre</p>	

### 5.2.4 Les concepts à prendre en considération lors de la conception architecturale :

Tableau 2 : les concepts à prendre et à ne pas prendre lors de la conception.

(Source : auteur,2021)

Exemple	Prendre en considération	Ne pas prendre en considération
<b>Exemple 01</b>		
La métaphore	✓	
L'emploi des matériaux écologiques	✓	
L'emploi des grandes baies vitrées	✓	
Système géothermie		x
Toiture végétalisée	✓	
Panneaux photovoltaïque		x
Structure mixte	✓	
<b>Exemple 02</b>		
Forme simple	✓	
Flexibilité d'espace intérieur	✓	
Façade à double peau		x
Structure en béton en système poteaux poutre		x
Organisation intérieur en niveaux		x

### 5.3 Programme :

A partir d'un programme surfacique normalisé (voir l'annexe) d'une bibliothèque (car le programme d'une médiathèque n'est pas disponible) et l'analyse des deux exemples précédents nous avons pu réaliser un programme surfacique de notre projet :

Tableau 3 : programme surfacique du projet.

(Source :Ministre de la culture,2021)

Entité	Sous entité	composantes	Surface m <sup>2</sup>	Surface m <sup>2</sup>	Surface totale m <sup>2</sup>	
<b>Accueil</b>	Accueil		30	110	110	
	Exposition		50			
	Espace d'attente		30			
<b>Animation</b>	Salle d'animation		100	100	650	
	Salle polyvalente(100 place)		200	200		
	Exposition		90	90		
	Studio d'enregistrement de musique		50	50		
	Salle de dense		60	60		
	Ateliers d'art numérique	Atelier photographie		50		150
		Atelier infographie		50		
Atelier montage vidéo						
<b>Détente</b>	Espace de consommation	Cafétéria	80	80	190	
	Commerce	Librairie	45	110		
		Vente de CD- ROM, DVD kiosque	45 20			

<b>Médiathèque</b>	Espace de lecture pour enfant	Espace de prêt et de retour Rayonnage Air de conte Espace de lecture Animation groupe	35 80 30 60 27	232	1197
	Espace de lecture pour adulte/ jeune	Espace de prêt et de retour Rayonnage Espace de consultation sur place Salle de travail en groupe Espace de lecture	35 150 50 80 200	515	
	Audio- visuel	Espace CD rom Micro thèque Audio thèque Vidéotheque Diapothèque Un espace de prêt avec rayonnage CD/DVD.	60 60 60 60 60 150	450	
<b>Gestion et logistique</b>	Administration	Bureau du directeur Bureau du secrétaire Bureau de comptabilité Bureau gestion Salle de réunion	40 25 25 25 45	193	393

Chapitre 5 : application de la recherche sur le projet fin d'étude.

		Sanitaires	08		
	Rangement	Tirage	30	140	
		Archive	70		
		Espace de traitement	40		
	Locaux technique	Chauffage Climatisation Électricité	20	20	
	Entretien	Atelier de réparation	40	40	
<b>Circulation et sanitaire (20% de la surface total)</b>					508
<b>Stationnement</b>	Parking	Parking pour le personnel (15P) Parking pour le public (50 P)			

## 5.4 Synthèse de l'analyse du site d'intervention :

### 5.4.1 Situation du terrain :

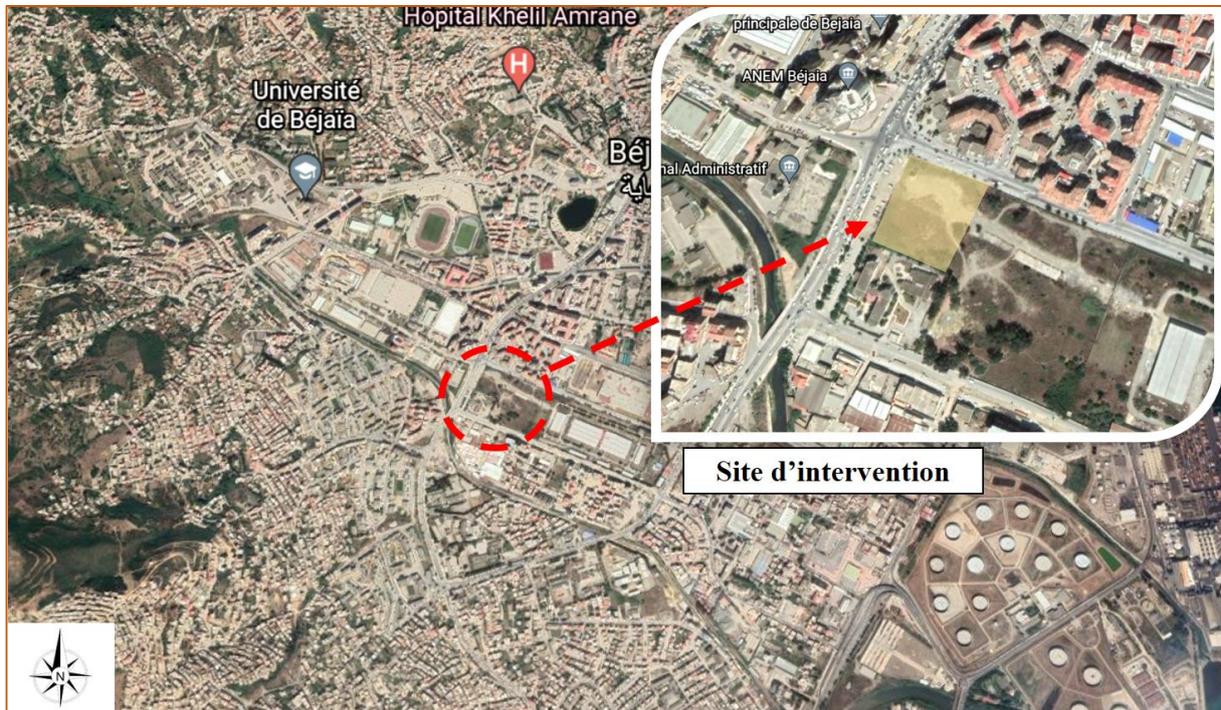


Figure 106 : situation du site d'intervention.

(Google earth traité par l'auteur,2021)

Notre site d'intervention est situé dans la partie sud est de la zone industrielle de la ville de Bejaïa. Il se situe sur le boulevard Krim Belkacem en face de centre d'affaire de Bejaïa.

### 5.4.2 Justification du choix de site :

- ❖ Le PDAU intercommunal de Bejaïa a envisagé la délocalisation de la zone industrielle de la ville de Bejaïa et la récupération de l'ensemble de cet espace par la ville.
- ❖ Le site d'intervention occupe un emplacement stratégique, accessible par le boulevard krim Belkacem et facile à repérer.
- ❖ L'emplacement du site lui permet une meilleure visibilité du projet car il est se situe près d'un nœud majeur

