



République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université SAAD DAHLEB - BLIDA –

Faculté de technologie – Institut d'architecture

Intention de recherche pour un mémoire de Master2 en Architecture

Option : ARCHIBIO

Vérification du confort visuel dans la salle de lecture de la bibliothèque de l'Institut d'architecture - BLIDA -

Elaboré par : - Belkaid Lyes .
- Benguergoura Lotfi .

Encadré par : - Mme Maachi.I .

Soutenu publiquement le : 28-06-2016

Liste des figures :

Fig01 : répartition du spectre solaire .Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech .**

Fig02 : Le rayonnement solaire . Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech .**

Fig03 : Exemples de différents types de ciels . Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech**

Fig04 : position du soleil suivant les saisons . Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech**

Fig05 : Axe d'inclinaison du globe terrestre . Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech .**

Fig06 :Mouvement Vertical du soleil (vu d'un observateur)

Fig07 : les grandeurs photométriques de la lumière naturelle. Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech .**

Fig08 : la réflexion . Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech .**

Fig09 : la transmission . Source : **L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech .**

Fig10 : Institut d'architecture.Source : google earth .

Fig11 : La bibliothèque des sciences de l'ingénieur.Source : Google earth .

Fig12 : Plan de la bibliothèque.

Fig13 : La salle de lecture, état des lieux et vue sur l'extérieur.

Fig14 : Echelle du niveau d'éclairément lu sur les simulations .

Fig 15 : hauteurs du soleil suivant les saisons,shématisées .

Fig16 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Mars à 09h .

Fig17 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Mars à 12h .

Fig18 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Mars à 16h .

Fig19 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Juin à 09h .

Fig20 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Juin à 12h .

Fig21 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Juin à 16h .

Fig22 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Décembre à 09h .

Fig23 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Décembre à 12h .

Fig24 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Décembre à 16h .

Fig25 : interface du logiciel de simulation 3DS MAX sur la salle de lecture ,avec réglages sur le coté .

Fig26 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Décembre à 09h .

Fig27 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Décembre à 12h .

Fig28 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Décembre à 16h .

Fig29 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Mars à 09h .

Fig30 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Mars à 12h .

Fig31 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Mars à 16h .

Fig32 : simulation des niveaux d'éclairément de la journée de 21 Juin à 09h .

Fig33 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig34 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .
Fig35 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 09h .
Fig36 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 12h .
Fig37 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 16h .
Fig38 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 09h .
Fig39 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig40 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .
Fig41 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 09h .
Fig42 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 12h .
Fig43 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 16h .
Fig44 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 09h .
Fig45 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 12h .
Fig46 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 16h .
Fig47 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 09h .
Fig48 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig49 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .
Fig50 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 09h .
Fig51 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 12h .
Fig52 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 16h .
Fig53 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 09h .
Fig54 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 12h .
Fig55 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 16h .
Fig56 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 09h .
Fig57 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig58 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .
Fig59 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 09h .
Fig60 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 12h .
Fig61 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 16h .
Fig62 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 09h .
Fig63 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 12h .
Fig64 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 16h .
Fig65 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 09h .
Fig66 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig67 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .
Fig68 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 09h .

Fig69 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 12h .
Fig70 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 16h .
Fig71 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 09h .
Fig72 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 12h .
Fig73 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 16h .
Fig74 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 09h .
Fig75 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig76 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .
Fig77 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 09h .
Fig78 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 12h .
Fig79 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Décembre à 16h .
Fig80 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 09h .
Fig81 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 12h .
Fig82 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Mars à 16h .
Fig83 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 09h .
Fig84 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 12h .
Fig85 : simulation des niveaux d'éclairement de la journée de 21 Juin à 16h .

Liste des graphes :

Graph01 : trajectoire du soleil .

Graph02 : La durée moyenne d'insolation à Alger et ces environ (source ONM, moyenne relevée de 2000 à 2013, station de Dar-El-Beida, Alger) .

Graph03 les niveaux d'éclairement enregistrés durant les trois périodes de la journée du 19 Avril 2016

Graph04 :Secteurs démontrant le pourcentage des occupants préférant s'asseoir devant la fenêtre

Graph05 :Secteurs démontrant le pourcentage des occupants qualifiant la quantité de lumière du jour reçue

Graph06 : Secteurs démontrant l'éblouissement subi par les occupant de la salle de lecture

Graph07 : Secteurs démontrant l'appréciation des occupants face aux dimensions des fenêtres de la salle de lecture .

Graph08 : Diagrammes des niveaux d'éclairement des trois (03) mois .

Graph09 : Diagrammes des niveaux d'éclairement des trois (03) mois .

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Besoins biologiques satisfaits par une vue sur l'extérieur (source: Dubois C, 2006)

Tableau02 : le tableau "d'éclairage moyen à maintenir" selon L'association française de l'éclairage (AFE)

Tableau03 : niveaux d'éclairage recommandés par le RGPT et la norme NBN L 13-006 .

Tableau04 :niveaux d'éclairage relevés le 19 Avril à 09h .

Tableau05 :niveaux d'éclairage relevés le 19 Avril à 12h .

Tableau06 :niveaux d'éclairage relevés le 19 Avril à 16h .

Tableau07 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars à 09h

Tableau08 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars à 12h

Tableau09 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars à 16h

Tableau10 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin à 09h .

Tableau11 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin à 12h .

Tableau12 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin à 16h .

Tableau13 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre à 16h .

Tableau14 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre à 16h .

Tableau15 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre à 16h .

Tableau16 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau17 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau18 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Tableau19 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau20 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau21 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Tableau22 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau23 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau24 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Tableau25 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau26 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau27 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Tableau28 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau29 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau30 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Tableau31 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau32 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau33 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Tableau34 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Décembre .

Tableau35 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars .

Tableau36 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Juin .

Bibliographie :

Dirahoui, Mohamed .A (2015). *Caractérisation de la qualité de l'environnement lumineux à l'intérieur des ateliers d'architecture à l'EPAU* . Mémoire de magister Post-Graduation « qualité environnementale architecture et paysage », Option « architecture et environnement »

Belakehal, A. (2006). *Étude des aspects qualitatifs de l'éclairage naturel dans les espaces architecturaux, cas des milieux arides à climat chaud et sec.* Thèse de doctorat. Université Khider Mohamed, Biskra.

Gallas Mohamed Anis (2009). *Lumière naturelle en phase de conception, quels outils/méthodes pour l'architecte* . Mémoire de Master Design Global. ENSA de Nancy

Dubois-Poulsen, A., Bessou, p. (1978). *La fatigue visuelle.* In : Vision-travail. Colloque international, Rodez-Toulouse, 23 - 25 novembre 1978. Rodez-Toulouse, IRACT. 109-110.

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

Phillips, D. (2012). *Daylighting, Natural Light in Architecture.* Taylor & Francis.

UCL Guide pratique Bruxelles Environnement: CSS06 - ENE06 - ENE13 .

ADEME, 2007, *Bureaux, écoles, mieux s'éclairer à coûts maîtrisés, ADEME, Syndicat de l'Éclairage, 2007*

ADEME, 2003, *Fiche « Mise en place de protections solaires fixes ou mobiles sur les façades exposées », ADEME, 2003*

L'éclairage naturel, Les guides Bio-tech, ouvrage réalisé à la suite d'un groupe de travail de l'ICEB, coordonné par Yannick Sutter (Le Sommer Environnement) avec les contributions de Hélène Michelson (TRIBU), Ivan Fouquet (Atelier BAM), Jean-François Autissier (ALTO Ingénierie), Ljubica Mudri et Jean-Dominique Lénard (De Luminae), Ulrich Sanson (ALTO Ingénierie) .

Neufert 7eme édition, par Ernest Neufert .

Webographie :

American National Standards Institute, ANSI RP-3-00. *Lighting for Educational Facilities*. Texte réglementaire. www.iesna.org).

Cours de Grégoire Chelkoff. (2009). [En ligne],
URL : www.grenoble.archi.fr/cours-enligne/chelkoff/L3C2-01-intro.pdf , université de Grenoble.

Cours en ligne de Balez, S.
<http://www.grenoble.archi.fr/etudes/cours-en-lignedetail.php?ref=balez-cours> .

Faure, D. *Éclairage artificiel*. Article publié dans « Envirobat », [en ligne],
URL : http://www.enviroboite.net/spip.php?page=document&id_document=77,.

Rapport public annuel (2009/2010) des Nations unies sur l'environnement (UNEP-SBCI). [en ligne],
URL : http://www.unep.org/sbci/pdfs/AGM2010-UNEP-SBCI_2009-2010_Public_Annual_Report_final.pdf.

Texte législatif britannique. *The Health and Safety (Display Screen Equipment) Regulations*.
Article 1992 no2792, [en ligne] URL : <http://www.legislation.gov.uk/uksi/1992/2792/made> .

Texte réglementaire, Norme en 12464-1. *Lighting of workplaces: Indoor work places*. [en ligne], URL: <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11814>,

Présentation du Master :

Préambule :

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tout les intervenants : décideurs politiques, maitres d'ouvrage, urbaniste, *architecte*, ingénieurs, paysagiste,...

La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatique associe une bonne *intégration au site*, *économie d'énergie* et emploi de *matériaux sains et renouvelable* ceci passe par une bonne connaissance du site afin de faire ressortir les potentialités bioclimatiques liées au climat et au microclimat, sans perdre de vue l'aspect fonctionnel, et l'aspect constructif.

La spécialité proposée permet aux étudiants d'approfondir leurs Connaissances de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural afin d'obtenir une conception en harmonie avec le climat.

La formation est complétée par la maîtrise de logiciels permettant la prédétermination du comportement énergétique du bâtiment, ainsi que l'établissement de bilan énergétique permettant l'amélioration des performances énergétique d'un bâtiment existant.

Objectifs pédagogiques:

le master ARCHIBIO est un master académique visant la formation d'architectes, la formation vise a la fois une initiation à la recherche scientifique et la formation de professionnels du bâtiment, pour se faire les objectifs se scindent en deux parties complémentaire :

- la méthodologie de recherche : initiation a l'approche méthodologique de recherche problématique; hypothèse, objectifs, vérification, analyse et synthèse des résultats.

- la méthodologie de conception : concevoir un projet en suivant une démarche assurant une qualité environnementale, fonctionnelle et constructive .

Méthodologie :

Après avoir construit l'objet de l'étude, formulé la problématique et les hypothèses , Le processus méthodologique peut être regroupé en cinq grandes phases:

1- *Elaboration d'un cadre de référence* dans cette étape il s'agit de recenser les écrits et autres travaux pertinents. expliquer et justifie les méthodes et les instruments utilisés pour appréhender et collecter les données

2- *Connaissance du milieu physique et des élément urbains et architecturaux d'interprétation appropriés*: connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire;... pour une meilleur intégration projet.

3- *Dimension humaine, confort et pratiques sociale* : la dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant a établir un équilibre entre l'homme et sont environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale .

4- *Conception appliquées" projet ponctuel "*: l'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centré sur le cheminement du projet, consolidé par un support théorique et scientifique, la finalité recherchée un projet bioclimatique viable d'un point de vue fonctionnel, constructif et énergétique.

5- *Evaluation environnementale et énergétique* : verification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétique a travers différents outils : référentiel HQE, bilan thermique , bilan thermodynamique, évaluation du confort, thermique, visuel,...

Sommaire du volume

I)- Chapitre introductif :

- Introduction générale.
- Problématique.
- Hypothèses.
- Objectif.
- Explication de la méthode .

II)- Etat de l'art :

- **1) L'éclairage naturel :**
 - 1-1) Introductions.
 - 1-2) Caractérisation de la lumière naturelle.
 - 1-3) Les caractéristiques physiques de la lumière naturelle.
- **2) Le confort visuel dans le bâtiment :**
- **3) Bibliothèque :**
 - 3-1) Introduction.
 - 3-2) Définitions de la bibliothèque.
 - 3-3) Type de bibliothèque.
 - 3-4) Eclairage naturel dans la bibliothèque.

III)- Etat des lieux :

- 1)- Présentation du cas d'étude : la bibliothèque du département des sciences de l'ingénieur.
- 2) -Techniques et déroulement de l'enquête :
 - 2- 1. Choix des techniques d'investigation
 - 2- 2. L'élaboration des techniques d'évaluation
 - 2-3. Les mesures in situ d'éclairage lumineux
 - 2-4 . Le questionnaire
 - 2- 5. La simulation numérique de l'éclairage intérieur
 - 2- 6 . L'observation comportementale .
- 3) – Interventions en vue d'amélioration du confort .
 - Simulations .
 - Discussion des résultat .
 - Conclusion générale .

- ❖ Liste des figures
- ❖ Liste des graphiques
- ❖ Liste des tableaux
- ❖ Bibliographie
- ❖ Annexes

I-Chapitre introductif

Introduction générale :

L'éclairage fait partie des thèmes à considérer lors d'une réflexion architecturale, qu'il soit naturel ou artificiel, il doit être pensé pour assurer un espace fonctionnel et confortable. L'approche environnementale tente d'utiliser d'abord le potentiel climatique pour éclairer un espace, puis utiliser des procédés passifs dans une optique d'économie d'énergie. L'éclairage artificiel n'est utilisé qu'en complément pour réduire les dépenses énergétiques. En plus de l'économie d'énergie, le confort visuel est l'autre grand défi environnemental qui se dresse face à l'élaboration de l'éclairage intérieur.

Dixième cible du label HQE (Haute Qualité Environnementale), le confort visuel est une préoccupation importante des concepteurs tant son impact sur le bien-être de l'occupant est grand.

L'éclairage naturel des bâtiments tente de fonder concrètement l'essence de l'interaction entre la lumière naturelle et l'architecture, cette dernière partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitations, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement. Il se définit comme étant la distribution contrôlée de la lumière de jour dans le bâtiment pour maximiser les espaces éclairés naturellement.

Ainsi, étant notre cas d'étude, une bibliothèque demande - pour sa part - une étude d'éclairage spécifique, vu la spécificité du thème, sa complexité et l'aspect délicat qu'il présente dans plusieurs de ses volets. D'ailleurs, dans son Cours d'architecture, Jacques-François Blondel (1771 -1777) écrit :

« Il conviendrait que les bibliothèques soient éclairées par le haut. Cette lumière, plus convenable à l'étude, contribuerait à la symétrie, au recueillement et multiplierait les surfaces pour placer les armoires. »

Problématique :

Dans ce mémoire de Master, nous nous intéressons à l'espace d'enseignement universitaire qui peut être considéré -d'un point de vue fonctionnel- comme un espace scolaire ou bien un lieu de travail , et plus particulièrement à la bibliothèque de l'institut d'architecture.

C'est un instrument de travail pour les étudiants, le moyen de compléter l'enseignement du maître et d'effectuer des recherches individuelles, elle est caractérisée par le libre accès aux documents.

Une bibliothèque présente plusieurs usages, et donc, multiples exigences :

- 1/ Préserver les documents archivés ou présentés.
- 2/ procurer une température ambiante favorable (éviter l'humidité et le sur chauffage).
- 3/ procurer à l'usager une ambiance agréablement adéquate : éviter l'éblouissement, l'assombrissement et toute ombre portée désagréable.
- 4/ Une bibliothèque d'architecture peut accueillir différentes activités telles que la lecture de documents, le travail sur écran d'ordinateur ou l'affichage par vidéoprojecteur..., autant d'activités qui utilisent différents plans de travail.
- 5/ savoir manier ses trois exigences, lors de la proposition de la technique d'éclairage naturel.

L'occupant d'un tel espace perçoit donc une multitude de signaux lumineux sous différentes formes et sur plusieurs supports. L'éclairage intérieur d'une bibliothèque d'architecture doit donc fournir un environnement lumineux performant et confortable, de façon à répondre aux exigences visuelles spécifiques à chaque activité pratiquée, mais aussi à éviter les différentes gênes visuelles propres à chacune de ces pratiques.

Ayant présenté tous ces paramètres, et s'étant familiarisé avec l'objet d'étude il y-a lieu de poser les questions :

- 1) Notre bibliothèque, offre -t-elle un confort visuel adéquat aux usages pratiqués ?**
- 2) Sur quels paramètres agir pour améliorer toute défaillance d'éclairage et de confort visuel ?**

Hypothèses :

partant du contexte dans lequel évolue la bibliothèque, et afin de répondre aux questions posées dans la problématique, nous formulons les hypothèses suivantes :

- 1) Notre bibliothèque n'offre pas des conditions visuelles confortables et adéquats aux usages pratiqués .
- 2) Le paramètre le plus contribuant et le plus décisif dans le confort visuel de cette bibliothèque, est la dimension des ouvertures .

Objectif de la recherche :

L'objectif principal de notre recherche est de déterminer si les conditions lumineuses dans lesquels évoluent les occupants de la bibliothèque de l'institut d'architecture restent adéquates par rapport à l'ensemble des usages pratiqués. Cela concerne essentiellement l'appréciation des occupants envers leur environnement lumineux en termes de fonctionnalité et de confort visuel.

Cet objectif, ne sera atteint qu'en abordant les points suivants :

- a) Vérifier si les conditions lumineuses de la bibliothèque sont adéquates par rapport à l'ensemble des usages pratiqués
- b) Identifier les points essentiels qui diminuent le confort visuel dans la salle de lecture cette bibliothèque .
- c) Proposer les techniques précises et efficace pour essayer d'améliorer le confort visuel dans la salle de lecture de cette bibliothèque .

Explication de la méthode :

D'un point de vue méthodologique, notre recherche s'est basée sur deux types d'investigations, la première purement théorique et une deuxième expérimentale.

La première investigation théorique a comme objectif la compréhension des concepts et notions clés à traiter. Elle comporte un état de l'art dédié aux caractéristiques physiques de l'éclairage intérieur, une recherche bibliographique sur les attributs de la lumière nous permet de cerner l'approche conventionnelle de l'éclairage, ainsi qu'une présentation de l'état des connaissances sur l'éclairage intérieur des bibliothèques afin de contextualiser sur notre cas d'étude. Enfin, une revue des différentes normes et textes législatifs en vigueur relatifs à l'éclairage intérieur.

Nous avons abordé également l'état de l'art en ce qui concerne l'interaction entre l'homme et son environnement lumineux, une recherche bibliographique a éclairci des notions telles que l'ambiance lumineuse, la qualité lumineuse, le confort visuel et l'usage. Cette investigation théorique nous a permis de faire le point sur deux approches quantitative et qualitative de l'éclairage intérieur, et en tirer les critères susceptibles de concerner notre objet d'étude.

La deuxième investigation expérimentale a comme objectif de tester l'appréciation des usagers de la bibliothèque d'architecture envers leur environnement lumineux. L'approche utilisée est établie en amont avec des techniques de simulation numérique et d'enquête sur le terrain, la confrontation de ces techniques sera l'essence de notre investigation. La phase opérationnelle est répartie sur deux étapes complémentaires ;

- L'enquête sur le terrain premièrement avec un questionnaire, une observation et des mesures photométriques in situ comme techniques utilisées.
- Un travail de modélisation vient compléter notre enquête avec une simulation numérique de l'éclairage intérieur, le but est de reconstituer des conditions lumineuses dans la bibliothèque en question, et qu'on ne pouvait obtenir avec l'enquête sur le terrain, afin de caractériser d'éventuelles gênes visuelles liées aux usages de la bibliothèque.

•

Conclusion :

La finalité de notre recherche est de contribuer à mieux penser l'éclairage intérieur de ce type d'espaces, que ce soit dès l'étape de conception architecturale avec l'intégration de nouveaux paramètres environnementaux à la réflexion, ou bien lors de phases d'aménagement où les usages spécifiques à l'atelier d'architecture seraient mieux appréhendés, et la réponse à leurs exigences visuelles mieux gérée.

Chapitre II : Etat de l'art

D) L'éclairage naturel :

1/-Introductions :

Le soleil est une source d'énergie inépuisable. Tout au long de l'histoire de l'humanité, cette source a été utilisée pour différentes tâches : chauffage, éclairage, séchage des produits agricoles ...etc. de nos jours et à une échelle mondiale, un grand intérêt est porté à cette source naturelle d'énergie. Dans le domaine de l'urbanisme et de l'architecture, cette source a souvent été exploitée de manière passive. Le thème du solaire passif a présenté et ses développements présentent encore un sujet d'actualité.

L'importance de l'éclairage naturel s'impose du fait qu'il permet une réduction significative de la consommation de l'énergie électrique dans le bâtiment et en particulier dans les secteurs secondaires et tertiaires. Effectivement il a été révélé qu'en Europe, par exemple, 50% de l'énergie consommée est destinée à l'éclairage artificiel des constructions à usage non domestique. On souligne qu'à flux lumineux égal, l'éclairage naturel amène deux à trois fois moins de chaleur au local que l'éclairage artificiel. Ceci est particulièrement important lorsque l'éclairage artificiel représente une des principales charges de climatisation (par ses pertes thermiques).

A l'échelle internationale, des chiffres pareils ont suscité un intérêt croissant pour l'éclairage naturel comme moyen efficace pour l'économie et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie dans le bâtiment. Il est d'ailleurs considéré comme une des stratégies fondamentales des conceptions bioclimatiques, solaires passives et/ou de haute qualité environnementale.

la lumière naturelle est un élément fondamental intervenant dans la composition architecturale. Elle sert à la définition des espaces (séparation intérieur-extérieur, liaison ou séparation de volumes, etc.), des formes, des matériaux et des couleurs. Pour en savoir plus sur ces aspects.

La fenêtre joue un rôle social important de l'extérieur également. La fenêtre en tant que telle permet une communication vers l'extérieur. Placer du vitrage réfléchissant ou occulter les ouvertures via des volets entraîne un sentiment d'insécurité dans la rue et d'appauvrissement de la qualité de vie en ville.

Dans l'architecture contemporaine, on constate un usage exagéré de systèmes artificiels, et la conceptualisation d'une architecture de géométrie vitrée avec l'usage de murs rideaux qui paradoxalement, au lieu de faciliter la communication avec l'extérieur créent des barrières infranchissables. On arrive ainsi à un point où l'ambiance intérieure théoriquement contrôlée devient fréquemment plus inconfortable que l'extérieur : une architecture qui fonctionne moins bien que le climat.

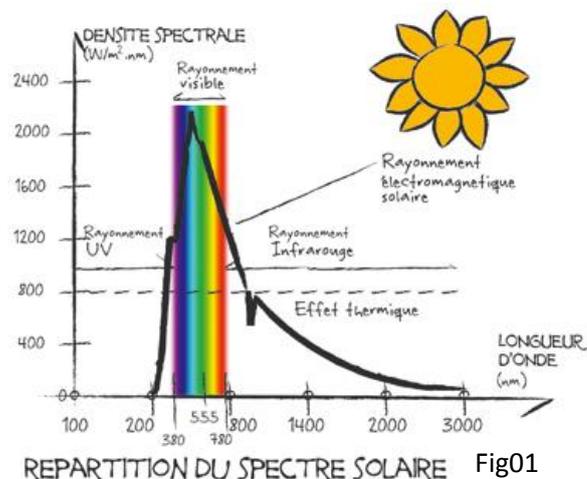
Éclairer naturellement un bâtiment est plus qu'une solution technique à un problème d'efficacité énergétique ou bien même qu'une solution esthétique d'intégration à l'architecture. La lumière naturelle doit être un composant essentiel d'une philosophie qui reflète une attitude plus responsable et plus sensible de l'être par rapport au milieu ou il vit.

2/- Caractérisation de la lumière naturelle :

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement électromagnétique provenant du soleil. Les longueurs d'onde de son spectre s'étendent de 380 à 780 nanomètre pour la vision diurne.

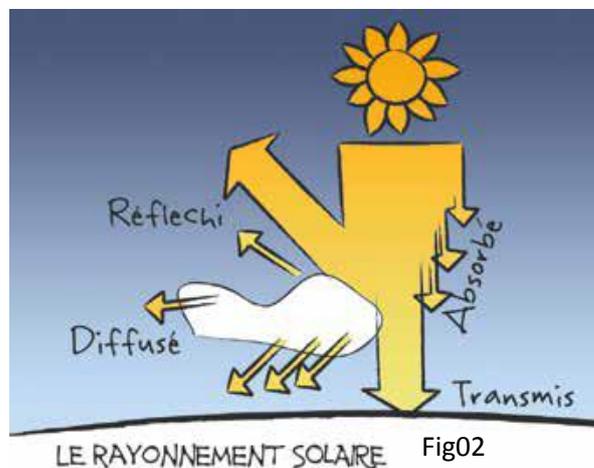
La composition du rayonnement énergétique global est variable sur la planète et au cours de l'année, elle varie également selon les sources. En première approximation, on peut dire que la répartition est d'environ la moitié de non-visible.

La Source de lumière naturelle qui éclaire notre planète est le soleil. Toutefois, la voûte céleste, qui reçoit cette lumière, agit comme un filtre/diffuseur pour une part importante de ce flux direct du soleil. Elle se comporte alors comme un large luminaire de lumière naturelle. En éclairage naturel, on considère deux sources, le soleil et le ciel. Les luminances, les éclairagements et la répartition spectrale varient dans la journée en fonction de la position du soleil, mais également de la couverture nuageuse qui est un élément aléatoire.



Flux direct et diffus :

Lorsqu'ils traversent l'atmosphère, une partie des rayons du soleil est réfléchié dans l'espace. Une autre partie absorbée par l'atmosphère et les nuages ne parviendra pas jusqu'à la surface terrestre. Une dernière partie, après de nombreuses réflexions dans l'atmosphère, produira le flux diffus de lumière naturelle. Si la couverture nuageuse est faible, une partie du flux lumineux du soleil nous parviendra directement, ce rayonnement constitue le flux direct de la lumière naturelle.



Ainsi la lumière naturelle perçue sur la terre ne dépend pas seulement du soleil, mais également de la composition de l'atmosphère et de la couverture nuageuse.

Le type du ciel peut être caractérisé en fonction des variations astronomiques et météorologiques. Une classification des différents types de ciel ç été développée pour représenter les différents ciels réels.

Les types de ciel :

Un type de ciel est caractérisé par la répartition des luminances sur la voûte céleste en fonction de la position du soleil et de la répartition des nuages.

Deux grands types de ciel sont à distinguer :



Fig03 Exemples de différents types de ciels

Ceux où le soleil est visible et ceux où il ne l'est pas. On parle ainsi de ciels clairs et de ciels couverts. Lorsque le soleil est alternativement visible et non-visible, on parle de ciel intermédiaire. Il s'agit d'un ciel présentant une couverture nuageuse plus ou moins dense et éparse, des portions de voûte céleste sans nuage et le soleil visible par intermittence.

Il existe des modèles de ciel qui permettent de reproduire analytiquement la répartition de ciels réels.

Les ciels réels :

Il existe une infinité de types de ciel, leur caractérisation est souvent complexe car aléatoire.

Les mesures montrent que l'éclairement horizontal extérieur varie selon les types de ciel et selon le lieu, dans nos latitudes :

Entre moins de 5000 Lux l'hiver et plus de 40 000 lux l'été sous ciel couvert,

Lu delà de 100 000 Lux en été sous ciel clair.

La fréquence d'occurrence des différents types de ciel réel (clair, couvrir ou intermédiaire) varie selon la couverture nuageuse, qui elle-même dépend de la localisation géographique ou encore des saisons.

Du point de vue de l'intérieur d'un bâtiment, un ciel clair et ensoleillé n'apportera pas nécessairement plus de lumière qu'un ciel couvert. En effet, si le soleil direct ne pénètre pas dans le local, comme pour une baie orientée au nord en hiver, un ciel bleu apportera potentiellement moins de lumière qu'un ciel couvert avec une couche uniforme de nuages très blancs.

Les ciels modélisés :

La CIE (Commissions International de l'Eclairage) propose aujourd'hui 15 modélisations de types de ciels. Elles reprennent toujours le ciel couvert uniforme, le ciel couvert CIE et le ciel clair.

Trois modèles de ciel sont couramment utilisés, ces modèles de ciels sont les plus anciens ciels normalisés par le CIE.

Le ciel couvert uniforme : chaque point de la voûte céleste est caractérisé par la même luminance. Dans la pratique, cela correspond par exemple, à des conditions de brouillard dense. Il est caractérisé par $L(\alpha) = L_z$ ou L_z est la luminance au zénith et $L(\alpha)$ est la luminance du ciel en un point présentant un angle α avec la direction zénithale.

Le ciel couvert CIE : ce modèle stipule que la luminance du zénith est trois fois supérieure à celle de l'horizon. Il est caractérisé par $L(\alpha) = L_z (1+2\sin\alpha)/3$.

