

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 :

Évaluation du confort lumineux et sonore des espaces de lecture  
(Cas d'étude de la bibliothèque du Campus El Kseur)

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

« Spécialité Architecture »

Préparé par :

**YAHIAOUI Amina**

|                               |            |   |                          |
|-------------------------------|------------|---|--------------------------|
| <b>Mme Sonia ALILI</b>        |            | <b>Département architecture de Bejaia</b> | <b>Président de jury</b> |
| <b>Mme SARAOU<br/>SELMA</b>   | <b>MCA</b> | <b>Département architecture de Bejaia</b> | <b>Rapporteur</b>        |
| <b>Mme Samia<br/>LABRECHE</b> |            | <b>Département architecture de Bejaia</b> | <b>Examineur</b>         |
| <b>Mr. Flene ben flene</b>    |            | <b>..la fonction de l'invité ..</b>       | <b>Invité</b>            |

Année Universitaire 2022 - 2023

## **Dédicace**

Il est avec grand plaisir que je dédie ce travail

À la personne la plus importante dans ma vie, qui est également mon modèle éternel, mon héros, mon pilier de soutien émotionnel et la source de ma joie et de mon bonheur. Cette personne a toujours fait des sacrifices pour m'aider à réussir et c'est avec une grande gratitude que je dédie ce travail à mon père, Abdelmadjid.

À la plus merveilleuse des créatures que Dieu ait créées sur cette Terre, une source infinie de tendresse, de patience et de générosité. À ma mère, Farida

À mes chers frères Mohamed, Sofiane, Nabil, Fayçal.

À mon neveu Amir et mes deux nièces Rodina et Tasnim.

À ma chère cousine Chinou et mon cher cousin Nazim.

A ma chère enseignante Mme ATTAR Selma qui était toujours là pour nous.

À tous les amis, avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de folie inoubliables, en particulier : Jass, Kenza, Fatou, Sara, Céline, Massilia, Ravah, Zizou et Walid qui ont été toujours là pour moi.

À tous les étudiants de l'architecture et particulièrement la promotion 2023.

À toute personne dont j'ai une place dans son cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime.

À l'ensemble du personnel de département d'architecture de l'université de Bejaia.

Aux personnels de cas d'étude pour leurs accueils et leurs contributions.

A toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation et à la mise en place de ce travail.

Amina

## **Remerciement**

Je souhaite tout d'abord exprimer ma gratitude envers « Allah », le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la patience et la volonté nécessaires pour accomplir mon travail.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers Mme ATTAR Selma, mon superviseur de mémoire, pour son encadrement exemplaire, son suivi attentif et perspicace, ses conseils précieux et ses remarques constructives, ainsi que pour sa motivation professionnelle. Sa gentillesse, sa patience et le temps qu'elle a consacré à mon travail sont également très appréciés.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements envers les membres du jury qui ont accepté d'examiner mon travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers tous les membres du personnel et les enseignants du département d'architecture de l'Université de Bejaïa. Je souhaite Particulièrement remercier M. Ahmed Motie DAICHE pour son assistance inestimable et ses conseils judicieux qui m'ont été d'une grande utilité.

Je remercie profondément ma famille, mes amis et mes collègues pour leur soutien moral et leur encouragement tout au long de ce voyage.

Pour conclure, j'aimerais exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui ont apporté leur contribution, qu'elle soit directe ou indirecte, dans l'accomplissement de cette tâche. Je tiens à remercier individuellement chacun et chacune d'entre vous.

## **Résumé**

Le bien-être des occupants dans les bâtiments est grandement influencé par le confort acoustique et visuel. Une bonne qualité de lumière et de son peut améliorer la productivité, réduire le stress et favoriser la santé mentale et physique des utilisateurs. Dans ce contexte, l'objectif de ce mémoire de fin d'étude intitulé "Évaluation du confort lumineux et sonore des espaces de lecture" est d'évaluer le niveau de confort des usagers dans les espaces de lecture en termes de lumière et de son. Pour atteindre cet objectif, une étude a été réalisée dans la salle de lecture de la bibliothèque universitaire du Campus El Kseur. Cette étude a combiné des mesures in situ pour évaluer les niveaux de luminosité et de bruit, une enquête qualitative sous forme de questionnaire pour obtenir les opinions des usagers sur le confort environnemental, et une simulation numérique en utilisant les logiciels "Ecotect et Radiance" pour évaluer et améliorer l'éclairage naturel et la qualité acoustique dans le cas d'étude.

## **Mots clés**

Eclairage naturel, bruit, salle de lecture, confort visuel, confort acoustique.

## **Abstract**

The well-being of occupants in buildings is greatly influenced by acoustic and visual comfort. Good quality of light and sound can improve productivity, reduce stress, and promote the mental and physical health of users. In this context, the objective of this final thesis entitled "Evaluation of the Lighting and Sound Comfort of Reading Spaces" is to assess the level of comfort of users in reading spaces in terms of light and sound. To achieve this objective, a study was carried out in the reading room of the university library at Campus El Kseur. This study combined in-situ measurements to evaluate the levels of brightness and noise, a qualitative survey in the form of a questionnaire to obtain the opinions of users on environmental comfort, and a numerical simulation using "Ecotect and Radiance" software to evaluate and improve natural lighting and acoustic quality in the case study.

## **Key words**

Natural lighting, noise, reading room, visual comfort, acoustic comfort.

## ملخص

تتأثر رفاهية شاغلي المباني بشكل كبير بالراحة الصوتية والمرئية. يمكن أن يؤدي الضوء الجيد وجودة الصوت إلى تحسين الإنتاجية وتقليل التوتر وتعزيز الصحة العقلية والبدنية للمستخدمين. في هذا السياق، فإن الهدف من أطروحة نهاية الدراسة هذه بعنوان "تقييم الضوء والصوت المريح لمساحات القراءة" هو تقييم مستوى راحة المستخدمين في مساحات القراءة من حيث الضوء والصوت. ولتحقيق هذا الهدف تم إجراء دراسة في غرفة المطالعة بمكتبة جامعة القصر. جمعت هذه الدراسة بين القياسات في الموقع لتقييم مستويات الضوء والضوضاء، ومسح نوعي في شكل استبيان للحصول على آراء المستخدمين حول الراحة البيئية، والمحاكاة العددية باستخدام برنامج "Ecotect and Radiance" لتقييم وتحسين الإضاءة الطبيعية والصوتية. الجودة في دراسة الحالة.

## الكلمات المفتاحية

إضاءة طبيعية، ضوضاء، غرفة قراءة، راحة بصرية، راحة صوتية.

## Table de matière

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Dédicace.....            | i   |
| Remerciement.....        | ii  |
| Résumé.....              | iii |
| Table de matière.....    | vii |
| Liste des figures.....   | ix  |
| Liste des tableaux ..... | xii |

### **CHAPITRE INTRODUCTIF**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Introduction générale.....       | 1 |
| Problématique.....               | 2 |
| Les hypothèses de recherche..... | 3 |
| Objectifs de la recherche.....   | 4 |
| Méthodologie.....                | 4 |
| Structure du mémoire.....        | 5 |

### **CHAPITRE I : Le confort visuel et le confort sonore**

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 7  |
| I. Confort visuel.....  | 7  |
| I.1. Définition du confort visuel.....  | 7  |
| I.2. Les critères du confort visuel.....  | 7  |
| I.3. Les paramètres du confort visuel.....                                      | 8  |
| I.3.1. Niveau d'éclairement lumineux.....                                       | 8  |
| I.3.2. Répartition lumineuse uniforme.....                                      | 9  |
| I.3.4. Éblouissement.....   | 9  |
| I.3.5. Gestion des ombres.....  | 10 |
| I.3.6. Un rendu de couleur correct.....   | 11 |
| I.3.7. Teinte de la lumière.....  | 11 |
| I.4. Les paramètres qui influent sur le confort visuel.....                     | 12 |
| I.5. Règlementation et préconisations pour un meilleur confort « visuel » ..... | 13 |

|   |    |
|---|----|
| II. Confort sonore.....                               | 14 |
| II.1. Définition du confort sonore.....               | 14 |
| II.2. Définition du son.....                          | 14 |
| II.3. Les Types du son.....                           | 14 |
| II.4. Les caractéristiques du son.....                | 15 |
| II.4.1. La fréquence du son.....                      | 15 |
| II.4.2. Le niveau sonore.....                         | 16 |
| II.4.3. La durée du son.....                          | 16 |
| II.5. Définition du bruit.....                        | 17 |
| II.6. Sources et types du bruit.....                  | 17 |
| II.6.1. Les bruits aériens.....                       | 17 |
| II.6.2. Les bruits solidiens ou bruits d’impacts..... | 18 |
| II.6.3. Les bruits d’équipements.....                 | 18 |
| II.7. Réglementation algérienne pour le bruit.....    | 19 |
| Conclusion.....                                       | 20 |

## **CHAPITRE II : Les espaces de lecture**

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 21 |
| I. Définition de L’espace architecturale.....  | 21 |
| II. L’espace de lecture.....   | 22 |
| II.1. Normes et dimensionnement de l’espace de lecture.....  | 22 |
| II.2. Type de tâches à accomplir.....  | 23 |
| II.3. Les aspects sensoriels relatif aux usagers dans l’espace de lecture.....                                 | 23 |
| II.4. La notion du confort lumineux dans les espaces de lecture.....   | 23 |
| II.4.1. Les normes relatives à l’éclairage naturel dans les espaces de lecture.....                            | 24 |
| II.4.1.1. Objectifs de la réglementation de l’éclairage.....   | 24 |
| II.4.1.2. La réglementation Algérienne.....  | 24 |
| II.4.1.3. La réglementation Européenne.....  | 25 |
| II.5. La notion du confort acoustique des salles de lecture.....   | 26 |
| II.5.1. Intelligibilité de la parole et du bruit de fond.....  | 26 |
| II.5.2. Intelligibilité et temps de réverbération..  | 27 |
| II.5.3. Les normes relatives au confort acoustique dans les espaces de lecture.....                            | 30 |
| II.6. Etat de la recherche scientifique sur l’évaluation du confort acoustique dans les salles de lecture...30 |    |
| Conclusion.....  | 33 |

## **CHAPITRE III : Méthodologie et étude empirique**

|   |    |
|---|----|
| Introduction.....   | 34 |
| I. Présentation du contexte climatique de la ville de Bejaia..... | 34 |
| II. Présentation du cas d'étude.....                              | 35 |
| II.1. Situation.....  | 35 |
| II.2. L'environnement immédiat.....                               | 35 |
| II.3. Etude intérieur.....  | 36 |
| III. Méthodologie.....  | 37 |
| III.1. Etude empirique.....                                       | 37 |
| III.1.1. Protocole de la prise de mesures.....                    | 37 |
| III.1.2. Présentation des instruments utilisés.....               | 39 |
| III.1.3. La grille de prise de mesure.....                        | 40 |
| III.1.4. Sélection des points de mesure.....                      | 40 |
| IV. Simulation numérique.....                                     | 41 |
| IV.1. Présentation de logiciel.....                               | 41 |
| IV.2. Méthodologie de la simulation.....                          | 42 |
| IV.2.1. Pour le son.....  | 42 |
| IV.2.2. Pour La lumière.....                                      | 44 |
| V. Le questionnaire.....  | 48 |
| V.1. Définition du questionnaire.....                             | 48 |
| V.2. Objectif de questionnaire.....                               | 49 |
| V.3. Déroulements de l'enquête.....                               | 49 |
| V.4. L'échantillonnage.....                                       | 49 |
| VI. Partie empirique.....   | 50 |
| VI.1. Résultats et interprétations.....                           | 50 |
| VI.1.1. Le confort sonore.....                                    | 50 |
| Synthèse .....  | 52 |
| VI.1.2. Le confort lumineux.....                                  | 53 |
| Synthèse.....   | 57 |
| Conclusion.....   | 57 |

## **CHAPITRE IV : Simulation et interprétation des résultats**

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 58 |
| I. Vérification de la correspondance simulation prise de mesure.....                         | 58 |
| II. Présentation et discussion des résultats de la simulation .....                          | 59 |
| II.1. Le confort visuel.....   | 59 |
| A) RDC .....   | 60 |
| 1. Période de simulation - 21 Décembre 2023.....   | 60 |
| 2. Période de simulation – 21 Mars 2023 .....  | 61 |
| 3. Période de simulation – 21 Juin 2023.....   | 63 |
| B) Etage : .....   | 64 |
| 1. Période de simulation - 21 Décembre 2023.....   | 65 |
| 2. Période de simulation – 21 Mars 2023.....   | 66 |
| 3. Période de simulation – 21 Juin 2023.....   | 67 |
| Synthèse .....   | 69 |
| II.2. Le confort sonore.....   | 69 |
| A) RDC.....  | 70 |
| B) Etage.....  | 72 |
| Synthèse .....   | 73 |
| III. Les perceptions des deux typologies de confort par l´usager (Approche qualitative)..... | 74 |
| Synthèse.....  | 82 |
| Conclusion.....  | 82 |

## **CONCLUSION GENERALE**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Conclusion générale.....         | 83 |
| Recommandations spécifiques..... | 84 |
| Recommandations générales.....   | 84 |
| Les limites de la recherche..... | 85 |
| Perspectives de recherche.....   | 85 |
| Bibliographie.....               | 87 |
| Annexe.....                      | 89 |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Schéma de la Structure générale de mémoire .....  | 6  |
| Figure 2 : Les différents paramètres du confort visuel.....  | 8  |
| Figure 3 : Le degré d'éclairage.....   | 9  |
| Figure 4 : L'absence d'éblouissement.....  | 10 |
| Figure 5 : L'absence d'ombres gênantes .....   | 10 |
| Figure 6 : Rendu des couleurs corrects.....  | 11 |
| Figure 7 : Une teinte de lumière agréable.....   | 11 |
| Figure 8 : Le diagramme de KHRUITCHOF.....   | 13 |
| Figure 9 : Mesures générales applicables aux bâtiments à usage d'habitation. ....                      | 13 |
| Figure 10 : La séparation d'un son complexe en trois sons purs .....                                   | 14 |
| Figure 11 : Fréquences du son.....   | 15 |
| Figure 12: Échelle du son .....  | 16 |
| Figure 13 : Le son en fonction de la période T et son niveau .....                                     | 16 |
| Figure 14 : Source de bruit .....  | 17 |
| Figure 15 : Les bruits aériens .....   | 18 |
| Figure 16: Le bruit solidiens.....   | 18 |
| Figure 17: Le bruit d'équipement.....  | 19 |
| Figure 18: les deux lois et le décret .....  | 19 |
| Figure 19: 1) Surface d'un espace de travail personnel individuel ;.....                               | 22 |
| Figure 20: 1) Distance minimale entre les tables ; .....   | 22 |
| Figure 21: article 35, Mesures générale de construction applicable aux bâtiments à usages d'habitation | 25 |
| Figure 22: Extrait de la norme NBN EN 12464-1 .....  | 25 |
| Figure 23: Les limites d'intelligibilité en relation avec le bruit de fond.....                        | 27 |
| Figure 24: Améliorer la diffusion initiale des ondes sonores .....                                     | 28 |
| Figure 25: La distribution des surfaces d'absorption acoustique.....                                   | 28 |
| Figure 26: Traitement acoustique recommandé pour le plafond et le fond de la salle .....               | 29 |
| Figure 27: Exemple d'un traitement acoustique de la salle. ....  | 29 |
| Figure 28: Plan de la salle évaluée en vue aérienne .....  | 32 |
| Figure 29: Localisation de la ville de Bejaia sur la carte géographique de l'Algérie .....             | 34 |
| Figure 30: Plan de localisation du cas d'étude.....  | 35 |
| Figure 31: Plan de masse de la bibliothèque. ....  | 36 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 32: Le plan du RDC de la bibliothèque Universitaire.....   | 36 |
| Figure 33: Diverses perspectives de l'intérieur de la salle de lecture. ....  | 37 |
| Figure 34: logiciel Aftab Alpha et le site convertio .....  | 38 |
| Figure 35: Application « Sound Meter HQ Pro » utilisée pour la prise de mesure.....   | 39 |
| Figure 36: Appareil de mesure utilisé.....  | 39 |
| Figure 37: la grille de prise de mesure. ....   | 40 |
| Figure 38: Choix des points de mesure. ....   | 40 |
| Figure 39: Logiciel Ecotect Analysis 2011.....  | 41 |
| Figure 40: Importation du modèle dans l'Ecotect.....  | 42 |
| Figure 41: le paramétrage du logiciel. ....   | 43 |
| Figure 42: Insertion des matériaux .....  | 43 |
| Figure 43: Définition de la source. ....  | 44 |
| Figure 44: La propagation du son représenté par particules animées.....   | 44 |
| Figure 45: Interface logicielle d'Ecotect avec intégration de Radiance .....  | 45 |
| Figure 46: Interface logicielle d'Ecotect avec accès au logiciel. Radiance .....  | 45 |
| Figure 47: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection du type d'analyse de lumière.....  | 46 |
| Figure 48: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection du type de ciel.....   | 46 |
| Figure 49: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection du jour, de l'heure et du mois desimulation. ....  | 47 |
| Figure 50: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection de la qualité du rendu.....  | 47 |
| Figure 51: Interface logicielle d'Ecotect avec module d'importation final entre Ecotect etRadiance.....   | 48 |
| Figure 52: Image rendue de la pièce simulée avec le logiciel Radiance .....   | 48 |
| Figure 53: Carte de résultats lors d'un scénario du calme RDC. ....   | 50 |
| Figure 54: Carte de résultats lors d'existence d'une source de bruit RDC.....   | 51 |
| Figure 55: Carte de résultats lors d'un scénario du calme étage. ....   | 51 |
| Figure 56: Carte de résultats lors d'existence d'une source de bruit étage. ....  | 52 |
| Figure 57: la correspondance entre les résultats obtenus par les prises de mesures et lasimulation pour la salle de lecture à 9h le 21 mars 2023..... | 59 |
| Figure 58: Marquage de l'emplacement préféré sur une carte à l'aide d'un plan.....  | 74 |
| Figure 59: Les résultats de sélection d'emplacement .....   | 74 |
| Figure 60: Les résultats de fréquentation et des périodes d'Affluence à la salle de lecture.....  | 75 |
| Figure 61: Les résultats de l'éclairage naturel dans la salle de lecture.....   | 76 |
| Figure 62: Les résultats de l'influence des rayons directs du soleil.....   | 76 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 63: Les résultats de la réception des taches solaires   | 77 |
| Figure 65: Résultats de l'impact des ombres perturbatrices sur la zone de travail et l'origine de l'ombre..... | 78 |
| Figure 66: Les résultats de problème de la fatigue visuelle et la cause de la fatigue .....                    | 78 |
| Figure 67: Les résultats de l'impact visuel sur le confort en salle de lecture .....                           | 79 |
| Figure 68: Les résultats de l'évaluation de la sensation de l'écoute dans la salle de lecture. ....            | 79 |
| Figure 69: Les résultats de retour et de résonance du son dans la salle de lecture.....                        | 80 |
| Figure 70: Les résultats de l'influence du bruit et les types qui existent dans la salle de lecture. ....      | 80 |
| Figure 71: obligation d'élaborer une étude acoustique. ....  | 81 |
| Figure 72: Les résultats de l'impact sonore sur le confort en salle de lecture .....                           | 81 |
| Figure 64: Les résultats de la répartition des individus en fonction de leur choix de solution .....           | 77 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 9 heures. ....                                 | 53 |
| Tableau 2: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 12 heures. ....                                | 54 |
| Tableau 3: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 16 heures. ....                                | 54 |
| Tableau 4: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 9 heures. ....                                 | 55 |
| Tableau 5: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 12 heures. ....                                | 56 |
| Tableau 6: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 16 heures. ....                                | 56 |
| Tableau 7 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Décembre 2022 à 9h. .... | 60 |
| Tableau 8 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Décembre 2022 à 12h. ..  | 60 |
| Tableau 9 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Décembre 2022 à 16h. ..  | 61 |
| Tableau 10 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Mars 2023 à 9h. ....    | 61 |
| Tableau 11 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Mars 2023 à 12h. ....   | 62 |
| Tableau 12 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Mars 2023 à 16h. ....   | 62 |
| Tableau 13 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Juin 2023 à 9h. ....    | 63 |
| Tableau 14 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Juin 2023 à 12h. ....   | 63 |
| Tableau 15 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Juin 2023 à 16h. ....   | 64 |
| Tableau 16 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Décembre 2022 à 9h. ..  | 64 |
| Tableau 17: Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Décembre 2022 à 12h. .   | 65 |
| Tableau 18 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Décembre 2022 à 16h. .  | 65 |
| Tableau 19 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Mars 2023 à 9h. ....    | 66 |
| Tableau 20 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Mars 2023 à 12h. ....   | 66 |
| Tableau 21 : Variation des valeurs de luminance dans la salle pour la période 21 Mars 2023 à 16h. ....   | 67 |
| Tableau 22 : Variation des valeurs de luminance dans la salle Pour la période 21 Juin 2023 à 9h. ....    | 67 |
| Tableau 23 : Variation des valeurs de luminance dans la salle Pour la période 21 Juin 2023 à 12h. ....   | 68 |
| Tableau 24 : Variation des valeurs de luminance dans la salle Pour la période 21 Juin 2023 à 16h. ....   | 68 |
| Tableau 26: Simulation de la propagation sonore RDC. Ecotect. ....                                       | 70 |
| Tableau 27: Simulation de la propagation sonore étage. Ecotect. ....                                     | 72 |

## ***CHAPITRE INTRODUCTIF***

## **Introduction**

La notion du confort en architecture est une notion très ancienne, elle est liée à l'existence de l'homme, et toutes les réflexions inhérentes à cette notion sont assujetties au développement qu'a atteint la technologie. Après le progrès économique et industriel mondial, suivi d'une importante croissance des villes, tous ces développements ont provoqué une situation de surpopulation, de stress et de dépression. Ce qui le pousse toujours à créer et chercher un abri et un bon milieu de confort afin de se protéger de son environnement extérieur sans causer de préjudice à celui-ci.

« Le Confort C'est le bien-être matériel résultant des commodités de ce que l'on possède. Il peut être perçu comme un état d'équilibre entre l'être humain et son environnement. » (Larousse)

Il existe plusieurs types du confort : thermique, visuel, acoustique, hygrothermique, olfactif. Dans notre cas on va se focaliser sur La sensation de confort visuel est une perception personnelle qui dépend de la quantité et de la qualité de la lumière présente et le confort acoustique qui a pour but de contrôler et de comprendre la qualité sonore des bâtiments.

Selon Louis Khan, dans son ouvrage intitulé 'Silence et Lumière', publié en 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 ».

Cette citation met en évidence l'importance de la lumière naturelle dans la conception architecturale et dans l'approche bioclimatique, en vue de garantir un confort visuel optimal pour les occupants.

L'éclairage naturel est une partie importante de l'architecture, nous devons Considérer à chaque étape de la conception architecturale. Pour les architectes La lumière naturelle est l'élément de base 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)

Bien que le problème du bruit soit complexe et difficile à définir avec précision, il est aujourd'hui plus que jamais crucial de garantir un environnement sonore sain pour les résidents et les utilisateurs, afin d'améliorer leur qualité de vie et leur sérénité d'esprit

À l'intersection de l'architecture, de la physique et de la psychologie, l'acoustique architecturale étudie l'influence des bâtiments sur la propagation et la résonance du son. Ces recherches sont effectuées à un objectif bien précis, comme protéger la maison du bruit et des vibrations (isolation phonique) ou encore optimiser les conditions d'émission et de réception des ondes sonores en fonction de la fréquentation de la maison (correction acoustique). (Guillemin, 1882).

Afin de créer un confort visuel et une ambiance lumineuse adéquate, les espaces architecturaux dans lesquels des activités se déroulent doivent bénéficier d'un accès à la lumière naturelle. 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.

En cherchant cette situation de confort visuel l'homme a consommé beaucoup d'énergie de coup une étude doit être lancée pour diminuer cette consommation tout en profitant de l'énergie solaire.

### **Problématique**

Les espaces dédiés à la lecture sont des lieux qui ont existé depuis des temps immémoriaux, souvent associé aux bibliothèques, qui étaient des équipements culturels par excellence et qui fournissaient ce genre d'espace.

Les espaces de lecture doivent satisfaire aux normes et exigences architecturales et techniques, notamment en matière de confort visuel, qui repose sur une utilisation optimale de l'éclairage naturel, bénéfique pour les yeux des occupants. Ainsi que le confort sonore qui repose sur l'absence de bruits excessifs, de résonance ou d'échos indésirables dans l'environnement sonore. Il dépend également de la qualité de la transmission sonore et de l'acoustique de la pièce ou de l'espace considéré.

Le confort visuel a une forte influence sur l'individu, à la fois sur le plan physiologique et psychologique. L'éclairage naturel par le haut crée une atmosphère spectaculairement lumineuse dans un grand espace haut et clos comme une salle de lecture.

La qualité acoustique de la salle de lecture est un élément important pour la concentration et l'apprentissage de la langue, qui est la base de toute acquisition culturelle. Diverses revues

scientifiques internationales montrent que la qualité de l'environnement acoustique de la salle de lecture est un facteur de réussite très important.

Les problèmes de bruit, qu'ils proviennent d'une source externe ou interne aux salles de lecture, sont des perturbateurs efficaces pendant la lecture. Un facteur perturbateur qui diminue la capacité de concentration et de mémorisation des enfants et des adultes, réduisant ainsi leurs performances auditives et scolaires.

Les espaces dédiés à la lecture dans notre pays, qu'ils soient situés dans des bibliothèques ou d'autres espaces culturels, rencontrent plusieurs problèmes de conception, tels que l'orientation inadéquate, le choix inapproprié des matériaux, l'abus des murs rideaux, la texture et les couleurs peu propices à la lecture, ainsi que l'excès d'éclairage artificiel. En conséquence, ces espaces souffrent d'un manque de confort visuel dû à l'ignorance de la stratégie d'éclairage naturel et présentent des lacunes dans leur conception architecturale, ce qui les empêche d'atteindre pleinement leur objectif. Sans oublier Les problèmes de bruit, qu'ils proviennent d'une source externe ou interne aux salles de lecture, sont des perturbateurs efficaces pendant la lecture. Un facteur perturbateur qui diminue la capacité de concentration et de mémorisation des enfants et des adultes, réduisant ainsi leurs performances auditives et scolaires. Devant cette situation, nous sommes amenés à nous poser les questions de recherche suivantes :

- **Quels sont les facteurs qui ont une influence sur le confort visuel dans les espaces dédiés à la lecture ?**
- **Est-ce que l'éclairage dans un bâtiment a un impact sur le confort visuel ou la manière dont la lumière est présentée ?**
- **Quels éléments, paramètres, solutions architecturales et techniques sont à considérer pour optimiser le confort acoustique dans les espaces de lecture ?**

### **Les hypothèses de recherche**

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

- La disposition de l'éclairage, la température de couleur et l'intensité lumineuse sont des facteurs clés qui influencent le confort visuel dans un espace de lecture.
- Le confort visuel a un impact significatif sur l'individu, à la fois sur le plan physique et psychologique.

- Il apparaît que les matériaux utilisés pour construire les espaces de lecture ainsi que leurs propriétés physiques ont un impact sur la qualité du confort acoustique et la transmission du son.

### **Objectifs de la recherche**

Les objectifs principaux de la recherche sont :

- Établir un état des lieux du confort visuel dans les espaces de lecture.

Améliorer la qualité des espaces de lecture en prenant en compte les besoins des utilisateurs en termes de confort et d'ambiance lumineuse dès la phase de conception.

- Intégration de l'acoustique comme un élément important dans la conception spatiale des équipements.

### **Méthodologie**

Afin de rendre la lecture de notre mémoire plus facile, et d'arriver à des réponses objectives aux questions posées dans notre problématique, nous adopterons une méthodologie combinant les différentes méthodes suivantes :

#### **- La méthode bibliographique**

Cette partie vise à réaliser une recherche documentaire en explorant diverses sources telles que des livres, des articles et des thèses afin d'identifier et de comprendre les différents concepts liés au sujet de recherche sélectionné. Cette approche permet de renforcer sa compréhension des notions liées au thème choisi.

#### **- La méthode empirique**

Cette approche impliquera une étude quantitative à travers des mesures in situ réalisées à l'aide d'appareils spécialisés pour évaluer la qualité de l'environnement en termes de confort visuel et acoustique. Cette étude sera complétée par une étude qualitative de ces deux aspects du confort de l'espace étudié, qui se fera via une enquête par questionnaire pour évaluer la satisfaction des utilisateurs.

#### **- La méthode numérique**

En utilisant une méthode de simulation numérique, nous pourrions comparer les résultats obtenus sur le terrain avec ceux obtenus à l'aide d'un logiciel de simulation.

## **Structure du mémoire**

Notre mémoire est organisé en deux parties distinctes pour atteindre nos objectifs, comprenant une partie théorique et une partie pratique.

**Un chapitre introductif :** Dans ce chapitre, nous trouverons une introduction qui expose les grandes lignes de notre travail de recherche, en présentant la problématique étudiée, les hypothèses avancées, le contexte dans lequel s'inscrit la recherche ainsi que les objectifs visés. Nous y décrirons également la méthodologie que nous avons adoptée pour mener à bien cette recherche. Enfin, nous présenterons la structure générale du mémoire pour donner une vue d'ensemble de ce qui sera développé dans les différents chapitres.

**- Le premier chapitre :** Dans cette partie, seront présentées les connaissances essentielles liées à l'éclairage naturel et au confort visuel, ainsi que les notions de base de l'acoustique, en incluant les phénomènes acoustiques comme le bruit, le son, etc

**- Le deuxième chapitre :** Ce chapitre se concentrera sur l'exploration des normes et des dimensions appropriées pour les espaces de lecture, ainsi que sur l'étude de la notion de confort visuel et acoustique dans ces espaces.

**- Le troisième chapitre :** Dans cette partie, nous présenterons le cas d'étude spécifique en effectuant une analyse empirique du confort visuel et acoustique dans la salle de lecture de la bibliothèque universitaire d'El Kseur. Cette analyse sera divisée en deux parties distinctes : la première partie sera de nature quantitative et consistera en des mesures effectuées sur place, tandis que la seconde partie sera qualitative et se basera sur une enquête menée auprès des utilisateurs de la salle de lecture.

**- Le quatrième chapitre :** Ce chapitre portera sur l'amélioration du confort acoustique et visuel dans les espaces de lecture en utilisant des méthodes numériques. Nous présenterons les résultats de la simulation numérique, les analyserons et les comparerons avec les résultats de l'étude empirique. Enfin, nous proposerons des recommandations et des solutions.

Enfin, une conclusion générale sera présentée pour confirmer ou infirmer les hypothèses de notre recherche, ainsi que pour synthétiser les résultats obtenus dans leur ensemble

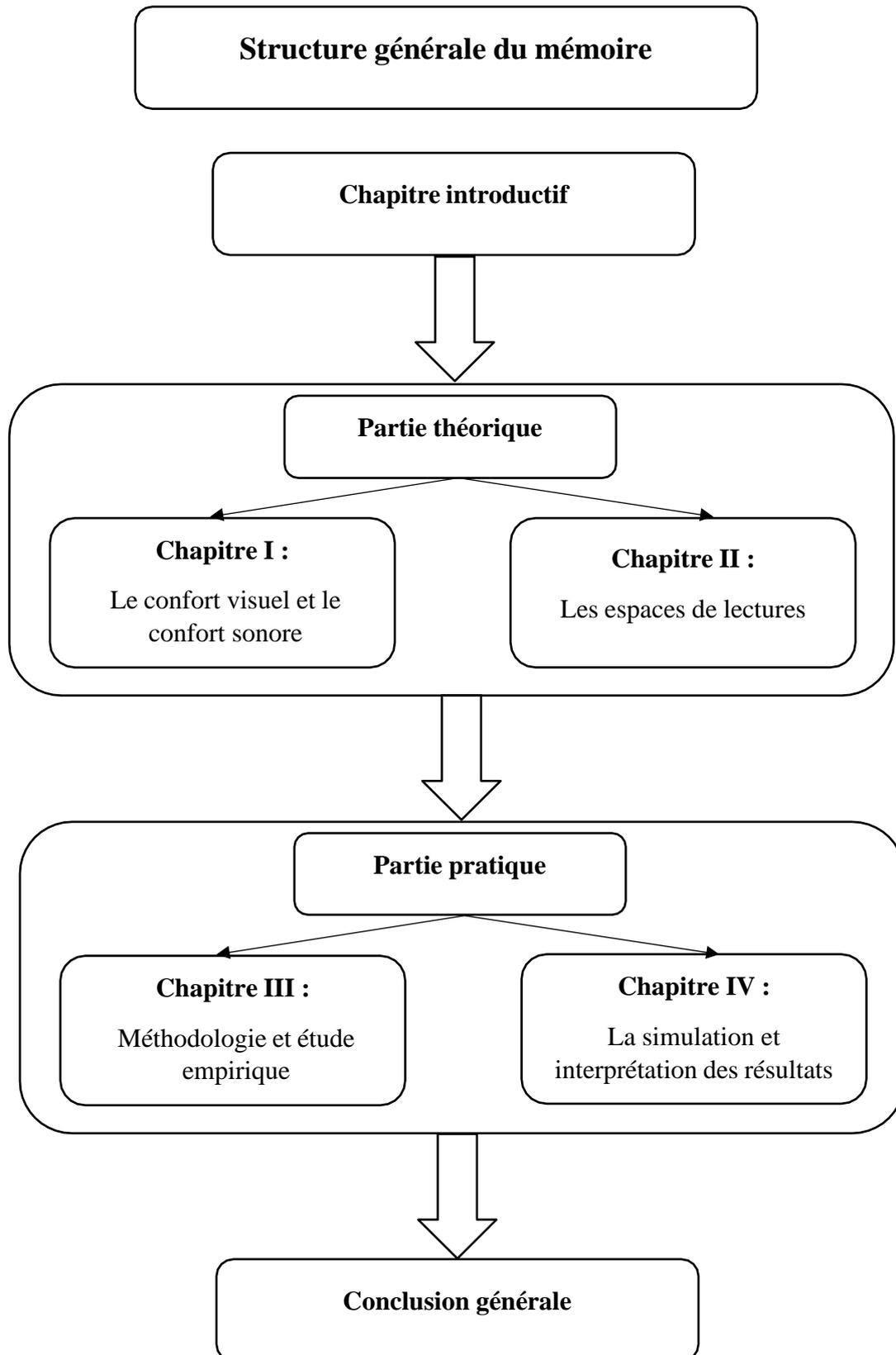


Figure 1 : Schéma de la Structure générale de mémoire

(Source : Auteur, 2023)

***CHAPITRE I :***

***Le confort visuel et le confort sonore***

## **Introduction**

L'environnement de travail et de vie est un facteur important qui influe sur le bien-être et la productivité des individus. Dans ce contexte, le confort visuel et le confort sonore sont deux éléments essentiels qui méritent une attention particulière. Le confort visuel se rapporte à la qualité de l'éclairage, des couleurs, du contraste et de l'éblouissement, tandis que le confort sonore se réfère à la qualité de l'acoustique, de la réverbération, de l'isolation phonique et du bruit ambiant.