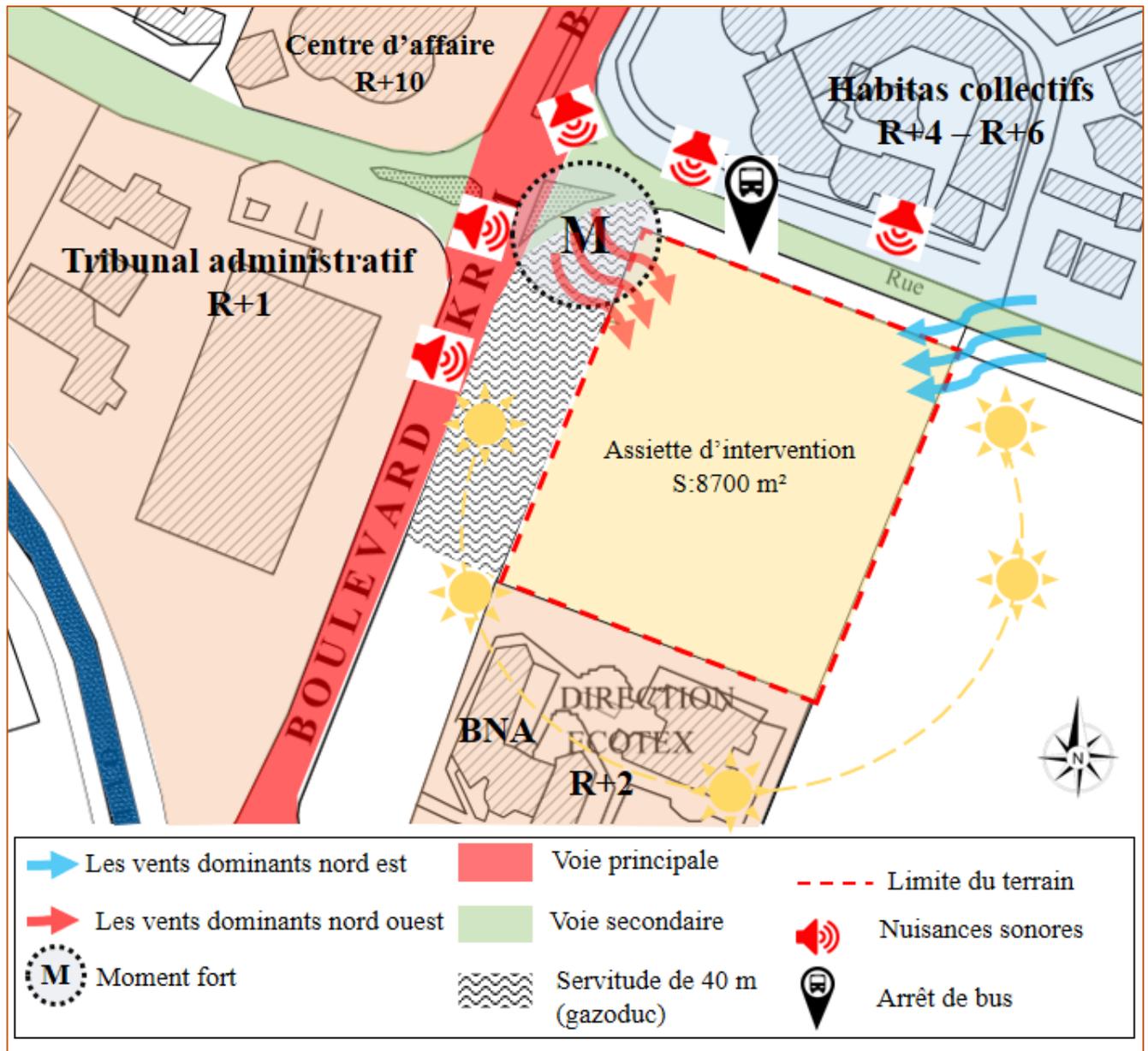


Figure 107: synthèse de l'analyse du site.

(Source : APC de Bejaia traitée par l'auteur, 2021)

### 5.4.3 Schéma de structure du terrain :

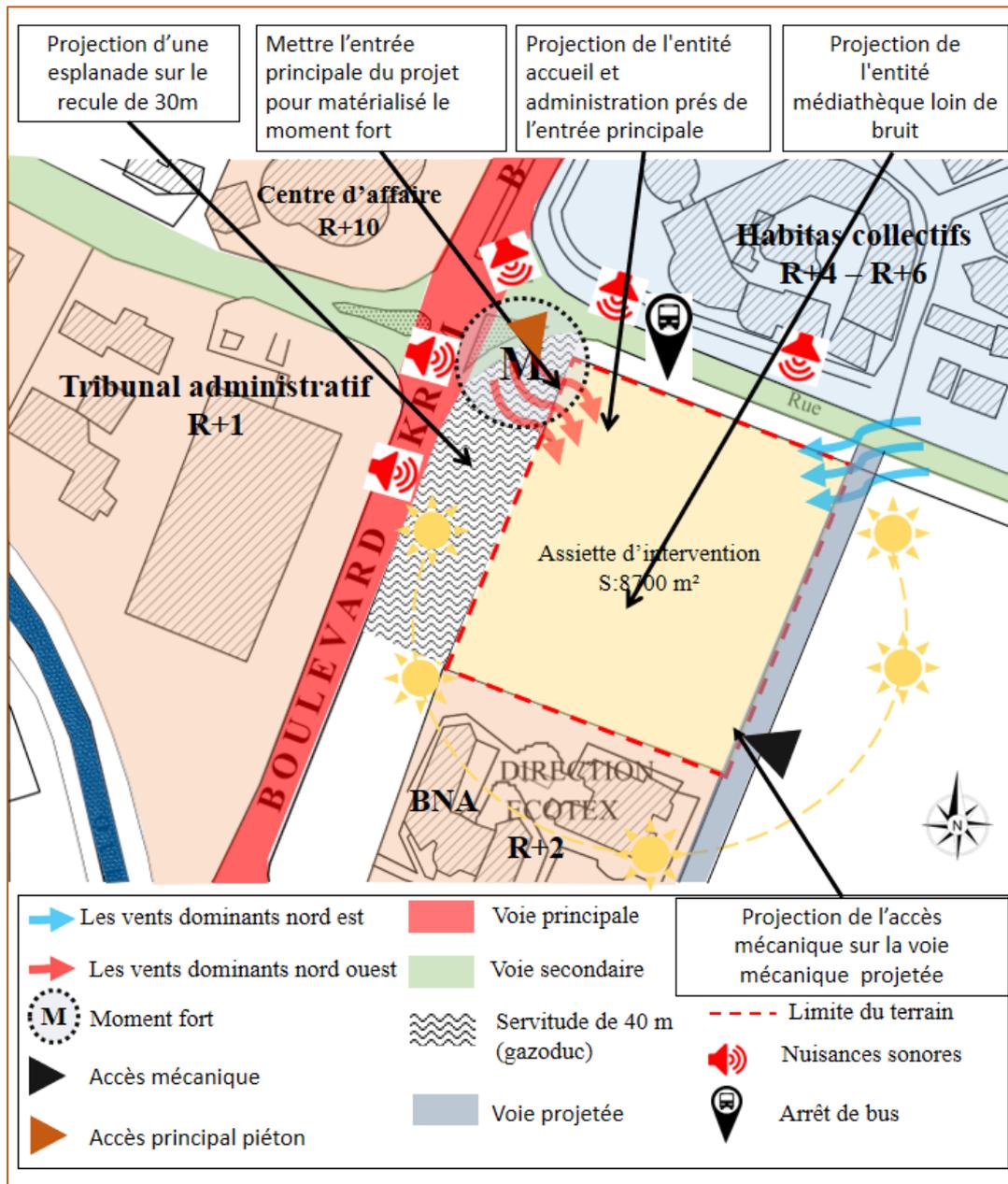


Figure 108 : schéma de structure de site d'intervention.

(Source : APC de Bejaia traitée par l'auteur, 2021)

## 5.5 Idéation et morphogénèses :

### 5.5.1 L'idée du projet :

L'idée de base de notre conception est née d'une volonté de concevoir un bâtiment en relation avec notre thématique de recherche qui est la maîtrise de la lumière naturelle dans l'espace de lecture, pour cela nous avons opter pour concevoir une médiathèque d'une manière quel puissent concrétiser tous les concepts tirés à partir la première et la deuxième partie de notre mémoire.

### 5.5.1.1 Première étape : le zonage

Nous avons positionné l'ensemble des entités du projet sur le terrain d'intervention ; où nous avons positionner les deux entités accueil et administration près de l'accès principal pour une bonne gestion et la sécurité de l'équipement.