Cette modélisation est largement utilisée. C'est notamment la modélisation qui est utilisée pour les calculs de facteur de lumière du jour (FLJ)

Le ciel clair : le ciel clair peut être modélisé par le modèle de ciel tout temps de Pérez dont la formule complexe est fonction de multiples paramètres.

La position du soleil :

La position du soleil est caractérisée par les angles et paramètre suivants : la latitude, la hauteur solaire, l'angle d'inclinaison de la terre et l'azimut.

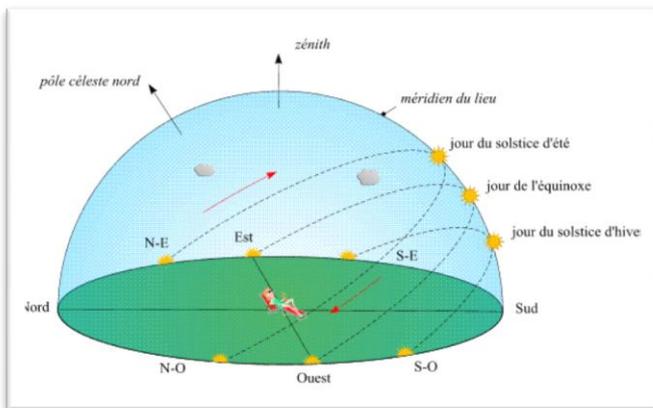


Fig04 : position du soleil suivant les saisons

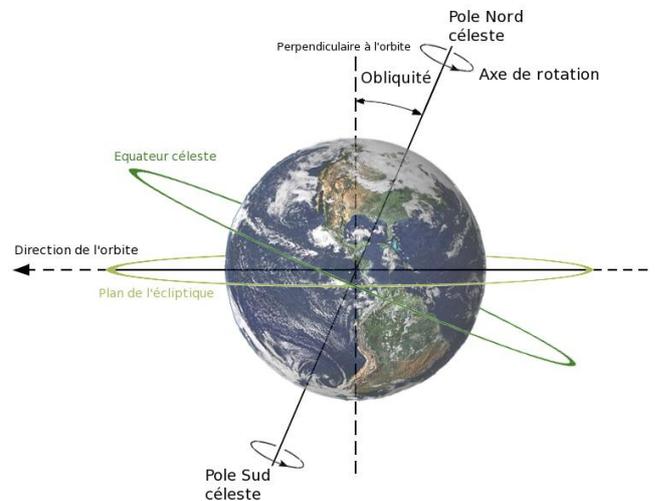
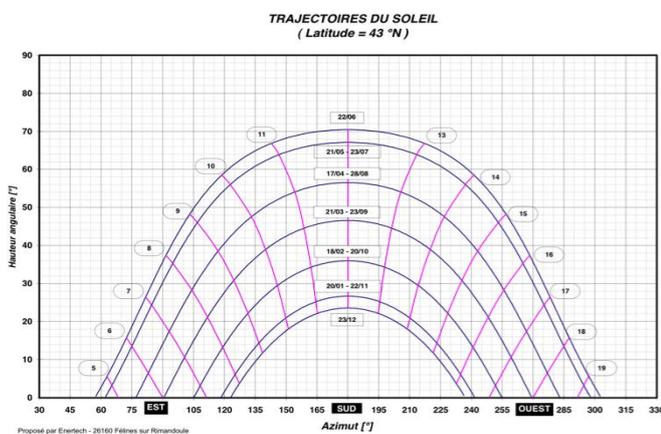


Fig05 : Axe d'inclinaison du globe terrestre .

Pour une latitude LAT, la hauteur solaire H est définie par :

$$\sin(H) = \sin(LAT) \cdot \sin(d) + \cos(LAT) \cdot \cos(d) \cdot \cos(AH)$$

Où AH est l'angle horaire donné par $AH (^\circ) = 15 T_s$ le temps solaire vrai exprimé en heure.



Graph01 : trajectoire du soleil

Fig06 : Mouvement Vertical du soleil (vu d'un observateur)



La déclinaison solaire, angle entre le plan de l'équateur et le soleil est donnée par :
 $d(^{\circ}) = 23.45 \sin(0.986(284+N))$ ou N est le nième jour de l'année.

La valeur de l'azimut Az est donnée par $\sin(Az) = \cos(d) \cdot \sin(AH) / \cos(h)$.

La position du soleil peut être schématisée par un diagramme cartésien.

3/-les caractéristique physique de la lumière naturelle :

Définitions et ordres de grandeur :

Pour définir la lumière et son ressenti par l'œil, on utilise les grandeurs suivantes :

-Le flux lumineux est la puissance lumineuse émise par une source dans toutes les directions. L'unité de flux lumineux est le lumen, symbole lm.

Un flux d'un lumen correspond à un flux lumineux d'un faisceau d'une radiation monochromatique de longueur d'onde 555 nm pour un flux énergétique de 1/683 watt.

Par ailleurs, l'efficacité lumineuse est une notion qui réduit le flux lumineux produit par une source par unité de puissance. Ainsi, une lampe à incandescence classique à une efficacité lumineuse de l'ordre de 12 lm/w, un tube fluorescent autour de 80-90lm/w.

-L'éclairement lumineux correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface l'unité de surface. L'unité d'éclairement lumineux est le Lux, Symbole lx.

- Un éclairement lumineux de 1 lux, correspond à un flux lumineux de 1 lumen couvrant uniformément une surface de 1 mètre carré (m²).

En ciel clair à midi en été, l'éclairement horizontal peut atteindre 100 000 Lux.

-L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par une source lumineuse ponctuelle dans une direction donnée. L'unité de l'intensité lumineuse est la **candela**, symbole cd.

Une intensité de 1 candela correspond à un flux lumineux d'un lumen dans un angle solide d'un stéradian, 1 candela correspond à l'intensité lumineuse produite par une bougie.

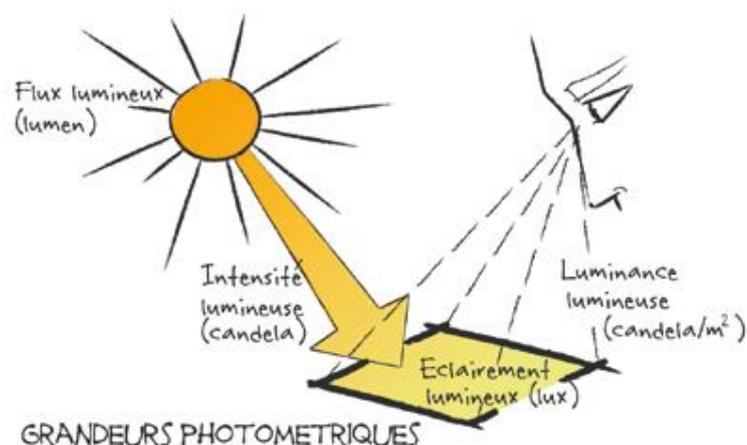


Fig07 : les grandeurs photométriques de la lumière naturelle.

-La luminance lumineuse est l'intensité lumineuse d'une source dans une direction donnée, divisée par l'aire apparente de cette source dans cette même direction. L'unité est la **candela par mètre carré**.

La luminance lumineuse est la seule grandeur photométrique appréciable par le système visuel.

Pour se repérer l'on peut indiquer que la luminance du soleil peut dépasser 10 puissance 9 cd/m^2 et qu'une source peut commencer à devenir éblouissante en éclairage naturel à partir de 2000 cd/m^2 .

-la température de couleur caractérise la couleur apparente de la lumière émise par une source. Elle est exprimée en KELVIN. Cette notion renseigne sur l'ambiance d'un espace éclairé et permet de classer une source lumineuse en :

« Teinte chaude » TK inférieur à 3300° k (lumière blanche, orangée, soleil à l'horizon).

« Intermédiaire » TK entre 3300° et 5000° k (lumière blanche, neutre).

« Teinte froide » TK supérieur à 5000° k (lumière très blanche, bleutée, soleil zénith).

Le coefficient de réflexion lumineuse :

Le facteur de réflexion lumineuse d'une surface (ρ ou Rho) est la quantité d'énergie lumineuse qu'elle réfléchit par rapport à celle qu'elle reçoit. Ce facteur de réflexion, aussi appelé coefficient de réflexion hémisphérique, se décompose en facteur de réflexion spéculaire et facteur de réflexion diffuse.

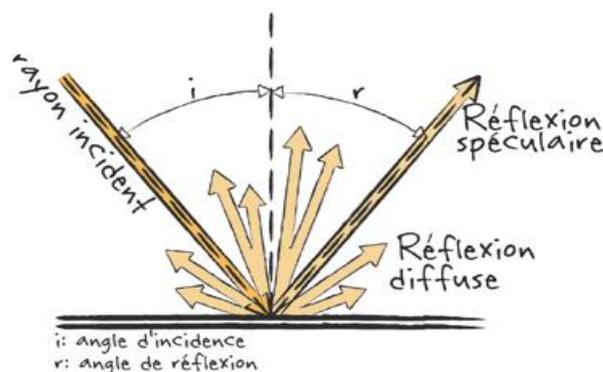


Fig08 : LA REFLEXION

Le coefficient de transmission lumineuse :

Le coefficient de transmission lumineuse (τ ou TL) est le rapport du flux lumineux transmis au flux incident. Il définit la part de lumière visible que traverse un matériau. Cette transmission se décompose en une transmission directionnelle ou spéculaire et une transmission diffuse.

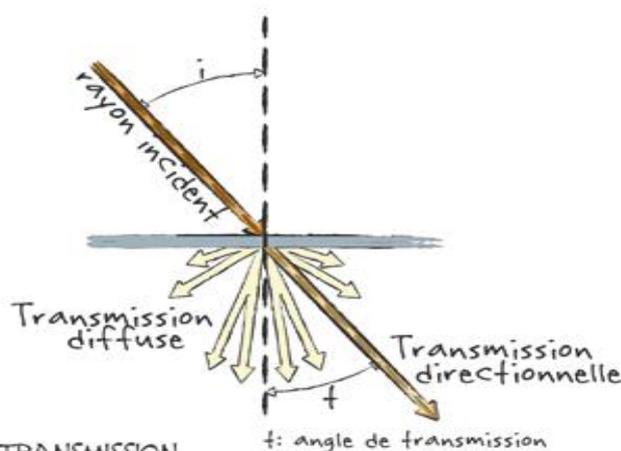


Fig09 : LA TRANSMISSION

II) le Confort visuel dans le bâtiment :

Introduction :

Un éclairage mal conçu peut vite devenir source de pollution lumineuse, un terme qui peut désigner une présence nocturne anormale de la lumière gênante pour les écosystèmes, mais surtout dans notre contexte elle inclue l'éblouissement lumineux, un suréclairage, un éclairage sans rapport avec la tâche au travail et l'éclairage superflu synonyme de gaspillage d'énergie (Narboni, 2006).

le confort visuel résulte d'une perception de l'extérieur à partir de l'intérieur (le paysage, le temps qu'il fait, l'heure de la journée,...) et de l'ambiance lumineuse générale. outre son avantage énergétique, l'éclairage naturel assure un meilleur confort à l'usage : sa qualité « spectrale » ainsi que sa variabilité et ses nuances offrent une perception optimale des formes et des couleurs

D'après le Syndicat de l'Eclairage de France, le confort visuel fait référence aux « conditions d'éclairage nécessaires pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil ».

Selon L. MUDRI, il implique « l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension ».

Quant à l'association Haute Qualité Environnementale, elle définit le « confort visuel » comme la dixième cible du projet de bâtiment de Haute Qualité Environnementale. Ses exigences élémentaires en matière d'éclairage sont les suivantes :

- éclairage naturel optimal en terme de confort et de dépenses énergétiques.
- éclairage artificiel satisfaisant et en appoint de l'éclairage naturel.
- relation visuelle suffisante avec l'extérieur.

Le confort visuel, cible importante pour un établissement d'enseignement, est largement fonction des apports d'éclairage naturel qui procure une meilleure qualité de lumière, tant au niveau physiologique que psychologique, qu'un éclairage électrique.

Le confort visuel et ses composantes :

Comme pour la notion de confort global, le confort visuel est une impression perçue seulement par l'absence de l'inconfort ou la gêne visuelle. Il se définit comme « une impression subjective de satisfaction du système visuel principalement procurée par l'absence de gêne induite par l'ensemble de l'environnement visuel » (AFE, vocabulaire de l'éclairage, 1995. Cité par Dubois C, 2006). Cible n° 10 du référentiel de la HQE, le confort visuel englobe une forte composante environnementale. Les recherches qui s'intéressent à la qualité perçue de l'espace de travail incluent quasi systématiquement l'éclairage intérieur, dans une démarche d'optimiser l'exécution des tâches dans les meilleures conditions possibles, les études ont cherché à évaluer les relations entre l'éclairage et les différentes composantes du travail (Fischer, Vischer, 1998).

Des recherches ont essayé de dresser un parallèle entre l'intensité lumineuse et le rendement au travail, ainsi Sundstrom and Sundstrom (1986, Cité par Fischer, Vischer, 1998) ont mené leur étude en laboratoire dans ce sens, ils ont pu établir une relation entre les deux paramètres jusqu'à un certain niveau. Le rendement au travail augmentait au fur et à mesure que l'intensité lumineuse augmentait, mais pas dans la même proportion, jusqu'à une certaine limite où l'augmentation de l'intensité lumineuse n'a aucun effet sur le rendement.

Collins et Coll (1990. Cité par Fischer, Vischer, 1998) ont mené une étude similaire, mais sur le terrain cette fois, ils ont constaté que les lampes les plus brillantes n'étaient pas les plus satisfaisantes aux yeux des employés, mais également que la sensibilité des employés aux variations lumineuses était différente selon les tranches d'âge, les sujets les plus âgés avaient besoin de plus de lumière pour effectuer les mêmes tâches que les jeunes.

Les recherches sur les relations entre l'éclairage et la satisfaction sous forme de questionnaires ont débouché sur des conclusions semblables ; tant que l'éclairage ne pose pas de problème particulier, les employés vont se montrer indifférents à son égard (Fischer, Vischer, 1998).

À contrario, un éclairage trop intense engendre un éblouissement, surtout dans un travail sur écran où ils n'ont pas besoin d'une grande intensité lumineuse.

Un individu qui jouit d'un confort visuel est celui qui évolue dans un espace où son plan de travail est correctement éclairé pour l'exécution de ses tâches, mais aussi un éclairage qui ne provoque pas d'éblouissement ou de fatigue visuelle. C'est donc une somme de besoins physiques et psychologiques à satisfaire, certains aspects subjectifs sont aussi décisifs dans la perception du confort visuel, comme la plurisensorialité, le contraste et la subjectivité (Dubois C, 2006).

II- 1.3.1. La plurisensorialité

La particularité de cette notion de confort est la plurisensorialité qui le caractérise, une ambiance lumineuse de qualité ne produit pas de confort si les autres sens perçoivent une gêne ou un inconfort. Par exemple une chaleur ou un bruit excessif viennent compromettre le confort visuel d'une ambiance lumineuse de qualité (Dubois C, 2006). Les domaines sensoriels sont donc interreliés, les échanges d'informations sensorielles permettent d'ailleurs le maintien ou l'adoption d'un comportement adapté aux conditions environnantes. Décortiquer les sens est un exercice théorique qui a pour but la simplification des processus d'interaction, mais en réalité les sens sont complémentaires et indissociables (Izard et Olive, 1998. Cité par Dubois C, 2006).

II- 1.3.2. Le contraste

L'élaboration de l'éclairage de nos jours exige un seuil d'éclairement à atteindre adapté à la tâche effectuée, et des gênes visuelles à éliminer pour prétendre au confort visuel. Cette théorie donne lieu souvent à l'uniformisation des ambiances lumineuses (Dubois C, 2006), or, le contraste est une composante essentielle du système sensoriel, il permet l'appréciation des informations par la conscience de l'individu.

« Nous sommes dans les faits conscients qu'un espace est confortable uniquement lorsque nous savons l'avoir atteint, savons que nous l'avons quitté ou si nous sommes questionnés directement sur le sujet. Le confort est généralement pris pour acquis » (Steemers, Steane, 2004).

L'uniformité et le statisme des conditions lumineuses à l'intérieur d'un espace donné, empêchent donc les occupants d'apprécier un éventuel confort visuel. A contrario, l'éclairage naturel, grâce à sa grande variabilité lumineuse arrive à provoquer de multiples contrastes, l'occupant est stimulé par ces différents contrastes (Gordon, 2003. Cité par Dubois C, 2006).

II- 1.3.3. La subjectivité

Au-delà des aspects physiques quantifiables, le confort est une notion subjective. Le contexte et les attentes des individus sont aussi importants que la satisfaction des besoins physiques (Lam, 1972, Cité par Dubois C, 2006).

Les études faites par Flynn et ses collègues (1979. Cité par Dubois C, 2006) ont relevé quatre impressions visuelles subjectives identifiées. Ces impressions correspondent aux réponses les plus fréquentes des individus pour qualifier l'éclairage d'une salle de conférence.

- « La clarté » est la première impression relevée, elle correspond à la faculté de l'individu à percevoir les détails.
- « L'ampleur » définit la perception du volume de l'espace allant de grand à petit.
- « La relaxation » signale le niveau d'activité suggéré par les conditions lumineuses .
- « L'intimité » caractérise l'espace entre les critères de privé et public.

Les résultats de Flynn présentent quelques lacunes méthodologiques mises en avant par Veitch & Newsham (1995, Cité par Veitch, 2001), comme une représentativité perfectible à cause d'un échantillon réduit entre autres, mais cette étude pose déjà la question de la subjectivité au centre de la notion de confort.

D'autres facettes de la subjectivité relative au confort visuel sont dévoilées par l'étude de Parpairi (2004), nommées « facteurs humains et architecturaux », elles incluent la vue sur l'extérieur, la diversité des ambiances lumineuses, le degré de contrôle perçu, et enfin la liberté de mouvement. La vue sur l'extérieur permet de répondre à plusieurs besoins biologiques (Lam, 1972 . Cité par Dubois C, 2006), comme le démontre le tableau suivant.

Information visuelle sur l'environnement extérieur	<input type="checkbox"/> Heure du jour <input type="checkbox"/> Saison <input type="checkbox"/> Conditions météorologiques <input type="checkbox"/> Réglage de l'horloge biologique
Contact visuel avec l'extérieur	<input type="checkbox"/> Activité et évènement en dehors <input type="checkbox"/> Avec la nature et le soleil <input type="checkbox"/> Avec les autres êtres vivants
Détente et soulagement psychologique	<input type="checkbox"/> Dépend de la vue ; paysages naturels plus réparateurs que paysages construits
Diversité sensorielle	<input type="checkbox"/> Grande variabilité de la lumière naturelle

Tableau 01 : Besoins biologiques satisfaits par une vue sur l'extérieur (source: Dubois C, 2006)

La diversité des ambiances lumineuses vient influencer aussi le confort visuel, la lumière naturelle par sa variabilité en couleur et en intensité, de jour en jour et du matin au soir, bénéficie d'une opinion généralement positive (Gordon, 2003. Cité par Dubois C, 2006).

Le degré de contrôle perçu fait référence à la possibilité offerte à l'individu de limiter ou annihiler une nuisance environnementale telle que le bruit, la chaleur ou l'éblouissement (Dubois C, 2006). Il peut se matérialiser par des dispositifs architecturaux tels que les volets ou les stores pour le cas de l'éclairage (Stemmers, Steane, 2004).

Et enfin la liberté de mouvement, qui concerne le confort visuel d'un espace éclairé naturellement.

Cette faculté définit la possibilité de l'individu à éviter une gêne (éblouissement, chaleur...) et à aller vers un endroit plus confortable (Stemmers, Steane, 2004).

Le confort visuel est donc caractérisé par des composantes subjectives, mais il est conditionné par l'absence des éléments qui peuvent engendrer l'inconfort, autrement dit, il ne pourrait y avoir de confort visuel qu'en absence de facteurs d'inconfort comme les gênes visuelles.

III) Bibliothèque :

1/-Introduction :

L'architecture des bibliothèques connaît aujourd'hui une transformation profonde. Que ce soit en plan ou en élévation, elle présente des modèles nouveaux. Hier contenant de livres rassemblés, puis de lecture ou le livre et son mobilier constituaient l'espace du lecteur, la bibliothèque apparaît aujourd'hui à travers une typologie de volume qui se fait l'écho de modifications aussi profondes que celle du rapport de l'homme et de la bibliothèque à la culture et au monde.

2/-Définitions de la bibliothèque :

La bibliothèque est une institution culturelle, conçue pour permettre la rencontre de collections et d'usagers, sa particularité est d'être le lieu de l'alliance entre le livre et l'œuvre architecturale. Elle est l'accès au savoir et la mémoire du monde pour chacun et pour tous.

3/-Type de bibliothèque :

3-1-Bibliothèque Privée :

Elle affirme la volonté de son possesseur de n'obéir qu'à ses désirs, hors des pressions extérieures, elle n'est qu'une histoire de passion entre un homme, le livre et le mystère de son contenu.

3-2-Bibliothèque administrative :

Les bibliothèques des ministères comme celles des administrations publiques, sont parmi les plus organisées. Chaque service achète les livres souscrits ou périodiques dont il a besoin.

3-3- Bibliothèque centrale de prêt :

Un organisme d'état qui ne s'ouvre pas au public, chargé de traiter, stocké, diffuse livres et documents dans les communes de moins de 20.000 habitants. Elle est appelée à servir des centres d'information et de formation pour les bibliothécaires.

3-4- Bibliothèque d'enseignement, d'étude et de recherche :

C'est un instrument de travail pour les étudiants, le moyen de compléter l'enseignement du maître et d'effectuer des recherches individuelles, elles sont caractérisées par le libre accès aux documents.

3-5-Bibliothèque municipale :

Une bibliothèque publique doit être située et organisée de manière à répondre aux besoins locaux. Elle s'adresse à tous ; jeunes et vieux, riches et pauvres, lecteurs cultivés ou ignorants, quelles que soient leurs croyances et leurs professions.

4/-Eclairage naturel dans la bibliothèque :

La bibliothèque se trouve confrontée à une dualité entre deux missions qui lui sont conférées : la diffusion et la conservation.

Les rayons bleus, violets et ultraviolets des lumières solaire et lunaire, et la chaleur qu'entraîne un ensoleillement direct, sont nuisibles à tout document. La lumière naturelle peut être directe ou diffusée :

Directe : le soleil source unique directionnelle de cette lumière. Elle peut être zénithale ou latérale

Diffusée : contrairement à la lumière directe, celle-ci ne privilégie aucun espace, c'est une lumière homogène, modulée, nuancée.

Elle peut être obtenue par réflexion de la lumière direct sur une surface par le moyen de :

- Cloisons en paves de verre.
- Décollement et décalage de panneaux.
- Plafond translucide et incliné.
- Miroir en plafond.

Il convient de chercher les orientations nord et sud pour les espaces de lectures, mais une orientation sud nécessite certaines solutions contre les rayons proches de la verticale (pare-soleil, toit-ombrelle, stores métalliques...).

Ajoutons que selon les couleurs choisies, la diffusion de la lumière se fera plus ou moins bien.

Exigence d'éclairage des Bibliothèque :

- Dans son Cours d'architecture (1771 -1777), Jacques-François Blondel écrit : « Il conviendrait que les bibliothèques soient éclairées par le haut. Cette lumière, plus convenable à l'étude, contribuerait à la symétrie, au recueillement et multiplierait les surfaces pour placer les armoires. »
- La lumière dans l'architecture des bibliothèques pose de multiples questions, dont les réponses dépendent de notre capacité à dépasser certains antagonismes : homogénéité contre diversité, lumière naturelle contre lumière artificielle, lumière latérale contre lumière zénithale, lumière ambiante contre lumière ponctuelle. Toutes les fonctions du bâtiment sont concernées : espaces (magasins, ateliers, bureaux, salles de lecture), circulation, sécurité, et même conception du mobilier.
- L'éclairage est plus souvent utilisé pour décrire une installation d'éclairage artificiel. Nous reprenons néanmoins ici des valeurs guides. Lorsque le niveau d'éclairage diminue, les détails des objets et les textes en petits caractères seront plus difficiles à distinguer. Un éclairage trop important est également inconfortable.
- L'association française de l'éclairage (AFE) propose le tableau "d'éclairage moyen à maintenir" qui suit (il s'agit de valeurs recommandées, aucune loi n'impose leur respect) :

Lieux	Eclairage
Voie de circulation intérieure (couloir, escalier)	125 lux
Hall d'accueil / salle d'attente	250 lux
Salle de classe	325 lux
Bureaux et bibliothèques	425 lux
Mécanique générale (éléments de taille moyenne)	425 lux
Salle de dessin (manuel, pas sur ordinateur)	850 lux
Mécanique délicate (éléments de petites dimensions)	1250 lux

Tableau02 : le tableau "d'éclairage moyen à maintenir" selon L'association française de l'éclairage (AFE)

Par ailleurs, les niveaux d'éclairage recommandés selon le RGPT et la norme NBN L 13-006 sont :

	Minimal	Recommandé	Idéal
Bibliothèque	300 lux	500 lux	750 lux
Classe	300 lux	500 lux	750 lux
Cuisine	300 lux	500 lux	750 lux
Salle de réunion	300 lux	500 lux	750 lux
Bureaux (travaux généraux)	300 lux	500 lux	750 lux
Bureau (lecture et écriture continue)	500 lux	750 lux	1000 lux
Parking	50 lux	75 lux	100 lux
Couloir	100 lux	150 lux	200 lux
Réfectoires	150 lux	200 lux	300 lux
Sanitaires	100 lux	150 lux	200 lux

Tableau03 : Niveaux d'éclairage recommandés selon le RGPT et la norme NBN L 13-006

Conclusion :

Nous définissons ainsi notre zone de confort la plus adéquate, variant entre niveaux d'éclairages de **300 à 750 Lux**, elle sera notre référence pour qualifier les résultats obtenus dans les différentes étapes de notre recherche .

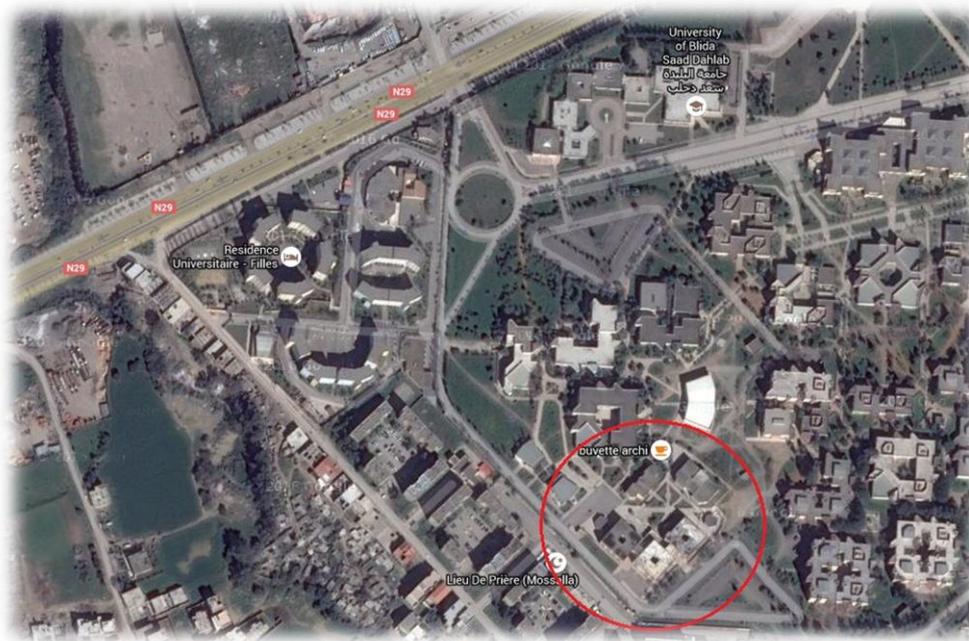
Chapitre III : Etat des lieux

Introduction :

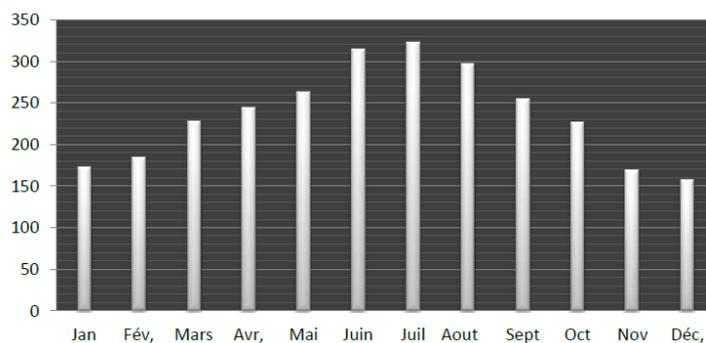
Présentation du cas d'étude : La bibliothèque

- Nous situons notre cas d'étude, dans la bibliothèque du département des sciences de l'ingénieur, à l'université Saad Dahleb –Blida-, dont le souci majeur réside dans l'éclairage naturel peu efficace.