Il existe diverses formes de confort visuel et sonore, chacune ayant des critères de mesure, des normes et des réglementations spécifiques. En ce qui concerne le confort visuel, des facteurs tels que la luminosité, la température de couleur, le taux de contraste et l'éclairage doivent être pris en compte. Pour le confort sonore, des facteurs tels que la réverbération, l'isolation phonique et le niveau de bruit ambiant jouent un rôle important dans l'expérience acoustique agréable.

Dans ce chapitre, nous allons examiner les différents types de confort visuel et sonore, ainsi que les normes et les réglementations en vigueur pour assurer un environnement de travail et de vie optimal.

## **I. Confort visuel**

### **I.1. Définition du confort visuel**

Le confort visuel est une sensation personnelle qui peut varier d'un individu à l'autre et qui dépend de facteurs tels que la quantité, la qualité et la répartition de la lumière dans un espace donné. Il peut être défini comme une situation où il est facile de distinguer les objets à l'intérieur d'un bâtiment sans éprouver de fatigue ou de malaise visuel. Le confort visuel est également étroitement lié à une atmosphère visuelle agréable, qui peut contribuer à une expérience visuelle satisfaisante. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

### **I.2. Les critères du confort visuel**

La sensation de confort visuel est une perception personnelle et donc subjective, qui dépend de facteurs individuels tels que l'âge et la qualité de la vue. Pour atteindre un confort visuel optimal, plusieurs paramètres doivent être considérés, notamment la taille, l'apparence et la couleur des objets à percevoir, ainsi que la luminosité de l'environnement. Il est essentiel que la visibilité des objets et des obstacles soit optimale, que les tâches puissent être effectuées sans fatigue

visuelle et que l'éclairage ambiant soit agréable. Pour évaluer le confort visuel, divers aspects doivent être pris en compte, tels que l'emplacement, la taille et l'orientation des fenêtres, la quantité et la qualité de la lumière naturelle ainsi que la qualité de l'éclairage artificiel. L'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs sont également des critères importants pour évaluer le confort visuel. Enfin, il est crucial de considérer la relation visuelle avec l'extérieur pour obtenir un confort visuel optimal. (Daich safa 2012)

### **I.3. Les paramètres du confort visuel**



Figure 2 : Les différents paramètres du confort visuel  
(Source : Liebard & De Herde, 2005)

#### **I.3.1. Niveau d'éclairage lumineux**

Chaque individu évoluant dans un environnement bâti nécessite une quantité adéquate de lumière pour percevoir correctement les objets et effectuer ses tâches de manière confortable. Cependant, le niveau d'éclairage requis varie selon la tâche visuelle à accomplir. Si une zone est mal éclairée pour une tâche donnée, il est important d'augmenter l'éclairage pour cette zone spécifique. En effet, l'éclairage a un impact direct sur la perception des objets et de leur environnement visuel. Ainsi, il est crucial de déterminer le niveau d'éclairage optimal pour un bâtiment, qui ne doit pas être trop élevé ni trop faible, mais qui doit être basé sur une référence standard afin d'assurer une vision claire et confortable, sans causer de fatigue visuelle. (Tayeb, 2019)

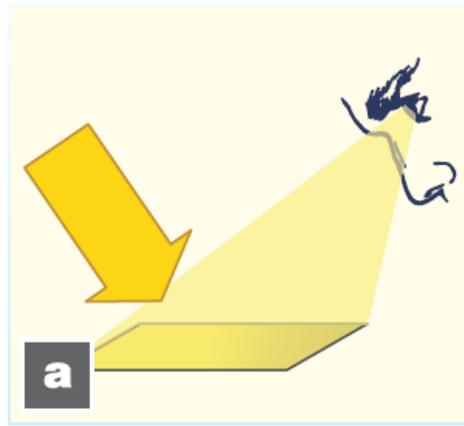


Figure 3 : Le degré d'éclairage

(Source : Liebard & De Herde, 2005)

### I.3.2. Répartition lumineuse uniforme

Afin d'obtenir une répartition optimale de la lumière dans une pièce, il est essentiel d'utiliser un éclairage approprié, dont l'intensité ne doit ni être trop forte ni trop faible. Cette répartition doit être uniforme pour faciliter les tâches, éviter la fatigue oculaire et minimiser les contrastes. La disposition des sources lumineuses et la réflexion des surfaces de la pièce sont les principaux facteurs qui influencent cette distribution. Dans les endroits où l'utilisation de la lumière naturelle est nécessaire, il est conseillé de placer les espaces de travail à proximité des ouvertures et de planifier l'agencement des meubles de manière stratégique pour éviter les obstacles et améliorer la répartition de la lumière naturelle. **(Reiter S. et De Herde, 2004)**

### I.3.4. Éblouissement

L'éblouissement est un problème fréquent associé à l'éclairage qui peut causer des sensations de gêne et d'inconfort, et même réduire la capacité visuelle d'une personne. Cela se produit lorsque les conditions de vision créent des luminances ou des contrastes de luminance excessifs dans l'espace et dans le temps, rendant difficile la perception des objets. La présence d'une source lumineuse brillante dans le champ visuel peut entraîner une diminution de la capacité à distinguer les objets, provoquant ainsi une fatigue visuelle importante et un inconfort majeur pour l'individu affecté. **(Daich, 2019)**

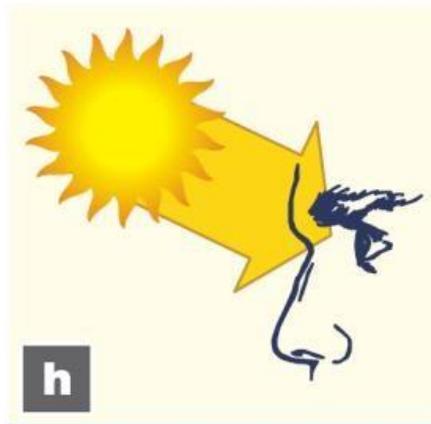


Figure 4 : L'absence d'éblouissement  
(Source : Liebard & De Herde, 2005)

### I.3.5. Gestion des ombres

Lorsqu'un objet opaque est placé devant une source de lumière, une zone d'obscurité est créée derrière l'objet, appelée l'ombre de l'objet. Cette ombre est produite par la présence d'un élément qui se trouve entre l'objet observé et la source de lumière. Lorsqu'une ombre est projetée sur un objet éclairé, deux zones se distinguent : la première, appelée l'ombre propre, est située du côté opposé à la source de lumière et ne reçoit pas de lumière directe. La deuxième zone correspond à la partie de la surface sur laquelle l'ombre est projetée et qui n'est pas éclairée, connue sous le nom d'ombre portée.

La manière dont un objet est perçu peut-être influencée par la source de lumière qui l'éclaire. Si la lumière provient d'une direction particulière, cela peut créer des ombres sur l'objet observé, entraînant une fatigue visuelle et un inconfort. En revanche, une lumière diffuse peut rendre difficile la perception des détails de l'objet. Cependant, une lumière latérale permettra de percevoir le relief, les détails de l'objet et leur couleur en trois dimensions. Par conséquent, l'éclairage latéral est considéré comme la meilleure option pour une perception optimale des détails et des couleurs d'un objet. (Daich.2019)

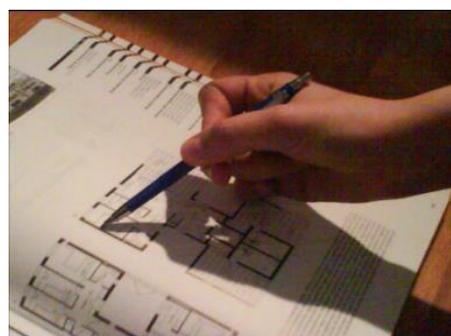


Figure 5 : L'absence d'ombres gênantes  
(Source : Daich.2019)

### I.3.6. Un rendu de couleur correct

La lumière naturelle offre une qualité spectrale supérieure qui permet une perception accrue des couleurs et des objets. Cette lumière est composée d'un spectre visible résultant de la combinaison de plusieurs radiations, créant ainsi la lumière blanche, qui est la seule lumière visible à l'œil humain. Par conséquent, la couleur de la lumière joue un rôle important dans la perception des couleurs des objets, ce qui peut avoir un impact significatif sur le confort visuel de l'individu. (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

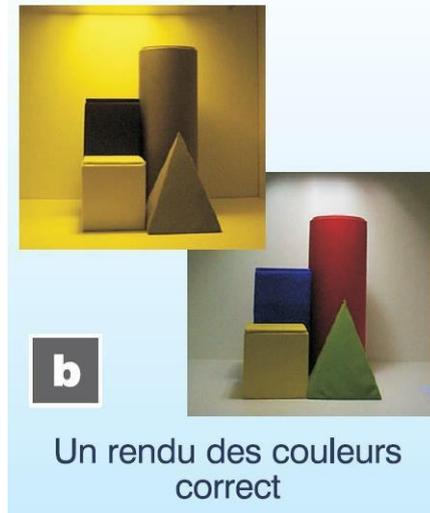


Figure 6 : Rendu des couleurs corrects  
(Source : Liébard & De Herde, 2005)

### I.3.7. Teinte de la lumière

La figure présentée ci-dessous illustre une lumière de couleur agréable.

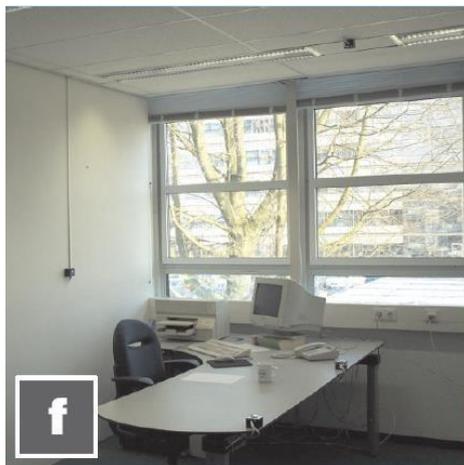


Figure 7 : Une teinte de lumière agréable  
(Source : Liébard & De Herde, 2005)

Les couleurs ont le pouvoir d'exercer une influence sur notre système nerveux et de provoquer des réactions psychophysiologiques. Les couleurs ayant des longueurs d'onde plus grandes telles que le rouge et l'orange, ont un effet stimulant, tandis que celles avec des longueurs d'onde plus courtes, comme le bleu et le violet, ont un effet apaisant. Quant aux couleurs intermédiaires telles que le jaune et le vert, ainsi que la lumière blanche, elles ont un effet tonique et contribuent à stimuler la concentration.

Les couleurs sombres et le gris peuvent avoir un effet déprimant, pouvant provoquer une sensation de tristesse ou de morosité. Par conséquent, il est essentiel de comprendre comment les couleurs peuvent influencer notre psychophysiologie afin de les utiliser de manière appropriée pour améliorer notre bien-être mental et physique.

La température de couleur est un critère qui permet de caractériser les différentes nuances de lumière émises par une source lumineuse. Selon la C.I.E (Commission Internationale de l'Éclairage), elle est définie comme "la couleur perçue de la lumière produite par une source" et elle est exprimée en degrés Kelvin (K). Cette mesure permet de classer les ampoules en trois catégories :

- Le blanc "chaud" pour une température de couleur inférieure à 3300° K,
- Le blanc "neutre" pour une température de couleur comprise entre 3300° et 5000° K,
- Le blanc "froid" pour une température de couleur supérieure à 5000° K.

Il convient de souligner que la lumière naturelle possède une température de couleur de 5000° K, la classant ainsi dans la catégorie du blanc « intermédiaire » (A. Liébard, A. De Herde, 2005).

#### **I.4. Les paramètres qui influent sur le confort visuel**

Le diagramme de Kruthof établit les conditions pour que l'éclairage soit confortable en fonction de différents niveaux d'éclairement et de température de couleur (voir figure 1.7). Selon ce diagramme, lorsque l'éclairage est faible (zone A), le confort visuel est obtenu avec une lumière chaude qui favorise la détente, tandis que lorsque l'éclairage est élevé (zone C), le confort visuel est obtenu avec une lumière plus froide qui stimule la concentration pour des tâches diverses. La zone intermédiaire (zone B) est celle où le confort visuel est optimal.

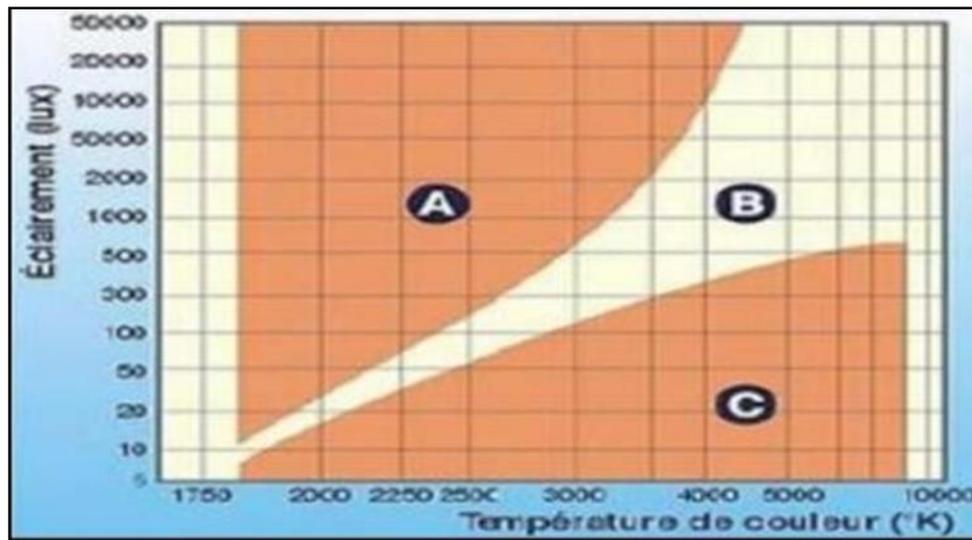


Figure 8 : Le diagramme de KHRUITCHOF.

Source : (FAURE. Daniel. Confort visuel. Edition AMO QEB. France. 2006)

### I.5. Règlementation et préconisations pour un meilleur confort « visuel »

En Algérie, la construction des bâtiments repose sur un système de documents réglementaires qui sont basés sur les règlements de construction établis par les organismes officiels et les normes de construction qu'ils référencent. Cependant, en ce qui concerne l'éclairage des bâtiments, il y a peu de documents disponibles et seulement deux textes législatifs sont pertinents :

- Il s'agit de l'article 35 du décret exécutif numéro 91-175 daté du 28 mai 1991, lequel énonce :  
Mesures générales applicables aux bâtiments à usage d'habitation.

**Art. 35. — 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.**  
**Les baies des pièces principales doivent être munies d'un dispositif assurant une protection efficace contre le rayonnement solaire.**

**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 ministre chargé de l'urbanisme précisera les conditions requises.**  
**Les pièces secondaires peuvent se ventiler sur des gaines verticales.**

Figure 9 : Mesures générales applicables aux bâtiments à usage d'habitation.

(Source : journal officiel de la république algérienne n°26, 1<sup>er</sup> juin 1991)

## II. Confort sonore

### II.1. Définition du confort sonore

Le confort sonore est une notion qui varie selon la perception individuelle, laquelle peut être influencée par différents paramètres tels que la durée d'exposition au bruit, sa fréquence ou encore les expériences passées associées à celui-ci. Bien que souvent négligé, le confort acoustique est primordial dans les espaces intérieurs pour garantir une qualité de vie et des relations harmonieuses entre les occupants d'un bâtiment. Un bon confort acoustique peut avoir des impacts bénéfiques sur la santé, tandis qu'un manque de confort acoustique peut entraîner des troubles tels que le stress, la nervosité, des troubles du sommeil et la fatigue. **(Recommandation pratique css05, 2008).**

### II.2. Définition du son

Le son est une sensation auditive qui se propage dans tout environnement, résultant d'une variation de la pression de l'air et créant une onde acoustique. Cette sensation est perçue par l'oreille humaine. **(Rapin, 2017).**

### II.3. Les Types du son

En acoustique, on distingue deux types de sons : les sons purs et les sons complexes. La composition de sons purs est utilisée pour produire un son complexe, comme illustré dans la figure suivante.

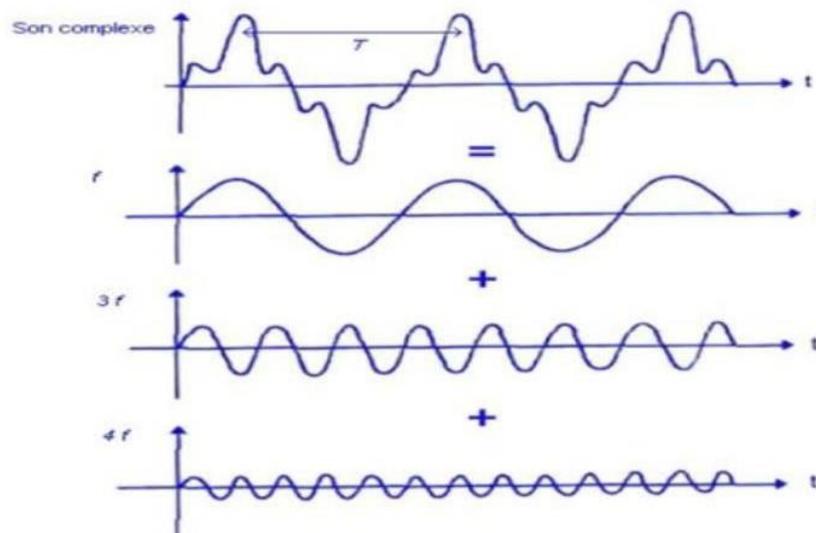


Figure 10 : La séparation d'un son complexe en trois sons purs  
(Source : Van-Tran, 1996)

a) **Le son pur** : c'est un son qui ne comporte qu'une seule fréquence, émis par exemple par un diapason, dont les ondes ont une forme sinusoïdale et sont perçues comme désagréables pour l'oreille. Il est important de noter que ce type de son n'existe pas dans la nature.

b) **Le son complexe** : désigne l'ensemble des sons périodiques émis sur plusieurs fréquences, dont les ondes ne sont pas sinusoïdales. Pour obtenir un son complexe, il faut superposer plusieurs sons purs, chacun ayant une fréquence et un niveau sonore différents.

c) **Le son confus** : C'est un son mixte sans périodicité précise, comme le bruissement des feuilles d'un arbre. (Hamayon, 2014).

## II.4. Les caractéristiques du son

### II.4.1. La fréquence du son

La fréquence d'un son est la mesure du nombre de cycles de vibrations de la pression de l'air qu'il produit par unité de temps, exprimée en hertz (Hz). (Rapin, 2017)

On peut classer les sons en trois catégories en fonction de leur fréquence, tel que présenté dans la figure :

- Les sons graves, qui ont une fréquence basse (inférieure à 100 Hz) ;
- Les sons moyens, qui ont une fréquence moyenne (comprise entre 100 Hz et 2 kHz) ;
- Les sons aigus, qui ont une fréquence élevée (supérieure à 2 kHz).

(Recommandation pratique css05, 2008)

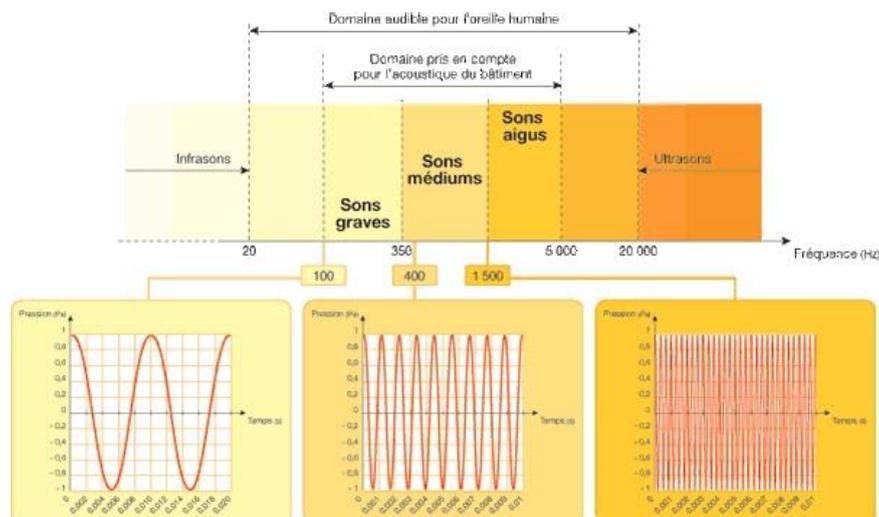


Figure 11 : Fréquences du son  
(Source : Cours Dr. KHADRAOUI Mohamed Amine)

### II.4.2. Le niveau sonore

Le niveau sonore, ou niveau de pression acoustique (SPL : Sound Pressure Level), correspond à l'amplitude du son et s'exprime en Pascal (Pa). Étant donné que l'oreille humaine peut percevoir des niveaux sonores très différents, une échelle logarithmique est souvent utilisée pour caractériser l'amplitude du son. Cette échelle est exprimée en décibels (dB). Le niveau sonore permet de mesurer la puissance d'un son. (Cloud, 2015).

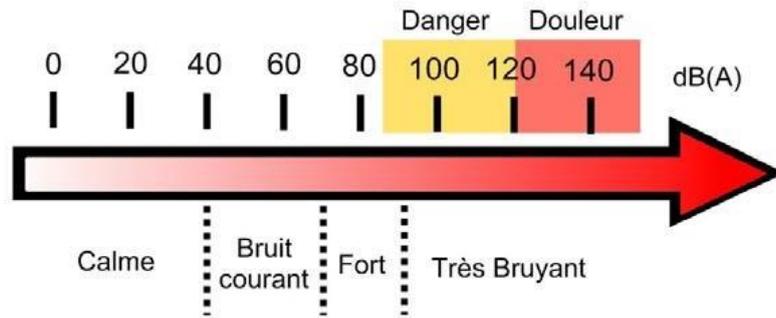


Figure 12: Échelle du son  
(Source : Matthieu, 2016)

### II.4.3. La durée du son

Un phénomène qui se répète et appelé périodique de la même façon au bout d'un temps déterminé. La durée  $T$  est exprimée en secondes (s), représentée sur la figure, elle est définie par l'expression suivante :

$$T = \frac{1}{f} \text{ (s)}$$

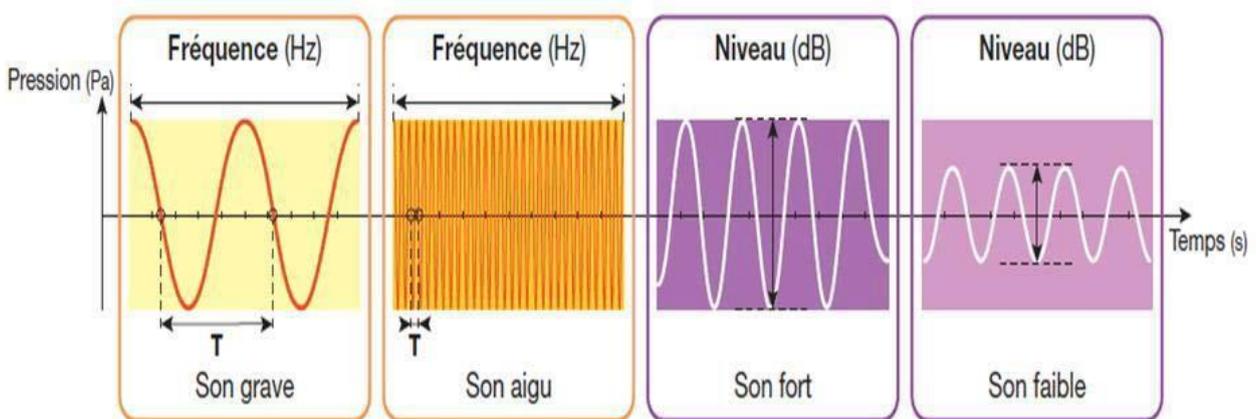


Figure 13 : Le son en fonction de la période  $T$  et son niveau  
(Source : Isover, 2005)

- Un son est considéré comme grave lorsque sa période T est longue et sa fréquence est basse.
  - Un son est considéré comme médium lorsque sa période T est moyenne et sa fréquence est également moyenne.
  - Un son est considéré comme aigu lorsque sa période T est courte et sa fréquence est élevée.
- (Jedidi & Soussi, 2013).

## **II.5. Définition du bruit**

Le bruit est un phénomène acoustique qui perturbe l'air et qui est caractérisé par sa fréquence, son intensité et sa durée. Il résulte de la superposition de plusieurs sons purs à différentes fréquences et amplitudes. Le bruit est généralement considéré comme désagréable, nuisible ou non souhaité et peut provenir de diverses sources telles que les avions, les machines, les voix, etc. (Recommandation pratique css05, 2008).

## **II.6. Sources et types du bruit**

Il est possible de classifier les sources de bruit en trois types distincts dans le domaine de l'acoustique des bâtiments, lesquels sont représentés visuellement dans la figure ci-dessous.

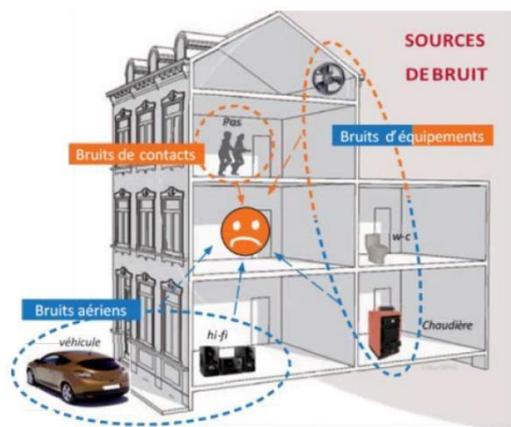


Figure 14 : Source de bruit  
(Source : Lahaye et al. 2021)

### **II.6.1. Les bruits aériens**

On appelle bruit aérien le bruit généré par une source sonore dont les ondes se propagent dans l'air environnant. Ce type de bruit se divise en deux catégories :

- Les bruits aériens extérieurs ou bruit routier (trafic routier, ferroviaire ou aérien).
- Les bruits aériens intérieurs (conversation, télévision, musique, radio etc.) (Lahaye, et al., 2021).

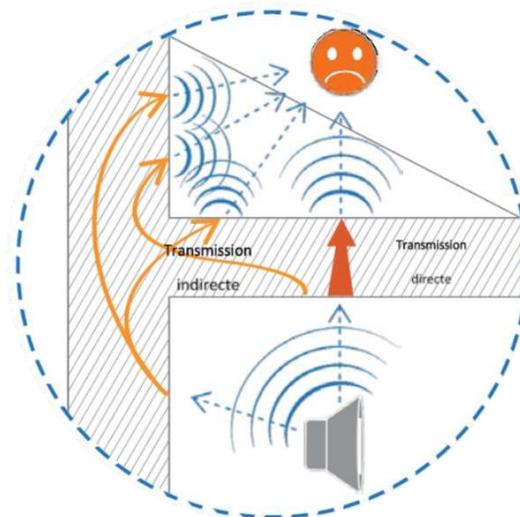


Figure 15 : Les bruits aériens  
(Source : Lahaye et al., 2021)

### II.6.2. Les bruits solidiens ou bruits d'impacts

Le bruit de contact, également appelé bruit solidien, est généré par une source sonore dont les vibrations se propagent par un contact direct avec un élément du bâtiment (par exemple des chaussures, des machines ou des meubles déplacés). Les méthodes de transmission de ce type de bruit sont représentées dans la figure suivante. (Lahaye et al., 2021)

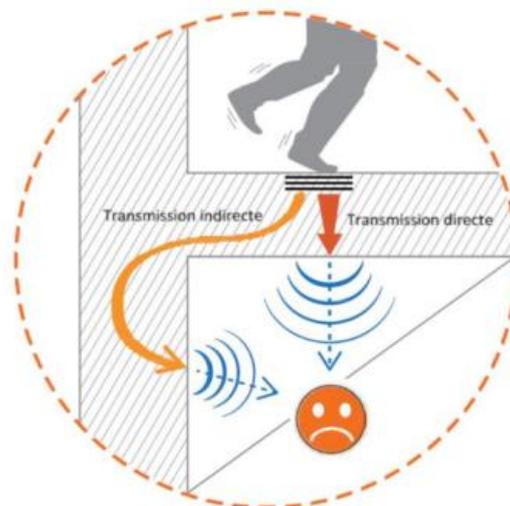


Figure 16: Le bruit solidiens  
(Source : Lahaye et al., 2021)

### II.6.3. Les bruits d'équipements

Le bruit émanant des équipements peut être propagé par l'air, ainsi que par la vibration directe de l'équipement ou du mur. Ce type de bruit peut être classé en deux catégories, à savoir les bruits d'équipements collectifs tels que l'ascenseur ou la chaufferie, et les bruits d'équipements individuels tels que la chasse d'eau ou le robinet.

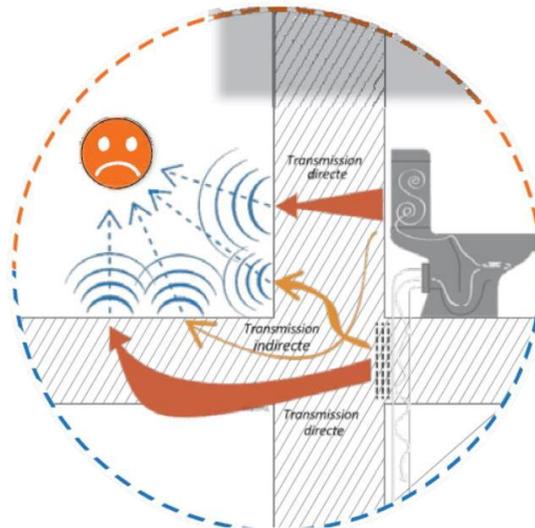


Figure 17: Le bruit d'équipement  
(Source : Lahaye et al., 2021)

## II.7. Réglementation algérienne pour le bruit

Le confort acoustique est un élément crucial pour une vie quotidienne agréable, que ce soit chez soi, au travail ou en vacances, car il peut affecter significativement les relations avec les voisins. Le manque de confort acoustique peut causer des réactions négatives telles que la nervosité, le sommeil perturbé et la fatigue. À long terme, il peut également conduire à des problèmes de santé.

En Algérie, la problématique des nuisances sonores a été reconnue par le gouvernement en 1983, lors de l'adoption de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 concernant la protection de l'environnement. Aujourd'hui, la législation en matière d'acoustique en Algérie repose essentiellement sur deux lois, un décret et un DTR.

Loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement, p. 250.

Décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.

Loi n° 03-10 du 19 Jomada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.

Figure 18: les deux lois et le décret  
(Source : Journal Officiel de la République Algérienne)

- Le DTR C3.1.1 est un document technique réglementaire qui joue un rôle important pour les professionnels de la conception, car il leur permet de déterminer l'isolation acoustique des parois ainsi que le niveau de bruit global dans les pièces de réception. (CNERIB, 2004)

## **Conclusion**

En résumé, ce chapitre a mis en évidence l'importance cruciale du confort visuel et acoustique pour les environnements de travail et de vie. Nous avons étudié les différents facteurs qui ont un impact sur le confort visuel, comme la luminosité, la couleur, le contraste et l'éclairage, ainsi que les facteurs qui influencent le confort acoustique, tels que le bruit, la réverbération et l'isolation phonique.

Nous avons également discuté des normes et des réglementations en matière de confort visuel et acoustique, et comment elles peuvent être mises en œuvre dans la conception et l'aménagement des espaces pour optimiser le confort des occupants.

En définitive, il est crucial de considérer le confort visuel et acoustique dès la phase de planification et de conception des bâtiments, car cela constitue un élément clé pour améliorer l'ergonomie et le bien-être des occupants. En prenant en compte ces facteurs, il est possible de créer des environnements de travail et de vie plus agréables, productifs et sains pour l'ensemble des utilisateurs.

**CAHPITRE II :**  
*Les espaces de lectures*

## **Introduction**

Lorsque l'on pense à un espace de lecture, on imagine souvent un endroit calme et reposant où l'on peut se plonger dans un livre en toute tranquillité. Cependant, pour que cet espace soit confortable, il est important de prendre en compte deux aspects fondamentaux : le confort visuel et le confort acoustique.

Le confort visuel concerne la qualité de l'éclairage et la disposition des meubles et des équipements dans la pièce, qui doivent permettre de lire sans effort et sans fatigue visuelle. Le confort acoustique, quant à lui, concerne la qualité de l'environnement sonore, qui permet une lecture sans distraction ni perturbation sonore.

Dans ce chapitre, nous allons aborder l'importance de deux éléments clés pour créer un environnement de lecture optimal : le confort visuel et le confort acoustique. Nous allons examiner les normes et les dimensions recommandées pour les espaces de lecture, ainsi que la notion de confort dans ces environnements, afin de permettre une lecture agréable et efficace dans un cadre propice à la concentration et à la sérénité.