L'entité médiathèque qui doit contenir des espaces de lecture est projeter dans la partie sud est du terrain pour qu'elle soit éloignée des nuisances sonores et bien éclairer

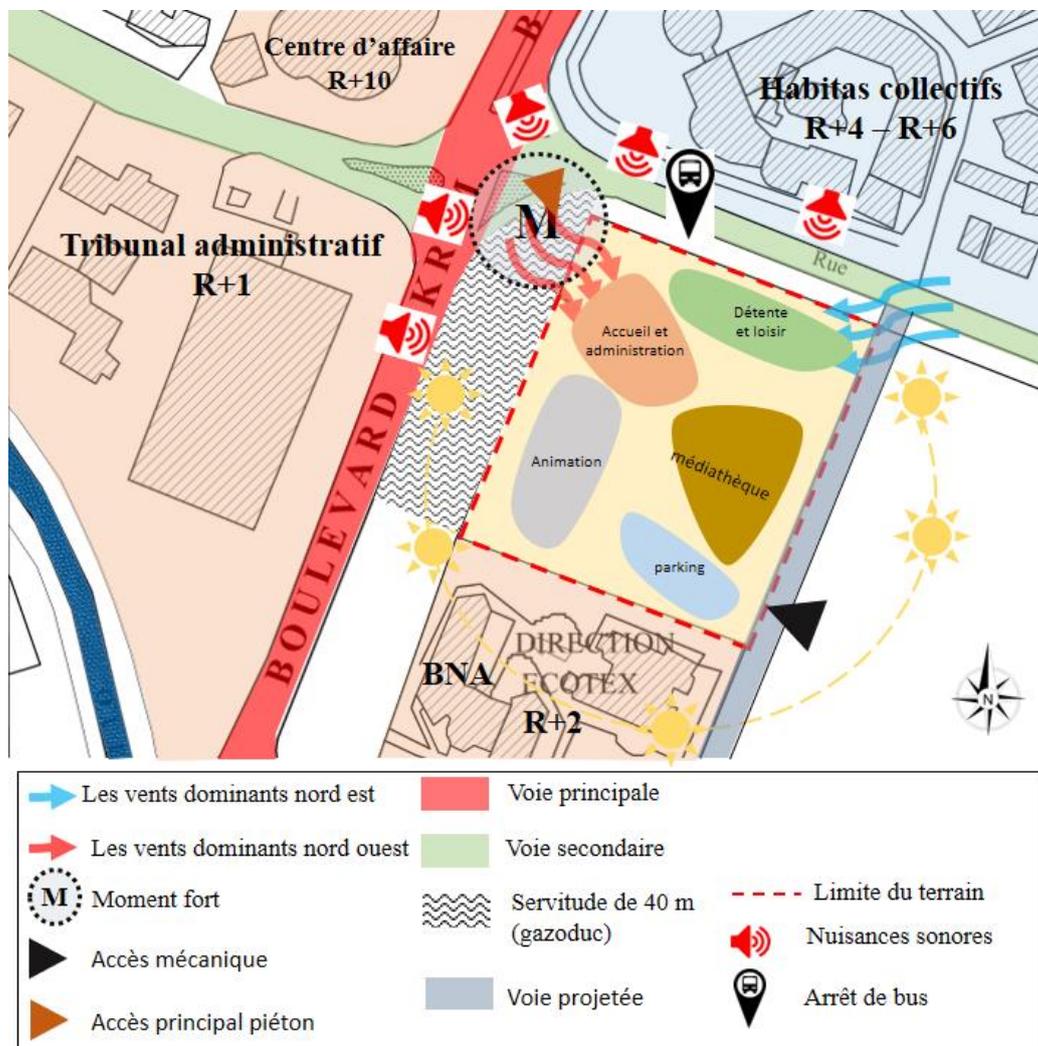


Figure 109 : la disposition des entités dans le terrain

(Source : APC de Bejaia traitée par l'auteur, 2021)

### 5.5.1.2 Deuxième étape : la trame

Nous avons devisé le terrain en trame régulière de 25m<sup>2</sup> POUR faciliter le positionnement de notre forme.

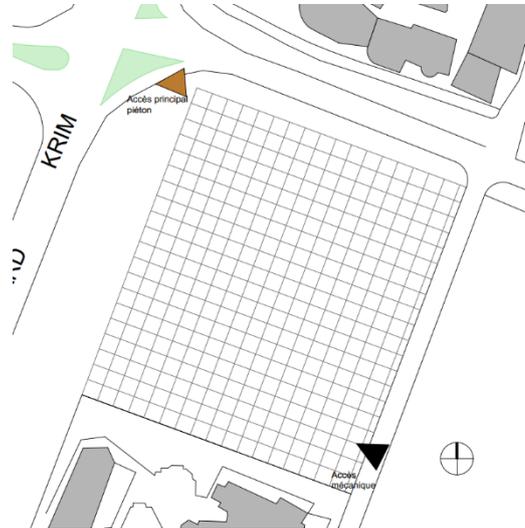


Figure 110 : division du terrain en trame régulière.

(Source : auteur par Archicad 21)

### 5.5.1.3 Troisième étape : la forme et la volumétrie

Notre projet s'agit d'une médiathèque, et comme nous avons cité déjà que la médiathèque est une bibliothèque transformée à travers le temps avec l'apparition du numérique. Nous avons opté pour une forme qui symbolise le lien entre le projet et la thématique de recherche, et qui permet une bonne intégration du projet dans son milieu naturel. C'est la forme d'un livre volant transporter par le vent des médias mais il a toujours résisté.

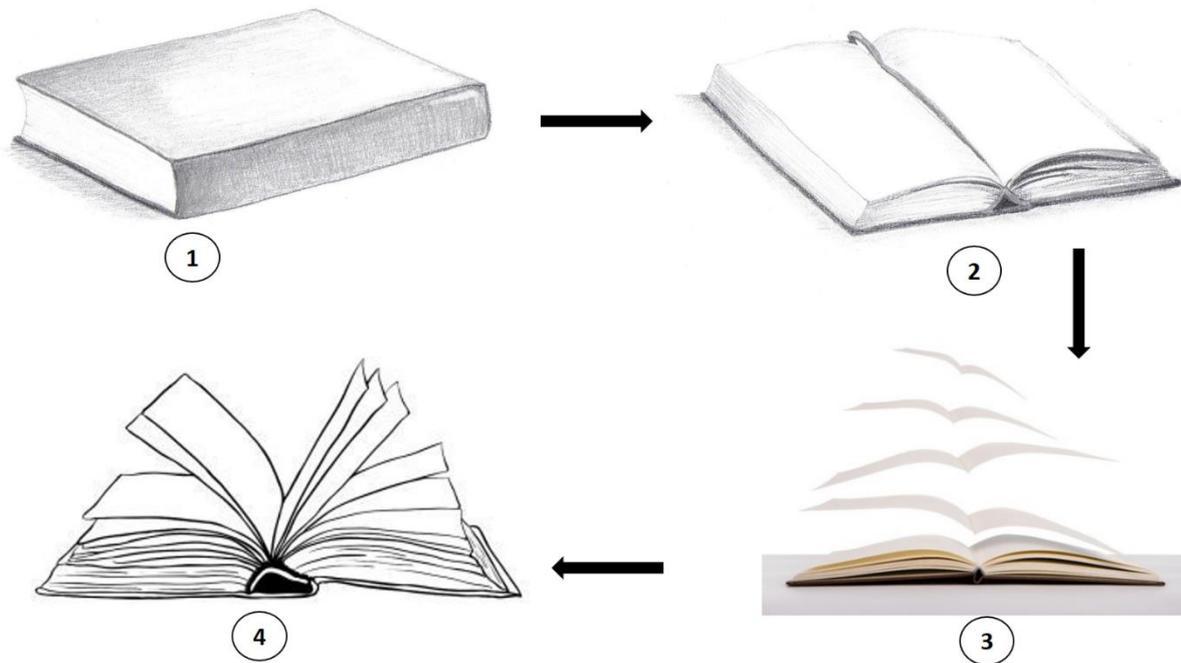


Figure 111 : la métaphore utilisée.