Fig10 : L'institut d'architecture



L'Université Saad Dahleb est implantée dans la commune de OuledYaich à environ 6.5km l'est de centre-ville de Blida. De toutes les données météorologiques, c'est la durée d'insolation qui nous intéresse pour la suite de notre investigation, dans la mesure où cela indique l'apport de la lumière naturelle que peut recevoir notre objet d'étude. L'école bénéficie d'un apport solaire typiquement méditerranéen, soit environ 150 heures d'ensoleillement pour le mois de décembre, et 320 heures pour le mois de juillet (source ONM, Office national de Météorologie). Sur une saison donc, l'ensoleillement journalier peut doubler pour le même espace de 5 heures par jour en décembre à 10 heures en juillet, ce qui constitue un écart conséquent.



Graph02 :La durée moyenne d'insolation à Alger et ces environ (source ONM, moyenne relevée de 2000 à 2013, station de Dar-El-Beida, Alger)



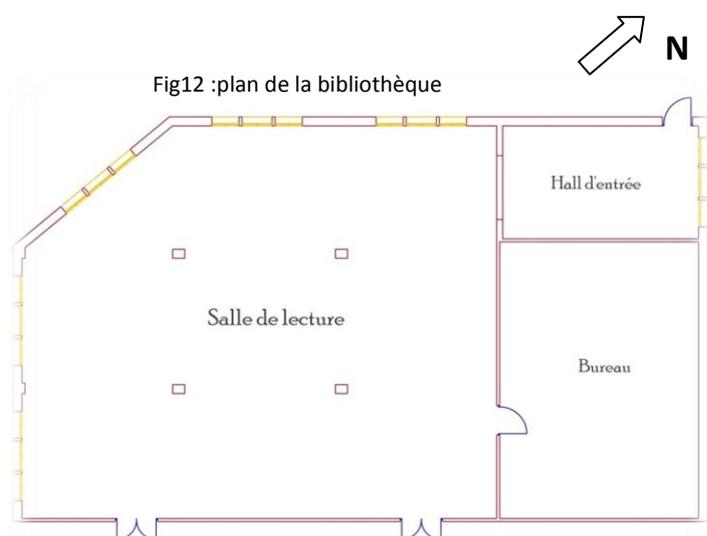
des sciences de l'ingénieur .

Ce constat d'éclairage peu performant fut après la consultation de l'ensemble des salles, qui ont recours à l'éclairage artificiel (Néons) quelque soit l'heure, quelque soit la journée et quelque soit la saison.

Nous tenons d'abord à localiser le problème, à quantifier son ampleur, et présenter par la suite quelques hypothèses concernant le phénomène et ses solutions , et à opérer dans le sens de ces hypothèses suivant la méthode de travail que nous présenterons ultérieurement.

Ses fenêtres orientées ouest, Nord- ouest et sud-ouest offrent un ensoleillement démesuré, obligeant les occupant à utiliser les stores – comme nous l'avons constaté à 9:30 déjà- ,et par la suite, avoir recours à l'éclairage artificiel (pavés lumineux) .

Cet effet d'éblouissement est accentué par la paroi clair de l'immeuble de la scolarité, faisant face aux fenêtres Nord-ouest de la Bibliothèque, et aussi, par le revêtement mural clair jaunâtre, et celui des poteaux centraux (faïence luisante)



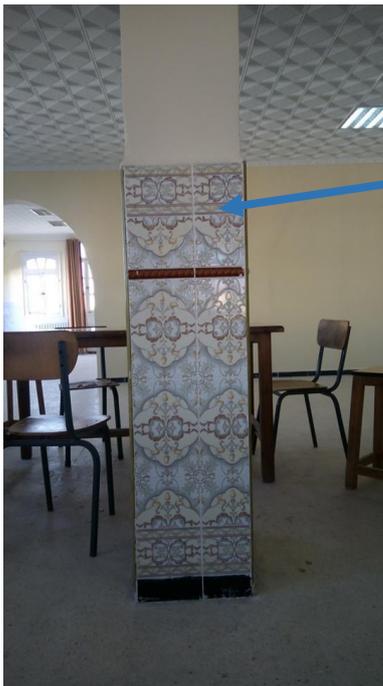
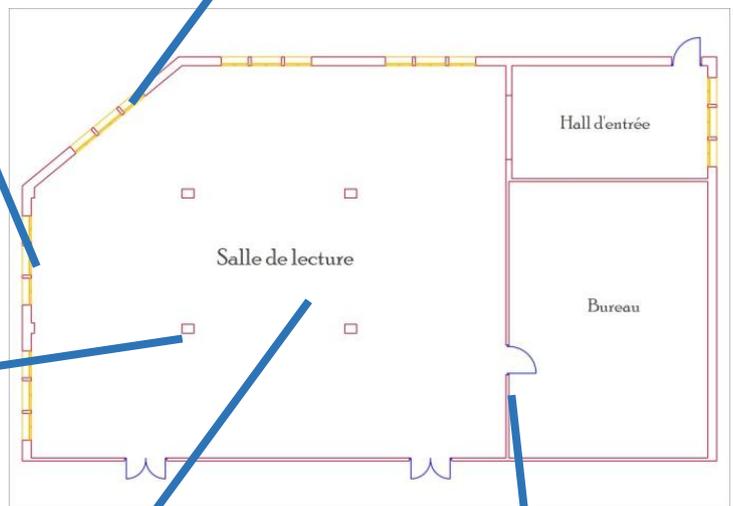


Fig13 : La salle de lecture, état des lieux et vue sur l'extérieur.

Caractère des ouvrants, revêtement mural et des poteaux, plafond et revêtement de sol :

Salle de lecture :

Elle est d'une forme rectangulaire chanfreinée

(15,75 X 13,20 m) H=3,20 d'une surface de 200m².

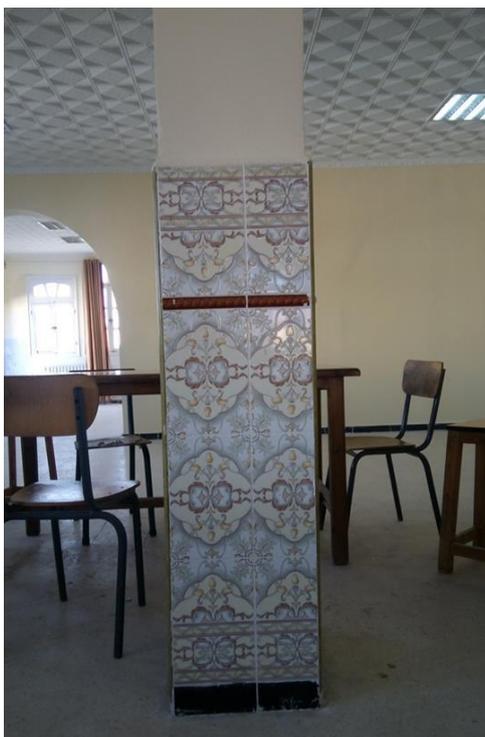
Elle est composée :

*Des parois verticales d'une couleur Jaunâtre.

*Un faux plafond d'une couleur blanche.

*4 Portes.

*6 Panneau de vitre de 6 ouvrants (les vitres sont transparentes).



1' - Description de la démarche :

- Il a été utile dans une première étape de relever la salle de lecture, de la reproduire fidèlement, et de rapporter avec grand soins l'ensemble des ouvertures avec l'emplacement et les mensurations exacts.
- Un questionnaire fut établi afin de tester l'appréciation des occupants de la salle de lecture de notre bibliothèque, où plusieurs questions viseront plusieurs aspects, toujours traitant du confort visuel .
- Nous procéderons en une seconde étape à un levé réel du niveau d'éclairage d'un ensemble de points à travers cette salle par le biais d'un instrument adéquat et spécialisé « le Luxmètre » .
- Par la suite, nous allons simuler l'ensoleillement (éclairage) dont bénéficie cette salle durant des dates (périodes) de référence : (21 mars, 21 juin, 21 décembre), et ce, via un logiciel « 3DS Max Design» dont la description va suivre.
- après avoir fait la simulation et analysé et expliqué ses résultats, il sera plus correct de comparer les deux résultats obtenus, à savoir ceux du levé et de la simulation .

A travers ce travail de vérification, nos interventions peuvent s'insérer dans l'une des 04 catégories :

a) Agir sur le volume : réorienter, agrandir ...

b) Agir sur les ouvertures : hauteur, emplacement, orientation, teinture ou texture du verre ...

c) Agir sur la façade : brises-soleil, auvent, débord de toiture ...

d) Agir sur l'aménagement : tables, rayonnages ...

Mesures In-Situ :

Nous avons relevé 46 points de la salle de lecture, distribués uniformément et couvrant l'ensemble des orientations de la salle, et ce, par un 19 Avril (2016) et à travers trois périodes de la journée : Matin (09h) , Midi, et après-midi (16h) .

Le matin :

résultats obtenus :

Avril 9h						
6	-	-	220	170	300	900
5	-	150	200	213	370	320
4	670	190	3400	230	5500	170
3	230	250	500	210	500	3800
2	140	380	285	525	540	290
1	123	138	125	185	400	4300
Y/X	1	2	3	4	5	6

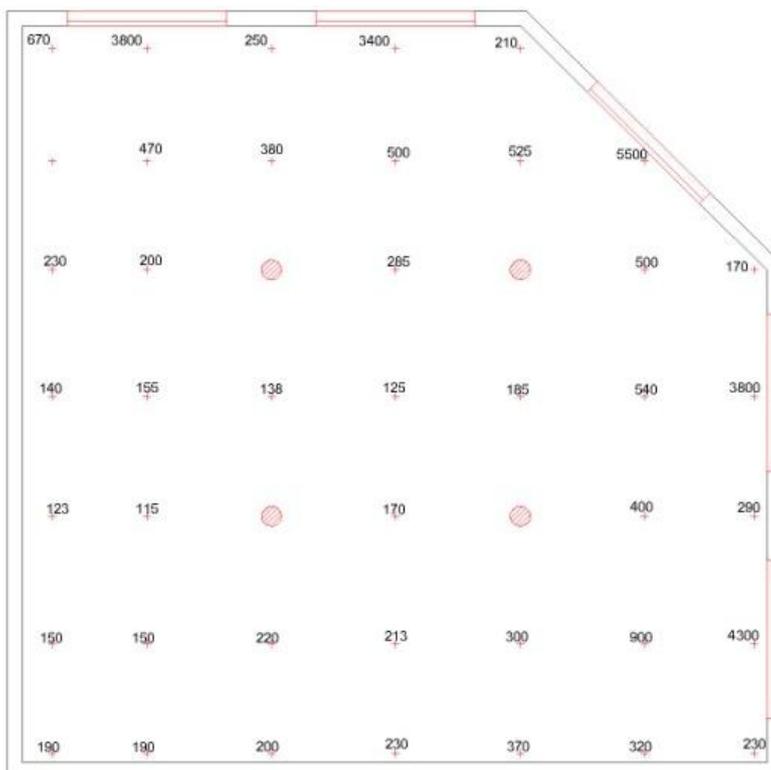
Tableau04 :niveaux d'éclairément relevés le 19 Avril à 09h

Discussion des résultats :

Seuls neuf (09) points de 36 furent relevés dans le seuil du confort, et se localisent au milieu de la salle. Le reste des points varient entre un éblouissement dans les zones proches de la façade (entre 5500 et 3400 Lux) ou bien sous le seuil du confort dans le reste de la salle (entre 150 et 370 Lux) .

Légende des tableaux :

- Zone d'éblouissement .
- Zone de confort .
- Zone sous seuil du confort .



Midi :

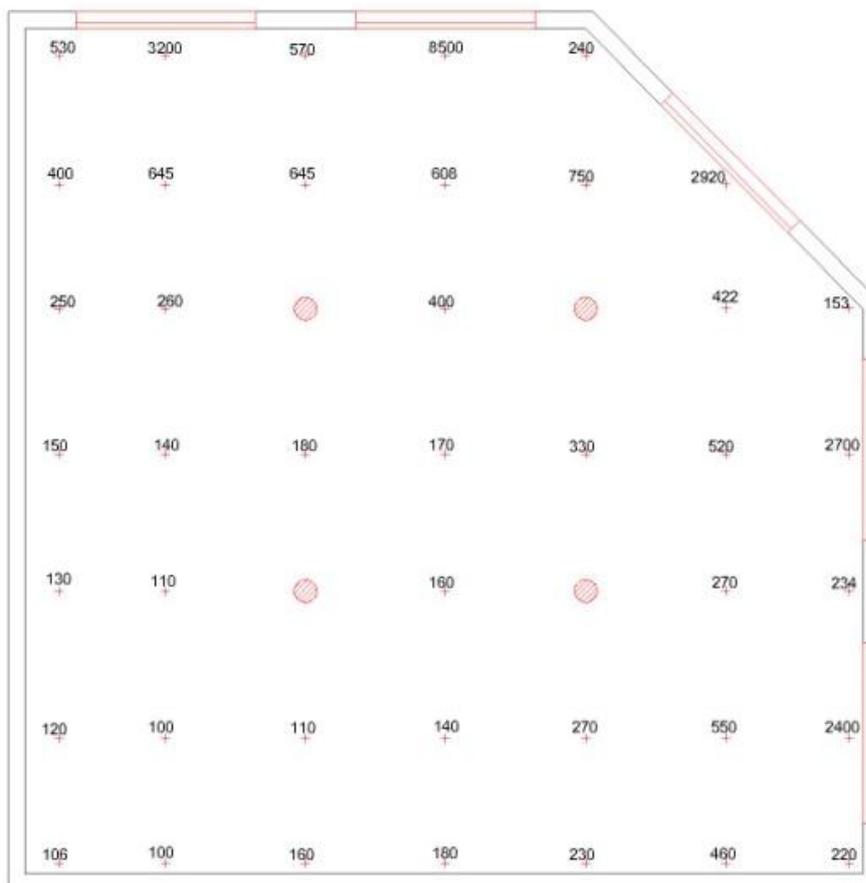
résultats obtenus :

Jun 12h						
6	-	-	260	645	400	750
5	-	130	140	180	170	330
4	530	120	110	110	160	270
3	400	106	100	10	140	230
2	250	3200	100	8500	180	2920
1	150	645	570	606	240	422
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau05 :niveaux d'éclairement relevés le 19 Avril à 12h

Discussion des résultats :

Le même constat est à dénoter, avec uniquement Dix (10) points dans le seuil du confort, tandis que le niveau d'éclairement auprès de la façade augmente encore pour atteindre jusqu'à 8500 Lux .



Après midi :

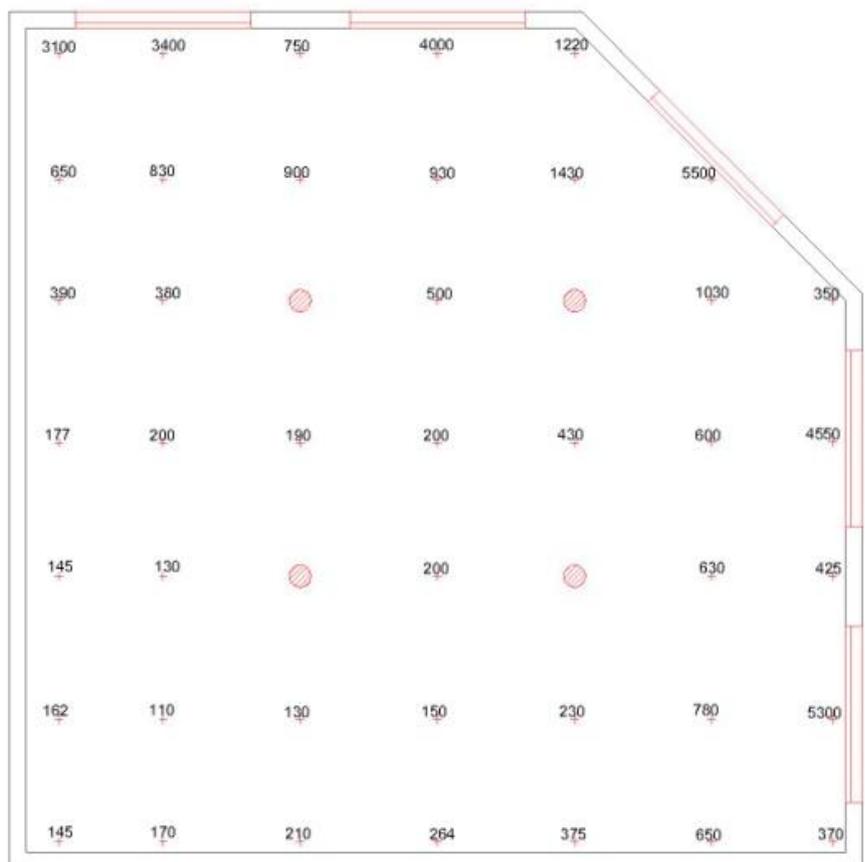
résultats obtenus :

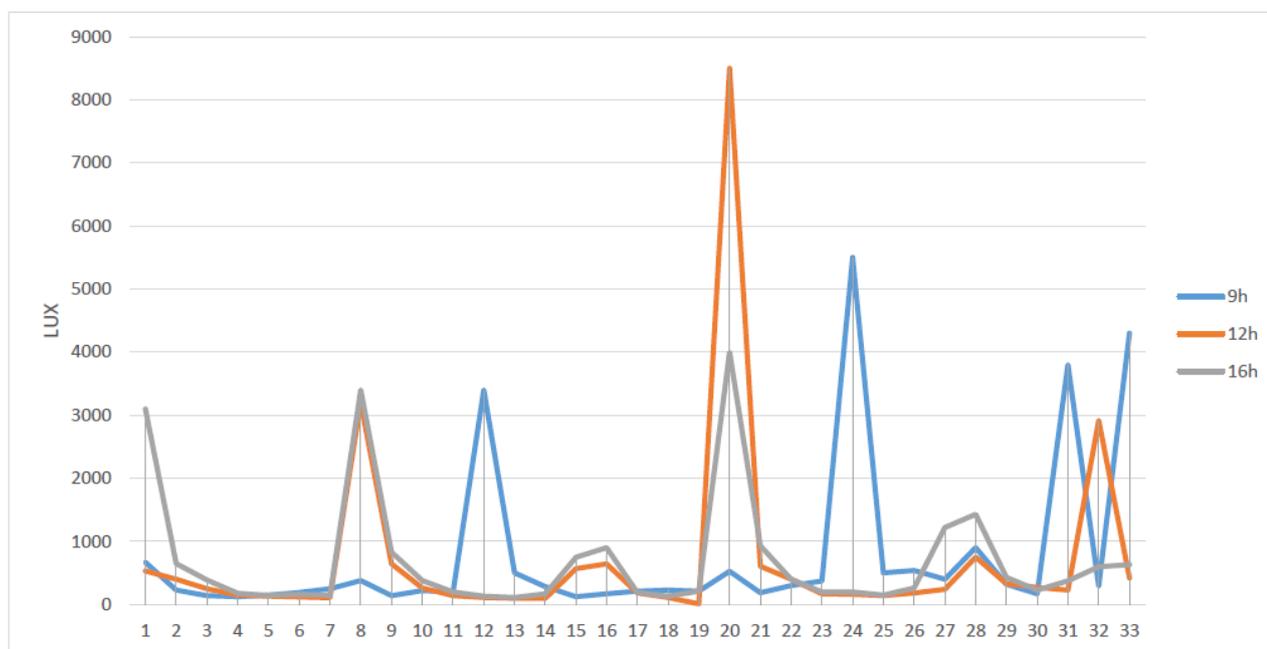
Jun 16h						
6	-	-	380	900	400	1430
5	-	145	200	190	200	430
4	3100	162	130	130	200	230
3	650	145	110	210	150	375
2	390	3400	170	4000	264	600
1	177	830	750	930	1220	630
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau06 :niveaux d'éclairément relevés le 19 Avril à 16h

Discussion des résultats :

Les niveaux d'éclairément s'atténuent légèrement, mais gardent toujours le même aspect remarqué dans les périodes précédentes relevées, c'est-à-dire un inconfort régnant, avec neuf (09) point correspondant a la zone de confort .



Conclusion :

Graph03 les niveaux d'éclairément enregistrés durant les trois périodes de la journée du 19 Avril 2016

Il est à conclure, de part les valeur prises In-Situ, qu'au trois périodes de la journée, la salle de lecture est subite à un inconfort complet soit avec des valeur au dessous du seuil de 300 Lux (principalement au fond de la salle) ou encore, avec des valeurs dépassant les 1000 Lux (auprès des fenêtres) à l'exception d'une petite zone au milieu, dont les valeurs assure le confort souhaité, avec un pourcentage de 28,28 % uniquement .

Le Questionnaire :

C'est une enquête qui cible la tranche principale ayant recours à cette bibliothèque, à savoir les étudiants.

Multiples questions seront à poser, visant les défaillances remarquées sur l'efficacité de l'éclairage naturel.

L'objet de notre enquête est de tester l'appréciation des occupants de la salle de lecture de la bibliothèque de l'institut d'architecture par rapport à l'environnement lumineux, cette enquête sera accompagnée par d'autres techniques complémentaires.

Un exemplaire de notre questionnaire sera joint en annexe, afin de voir concrètement l'essence de cette enquête .

Résultats du questionnaire :

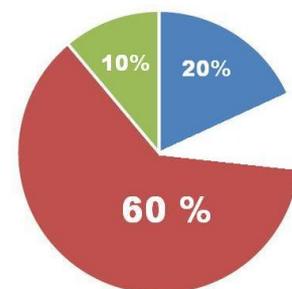
Dans une question à choix multiples, et répondant sur l'élément le plus important pour une salle de lecture confortable, **66%** des étudiants interrogés s'entendent sur « la surface spacieuse, le calme et que l'espace soit chauffé/climatisé » tandis que **76,66 %** affirment que l'éclairage est l'élément principal en une salle de lecture qualifiée « Confortable ».

Ciblant la gêne dans la salle de lecture de la bibliothèque d'architecture à Blida, une 2eme question ouverte demandait aux étudiants ce qui leur y déplaît, leurs réponses furent comme il suit : **23,33 %** sont mécontents de l'**éclairage**, **23,33%** autres sont mécontents du **bruit**, ainsi que **23,33** autres qui se plaignent de l'aménagement, et **20%** se plaignent de l'espace lui même et de sa **surface** .

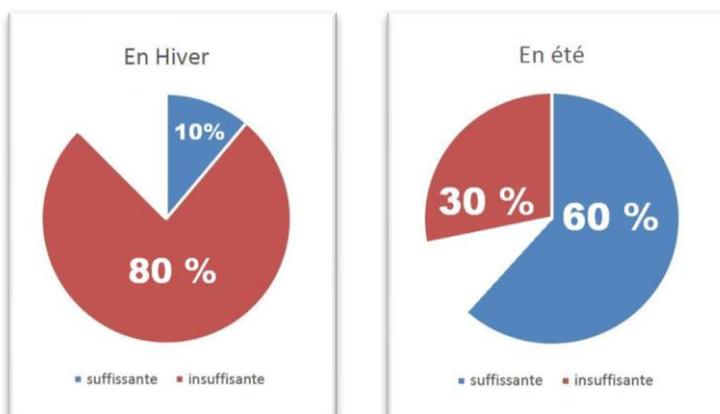
Discussion des résultats :

Nous remarquons de part les résultats obtenus du questionnaire, que le souci principal du gêne dont se plaignent les principaux occupants de la bibliothèque (étudiants) demeure l'éclairage et le bruit .

Ils trouvent que l'éclairage y est désagréable (**66,66 %**), et jugent la salle plutôt sombre (**53,33 %**).

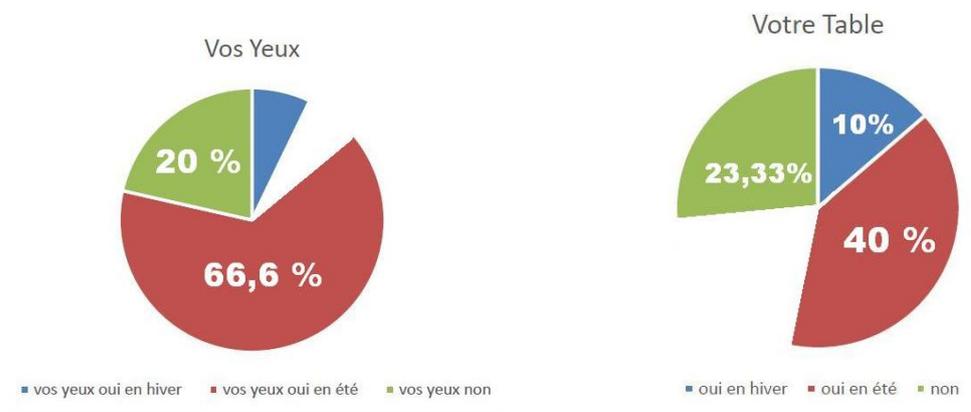


Graph04 :Secteurs démontrant le pourcentage des occupants préférant s'asseoir devant la

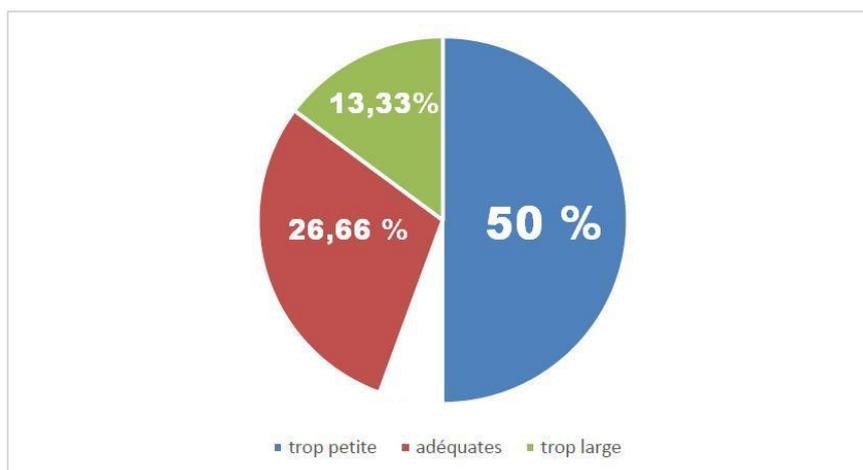


Graph05 :Secteurs démontrant le pourcentage des occupants qualifiant la quantité de lumière du jour reçue

Les étudiants se plaignent tantôt de l'éblouissement (sur leurs yeux et sur leurs écrans) auprès des fenêtres, mais préfèrent s'asseoir auprès des fenêtres justement, et confirment qu'en hiver, l'éclairage dans la salle de lecture est insuffisant (80%), et que par la suite, cela leur cause des maux de tête (20%) et une fatigue visuelle (40%).



Graph06 : Secteurs démontrant l'éblouissement subi par les occupants de la salle de lecture



Graph07 : Secteurs démontrant l'appréciation des occupants face aux dimensions des fenêtres de la salle de lecture

Il est évident que ces résultats et pourcentages obtenus apportent d'importantes indications révélatrices sur les appréciations des occupants (à l'instar du dernier secteur dont les résultats reflètent que 50% des étudiants trouvent les fenêtres trop petites, ce qui nous amène à agir ultérieurement sur les dimensions des fenêtres). Mais seuls, ces résultats sont loin d'être considérés comme une base solide pour qualifier l'éclairage dans notre salle, et commencer à proposer une intervention. Voilà pourquoi nous tenterons, dans une étape suivante, de combiner ces résultats, avec ceux de la simulation pour constituer une image assez complète de l'état des lieux.

La simulation :

la simulation dans sa définition « larousse » est la représentation du comportement d'un processus physique, industriel, biologique, économique ou militaire au moyen d'un modèle matériel dont les paramètres et les variables sont les images de ceux du processus étudié. (Les modèles de simulation prennent le plus souvent la forme de programmes d'ordinateurs auxquels sont parfois associés des éléments de calcul analogique.)

nous avons eu recours dans notre simulation à **Autodesk 3ds Max**, qui est un logiciel de modélisation et d'animation 3D, développé par la société Autodesk. Avec Maya, Softimage WSI, Lightwave, Houdini et Blender, il est l'un des logiciels de référence dans le domaine de l'infographie 3D.