### **I. Définition de L'espace architecturale**

Selon Von Meiss (1985) : « L'espace architectural peut se définir comme la relation entre des objets et des plans qui définissent une limite. En effet pour l'architecte son activité est de créer le creux, pour contenir, il lui donnera une forme concrète pour offrir un lieu de séjour et une relative liberté de mouvement dont l'homme a besoin »

Les définitions de l'espace architectural sont généralement divisées en deux aspects principaux. Le premier concerne l'espace dimensionnel et formel, qui dépend de la géométrie, des mesures et de la forme géométrique de l'espace. Le second aspect renvoie à l'espace en tant qu'entité anthropologique, qui considère l'espace architectural comme un environnement conçu pour répondre aux besoins des utilisateurs et influencé par de nombreux facteurs culturels, sociaux, environnementaux et technologiques. En somme, l'espace architectural peut être compris à la fois comme un espace physique et comme une entité anthropologique qui tient compte des utilisateurs et de leur interaction avec l'espace. (**J. Cousin, 1980**)

## II. L'espace de lecture

L'espace de lecture désigne un environnement physique aménagé pour la lecture, l'étude ou la recherche. Il peut se référer à un espace public, comme une bibliothèque ou une salle d'étude, ou à un espace privé, comme une pièce dédiée à la lecture dans une résidence. Cet espace peut être équipé de mobilier de bibliothèque, de tables de travail et d'autres équipements adaptés à la lecture et à l'étude. **(Brigitte RICHTER, 1988)**

### II.1. Normes et dimensionnement de l'espace de lecture

Afin de concevoir et aménager efficacement l'espace intérieur des salles de lecture, il est important de respecter des normes et des règles en ce qui concerne les dimensions et la disposition des meubles.

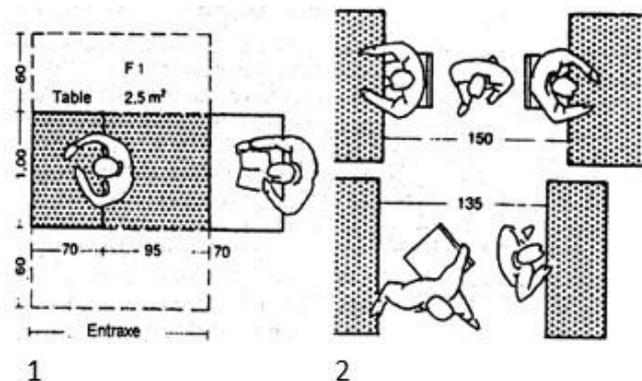


Figure 19: 1) Surface d'un espace de travail personnel individuel ;  
2) Surface minimale requise dans la zone de lecture  
(Source : Neufert, 2009)

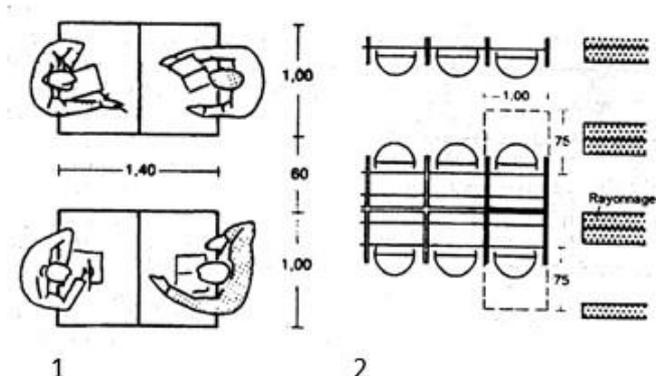


Figure 20: 1) Distance minimale entre les tables ;  
2) dimensionnement d'un poste de travail Individuel  
(Source : Neufert, 2009)

## **II.2. Type de tâches à accomplir**

Les espaces de lecture sont généralement conçus pour répondre à différents types de tâches. Parmi les principales activités que l'on peut effectuer dans un espace de lecture, on peut citer la lecture de livres et de documents, la recherche d'informations, l'écriture et le dessin, la collaboration et le travail en groupe, ainsi que l'utilisation d'ordinateurs et d'autres équipements électroniques.

## **II.3. Les aspects sensoriels relatif aux usagers dans l'espace de lecture**

Lorsqu'il s'agit de fournir un éclairage adéquat dans les espaces de lecture, le défi est étroitement lié aux besoins des utilisateurs, qui varient d'une personne à l'autre. En effet, ces besoins dépendent de plusieurs facteurs tels que l'âge et le niveau de handicap, ce qui rend difficile l'identification précise et définitive de leurs exigences en matière d'éclairage. (Cantié.P,Lebertois.F, Lupone.L et al, 2012)

## **II.4. La notion du confort lumineux dans les espaces de lecture**

Lorsqu'il s'agit d'espaces de lecture, le confort lumineux joue un rôle essentiel dans la mesure où il conditionne la qualité de l'éclairage, qui doit être suffisamment adapté pour permettre une lecture confortable sans fatiguer les yeux. Les critères qui caractérisent le confort lumineux sont multiples et incluent notamment l'intensité lumineuse, la température de couleur, l'uniformité de l'éclairage, l'absence d'éblouissement et la qualité de la lumière naturelle. Ces éléments sont à prendre en compte pour garantir un confort visuel optimal dans les espaces de lecture.

Selon les normes et les recommandations en vigueur, l'intensité lumineuse recommandée pour les espaces de lecture est de 300 à 500 lux. La température de couleur recommandée est généralement de 3000 à 4000 Kelvin pour un éclairage d'intérieur. L'uniformité de l'éclairage doit être suffisante pour éviter les zones sombres ou éblouissantes. L'absence d'éblouissement est essentielle pour éviter la fatigue visuelle et les maux de tête, ce qui peut être atteint en utilisant des écrans ou des revêtements réfléchissants pour les sources lumineuses.

Ces caractéristiques peuvent varier en fonction des préférences individuelles, de la tâche à accomplir et du type d'espace de lecture considéré (par exemple, une bibliothèque ou une chambre à coucher).

Le confort lumineux est une notion clé dans la conception d'espaces de lecture confortables et fonctionnels. Selon l'International Association of Lighting Designers (IALD), le confort lumineux est défini comme "l'état de satisfaction visuelle qui résulte d'une bonne qualité de l'éclairage, d'une absence d'éblouissement, d'une distribution uniforme de la lumière, d'une absence de contraste excessif et d'une température de couleur adaptée à la tâche visuelle".

**(Source: International Association of Lighting Designers (IALD). (2017). Lighting Handbook: Reference and Application. Littleton, CO : IALD.**

## **II.4.1. Les normes relatives à l'éclairage naturel dans les espaces de lecture**

### **III.4.1.1. Objectifs de la réglementation de l'éclairage**

D'après LAEDLEIN, la réglementation de l'éclairage a pour principal objectif de préserver l'environnement nocturne et de diminuer la pollution lumineuse. Pour y parvenir, cette réglementation préconise de limiter la quantité et l'intensité de la lumière artificielle émise par les sources d'éclairage, d'encadrer leur orientation et leur répartition, et de favoriser l'utilisation de sources d'éclairage plus efficaces et respectueuses de l'environnement. En réduisant la pollution lumineuse, la réglementation de l'éclairage peut également contribuer à améliorer la qualité de vie des humains et de la faune nocturne, à baisser les coûts énergétiques, et à préserver les ressources naturelles. **(LAEDLEIN.H, 1978)**

### **III.4.1.2. La réglementation Algérienne**

En Algérie, la construction est un domaine réglementé par des organismes officiels tels que le Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme. Cependant, il y a peu de réglementation spécifique en matière d'éclairage pour les bâtiments. Cette absence de réglementation claire et précise peut entraîner des problèmes tels que des insuffisances d'éclairage ou un éclairage inadéquat qui peut avoir un impact sur la santé et le bien-être des occupants.

Le journal officiel de la République Algérienne n°26 a publié un extrait du décret exécutif n°91-175 du 28/05/1991, qui décrit les mesures générales applicables aux bâtiments destinés à l'habitation. Cependant, il ne donne aucune instruction spécifique en termes d'exigences d'éclairage telles que l'éclairage ou l'uniformité.

**Art. 35. —** 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 ministre chargé de l'urbanisme précisera les conditions requises.

Les jours de souffrance ne sont pas considérés comme des baies ouvrantes. Les baies donnant sur une cour fermée surmontée d'un comble vitré ou sur une courrette, ne sont pas considérées comme des baies ouvrantes.

Pour les habitations individuelles à simple rez de chaussée, les baies des pièces principales peuvent s'ouvrir sur des cours fermées non couvertes de quatre mètres (4 m) sur quatre (4) au minimum.

Les baies des pièces principales doivent être munies d'un dispositif assurant une 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 demi la hauteur sous plafond.

Figure 21: article 35, Mesures générale de construction applicable aux bâtiments à usages d'habitation  
(Source : Le journal officiel de la République Algérienne n°26, 1991)

### III.4.1.3. La réglementation Européenne

La réglementation européenne en matière d'éclairage est diversifiée et varie en fonction du type d'équipement et de la tâche à effectuer pour garantir un confort visuel optimal. En ce qui concerne les salles de lecture, l'éclairage recommandé est de 500 lux. La norme NBN EN 12464-1 définit les exigences d'éclairage spécifiques pour les salles de lecture, et un tableau récapitulatif est disponible pour faciliter leur mise en application.

| Type de zone      | $E_m$ | $UGR_L$ | $U_o$ | $R_s$ |
|-------------------|-------|---------|-------|-------|
| Rayons de livres  | 200   | 19      | 0,4   | 80    |
| Espace de lecture | 500   | 19      | 0,6   | 80    |
| comptoirs         | 500   | 19      | 0,6   | 80    |

Figure 22: Extrait de la norme NBN EN 12464-1  
(Source : <https://energieplus-lesite.be/> )

## II.5. La notion du confort acoustique des salles de lecture

### II.5.1. Intelligibilité de la parole et du bruit de fond

Pour garantir une compréhension claire de la parole dans les salles de lecture, en particulier lors d'activités d'apprentissage exigeantes telles que l'étude d'une langue étrangère ou pour les enfants dans une bibliothèque scolaire, il est crucial de considérer les éléments suivants :

- La quantité de bruit de fond qui est actuellement présente dans la pièce, également connue sous le nom de bruit interférent ;
- La performance acoustique de la salle de lecture, qui dépend du temps de réverbération et de la configuration spatiale de la pièce ;

L'intensité du volume de la voix de l'enseignant et la qualité de sa diction (prononciation).

D'après les recherches de Bradley et Hodgson, le rapport signal sur bruit est le facteur clé pour garantir une bonne intelligibilité de la parole dans les salles de lecture. Étant donné que les niveaux de voix des enseignants peuvent varier, il est crucial de minimiser autant que possible le bruit de fond présent dans la salle de lecture (**BRADLEY J.S. 2009**)

Il est important de noter que la majorité des fréquences de la parole se situent entre 315Hz et 6000Hz, alors que la compréhension de la parole dépend principalement des fréquences entre 750Hz et 3000Hz. Les bruits de circulation, qui sont principalement composés de sons graves, peuvent donc masquer la parole parlée car les basses fréquences masquent les hautes fréquences. De plus, l'effet de masque est plus important pour des fréquences proches les unes des autres, ce qui peut fortement altérer la voix de l'enseignant en cas de bavardage des usagers. (**AFSSE.2004**)

D'après les conclusions de Bradley, qui a mené une analyse des conditions acoustiques et de l'intelligibilité de la parole dans des salles de lecture pour des enfants de 12 et 13 ans, le niveau de bruit ambiant adéquat devrait être de 30 dB(A), avec des temps de réverbération optimaux compris entre 0,4 et 0,5 secondes.

Selon les suggestions de Finitzo-Hieber et Tillman (1978), un rapport signal sur bruit de 12 dB(A) est suffisant pour une audition normale. Toutefois, Olsen (1988)<sup>11</sup> soutient qu'une valeur de S/N plus élevée de 20 à 30 dB(A) est nécessaire pour l'enseignement des personnes ayant une déficience auditive.

Bistafa et Bradley ont plus récemment suggéré qu'un rapport signal/bruit de plus de 15 dB(A) devrait être visé dans les salles de lecture, avec un rapport idéal de 25 dB(A). Ces valeurs

devraient être atteintes en combinaison avec des temps de réverbération compris entre 0,4 et 0,5 secondes.

La figure montre les courbes d'intelligibilité pour une pièce de 300 m<sup>2</sup> en fonction du niveau de bruit ambiant et du temps de réverbération, en fonction de différents objectifs de conception. Parmi ces objectifs, la courbe "besoins particuliers" est recommandée pour une salle de lecture. Pour garantir une intelligibilité de 100%, le niveau de bruit de fond doit être inférieur ou égal à 35 dB(A) et le temps de réverbération doit être d'environ 0,5 secondes.

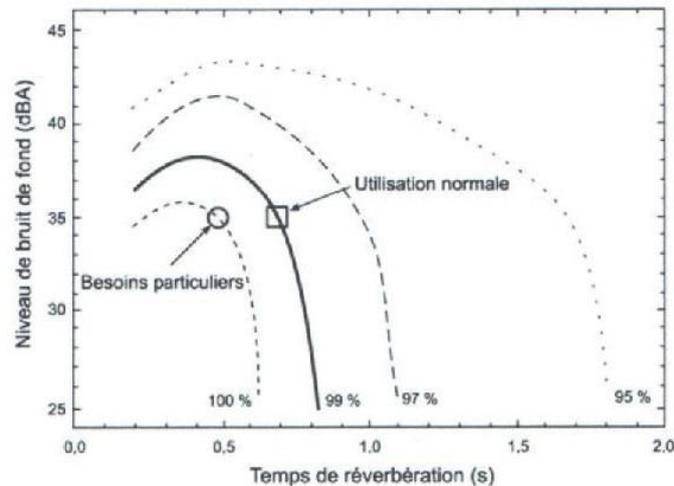


Figure 23: Les limites d'intelligibilité en relation avec le bruit de fond

(Source : <http://www.nrc-cnrc.gc.ca> )

Si les parois de la salle de lecture ne sont pas suffisamment isolées acoustiquement, les bruits provenant de l'extérieur ou de l'intérieur du bâtiment (comme la circulation dans les couloirs) peuvent ajouter du bruit à l'intérieur de la salle et affecter l'apprentissage.

### II.5.2. Intelligibilité et temps de réverbération

Plusieurs études ont confirmé que la qualité de la parole s'améliore lorsque le temps de réverbération est réduit. En effet, si ce temps est trop élevé, les bruits de fond tels que les discussions et les bruits extérieurs seront amplifiés. Cela réduit le rapport signal sur bruit, rendant le message de l'enseignant moins intelligible pour les élèves.

Le contrôle du champ réverbéré dans la conception de la salle de lecture se concentre principalement sur :

- Il est important de respecter certaines formes géométriques pour améliorer la maîtrise des ondes acoustiques et favoriser la diffusion des premières réflexions dans une salle. D'après la

Figure 24, il est conseillé de ne pas utiliser de matériaux absorbants sur la première moitié du plafond, et d'opter pour des plans inclinés du côté de l'enseignant ou pour le plafond. (Hodgson, M. et Nosal, E. 2002)

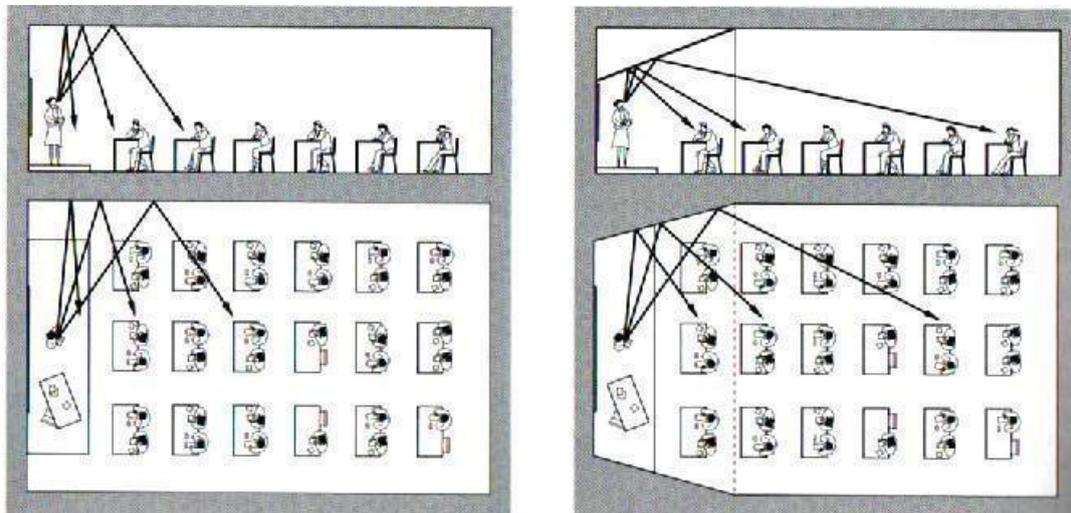
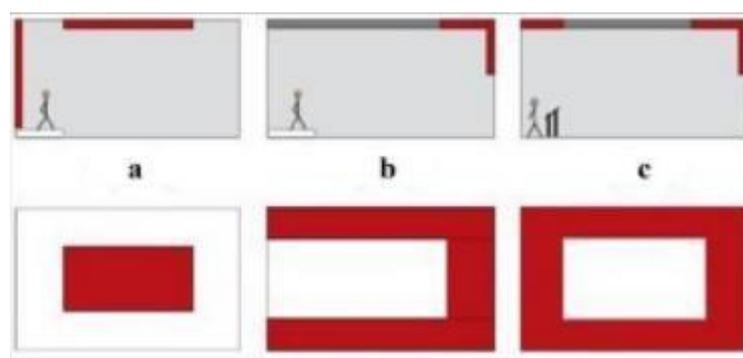


Figure 24: Améliorer la diffusion initiale des ondes sonores  
(Source : Hamayon Loïc, 2006)

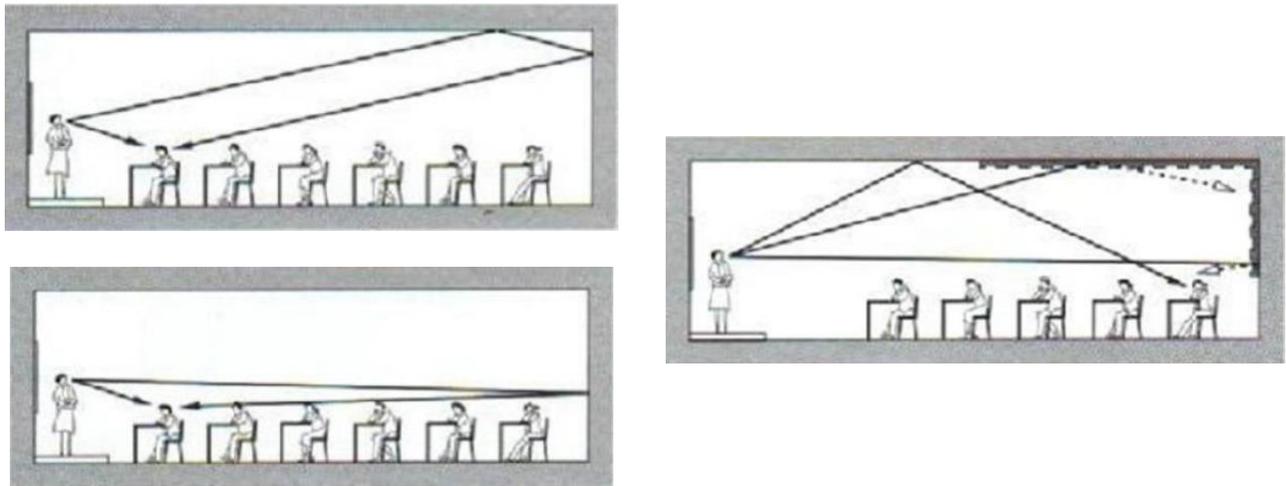
Il suggère d'utiliser des matériaux absorbants ayant un coefficient d'absorption  $\alpha \geq 0,6$  sur le mur du fond, un mur latéral et la partie de plafond située au fond de la salle pour améliorer l'acoustique de la salle. Il est recommandé d'appliquer ces matériaux absorbants jusqu'à la hauteur de la tête des enfants (environ 1,20 mètres), mais dans l'ensemble, il est préférable de commencer le traitement à partir de 1,80 à 2,00 mètres de hauteur pour éviter que les matériaux absorbants ne se détériorent rapidement.



a: défavorable, b: favorable, c: favorable).

En haut : coupe longitudinale, en bas : zone plafond, vue de dessus.

Figure 25: La distribution des surfaces d'absorption acoustique  
(Source : Société Suisse d'Acoustique, 2004).



A droite : Le risque d'écho et de réverbération dans une salle non traitée acoustiquement.

A gauche : Salles traitées : priorité aux premières réflexions et maîtrise de la réverbération.

Figure 26: Traitement acoustique recommandé pour le plafond et le fond de la salle.

(Source : Hamayon, 2006)

Le but était d'améliorer la clarté de la parole dans les espaces tels que les salles de lecture et les salles d'information qui sont utilisés pour des activités d'enseignement et de recherche interactives impliquant des enfants et des adultes. La solution retenue était d'utiliser des matériaux d'absorption acoustique. Les résultats ont démontré une amélioration significative des conditions de travail, avec une réduction de 5 dB du bruit ambiant lors de la lecture individuelle et de 13 dB lors du travail en groupe. **(Oberdörster. M et Tiesler. G. 2006)**

Une autre étude visait à améliorer l'acoustique d'une salle d'étude en modifiant la durée de réverbération. Pour ce faire, une solution a été trouvée en ajoutant 50% de matériaux d'absorption acoustique sous forme de cubes suspendus au plafond (comme illustré dans la Figure) **(Semidor Catherine. 2005)**



Figure 27: Exemple d'un traitement acoustique de la salle.

(Source : Semidor Catherine, 2003)

Les variations des temps de réverbération mesurées avant et après le traitement étaient significatives dans les espaces d'activités et les salles de lecture, et leur impact était clairement perceptible.

La qualité du son dans les salles de lecture est extrêmement importante pour la concentration et l'apprentissage verbal, qui sont à leur tour essentiels pour l'acquisition des connaissances culturelles. Des études scientifiques internationales ont prouvé que l'environnement acoustique de la salle de lecture est un élément crucial pour le succès de l'apprentissage. (CAPS. 2003)

### **II.5.3. Les normes relatives au confort acoustique dans les espaces de lecture**

Le choix de l'emplacement des établissements culturels est crucial pour assurer leur isolation acoustique et éviter leur exposition aux nuisances sonores et à la pollution. L'urbanisme doit donc tenir compte de cet aspect important en évitant de les construire près des axes de circulation. De plus, l'architecture joue un rôle essentiel dans la conception des bâtiments culturels, leur orientation et leur implantation.

Afin d'assurer un confort acoustique optimal dans les établissements culturels, les normes réglementaires exigent de prendre en compte trois paramètres importants. Premièrement, le niveau sonore maximum ambiant doit être déterminé en fonction de chaque espace et de son utilisation. Deuxièmement, une isolation acoustique suffisante doit être prévue pour protéger contre le bruit extérieur et entre les différents locaux. Cela implique l'utilisation d'indices d'affaiblissement acoustique pour les murs extérieurs ou de séparation, ainsi que l'établissement de limites de valeurs acoustiques pour les émissions internes de bruit, telles que le bruit des équipements ou le bruit intérieur. Enfin, il est également important de prendre en compte le temps de réverbération dans les espaces en fonction de leur usage.

### **II.6. Etat de la recherche scientifique sur l'évaluation du confort acoustique dans les salles de lecture**

Une enquête a été réalisée pour évaluer la perception de la qualité sonore dans les salles de lecture. Les résultats ont révélé que les utilisateurs étaient satisfaits de l'ambiance sonore dans les salles équipées d'un traitement acoustique, tandis que ceux dans les salles non traitées ont signalé une diminution de leur concentration. Les scores de performances des utilisateurs du secondaire ont été fortement corrélés avec les niveaux sonores maximaux, indiquant que les bruits intermittents ont un effet négatif sur leurs capacités. (Astolfi. A et Pellerey. F. 2008)

**1)** Franchini et al. Ont effectué des mesures de bruit dans environ 100 établissements culturels (bibliothèques, centres culturels et musées) pour évaluer les niveaux sonores intérieurs et extérieurs, ainsi que les temps de réverbération. Les résultats ont montré que les niveaux sonores intérieurs variaient de 40,8 à 50,8 dB(A), tandis que les niveaux sonores extérieurs calculés en façade variaient de 59,4 à 64,6 dB(A). Dans 83 % des cas, les temps de réverbération mesurés dans les fréquences de 250 à 4000 Hz ont dépassé les valeurs recommandées. **(Franchini A et al. 1995)**

**2)** Une enquête menée par Shield et Dockrell auprès de 2000 élèves du primaire à Londres a révélé que le bruit extérieur principal était généré par le trafic routier urbain. Les niveaux sonores internes et externes ont une influence sur les performances des tests chez les enfants, qui sont sensibles au bruit extérieur et perturbés par des bruits spécifiques. Le bruit intérieur est principalement causé par les usagers eux-mêmes. Les enfants ayant des besoins éducatifs spécifiques sont particulièrement vulnérables au bruit de fond. **(Shield. B et Dockrell. J. 2003)**

**3)** Les chercheurs Zannin et Marcon ont effectué une évaluation du niveau de confort acoustique dans une bibliothèque contenant quatre salles de lecture connectées par un couloir central de 7x7x3,1 m. Les murs séparant les salles du couloir comportent des ouvertures destinées à la ventilation et à l'éclairage des salles, et chaque salle peut accueillir jusqu'à 40 personnes.

L'étude a mesuré trois paramètres acoustiques différents :

- Le niveau sonore ambiant (LAeq) à l'intérieur de chaque salle avec la porte fermée et la fenêtre ouverte, ainsi qu'à l'extérieur de la bibliothèque.
- Le temps de réverbération dans chaque salle, mesuré à la fois lorsqu'elle était vide et lorsqu'elle était occupée par 20 ou 40 personnes.
- L'isolement acoustique, évalué en utilisant l'indice d'affaiblissement acoustique apparent R'W, pour mesurer la réduction apparente du son à travers les murs entre les salles de lecture.

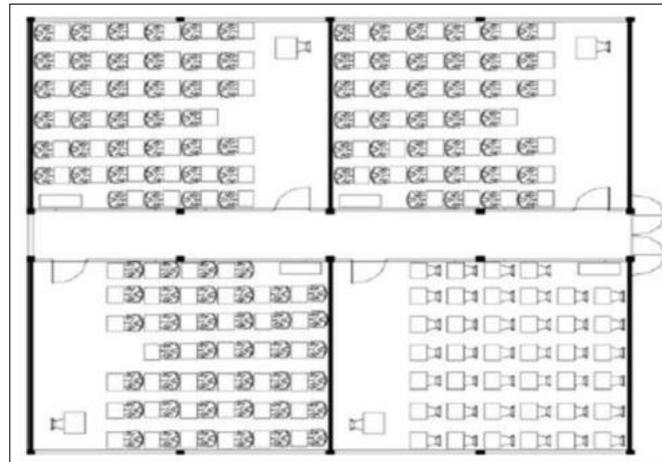


Figure 28: Plan de la salle évaluée en vue aérienne  
(Source : Zannin et Marcon, 2007)

Les salles de lecture examinées n'ont pas été équipées d'un traitement acoustique. Afin de remédier à cette situation, des simulations ont été réalisées pour évaluer les temps de réverbération en utilisant différents types de matériaux d'isolation, tels que des plaques de plâtre, du contreplaqué et du contreplaqué perforé.

Bien que la bibliothèque évaluée soit située dans une zone urbaine calme avec un niveau de bruit extérieur équivalent à 53 dB(A), le niveau de bruit moyen (L<sub>Aeq</sub>) mesuré à l'intérieur de la salle de lecture vide lorsque les salles voisines sont occupées varie entre 56,2 dB(A) et 63,3 dB(A). Ces valeurs dépassent les limites recommandées, ce qui indique que les salles de lecture sont bruyantes en raison des activités des autres salles. Les résultats des enquêtes confirment les mesures acoustiques en montrant que les bruits perçus à l'intérieur de la salle de lecture proviennent principalement des salles voisines, avec des bruits générés par la propre salle représentant 35%, les bruits de la salle voisine représentant 33%, les voix des utilisateurs représentant 24% et les autres sources de bruit représentant 8%. En somme, les bruits des usagers de la salle voisine sont identifiés comme la principale source de bruit.

Les temps de réverbération mesurés sont supérieurs aux limites recommandées en raison de l'absence de traitement acoustique dans la salle. Cependant, lorsqu'elle est entièrement occupée par 40 personnes, la salle atteint un temps de réverbération acceptable.

Les simulations ont montré que le contreplaqué perforé est le matériau de plafond le plus efficace pour corriger les temps de réverbération et obtenir les meilleurs résultats.

**(Zannin. PHT et Marcon. CR. 2007)**

## **Conclusion :**

En conclusion, le confort visuel et acoustique dans les espaces de lecture sont des éléments importants à prendre en compte lors de la conception et de l'aménagement des bibliothèques et des espaces de lecture. La qualité de l'environnement acoustique et de l'éclairage a un impact significatif sur la concentration, la productivité et le bien-être des utilisateurs. Les normes et réglementations en matière d'acoustique et d'éclairage fournissent des directives précieuses pour garantir un niveau de confort élevé dans ces espaces. Cependant, il est important de prendre en compte les spécificités de chaque projet, les besoins et les préférences des utilisateurs, ainsi que les caractéristiques architecturales de l'espace. Des solutions personnalisées telles que l'utilisation de matériaux absorbants acoustiques, la disposition judicieuse des sources lumineuses et l'intégration de la lumière naturelle peuvent contribuer à améliorer le confort visuel et acoustique dans les espaces de lecture. En somme, l'attention portée au confort visuel et acoustique peut améliorer l'expérience de lecture des utilisateurs, augmenter leur satisfaction et renforcer la fonctionnalité de ces espaces.

***CHAPITRE III :***

***Méthodologie et étude empirique***

## **Introduction**

Dans la partie empirique de notre étude sur l'architecture, nous nous sommes penchés sur l'analyse concrète du confort visuel et acoustique dans les espaces de lecture. Notre choix s'est porté sur une étude empirique qui nous a permis de collecter des données objectives et tangibles sur la perception des utilisateurs. Ainsi, nous avons effectué des mesures quantitatives et qualitatives dans plusieurs espaces de lecture, en utilisant des outils de mesure tels que des sonomètres, des luxmètres et des questionnaires de satisfaction. Nous avons également procédé à des observations sur le terrain pour évaluer l'utilisation des espaces et la perception des usagers.

L'objectif de cette partie empirique de notre recherche est de répondre à notre problématique de départ, qui vise à améliorer le confort visuel et acoustique dans les espaces de lecture. À partir de l'analyse des données collectées, nous proposerons des recommandations concrètes pour la conception et l'aménagement des espaces de lecture, en prenant en compte les besoins des usagers et les contraintes architecturales.

### **I. Présentation du contexte climatique de la ville de Bejaia**

La ville de Bejaia se trouve dans la wilaya éponyme, à 230 km à l'est d'Alger, sur la côte ouest d'une baie encadrée par le cap Cavallo à l'est et le cap Carbon à l'ouest. Elle est adossée au mont Gouraya, qui la protège efficacement des vents du nord. Le climat de Bejaia est de nature méditerranéenne, avec des hivers à la fois doux et humides, des étés chauds et secs, et une température moyenne annuelle de 15°C.



Figure 29: Localisation de la ville de Bejaia sur la carte géographique de l'Algérie  
(Source : auteur, 2023)

## II. Présentation du cas d'étude

Notre étude se focalise sur la bibliothèque universitaire implantée sur le campus EL Kseur de l'université Abderrahmane Mira de Bejaia, qui a été conçue par la société civile professionnelle d'architectes BART en 2015 pour les étudiants du campus. Avec une capacité d'accueil de 750 personnes, cette bibliothèque fait partie des 6000 places pédagogiques disponibles.

### II.1. Situation

La bibliothèque universitaire d'El Kseur est située à Berchiche, qui est une localité relevant de la commune d'El Kseur. Elle se trouve à environ 24 kilomètres au sud-ouest de Bejaia.

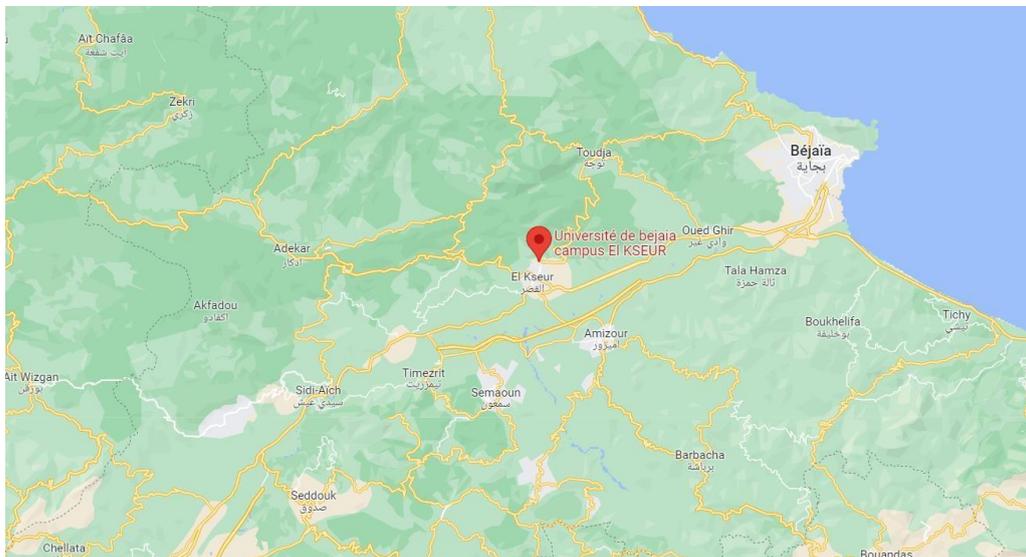


Figure 30: Plan de localisation du cas d'étude  
(Source : auteur, 2023)

### II.2. L'environnement immédiat

La bibliothèque est située dans la partie supérieure du campus d'El Kseur, comme illustré dans la figure 31. Elle est entourée, au nord et à l'est, par une zone non construite, au sud par une grande esplanade, et à l'ouest par un espace vert et un bâtiment dédié à l'enseignement.