(Source : Google image traité par l'auteur,2021)

**01** : le livre comme source.

**02** : un livre ouvert pour adapter la forme de notre terrain

**03** : le livre est transporter par les vents des médias ce qui lui rend dynamique.

**04** : mais le livre a toujours résisté et imposé sa présence partout et à tout moment.

#### 5.5.1.4 Quatrième étape : l'implantation du projet sur le site

Nous avons positionné notre volume d'une manière alignée avec les voiries et devisé la forme globale en trios entités A, B et C

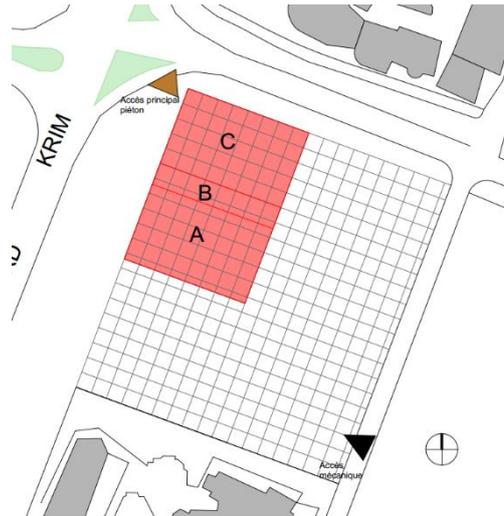


Figure 112 : positionner la forme du projet sur le terrain

(Source : auteur par Archicad 21)

#### 5.5.1.5 Cinquième étape : changement de l'orientation du projet

Nous avons changé l'orientation du projet pour dégager une placette et bien marquer l'entrée principal de notre projet en suivant la diagonale du terrain.

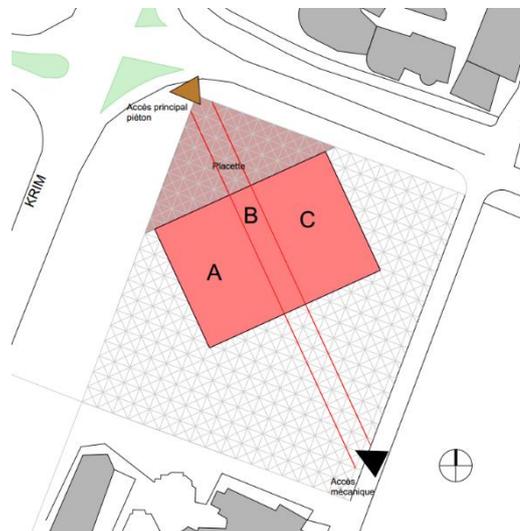


Figure 113 : changement de l'orientation du projet

(Source : auteur par Archicad 21)

### 5.5.1.6 Sixième étape : réorientation du bloc C

Nous avons changé l'orientation du bloc C, parce que la forme précédente ne permet pas de bien éclairer l'ensemble des espaces intérieurs de notre projet d'une manière naturelle, aussi notre espace de lecture doit être projeté dans le bloc C parce que il est caractérisé par sa bonne orientation.

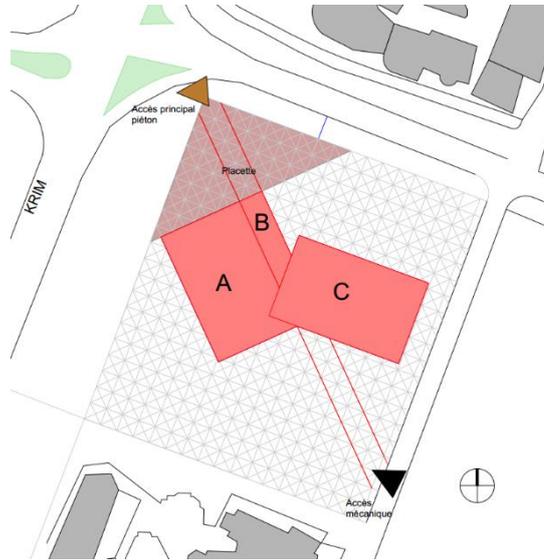


Figure 114 : changement de l'orientation du projet

(Source : auteur par Archicad 21)

### 5.5.1.7 Dernière étape : aménagement de plan de masse

Les aménagements extérieurs du projet se présentent par l'implantation des espaces de loisirs, d'animation et de promenade autour de notre équipement culturel qui lui permet de devenir plus attractive.

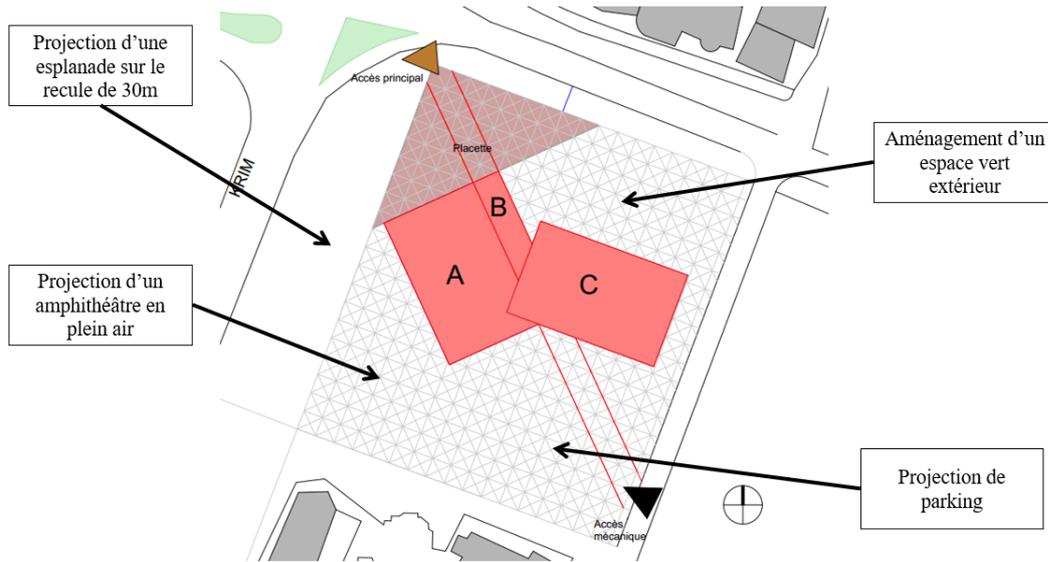


Figure 115 : aménagement du plan de masse

(Source : auteur par Archicad 21)

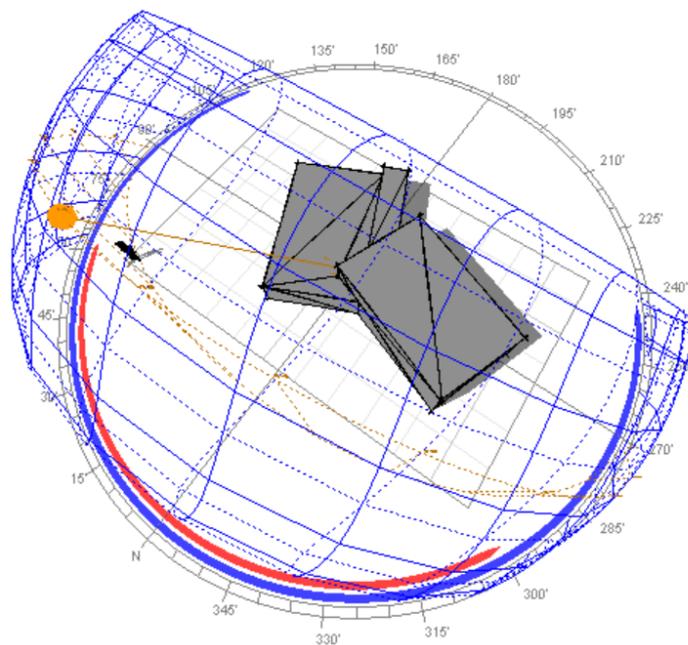


Figure 116 : résultat de la simulation pour le mois de mars à 12h.