3ds Max est ainsi conçu sur une architecture modulaire, compatible avec de multiples plug-ins (extensions) et les scripts écrits dans un langage propriétaire appelé Maxscript. Le logiciel 3ds Max s'est développé rapidement, en étant utilisé principalement dans les industries vidéoludique, cinématographique et automobile.

Le logiciel est actuellement en version 2016 (3ds max 2016) et est développé par Autodesk (anciennement appelé Discreet, qui développe aussi Combustion et d'autres logiciels professionnels), et intègre de très nombreuses fonctionnalités, comme le moteur de rendu Mental Ray, ainsi que le plugin Shave and Haircut de Joe Alter pour les rendus de cheveux et de poil, nouveautés de la version 8. 3ds Max possède aussi deux moteurs d'animation de personnage: Character Studio et CAT (Character Animation Toolkit). La version de 3ds Max 2016 intègre aussi **Max Création Graph** un module de création de plug-in fonctionnant de manière nodale.

Nous présentons l'échelle graphique figurant dans l'image ci-dessous, pour l'appréciation des résultats de la simulation. Les couleurs expriment les variations du niveau d'éclairage dans la salle.



Fig14 : Echelle du niveau d'éclairage lu sur les simulations .

Pour chacune des dates de référence citées auparavant, le résultat de la simulation fut donné à trois (03) périodes de la journée :

09:00 h du matin, Midi et 16:00 (heure de fermeture) , correspondant à trois périodes du déplacement du soleil en une journée, et donc, à un certain apport en éclairage .

trois couleurs sont à dénoter sur la simulation, correspondant aux variations du niveau d'éclairage induit (entre éblouissement, confort et inconfort sombre), et ce, durant les 03 périodes de la journée, avec –naturellement- des spécificités pour chaque période .

3/ - Le choix des dates « 21 de Mars, juin et décembre » :

Pour notre simulation, nous avons sélectionné des dates phares de référence, à savoir le 21 Mars, le 21 Juin et le 21 Décembre, et qui sont des dates d'apogée représentatives de chaque saison, donc, de chaque position du soleil, et par la suite, de niveau d'éclairage .

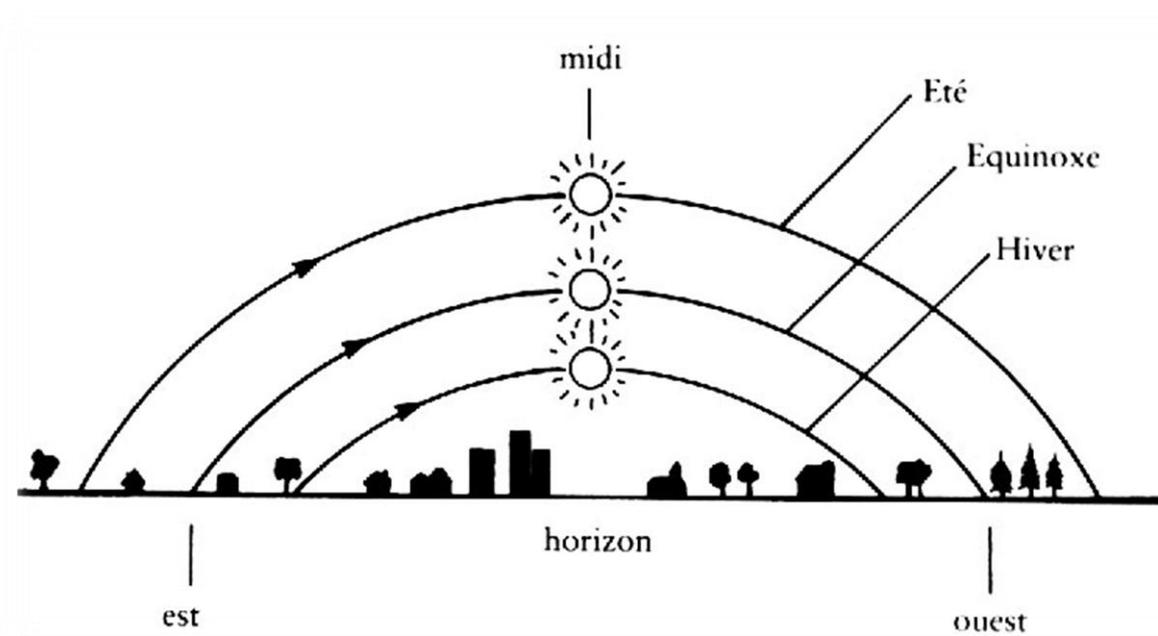


Fig 15 : hauteurs du soleil suivant les saisons, schématisées .

Résultats de la Simulation

Le 21 Mars :

Matin (09h) :

nous remarquons la 1ere zone qui suit la paroi des ouvertures (une distance de 1,5 m de large) subissant un niveau d'éclairage assez fort , variant entre 2000 et 700 Lux . Suivi par une zone tempérée, dont le niveau d'éclairage varie entre 600 et 400 Lux, et ce au cœur de la salle (entre les poteaux) , et enfin, le reste de la salle souffre d'un niveau d'éclairage inférieur a 300 Lux allant jusqu'à 125 Lux .

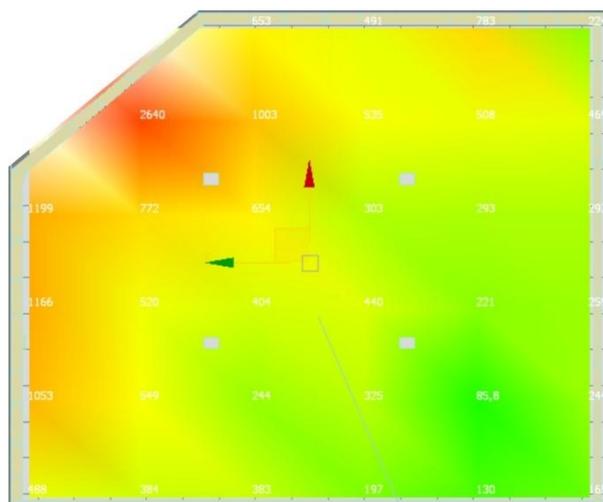


Fig16

Midi :

L'éblouissement augmente avec une zone de 3000 juska 700Lux occupant jusqu'à 3/4 de la salle, et la zone de confort diminue, laissant place a une zone peu éclairée au fond de la salle .

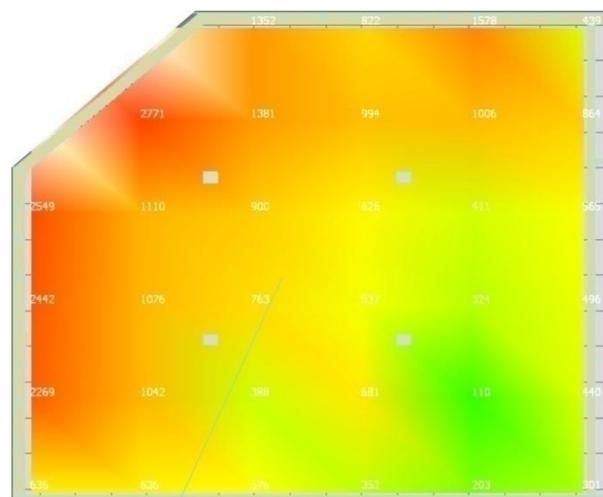


Fig17

L'après midi (16h) :

l'inconfort demeure toujours a 1,5m de la paroi, mais la zone de 425 a 500 lux s'élargit , occupant le cœur de la salle, orientée vers la façade Nord-Ouest .

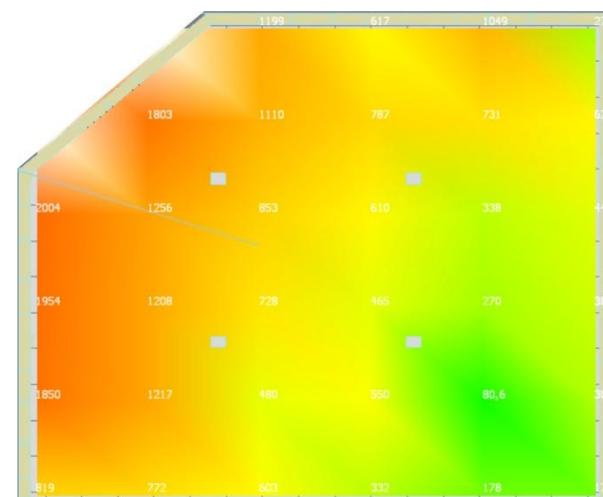


Fig18

Discussion des résultats de Mars :

Nous présentons ces tableaux, qui portent l'ensemble des points (niveau d'éclairage) figurant dans la simulation .

Les valeurs qui y figurent sont en (Lux) .

Mars 9h						
6	-	-	753	491	783	224
5	-	2640	1003	535	508	469
4	1199	772	654	303	293	292
3	1166	520	404	440	221	259
2	1053	549	244	325	85,8	244
1	488	384	383	197	130	165
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau07 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars à 09h

Mars 12h						
6	-	-	1352	822	1578	439
5	-	2771	1381	994	1006	864
4	2549	110	900	626	411	565
3	2442	1076	763	537	324	496
2	2269	1042	388	681	110	440
1	636	636	576	352	203	301
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau08 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars à 12h

Mars 16h						
6	-	-	1199	617	1049	278
5	-	1803	1110	787	731	625
4	2004	1256	853	610	338	442
3	1954	1208	728	465	270	386
2	1850	1217	480	550	80,6	301
1	819	772	603	332	178	178
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau09 :niveaux d'éclairage relevés le 21 Mars à 16h

Nous déduisons que le pourcentage de point se développant dans le seuil du confort en une journée dans le mois de mars est de : **39,39 %** .

Le 21 juin :

Matin (09h) :

Grand inconfort dénoté, laissant place a 03m² environs de niveau d'éclairéement variant entre 500 et 400 Lux, et se développant le long d'un axe découpant la salle en diagonale, offrant d'un coté 3200 jusqu'à 600 Lux, et de l'autre des valeurs en dessous de 300 Lux .

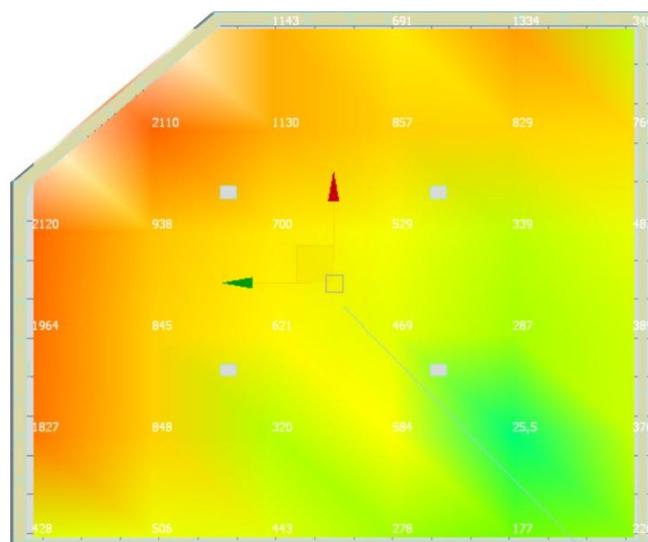


Fig19

Midi :

L'inconfort s'accroît et occupe la globalité de la salle, avec des valeurs atteignant 4500 Lux auprès des parois, et donnant au cœur de la salle entre 1000 et 700 Lux .

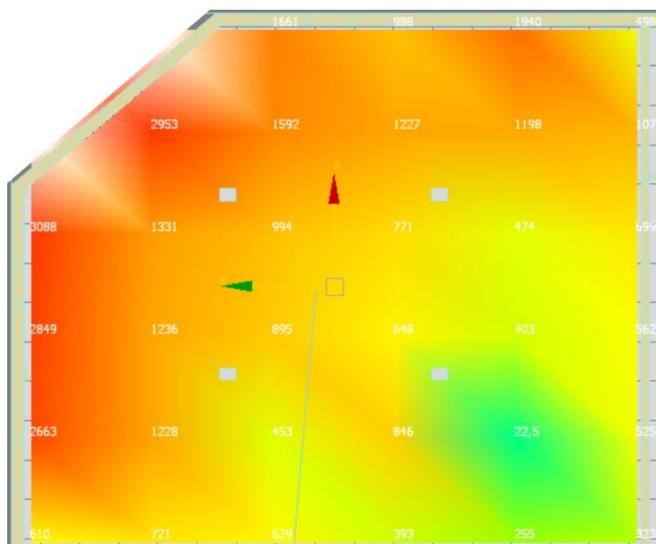


Fig20

Après midi (16h) :

Plus de confort occupe le cœur de la salle, mais avec des valeurs toujours élevées auprès des paroi et allant jusqu'à 03 m des parois, offrant entre 2900 et 500 Lux, tandis que le fond de la salle du coté du Bureau présente toujours des valeurs inférieures a 300 Lux .

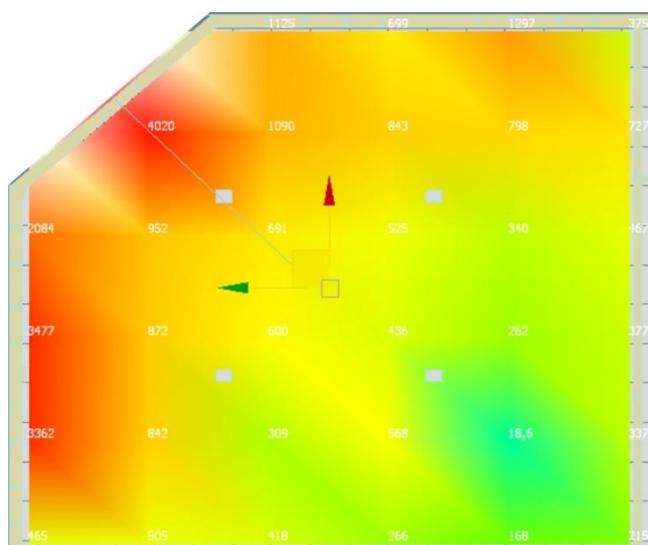


Fig21

Discussion des résultats de Juin :

Nous présentons ces tableaux, qui portent l'ensemble des points (niveau d'éclairément) figurant dans la simulation .

Les valeurs qui y figurent sont en (Lux) .

Juin 9h						
6	-	-	1143	691	1334	348
5	-	2110	1130	857	829	764
4	2120	938	700	529	339	487
3	1964	845	621	469	287	389
2	1827	848	320	584	25,5	376
1	428	806	443	278	177	226
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau10 :niveaux d'éclairément relevés le 21 Juin à 09h

Juin 12h						
6	-	-	1661	988	1940	498
5	-	2953	1592	1227	1198	1073
4	3088	1331	994	771	474	699
3	2849	1236	895	648	403	562
2	2663	1228	453	846	22,5	525
1	610	721	629	393	255	323
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau11 :niveaux d'éclairément relevés le 21 Juin à 12h

Juin 16h						
6	-	-	1125	699	1297	375
5	-	4020	1090	843	798	727
4	2084	952	791	525	340	467
3	3477	872	600	436	262	377
2	3362	842	309	568	18,6	337
1	465	505	418	266	168	215
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau12 :niveaux d'éclairément relevés le 21 Juin à 16h

Nous déduisons que le pourcentage de point se développant dans le seuil du confort en une journée dans le mois Juin est de : **39,39 %** .

Le 21 décembre :

Matin (09h) :

Les valeurs obtenues sont inférieures au niveau d'éclairage demandé, seules les surfaces des fenêtres présentent des variations entre 1000 et 900 Lux, tandis que les ouvertures orientées nord-ouest offrent un meilleur éclairage. Le reste de la salle sinon demeure inférieur à 400 Lux .

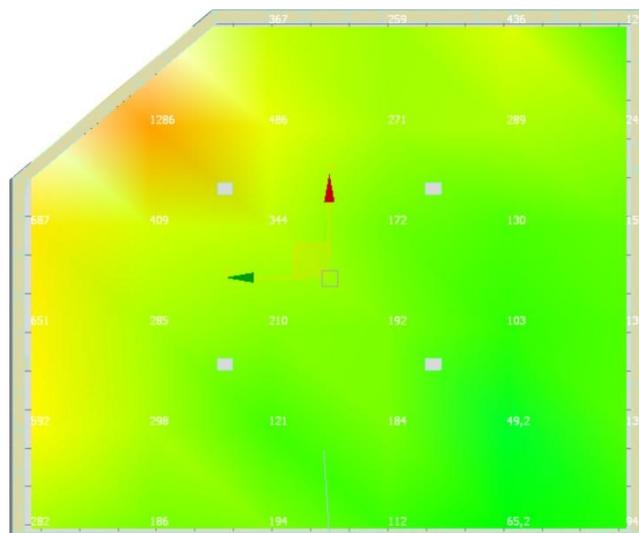


Fig22

Midi :

A 2 m de la façade sud-ouest, nous obtenons des résultats correspondant au confort voulu, et s'étalant sur une largeur de 02 m environ, tandis que la façade Nord-Ouest présente des résultats incohérents, une graduation entre 1500 et 300 seulement en 05m de largeur. ainsi, la grande partie de la salle bénéficie de moins de 300 Lux .

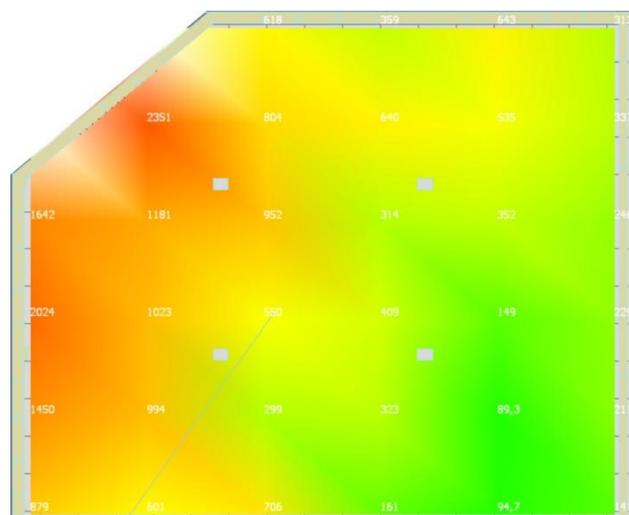


Fig23

Après Midi (16h) :

Toute la salle est à moins de 300 Lux, seul les surfaces des fenêtres présentent entre 700 et 600 Lux .

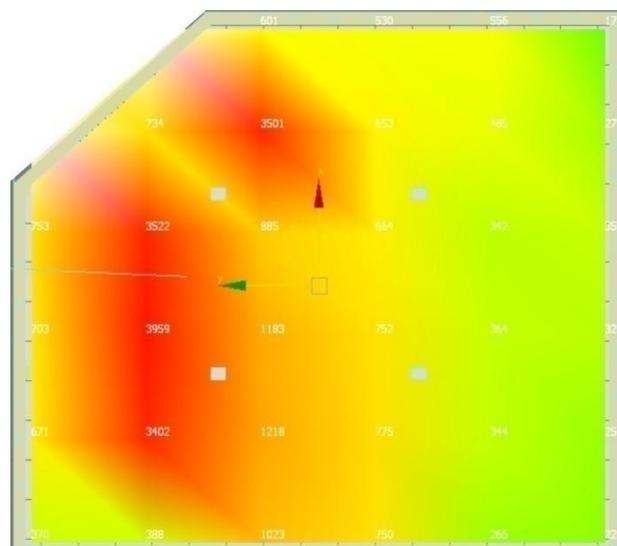


Fig24

Discussion des résultats de décembre :

Nous présentons ces tableaux, qui portent l'ensemble des points (niveau d'éclairément) figurant dans la simulation .

Les valeurs qui y figurent sont en (Lux) .

Decembre 9h						
6	-	-	367	259	436	128
5	-	1286	486	271	289	246
4	787	409	344	172	130	155
3	651	285	210	192	103	134
2	592	298	121	184	49,2	137
1	282	186	194	112	65,2	94,3
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau13 :niveaux d'éclairément relevés le 21 Décembre à 09h

Decembre 12h						
6	-	-	618	59	643	312
5	-	2351	804	640	535	337
4	1642	1181	952	314	352	246
3	2024	1023	550	409	149	229
2	1450	994	299	323	89,3	211
1	879	601	766	161	94,7	141
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau14 :niveaux d'éclairément relevés le 21 Décembre à 12h

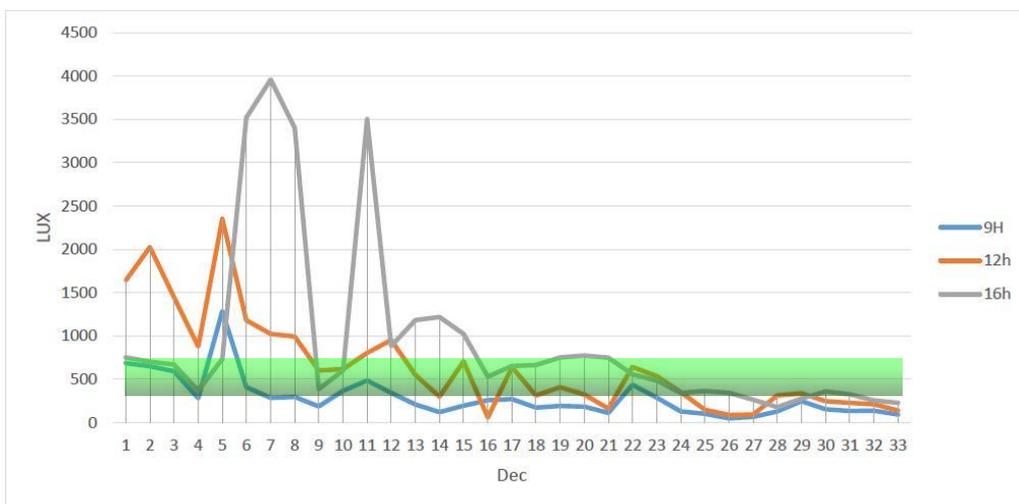
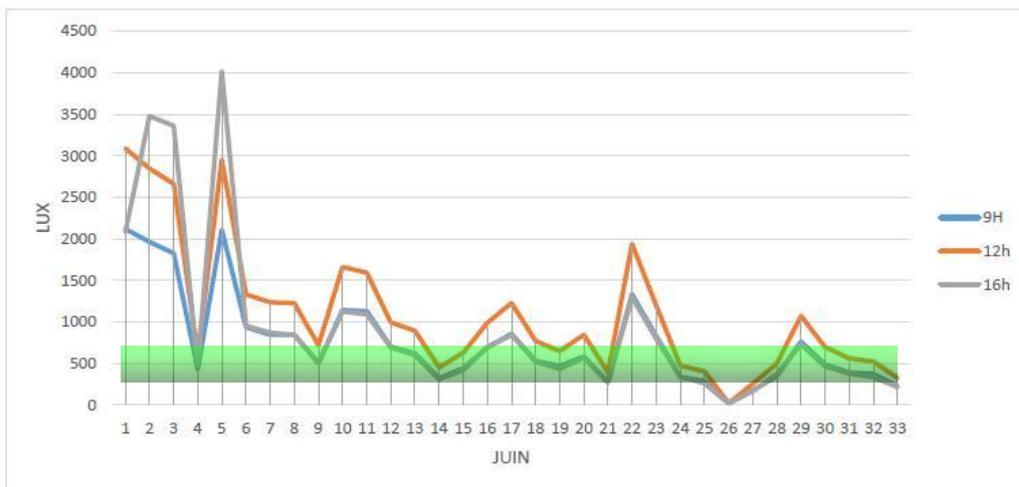
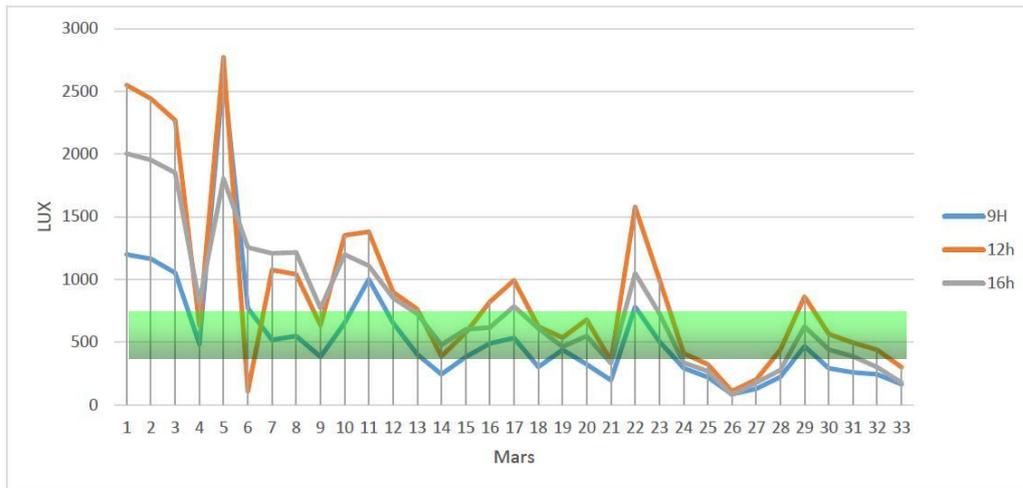
Decembre 16h						
6	-	-	601	530	556	178
5	-	734	3501	653	485	278
4	753	3522	885	664	342	359
3	788	3959	1183	752	364	326
2	671	3402	1218	775	344	256
1	370	388	1023	750	265	228
Y/X	1	2	3	4	5	6

Tableau15 :niveaux d'éclairément relevés le 21 Décembre à 16h

Nous déduisons que le pourcentage de point se développant dans le seuil du confort en une journée dans le mois Juin est de : **34,34 %** .

Graph08 : Diagrammes des niveaux d'éclairement des trois (03) mois :

La zone verte étant notre zone de confort visuel .



Conclusion :

Notre approche dans la vérification du confort dans la salle de lecture de notre bibliothèque, fut basée sur des outils scientifiques, objectifs et méthodiques :

- Nous avons eu recours à un questionnaire destiné aux étudiants, avec des questions qui ciblent le confort, la gêne et l'appréciation des usagers même,
- nous avons utilisé un instrument de mesure (Luxmètre) afin de relever avec exactitude le niveau d'éclairage de la salle de lecture, et ce, en trois périodes de la journée, dans une tentative de notre part d'être le plus fidèle à la réalité des choses,
- nous avons terminé avec une simulation qui couvre l'ensemble des saisons de l'année, toujours fixant les trois (03) périodes de la journée.

L'ensemble des résultats obtenus reflète un inconfort couvrant la salle, à l'exception d'une surface de confort située au cœur de la salle (dont le pourcentage global atteint **37,71 %** de la salle), dans l'intermédiaire entre une zone sombre au fond, et une zone fortement éclairée/ensoleillée devant les fenêtres, offrant un éblouissement enregistrant parfois jusqu'à 8500 Lux.

Ceci, ayant *vérifié notre première hypothèse d'inconfort visuel*, nous lançons dans la vérification de la seconde, à savoir, le moyen par lequel procéder pour remédier à cet inconfort.

Notre intervention :

L'inconfort dénoté sur les simulations et dans les mesures In-situ, démontre un manque d'éclairage au fond de la salle, ceci va de pair avec les résultats du questionnaire qui confirment que les étudiants préfèrent s'asseoir auprès des fenêtres (60%) malgré l'éblouissement que celle-ci leur procurent tant sur leurs yeux (86,6%) que sur leurs tables (63,33%) ,et que les dimensions de ces ouvertures sont petites (50%) .

Notre première intervention alors, afin d'homogénéiser l'apport d'éclairage dans la salle et de faire arriver plus de lumière naturelle au fond, fut d'augmenter les dimensions des fenêtres, surtout sur la hauteur, nous procédons alors par une simulation, et verrons le comportement de la salle face a ces nouvelles données.

Les résultats de cette simulations, comme les précédentes, seront affichés comme des variations de couleurs sur le plan de la salle, suivis de diagrammes, qui expliquera mieux les résultats de niveaux d'éclairement des trois périodes de la journée (matin, midi et après-midi) et ce, pour les trois dates habituelles , à savoir le 21 Décembre, Le 21 Mars et le 21 Juin .