La localisation de la bibliothèque est avantageuse car il n'y a pas de structures visuelles obstruant la vue à proximité, ce qui permet une exposition maximale au soleil sans aucune perturbation.



Figure 31: Plan de masse de la bibliothèque.  
(Source : auteur, 2023)

### II.3. Etude intérieur

La salle de lecture a une superficie d'environ 1000 m<sup>2</sup> et une forme rectangulaire, avec une hauteur de 3,84 mètres.

Les coefficients de réflexion des parois intérieures de la salle sont les suivants : 60% pour les murs, 80% pour le plafond, 40% pour le sol et 65% pour le vitrage.

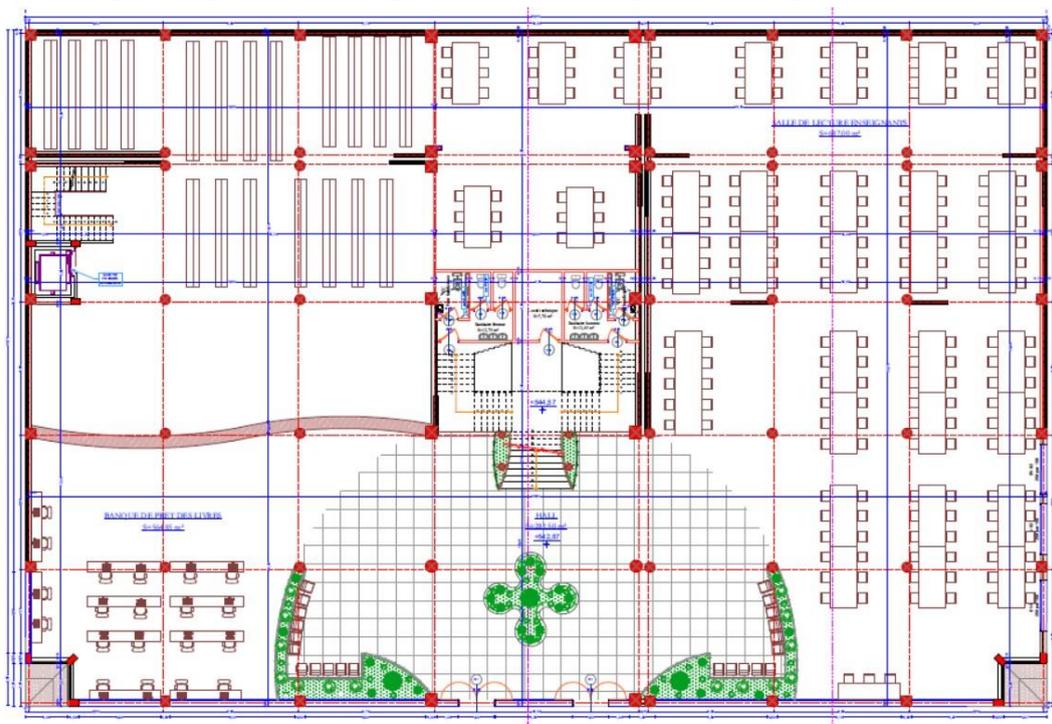


Figure 32: Le plan du RDC de la bibliothèque Universitaire.  
(Source : BART, 2023)

La figure ci-dessus présente le plan du RDC qui est de forme rectangulaire et dont la longueur est de 50 m pour la largeur et de 30 m.



Figure 33: Diverses perspectives de l'intérieur de la salle de lecture.  
(Source : auteur, 2023)

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

### III. Méthodologie

#### III.1. Etude empirique

La méthode de recherche empirique repose sur l'observation et l'expérience, et vise à collecter des données empiriques. Après leur analyse, ces données doivent permettre de tester et de répondre à une ou plusieurs hypothèses de départ. Contrairement aux méthodes théoriques ou au raisonnement abstrait, la recherche empirique nécessite la concrétisation de ces hypothèses par une approche concrète.

##### III.1.1. Protocole de la prise de mesures

La méthode expérimentale scientifique, collection des données dans notre cas c'est d'effectuer des prises de mesures, les analyser pour examiner les phénomènes lumière et son dans l'espace d'étude « salle de lecture de bibliothèque ».

##### Pour le son :

Dans un premier temps, nous avons noté les plans de la salle, puis nous avons créé une grille de mesure de 1,5 mètre sur 2 mètres pour déterminer les endroits où les mesures acoustiques seront prises.

Ensuite, nous avons effectué les mesures au centre des carrés définis par la grille. Ces mesures acoustiques ont été réalisées selon deux scénarios différents :

Le premier scénario consiste à prendre les mesures dans un environnement calme avec du bruit extérieur, c'est-à-dire sans source de bruit à l'intérieur de la salle de lecture. L'objectif est d'étudier les caractéristiques physiques des matériaux utilisés dans la construction ainsi que le niveau de bruit aérien provenant de l'environnement immédiat.

Le deuxième scénario implique la présence d'une source de bruit, avec plusieurs sources sonores telles que les étudiants qui révisent à l'intérieur de la salle de lecture, les étudiants à l'extérieur, la circulation routière, etc. (<https://www.scribbr.fr/>)

### Pour la lumière :

Cette partie décrit les semaines et les journées types choisies pour effectuer des mesures sur les cas d'étude afin de valider le logiciel de simulation. Les semaines sélectionnées pour les prises de mesures sont celles de 18 au 24 décembre 2022, du 17 au 23 mars 2023 et du 17 au 23 juin 2023, tandis que les journées types sont le 21 décembre pour l'hiver et le 21 mars et 21 juin pour le printemps et l'été. Les mesures ont été prises à trois moments de la journée (9h, 12h et 15h) et sous des conditions naturelles sans protection solaire ni éclairage artificiel. En raison du temps limité, une seule journée (le 21 mars) a été choisie pour les mesures. Les mesures ont été prises dans le cadre d'une étude menée à la bibliothèque universitaire située sur le campus d'EL Kseur de l'Université Abderrahmane Mira de Béjaia.

Pour obtenir les mesures nécessaires, la méthode consiste à prendre des photos à des endroits spécifiques en fonction de l'emplacement des ouvertures, puis à les traiter sur le logiciel Aftab Alpha. Avant cela, les photos doivent être converties en formats HDR à partir du format JPEG, pour lesquelles le site (<https://onlineconvertfree.com/>) est utilisé.

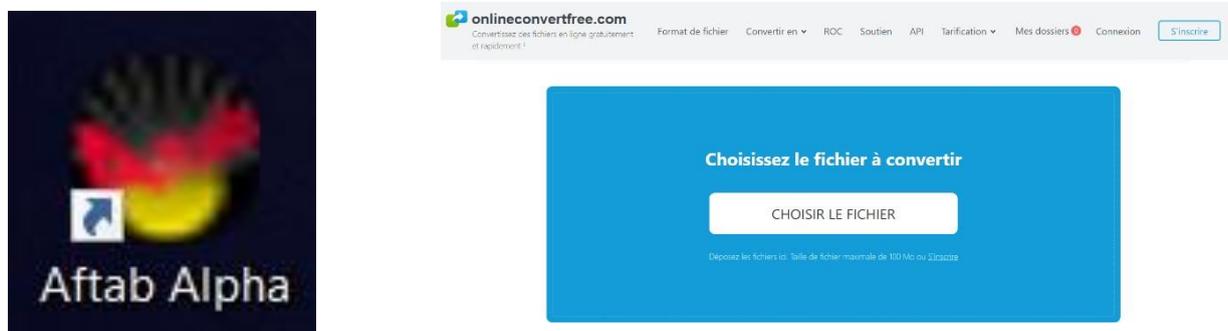


Figure 34: logiciel Aftab Alpha et le site convertio  
(Source : <https://onlineconvertfree.com/> )

### III.1.2. Présentation des instruments utilisés

#### Pour le son :

Dans notre recherche nous avons utilisé une application portable "Sound Meter HQ Pro" utilise le microphone intégré pour calculer le niveau sonore (niveau de bruit) de l'environnement. Le résultat des mesures est affiché en décibels (dB) sur l'écran de votre téléphone.



Figure 35: Application « Sound Meter HQ Pro » utilisée pour la prise de mesure (Source : Auteur, 2023)

#### Pour la lumière :

Pour effectuer les mesures, un smartphone a été utilisé comme instrument.



Figure 36: Appareil de mesure utilisé. (Source : Auteur, 2023)

### III.1.3. La grille de prise de mesure relative à la lumière

Nous avons choisi d'utiliser une grille de mesure de 1,5 m sur 2 m dans la salle de lecture pour obtenir des mesures détaillées du niveau sonore dans la pièce et pour capturer les valeurs avec plus de précision.

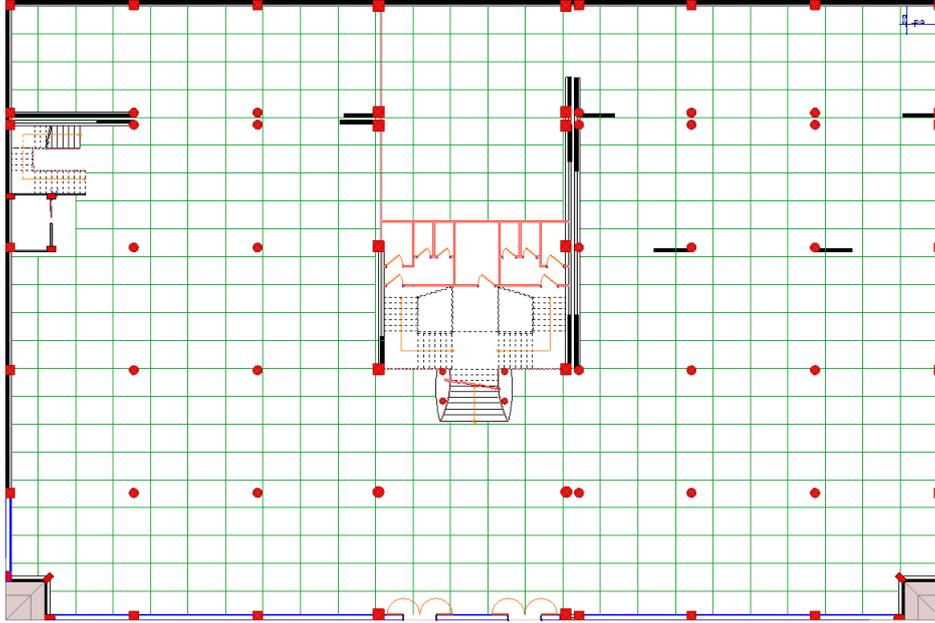


Figure 37: la grille de prise de mesure rel  
(Source : auteur, 2023)

### III.1.4. Sélection des points de mesure relative au son

La figure ci-dessous démontre la sélection des emplacements où les mesures ont été prises.



Figure 38: Choix des points de mesure.  
(Source : Auteur, 2023)

Des mesures ont été prises dans deux directions différentes :

- Une photo a été prise en regardant vers le nord-est.
- Une photo a été prise en regardant vers le sud-est.

## **IV. Simulation numérique**

La simulation informatique, également appelée simulation numérique, consiste à utiliser un ordinateur pour effectuer une série de calculs qui reproduisent un phénomène physique. Cette méthode permet de décrire le résultat de ce phénomène comme s'il s'était réellement produit, en produisant par exemple des données, des images ou des vidéos. (Source : <https://www.futura-sciences.com>)

### **IV.1. Présentation de logiciel**

**Pour le son :**

Le logiciel ECOTECT est un outil complet d'analyse de performance, qui comprend un modeleur 3D ainsi que des fonctionnalités d'analyse solaire, thermique, acoustique et de coûts. Cela permet de simuler et d'évaluer différents aspects de la performance d'un bâtiment, tels que la consommation d'énergie, le confort acoustique et la viabilité économique.

L'outil d'analyse en question est facile à utiliser et fournit des résultats clairs. Son développement a été basé sur l'idée que la meilleure conception environnementale doit être validée dès les premières étapes de la conception.

Il comprend plusieurs données d'analyse telles que l'ensoleillement, le flux d'air, l'étanchéité thermique, l'ombrage des structures et bien d'autres sorties de données dans le cadre du BIM.

Selon Schlueter (2009), ECOTECT est particulièrement adapté aux premières phases de la conception, où un haut niveau de précision n'est pas encore nécessaire. (MontenegroIturra, 2011).

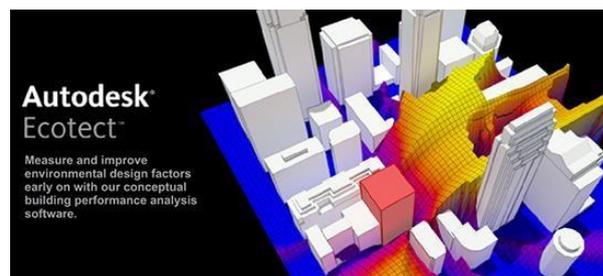


Figure 39: Logiciel Ecotect Analysis 2011.

Source : Conception Auteur, 2023.

### Pour la lumière :

RADIANCE est un logiciel de simulation d'éclairage naturel développé par Greg Ward, qui permet d'évaluer le niveau de luminance (mesuré en candelas par mètre carré) dans les bâtiments à partir de rendus d'images issus d'une modélisation 3D. Il est couramment associé à d'autres logiciels de simulation tels que ECOTECH et SKETCHUP pour une analyse plus complète de la performance énergétique et environnementale des bâtiments.

RADIANCE est utilisé pour évaluer l'effet de la lumière naturelle en fonction de la position du soleil, de l'orientation et de la géométrie du bâtiment, afin d'optimiser la conception des fenêtres et des ouvertures pour un éclairage naturel optimal. (Bendekich Selma, 2017)

## IV.2. Méthodologie de la simulation

### IV.2.1. Pour le son

#### 1- Importation du modèle dans l'Ecotect :

Pour importer le modèle dans Ecotect, vous devez d'abord cliquer sur le bouton "Import" dans le logiciel. Ensuite, vous pouvez sélectionner la géométrie CAO 3D que vous souhaitez importer et choisir parmi plusieurs formats disponibles tels que 3DS, DXF, OBJ, etc. Une fois que vous avez sélectionné le format approprié, le logiciel vous guidera tout au long du processus d'importation pour vous permettre de récupérer votre modèle dans Ecotect.

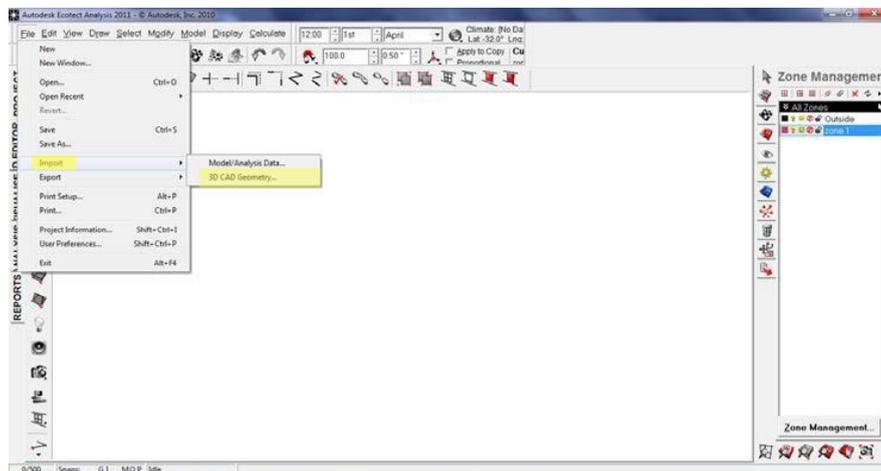


Figure 40: Importation du modèle dans l'Ecotect.

(Source : Auteur, 2023)

#### 2- Paramétrage de l'EcotectAnalysis

Cette activité a pour but d'entrer les informations fondamentales dans le logiciel afin d'obtenir les résultats appropriés. Ces paramètres englobent toutes les données concernant le modèle et son contexte, notamment :

La description du projet et l'orientation : Au cours de la première étape de travail, il est nécessaire de renseigner des informations relatives au projet telles que son nom, sa catégorie, sa destination et sa localisation géographique. Il est également crucial de définir le paramètre d'orientation dès le début de la simulation, car il joue un rôle primordial dans le processus de simulation, tout comme le choix du type urbain et la nature du site.

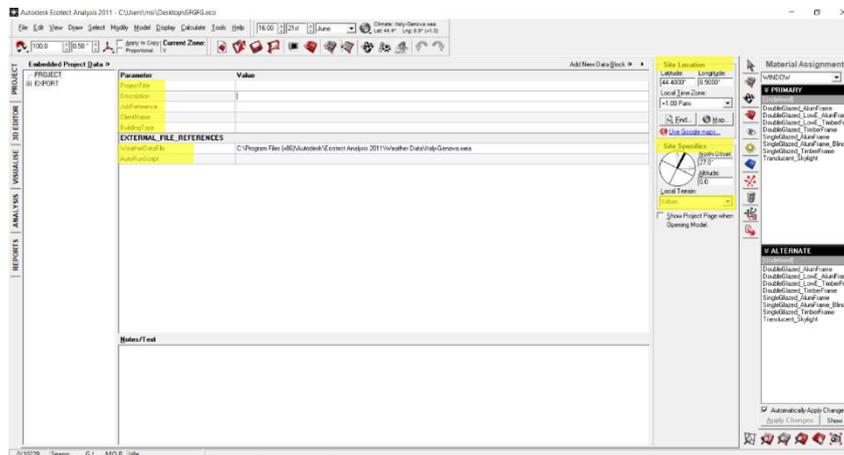


Figure 41: le paramétrage du logiciel.  
(Source : Auteur 2023)

Insertion des matériaux : Il est nécessaire d'ajouter les matériaux de chaque élément tels que les murs, les plafonds, les sols, etc. en utilisant la fonction de sélection par type d'élément ou en choisissant directement avec la souris. Les matériaux sont regroupés par type pour faciliter leur utilisation.

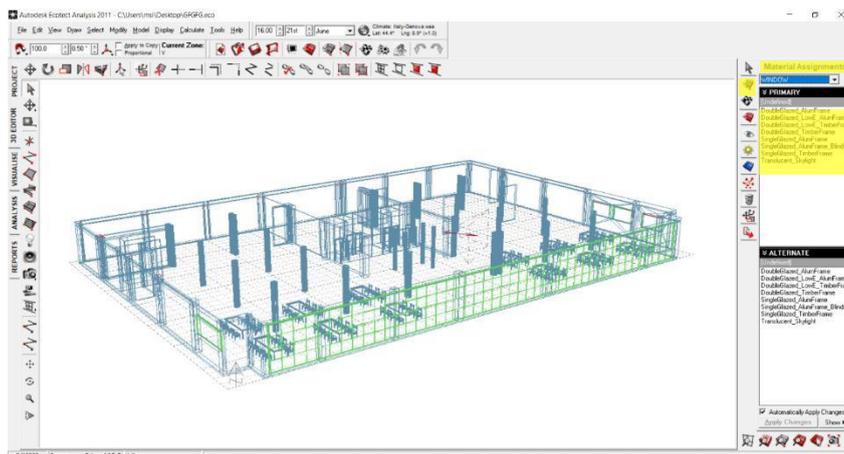


Figure 42: Insertion des matériaux  
(Source : Auteur, 2023)

### 3- Définition de la source

Au cours de cette étape, il est indispensable d'ajouter la source sonore ainsi que sa direction afin de pouvoir effectuer les calculs nécessaires.

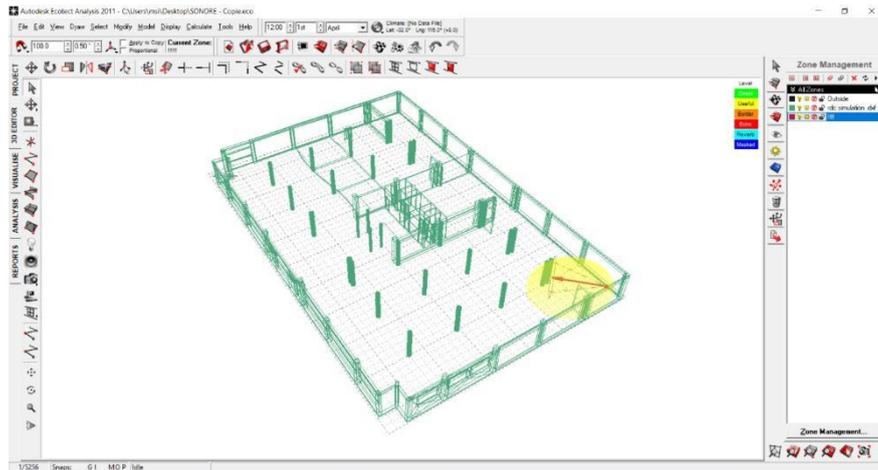


Figure 43: Définition de la source.  
(Source : Auteur, 2023)

### 4- Lancer la simulation

Enfin, pour lancer la simulation, il suffit de cliquer sur « Générer les rayons ». La propagation du son dans l'espace peut être visualisée en utilisant une animation de rayons, de particules ou en affichant les surfaces incidentes avec des couleurs et une légende.

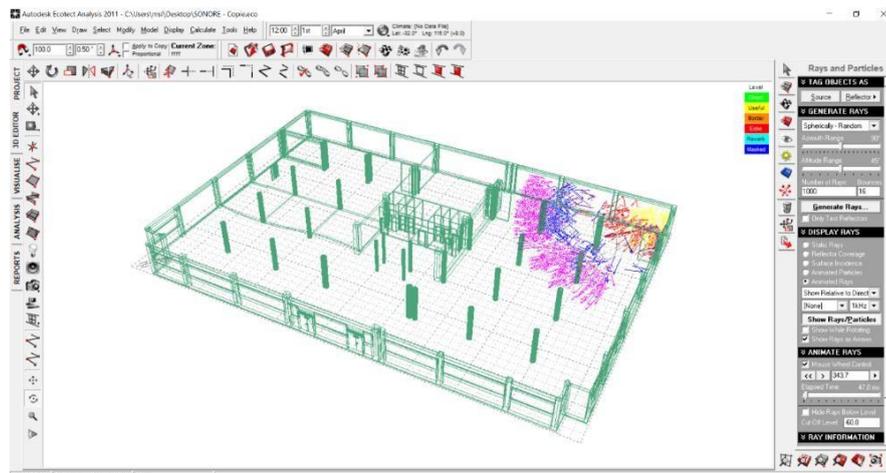


Figure 44: La propagation du son représenté par particules animées.  
(Source : Auteur, 2023)

### IV.2.2. Pour La lumière

Notre simulation est structurée en plusieurs étapes :

**Étape 1 :** Nous avons utilisé le logiciel ArchiCad16 pour créer une modélisation en 3D de la bibliothèque. Ensuite, nous avons enregistré le fichier 3D au format DXF pour pouvoir l'exporter vers le logiciel de simulation ECOTECT.

**Etape 2 :** Une fois les modèles à simuler créés, il a été indispensable d'intégrer les données météorologiques de la ville de Bejaia dans le logiciel Ecotect. Pour y parvenir, nous avons converti le fichier en un format de données météorologiques appelé "Wether data".

**Etape 3 :** Pour obtenir les valeurs de luminance, il est nécessaire d'exporter l'interface ECOTECT vers l'interface RADIANCE. Pour cela, il faut d'abord sélectionner "Lighting Analysis" dans l'onglet "Calculate".

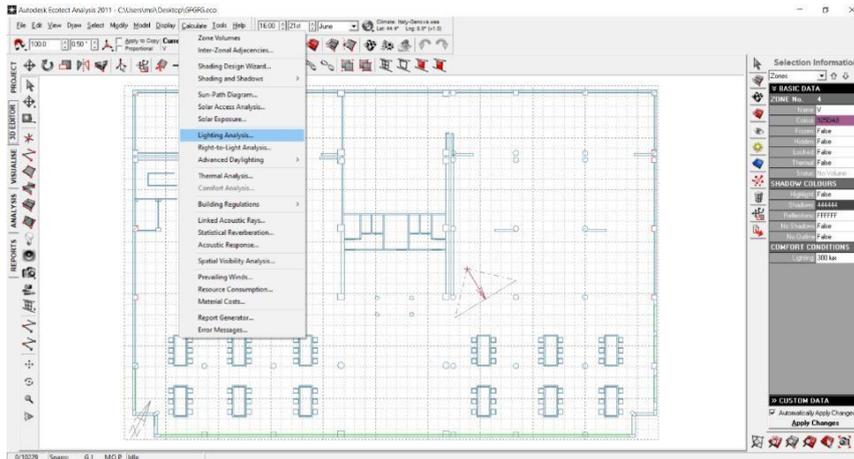


Figure 45: Interface logicielle d'Ecotect avec intégration de Radiance (Source : Auteur 2023)

**Etape 4 :** Ensuite, nous allons sélectionner l'option d'exportation vers le panneau RADIANCE.

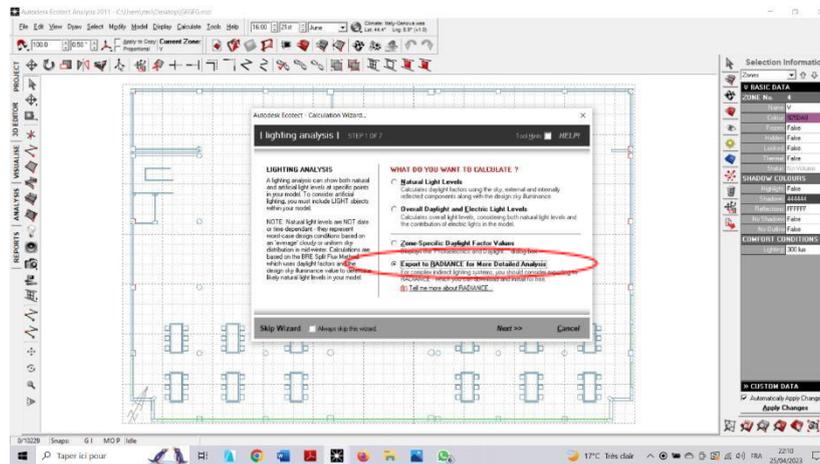


Figure 46: Interface logicielle d'Ecotect avec accès au logiciel Radiance (Source : Auteur 2023)

**Etape 5 :** Nous avons sélectionné les valeurs de luminance exprimées en  $cd/m^2$

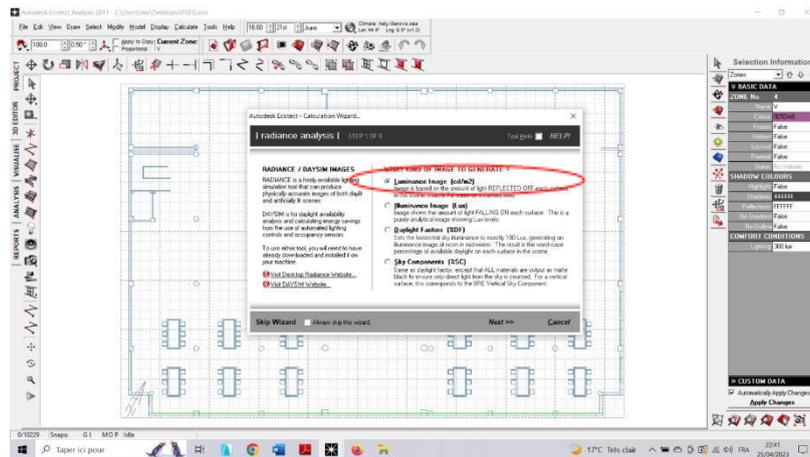


Figure 47: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection du type d'analyse de lumière.  
(Source : Auteur 2023)

**Etape 6 :** Nous obtenant un tableau de choix qui sera porté sur le type de ciel « ciel claire ensoleillé »

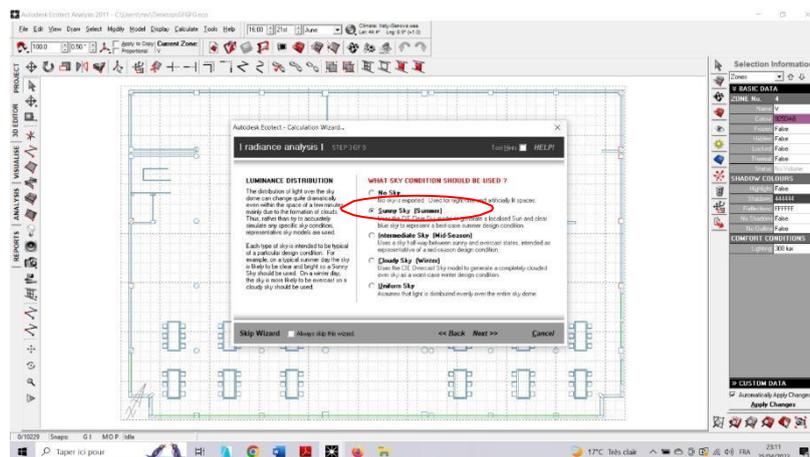


Figure 48: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection du type de ciel.  
(Source : Auteur 2023)

**Etape 7 :** Il s'agit de sélectionner l'heure, le jour et le mois de la simulation, ainsi l'espace à simuler, qu'il soit intérieur ou extérieur

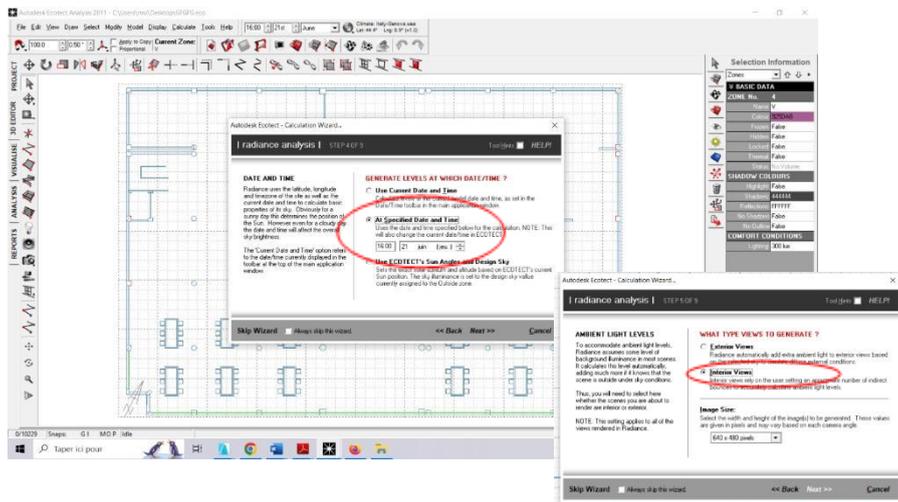


Figure 49: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection du jour, de l'heure et du mois desimulation.

(Source : Auteur 2023)

**Étape 08 :** Dans l'onglet "Analyse de l'éclat", il est possible de sélectionner la qualité de notre rendu (faible, moyenne ou élevée).

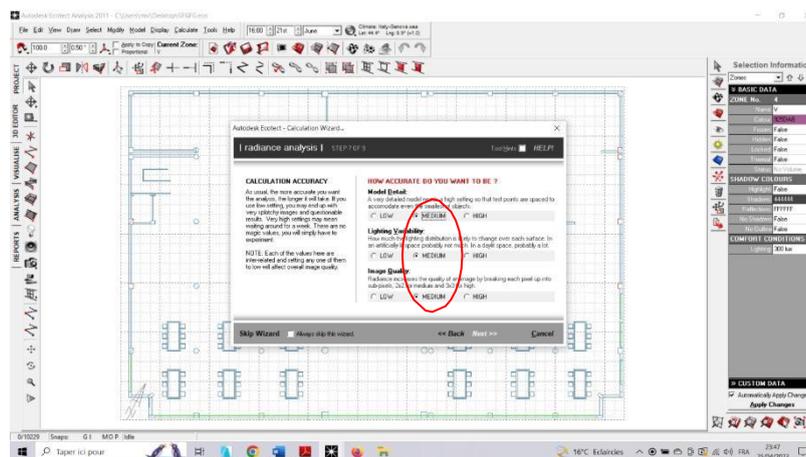


Figure 50: Interface logicielle d'Ecotect avec sélection de la qualité du rendu.

(Source : Auteur 2023)

**Étape 09 :** Le tableau nommé "Analyse Radiance" ci-dessus affichera tous les paramètres mentionnés dans les étapes précédentes.

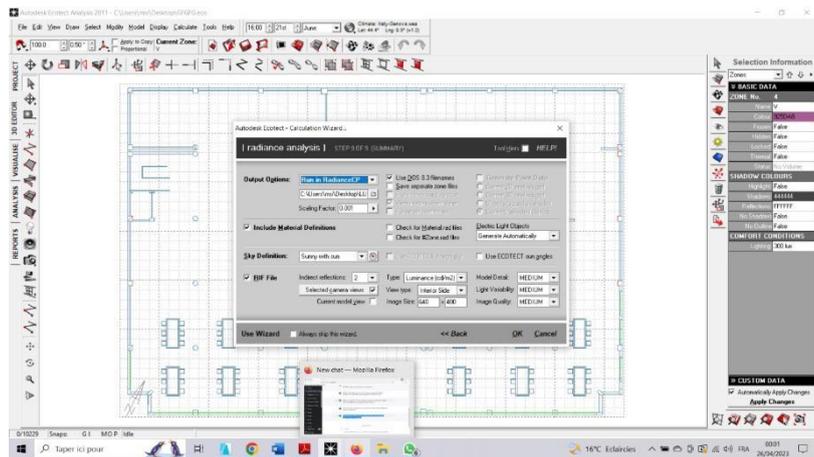


Figure 51: Interface logicielle d'Ecotect avec module d'importation final entre Ecotect etRadiance (Source : Auteur 2023)

**Etape 10 :** Ensuite, nous verrons la vue en niveau de gris, où nous pourrons choisir le type de rendu que nous souhaitons utiliser, à savoir :

- i) lignes isolux, ii) bandes isolux ou iii) fausses couleurs.