(Source : auteur par ecotect, 2021)

### 5.5.2 Le volume initial du projet :

Le volume de base de notre projet est constitué essentiellement de trois forme simple

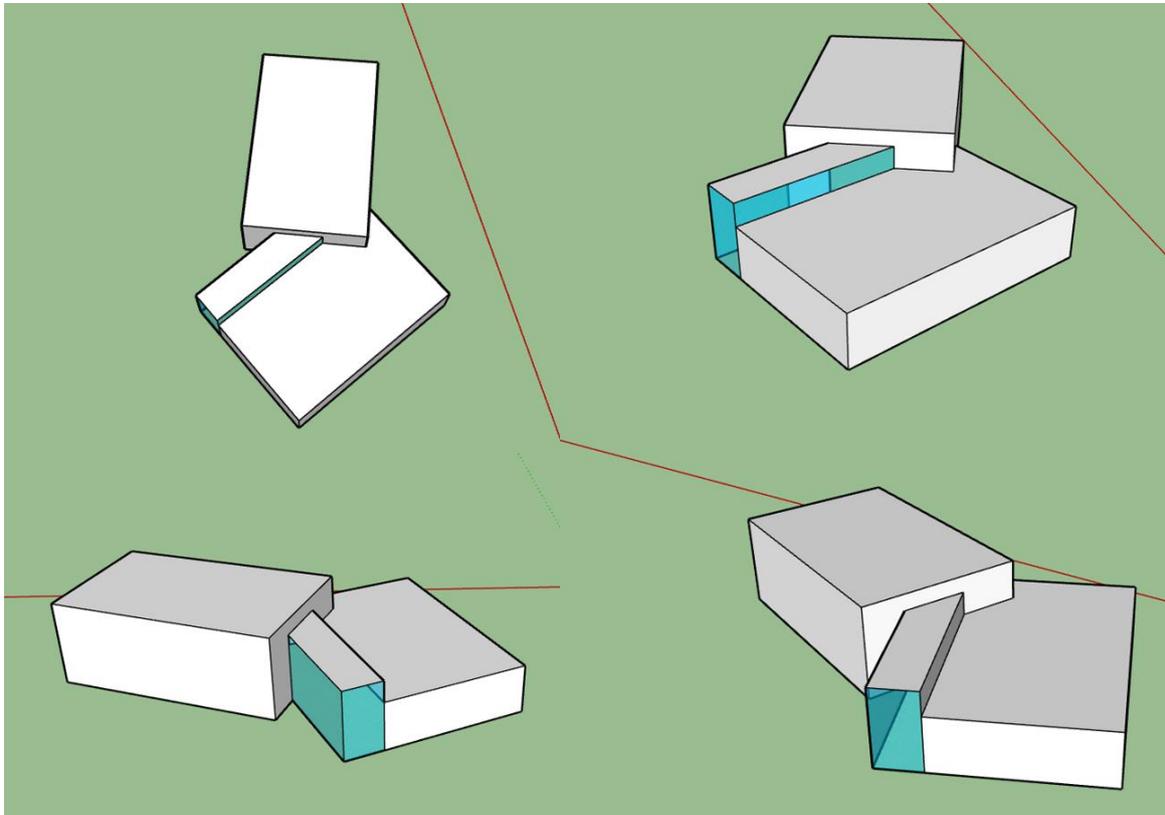


Figure 115 : la forme initiale du projet.

(Source : auteur par Sketchup,2021)

### 5.5.3 Description du projet :

Le projet s'agit d'une médiathèque à l'échelle de la ville de Bejaïa, composé essentiellement de trois bloc A, B et C.

**Le bloc A :** composé d'un seul niveau, qui englobe l'administration, l'archive, salle polyvalente, cafétéria, un espace d'exposition et un espace de vente.

**Le bloc B :** composé d'un seul niveau, relie les deux autres blocs, à une fonction d'articulation, réservé pour la circulation horizontale et verticale du projet avec un espace d'exposition permanent et les sanitaires.

**Le bloc C :** composé de deux niveaux, il doit contenir les différents espaces de la médiathèque (espaces audiovisuel, espaces de lecture)

## **Conclusion**

La conception architecturale est une étape pendant laquelle l'architecte doit essayer de résoudre tous les problèmes posés dès le départ. Afin de trouver des solutions adéquates il faut baser sur des connaissances acquises, soit théorique, technique ou autres. Dans cette partie nous avons procédé à l'analyse des deux exemples de médiathèque pour tirer les différents concepts que nous pourrions les prendre en considération pour la conception de notre projet. Par la suite nous avons élaborer un programme surfacique adapté, et nous avons effectué une analyse approfondie de site d'intervention sur laquelle nous basons pour concevoir un projet fonctionnel et réussi, notamment les différentes synthèses de cette analyse nous permettra de bien positionner notre espace de lecture.

## Conclusion générale :

Le confort visuel n'est pas une notion facile pour atteindre avec des recommandations rigoureuses comme les normes d'éclairage lumineux, mais aussi dépendra de la combinaison de plusieurs paramètres afin que l'usagers perçoive un confort visuel. Pour un meilleur confort visuel et une basse consommation basse d'énergie la lumière naturelle est considéré la seule source gratuite et la source la plus appréciée par l'individu.

Dans cette recherche nous nous sommes intéressés à l'étude de l'environnement lumineux de la salle de lecture de la bibliothèque 250 places de la faculté de médecine à l'université de Bejaïa. Nous avons effectué cette étude afin de déduire si l'éclairage naturel de la salle de lecture répond aux exigences en terme de confort visuel des usagers, et procure une ambiance lumineuse propice aux tâches visuelles effectuées. Notre mémoire est partagée en trois partie ; en premier lieu, nous avons aborder une approche théorique afin de mieux comprendre les concepts liés à notre recherche et se familiariser avec le sujet. En second lieu, nous avons procéder à l'évaluation de l'environnement lumineux intérieur de notre cas d'étude à travers deux méthode de recherche complémentaires ; une méthode empirique basée sur deux outils ; une compagne de mesures sur terrain à l'aide d'un luxmètre et la simulation numérique de l'éclairage à l'aide de Dialux Evo pour évaluer l'éclairage naturel d'une manière quantitatif, une deuxième méthode d'enquête basée sur la technique de questionnaire pour savoir les appréciations personnelles des usagers de cet espace. Enfin une dernière partie consacrer pour l'application de la recherche sur notre projet fin d'étude.

Les principaux résultats de notre recherche confirment l'obligation d'une approche purement quantitative de l'éclairage renforcer par une approche qualitative dans l'évaluation de l'environnement lumineux de l'espace de lecture.

L'hypothèse principale qui suggérait que l'orientation du bâtiment participe à l'amélioration du confort lumineux intérieur a été confirmée. En effet, le choix de l'orientation détermine l'éclairage des espaces intérieurs.

La deuxième hypothèse qui suggérait éventuellement que la fenêtre pourra améliorer la qualité du confort visuel dans les espaces de lecture si elle répond à certaines conditions tel que le choix de type des matériaux utilisés, si elle est bien orientée a été confirmé. En effet, la fenêtre a un impact direct sur le confort visuel à l'intérieur d'une espace de lecture et sa bonne conception dépendra de plusieurs paramètres notamment ; sa forme, sa position, ses dimensions, ses matériaux, son orientation et d'autre facteur influence directement sur la quantité et la qualité de la lumière transmise.