D'autre simulations suivrons, toujours dans le but d'améliorer l'apport en éclairage à la salle de lecture de la bibliothèque : certaines affecteront la protection des fenêtres, avec des brises soleils disposés en multiples variantes : verticaux, horizontaux, inclinés, droits, ... et en parallèle, le calcul du pourcentage d'amélioration décidera quelle approche maintenir, comme remède à l'inconfort mesuré dans l'étape précédente.

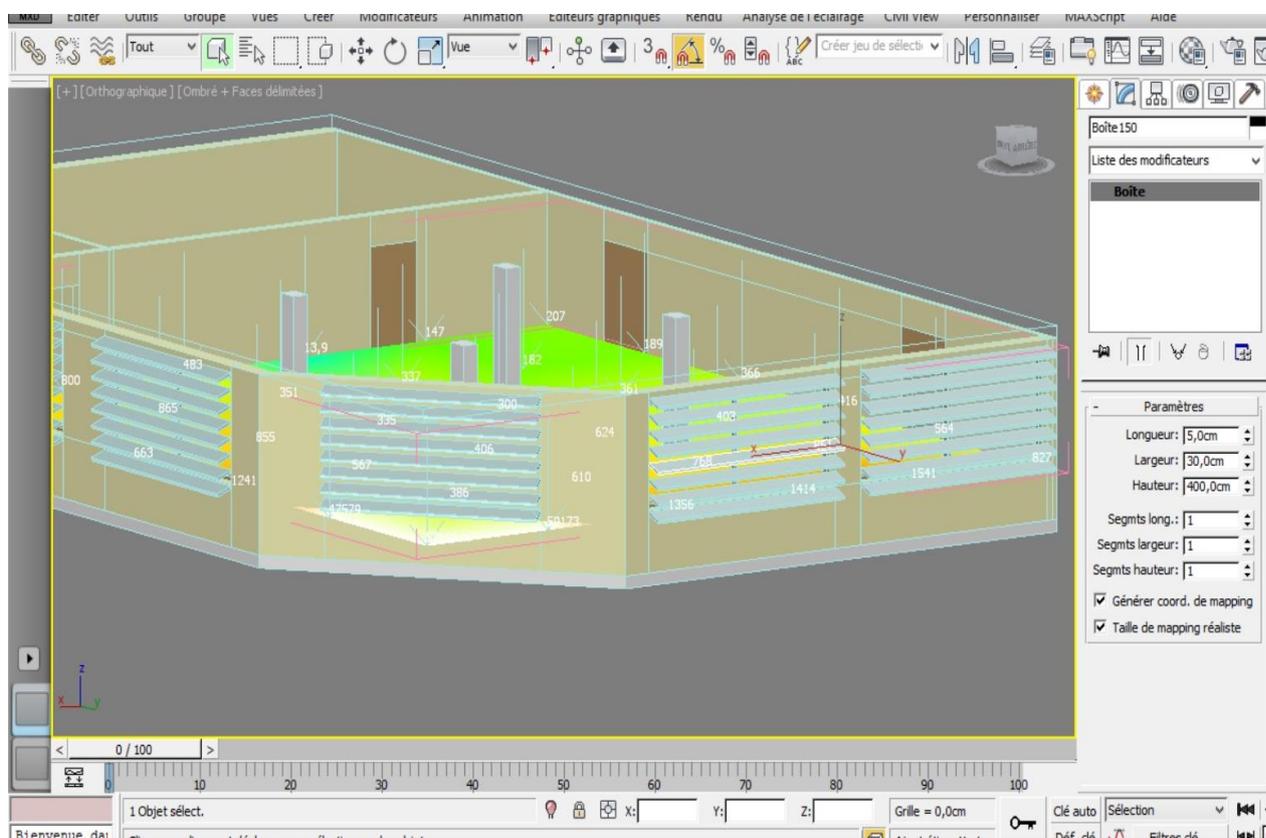
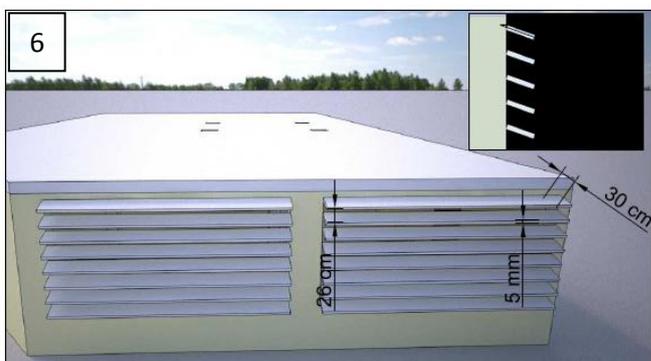
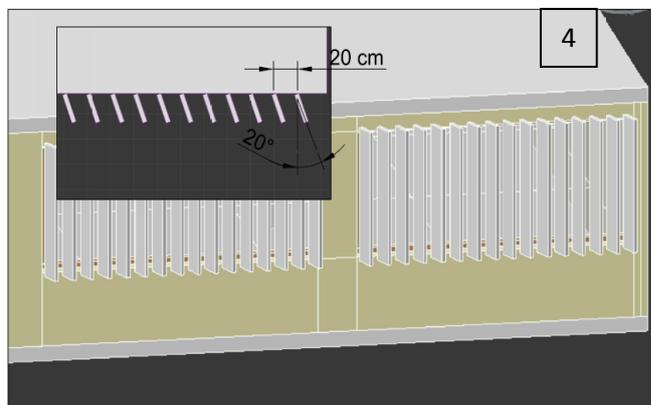
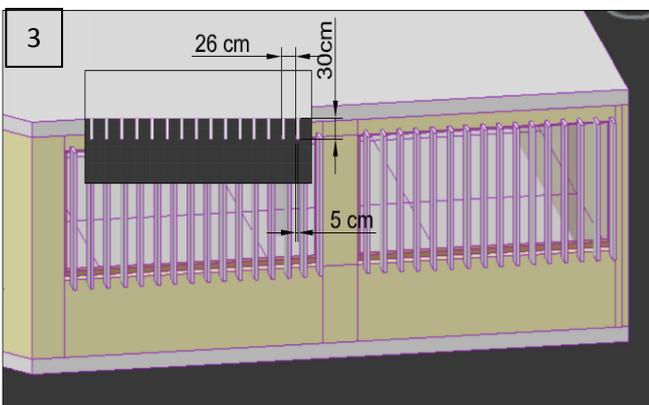
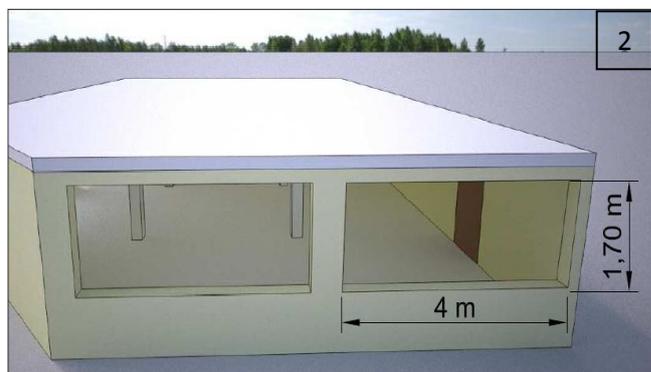
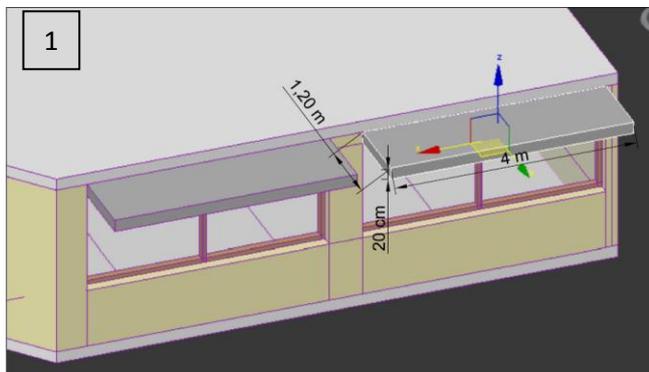
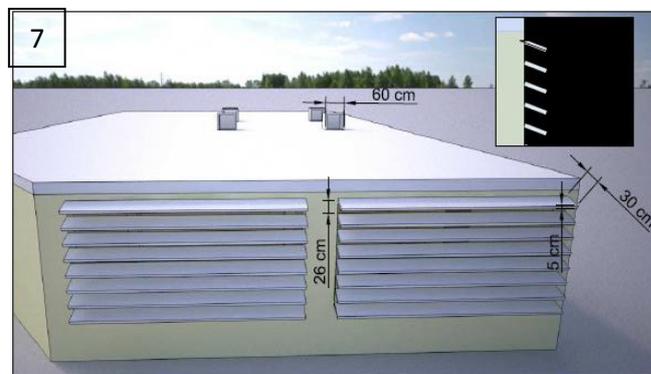


Fig25 : interface du logiciel de simulation 3DS MAX sur la salle de lecture ,avec réglages sur le coté .

Illustrations sur les interventions entreprises :



- 1- Elargissement des ouvertures (4 × 1,7m) .
- 2- Brise soleil horizontal en longueur (débord de 1,2m) .
- 3- Brise soleils verticaux droit (largeur 30 Cm, écart 26 Cm entre lamelles) .
- 4- Brise soleils verticaux inclinés de 20° (écart 20 Cm entre lamelles) .
- 5- Brise soleils horizontaux droit .
- 6- Brise soleils horizontaux inclinés de 20° .
- 7- Brise soleils horizontaux inclinés de 20° ,avec 04 puits de lumière de 0,6 × 0,6 m² .



21 Décembre :

9h	12h	16h
785	1004	277
1813	2653	936
1778	2336	815
1835	20655	838
907	2436	484
5100	1980	542
5733	1774	547
5569	1397	541
1540	891	258
1035	1149	366
856	525	237
2851	1031	338
1854	748	375
5916	954	504
2813	2523	1275
788	690	236
726	447	208
1119	521	215
4040	967	241
2367	2455	461
5431	270	1289
527	364	139
560	473	186
1034	529	250
1375	1056	268
1927	2609	629
2567	632	1347
609	244	199
449	336	128
655	494	179
1200	710	295
1132	1792	425
1794	512	1009

Tableau16

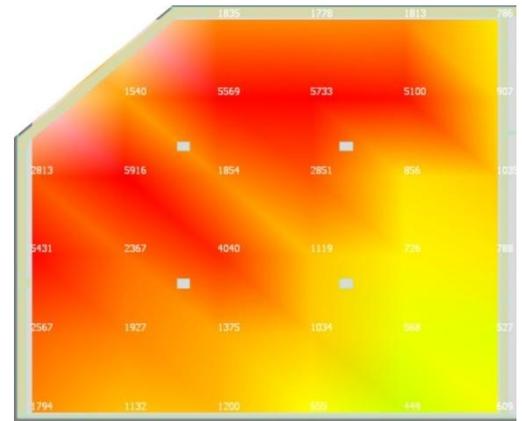


Fig26 : **Matin (09h)**

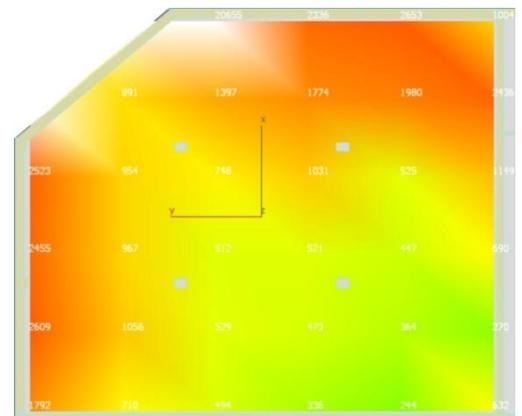


Fig27 : **Midi**

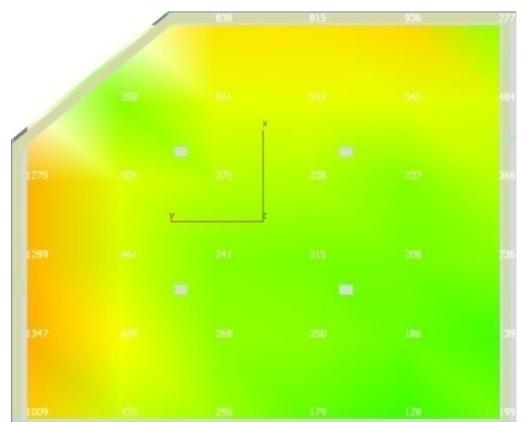


Fig28 : **Après midi (16h)**

21 Mars :

9h	12h	16h
3189	1407	807
6338	16973	2860
6245	4343	2483
5739	18500	2667
3549	2195	1225
26055	2749	1543
26070	2941	1697
26090	3003	1710
4060	1386	796
4184	1796	1029
4893	1289	666
5380	1863	1070
4677	1683	1080
3652	2506	1552
4285	6425	4052
2356	1116	652
2448	969	596
3102	1078	674
2845	1251	775
2687	2318	1459
3652	6276	4011
1489	577	372
1239	731	455
2024	1116	721
1415	1141	722
1997	2629	1747
3534	6717	4258
1185	733	459
986	589	373
1195	867	556
1506	1302	820
1152	1793	1194
2502	4597	3006

Tableau17

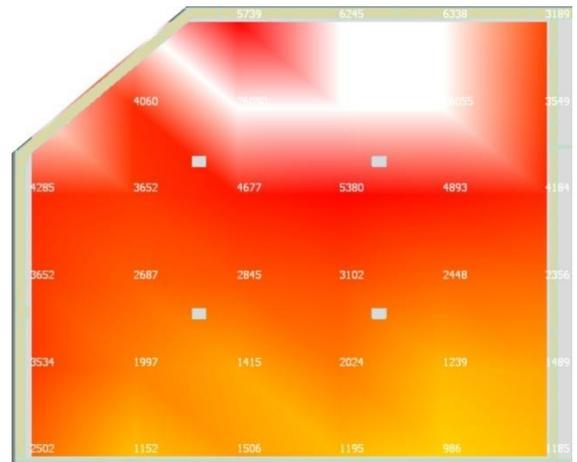


Fig29 : **Matin (09h)**

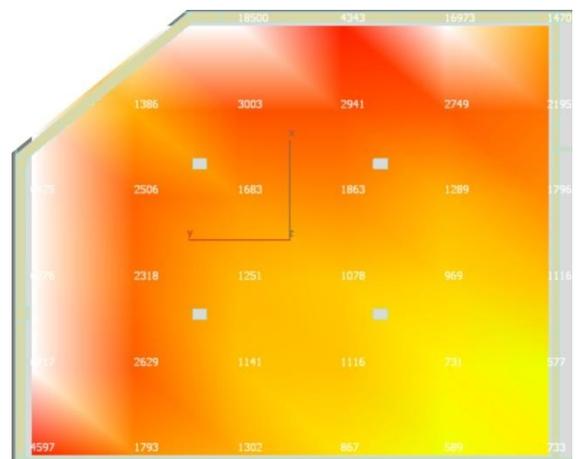


Fig30 : **Midi**

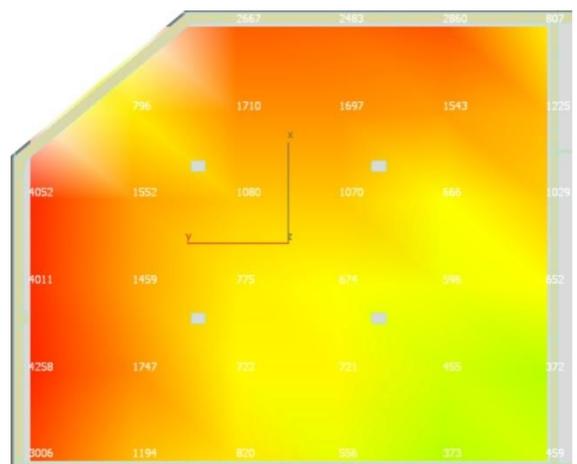


Fig31 : **Après Midi (16h)**

Le 21 Juin :

9h	12h	16h
1564	1605	1017
4320	5649	3589
4043	4892	3128
1965	5305	3387
2625	2335	1482
2818	2990	1914
2795	3356	2136
1304	3376	2171
1667	1572	1013
1232	1955	1254
1709	1280	827
1631	2103	1352
2166	2024	1311
5518	2999	1943
992	7927	5138
951	1242	799
1024	1143	733
1160	1313	846
2038	1523	987
5387	2817	1829
531	7782	5044
642	698	453
1019	852	546
1000	1351	884
2266	1350	879
5698	3209	2101
620	8281	5373
526	836	538
821	685	444
1129	1033	676
1530	1538	1002
3927	2202	1442
3844	5709	3717

Tableau18

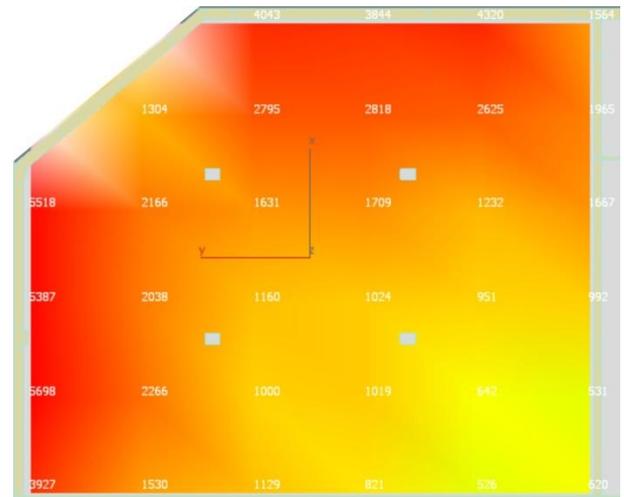


Fig32 : **Matin (09h)**

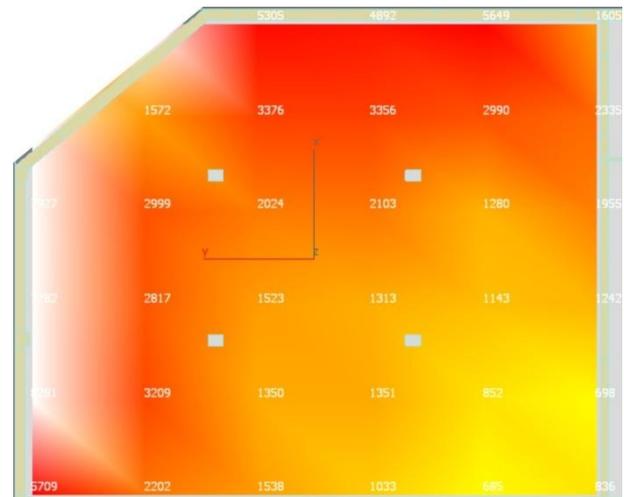


Fig33 : **Midi**

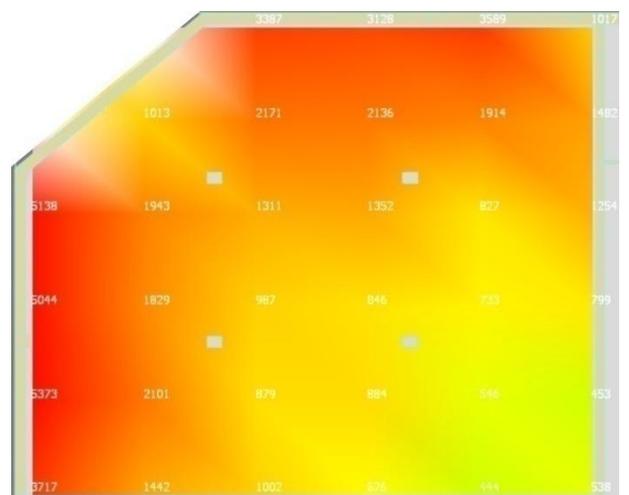


Fig34 : **Après Midi (16h)**

Discussion des résultats :

Se référant aux Diagrammes à coté, et aux valeurs des simulations présentées aux tableaux, Un inconfort complet est à dénoter sur l'ensemble des saisons, avec des valeurs très élevées en mois de MARS , des niveaux d'éclairément de 26000 Lux à 09h du matin auprès de la façade, et 5300Lux au centre.

Les niveaux d'éclairément se tempèrent légèrement en mois de JUIN, mais toujours en maintenant le caractère d'inconfort complet (surtout a midi), avec des valeurs de 8281 Lux après des fenêtres.

Il est a dénoter que le fond de la salle s'est nettement amélioré, avec au mois de MARS des valeurs comme 577 Lux et 536 à midi, et des niveaux d'éclairément de l'ordre de 520 Lux, et 453 Lux en Juin , nous y avons obtenu le seuil de confort .

Le mois de décembre offre quelques valeurs améliorée, mais l'éblouissement demeure toujours prépondérant, et le fond de la salle offre toujours des valeurs inférieures au seuil du confort .

Cette approche –même si elle a amélioré le niveau d'éclairément au fond de la salle- demeure peu satisfaisante, pour l'éblouissement qu'elle a amplifié .



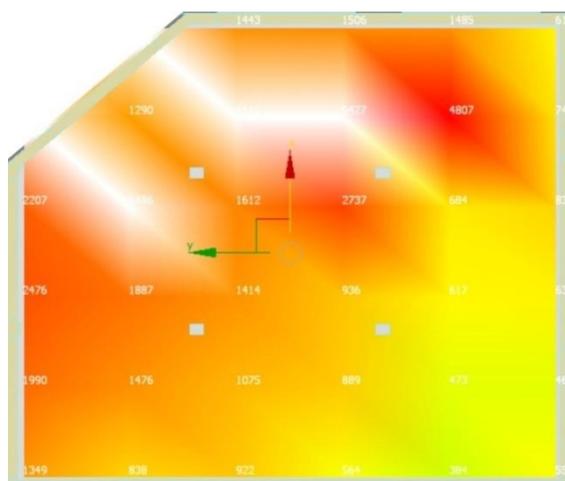
Graph09 : Diagrammes des niveaux d'éclairément des trois (03) mois

2/ avec un auvent :

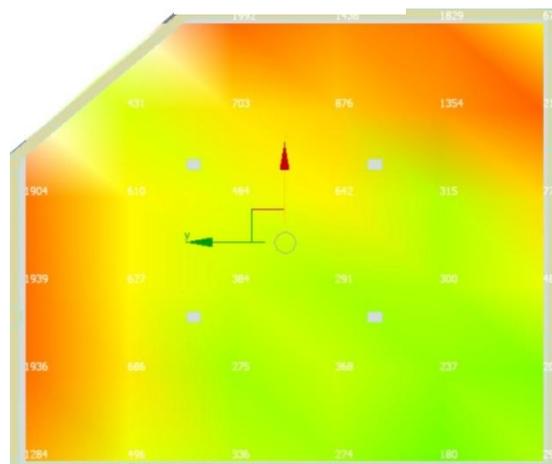
Décembre :

9h	12h	16h
2207	1904	980
2476	1939	1051
1990	1936	1034
1349	1284	759
1290	431	191
5486	610	331
1887	627	323
1476	686	435
838	496	310
1443	1992	641
5112	703	325
1612	484	275
1414	384	196
1075	275	168
922	336	217
1506	1436	595
5427	876	348
2737	642	250
936	291	147
889	368	204
564	274	151
1485	1829	710
4807	1354	376
686	315	161
617	300	161
493	237	156
384	180	106
612	670	162
742	2152	389
839	779	285
638	480	154
465	208	124
551	297	178

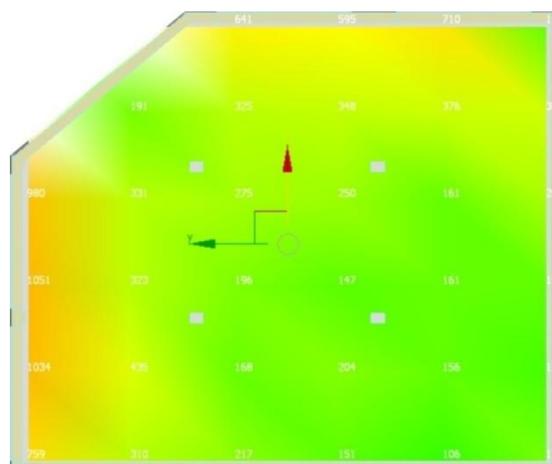
Tableau 19



Matin (09h)



Midi



Après midi (16h)

Mars :

9h	12h	16h
3430	2435	2544
3491	2482	2678
3260	2481	2652
2170	1642	1903
1825	485	474
1657	762	858
1288	780	838
1330	864	1043
872	631	749
4020	1650	1649
3524	814	831
1755	597	681
1311	486	507
763	329	401
888	430	509
3868	1520	1486
3736	930	881
2502	661	641
1249	350	382
882	408	496
850	351	393
4276	1926	1772
3291	1133	875
2129	418	391
1009	386	394
686	303	328
579	231	275
1796	425	385
2112	1541	823
2386	822	666
945	390	361
677	265	288
568	387	374

Tableau 20

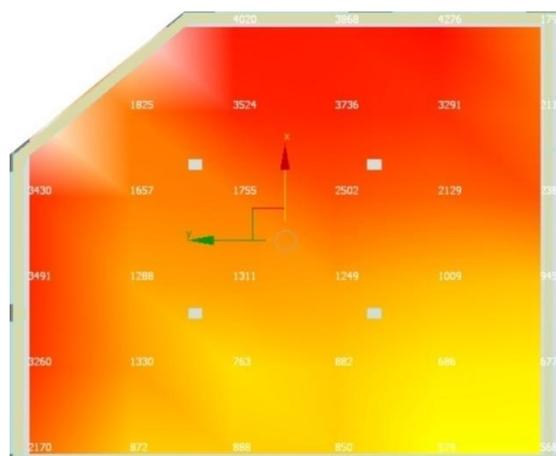


Fig35 :**Matin (09h)**

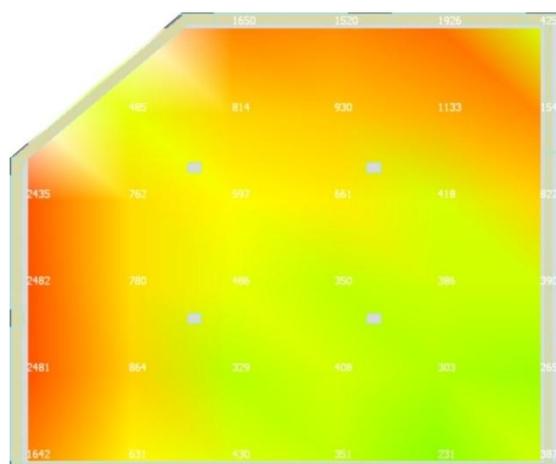


Fig36 : **Midi**

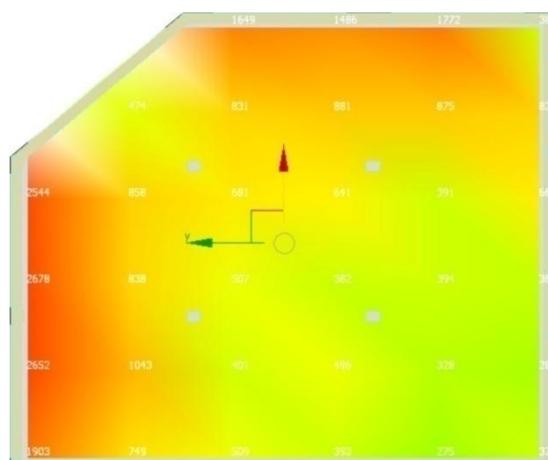


Fig37 :**Après midi (16h)**

Juin :

9h	12h	16h
4195	6063	3933
4242	6180	4016
4279	6247	4058
2829	4125	2696
854	1152	746
1355	1920	1250
1389	1966	1278
1422	2061	1355
1036	1509	994
2911	3990	2582
1493	2008	1299
1051	1456	947
856	1225	794
587	830	544
721	1035	677
2570	3508	2258
1606	2062	1330
1131	1527	986
622	879	572
721	1026	672
635	883	582
3011	4127	2672
1547	1995	1278
709	888	575
647	864	559
479	677	438
383	535	353
773	899	580
1292	1707	1098
1074	1454	937
599	814	522
442	626	407
511	723	469

Tableau 21

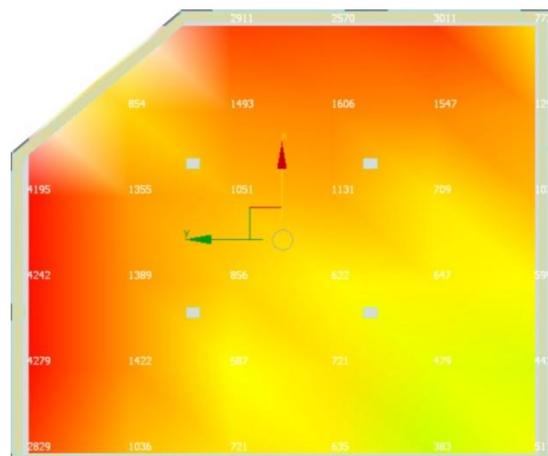


Fig38 :Matin (09h)

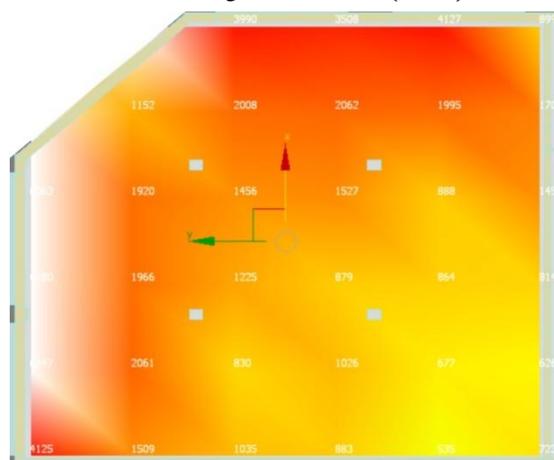


Fig39 : Midi

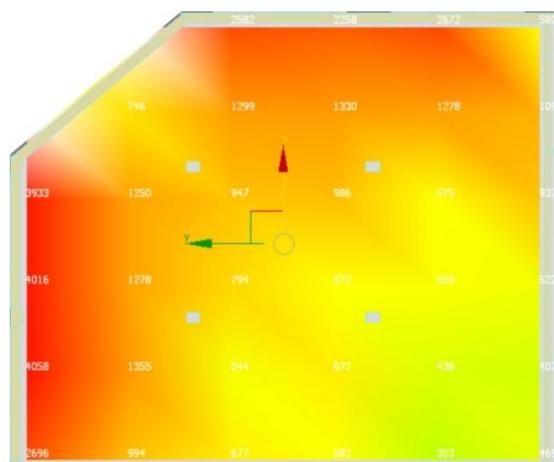


Fig40 :Après midi (16h)

Discussion des résultats :

Discussion des résultats :

Se référant aux résultats des simulations reportés sur tableau, et traduits en diagrammes en face, les niveaux d'éclairément enregistrés en mois de Décembre indiquent un éblouissement générale dans la salle, avec 5400 Lux au milieu de la salle, et 2400 Lux sur la façade Sud-Ouest, ainsi que 1500 Lux sur la façade Nord-Ouest. à midi, seul le centre de la salle présente un seuil de confort, les façades se trouvent à 1900 Lux, et le fond demeure sombre, tandis qu'à 16h seule la façade présente des valeurs favorable, le reste de la salle demeure sous le seuil du confort. Le mois de Mars présente des valeurs dans le seuil du confort du fond et jusqu'au cœur de la salle, surtout à Midi et 16h, seules les façades offrent éblouissement (comme la façades Sud-Ouest avec 2482 Lux). Le mois de Juin cependant présente un éblouissement général, avec 6247 Lux sur la façade Sud-Ouest, si ce n'est le fond (le quart) de la salle qui varie dans le confort, et ce dans les 03 périodes de la journée.