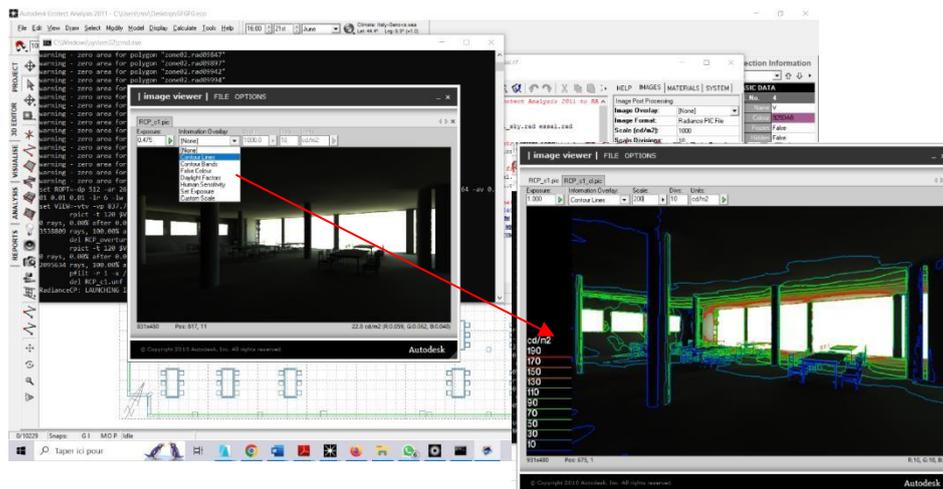


Figure 52: Image rendue de la pièce simulée avec le logiciel Radiance (Source : Auteur 2023)

## V. Le questionnaire

### V.1. Définition du questionnaire

Il s'agit d'un groupe de questions écrites qui portent sur un thème particulier et qui sont préparées, structurées et administrées selon des règles spécifiques. Les questionnaires sont classés selon leur objectif, tels que l'évaluation des opinions, des intérêts, des connaissances et de la motivation. (Aktouf, 1987)

## **V.2. Objectif de questionnaire**

Si l'on souhaite mener une étude sur la satisfaction des utilisateurs en ce qui concerne la qualité des services proposés par une bibliothèque, il est essentiel de considérer différents éléments tels que les objectifs de l'étude, la population ciblée ainsi que les ressources disponibles.

Notre enquête vise à évaluer le niveau de satisfaction des utilisateurs de la bibliothèque universitaire quant au confort visuel et sonore, ainsi qu'à identifier les divergences entre leurs perceptions et leurs attentes. Pour cela, nous avons réalisé une enquête sur le terrain afin de recueillir les informations requises.

## **V.3. Déroulements de l'enquête**

Dans le cadre de notre étude visant à évaluer l'environnement physique de la salle de lecture, nous avons choisi d'utiliser la technique d'enquête par questionnaire auprès des occupants de cet espace. Notre questionnaire comprend 30 questions, dont la plupart sont des questions fermées avec des choix binaires ou multiples, ainsi que quelques questions ouvertes pour permettre aux participants d'exprimer leurs idées.

Le questionnaire est structuré en trois sections distinctes.

- **La première partie** : concerne les caractéristiques des usagers, telles que leur sexe, leur âge, leur groupe d'usagers et la durée de leur fréquentation de la salle de lecture.
- **La deuxième partie** : porte sur l'utilisation de l'éclairage naturel dans la salle de lecture, la manière dont la lumière est répartie dans l'espace, ainsi que les niveaux de confort ou d'inconfort ressentis par les occupants en lien avec la présence de la lumière naturelle. Cette partie vise également à identifier les problèmes d'inconfort qui peuvent survenir.
- **La troisième partie** : porte sur le confort sonore dans la salle de lecture, les différentes sources de bruit dans l'espace, la répétition des sons, la résonance du son dans la salle de lecture et les problèmes d'inconfort qui peuvent en découler.

## **V.4. L'échantillonnage**

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)

Pour notre enquête, nous avons choisi de recueillir les réponses à un questionnaire auprès d'un échantillon représentatif de 30 personnes. Cet échantillon a été sélectionné à partir d'une population cible spécifique, à savoir les étudiants du campus El-kseur de l'Université de Bejaia, qui sera l'objet de notre étude.

## IV. Partie empirique

### IV.1. Résultats et interprétations

#### IV.1.1. Le confort sonore

Les résultats initiaux de cette étude sont issus de l'analyse des cartes générées par l'étude quantitative. Ces résultats sont divisés en deux volets correspondant aux différents scénarios présentés dans le protocole de mesure.

##### A) RDC :

- Scénario de calme avec bruit extérieur

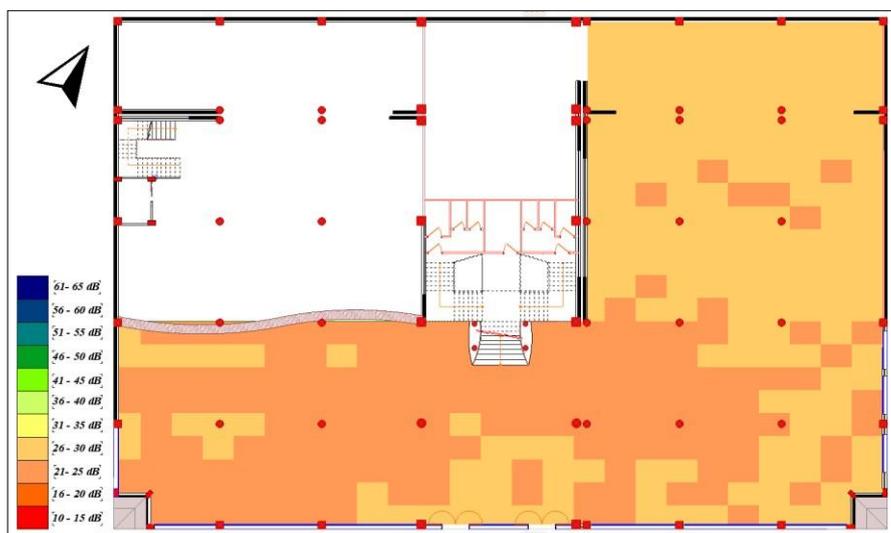


Figure 53: Carte de résultats lors d'un scénario du calme RDC.

(Source : Auteur, 2023)

Selon les résultats obtenus en utilisant l'application Android appelée "sonomètre", les mesures acoustiques montrent que le niveau sonore durant un silence complet se situe entre un minimum de 21 dB et un maximum de 30 dB, ce qui correspond aux normes requises pour un environnement calme. Cependant, les mesures révèlent que le niveau sonore varie de 21 à 25 dB au fond de la salle de lecture, tandis qu'il augmente de 26 à 30 dB près des portes et fenêtres, ce qui indique un bruit provenant de l'extérieur, et près de la climatisation, ce qui révèle la présence d'un bruit généré par l'équipement.

• Scénario de l'existence d'une source de bruit

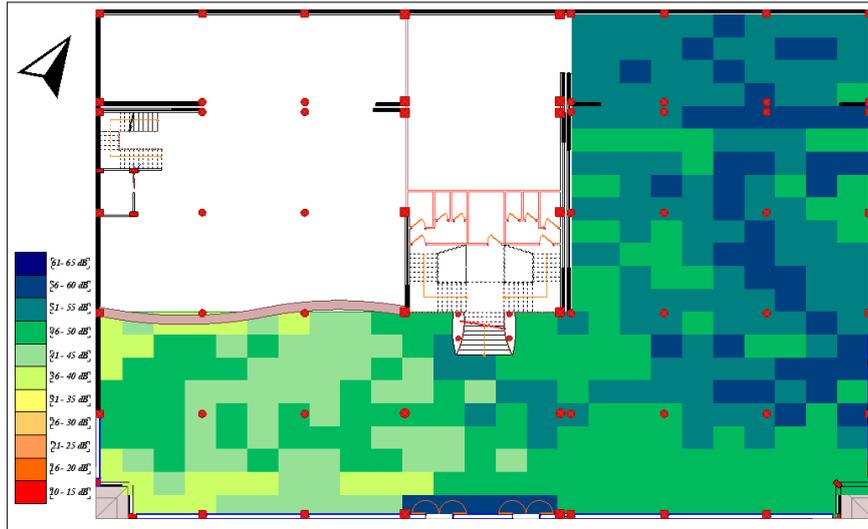


Figure 54: Carte de résultats lors d'existence d'une source de bruit RDC  
(Source : Auteur, 2023)

Il est observé qu'il y a une variation significative du niveau de pression acoustique à l'intérieur de la salle de lecture. En effet, les valeurs enregistrées sont plus élevées (allant de 51 dB jusqu'à 60 dB) au fond de la salle, tandis que du côté sud-ouest, les valeurs varient entre 31 dB et 50 dB. Par ailleurs, on constate une augmentation du niveau sonore près des portes, atteignant de 61 à 65 dB, ce qui suggère une source de bruit venant de l'extérieur.

**B) Dernier étage :**

• Scénario de calme avec bruit extérieur

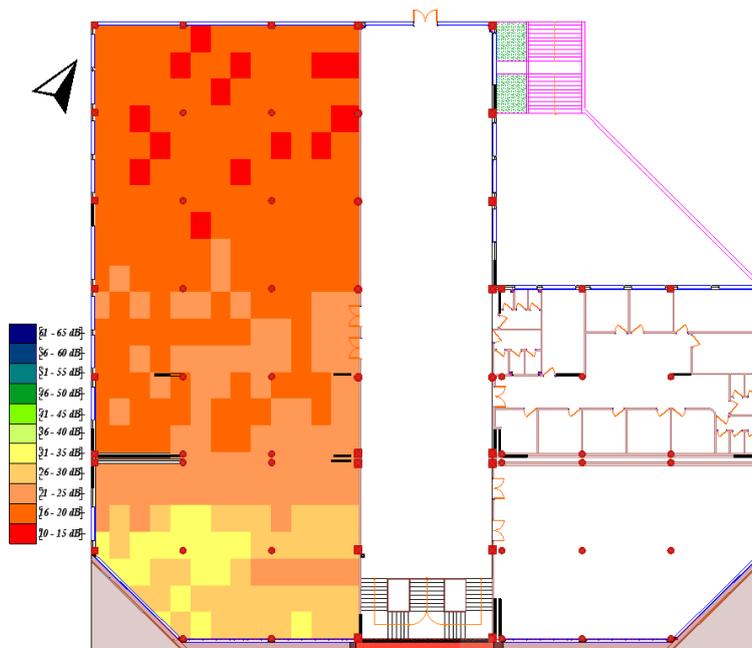


Figure 55: Carte de résultats lors d'un scénario du calme étage.  
(Source : Auteur, 2023)

Il a été observé que le niveau sonore de la salle est compris entre 10 dB et 35 dB, ce qui répond aux normes requises. Toutefois, ces mesures ne garantissent pas une qualité sonore satisfaisante de la pièce. Il est important de noter que la partie de la salle orientée vers le sud (qui comprend les fenêtres) enregistre une augmentation du niveau sonore allant de 31 dB à 35 dB en raison de la présence de fenêtres à simple vitrage et d'un mur rideau qui ont un impact négatif sur la perception auditive des personnes présentes. En revanche, dans l'autre partie de la salle de lecture, les niveaux de bruit enregistrés sont conformes aux normes (allant de 10 dB à 25 dB) grâce à la distance par rapport à la source sonore.

• Scénario de l'existence d'une source de bruit

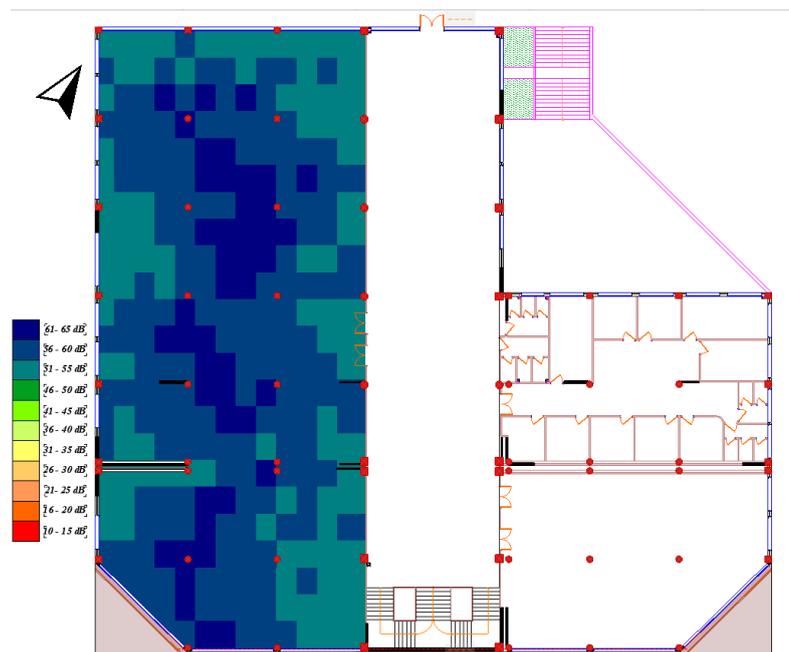


Figure 56: Carte de résultats lors d'existence d'une source de bruit étage.  
(Source : Auteur, 2023)

On remarque que le niveau sonore pendant la présence d'une source sonore est entre 51 et 65 dB, qui est une valeur conforme en normes pour une conversation normale, au en général le niveau sonore est entre 56 et 60 dB a et atteint 65 dB au point le plus proche de la source sonore (centre de la salle).

**Synthèse :**

Cette étude quantitative a été réalisée sur une salle de lecture d'une bibliothèque universitaire. Les résultats ont montré que la pression acoustique dans la salle varie beaucoup et diminue lorsque la source sonore s'éloigne du récepteur. Les phénomènes de propagation du son, tels que l'absorption, la réflexion et la transmission, peuvent affecter le confort des utilisateurs et la

compréhension de la parole. Le choix des matériaux de construction et l'installation d'un traitement acoustique adéquat sont donc importants pour assurer une bonne qualité acoustique de la salle. Dans ce cas précis, le choix aléatoire des matériaux de construction et l'absence de traitement acoustique intérieur et extérieur rendent la salle inadaptée à un environnement d'apprentissage confortable pour les étudiants.

**IV.1.2. Le confort lumineux**

**Rdc**

**À 9h :**

| L'horaire | Position 1 | Position 2 |
|-----------|------------|------------|
| 9H        |            |            |

Tableau 1: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 9 heures.  
(Source : auteur 2023)

En étudiant les deux illustrations ci-dessus, il est possible de remarquer que les niveaux de luminosité sont extrêmement élevés près des ouvertures situées au sud-est et au sud-ouest, ainsi que sur le sol à côté de celles de la salle. Cela entraîne une forte sensation d'éblouissement sur cette partie, qui diminue à mesure que l'on s'éloigne des ouvertures. De plus, quelques taches solaires ayant une valeur de luminance comprise entre 150 et 170 cd/m<sup>2</sup> sont visibles sur les tables près des ouvertures, ce qui peut causer de l'éblouissement et être gênant pour les utilisateurs, surtout à cause de l'orientation sud-est et du manque de protections solaires extérieures. Cependant, les zones éloignées des ouvertures ont une luminosité comprise entre 10 et 30 cd/m<sup>2</sup> car il n'y a pas de source de lumière directe.

À 12h :

| L'horaire | Position 1   | Position 2  |
|-----------|--|---|
| 12H       |  A heatmap of a classroom at 12h from Position 1. The color scale on the left ranges from 10 to 190 Cd/m². High luminance (red/orange) is concentrated near the windows on the right. The floor shows a checkerboard pattern with varying luminance levels. |  A heatmap of the same classroom at 12h from Position 2. The color scale on the left ranges from 10 to 190 Cd/m². High luminance (red/orange) is concentrated near the windows on the left. The floor shows a checkerboard pattern with varying luminance levels. |

Tableau 2: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 12 heures.  
(Source : auteur 2023)

En observant de plus près, on peut remarquer que les ouvertures orientées vers le sud-est ont une valeur de luminance élevée, atteignant 170  $\text{cd}/\text{m}^2$ , ce qui est dû à la position du soleil à midi. Cette valeur diminue à mesure que l'on s'éloigne des ouvertures, atteignant 150  $\text{cd}/\text{m}^2$  près des ouvertures. Deux valeurs de luminance sont également observées au sol, la première allant de 130 à 150  $\text{cd}/\text{m}^2$  près des ouvertures, et la seconde allant de 30 à 70  $\text{cd}/\text{m}^2$  loin des ouvertures. Ces valeurs sont influencées par l'orientation, en particulier l'orientation sud-est, qui reçoit une quantité importante de lumière à midi, ainsi que par la texture et la couleur du carrelage. En outre, il est important de noter la présence d'un éblouissement intense sur les plans de travail situés à proximité de la baie.

À 16h :

| L'horaire | Position 1  | Position 2  |
|-----------|---|---|
| 16H       |  A heatmap of a classroom at 16h from Position 1. The color scale on the left ranges from 10 to 190 Cd/m². The overall luminance is lower than at 12h, with high values (red/orange) still near the windows. The floor shows a checkerboard pattern with varying luminance levels. |  A heatmap of the same classroom at 16h from Position 2. The color scale on the left ranges from 10 to 190 Cd/m². The overall luminance is lower than at 12h, with high values (red/orange) still near the windows. The floor shows a checkerboard pattern with varying luminance levels. |

Tableau 3: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 16 heures.  
(Source : auteur 2023)

Après avoir examiné les deux figures présentées, il est possible de constater que la luminance varie de 150 cd/m<sup>2</sup> à 170 cd/m<sup>2</sup> près des fenêtres, ce qui entraîne l'apparition de taches solaires sur les tables à cause de la réflexion de la lumière naturelle provenant de l'extérieur. Toutefois, la partie éloignée des fenêtres présente une faible luminance allant de 10 cd/m<sup>2</sup> à 30 cd/m<sup>2</sup>. Cette différence est principalement due à la distance par rapport aux ouvertures sud-est, qui empêche la lumière de pénétrer dans cette zone. Par ailleurs, une échelle de luminance différente, allant de 170 cd/m<sup>2</sup> à 30 cd/m<sup>2</sup>, est observée au niveau du sol, en raison de la texture et de la couleur du carrelage. Cette répartition inégale de la lumière peut entraîner une variation rapide de l'intensité lumineuse, susceptible de provoquer de la fatigue et de l'inconfort visuel.

**Etage**

**À 9h :**

| L'horaire | Position 1   | Position 2  |
|-----------|--|---|
| 9H        |  |  |

Tableau 4: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 9 heures.  
(Source : auteur 2023)

Après avoir examiné les deux figures présentées, il est possible de remarquer que dans la première position, la luminance est très élevée à proximité des ouvertures situées au sud-est et au sud-ouest, ainsi que sur le sol à côté de celles de la salle. Cela peut provoquer un éblouissement intense sur cette zone, qui diminue à mesure que l'on s'éloigne des ouvertures. En outre, on peut également noter la présence de quelques taches solaires ayant une valeur de luminance comprise entre 150 et 170 cd/m<sup>2</sup> sur les tables à côté des ouvertures. Cela peut entraîner un éblouissement gênant pour les usagers, en particulier en raison de l'orientation sud-est et du manque de protections solaires extérieures. En revanche, les zones éloignées des ouvertures ont une luminance comprise entre 10 et 30 cd/m<sup>2</sup> en raison de l'absence de source lumineuse directe.

À 12h :

| L'horaire | Position 1 | Position 2 |
|-----------|------------|------------|
| 12H       |            |            |

Tableau 5: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 12 heures.  
(Source : auteur 2023)

En observant les deux figures présentées, il est possible de constater que la luminance atteint une valeur de 170  $\text{cd/m}^2$  près des ouvertures orientées sud-est, ce phénomène étant dû à la position du soleil à midi. En s'éloignant des ouvertures, la luminance diminue progressivement jusqu'à atteindre un niveau plus faible, avec une valeur d'environ 150  $\text{cd/m}^2$  proche des autres ouvertures. Au niveau du sol, on peut observer deux valeurs de luminance distinctes : une première valeur de 130 à 150  $\text{cd/m}^2$  près des ouvertures et une seconde valeur de 30 à 70  $\text{cd/m}^2$  plus loin des ouvertures. Ces valeurs sont influencées par l'orientation de la pièce, en particulier l'orientation sud-est qui reçoit une quantité importante de lumière naturelle à midi, ainsi que par la texture et la couleur du carrelage. Enfin, il est possible d'observer la présence de quelques taches solaires causées par la réflexion de la lumière naturelle.

À 16h :

| L'horaire | Position 1 | Position 2 |
|-----------|------------|------------|
| 16H       |            |            |

Tableau 6: Résultats obtenus suite à des mesures prises à 16 heures.  
(Source : auteur 2023)

En examinant les deux illustrations ci-dessus, on peut observer que la luminance varie considérablement en fonction de la distance par rapport aux ouvertures. Plus précisément, la valeur de la luminance est comprise entre 150 cd/m<sup>2</sup> et 170 cd/m<sup>2</sup> près des fenêtres, ce qui entraîne la formation de taches solaires sur les tables en raison de la réflexion de la lumière naturelle provenant des ouvertures. En revanche, la partie éloignée des ouvertures présente une faible luminance, allant de 10 cd/m<sup>2</sup> à 30 cd/m<sup>2</sup>, principalement en raison de la distance par rapport aux ouvertures sud-est, qui empêche la lumière d'atteindre cet espace. En outre, il est important de noter que la luminance au sol varie également considérablement en raison de la texture et de la couleur du carrelage, allant de 170 cd/m<sup>2</sup> à 30 cd/m<sup>2</sup>. Cette répartition inégale de la lumière sur une surface peut entraîner une variation rapide de l'intensité lumineuse, ce qui peut causer de la fatigue et de l'inconfort visuel.

## **Synthèse**

La compréhension des mesures de luminosité dans la salle de lecture permet d'obtenir une vue d'ensemble de la situation, notamment en ce qui concerne la distribution de la lumière et les problèmes d'éblouissement. Les résultats révèlent un éclairage insuffisant dans la salle, en particulier au dernier étage, ce qui affecte le confort et l'efficacité des utilisateurs. De plus, la présence d'éblouissement peut causer de l'inconfort et des distractions. Pour remédier à ces problèmes, des travaux de correction sont nécessaires pour améliorer la distribution de la lumière dans la salle et réduire l'éblouissement. Cela peut inclure l'ajout de sources de lumière supplémentaires, l'ajustement de l'orientation des luminaires existants ou l'utilisation de filtres ou de stores pour réduire la lumière directe sur les surfaces de travail.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons introduit notre étude de cas portant sur la salle de lecture de la bibliothèque universitaire d'El Kseur, suivie d'une explication détaillée des deux méthodes d'analyse utilisées : la prise de mesures in situ et la simulation numérique pour l'étude quantitative, et une enquête par questionnaire pour l'étude qualitative. Nous avons ensuite présenté les résultats obtenus à partir de ces analyses, qui ont permis d'évaluer le confort lumineux et sonore de la salle de lecture, en identifiant les niveaux de bruit et de lumière dans la salle et leur impact sur le confort des utilisateurs. Enfin, ces résultats ont été synthétisés pour en tirer des conclusions significatives qui pourront guider les actions visant à améliorer l'environnement de la salle de lecture.

## ***CHAPITRE IV :***

***La simulation et interprétation des résultats***

## **Introduction**

Les simulations informatiques sont un outil de plus en plus important pour les professionnels de la conception de bâtiments, car elles permettent d'effectuer une évaluation approfondie de la performance du bâtiment avant sa construction. En effet, ces simulations permettent de visualiser de manière virtuelle et numérique l'ensemble du bâtiment et de ses composants. Cela inclut la structure du bâtiment, l'orientation du bâtiment par rapport au soleil, la quantité de lumière naturelle qui entre dans le bâtiment, la ventilation, le chauffage, la climatisation, et bien plus encore.

Les simulations informatiques permettent aux concepteurs de tester différents paramètres de conception et de systèmes énergétiques avant même que le bâtiment ne soit construit. Les concepteurs peuvent ainsi évaluer rapidement et facilement l'efficacité énergétique, l'isolation thermique, la qualité de l'air intérieur, la luminosité, l'acoustique, et autres caractéristiques importantes d'un bâtiment.

### **I. Vérification de la correspondance simulation prise de mesure :**

Nous avons effectué une simulation avec le logiciel Radiance pour la journée du 21 mars, qui correspond à la même journée où nous avons réalisé les mesures. Le but était de comparer les résultats obtenus par la simulation avec ceux obtenus par les mesures, dans le but de démontrer la fiabilité du logiciel. Pour renforcer notre démonstration, nous avons utilisé des photos prises réellement le même jour. Les résultats obtenus sont les suivants :

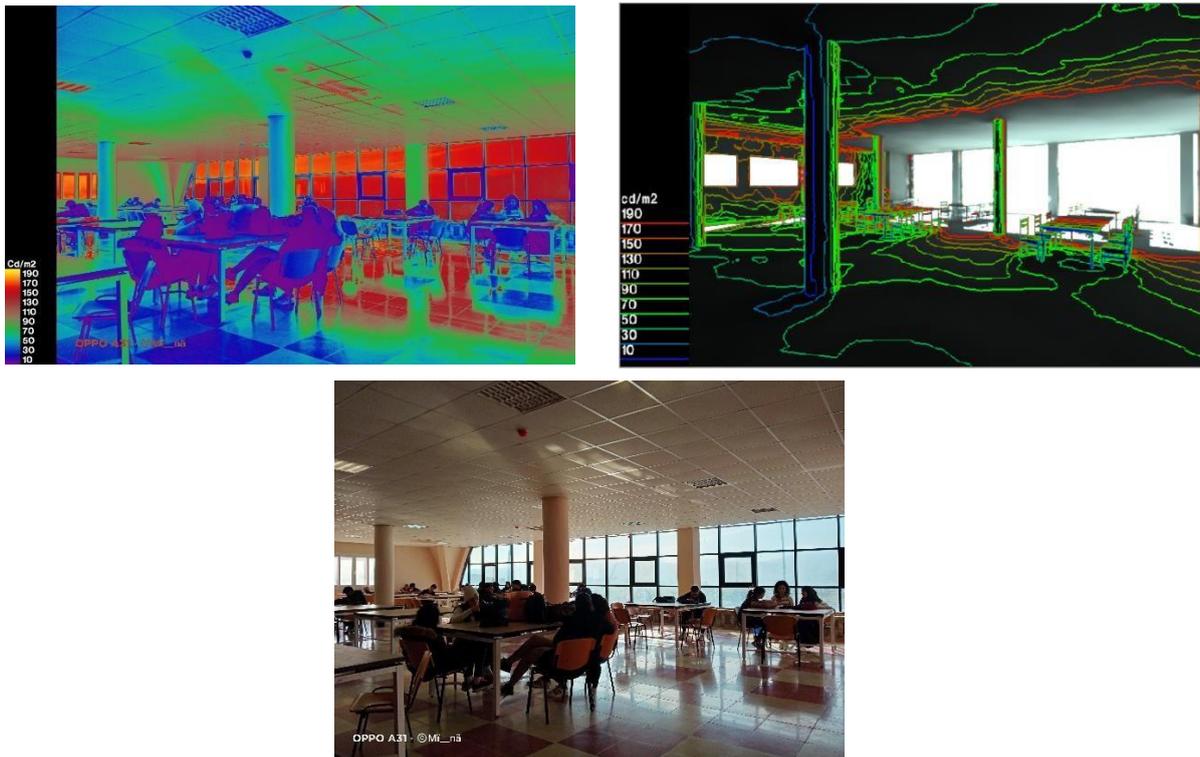


Figure 57: la correspondance entre les résultats obtenus par les prises de mesures et la simulation pour la salle de lecture à 9h le 21 mars 2023.  
(Source : auteur, 2023)

En comparant les résultats obtenus par la prise de mesure in situ et ceux de la simulation informatique pour la salle de lecture le 21 mars 2023, il y a une similitude d'environ 80%. Les deux méthodes ont montré des valeurs de luminance extrêmement élevées près des ouvertures orientées au sud-est, dépassant les  $170 \text{ c/m}^2$ . Lorsque nous avons comparé ces résultats avec ceux de l'analyse sur site et de l'enquête, la simulation a confirmé la présence d'un éblouissement important sur les plans de travail proches de la baie.

## II. Présentation et discussion des résultats de la simulation :

### II.1. Le confort visuel

La simulation réalisée a pour objectif d'analyser les niveaux de luminance dans la salle de lecture pendant les journées les moins favorables.

Cette simulation utilise les données climatiques de la ville de Bejaia et un ciel couvert a été choisi pour rendre les résultats plus représentatifs des conditions réelles sur le site. En somme, cette simulation permettra de mieux comprendre les conditions d'éclairage dans la salle de lecture et de proposer des solutions adéquates pour améliorer le confort visuel des occupants.

A) RDC :

**1. Période de simulation – 21 Décembre 2022 :**

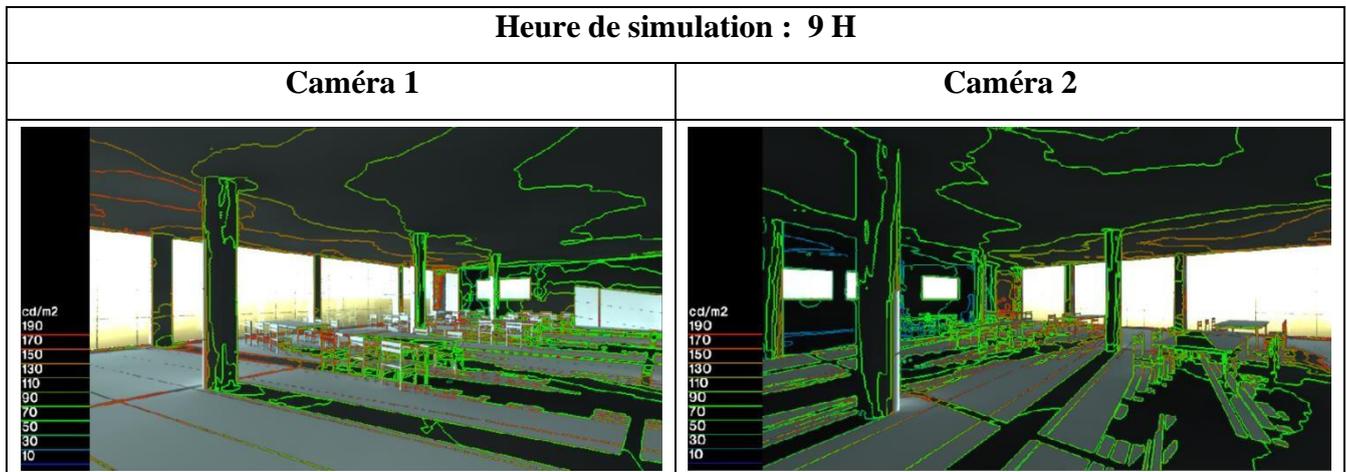


Tableau 7 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Décembre 2022 à 9h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de la matinée :** les résultats de la simulation indiquent que les niveaux de luminance sont répartis uniformément dans la salle atteignent  $170 \text{ cd/m}^2$  près de la surface vitrée, et  $70 \text{ cd/m}^2$  sur les plans les plus éloignés de la baie vitrée. La salle est bien éclairée du côté de la fenêtre, sans toutefois causer de problème d'éblouissement. Toutefois, on constate la présence de zones sombres causées par les poteaux.

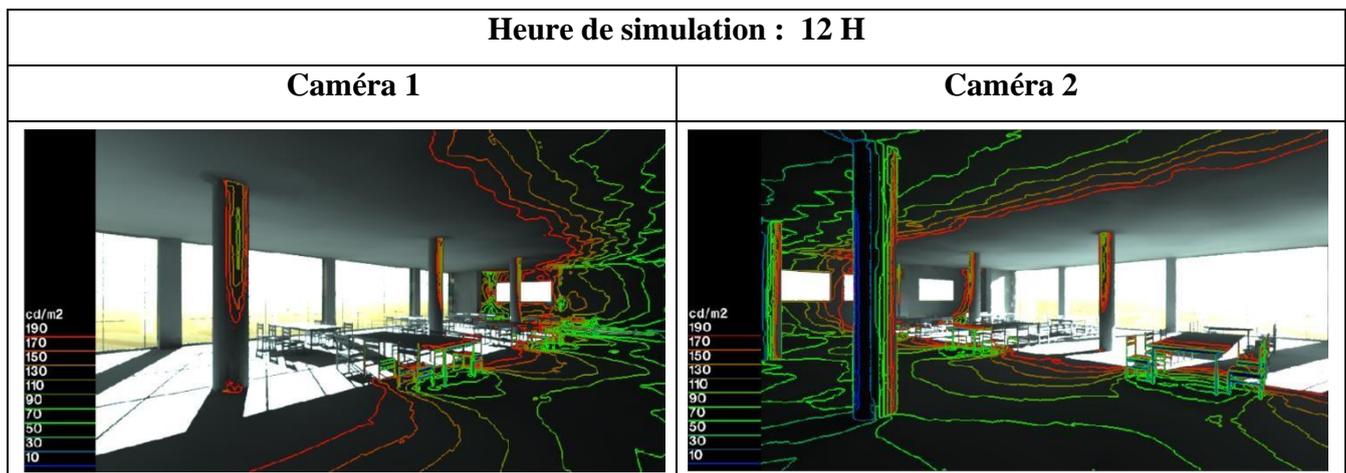


Tableau 8 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Décembre 2022 à 12h.  
(Source : auteur, 2023)

- **A midi :** Au cours de nos observations, nous avons constaté une augmentation des niveaux de luminance sur la paroi de la façade vitrée et les plans situés à proximité. Ces niveaux ont atteint jusqu'à  $190 \text{ cd/m}^2$ , mais diminuent progressivement pour atteindre  $50 \text{ cd/m}^2$  au centre de la salle

et sur les plans les plus éloignés de la baie vitrée. Nous avons également remarqué un fort éblouissement près des ouvertures et sur les tables, ainsi qu'une partie de la salle qui est sombre, créant ainsi un contraste.