La troisième hypothèse qui suggérait éventuellement que le type de vitrage, la bonne orientation du bâtiment et l'utilisation des protections solaires pourrait éviter le problème de l'inconfort a été bien confirmé. En effet, le type de vitrage (simple, double, absorbant, réfléchissant), influence directement la transmission lumineuse à travers la fenêtre, aussi la bonne orientation du bâtiment avec le bon choix de type de protection solaire (fixes ou mobiles, intérieures ou extérieures) évite les problèmes d'inconfort notamment le problème d'éblouissement.

La dernière hypothèse de notre recherche qui suggérait la prise en compte de tous les paramètre liés á la baie et á la conformation dès la phase amont du projet pourrait offrir un

## Conclusion générale

bon confort et une bonne ambiance dans ce type d'espace a été éventuellement confirmée, notamment par une analyse primordiale de tous les éléments du site, la prise en compte des données climatique local, et l'utilisation des simulations numériques lors de la conception nous permet d'éviter tous les problèmes d'inconfort et d'assurer un environnement intérieur lumineux confortable.

A travers ce travail de recherche nous avons pu apprendre pas mal de notions et de techniques liées à l'éclairage naturel intérieur dans le bâtiment afin de les prendre en compte dans la phase de la conception architecturale.

La lumière naturelle est primordiale dans toutes espaces architecturales en particulière les espaces de lectures, pour attendre le confort visuel de l'individu il faut prendre en considération plusieurs paramètres dès la première phase du projet. Le confort visuel à l'intérieur des espaces de lectures est lié directement à la fenêtre et sa bonne conception dépendra de plusieurs paramètres notamment ; sa forme, sa position, ses dimensions, ses matériaux, son orientation et d'autre facteur influence directement sur la quantité et la qualité de la lumière transmise.

## Bibliographie

- ❖ (AFE) Association Française de l'Eclairage, Vocabulaire de l'éclairage, Lux, Paris, 1991.
- ❖ APC de Bejaïa.
- ❖ BELEKHALE A. et TABETAOUEL K., « l'Eclairage Naturel dans le Bâtiment Références aux Milieux Arides à Climat Chaud et Sec - Daylighting in Building : References to Hot Arid Lands » [En ligne], Article, Courrier du Savoir, n°04, Université Mohamed Kheider – Biskra, Algérie, Juin 2003, p13. Format PDF. Disponible sur : <http://www.webreview.dz/IMG/pdf/1-Belakehal.pdf> (Consulté le 15 Janvier 2021).
- ❖ Bernard PAULE, *dispositif de l'éclairage naturel*, cours (en ligne) [http://moodle.epfl.ch/file.php/3371/DOCUMENTS/COURS\\_THEORIE/Dispositifs\\_Eclairage.pdf](http://moodle.epfl.ch/file.php/3371/DOCUMENTS/COURS_THEORIE/Dispositifs_Eclairage.pdf) EPFL-ENAC 2007
- ❖ Bernard PAULE, Marc FONTOYNON. Maitrise de l'éclairage naturel dans le projet architectural. [En ligne], rapport de recherche, octobre 2018, P 47. Format PDF. Disponible sur : <file:///E:/1%20dernier%20bureau%20tele/bibliographie/type%20d%C3%A9clairage%20z%C3%A9nithal/307166.pdf> (Consulté le 04 Janvier 2021).
- ❖ Bureau d'étude technique et économique de la wilaya de Bejaia.
- ❖ Bruno LAFITTE, guide de l'éclairage naturel zénithal pour les bâtiments industriels commerciaux et tertiaires, [En ligne]. Guide pratique, France, P 47. Format PDF. Disponible sur : <file:///E:/A%20AA%20a%20Masrer%202/master%202/documentation/livres%20et%20guides/Guide-Eclairage-GIF-Lumiere WEB.pdf> .(Consulté le 15 mars 2021).
- ❖ Cantié.P, Lebertois.F, Lupone.L et al. La lumière dans les bibliothèques, Presses de l'enssib, 2012
- ❖ COUSIN, Jean, *L'espace vivant*, moniteur, 1980
- ❖ De Claude-Alain Roulet. Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments, presses polytechnique et universitaire romandes, Lausanne, 2004.

- ❖ DEBRIERE.M, CHAUVEL.P, L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment, Eyrolles, édition paris, 1968.
- ❖ DE HERDE, A. & LIEBARD, A., *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique*, moniteur, 2005.
- ❖ DE HERDE, A. & REITER, S., *l'éclairage naturel des bâtiments*, presse universitaires de Louvain UCL, 2004.
- ❖ Derek Phillips, *Daylighting, natural light in architecture*, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, 2004. P 197
- ❖ Ernst Neufert, Jean-Michel Hoyet. Les éléments des projets de construction (10<sup>E</sup> édition), Dunod, 2009.
- ❖ Florence GREGOIRE. Formation bâtiment durable, éclairage : conception et régulation, automne 2018, P 56, format PDF. Disponible sur : <file:///E:/1%20dernier%20bureau%20tele/bibliographie/pres-181127-ecla-2-2-nacm-fr.pdf>. (Consulté le 12 Mars 2021).
- ❖ Gabriel Moser, *psychologie environnementale : les relations homme-environnement*, De Boeck – Wesmael, Bruxelles, 2009.
- ❖ Guimard Dubois. *La simulation numérique, enjeux et bonnes pratiques pour l'industrie*, Dunod, 2016.
- ❖ Hegger, Manfred, et al. *Construction et énergie Architecture et développement durable*. Presses polytechniques, 2011.
- ❖ IFDD. *Conception architecturale durable en milieu tropical, principes et application pour l'Afrique de l'Est*. [En ligne], Canada, 2015, 406 p, format PDF. Disponible sur : [file:///E:/A%20AA%20a%20Masrer%202/master%202/documentation/livres%20et%20guides/2015-onu-habitat-ifdd-concept-archi-durable-en-milieu-tropical\\_1558622123.pdf](file:///E:/A%20AA%20a%20Masrer%202/master%202/documentation/livres%20et%20guides/2015-onu-habitat-ifdd-concept-archi-durable-en-milieu-tropical_1558622123.pdf) (Consulté le 28 Janvier 2021).
- ❖ Journal officiel de la république algérienne du 19/12/1984

- ❖ Larousse, Éditions. Dictionnaire français - Dictionnaires Larousse français monolingue et bilingues en ligne. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>. (Consulté le 4 janvier 2021).
- ❖ LEBAHAR, J.-C. Le dessin d'architecte. Parenthèses. 1983
- ❖ Louis J. Kahn, Silence et lumière, Le Linteau, 2003, p. 216.
- ❖ Maamari Fawaz. La simulation numérique de l'éclairage, limites et potentialités. [En ligne], thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, mars 2004, 284 p, format PDF. Disponible sur: <file:///E:/1%20dernier%20bureau%20tele/bibliographie/maamri%20fawaz.pdf> (Consulté le 28 mars 2021).
- ❖ Norbet Lechner. Heating, cooling, lighting, sustainable design, methods for architects, fourth edition, United States of America, wily, 2014, P 702.
- ❖ Paola Almadi, espaces, la villette, Avril 2007, P 96
- ❖ Stéphane Pouffary, guide de bâtiment durable en région tropical, tome 01 : stratégies de conception des nouveaux bâtiments en régions tropical [En ligne]. Guide pratique, canada, 2015, P 191. Format PDF. Disponible sur : [file:///E:/A%20AA%20a%20Masrer%202/master%202/documentation/livres%20et%20guides/667\\_Guide\\_Bati\\_Durable\\_T1-2.pdf](file:///E:/A%20AA%20a%20Masrer%202/master%202/documentation/livres%20et%20guides/667_Guide_Bati_Durable_T1-2.pdf) .(Consulté le 15 mars 2021).
- ❖ TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel". [En ligne]. Fiche pratique de sécurité : ED 82, *Travail et Sécurité*, Mai 1999, Paris, P4, format PDF. Disponible sur : <file:///E:/1%20dernier%20bureau%20tele/bibliographie/biblio%20eclairage.pdf> (Consulté le 15 mars 2021).
- ❖ VAN DER LAAN.H. L'espace architectonique : quinze leçons sur la disposition de la demeure humaine, Brill Académique Pub, octobre 1989, P 245.
- ❖ Vincent Turre. Simulation inverse de l'éclairage naturel pour le projet architectural [En ligne], thèse de doctorat, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, octobre 2007, 243 p, format PDF. Disponible sur :

<file:///E:/1%20dernier%20bureau%20tele/bibliographie/memoireTourreComplet.pdf>  
(Consulté le 02 février 2021).