Le pourcentage de confort ici atteint **34,68 %**, ce qui n'est pas à maintenir.

Graph10 : Diagrammes des niveaux d'éclairément des trois (03) mois.



3- Avec Brise-soleils verticaux droits:

Le 21 Décembre :

9h	12h	16h
1112	1553	829
953	1308	678
1098	1495	789
658	926	452
441	399	189
536	569	284
437	619	289
497	591	304
323	420	243
1496	1573	582
954	1051	330
393	350	146
220	248	113
225	284	134
237	287	161
1523	1280	422
1028	760	279
477	500	203
336	348	164
239	207	95,1
203	14	81,3
171	1845	493
1021	1395	262
436	496	156
357	260	137
214	231	112
123	90,4	40,3
610	989	169
857	1938	352
718	664	202
407	565	123
201	132	69,3
243	193	84,3

Tableau 22

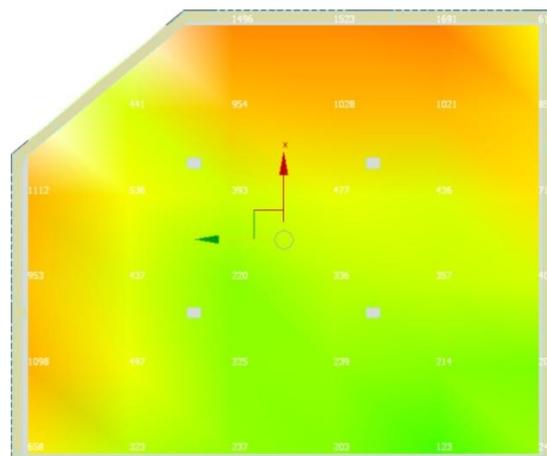


Fig41 :**Matin (09h)**

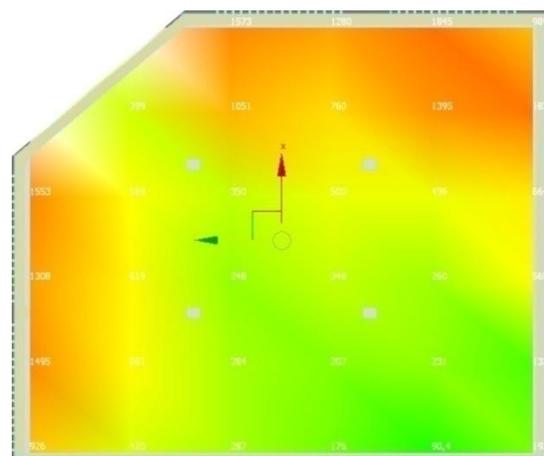


Fig42 :**Midi**

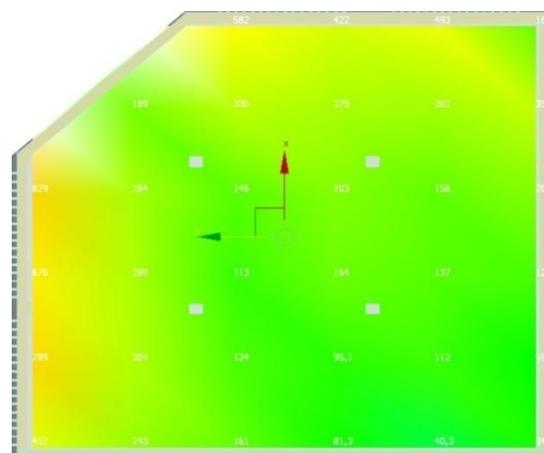


Fig43 :**Après midi (16h)**

Le 21 Mars :

9h	12h	16h
2767	1997	2127
2270	1677	1757
2625	1916	2039
1612	1186	1172
1587	516	461
1484	765	739
1224	750	747
1172	777	762
778	539	592
3558	16288	1426
2712	1307	841
1543	482	379
820	310	294
683	362	346
593	370	448
3441	1607	1089
3030	1282	728
1973	641	529
1133	515	427
778	241	247
517	286	211
3803	2106	1264
3496	1492	665
1802	797	383
1007	350	341
641	296	279
393	107	105
1473	890	400
1999	162	774
2039	919	499
1150	513	319
650	204	173
490	270	218

Tableau 23

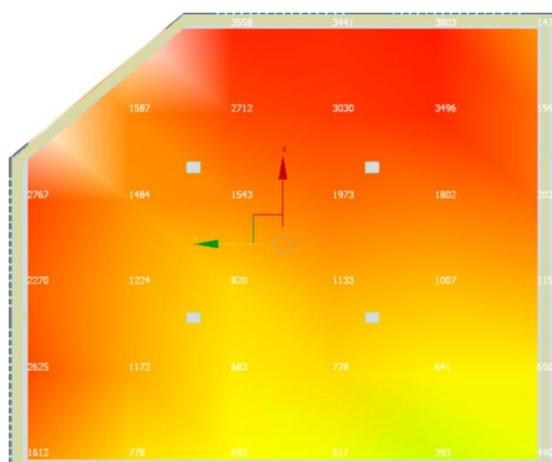


Fig44 :**Matin (09h)**

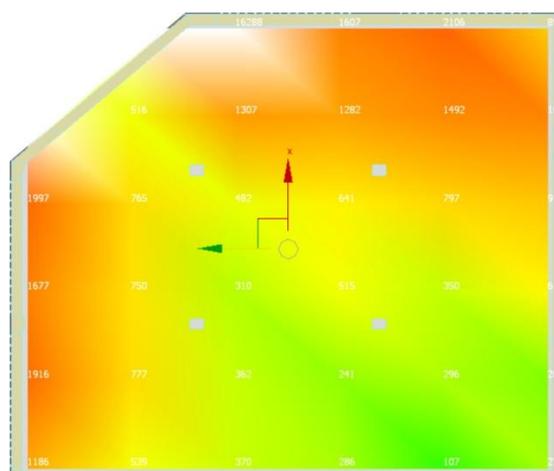


Fig45 :**Midi**

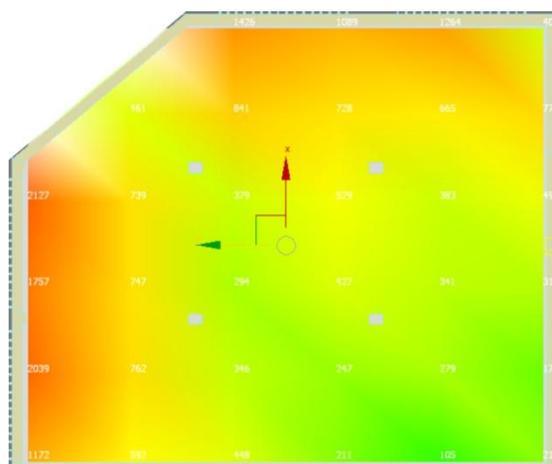


Fig46 :**Après midi (16h)**

Le 21 Juin :

9h	12h	16h
3452	1040	3213
2961	3161	2742
3315	2646	3121
1935	3347	1820
899	1770	673
1276	1671	1112
1281	1875	1131
1259	2079	1137
919	1069	852
2611	4950	2105
1739	1733	1297
859	948	599
573	1308	464
609	957	515
707	1240	609
2182	807	1654
1641	771	1144
1113	1014	832
789	726	638
466	1737	369
435	4256	334
2523	4805	1953
1574	1777	1036
939	800	602
636	574	477
511	665	415
235	435	166
1084	520	632
1506	260	1092
1101	526	770
626	936	504
334	1310	274
385	2823	326

Tableau 24

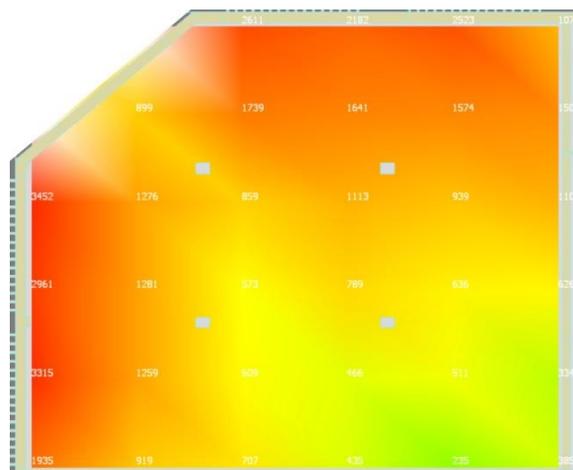


Fig47 :Matin (09h)

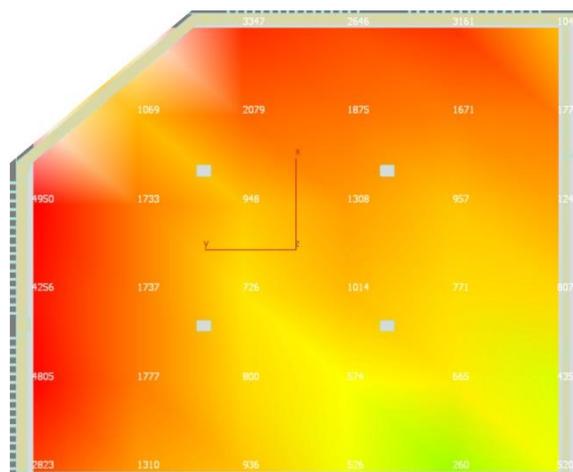


Fig48 :Midi

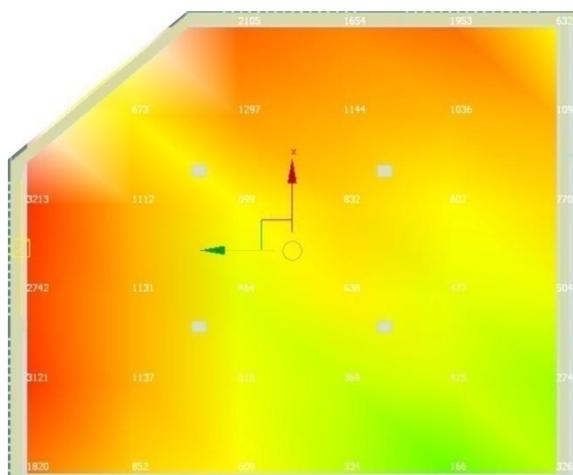


Fig49 :Après midi (16h)

Discussion des résultats :

Les diagrammes à coté sont très expressifs dans l'inconfort qu'ils reflètent, notamment à midi.

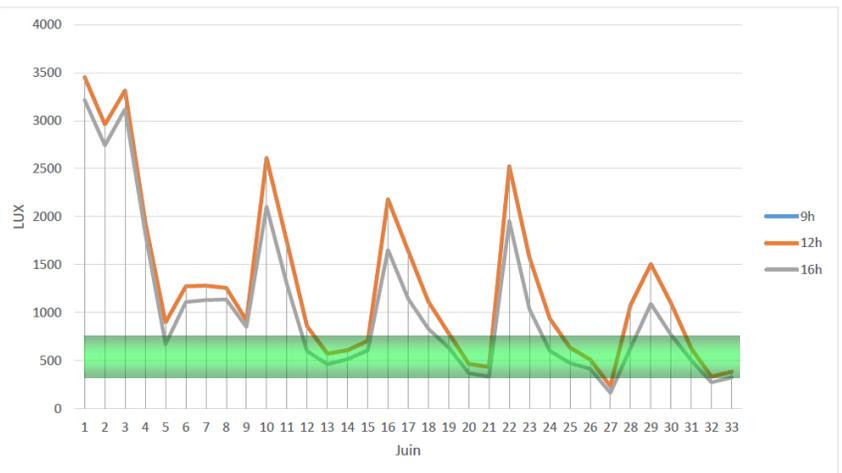
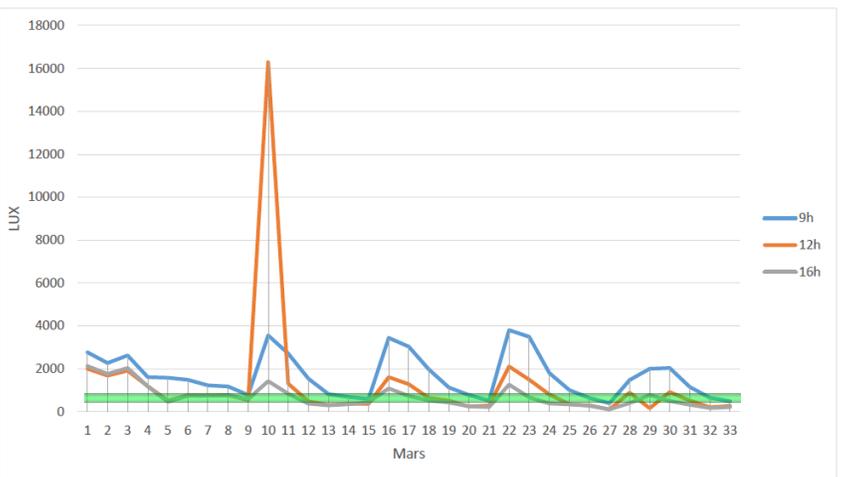
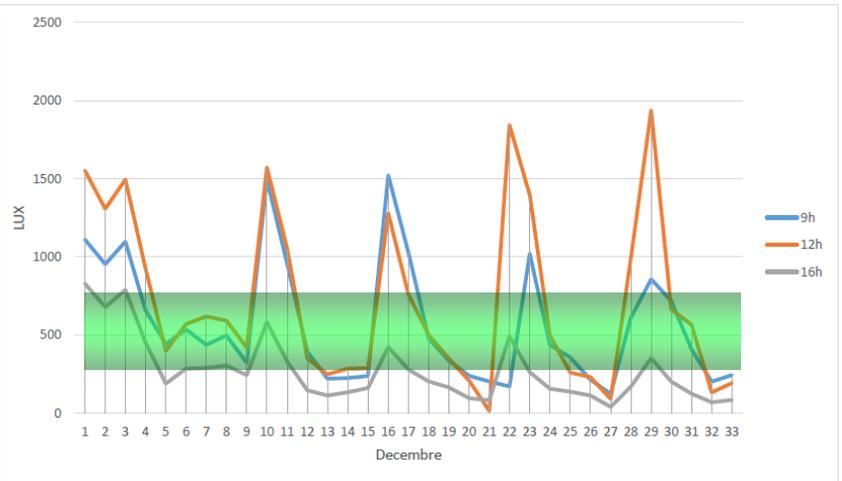
En effet, durant les trois mois : Décembre, Mars et Juin, nous assistons à un éblouissement complet sur le coté proche aux ouvertures avec 1845 Lux en décembre (Façade N-W), 3803 Lux en Mars (façade N-W) et jusqu'à 3452 Lux en Juin (même façade).

Le confort n'est enregistré qu'en partie réduite, à savoir le fond de la salle en mois de mars et juin, pouvant s'étendre jusqu'au cœur de la salle, à partir de Midi, en mois de mars.

Des valeurs en dessous du seuil du confort sont enregistrées en mois de décembre, entre 9h et midi dans le fond de la salle (214 Lux), tandis qu'à 16h, la salle se trouve complètement sous le seuil du confort.

Le pourcentage de confort ici s'élève à **34,34 %** de l'ensemble des points, ce qui est encore inférieure au pourcentage avec lequel nous avons démarré.

Graph11 : Diagrammes des niveaux d'éclairement des trois (03) mois .



4- Brise-soleils verticaux inclinés à 20 ° :

Le 21 Décembre :

9h	12h	16h
902	1306	695
894	1253	671
826	1187	610
492	697	328
395	314	154
456	624	297
364	513	233
313	415	222
252	333	170
1397	1631	436
912	105	308
354	356	156
181	183	85,3
172	241	122
124	155	78,3
1073	1292	417
975	1128	319
414	535	1992
255	304	146
227	177	76,2
100	97,4	57,7
1531	1666	494
1054	1366	328
321	314	154
184	197	98,3
55,2	83,7	45,7
126	107	54,5
438	745	181
710	1943	386
395	622	173
201	302	120
69,6	94,7	50,3
120	148	71,7

Tableau 25

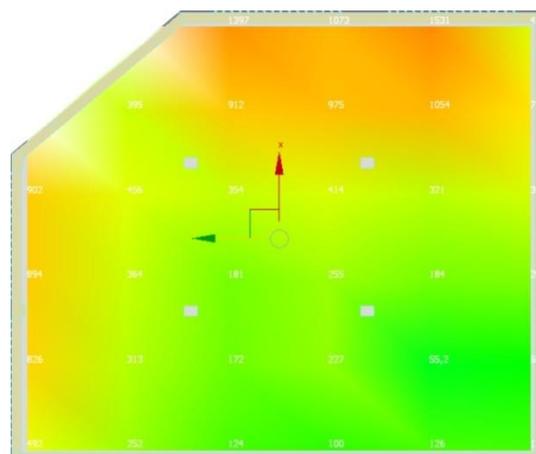


Fig50 :Matin (09h)

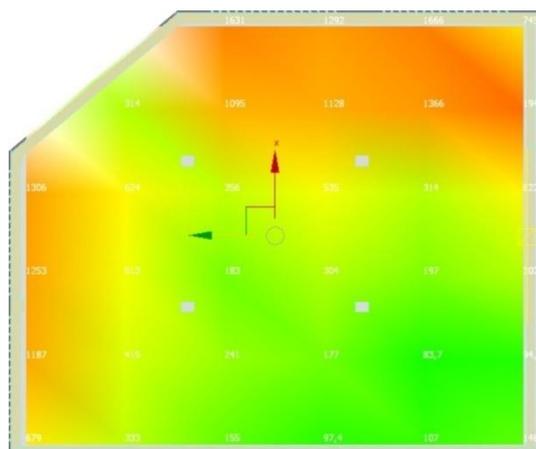


Fig51 : Midi

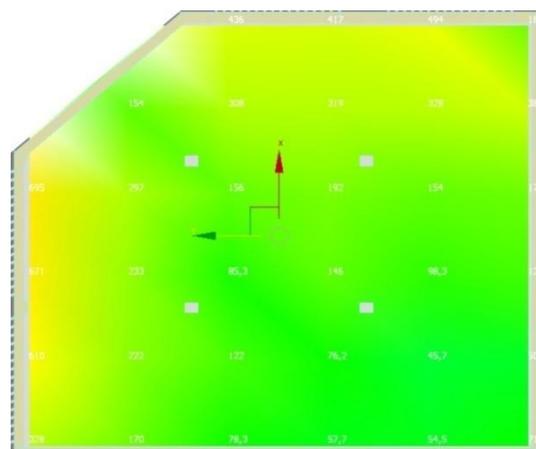


Fig52 :Après midi (16h)

Le 21 Mars :

9h	12h	16h
2194	1698	1782
2110	1606	1720
2013	1519	1581
1119	868	855
801	423	373
1082	839	773
832	595	603
831	554	563
533	525	427
2862	16320	1093
1973	1191	735
781	446	404
442	264	222
540	343	296
354	263	203
2467	1424	1025
2089	1436	784
1025	630	474
581	366	371
434	251	198
228	130	150
2918	1796	1255
1888	1378	726
776	438	372
585	267	255
174	102	115
255	149	142
1121	763	409
1598	1607	838
957	834	430
588	502	312
212	120	124
259	196	179

Tableau 26

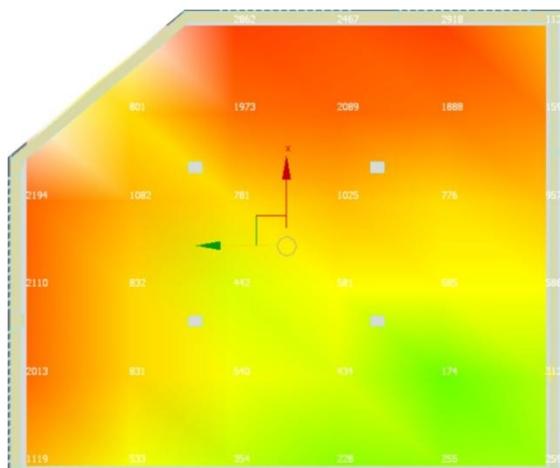


Fig53 :**Matin (09h)**

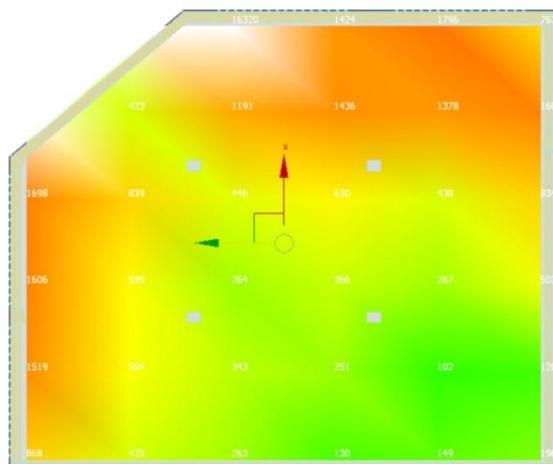


Fig54 :**Midi**

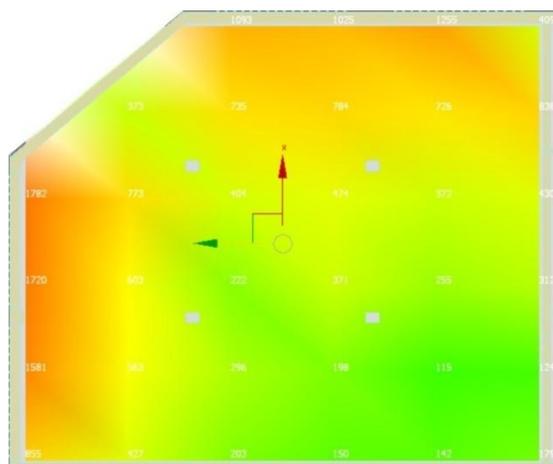


Fig55 :**Après midi (16h)**

Le 21 Juin :

9h	12h	16h
2883	5128	2686
2786	3998	2592
2647	3809	2476
1409	2058	1331
769	912	569
1343	1891	1224
1039	1422	927
951	1319	863
717	1011	661
2095	2719	1680
1449	1768	107
832	987	631
396	529	333
496	686	442
398	500	328
1972	2433	1530
1602	1941	1189
948	1129	714
666	893	565
362	459	291
272	321	211
2416	3138	1951
1407	1683	1035
861	925	587
508	649	406
200	216	140
280	347	224
962	1035	627
1487	1888	1187
937	1049	666
530	691	437
250	302	196
277	385	246

Tableau 27

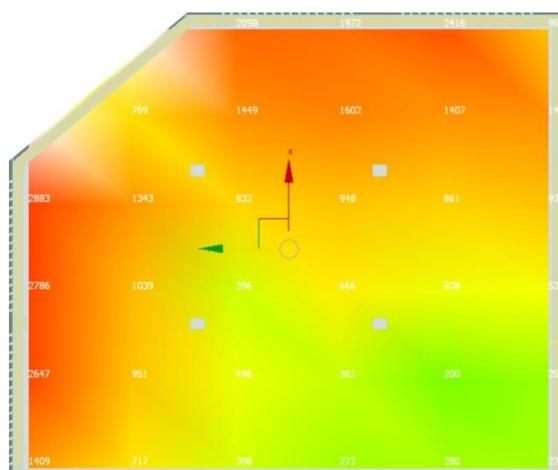


Fig56 :**Matin (09h)**

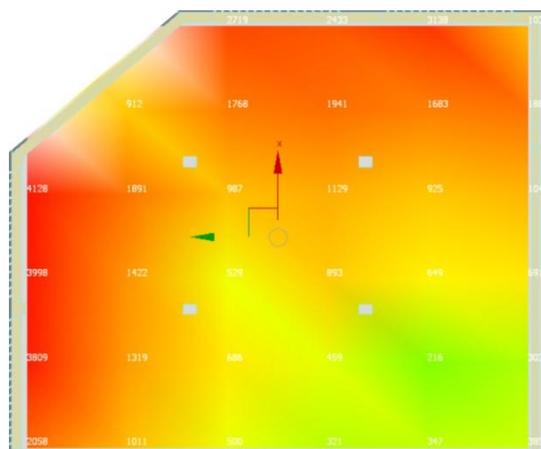


Fig57 :**Midi**

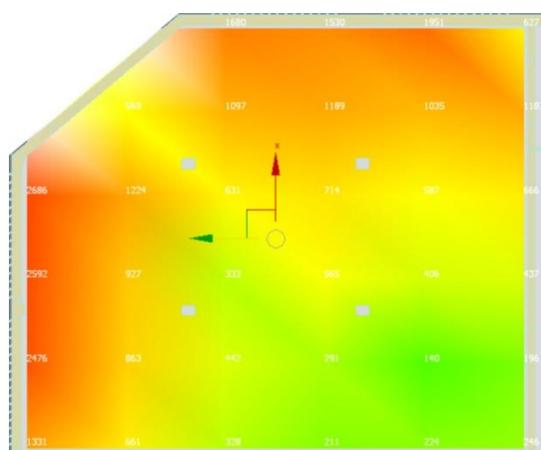


Fig58 :**Après midi (16h)**

Discussion des résultats :

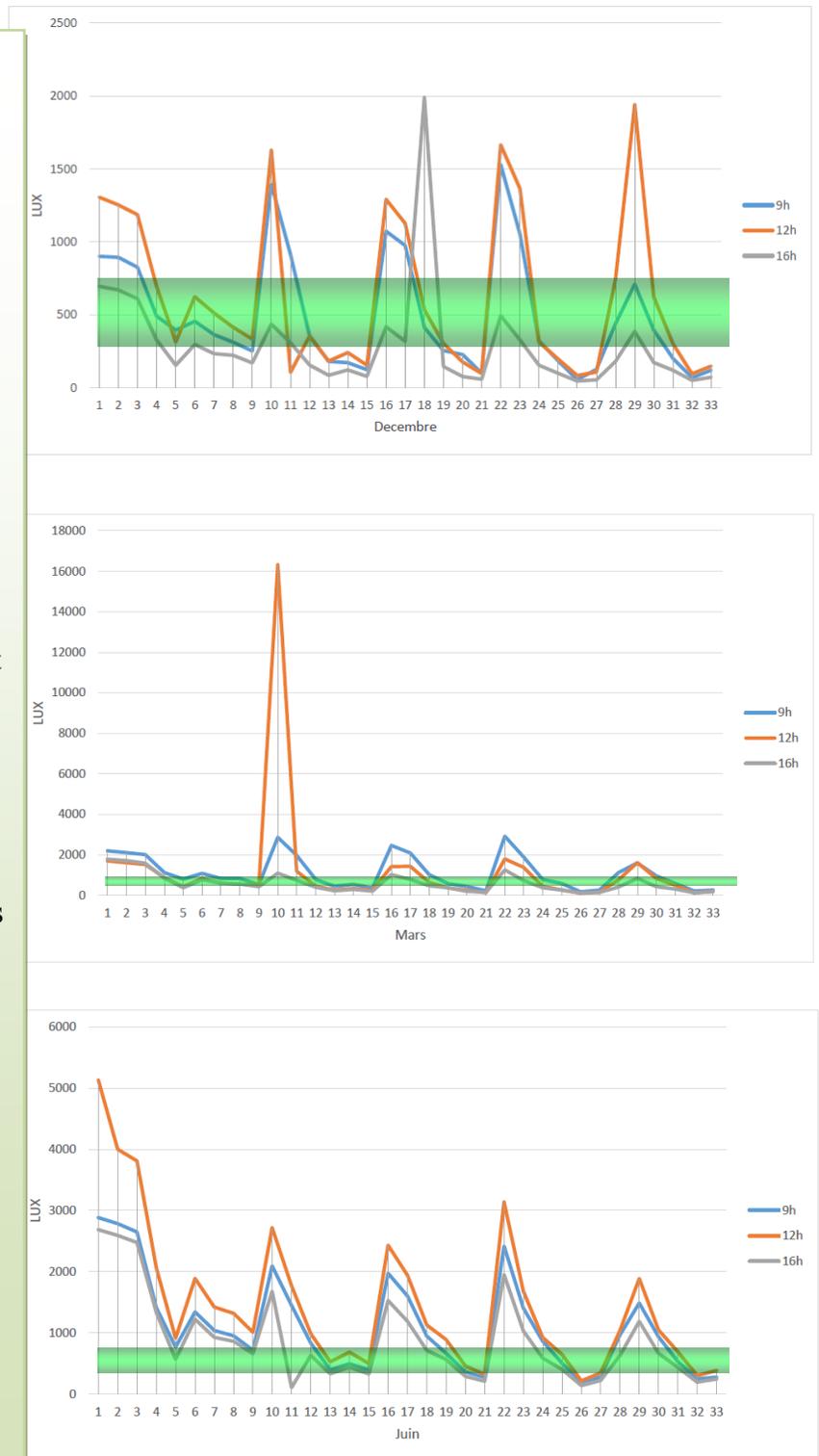
Avec un pourcentage de confort calculé à **32,66 %**, les résultats obtenus de part les simulations de ce cas d'étude sont peu satisfaisantes.