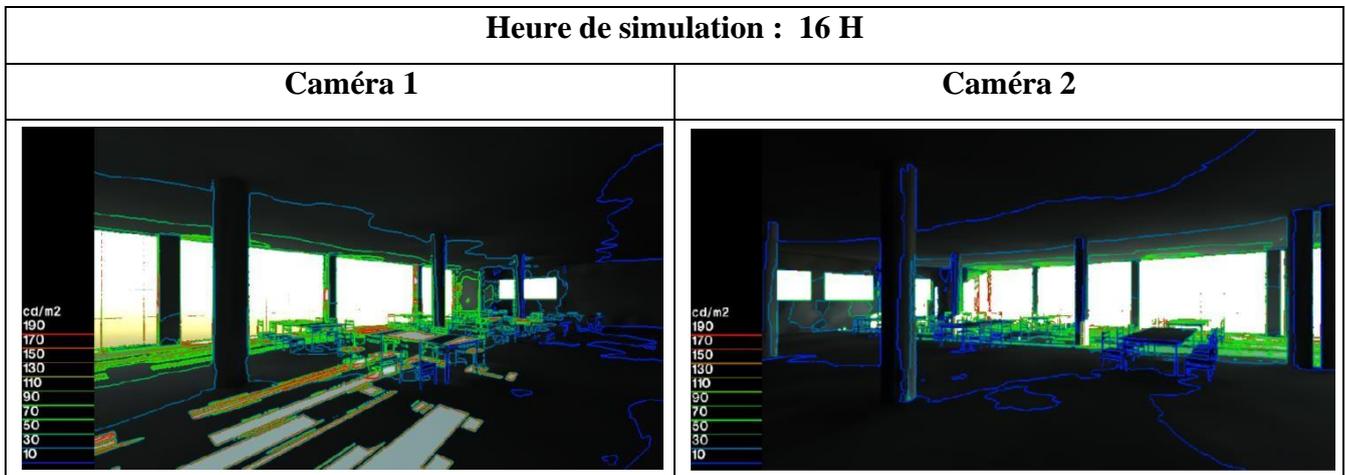


Tableau 9 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Décembre 2022 à 16h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de l'après-midi :** le soir, les niveaux de luminance dans la salle de lecture diminuent progressivement pour atteindre 70  $\text{cd/m}^2$  près de la baie vitrée, et encore moins (inférieurs à 10  $\text{cd/m}^2$ ) sur les plans les plus éloignés. Nous avons constaté que de nombreuses taches solaires sont présentes sur une grande partie des plans de travail, en raison de la pénétration directe des rayons du soleil. De ce fait, la salle est moins éclairée naturellement et nécessite l'utilisation d'un éclairage artificiel.

**2. Période de simulation – 21 Mars 2023 :**

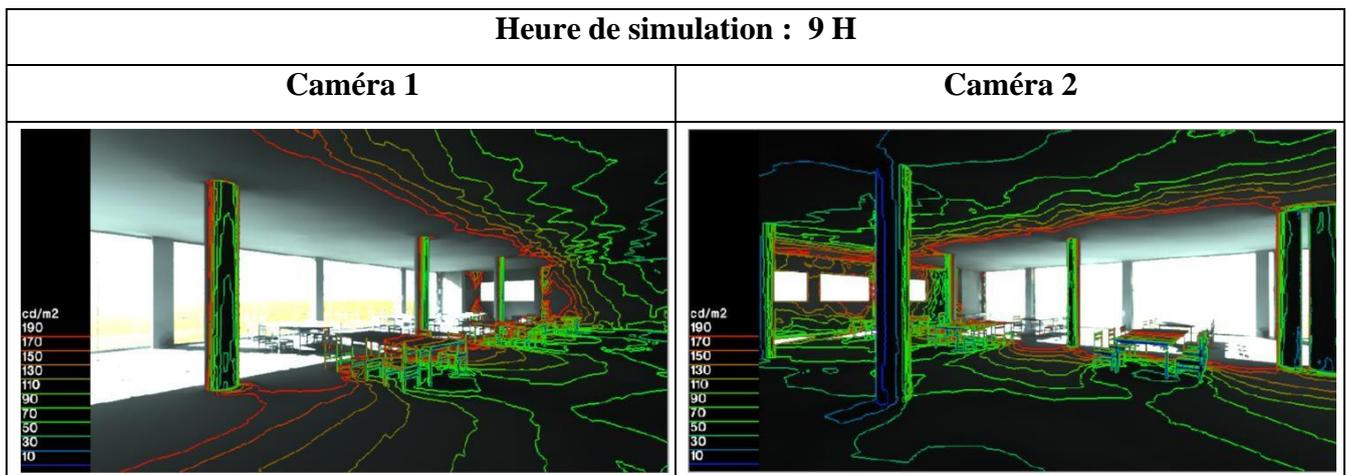


Tableau 10 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Mars 2023 à 9h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de la matinée** : les résultats de simulation indiquent des valeurs de luminance élevées en présence d'un fort éblouissement à proximité de la baie, ces valeurs atteignent  $190 \text{ cd/m}^2$ , mais diminuent progressivement pour atteindre  $50 \text{ cd/m}^2$  au fond de la salle ce qui a créé un contraste.

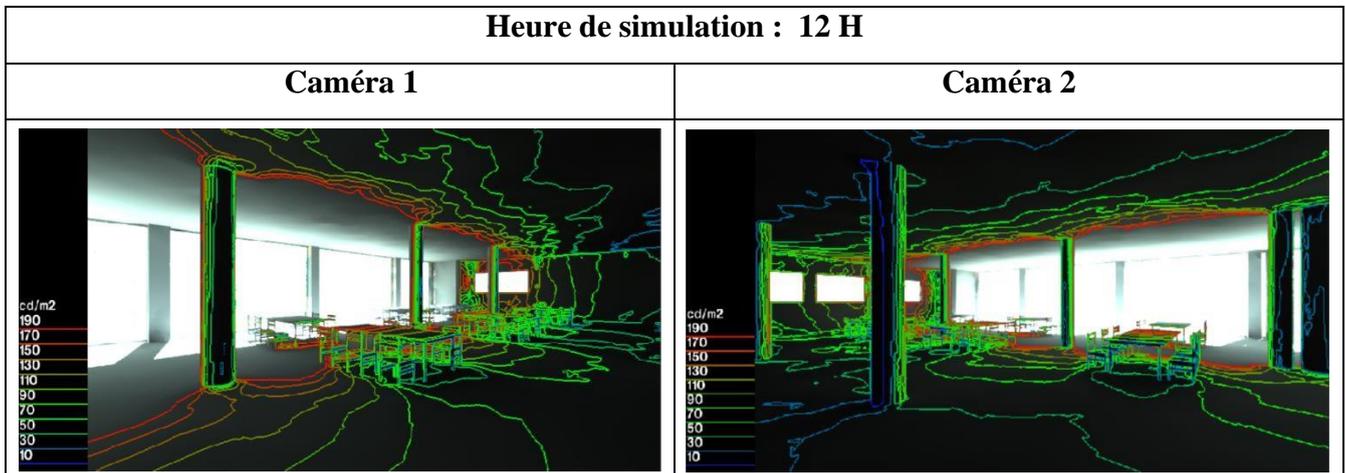


Tableau 11 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Mars 2023 à 12h.  
(Source : auteur, 2023)

- **A midi** : Lors de nos observations, nous avons noté une hausse des niveaux de luminance sur les parois et les plans adjacents à la façade vitrée. Ces niveaux ont atteint jusqu'à  $190 \text{ cd/m}^2$ , mais ont diminué progressivement pour atteindre  $10 \text{ cd/m}^2$  plus loin dans la salle et sur les plans les plus éloignés de la baie vitrée. En outre, nous avons constaté un fort éblouissement près des ouvertures et sur les tables, tandis qu'une partie de la salle était sombre, créant ainsi un contraste.

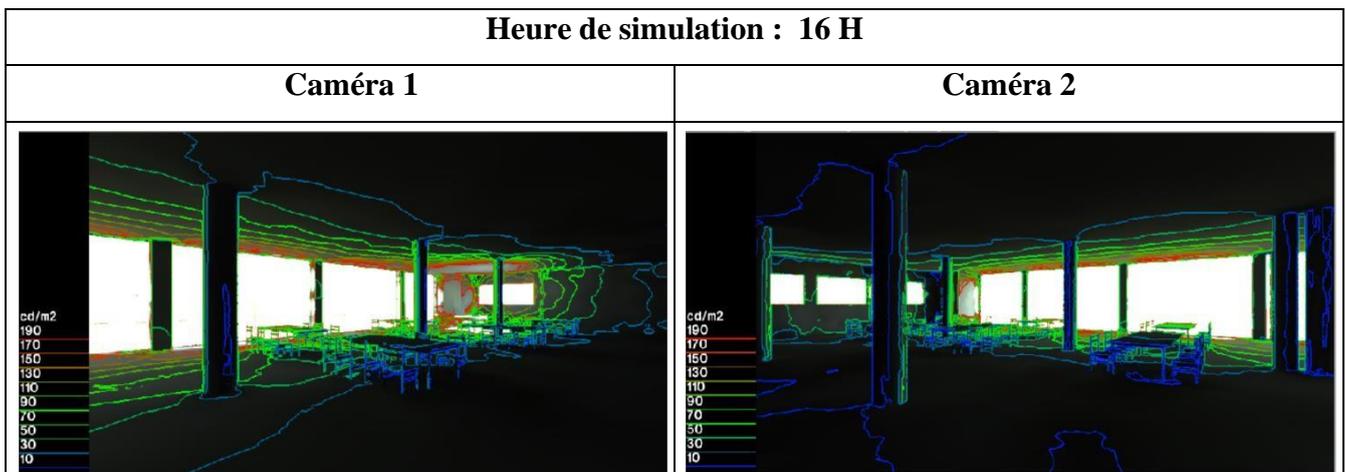


Tableau 12 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Mars 2023 à 16h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de l'après-midi :** En après-midi, la réduction de la pénétration du soleil a entraîné une baisse des niveaux de luminance par rapport à ceux mesurés à midi, variant entre 70 et 150 cd/m<sup>2</sup> près des ouvertures. On remarque qu'on n'a pas un problème d'éblouissement. Pendant cette période, la salle est moins lumineuse et nécessite l'utilisation d'un éclairage artificiel.

**3. Période de simulation – 21 Juin 2023 :**

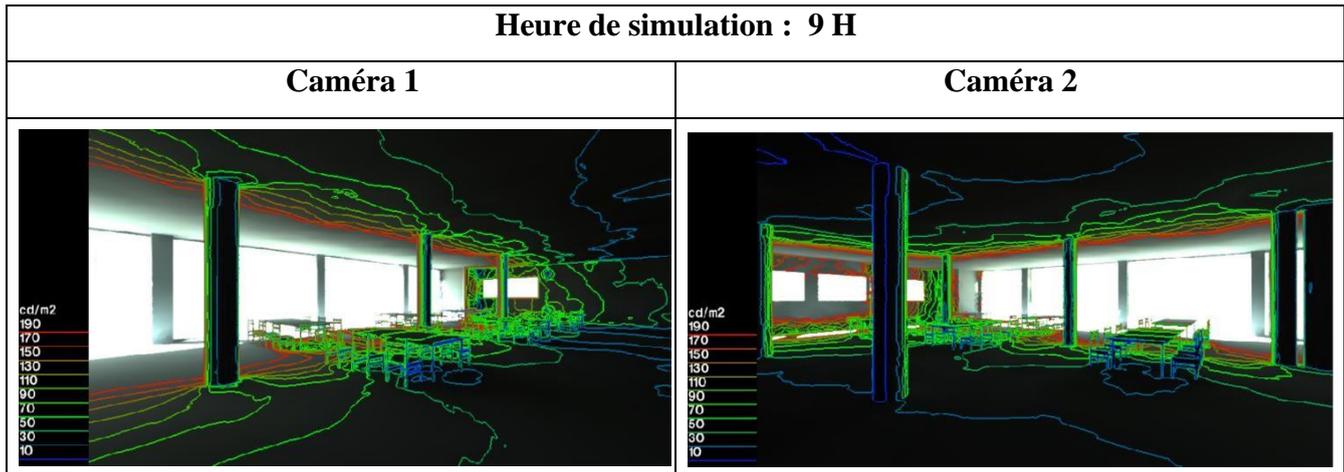


Tableau 13 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Juin 2023 à 9h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de la matinée :** D'après les résultats de la simulation, il est constaté que les niveaux de luminance sont de 190 cd/m<sup>2</sup> près de la baie vitrée, tandis qu'ils sont de seulement 10 cd/m<sup>2</sup> sur les plans les plus éloignés. Cette situation crée un éclairage adéquat du côté de la fenêtre, mais la pièce devient plus sombre au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci. Cependant, il est important de noter la présence d'éblouissement.

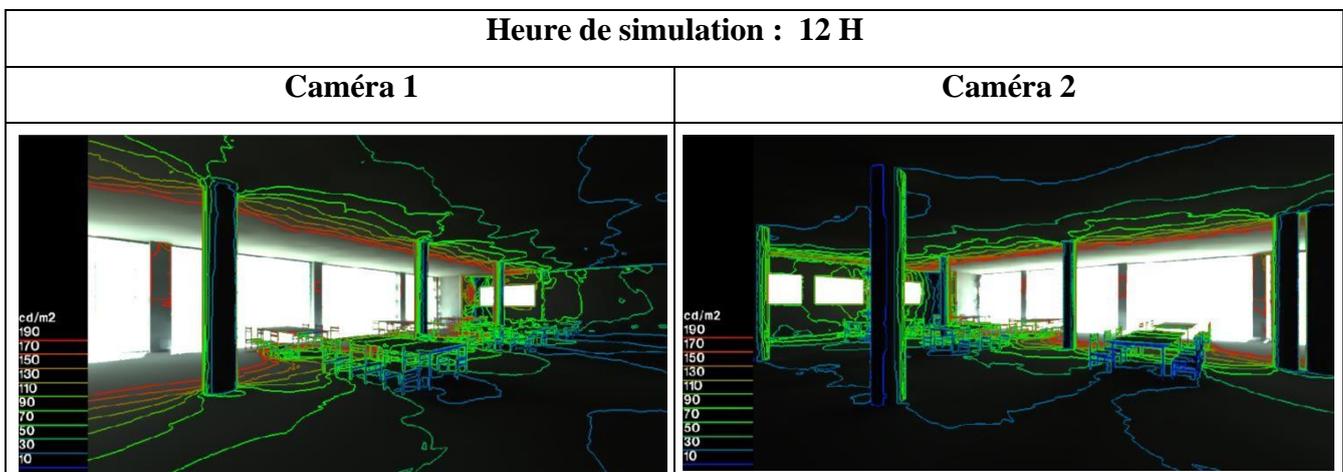


Tableau 14 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Juin 2023 à 12h.  
(Source : auteur, 2023)

- **A midi** : A cette heure, les valeurs sont les même que la période matinale, avec un faible effet d'éblouissement visible sur la façade vitrée qui procure une sensation de gêne visuelle.

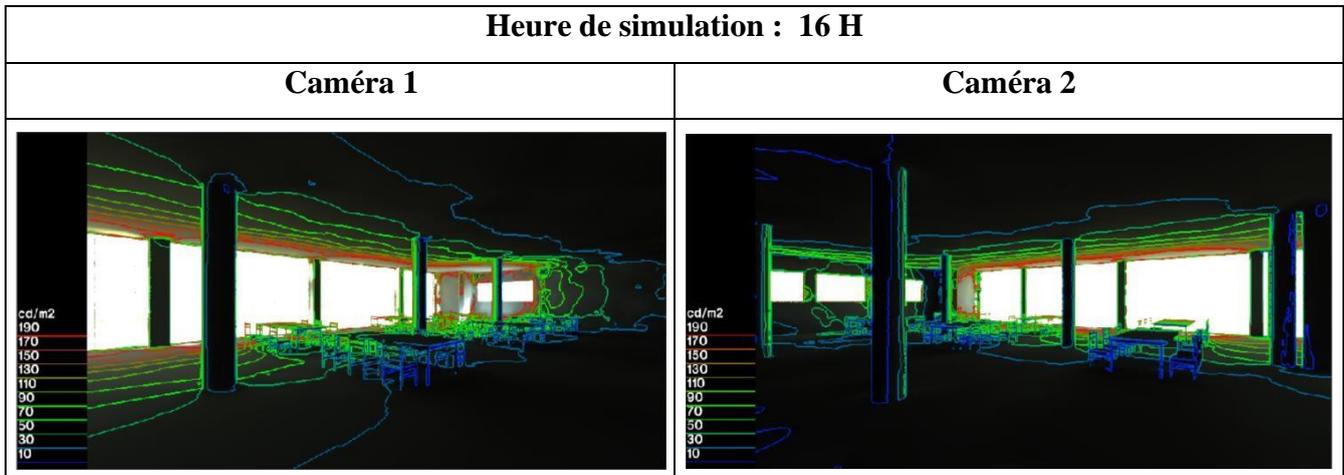


Tableau 15 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Juin 2023 à 16h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de l'après-midi** : À partir de 16h, la luminosité dans la salle de lecture diminue graduellement jusqu'à atteindre 130 cd/m<sup>2</sup> près de la fenêtre, et devient encore plus faible (inférieure à 10 cd/m<sup>2</sup>) sur les surfaces les plus éloignées. Par conséquent, la pièce a besoin d'un éclairage artificiel car elle est moins bien éclairée naturellement. Il convient de noter qu'il n'y a pas d'éblouissement.

**B) Etage :**

**1. Période de simulation – 21 Décembre 2022 :**

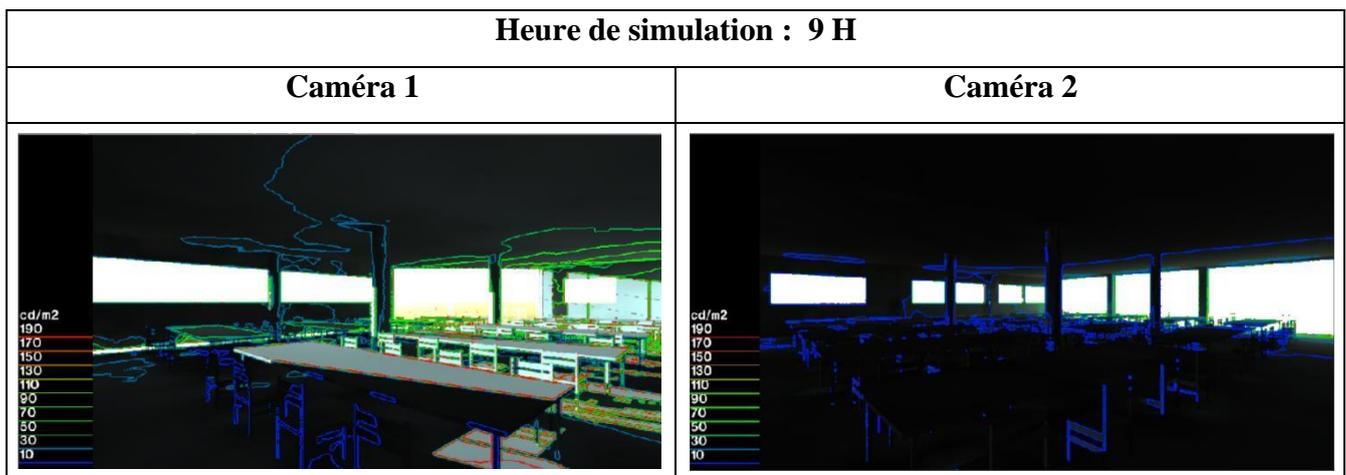


Tableau 16 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Décembre 2022 à 9h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de la matinée** : Les résultats de la simulation de la caméra 1 montrent une répartition uniforme des niveaux de luminance dans la salle, allant de 10 cd/m<sup>2</sup> à 150 cd/m<sup>2</sup>. Cependant, il y a une présence notable de taches solaires sur la plupart des plans de travail et un éblouissement à côté des fenêtres. En revanche, les résultats de la caméra 2, qui est orientée vers le nord-est, indiquent que les niveaux de luminance sont très faibles, allant de 10 cd/m<sup>2</sup> à 50 cd/m<sup>2</sup>. Par conséquent, la salle est moins éclairée naturellement et nécessite l'utilisation d'un éclairage artificiel.

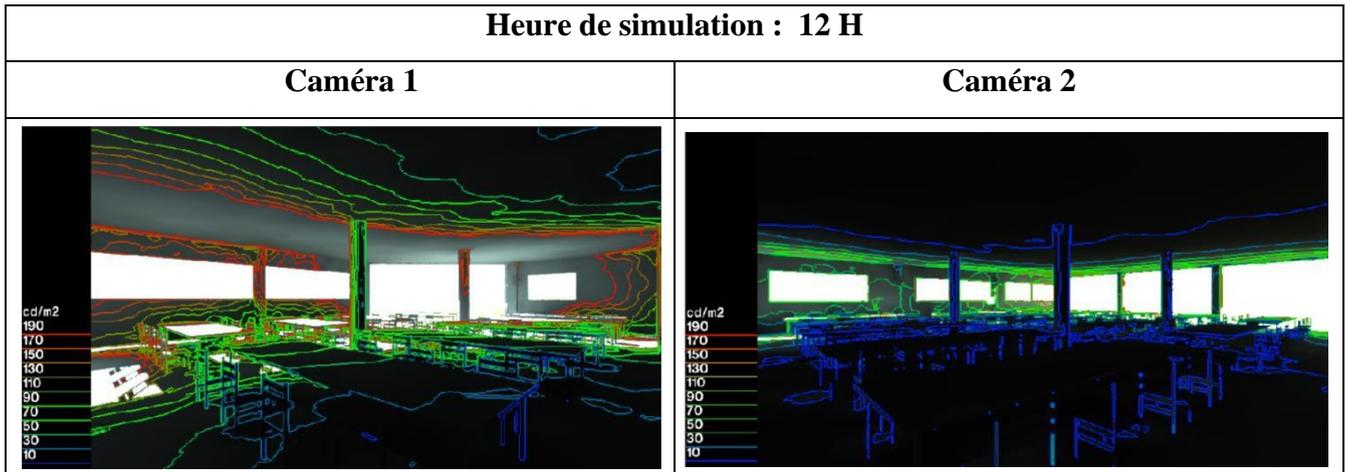


Tableau 17: Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Décembre 2022 à 12h.  
(Source : auteur, 2023)

- **A midi** : La caméra 1 a montré une augmentation de la luminance près de la façade vitrée jusqu'à 190 cd/m<sup>2</sup>, qui a diminué progressivement loin de celle-ci. Cependant, il y a eu un éblouissement intense près des ouvertures et sur les tables. Les résultats de la caméra 2 étaient identiques à ceux de la période matinale, avec seulement une légère augmentation des valeurs près des ouvertures jusqu'à 90 cd/m<sup>2</sup>.

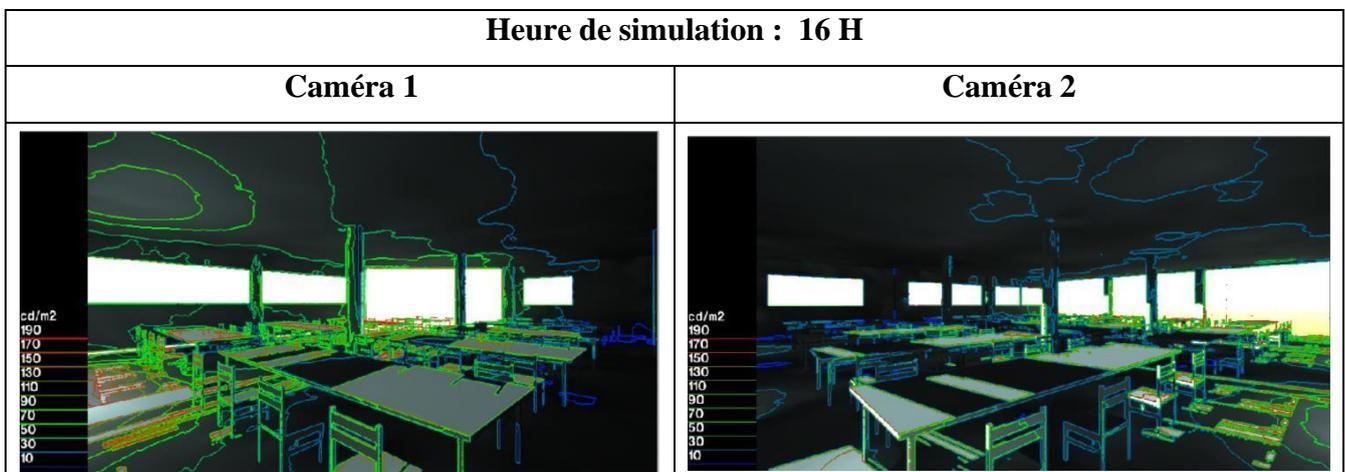


Tableau 18 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Décembre 2022 à 16h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de l'après-midi** : nous avons observé une variation des niveaux de luminance allant de 10 cd/m<sup>2</sup> à 150 cd/m<sup>2</sup>. Nous avons également remarqué la présence de nombreuses taches solaires sur la plupart des plans de travail. En outre, la vue de la caméra 2 située dans le coin nord-est a montré une luminosité accrue dans la salle par rapport aux résultats précédents, avec la présence de taches solaires.

**2. Période de simulation – 21 Mars 2023 :**

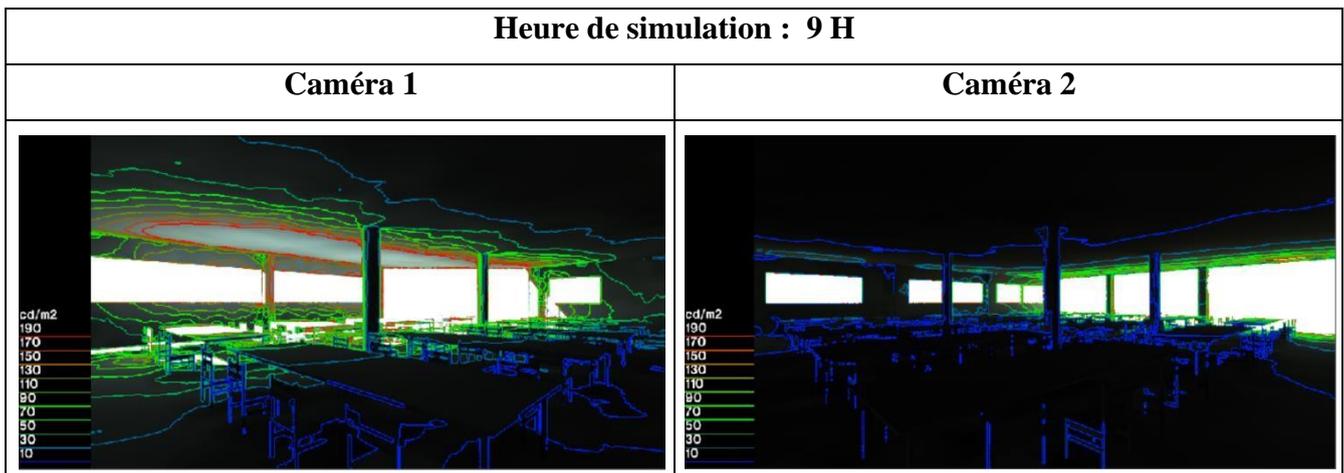


Tableau 19 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Mars 2023 à 9h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de la matinée** : Pendant la période du matin, la caméra 1 a enregistré des niveaux de luminance élevés près de la surface vitrée, atteignant jusqu'à 190 cd/m<sup>2</sup> en présence d'un fort éblouissement. Cependant, ces niveaux ont diminué progressivement pour atteindre 10 cd/m<sup>2</sup> à l'arrière de la salle, créant un contraste. En revanche, sur le côté nord-est (caméra 2), les niveaux de luminance étaient très bas, atteignant 10 cd/m<sup>2</sup> avec une légère augmentation à proximité des ouvertures.

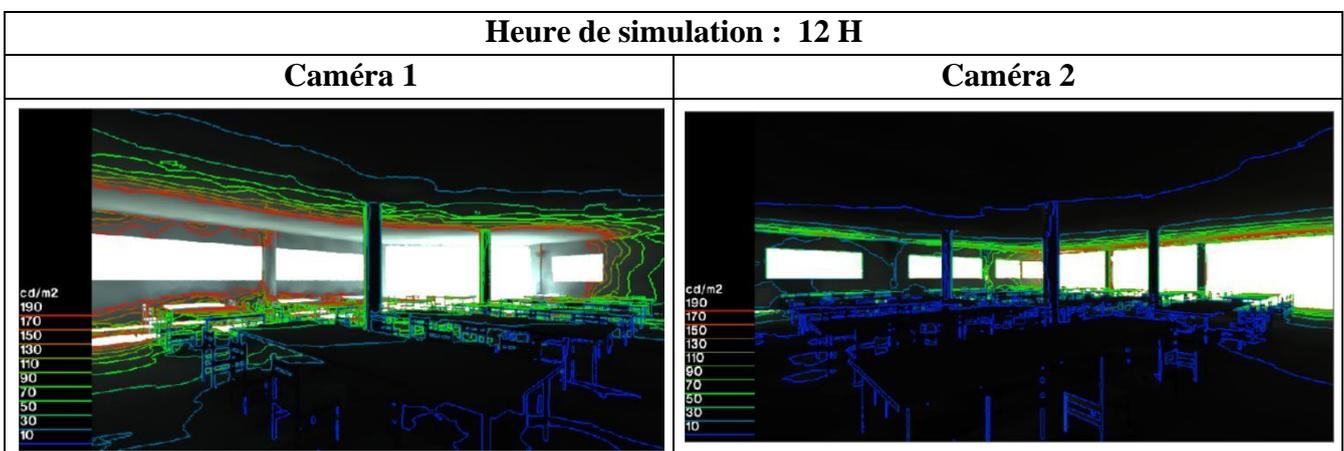


Tableau 20 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Mars 2023 à 12h.  
(Source : auteur, 2023)

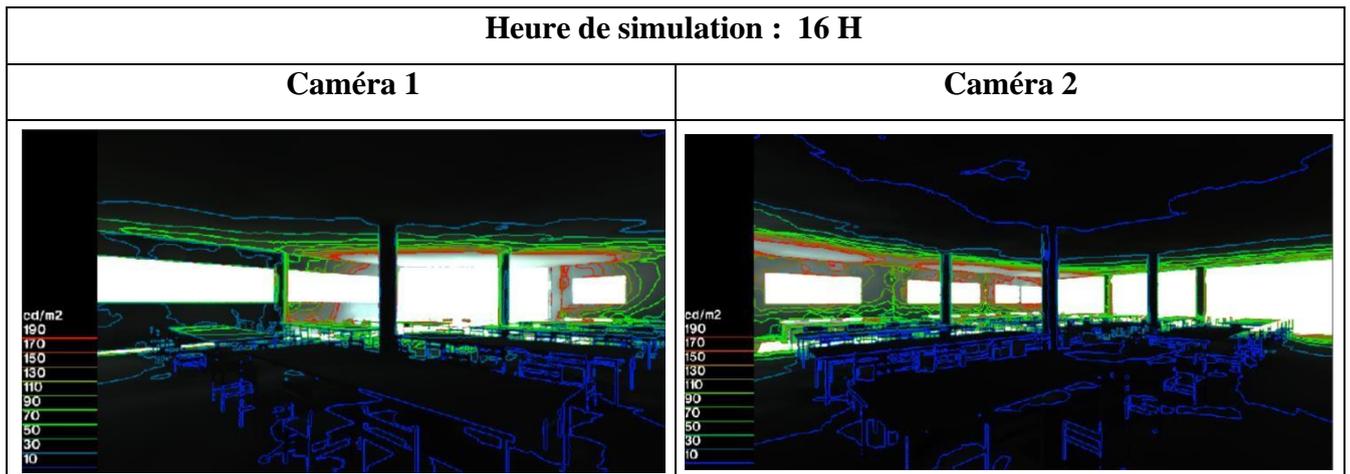


Tableau 21 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture pour la période 21 Mars 2023 à 16h  
(Source : auteur, 2023)

- **A midi** : Les résultats sont presque identiques par rapport aux résultats affichés le matin.
- **Pour la période de l'après-midi** : Les niveaux de luminance sont similaires à ceux des périodes précédentes, avec peu d'effet d'éblouissement du côté sud-est. Cependant, du côté nord-est, on observe une augmentation légère des valeurs de luminance près des baies vitrées, ainsi qu'un éblouissement créé dans la zone.