- ❖ Vilatte, J. C. Méthodologie de l'enquête par questionnaire. *Laboratoire Culture & Communication Université d'Avignon, 2007.*
- ❖ Yannick Sutter. L'éclairage Naturel. [En ligne], Les guides Bio-Tech, Île-de-France, mars 2014, 75 P, format PDF. Disponible sur : [file:///C:/Users/DELL/Desktop/guide\\_bio\\_tech\\_eclairage\\_naturel.pdf](file:///C:/Users/DELL/Desktop/guide_bio_tech_eclairage_naturel.pdf). (Consulté le 04 Janvier 2021).

### **Site web**

<http://books.google.com>

[www.gif-lumiere.com](http://www.gif-lumiere.com)

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

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

<https://www.sunearthtools.com/>

[Google earth](#)



## Annexe 01 : Questionnaire

Université Abderrahmane Mira, Bejaia  
Bibliothèque 250 place, campus d'aboudaou

Date : le .... /.... /2021

Cette enquête sera réalisée dans le cadre d'un mémoire de recherche master 2 architecture, dont le thème traitera l'impact de l'ouverture sur le confort visuel dans les espaces de lecture (cas d'étude bibliothèque 250 place de campus aboudaou de l'université de Bejaia).

Nous vous prions de nous aider en répondant aux questions, vos réponses contribueront 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. Vous êtes :
  - Homme
  - Femme
2. Vous êtes :
  - Etudiant
  - Enseignant
3. Vous avez quel âge ? ..... ans
4. Vous êtes à l'université de Bejaia depuis combien du temps ?
  - 1 an
  - 2 ans
  - 3 ans
  - 4 ans
  - 5 ans
  - Plus de 5 ans
5. Portez-vous des lunettes ?
  - Oui
  - Non
6. Vous fréquentez cette bibliothèque :
  - Souvent
  - Quelques fois
  - Rarement

7. Combien d'heure passez-vous dans cette bibliothèque ?

..... Heure/jour

ou

..... Heure/semaine

8. Quels sont les horaires de fréquentation ? choisissez un ou plusieurs intervalles

8h-10h

10h-12h

12h-14h

14h-16h

16h-18h

9. Vous travaillez sur :

Papiers (livres, cahiers, document, ...)

Ordinateurs

Les deux

10. Où préférez-vous vous assoir ?

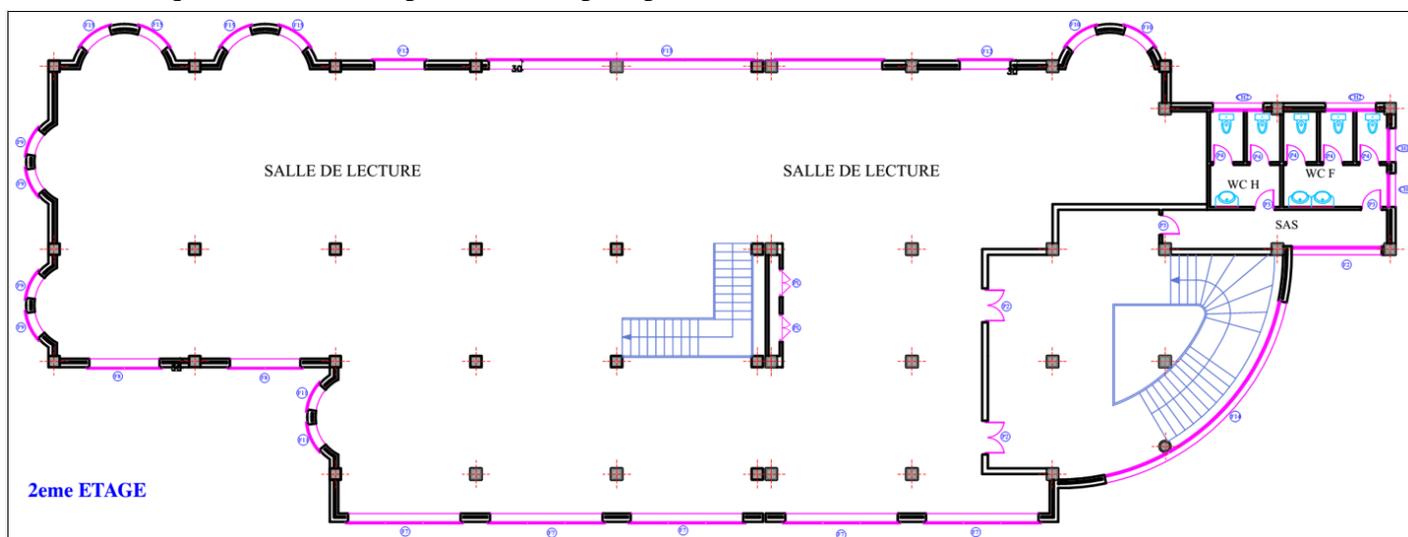
A proximité de la fenêtre

Eloignée de la fenêtre

Pourquoi .....

.....

Indiquez votre endroit préféré sur le plan par un cercle :



11. Comment trouvez-vous la lumière naturelle disponible dans cette bibliothèque ?

Très suffisante

- Suffisante
- Peu suffisante
- Insuffisante

**12.** Appréciez-vous la présence du rayonnement solaire directe dans la bibliothèque ?

- Pas du tout
- Un peu
- Modérément
- Beaucoup

**13.** Recevez-vous des taches solaires sur votre plan de travail ?

- Pas du tout
- Parfois
- Souvent

**14.** Etes-vous gênés de la présence des rayonnements solaire directes sur votre plan de travail ?

- Pas du tout
- Un peu
- Modérément
- Beaucoup

**15.** Lorsque les rayons solaires sont intenses sur votre table, que faites-vous ?

- Se déplacer vers une autre table située dans une zone ombrée
- Essayer d'ignorer tout inconfort et se concentrer sur votre travail.
- Sortir hors de la bibliothèque
- Autres(précisiez) .....

.....  
.....

**16.** Souffrez-vous de l'éblouissement à l'intérieur de la bibliothèque ?

- Oui
- Non

**17.** Si oui, vous précisez la source d'éblouissement

- Les ouvertures, spécifiez la période  
.....
- Les luminaires

Si vous avez répondu les ouvertures, indiquez-les avec une croix dans le plan de la question 10

**18.** La lumière naturelle vous apparaît-elle bien répartie sur l'ensemble de l'espace de lecture ?

- Oui
- Non

**19.** Est-ce que vous remarquez l'apparition des ombres gênantes sur votre plan de travail ?

- Oui
- Non

**20.** Si oui, quelle est la source de l'ombre

- Votre propre ombre
- Ombre d'un objet, spécifiez

.....  
.....

**21.** Vous préférez travailler sous une lumière :

- Naturelle
- Artificielle
- Les deux

**22.** La couleur des objets vous paraît-elle naturelle ?

- Oui
- Non

**23.** Remarquez-vous la présence d'un objet qui empêche la pénétration de la lumière ?

- Oui, spécifiez

.....  
.....