En effet, le mois de décembre offre dans son caractère générale des niveaux d'éclairément inférieures au seuil de confort, tandis qu'en mois de Mars, c'est l'éblouissement qui domine, surtout aux zones proches aux ouvertures (2862 Lux, 2457 Lux) .

Le mois de Juin présente durant la journée des valeurs dépassant le seuil du confort sur toute la salle, excepté le quart du fond, dont les niveaux d'éclairément graduent du seuil du confort (649 Lux, 459 Lux) au valeurs d'inconfort les plus basses (211 Lux,140 Lux) .

Les diagrammes à coté présente une meilleure lecture des variations des niveaux d'éclairément a travers la salle, et de l'importance de l'inconfort par rapport au seuil du confort .

Graph12 : Diagrammes des niveaux d'éclairément des trois (03) mois .



5-Avec Brise-soleils horizontaux droits :

Le 21 Décembre :

9h	12h	16h
1265	837	468
2558	682	395
1053	794	436
770	653	396
905	353	190
4447	357	212
1515	633	343
1041	460	285
668	406	264
1155	1198	214
4375	438	195
1035	650	184
2496	235	128
855	258	154
648	196	114
1272	1646	260
4608	1204	290
1895	522	181
634	224	104
565	284	123
304	196	95,5
998	1418	197
4298	1304	255
608	303	137
453	320	137
310	188	91,8
247	141	88,9
578	730	113
633	1938	303
647	749	197
412	195	79,9
335	105	61,1
358	274	115

Tableau 28

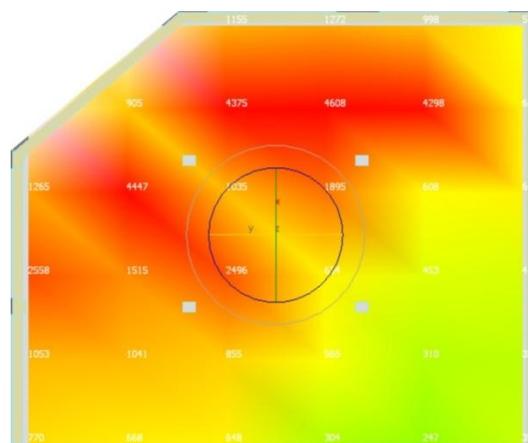


Fig59 :Matin (09h)

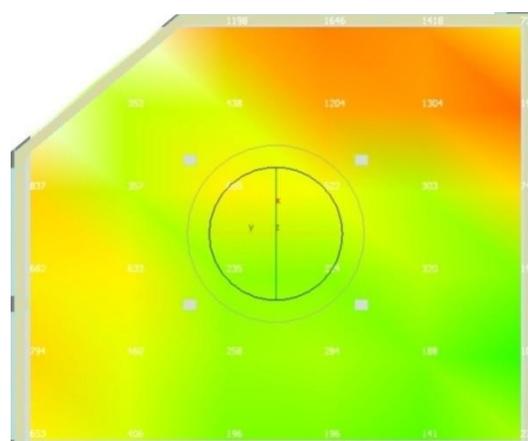


Fig60 :Midi

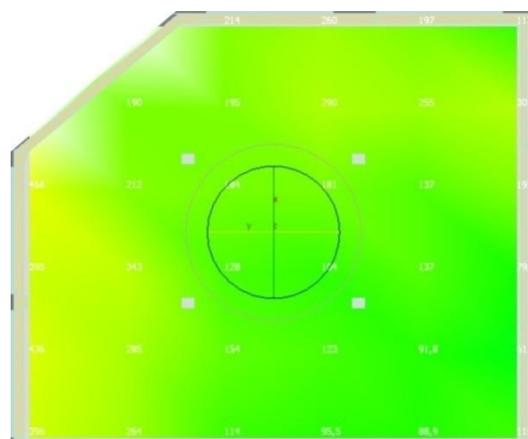


Fig61 :Après midi (16h)

Le 21 Mars :

9h	12h	16h
1355	1084	1160
1134	871	978
1345	1021	1128
1125	837	1025
1036	483	457
1006	452	528
1125	778	859
767	573	708
699	495	641
2919	1093	532
10971	541	493
1207	535	479
651	296	331
599	303	340
423	250	290
3034	1388	622
2364	1259	728
1228	483	469
775	249	269
583	286	307
336	236	248
2618	1502	439
10313	1044	593
992	369	330
755	382	339
396	205	211
321	183	231
1187	361	266
1607	1353	608
1383	870	477
593	202	199
316	133	149
320	396	219

Tableau 29

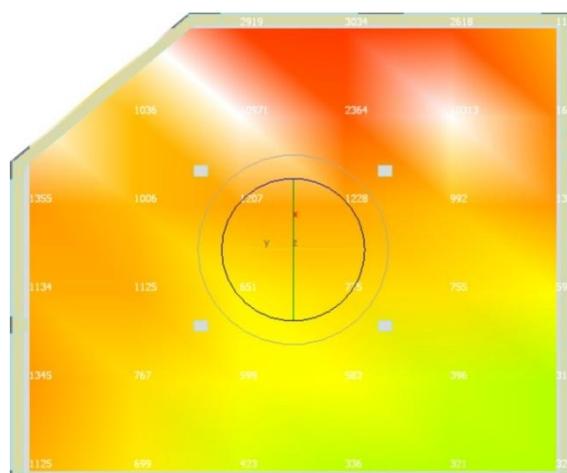


Fig62 :**Matin (09h)**

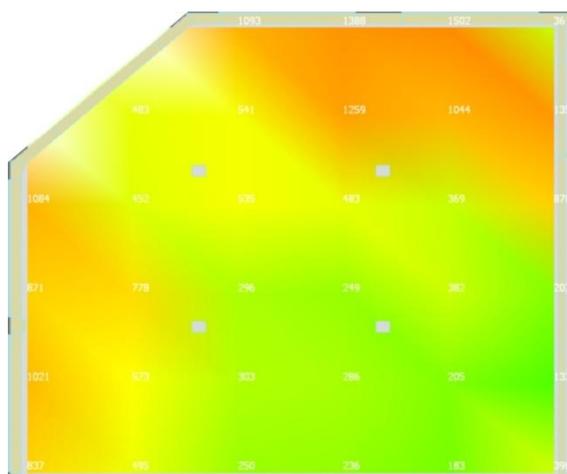


Fig63 :**Midi**

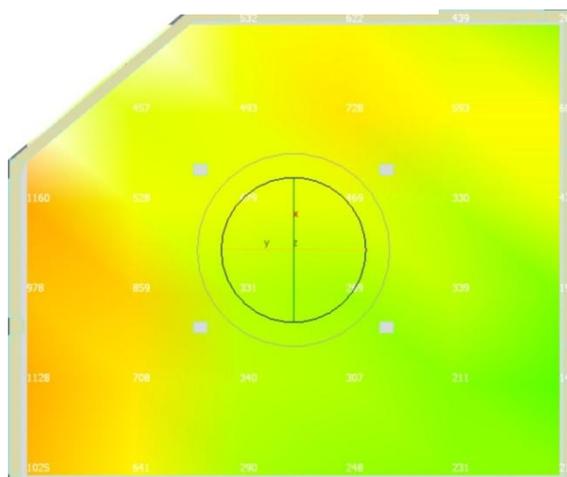


Fig64 :**Après midi (16h)**

Le 21 Juin :

9h	12h	16h
1696	2405	1571
1426	2071	1353
1686	2444	1593
1445	2109	1407
798	1114	721
800	1096	711
1298	1868	1222
923	1324	876
821	1188	784
1127	1286	772
891	1196	765
833	1113	715
524	746	488
520	754	494
406	594	389
1245	1405	856
1287	1760	1105
809	1135	734
452	609	397
417	603	383
411	594	387
932	1050	606
1084	1398	874
527	744	481
562	807	514
329	455	293
305	440	291
535	639	402
896	1213	765
798	1112	703
335	459	296
205	294	192
303	427	270

Tableau 30

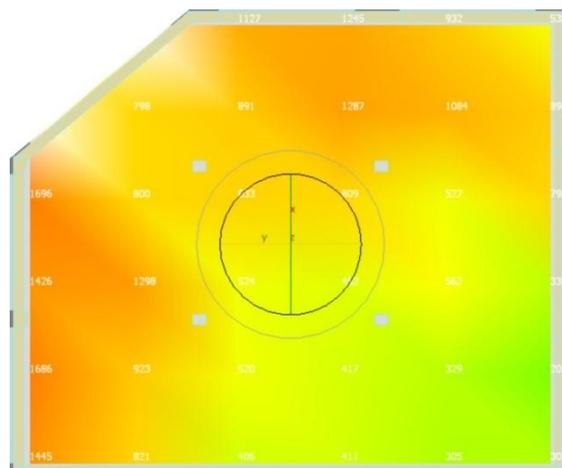


Fig65 :**Matin (09h)**

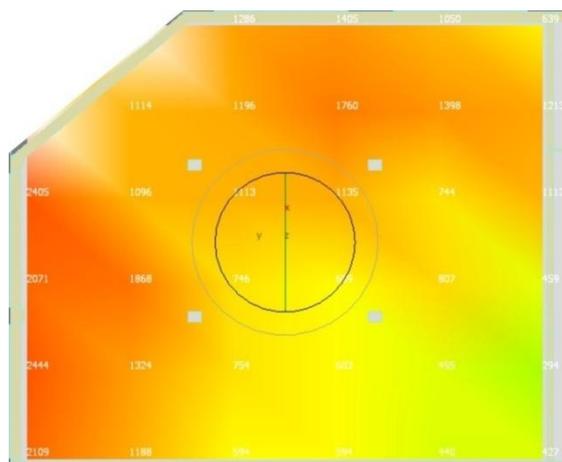


Fig66 :**Midi**

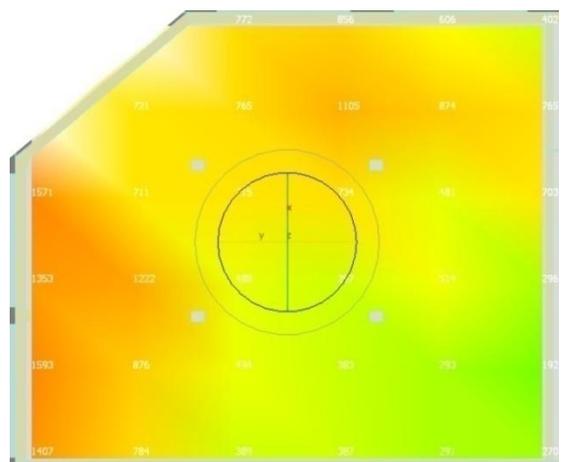


Fig67 :**Après midi (16h)**

Discussion des résultats :

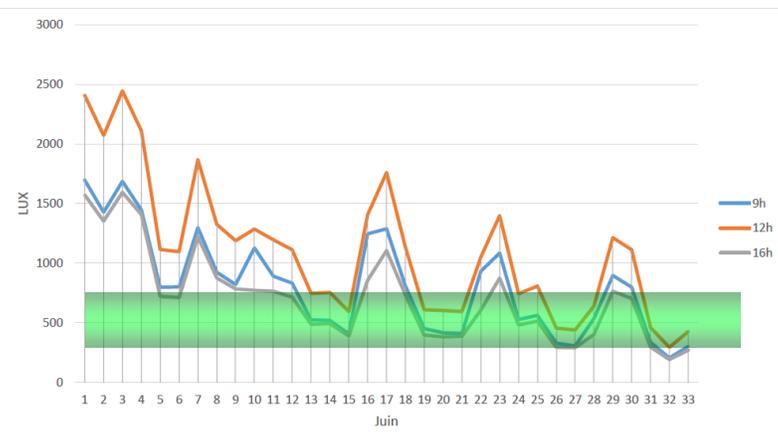
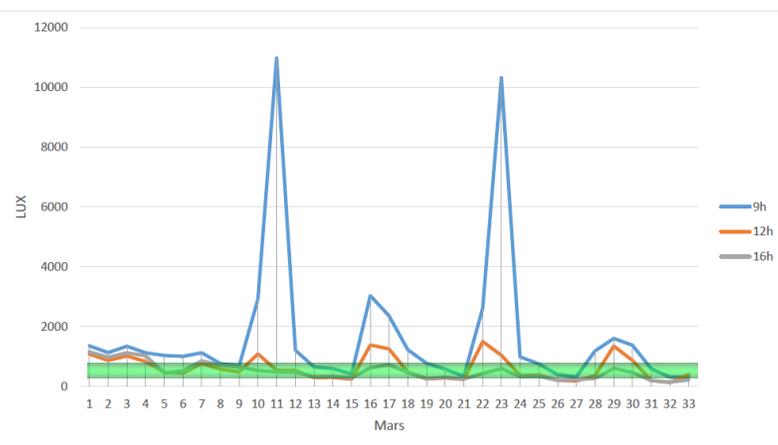
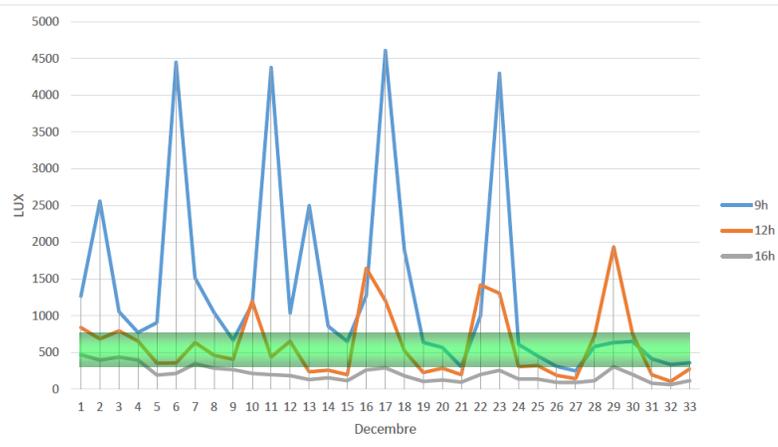
De part les photos de simulation, Décembre et Mars offrent le même caractère générale dans la distribution du confort et de l'éblouissement dans la salle. En effet, A 09h nous retrouvons du confort au fond tandis que le rest de la salle subit un éblouissement. mais à midi, la zone de confort se déplace vers le cœur de la salle alors que le fond plonge dans des niveaux d'éclairage en dessous du seuil du confort.

Néanmoins, A 16h en mois de Mars, nous remarquons un confort dominant la salle, avec un éblouissement limité sur la façade Sud-Ouest.

En mois de Juin le fond et le cœur de la salle se retrouvent dans des niveaux d'éclairage satisfaisant (seuil de confort) tandis que la zone avoisinant les ouvertures subissent un éblouissement (1969 Lux, 2405 Lux).

Le confort dans cette étape s'estime à **38,04 %**, ce qui encore insuffisant.

Graph13 : Diagrammes des niveaux d'éclairage des trois (03) mois .



6-Avec brise soleil horizontaux inclinés à 20° :

21 Décembre :

9h	12h	16h
412	555	76,9
827	1034	139
1157	1264	119
974	852	204
563	166	212
1466	811	141
1722	919	129
1603	402	106
424	131	69,7
346	513	93,8
394	235	67,6
984	166	53,4
542	147	63,8
2067	206	125
624	462	278
279	54,7	2,19
190	125	58,2
391	129	62,6
1185	200	99,5
568	273	167
1564	464	230
134	46,2	31,1
141	87,8	38,3
240	152	74,2
399	147	85,5
595	325	186
563	477	247
233	256	38,9
146	74,9	36,5
257	133	54,7
333	129	65,6
324	192	110
304	260	185

Tableau 31

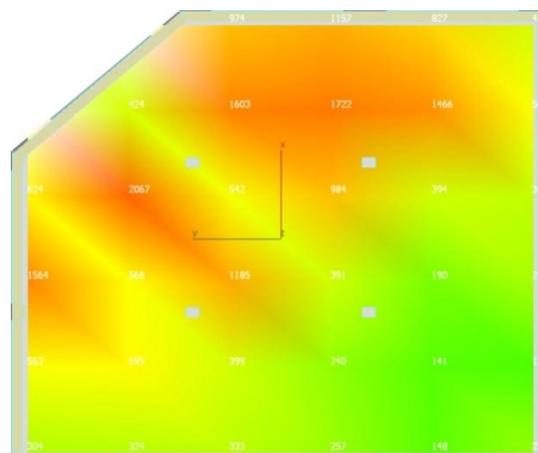


Fig68 :**Matin (09h)**

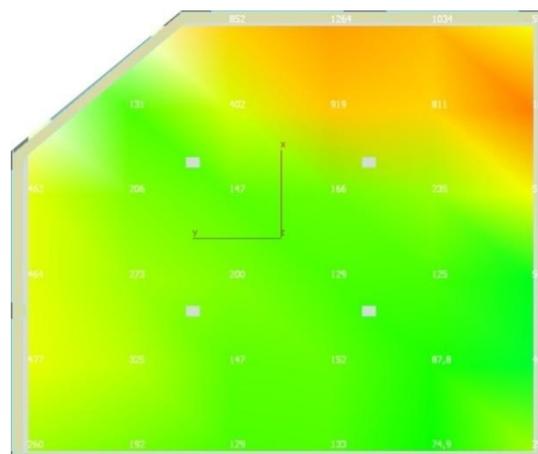


Fig69 :**Midi**

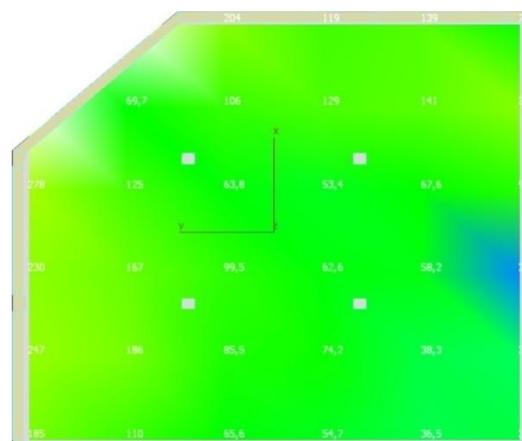


Fig70 :**Après Midi (16h)**

21 Mars :

9h	12h	16h
621	273	181
1623	916	328
1971	1222	288
2109	1028	509
900	117	408
1296	429	358
1741	922	339
752	312	251
471	174	161
631	460	229
485	461	153
500	143	140
503	178	166
507	242	323
795	595	680
320	5,5	5,7
289	159	148
390	119	162
409	256	258
389	305	398
748	578	595
81,9	58,2	73
194	96,9	85,1
256	143	193
273	168	187
494	405	428
794	612	650
336	217	101
105	75	94,2
239	170	142
365	165	171
372	246	268
469	336	457

Tableau 32

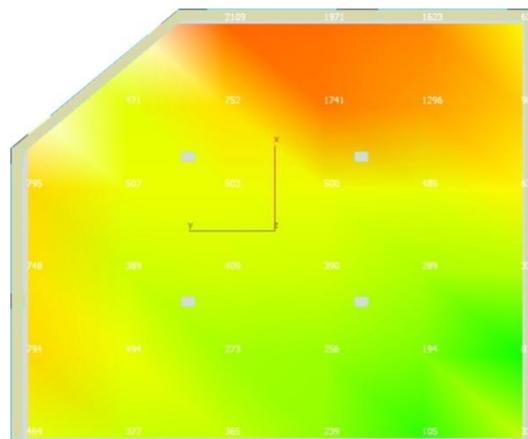


Fig71 :**Matin (09h)**

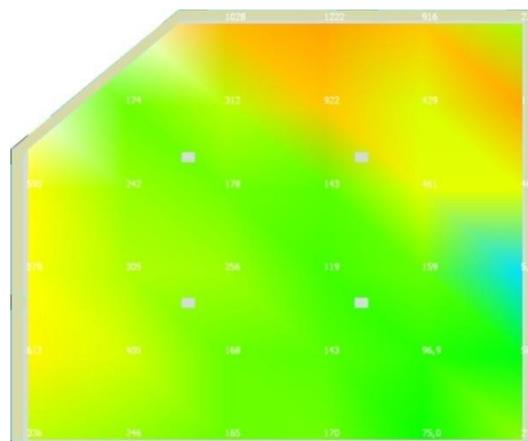


Fig72 :**Midi**

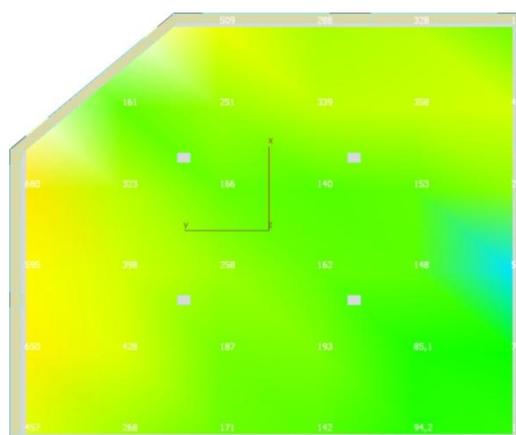


Fig73 :**Après Midi (16h)**

Le 21 Juin :

9h	12h	16h
348	453	76,9
691	774	139
665	719	119
1017	1286	204
575	800	212
649	869	141
708	858	129
505	640	106
278	385	69,7
381	501	93,8
270	385	67,6
252	335	53,4
323	406	63,8
481	645	125
1110	1534	278
60,8	13,5	2,19
253	359	58,2
255	340	62,6
435	624	99,5
587	856	167
977	1412	230
119	174	31,1
167	242	38,3
267	374	74,2
281	403	85,5
612	894	185
1067	1544	247
165	205	38,9
131	192	36,5
256	366	54,7
321	416	65,6
378	526	110
615	886	185

Tableau 33

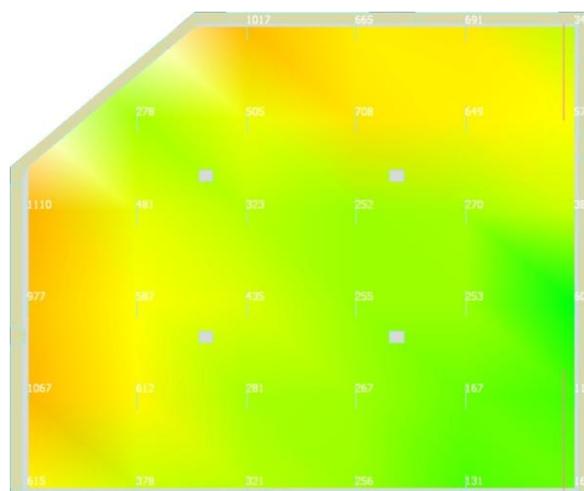


Fig74 :Matin (09h)

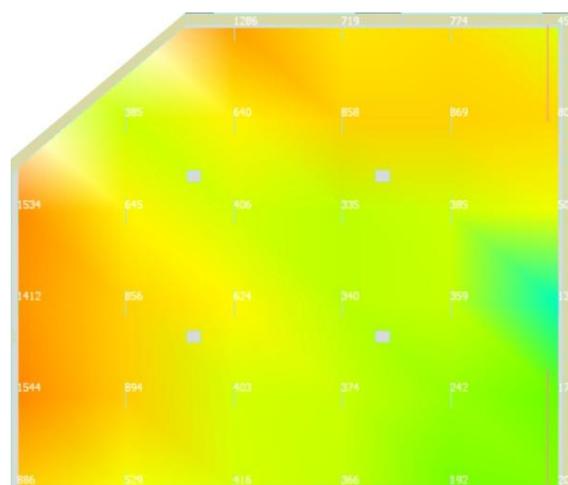


Fig75 :Midi

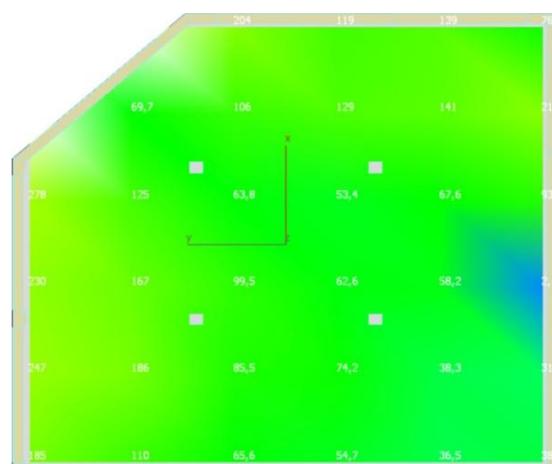


Fig76 :Après Midi (16h)

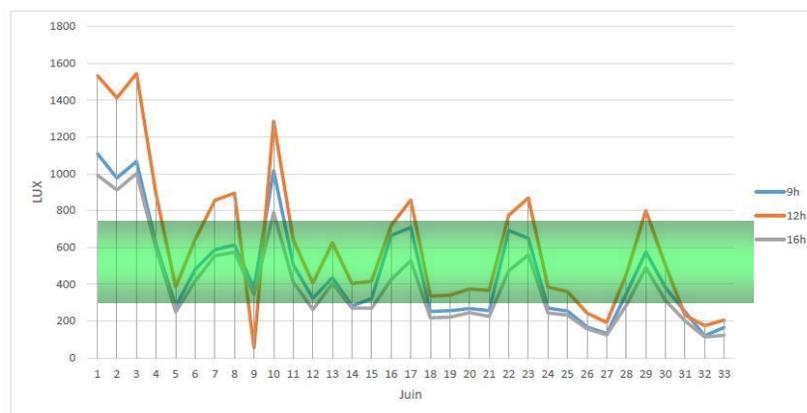
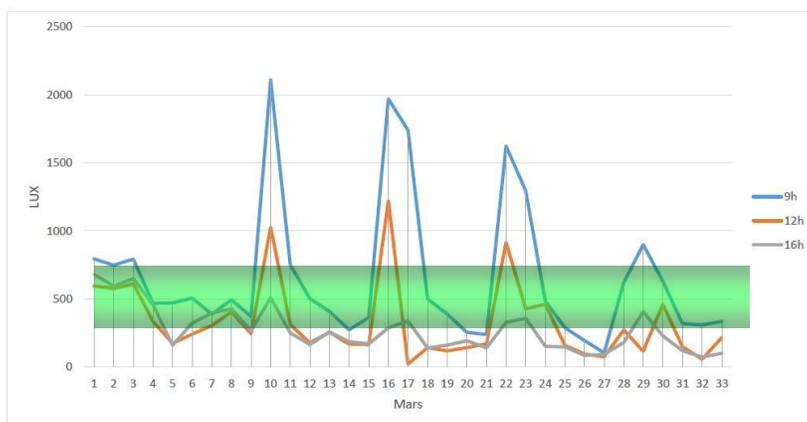
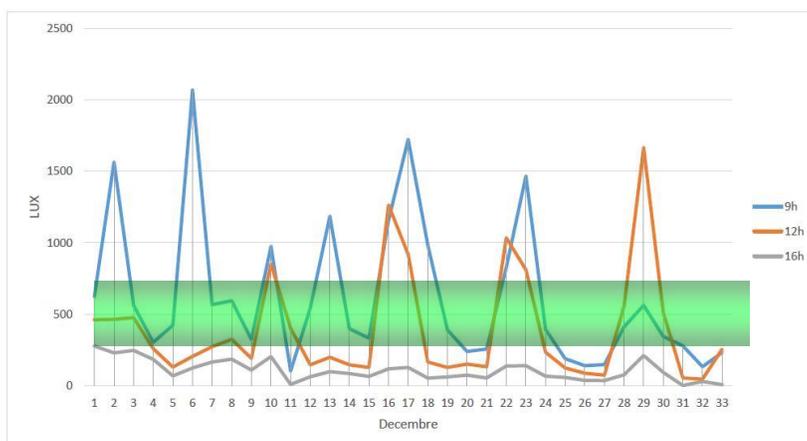
Discussion des résultats :

Un grand pourcentage de valeurs sous le seuil du confort est enregistré (51,85 %), comme le démontrent les tableaux des niveaux d'éclairément et les diagrammes ci-joint. Cet inconfort se localise principalement au fond de la salle dans toutes les saisons et toutes les horaires, et peut arriver jusqu'au cœur de la salle, comme est le cas à Midi en mois de décembre, et parfois même, il occupe toute la salle, comme à 16h en Décembre .