**3. Période de simulation – 21 Juin 2023 :**

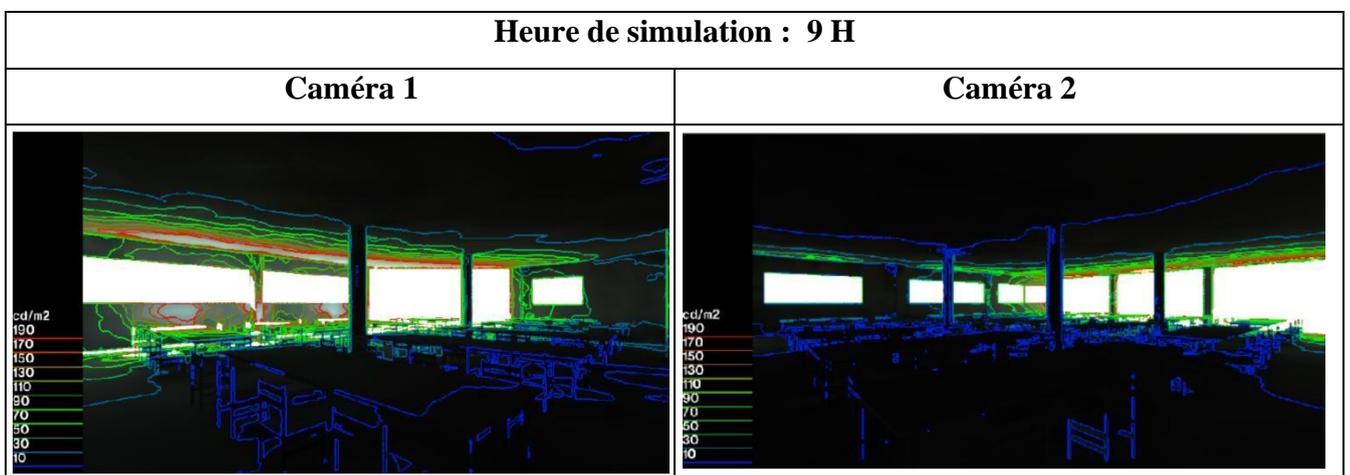


Tableau 22 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture Pour la période 21 Juin 2023 à 9h.  
(Source : auteur, 2023)

**Pour la période de la matinée** : Selon les résultats de la simulation, les niveaux de luminance près des ouvertures atteignent 170 cd/m<sup>2</sup>, mais diminuent progressivement pour atteindre 10 cd/m<sup>2</sup> au centre de la salle, avec un léger effet d'éblouissement près de la baie vitrée.

En revanche, du côté nord-est, il est constaté que la salle est mal éclairée, avec des niveaux de luminance atteignant seulement 10 cd/m<sup>2</sup> dans la plupart de la salle, nécessitant ainsi l'utilisation d'un éclairage artificiel.

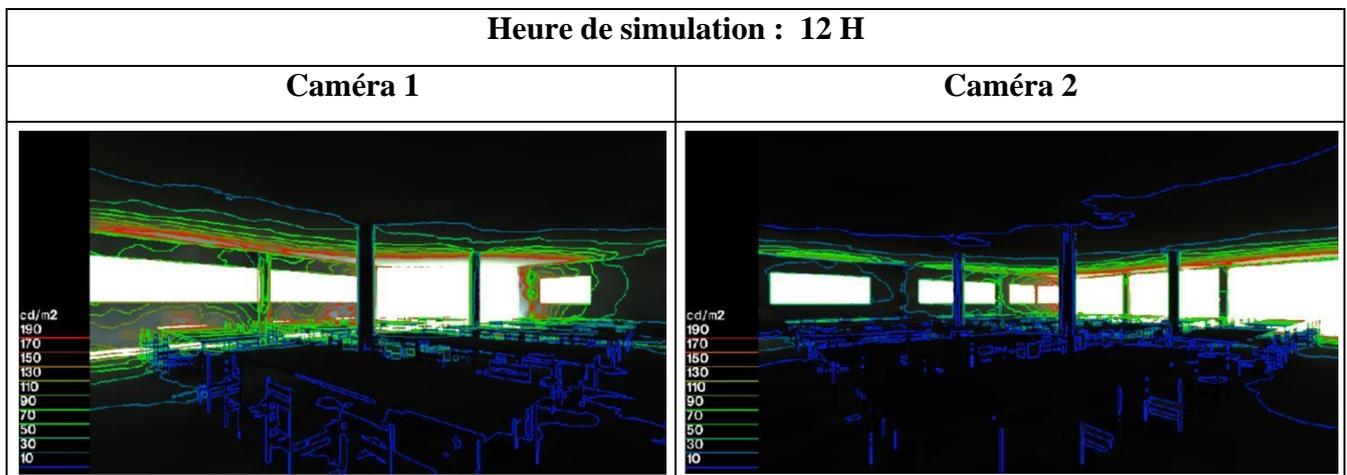


Tableau 23 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture Pour la période 21 Juin 2023 à 12h.  
(Source : auteur, 2023)

- **A midi** : Les niveaux de luminance observés sont presque identiques à ceux mesurés à 9 h du matin.

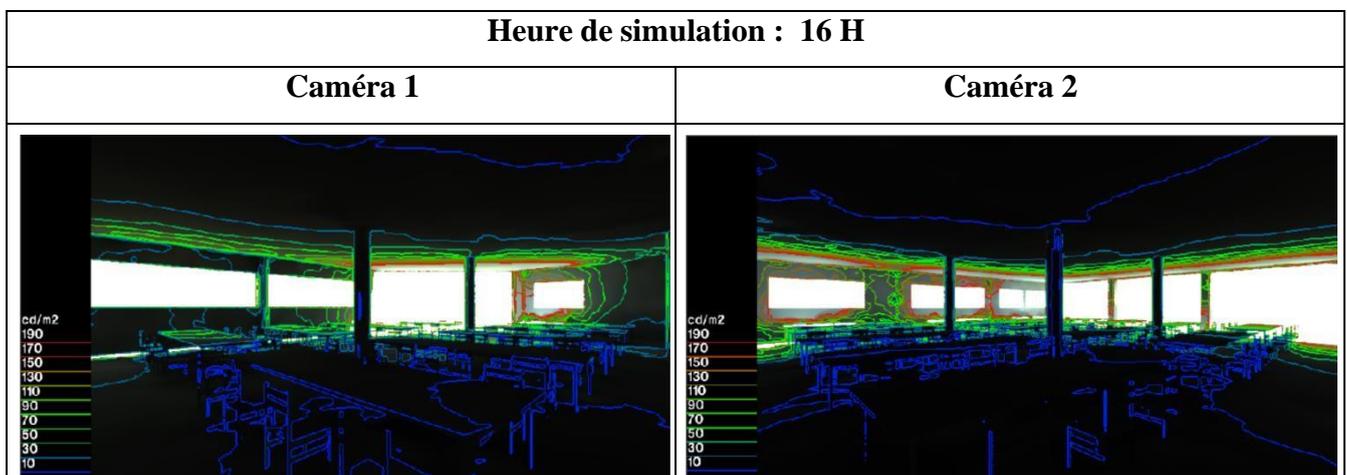


Tableau 24 : Variation des valeurs de luminance dans la salle de lecture Pour la période 21 Juin 2023 à 16h.  
(Source : auteur, 2023)

- **Pour la période de l'après-midi** : Pendant l'après-midi, les valeurs de luminance restent inchangées par rapport à celles relevées précédemment et la salle nécessite toujours l'utilisation d'un éclairage artificiel. En revanche, du côté nord-est (caméra 2), on observe une légère augmentation des valeurs près de la surface vitrée, atteignant 150 cd/m<sup>2</sup>, avec un effet d'éblouissement plus ou moins important.

## **Synthèse :**

Les résultats de la simulation ont mis en évidence les problèmes d'ensoleillement qui affectent la salle de lecture du campus El-Kseur. L'éblouissement constitue une source de gêne dans la salle située du côté sud-est en hiver entre 12h et 15h, ainsi que dans celle du côté sud-ouest entre 9h et 12h en mars. Des niveaux de luminance très élevés ont été relevés en l'absence de taches solaires et d'ensoleillement, notamment dans la salle du côté sud-est pendant les périodes mentionnées. L'excès d'ensoleillement constitue un autre aspect d'inconfort, particulièrement pour les salles orientées vers le sud-est à midi (12h).

Des problèmes d'inconfort similaires ont été observés dans 80% des salles situées au dernier étage et orientées vers le nord-est. Le côté sud-est est également affecté par la présence de taches solaires en hiver, dont la surface varie en fonction de l'heure de la journée.

## **II.2. Le confort sonore**

Les images ci-dessous illustrent la propagation du son en utilisant des rayons animés colorés.

- Les rayons verts représentent le son direct qui désigne le son qui va directement de la source sonore au destinataire sans être dévié ou réfléchi.
- Les rayons jaunes représentent le son réfléchi utile qui se produit lorsque les ondes sonores frappent une surface et sont renvoyées dans une direction différente. Cela peut donner lieu à des effets tels que l'écho et la réverbération, et les caractéristiques de ces sons réfléchis dépendent de la nature de la surface qui les reflète.
- Les rayons cyan représentent la réverbération qui est le type de son que perçoit une personne lorsqu'elle assiste à un spectacle dans une salle. Il est différent du son direct émis par la source sonore, car il a été réfléchi plusieurs fois par les obstacles présents dans la salle.
- Les rayons bleus représentent le son masqué qui est une méthode de couverture sonore qui consiste à ajouter un son discret de fond, similaire au bruit d'air, dans le but de réduire l'intelligibilité de la parole humaine et de minimiser les distractions.
- Les rayons rouges représentent qui se produit lorsque le son produit se propage dans différentes directions. Une partie de ce son est directement perçue par notre oreille, tandis qu'une autre partie se disperse jusqu'à rencontrer un obstacle, puis rebondit pour revenir jusqu'à notre oreille.

La propagation des rayons sonores est montrée en fonction du temps en millisecondes.

**A) RDC**

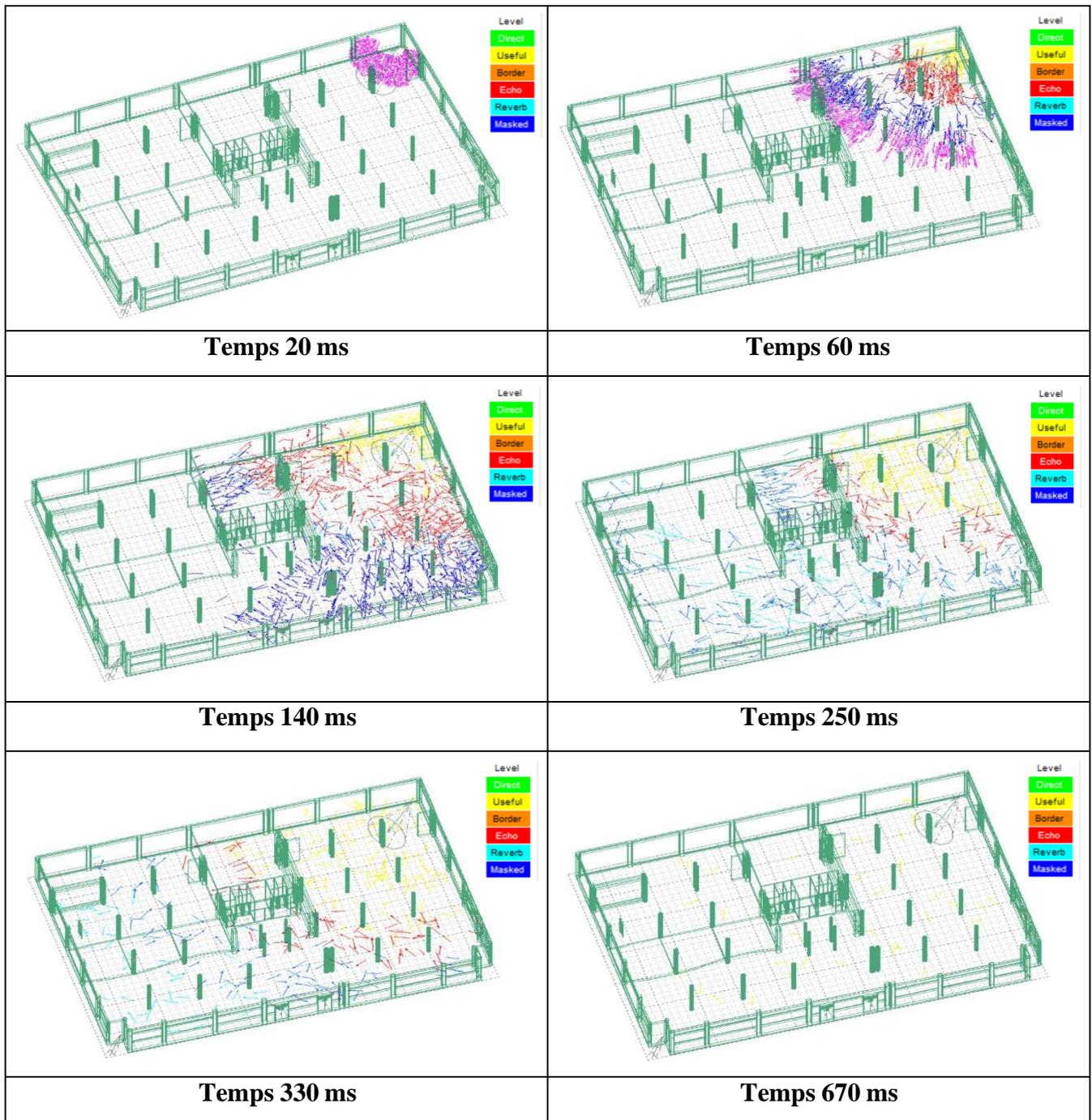


Tableau 25: Simulation de la propagation sonore RDC. Ecotect.  
(Source : Auteur. 2023)

**Temps 20 ms :**

- Au début, on peut seulement observer la propagation directe du son en forme de rayons roses, où le récepteur reçoit directement le son provenant de la source sonore située dans un coin de la pièce.

**Temps 60 ms :**

- Après 60 millisecondes, on peut toujours distinguer la présence du son direct, qui se reflète et produit un son masqué, tandis qu'un faible pourcentage de rayons de son utile se fait entendre. À ce stade, on peut également remarquer l'apparition d'un petit pourcentage des rayons d'écho.

**Temps 140 ms :**

- Au troisième stade, une grande partie du son masqué est perceptible, occupant presque la moitié de la salle, tandis qu'un faible pourcentage de son réfléchi se fait entendre près de la source sonore. L'écho est également perceptible dans une proportion importante du côté nord-ouest de la salle, tandis que le son direct a disparu.

**Temps 250 ms :**

- Au quatrième stade, on remarque que le son masqué a atteint le fond de la salle, environ un tiers du son est de nature réfléchi et une légère apparition de l'écho peut également être perçue. À ce stade, on peut également remarquer l'apparition du son réverbéré.

**Temps 330 ms :**

- Au cinquième stade, les résultats sont similaires à ceux du stade précédent (250 ms).

**Temps 670 ms :**

- Finalement, au sixième et dernier stade, le seul son qui reste est de nature réfléchi.

**B) Etage**

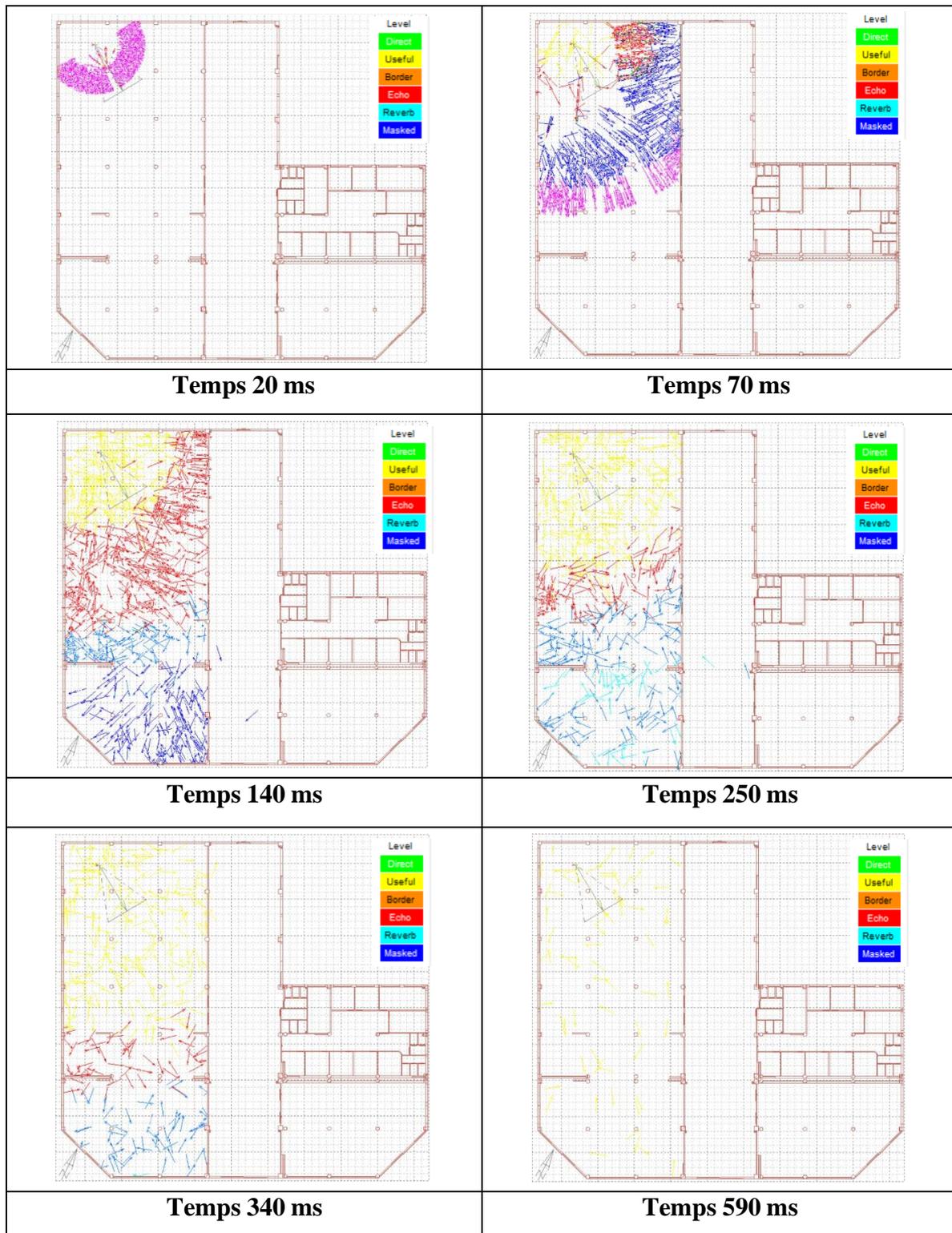


Tableau 26: Simulation de la propagation sonore étage. Ecotect.  
(Source : Auteur. 2023)

**Temps 20 ms :**

- Au début, la propagation directe du son se manifeste sous forme de rayons roses, où le récepteur perçoit le son provenant directement de la source sonore située dans un coin de la pièce.

**Temps 70 ms :**

- Après 70 millisecondes, on peut toujours distinguer la présence du son direct, qui se réfléchit et produit un son masqué, tandis qu'un faible pourcentage de rayons de son utile est audible. À ce stade, on peut également remarquer l'apparition d'un petit pourcentage de rayons d'écho.

**Temps 140 ms :**

- Au troisième stade, le son réverbéré devient perceptible, tandis qu'un faible pourcentage de son réfléchi est audible près de la source sonore. L'écho est également notable dans une proportion importante, tandis que le son direct a disparu.

**Temps 250 ms :**

- Au quatrième stade, on observe une diminution de l'écho, environ un tiers du son est de nature réfléchi. La présence du son masqué est également notée, et à ce stade, le son réverbéré devient perceptible.

**Temps 340 ms :**

- Au cinquième stade, environ 50 % du son est réfléchi, et la réverbération disparaît progressivement.

**Temps 590 ms :**

- Finalement, au sixième et dernier stade, le seul son restant est de nature réfléchi.

**Synthèse :**

Cette synthèse souligne l'importance de l'analyse numérique pour identifier les éléments et dispositifs qui influencent l'acoustique de la salle de lecture et le confort des utilisateurs. Les résultats indiquent que le choix des matériaux est crucial pour obtenir une salle de lecture optimale en termes d'absorption acoustique, de temps de réverbération interne, et d'isolation acoustique contre les bruits extérieurs. L'utilisation d'isolants et d'éléments et dispositifs dans l'espace intérieur est également essentielle pour atteindre des résultats satisfaisants, tout comme la forme de la salle, qui a un impact significatif sur le confort acoustique global

### III. Les perceptions des deux typologies de confort par l'utilisateur (Approche qualitative)

Les résultats de l'enquête ont été représentés graphiquement pour chaque question, en indiquant le pourcentage des différentes réponses. Il convient de noter que les 29 questionnaires ont été complétés avec des réponses. Notre questionnaire est divisé en 3 parties :

#### Partie 1 : Généralité

Sélectionner un emplacement dans la salle de lecture peut avoir un impact significatif sur la compréhension des préférences des utilisateurs en matière de positionnement (près de la fenêtre, au centre ou loin de celle-ci) et leur relation avec le confort. Afin de répondre à cette question, une enquête a été menée en utilisant un plan de la salle de lecture et en posant une première question sur le choix de l'emplacement. Les résultats de cette question sont présentés dans la figure.

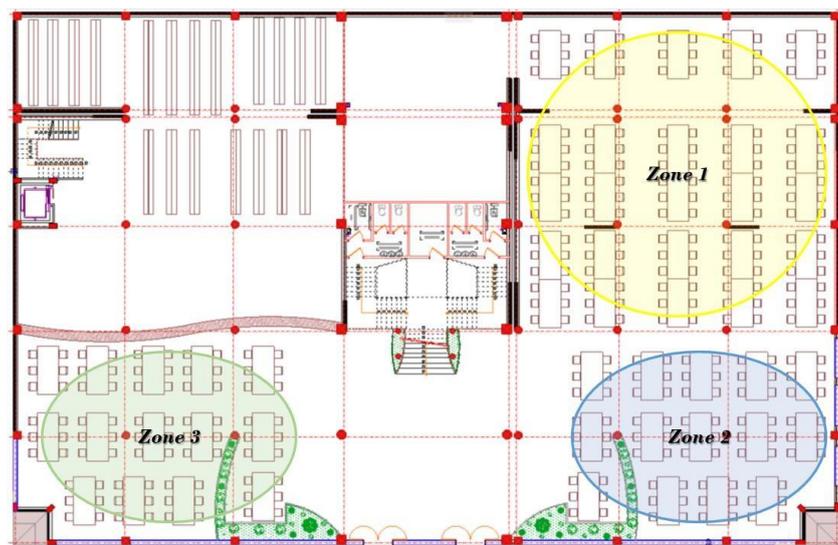


Figure 58: Marquage de l'emplacement préféré sur une carte à l'aide d'un plan (Source : BART, 2021)

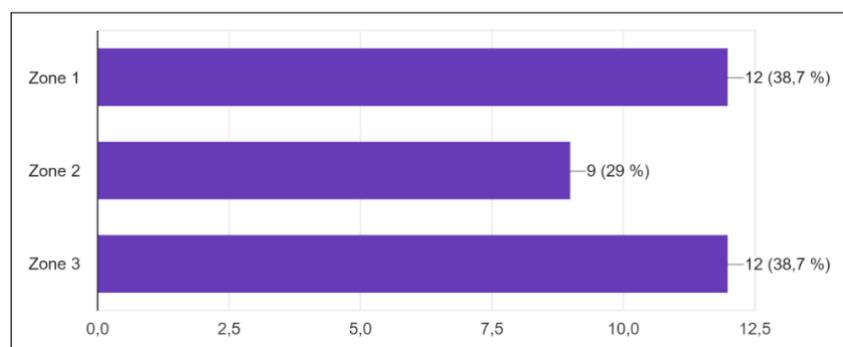


Figure 59: Les résultats de sélection d'emplacement (Source : auteur, 2023)

Le graphique présente les résultats des choix d'emplacement des étudiantes en première année de licence. La plupart des usagers ont choisi la zone 1, située au nord-est, à hauteur de 38,7%. De même, la zone 3, qui se trouve au sud-ouest, a également été choisie par 38,7% des usagers. En revanche, la zone 2, située au sud-est, a été moins fréquentée avec un pourcentage faible de 29%, ce qui peut être dû à des raisons variables selon chaque personne.

- Pour assurer la fiabilité des réponses recueillies, il est important de prendre en compte la fréquentation de la salle de lecture, les périodes de fréquentation ainsi que la durée que les étudiants y passent. Les résultats de ces mesures sont présentés dans la figure suivante.

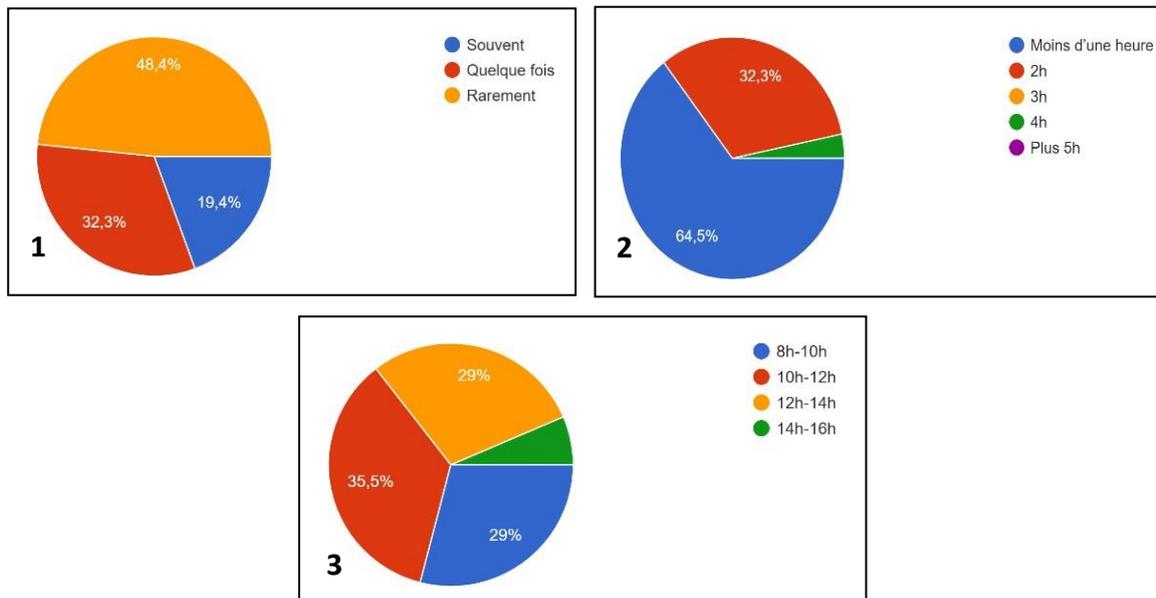


Figure 60: Les résultats de fréquentation et des périodes d’Affluence à la salle de lecture (Source : auteur 2023)

L'analyse de la fréquentation de la salle de lecture est essentielle pour comprendre le comportement des étudiants vis-à-vis de cet espace. Les résultats montrent que 48,4% des étudiants y viennent rarement, tandis que 32,3% la fréquentent de temps en temps et 19,4% y viennent souvent.

Le graphe 2 présente les données sur la durée d'occupation de la salle de lecture par les étudiants. Il révèle que la plupart des étudiants (64,5%) y passent moins d'une heure, tandis que 33,3% y restent environ deux heures et seulement 3,2% y séjournent pendant quatre heures. Ces résultats sont pertinents pour évaluer le confort visuel de la salle car ils montrent que la durée de présence des étudiants est significative. Ainsi, nous pouvons en conclure que l'ambiance générale de la salle est acceptable.

Le troisième graphique montre les heures de la journée où la salle de lecture est la plus fréquentée. Les créneaux horaires les plus importants sont de 10h à 12h, représentant 35,5% de la fréquentation, suivis de près par la période de 12h à 14h, qui représente 29% de la fréquentation, ainsi que la période de 8h à 10h. Il est nécessaire de tenir compte de ces horaires lors de la réalisation de la simulation numérique.

### **Partie 2 : Confort visuel**

- Les résultats de l'enquête sur la satisfaction des utilisateurs de l'éclairage dans la salle de lecture sont présentés sous forme de diagramme circulaire ci-dessous

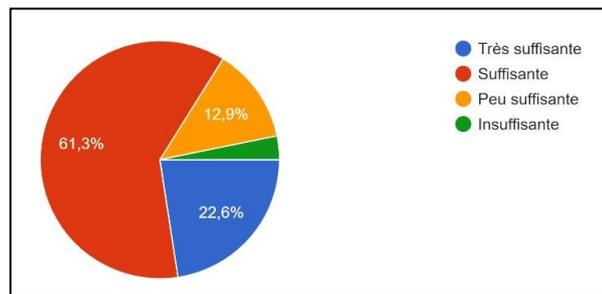


Figure 61: Les résultats de l'éclairage naturel dans la salle de lecture  
(Source : Auteur, 2023)

La figure ci-dessous représente les résultats d'une enquête portant sur la perception de l'éclairage dans une salle de lecture. Selon cette enquête, 61,3 % des usagers ont estimé que l'éclairage était suffisant, ce qui est un aspect positif pour assurer le confort visuel dans cette pièce. De plus, 22,6 % des usagers ont jugé la lumière très suffisante, tandis que 12,9 % ont trouvé qu'elle était insuffisante.

- Le graphique ci-dessous représente l'évaluation de la présence des rayons de soleil directs dans la salle de lecture.

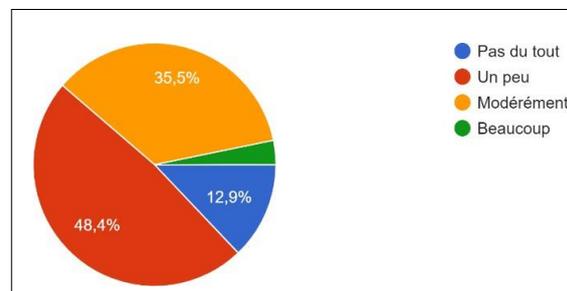


Figure 62: Les résultats de l'influence des rayons directs du soleil  
(Source : Auteur, 2023)

Selon le graphique, on peut observer que 48,4% des étudiants ont une opinion modérée à l'égard de la présence des rayons solaires, tandis que 35,5% des usagers ont une opinion négative et

peu apprécient leur présence. Enfin, il est à noter que 12,9% des étudiants ont été dérangés par la présence directe des rayons solaires à l'intérieur de l'espace de lecture.

- La figure ci-dessous montre la présence des taches solaires sur le plan de travail dans la salle de lecture

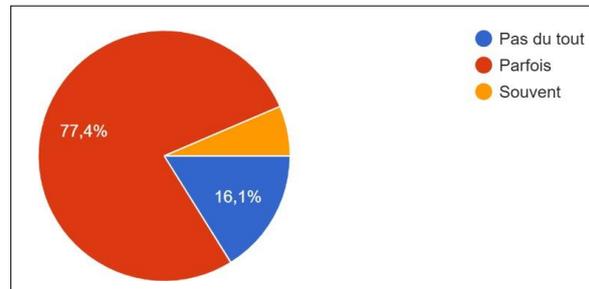


Figure 63: Les résultats de la réception des taches solaires  
(Source : Auteur, 2023)

Selon le graphique, 77,4% des étudiants ont parfois des taches solaires sur leur plan de travail. En outre, 6,4% sont souvent gênés par ces taches solaires, en raison de l'utilisation de grandes surfaces vitrées sur les façades qui permettent aux rayons solaires de pénétrer de manière excessive.

- La figure ci-dessous illustre les différentes solutions adoptées en cas d'enseillement intense sur une table.

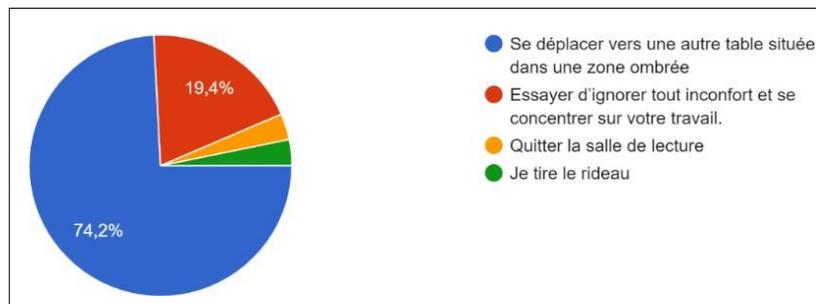


Figure 64: Les résultats de la répartition des individus en fonction de leur choix de solution  
(Source : Auteur, 2023)

D'après les données présentées dans le graphique, il est observé que lorsqu'il y a une forte luminosité solaire sur les tables, la majorité des individus, soit 74,2%, choisissent de se déplacer vers une autre table se trouvant dans une zone ombragée. En revanche, un pourcentage de 19,4% des personnes décident de faire abstraction de tout inconfort et de se concentrer sur leur travail.

- La représentation graphique ci-dessous montre les diverses réactions observées en fonction de la présence d'ombres perturbatrices sur la surface de travail.

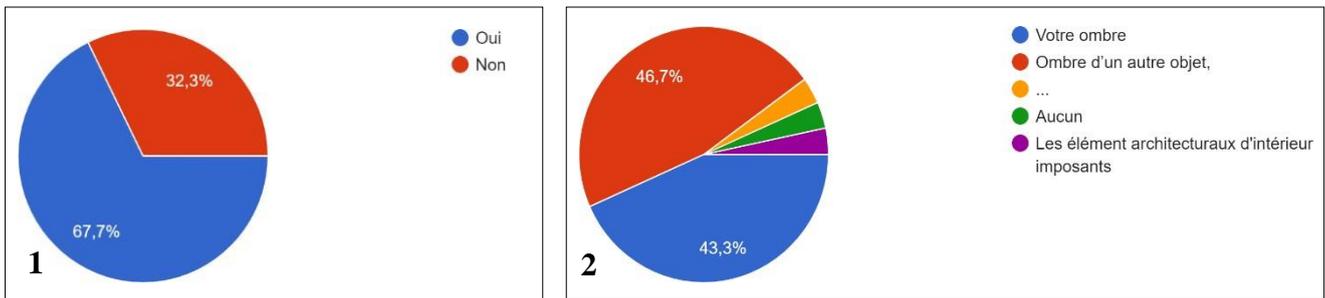


Figure 65: Résultats de l'impact des ombres perturbatrices sur la zone de travail et l'origine de l'ombre (Source : auteur, 2023)

La figure présentée illustre la présence d'ombres dans un espace de travail. Selon les résultats du premier graphique, 67,7 % des personnes interrogées sont affectées par des ombres gênantes, tandis que 32,3 % n'ont pas rencontré ce problème sur leur lieu de travail. Dans le deuxième graphique, qui concerne uniquement les personnes ayant confirmé la présence d'ombres gênantes, 43,3 % ont déclaré que la source de ces ombres était leur propre ombre, tandis que 46,7 % ont précisé que la source de ces ombres gênantes était due aux ombres projetées par les objets tels que les éléments architecturaux ou les séparateurs de table.