- Non

**24.** Ressentez-vous les besoins d'alimentation en lumière artificielle

- Oui
- Non

Si ..... oui, ..... spécifiez ..... la  
période .....

**25.** Les ouvertures, sont-elles :

- Propres
- Négligées

**26.** Ressentez-vous le besoin en protection solaire ?

- Oui
- Non

Si oui, spécifiez le type de protection

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

**27.** Ressentez-vous une fatigue visuelle ?

- Oui
- Non

**28.** Si oui, précisez la cause de la fatigue ?

- La quantité de lumière
- La qualité de lumière
- Autres, spécifiez

.....  
.....

**Merci pour votre réponse**

## Annexe 02 : Programme normalisé d'une bibliothèque

### Bibliothèque urbaine (50.000 Hab.)

Programme quantitatif	Surfaces (m2)
<b>SERVICES PUBLICS</b>	
Hall.....	55
Section adulte et adolescent :	
-Prêt livres .....	230
-Consultation.....	105
-Périodiques.....	32
Section enfants :	
-Prêt livres .....	118
-Consultation .....	58
-Périodiques.....	30
-Atelier d'expression / conte.....	30
-Animation groupe .....	26
Audiovisuel	
- prêt et écoute individuelle.....	62
- Auditorium.....	24
Salle de travail en groupe .....	35
Salle polyvalente .....	40
Salle de conférence (100 places) .....	200
<b>Total service public.....</b>	<b>1045</b>

<b>SERVICES INTERIEURS</b>	
Bureaux .....	68
Manutention.....	65
Magasins	
- Conservation.....	70
- Diffusion .....	15
Atelier.....	20
<b>Total services intérieurs .....</b>	<b>238</b>
<b>Total Services publics et intérieurs .....</b>	<b>1283</b>
<b>Circulations, sanitaires, locaux techniques.....</b>	<b>257</b>
<b>TOTAL SURFACE PLANCHER</b>	<b>1 540 m2</b>

## Table des matières

Résumé.....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des figures.....	iv
Remerciements.....	ix
Introduction.....	1
Chapitre 1 La fenêtre source de la lumière naturelle dans le bâtiment.....	5
Introduction :	5
1.1 La lumière naturelle :	6
1.1.1 Définition de la lumière .....	6
1.1.2 Définition de la lumière naturelle .....	6
1.1.3 Sources de lumière naturelle :.....	6
1.1.4 Les grandeurs photométriques :.....	8
1.1.5 La propagation de la lumière naturelle : .....	9
1.1.6 Facteur de lumière du jour (FLJ) :.....	11
1.1.7 L'éclairage naturel .....	11
1.2 Les stratégies de l'éclairage naturel :.....	20
1.2.1 Capter :.....	20
1.2.2 Transmettre :.....	21
1.2.3 Distribuer : .....	25
1.2.4 Se protéger :.....	25
1.2.5 Contrôler :.....	28
Conclusion .....	28
Chapitre 2 : le confort visuel dans l'espace de lecture .....	30
Introduction.....	30
2.1 Le confort visuel dans l'espace architectural.....	30
2.1.1 Définition de l'espace architectural .....	30
2.1.2 Le confort visuel .....	31
2.2 L'éclairage naturel dans l'espace de lecture :.....	35
2.2.1 L'espace de lecture : .....	35

2.2.2	La réglementation et les normes relatives à l'éclairage naturel dans les espaces de lecture :.....	37
2.2.3	Exigences d'éclairage dans les salles de lecture :.....	40
Conclusion	.....	41
Chapitre 3	: Cas d'étude et méthodologie de recherche. ....	42
Introduction	.....	42
3.1	Description de la méthodologie de la recherche.....	42
3.1.1	Définition de la technique d'expérimentation.....	42
3.1.2	Travail sur terrain :.....	43
3.1.3	Simulation :.....	45
3.1.4	L'enquête par questionnaire :.....	53
3.2	Présentation du cas d'étude :.....	55
3.2.1	Situation et organisation :.....	55
3.2.2	Orientation et ensoleillement :.....	55
3.2.3	Description des façades :.....	56
3.2.4	Le choix du cas d'étude :.....	57
3.2.5	Description de la salle de lecture :.....	58
3.3	Résultats de prises des mesures :.....	59
3.3.1	résultats des prises de mesures pour le 29 avril à 09h :.....	59
3.3.2	résultats des prises de mesures pour le 29 avril à 12h.....	60
3.3.3	résultats des prises de mesures pour le 29 avril à 16h.....	61
3.3.4	Synthèse.....	61
Conclusion	.....	62
Chapitre 4	: analyse et interprétation des résultats des simulations et de l'enquête. ....	63
Introduction	.....	63
4.1	Résultats des simulations :.....	63
4.1.1	Résultats des simulations de 21 mars et septembre :.....	63
4.1.2	Résultats des simulations de 21 juin :.....	66
4.1.3	Résultats de simulation de 21 décembre :.....	69
4.2	Présentation et interprétation des résultats du questionnaire :.....	72

4.2.1	Première partie : .....	72
4.2.2	Deuxième partie : .....	75
4.3	Correspondance entre les résultats de la simulation et de l'enquête :.....	83
4.4	Recommandations spécifiques : .....	83
4.5	Correction : .....	85
Conclusion : .....		87
Recommandations générales : .....		87
Chapitre 5 : application de la recherche sur le projet fin d'étude .....		90
Introduction .....		90
5.1	Le choix de projet fin d'étude : .....	90
5.2	Analyse des exemples : .....	90
5.2.1	Première exemple : Médiathèque « la grande passerelle » de Saint- Malo .....	90
5.2.2	Deuxième exemple : Médiathèque « Jean Prevost » à Bron : .....	92
5.2.3	Synthèse de l'analyse des exemples .....	93
5.2.4	Les concepts à prendre en considération lors de la conception architecturale : ...	96
5.3	Programme : .....	96
5.4	Synthèse de l'analyse du site d'intervention : .....	100
5.4.1	Situation du terrain : .....	100
5.4.2	Justification du choix de site : .....	100
5.4.3	Schéma de structure du terrain : .....	102
5.5	Idéation et morphogenèses : .....	102
5.5.1	L'idée du projet : .....	102
5.5.2	Le volume initial du projet : .....	109
5.5.3	Description du projet : .....	109
Conclusion .....		110
Conclusion générale : .....		111
Bibliographie .....		113
Annexe 01 : Questionnaire .....		118
Annexe 02 : Programme normalisé d'une bibliothèque .....		123

## **Abstract**

The research topic treated in this research paper deals with the impact of openness on visual comfort in reading spaces, it is not only to highlight a conceptual analysis but also to perform a field analysis, both research conducts are interested in the evaluation of daylighting in reading spaces in a quantitative and qualitative way, and identify the presence of problems related to daylight through the opening in these spaces. Thus we can from the study of the strategies of natural lighting ensure the visual comfort of users of this space. In order to better understand our object of study we have chosen as a case study a reading room of the library 250 pedagogical places of the Faculty of Medicine at the University of Bejaia to carry out our empirical study with the help of a series of complementary tools such as; the field measurement campaign, the numerical simulation by the software Dialux Evo and the technique of questionnaire in order to evaluate the natural lighting in adverse conditions. The results obtained allowed us to conclude that the reading room studied is well lit naturally while it presents discomfort problems (glare, visual fatigue, ...) this is due to the excessive use of large glazed surfaces on poorly oriented facades without any solar protection. We found that visual comfort in the reading space is directly related to the opening (its orientation, position, shape, materials ...), with other parameters related to the visual task, characteristics of the environment and physiological and psychological parameters of the individual.

**Keywords:** natural light, visual comfort, reading space, interior lighting.