Le confort cependant estimé à **33,67 %**, se localise au cœur de la salle durant les mois de Mars et Juin, ainsi que sur les deux façades en mois de mars .

Il est vrai que ce pourcentage est plus bas que celui obtenu avec des brises-soleil droits, mais l'éblouissement ici y est nettement plus bas (nous y avons remédié avec l'inclinaison des lamelles du brise soleil, vu l'orientation des façade (Ouest, Sud ouest et nord ouest). Voilà pourquoi nous tenons à maintenir cet état d'avancement, et le considérer pour améliorer les niveaux d'éclairément se trouvant en dessous du seuil de confort.

Graph14 : Diagrammes des niveaux d'éclairément des trois (03) mois .



7-Avec brises soleil horizontaux inclinés 20° + Puits de lumière :

Le 21 Décembre :

09H	12 H	16 H
624	462	301
1564	464	230
563	477	247
301	260	185
424	131	69,7
2084	227	147
572	273	167
605	339	193
324	192	110
974	852	204
1603	402	106
557	194	82,1
1225	261	121
418	174	52,8
317	112	57
1157	1264	119
1782	1045	182
1061	304	82,2
464	271	127
310	276	143
267	146	61,5
827	1034	139
1478	82	150
433	296	116
448	207	75,2
210	203	85,1
169	98,6	48,7
436	590	97,5
578	1688	223
359	532	117
347	179	42,3
281	228	126
317	386	122

Tableau 34

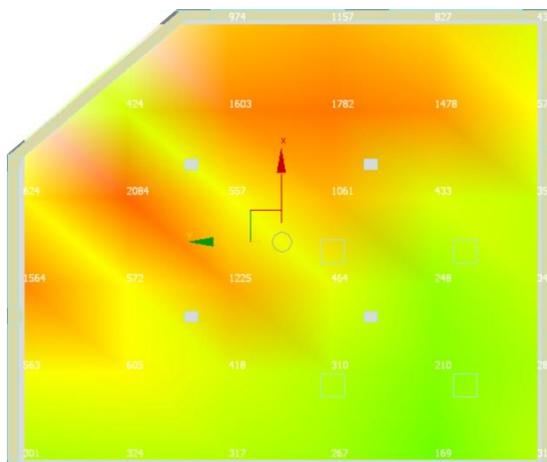


Fig77 :**Matin (09h)**

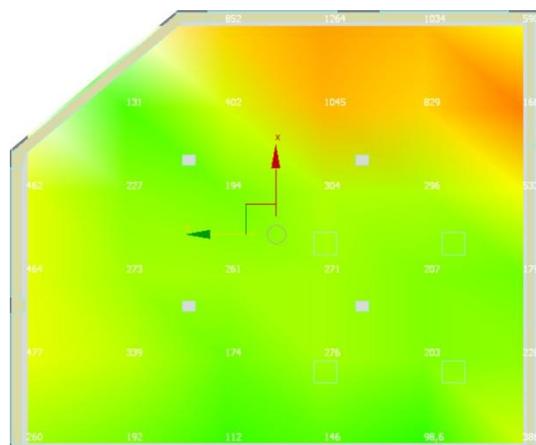


Fig78 :**Midi**

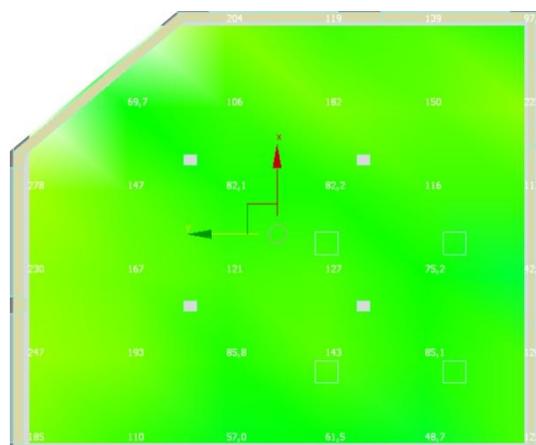


Fig79 :**Après Midi**

Le 21 Mars :

09H	12 H	16 H
795	595	680
748	578	595
794	612	650
469	336	457
471	174	161
544	265	350
408	305	398
516	423	446
372	246	268
2109	1028	509
752	312	251
538	204	214
505	311	314
304	191	222
331	144	148
1971	1222	288
1902	1113	477
655	219	214
554	248	312
459	302	389
281	187	160
1623	916	328
1325	452	382
584	539	242
463	261	222
370	215	183
142	104	126
687	351	214
935	1206	434
662	485	245
482	106	110
372	301	19
544	378	287

Tableau 35

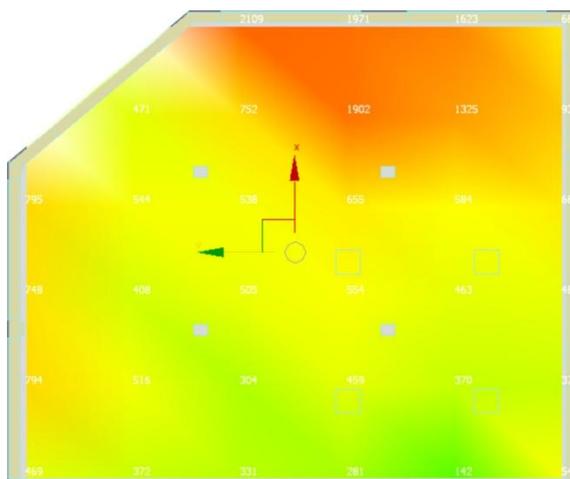


Fig80 :Matin (09h)

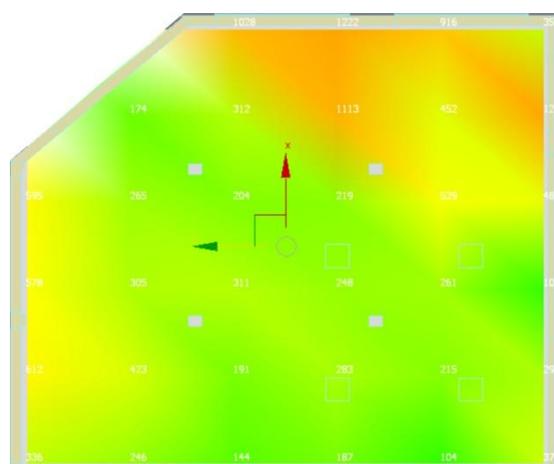


Fig81 :Midi

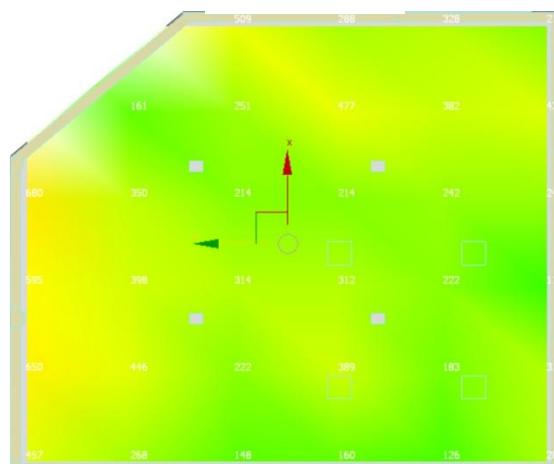


Fig82 :Après Midi (16h)

Le 21 Juin :

09H	12 H	16 H
988	1356	890
978	1414	915
1065	1541	1001
574	827	565
279	386	250
506	667	440
531	768	503
619	95	587
401	564	371
983	1241	758
453	567	363
366	469	305
554	761	493
319	459	303
255	362	234
609	663	385
930	1190	740
375	514	333
477	631	414
455	646	429
285	409	253
668	743	453
687	924	55
368	530	318
311	457	282
288	421	271
180	262	172
418	569	338
618	863	532
392	522	323
220	268	174
469	689	445
457	636	399

Tableau 36

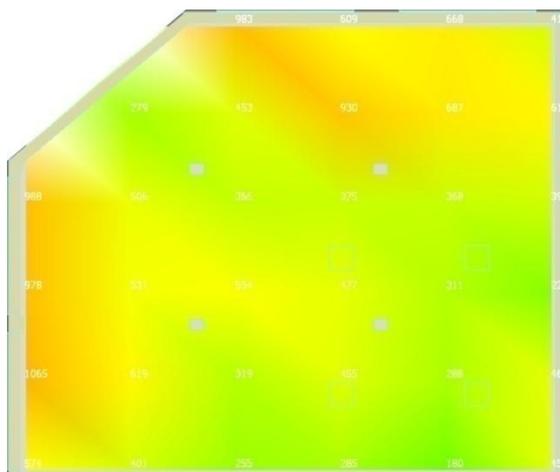


Fig83 :Matin (09h)

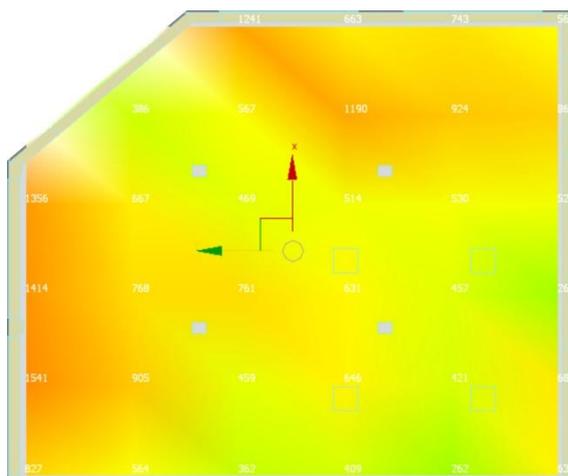


Fig84 :Midi

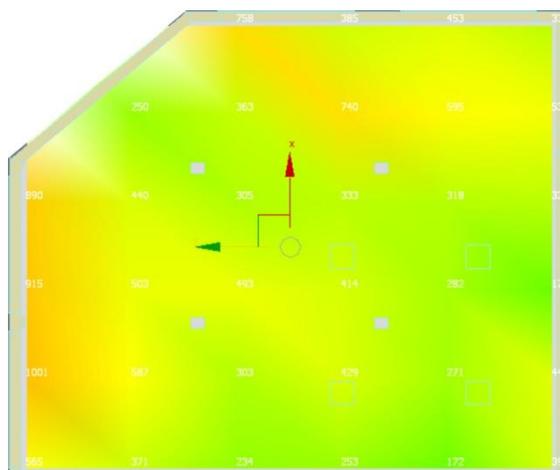


Fig85 :Après Midi (16h)

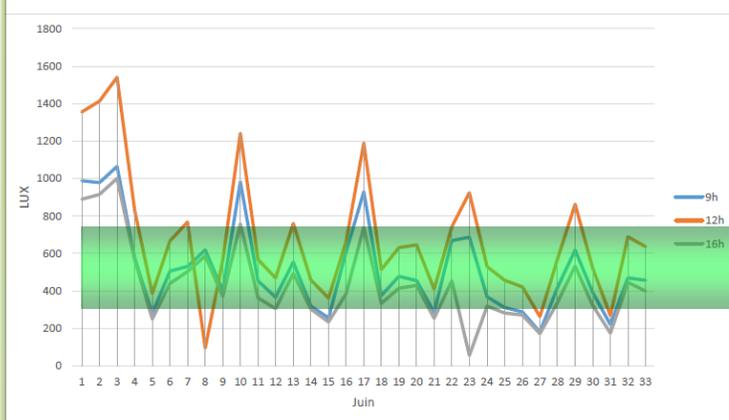
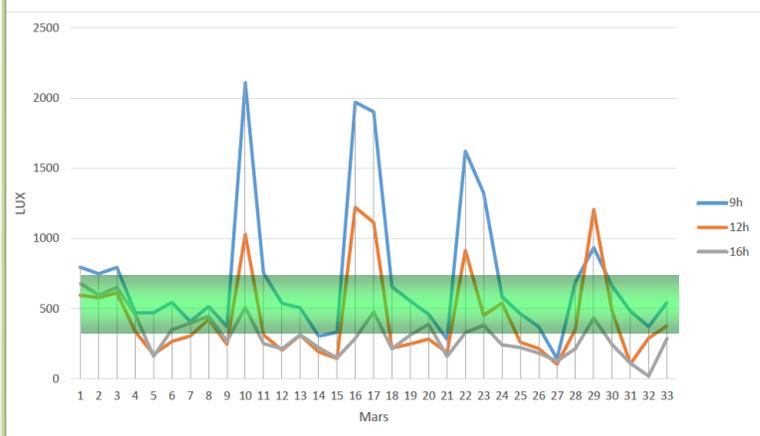
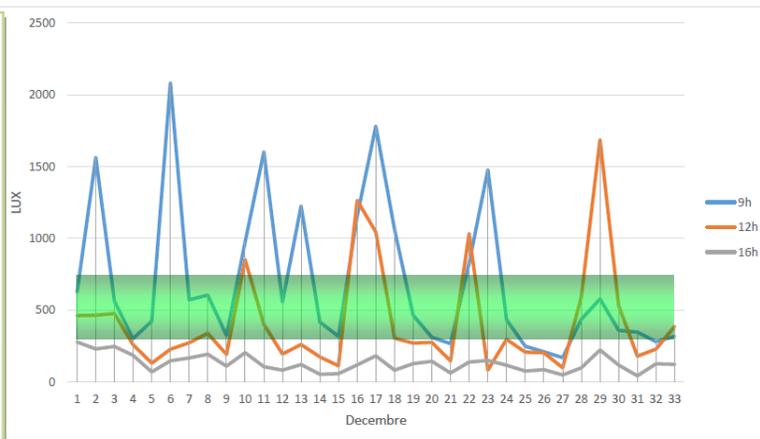
Discussion des résultats :

Mis à part quelques points d'éblouissement enregistrés à 09h et à midi, les niveaux d'éclairément enregistrés dans ce cas s'avèrent satisfaisant dans l'ensemble . En effet, en décembre, un maximum de 2084 Lux fut enregistré au milieu de la salle,mais le reste de la salle demeure dans des niveaux d'éclairément tempérées. A Midi, nous enregistrons des valeurs sous le seuil du confort précisément au Cœur de la salle,et un éblouissement sur la façade Nord-Ouest, puis un confort sur toute la surface de la salle restante,tandis qu'à 16h, les niveaux d'éclairément sont tous sous le seuil du confort.

Le mois de Mars donne des résultats similaire a ceux de Décembre, si ce n'est l'après midi qui présente de meilleurs résultats, avec aucun éblouissement enregistré et beaucoup plus de confort .

Avec un maximum de 1065 Lux a 09h, le mois de juin offre des résultats fortement correspondant au seuil du confort.a midi, les niveaux d'éclairéments s'élève un peu dans la zone proche des ouvertures,avec un max de 1541 Lux, mais le reste e la salle demeure plongé dans un niveaux de confort.et à 16h, les résultats s'améliorent encore,avec un max de 1001 sur la façade Sud-ouest,et 05 points sous le seuil du confort,laissant place a un confort dominant .(50,16% de confort assuré) .

Graph15 : Diagrammes des niveaux d'éclairément des trois (03) mois .



Discussion générale :

Pour compléter notre recherche, nous avons établi un graphe sous forme d'histogramme, afin de comparer entre les valeurs obtenues avant notre intervention, et les valeurs des différentes interventions .

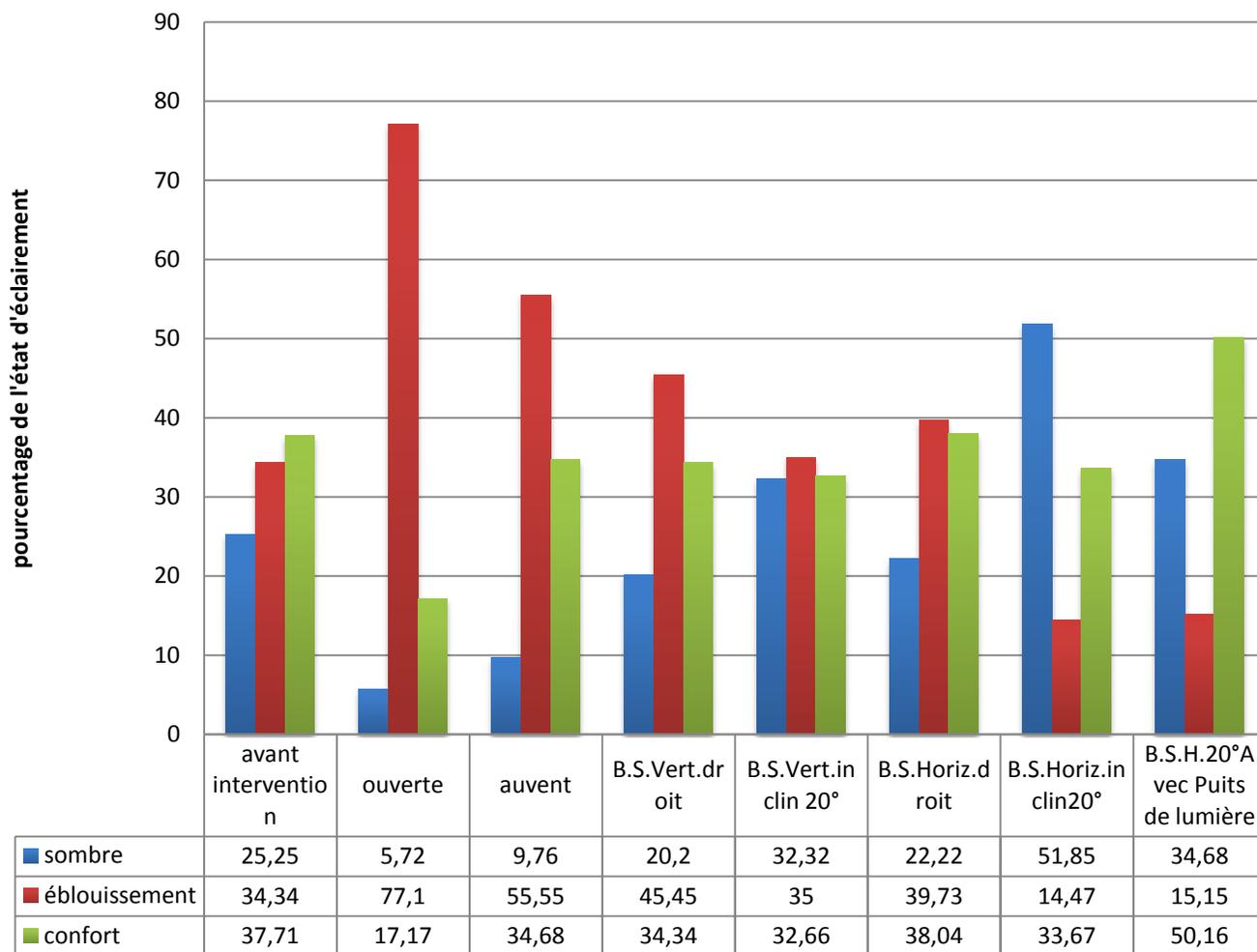
L'histogramme est un outil « visuel » qui permet de détecter certaines anomalies ou de faire un diagnostic avant d'engager une démarche d'amélioration. Utilisé dans ce cadre, l'histogramme est un outil « qualitatif », il met en exergue la zone de confort, celle de l'éblouissement, et les valeurs enregistrées en dessous du seuil de confort, et les compare chacune dans sa catégorie.

Après toutes les étapes que nous avons menées pour arriver jusqu'ici, Nous estimons que ces histogramme permettent une *appréciation assez claire et significative*, et une *lecture palpable* des Variations des résultats .

Sept tentatives ont édifié le résultat obtenu a la fin.c'étaient sept étapes très perspicaces, et chacune a introduit a l'autre. Nous avons opté à la fin à des brises soleil horizontaux avec une inclinaison de 20°, en dépit de la coutume d'utiliser des brises soleils verticaux véhiculé par l'orientation Ouest, car –dans notre cas d'étude- ceux disposés horizontalement ont contribué non seulement a l'élargissement de la zone de confort de **12,5%**, mais aussi au rétrécissement de la zone subissant éblouissement de **20 %** , ce qui est pour nous un gain conséquent .

Les puits de lumière viennent en appoint pour l'éclairage reçu des façades, et même si le pourcentage des points sous seuil de confort n'a pas diminué considérablement, ces puits de lumière ont tout de même rapproché les valeurs enregistrées dans le fond de la salle du niveau de confort, tel qu'il est remarqué sur les simulations et tableaux des niveaux d'éclairement (282 Lux, 271 Lux) .

graph16: Fluctuation du pourcentage de confort suivant les différentes interventions



Il est évident que notre ambition était plus grande, que notre espoir était d'améliorer le confort visuel dans cette salle de plus de 80 % de la surface, mais nous ne considérons pas le fruit de notre travail comme un échec, car nous estimons que les étapes suivies, et les résultats et améliorations obtenus préparent la piste pour d'autres tentatives de recherche plus performantes et plus efficaces.

Questionnaire

Institut d'architecture

Belkaid Lyes
Benguergoura lotfi
Master 2 (Archi bio)

Enquête sur l'éclairage dans la salle de lecture de la bibliothèque de l'institut d'architecture.

Cette enquête fait partie d'une recherche menée dans le cadre d'un mémoire de Master à l'Institut d'architecture de Blida.

L'objet de notre enquête est de tester l'appréciation des occupants de la salle de lecture de la bibliothèque de l'institut d'architecture par rapport à l'environnement lumineux, cette enquête sera accompagnée par d'autres techniques complémentaires.

Veillez, s'il vous plait répondre aux questions énoncées dans ce questionnaire selon l'ordre dans lequel elles sont posées. Soyez le plus franc, le plus honnête et le plus rapide possible dans vos réponses. Les réponses sont totalement anonymes.

Merci énormément pour votre disponibilité et votre coopération.

Age :

Sexe : masculin féminin

Vous êtes en quelles années ?

.....

1-Est-ce qu'il y-a quelque chose de particulier qui vous plaît dans cette salle de lecture ?

.....
.....

2-Est-ce qu'il y-a quelle que chose de particulier qui vous déplaît dans cette salle de lecture ?

.....
.....

3-Selon vous quel sont les éléments les plus importants pour une salle de lecture confortable ?

(Entourez la bonne réponse)

La surface – l'humidité - le mobilier – le calme – l'équipement – les couleurs – l'éclairage – le chauffage ou climatisation.

4-Comment trouvez-vous l'éclairage dans cette salle de lecture ?

Lumineux :	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	plutôt lumineux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	adéquat plutôt sombre
Ensoleillé :		plutôt ensoleillé	adéquat	faiblement ensoleillé	
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
Agréable :		agréable	désagréable		
Confortable :		confortable	inconfortable		

5-L'éclairage de la salle de lecture, convient-il pour :

Lire et écrire sur papier.
 Lire ou travailler sur un écran d'ordinateur.
 Lire sur une projection de vidéoprojecteur.

6-Pendant votre travail à la salle de lecture, avez-vous déjà ressenti :

L'éblouissement, si oui : Sur l'écran
 Sur la table
 Sur la projection du vidéoprojecteur

Sur les yeux directement

Les maux de tête

Le vertige

La fatigue visuelle (yeux qui brûlent ou picotent, baisse visuelle)

7-Ou préférez-vous vous mettre ?

Pas de préférence

Près de la fenêtre

Loin de la fenêtre

8-Selon vous, quels sont les points négatifs de l'éclairage naturel dans la salle de lecture de la bibliothèque de l'institut ?

.....
.....

9-En salle de lecture, vous travaillez surtout sur :

Ordinateur Papier Les deux

10- Dans la salle de lecture, utilisez-vous votre ordinateur généralement :

Moins de 2h Entre 2 et 4h Plus de 4h

11-Pour éviter une gêne et mieux voir, avez-vous déjà :

Changé l'endroit de l'ordinateur ? Changé de place ?

12-Y'a-t-il assez de lumière du jour dans la salle de lecture ?

En été suffisante insuffisante

En hiver suffisante insuffisante

13- Préférez-vous travailler sous la lumière naturelle, la lumière artificielle ou sous une lumière combinée (naturelle et artificielle ?)

Naturelle Artificielle Combinée

14- Les rayons directs du soleil sont-ils gênants sur ?

Vos yeux : Oui en hiver oui en été non
Votre table : Oui en hiver oui en été non

15- Comment jugez-vous la dimension des fenêtres ?

Trop petites adéquates trop larges

Conclusion générale :

Durant les différentes étapes de notre travail, nous avons l'objectif améliorer au maximum le confort visuel dans cette salle de lecture via le niveau d'éclairément.

Avec les techniques et moyens décrits auparavant, nous avons abouti à 50,16 % de confort, à savoir 12,5 % d'amélioration, un pourcentage qui peut augmenter davantage en usant de meilleurs techniques et instruments.

Nous sommes conscients que nos interventions sur les ouvertures ont des *répercussions sur l'apport thermique et sur le confort acoustique* dans la salle, ce paramètre n'a pas été pris en compte dans notre recherche, mais ce ne fut guère par manque d'attention de notre part, nous le savions, mais il aurait été difficile de prendre tous ces paramètres en charge dans le champs réduit dans lequel se développe notre étude.

Nous avons l'ambition de considérer - dans une étape ultérieure de recherche- le reste des paramètres de confort (acoustique, thermique ...) dans une approche globale d'étude de confort, en vue d'améliorer toutes les conditions pour une impression de bien-être régnant.

Néanmoins, nous espérons que les étapes suivies, et les résultats et améliorations obtenus préparent la piste pour d'autres tentatives de recherche plus performantes et plus efficaces, et servent de base de données solide pour d'autres études dans le contexte abordé.