- La figure présentée ci-dessous illustre la problématique de la fatigue oculaire ainsi que les facteurs à l'origine de celle-ci.

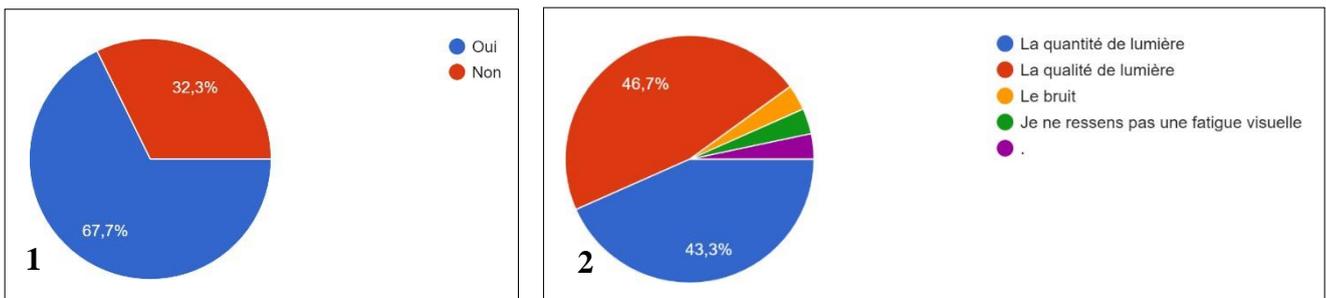


Figure 66: Les résultats de problème de la fatigue visuelle et la cause de la fatigue (Source : auteur, 2023)

D'après les données présentées dans le premier graphique, il ressort que 67,7 % des étudiants éprouvent de la fatigue visuelle, tandis que 32,3 % des étudiants ont répondu par la négative. Dans le deuxième graphique, pour les étudiants ayant signalé une fatigue visuelle, une grande majorité (46,7 %) a attribué la cause à la qualité de la lumière, tandis que 43,3 % des étudiants ont évoqué la quantité de lumière comme étant la cause de leur fatigue visuelle.

- Le graphique ci-dessous illustre les différentes sensations associées au confort visuel ressenti dans la salle de lecture

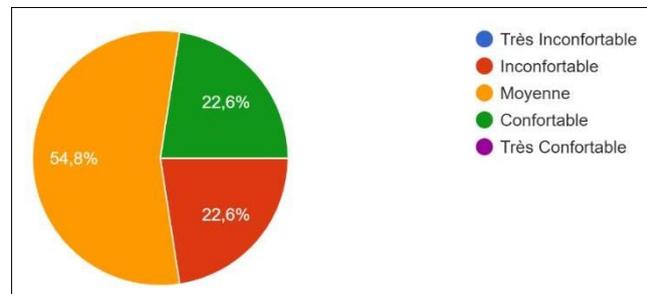


Figure 67: Les résultats de l'impact visuel sur le confort en salle de lecture  
(Source : auteur, 2023)

D'après les informations présentées dans le graphique ci-dessous qui illustre les sensations perçues par les usagers de la salle de lecture, on peut constater que 46,7% d'entre eux ont rapporté une expérience de lecture confortable. En outre, il est à noter que la même proportion de 22,6% des occupants ont qualifié leur sensation comme étant à la fois moyenne et inconfortable.

### **Partie 3 : Confort sonore**

- Le graphique présenté ci-dessous illustre l'évaluation de la qualité de l'écoute dans la salle de lecture.

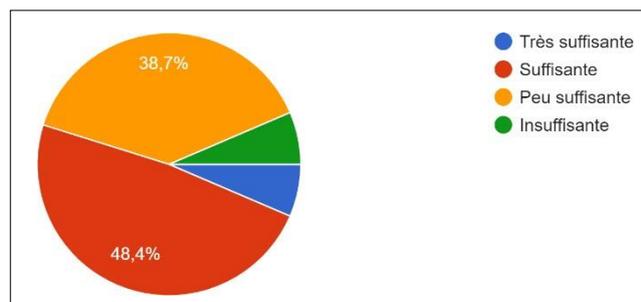


Figure 68: Les résultats de l'évaluation de la sensation de l'écoute dans la salle de lecture.  
(Source : auteur, 2023)

D'après le graphique, presque la moitié des étudiants (soit 48,4 %) ont considéré que la qualité de l'écoute dans la salle de lecture était suffisante. En revanche, 38,7 % des étudiants ont estimé que la qualité de l'écoute était légèrement insuffisante. Seulement 6,5 % des utilisateurs ont signalé une qualité d'écoute très suffisante.

- La figure présentée ci-dessous illustre la réverbération et le phénomène de la résonance dans la salle de lecture

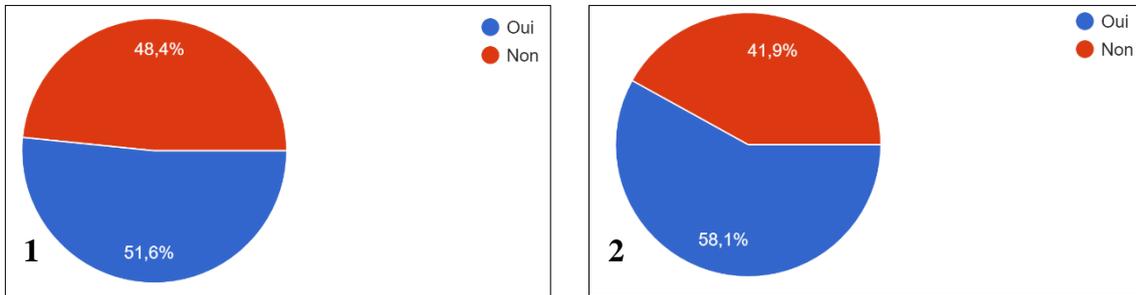


Figure 69: Les résultats de retour et de résonance du son dans la salle de lecture.  
(Source : auteur, 2023)

La présentation graphique numéro 1 montre que plus de la moitié des utilisateurs, soit 51,6 %, ont confirmé la présence d'un phénomène de résonance (écho), tandis que 48,4 % ont répondu par la négative. En revanche, la figure 2 indique que la majorité des étudiants, soit 58,1 %, ont signalé la présence de réverbération dans la salle de lecture, tandis que 41,9 % ont répondu par la négative.

- La représentation graphique ci-dessous permet de visualiser les différentes origines du bruit qui peuvent se trouver à l'intérieur de la salle de lecture.

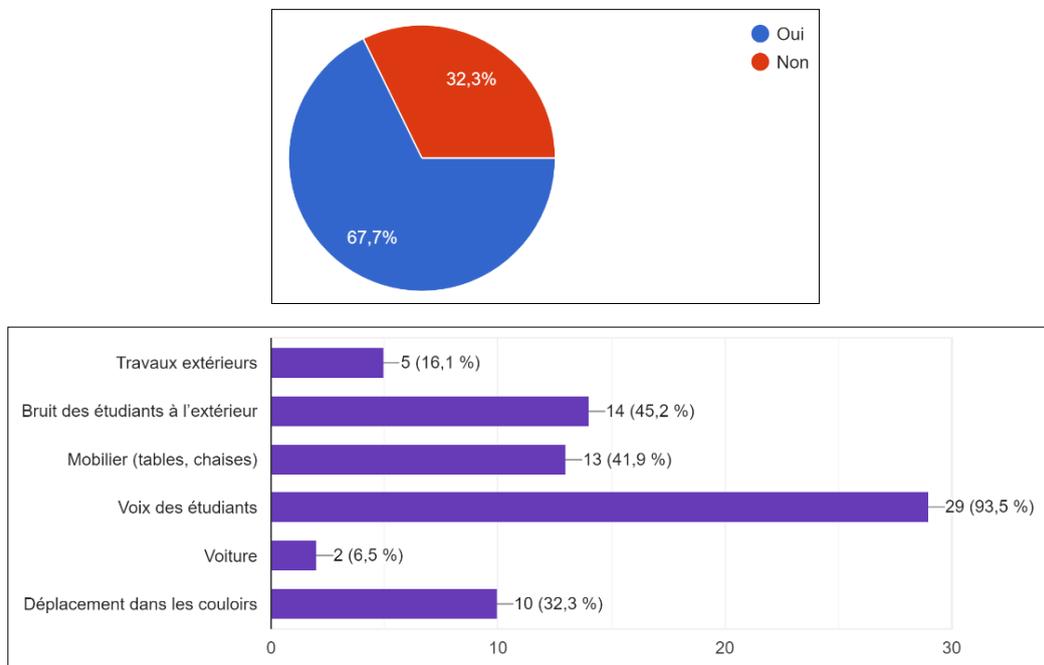


Figure 70: Les résultats de l'influence du bruit et les types qui existent dans la salle de lecture.  
(Source : auteur, 2023)

D'après le graphique, une majorité de 67,7 % des utilisateurs considèrent que la salle de lecture est sujette à des perturbations sonores, comprenant plusieurs sources de bruit. Selon le diagramme, les nuisances sonores les plus ennuyeuses sont la voix des étudiants, les déplacements dans les couloirs, le mobilier (tables et chaises) et le bruit provenant de l'extérieur.

- Le graphique présenté ci-dessous met en évidence la nécessité de réaliser une étude acoustique pour la salle de lecture.

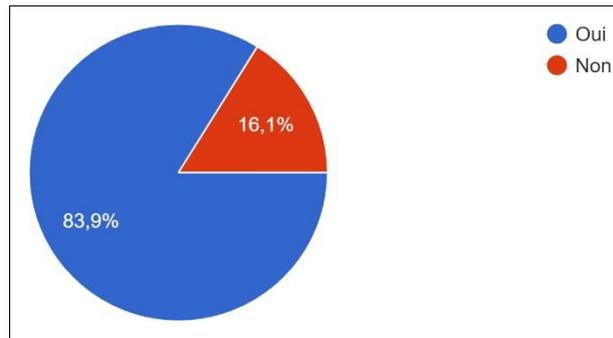


Figure 71: obligation d'élaborer une étude acoustique.  
(Source : auteur, 2023)

Selon les réponses des personnes interrogées, une grande majorité de 83,9 % est d'avis que la salle de lecture nécessite une étude acoustique. En revanche, 16,1 % estiment que la qualité sonore et l'ambiance acoustique sont satisfaisantes.

- Le graphique ci-dessous illustre les différentes sensations associées au confort sonore ressenti dans la salle de lecture

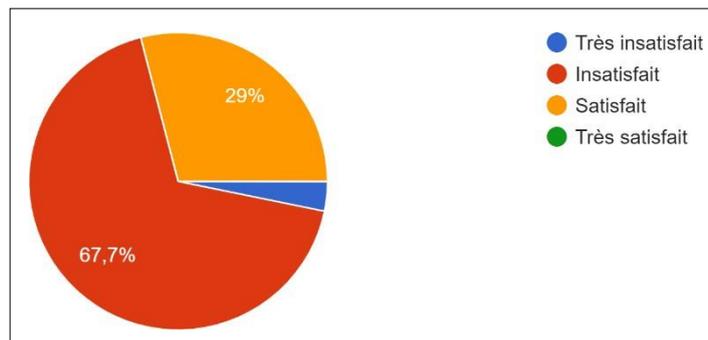


Figure 72: Les résultats de l'impact sonore sur le confort en salle de lecture  
(Source : auteur, 2023)

Selon les données figurant dans le graphique ci-dessous, qui représente les différentes perceptions de confort sonore des utilisateurs de la salle de lecture, la majorité, soit 67,7%, considèrent que le niveau de confort est insatisfaisant. En outre, il convient de souligner que 29% des occupants ont exprimé leur satisfaction en qualifiant leur sensation de confort sonore comme étant satisfaisante.

## **Synthèse**

D'après l'analyse du questionnaire et les réponses des étudiants, il semblerait que la lumière dans la salle de lecture soit inégale et peu suffisante, avec des taches de lumière acceptables. Cependant, les utilisateurs de la bibliothèque ont exprimé leur confort visuel, bien que cela soit une impression subjective qui dépend des préférences de chaque individu et de l'ambiance lumineuse du lieu. En effet, les conditions lumineuses peuvent avoir un impact sur le bien-être d'une personne. Par ailleurs, les répondants ont signalé que le niveau sonore dans la bibliothèque était élevé et variait selon les zones, en raison de facteurs tels que les chuchotements, les bruits de pas et les sons extérieurs.

## **Conclusion**

Dans ce dernier chapitre de la partie pratique, nous avons présenté les résultats de nos simulations numériques réalisées à l'aide des logiciels "Ecotect" et "Radiance". L'objectif était de vérifier si nos hypothèses de départ étaient valides ou non. Les résultats obtenus ont été comparés aux normes pour évaluer la qualité de l'éclairage et de l'acoustique dans l'espace étudié.

D'après nos observations, l'espace au niveau du rez-de-chaussée bénéficie d'un bon éclairage malgré quelques problèmes d'éblouissement et de taches solaires. En revanche, l'espace au dernier étage est sombre en raison de l'orientation et du type de vitrage utilisé.

Par ailleurs, nos résultats ont confirmé que la salle de lecture dispose d'une qualité acoustique acceptable. Cependant, nous avons identifié quelques problèmes liés à la réflexion excessive des ondes sonores qui entraîne une réverbération. Ce phénomène a été confirmé par les réponses des personnes interrogées dans le cadre d'un questionnaire, qui ont noté une confusion dans la clarté du son. Nous pensons que la réverbération est causée par la forme ou les matériaux de construction utilisés.

## ***CONCLUSION GENERALE***

## **Conclusion générale**

Les espaces de lecture sont considérés comme sensibles car la lecture nécessite une concentration et une attention soutenues, rendant les lecteurs particulièrement vulnérables aux perturbations externes. Par conséquent, pour favoriser une expérience de lecture optimale, il est crucial de créer un environnement approprié qui réduira les distractions et offrira un cadre confortable pour permettre aux lecteurs de se concentrer pleinement sur le contenu. Un bon confort visuel et sonore est donc essentiel pour créer un espace de lecture confortable et agréable, permettant ainsi aux lecteurs de se plonger dans leur lecture sans être perturbés par des facteurs externes.

L'éclairage naturel et la qualité sonore sont deux aspects clés de l'environnement de lecture. La qualité de la lumière naturelle dépend de divers facteurs tels que le type de ciel, la saison, l'orientation et l'environnement environnant du bâtiment. Pour assurer un confort visuel optimal, il est important de maintenir des niveaux adéquats d'éclairement et de luminance, ainsi que de considérer la manière dont la lumière se propage dans l'espace. De plus, pour assurer une qualité de confort acoustique, il est important de prendre en compte les matériaux utilisés pour les parois intérieures et de maintenir des niveaux appropriés de grandeurs physiques telles que l'écho et la réverbération, qui peuvent nuire à l'intelligibilité du son.

Dans cette recherche, l'objectif était d'évaluer l'environnement lumineux et sonore de la salle de lecture de la bibliothèque du campus el-Kseur à Bejaïa afin de déterminer si l'éclairage naturel et la qualité sonore de la salle de lecture répondent aux exigences en termes de confort visuel et acoustique des usagers. Cette étude a été divisée en trois parties: une approche théorique pour mieux comprendre les concepts liés à la recherche et se familiariser avec le sujet, une évaluation de l'environnement lumineux et sonore intérieur à travers deux méthodes de recherche complémentaires (une méthode empirique basée sur des mesures qualitatives in situ et une simulation numérique à l'aide de logiciels spécifiques pour évaluer la lumière naturelle et la qualité sonore dans la salle de lecture) et une enquête auprès des usagers de l'espace grâce à un questionnaire.

Cette recherche fournit des informations pour aider les concepteurs d'espaces de lecture et les bibliothécaires à créer des environnements de lecture confortables et agréables pour les utilisateurs. Les résultats de l'étude peuvent être utilisés pour améliorer l'expérience de lecture dans les bibliothèques et autres espaces de lecture.

## **Recommandations spécifiques**

Les recommandations que nous pouvons faire pour la bibliothèque du campus El-Kseur sont :

- Prévoir des moyens de protection contre le soleil, tels que des débords de toiture ou des rideaux, afin de réduire le risque d'éblouissement.
- Utilisation des brises soleil ou les avancées construite horizontale ou vertical pour contrôler la lumière.
- Choisir un arrangement intérieur et des meubles appropriés.
- Traitement acoustique : l'installation de panneaux acoustiques sur les murs et les plafonds peut aider à absorber les réverbérations sonores dans la salle, ce qui réduit l'écho et améliore la clarté du son.
- Installation de portes et fenêtres insonorisées : l'utilisation de portes et fenêtres insonorisées peut réduire le bruit provenant de l'extérieur de la pièce.
- Positionnement du mobilier : Le positionnement du mobilier peut aider à réduire les réverbérations sonores.

## **Recommandations générales**

Afin d'améliorer le bien-être acoustique et visuel dans les endroits réservés à la lecture, il est conseillé de prendre en compte les éléments suivants :

- Il s'agit d'optimiser l'orientation de l'espace afin de tirer le meilleur parti possible de l'éclairage naturel.
- Installer des ouvertures zénithales afin de créer un éclairage uniforme.
- Pour une meilleure diffusion de la lumière, il est recommandé d'utiliser des couleurs claires à l'intérieur de l'espace de lecture.
- L'utilisation de la lumière zénithale permet de réduire la consommation d'énergie et l'impact environnemental d'un bâtiment en exploitant la lumière naturelle du soleil pour éclairer l'intérieur de manière efficace tout au long de la journée.
- Il est recommandé d'utiliser un taux de vitrage de 60% pour les ouvertures latérales afin d'obtenir une répartition homogène de la lumière dans l'ensemble de la salle de lecture.
- Utiliser un logiciel de simulation tel que (Ecotect) pour réaliser une analyse acoustique préliminaire, afin de choisir les formes et les matériaux les plus appropriés pour garantir une qualité sonore optimale.
- Conception de la forme de la pièce : La forme de la salle peut affecter la qualité sonore. Une forme rectangulaire avec des murs parallèles peut causer des problèmes de réverbération,

tandis qu'une forme irrégulière avec des surfaces inclinées peut aider à diffuser le son dans toute la salle.

- Isolation phonique : l'installation de matériaux isolants phoniques dans les murs, les plafonds et les sols peut aider à réduire la transmission du son à l'intérieur et à l'extérieur de la pièce, ce qui réduit les distractions.
- L'utilisation de tables et de chaises dotées de patins souples permet de réduire les bruits de transmission solide.

### **Les limites de la recherche**

Parmi les difficultés que nous avons rencontrées au cours de notre recherche, nous pouvons mentionner :

- La durée de la recherche.
- L'absence de moyens de prise de mesure, il n'était pas possible d'utiliser un appareil photo spécialisé, ce qui a contraint à utiliser un smartphone pour effectuer les mesures nécessaires.
- La collecte des questionnaires a posé des difficultés lors de l'étude qualitative de la recherche.
- Nous avons perdu un peu de temps car le logiciel de simulation de lumière ne nous permet pas d'entrer la bibliothèque en 3D.
- Nous n'avons pas pu effectuer les prises de mesures correctement pendant la période de mesure en raison de la présence des élèves.

### **Perspectives de recherche**

Les résultats obtenus ouvrent la voie à de nouvelles perspectives de recherche, afin d'assurer le développement des recherches futures. Parmi ces perspectives, il est notamment proposé de se concentrer sur les axes suivants :

- Comment le confort visuel peut affecter l'état psychologique d'une personne ?
- L'étude a pour objectif de trouver les formes et les matériaux qui permettent d'assurer une qualité sonore optimale dans les espaces architecturaux en se concentrant sur les aspects acoustiques.
- Comment le choix du type de vitrage peut impacter le confort visuel et acoustique dans les salles de lecture ?

## ***BIBLIOGRAPHIE***

## **Bibliographie**

- Aktouf, O. (1987). Management et théories des organisations. Éditions La Découverte.
- Astolfi, A., & Pellerey, F. (2008). Subjective and objective assessment of acoustical and overall environmental quality in Library lecturers rooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 123, 163-173.
- Astolfi, A., Corrado, V., & Griginis, A. (2008). Comparison between measured and calculated parameters for the acoustical characterization of small classrooms. *Applied Acoustics*, 69, 968-976.
- Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (AFSSE). (2004). Impacts sanitaires du bruit : Etats des lieux, indicateurs bruit/santé. Récupéré sur <http://ufcna.com/Bruit-impact-sante-AFSSE.pdf>
- BRADLEY, J. S. (2009). La conception acoustique de salles destinées à la communication orale. *Solution constructive*, n°51. Récupéré sur <http://irc.nrcnrc.gc.ca>
- Bendekich Selma, I. (2017). L'introduction de l'enseignement de la musique dans les écoles primaires en Algérie. Université Paris-Sorbonne.
- Bradley, J. S. (2009). La conception acoustique de salles destinées à la communication orale. *Solution constructive*, 51. Retrieved April 19, 2011, from [www.http://irc.nrcnrc.gc.ca](http://www.http://irc.nrcnrc.gc.ca).
- Bistafa, S. R., & Bradley, J. S. (2000). Reverberation time and maximum background-noise level for classrooms from a comparative study of speech intelligibility metrics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 107, 861-875.
- Bradley, J. S. (1986). Speech intelligibility studies in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 80(3), 846-854. doi: 10.1121/1.394088
- CAPS - Cellule Audition de Paris-Sud. (2003). In AFSSE, Impact sanitaire du bruit (November 2004), 185.
- Cantié, P., Lebertois, F., Lupone, L., & al. (2012). La lumière dans les bibliothèques. Presses de l'enssib.
- Cloud, C. (2015). Acoustique du bâtiment et de l'environnement. Récupéré sur [www.general-acoustics.fr](http://www.general-acoustics.fr)
- COUSIN, J. (1980). L'espace vivant. Editions du Moniteur.
- CNERIB. (2004). Document technique réglementaire DTR C3.1.1, Isolation acoustique des parois aux bruits aériens : Règles de calcul. Alger : Editions CNERIB.
- Daich, S. (2019). Modélisation du système anidolique pour un environnement lumineux intérieur intégré [Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider].
- ENERGIEPLUS. (S.d.). [Titre non spécifié]. Récupéré sur <https://energieplus-lesite.be/>
- Faure, D. (2006). Confort visuel. Edition AMO QEB.

- Futura Sciences. (S.d.). Sciences, santé, planète. [En ligne] <https://www.futura-sciences.com/>
- Franchini, A., et al. (1995). Pollution sonores et prestations acoustiques dans les édifices scolaires. (Page consultée le 12/05/2011).
- Guillemin, A. (1882). Le son : notions d'acoustique physique et musicale. 281 p.
- Hamayon, L. (2014). Comprendre simplement l'acoustique des bâtiments (éd. 3e édition). Edition Le Moniteur.
- Hodgson, M., & Nosal, E. (2002). Effect of noise and occupancy on optimal reverberation times for speech intelligibility in classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111(2), 931-939.
- Hodgson, M. (2002). Rating, ranking, and understanding acoustical quality in university classrooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, 112(2), 568-575. doi: 10.1121/1.1497624
- Hamayon, L. (2006). Réussir l'acoustique d'un bâtiment (2e éd.). Le Moniteur.
- Isover. (2005). Isolation acoustique.
- International Association of Lighting Designers (IALD). (2017). *Lighting Handbook: Reference and Application*. Littleton, CO : IALD.
- Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire. (2003, 20 Juillet). Conventions Et Accords Internationaux - Lois Et Décrets Arrêtés, Décisions, Avis, communications et annonces (publication n° 43). <https://www.joradp.dz/FTP/jofrancais/2003/F2003043.pdf>
- Jedidi, M., & Soussi, C. (2013). Acoustique du bâtiment : Cours et exercices corrigés. Récupéré sur [www.researchgate.net/publication/291697557](http://www.researchgate.net/publication/291697557)
- Khadraoui, M. A. (n.d.). Cours de Acoustique des bâtiments.
- Kahn, L. J. (2003). Silence et lumière. Le Linteau.
- Lahaye, J.-P., Mersch, S., De Vroey, D., Adnet, M.-N., Saelmackers, F., Mulnard, A., . . . Wagelmans, J. (2021). Le point sur l'isolation acoustique. Centre de Référence professionnelle bruxellois, Bruxelles-Environnement, Eco-construction, Innoviris.
- LAEDLEIN, H. (1978). [Titre non spécifié].
- Le Corbusier. (1960). Précisions sur un état présent de l'architecture et de l'urbanisme. Vincent Freal et Cie.
- Liébard, A., & De Herde, A. (2005). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*. Observ'ER, Le Moniteur.
- Matthieu, E. (2016). Confort acoustique des bâtiments (les grandes notions). Cerema
- M. HAP. (1990). Confort et bruit dans les espaces de travail. Aide-mémoire de l'hygiéniste du

travail, 5, 39-56.

- Montenegro Iturra, O. (2011). L'éducation à la citoyenneté dans les manuels scolaires d'histoire en Argentine et au Chili. Université Paris-Sorbonne.

- National Research Council Canada. (n.d.). Home - National Research Council Canada. <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/>

- Neufert, E. (2009). Les éléments des projets de construction (K. Ansquer, Y. Benderitter, U. à Benderitter, J. Helwig, P. Helwig, U. Keller, ... Y. Minssart, Trans.). Dunod.

- OnlineConvertFree. (S.d.). Convertisseur de fichiers en ligne - Convertir des fichiers de et vers n'importe quel format. [En ligne] <https://onlineconvertfree.com/>

- Oberdörster, M., & Tiesler, G. (2006). Ergonomie acoustique des locaux scolaires. Institut Fédéral pour la Santé et la Sécurité des Travailleurs en Allemagne.

- Rapin, J.-M. (2017). L'acoustique du bâtiment-Manuel professionnel d'entretien et de réhabilitation. Éditions Eyrolles. Van Tran, B. (1996). Acoustique architecturale. Office des Publications Universitaires.

- Recommandation pratique css05. (2008). Assurer le confort acoustique. Guide pratique pour la construction et la rénovation durables de petits bâtiments.

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

- RICHTER, B. (1988). [Titre non spécifié].

- Semidor, C. (2005). La qualité sonore des espaces recevant les tout-petits. Colloque européen « Construire avec les sons », 17/18 mars 2005. (Consulté le 15/04/09) [En ligne] <http://rp.urbanisme.equipement.gouv.fr>.

- Shield, B., & Dockrell, J. (2003). The effect of noise on children at school: A review. *Journal of Building Acoustics*, 10, 97-106. <http://www.architecture.com/Files/>

- Société Suisse d'Acoustique (SGA). (2004). Recommandation relative à l'acoustique des salles de classe et autres locaux destinés à la parole. Retrieved April 20, 2011, from [www.sga-ssa.ch](http://www.sga-ssa.ch).

- Tayeb, K. (2019). Utilisation des systèmes experts dans l'évaluation des ambiances lumineuses intérieures. Cas des algorithmes génétiques et/ou logique floue [Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider].

- Van der Laan, H. (1989). L'espace architectonique : quinze leçons sur la disposition de la demeure humaine. Brill Académique Pub.

- Von Meiss, P. (1985). L'Art de l'architecture et l'urbanisme : Une méthode d'enseignement. Editions Eyrolles.

- Zannin, P. H. T., & Marcon, C. R. (2007). Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms. *Applied Ergonomics*, 38, 675-680. doi: 10.1016/j.apergo.2006.10.006.

## ***LES ANNEXES***

## Annexe

### Questionnaire

Ce questionnaire fait partie d'un projet de recherche pour un mémoire de master 2 en architecture sur le thème « **Évaluation lumineuse et sonore des espaces de lecture** ». Cas Bibliothèque 750 place, campus El Kseur, université de Bejaia

Nous vous serions reconnaissants si vous pouviez répondre à ce questionnaire, car vos réponses nous aideraient à améliorer la conception architecturale de ce type d'espace à l'avenir. Votre coopération est très appréciée et nous vous remercions par avance.

**1. Vous êtes :**

Homme

Femme

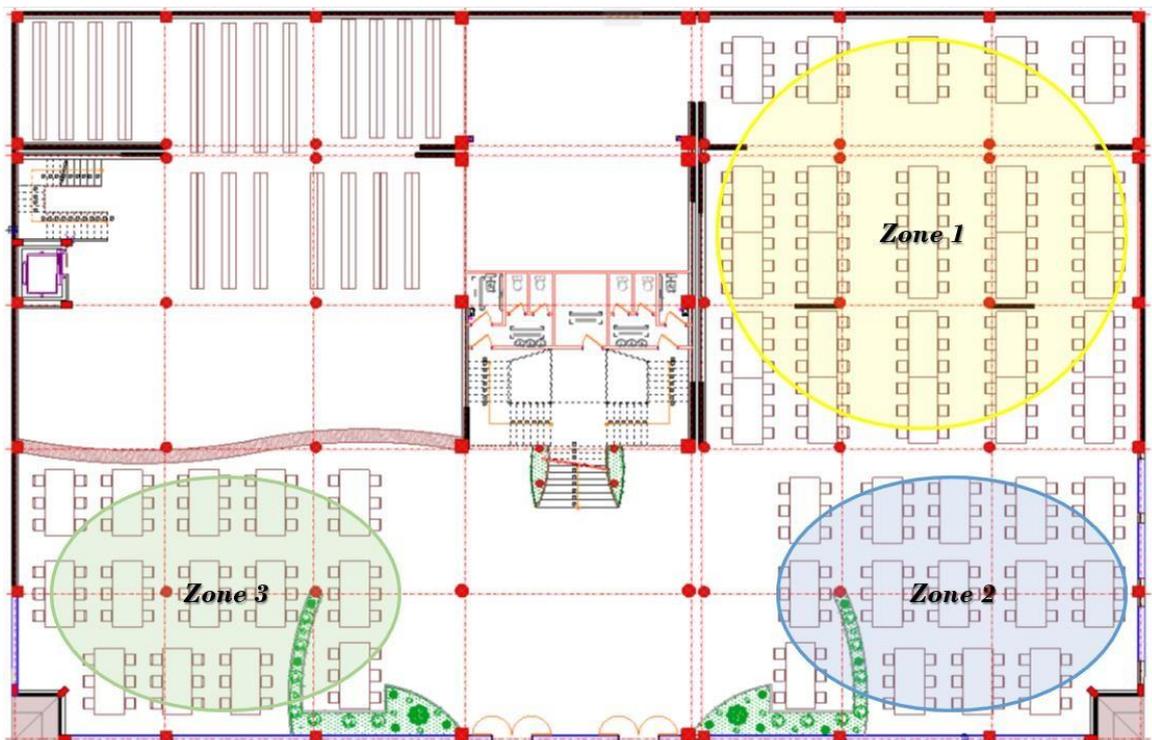
**2. Vous êtes :**

Etudiant

Enseignant

**3. Vous avez quel âge ? ..... ans**

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



**5. Vous fréquentez cette salle de lecture :**

- Souvent
- Quelques fois
- Rarement

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

- Moins d'une heure
- 2h
- 3h
- 4h
- Plus 5h

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

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

**8. Vous travaillez sur :**

- Papiers (livres, cahiers, document, ...)
- Ordinateurs
- Les deux

**I. Confort visuel :**

**1. Que pensez-vous de l'éclairage naturel présent dans cette salle de lecture ?**

- Très suffisante
- Suffisante
- Peu suffisante
- Insuffisante

**2. Comment jugez-vous l'éclairage de votre surface de travail (table) ?**

- Très suffisante
- Suffisante
- Peu suffisante
- Insuffisante

**3. Appéciez-vous la présence du rayonnement solaire directe dans la bibliothèque ?**

- Pas du tout
- Un peu
- Modérément
- Beaucoup

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

- Pas du tout
- Parfois
- Souvent

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

- Pas du tout
- Un peu
- Modérément
- Beaucoup

**6. Que faites-vous lorsque les rayons du soleil sont trop intenses sur votre table ?**

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

.....  
.....

**7. Est-ce que vous remarquez la présence d'ombres qui vous dérangent sur votre surface de travail (table) ?**

- Oui
- Non

**8. Si oui, quel est l'origine de l'ombre**

- Votre ombre
- Ombre d'un autre objet,

Lequel.....  
.....

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

- Oui
- Non

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

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

.....  
.....

**II. Comment vous jugez votre sensation (le confort visuel) dans cette salle de lecture ?**

- Très Inconfortable
- Inconfortable
- Moyenne
- confortable
- Très Confortable

**II. Confort Sonore :**

**1. Comment vous évaluez votre sensation d'écoute dans cette salle de lecture ?**

- Très suffisante
- Suffisante
- Peu suffisante
- Insuffisante

**2. Quelle sont les différentes source de bruit à l'intérieur de la salle de lecture ?**

- Travaux extérieurs
- Bruit des étudiants à l'extérieur
- Mobilier (tables, chaises)
- Voix des étudiants
- Voiture
- Déplacement dans les couloirs
- Autres :

.....

**3. Quelles sont les horaires sensibles au bruit ?**

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

**4. Est-ce que vous entendez un retour du son dans la salle de lecture (répétition des sons) ?**

- Oui
- Non

**5. Est-ce que cette répétition du son que vous entendez vous dérange ?**

- Oui
- Non

**6. Est que vous entendez une résonance du son dans l'auditorium (retour du son avec augmentation) ?**

- Oui
- Non

**7. Est-ce ses bruits influent sur votre rendu ?**

- Oui
- Non

**9. L'influence négative du bruit est sur :**

- La concentration
- La fatigue
- L'humeur
- Irritabilité

**10. Est-ce que vous pensez que cette salle de lecture a besoin d'une étude acoustique ?**

- Oui
- Non

**11. Quelle est votre sensation et votre satisfaction vis-à-vis le problème de bruit dans votre établissement ?**

- Très insatisfait
- Insatisfait
- Satisfait
- Très satisfait

**Merci beaucoup pour votre coopération.**